

Humboldt-Universität zu Berlin
Fakultät IV
Institut für Sportwissenschaft



Berlin, 04.09.2014

Bachelorarbeit

Karate Kumite – semispezifischer Laktatleistungstest:

Eine Pilotstudie

Von

Martin Max Neumann

Immatrikulationsnummer: 544885

neumanmm@hu-berlin.de

Bachelor of Arts Sportwissenschaft

6. Fachsemester

Betreuer:

Dr. Winfried Heinicke

PD Dr. Gerhart Bayer

Inhaltsverzeichnis

–	Abbildungsverzeichnis	III
–	Tabellenverzeichnis	IV
–	Abkürzungsverzeichnis	V
–	Zusammenfassung	1
1	Einleitung und Forschungsfrage	2
2	Theorie und Hypothesen	4
2.1	Die Geschichte des Karate	4
2.2	Energiebereitstellung im Körper	7
2.3	Laktat – Messen und Bewerten	9
2.4	Leistungsdiagnostische Tests und Testgütekriterien	16
2.5	Karate Kumite – Das Regelwerk	18
2.6	Karate Kumite – Forschungsstand	21
2.7	Probandenpool	23
2.8	Hypothesen	25
3	Methode	26
3.1	Test-Aufbau	26
3.2	Test-Untersuchungsdesign	29
3.3	Test-Durchführung	32
4	Ergebnisse	34
4.1	Darstellung der Ergebnisse	34
4.2	Beschreibung der Ergebnisse	39
5	Diskussion	40
5.1	Ergebnisbewertung und Hypothesen	40
5.2	Maximale Laktatmobilisation	42
5.3	Problematiken der Interpretation	44
5.4	Beurteilung der Testspezifik	46
5.5	Beurteilung des Testaufbaus	46
5.6	Erläuterung des Untersuchungsdesigns	47
5.7	Testeingliederung und Bewertung der Testgütekriterien	48
5.8	Verbesserungsvorschläge für eine erneute Messung	50
6	Ausblick	50
7	Fazit und Forschungsfrage	51
–	Literaturverzeichnis	
–	Anhang	
–	Selbstständigkeitserklärung	

– **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1:	Karate-Do, erstes Schriftzeichen für die Silbe „Kara“, zweites „Te“, drittes „Do“	4
Abb. 2:	Schriftzeichen „Kara“, oben altes – chinesisch, unten neues – japanisch	6
Abb. 3:	Anteil der Energiebereitstellung im zeitlichen Verlauf	9
Abb. 4:	Laktatleistungskurve	11
Abb. 5:	Bestimmung des maximalen Laktat-steady-state bei Dauerbelastung unterschiedlicher Laufgeschwindigkeiten, Werte an den Kurven entsprechen der Laufgeschwindigkeit in m/s	12
Abb. 6:	Beeinflussung der Laktatleistungskurve durch Training, L = Linksverschiebung (Abnahme der submaximalen aeroben Leistungsfähigkeit 1), R = Rechtsverschiebung (Zunahme der submaximalen aeroben Leistungsfähigkeit 1), 2 = Aerob-anaerobe Leistungsfähigkeit, 3 = Maximale Laktatmobilisation	14
Abb. 7:	Wettkampffläche Karate Kumite	19
Abb. 8:	Testaufbau semispezifischer Laktatleistungstest Karate Kumite	26
Abb. 9:	Belastungsmatrix	30
Abb. 10:	Absolvierte Stationen je Durchlauf	34
Abb. 11:	Laktatverlauf der Probanden während der gesamten Untersuchung	36
Abb. 12:	Laktatleistungskurven im Querschnittsvergleich	36
Abb. 13:	Laktatleistungskurven im Querschnittsvergleich mit entsprechenden Intensitätsstufen in %	37
Abb. 14:	Laktatwerte im Regenerationsverlauf	37
Abb. 15:	Qualitätsbewertung des semispezifischen Laktatleistungstests im Vergleich	38
Abb. 16:	Anaerobe laktazide Leistung je Kampfrunde	43
Abb. 17:	Laktatleistungskurven im Querschnittsvergleich, Beispiel Interpretationsproblematik	44

– Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Anthropometrische Daten der Probanden	24
Tab. 2:	Trainingsumfänge, Darstellung der Trainingsart in Stunden der letzten vier Wochen	25
Tab. 3:	Übersicht Stationen und Intentionen des semispezifischen Karate Kumite Laktatleistungstests	29
Tab. 4:	Darstellung einer Intensitätsbestimmung bei einem Maximallauf von 32 Stationen, Beispielrechnung für 90%	30
Tab. 5:	Tabelle zur Qualitätsbewertung	31
Tab. 6:	Maßstab für die Qualitätsbewertung	32
Tab. 7:	Technikauswahl der Probanden	33
Tab. 8:	Absolvierte Stationen je Belastungsstufe	34
Tab. 9:	Laktatwerte der Probanden	35
Tab. 10:	Laktatdifferenzen zwischen den Belastungsstufen bzw. Laktaterhöhung je Intensitätssteigerung	35
Tab. 11:	Qualitätsbewertung Proband 1	38
Tab. 12:	Qualitätsbewertung Proband 2	38
Tab. 13:	Qualitätsbewertung Proband 3	38
Tab. 14:	fiktive, realistische Werte eines semispezifischen Karate Kumite Laktatleistungstests	44

– Abkürzungsverzeichnis

z.B.	zum Beispiel
pH-Wert	negativer dekadischer Logarithmus der Konzentration der Wasserstoff-Ionen
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
mmol/L	Millimol je Liter
m/s	Meter je Sekunde
Kg	Kilogramm
cm	Zentimeter
EKG	Elektrokardiogramm
ml	Milliliter
NADA	Nationale Anti Doping Agentur

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde auf das Hinzufügen weiblicher Endungen verzichtet. Damit ist in keinem Falle eine geschlechtsspezifische Absicht verbunden. Sofern nicht eindeutig kenntlich gemacht, schließt die männliche Form die weibliche mit ein.

– **Zusammenfassung**

Karate Kumite benötigt eine sehr gute Ausdauerleistungsfähigkeit. Aktuell hat sich keine spezifische Diagnostik zur Bestimmung dieser Fähigkeit etabliert. Mit einem neu kreierten Test wurde ein semispezifischer Laktatleistungstest durchgeführt. Die Untersuchung beschreibt ein Pilotprojekt, welches den Test auf seine Umsetzung und Aussagekraft überprüft. Drei männlichen Probanden ($[\bar{x} (S_{rel})]$ Alter 24,3 (3,1) Jahre; Gewicht 76,8 (0,9) Kg; Größe 180,2 (2,3) cm) der Gewichtsklasse -75Kg wurden zur Messung herangezogen. Sie teilen sich in einen aktiven Kumite-Kämpfer von nationalem Niveau und zwei ehemalige aktive Kumite-Kämpfer auf. Die Probanden absolvierten einen spezifischen Karateparcours über vier progressive Belastungsstufen, wobei die letzte bis zur Ausbelastung führte. Die Belastungs- und Pausenzeit lag bei 3 Minuten. Die Blutabnahmen erfolgten vor und nach der Belastung, in den Pausen und in der Nachbelastungszeit. Zur Auswertung wurde eine Laktatleistungskurve erstellt. Die Probanden wurden im Querschnitt miteinander verglichen. Die beste Ausdauerleistungsfähigkeit wurde dem aktiven Kumite-Kämpfer zugeschrieben. Jedoch konnte dieses Ergebnis nicht eindeutig begründet werden. Es zeigte sich, dass der Test besser für eine Längsschnittuntersuchung geeignet ist. Die Ergebnisse forderten zudem eine Diskussion über die maximale Laktatakkumulation im Kumite. Die Testgütekriterien konnten nur teilweise nachgewiesen werden. Die Machbarkeit des Tests erwies keine Probleme. Für eine Etablierung bedarf es weiterer inhaltlicher und methodischer Forschung.

– **Abstract**

Karate Kumite requires an excellent endurance performance ability. Currently, no specific diagnostics has established for this ability. A newly created semi-specific lactate performance test was performed. The investigation is realized as a case study that is supposed to check and approve the realization and validity of the test. Three male probands ($[\bar{x} (S_{rel})]$ age 24,3 (3,1) years; weight 76,8 (0,9) Kg; height 180,2 (2,3) cm) in the weight category of -75kg participated. One of them is a nationally ranked active Kumite fighter. The others were former active Kumite fighters. The competitors completed four runs of a specific Karate course with progressive strainlevels. The last run was intended to lead to exhaustion. The action time and the break time were set at 3 minutes. The measurements of blood were conducted right before and right after a run, during the intermission, and at the end of the test in the rest time. A lactate graph was created by the parameters. The cross section was compared. The active Kumite fighter got the best specific endurance ability. But the result is not unambiguous. It can be concluded that the test is better for a longitudinal comparison. The results require a discussion about the maximal lactate accumulation in Kumite. The main test criteria were only proved partly. The procedure shows no problems. Before the test can be established, more research in the theoretical and methodical part will be necessary.

1 Einleitung und Forschungsfrage

Laktat ist ein Stoffwechselprodukt im Energiebereitstellungsprozess unseres Körpers. Bei sportlicher Belastung kommt es zur Erhöhung der Laktatkonzentration, wobei die Vermehrung mit steigender Intensität zunimmt. Demnach werden Laktatmessungen im Sport zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit und zur Trainingssteuerung eingesetzt. Die Messung erfolgt über kleine Blutabnahmen während steigender Belastungen. Es resultiert eine Laktatleistungskurve. Diese bildet die Grundlage für verschiedene Schwellenkonzepte aus denen Trainingsbereiche und -intensitäten abgeleitet werden können. Am entscheidendsten ist hierbei die von Mader et al. erstmals definierte aerob-anaerobe Schwelle. Sie beschreibt die Belastung, in der die Entstehungs- und die Eliminationsrate des Laktats noch im Gleichgewicht stehen. Eine Belastungserhöhung würde eine Steigerung des Laktatspiegels und eine Verlagerung zur anaeroben Energiebereitstellung mit sich führen. Verschiedene Methoden haben sich zur Bestimmung dieses Punktes entwickelt und werden als individuelle anaerobe Schwelle bezeichnet (Mader et al. 1976, S. 81 f.; Schürch, 1987, S. 20 ff.; Weineck, 2010, S. 318 ff.; Marées, 2002, S. 353 f.).

Die Schwellenkonzepte mit ihren Trainingsinterventionen haben ihren größten Nutzen in den zyklischen Sportarten, welche eine sehr große Ausdauerleistungsfähigkeit benötigen. Eine Anwendung in den Sportarten bei denen die Ausdauerfähigkeit nicht die determinierende ist, aber dennoch die Leistungsfähigkeit stark beeinflusst, können diese Konzepte für zyklische Trainingsmittel genutzt werden, z.B. der Lauf im Fußball (Schürch, 1987, S. 14). Je mehr sich eine Sportart der zyklischen Bewegungen entfernt, desto schwieriger wird eine Trainingsintervention über diese Konzepte. Bei azyklischen Sportarten, wie den kompositorischen Sportarten oder den Kampfsportarten, ist dieses Prinzip nicht anwendbar. Diese Sportarten sind durch vorgegebene Körperbewegungen, welche unter anderem durch das Regelwerk bestimmt sind, sehr technisch orientiert, beispielsweise die rhythmische Sportgymnastik. Die Muskelgruppen erfahren durch die jeweilige Spezifik eine andere Belastung. Des Weiteren ist der Intensitätsverlauf nie gleichmäßig. Bei Kürformen gibt es langsame und statische Elemente, während es bei Zweikämpfen auch Ruhephasen gibt, in denen sich der Körper kurz erholen kann. Die Steuerung des Trainings über Puls- oder Geschwindigkeitsbereiche ist in azyklischen Sportarten unbrauchbar, da dies nicht der Wettkampfspezifik entspricht (Schürch, 1987, S. 57). Beispielshalber ist ein submaximaler oder langsamer Wurf im Judo, um den Puls niedrig zu halten, nicht zweckgemäß für den Wettkampf. Schwellenkonzepte können in azyklischen Sportarten nur bei unspezifischen zyklischen Trainingsmitteln Anwendung finden wie der Lauf. Auch wenn sich die azyklischen Sportarten in ihrer Struktur von den zyklischen Sportarten unterscheiden, ist eine gute Ausdauerfähigkeit in einer Vielzahl dieser Sportarten unabdingbar und leistungslimitierend. Aus der obigen Ausführung ergeben sich folgende Problemstellungen:

Wie kann die spezifische Ausdauerfähigkeit einer azyklischen Sportart bestimmt werden?

Wie wird die Laktatleistungskurve beurteilt, wenn ein Schwellenkonzept keine Anwendung findet?

Grundlage für die Beantwortung dieser Fragen ist immer die jeweilige Wettkampfspezifik. Untersuchungen zeigen, dass Laktatmessungen nur in der Zieldisziplin oder in einer annähernden Bewegung der Zieldisziplin repräsentativ sind. So ist eine Diagnostik für einen Fußballer auf einem Laufband und nicht auf einem Fahrrad durchzuführen (Janssen, 1989, S. 79, 105; Neumann & Schüler, 1994, S. 248; Marées, 2002, S. 442 f.). Hieraus lässt sich auch ableiten, dass ein Einsatz von Schwellenkonzepten für ein Trainingsmittel möglich ist, dies aber keinen positiven Effekt mit sich führen muss. So bedingt ein schnelleres Laufen nicht eine größere Ausdauerfähigkeit im Kampf bei Zweikampfsportarten. Zusammengefasst sollte die angestrebte Diagnostik so viele spezifische Elemente wie möglich beinhalten.

Die Schwierigkeit in azyklischen Sportarten liegt darin, eine progressive Belastung mit Hilfe von spezifischen Elementen zu erzielen. Die Teststruktur besitzt den größten Einfluss und sollte der Wettkampfspezifik so dicht wie möglich kommen. Dies kann einerseits nie vollständig umgesetzt werden, andererseits ist im Wettkampf keine progressive Belastung gefordert. Dadurch sind Kompromisse zu bilden, woraus sich auch die Beschreibung des Themas eines semispezifischen Leistungstests ergibt.

Da die Schwellenkonzepte bei azyklischen Sportarten nicht greifen, wird die Auswertung der Messung ganzheitlich betrachtet. Punkte und Bereiche werden hierbei nicht berücksichtigt. Die Momentaufnahme kann im Querschnitt zu anderen Personen oder im Längsschnitt bei einer erneuten Durchführung analysiert werden (Neumann & Schüler, 1994, S. 247 f.).

Das Karate mit seinen Wettkampfformen Kata und Kumite zählt zu den azyklischen Sportarten. Die vorliegende Arbeit beschreibt einen selbst entwickelten Laktatleistungstest für die Disziplin Kumite. Der Test wurde mit drei Probanden durchgeführt. Ziel der Untersuchung ist es, die spezifische Ausdauerleistungsfähigkeit eines Karate-Kämpfers zu beurteilen. Der Test ist eine Momentaufnahme der aktuellen Leistungsfähigkeit. Die Werte können im Querschnitt begutachtet werden. Prinzipiell ist der vorliegende Test für eine Längsschnittuntersuchung konzipiert. Nach einer Trainingsphase würde der Test erneut durchgeführt werden. Die Gewinnbringung der Trainingsinterventionen und der Periodisierungsverlauf könnten so beurteilt werden. Da dies mit einem sehr großen Aufwand verbunden ist, wird im Vorfeld diese Pilotstudie durchgeführt, um den Test auf Machbarkeit und Aussagekraft zu prüfen.

Die Theorie hat das Ziel die Grundlagen zu verdeutlichen, um eine spätere Ableitung für die Wahl der Methodik und für die Interpretation der Ergebnisse zu verstehen. Der Testaufbau und das Untersuchungsdesign werden im Methodikteil vorgestellt. Anschließend erfolgt eine Veranschaulichung der Resultate. Zum Ende findet eine Evaluation der Hypothesen und der Forschungsfrage statt.

2 Theorie und Hypothesen

Im Theorieteil werden alle Grundlagen der vorliegenden Arbeit präsentiert. Nach einem kurzen geschichtlichen Abriss des Karate wird der menschliche Energiemetabolismus in seinen Grundzügen dargestellt. Die darauf aufbauende Beschreibung über den Einfluss von Laktat im Sport soll ein Verständnis für den nachfolgenden beschriebenen Test bieten. Zur Überprüfung der Qualität des Tests erfolgt eine Vorstellung der Testgütekriterien.

Die Wettkampfspezifik hat den größten Einfluss auf die auszubildende Leistungsfähigkeit. Demzufolge wird das Regelwerk und der Wettkampfablauf erklärt. Zudem findet eine Erläuterung des Forschungsstands in Bezug zur Leistungsstruktur des Karate Kumite statt.

Der darauffolgende Abschnitt veranschaulicht den Probandenpool bezüglich der anthropometrischen Daten, der Karatevergangenheit und der aktuellen Trainingszustände.

Abschließend werden aus den beschriebenen Informationen Hypothesen für die Untersuchung abgeleitet.

2.1 Die Geschichte des Karate

Der Begriff Karate wird aus den japanischen Schriftzeichen „Kara“ und „Te“ zusammengesetzt. „Kara“ bedeutet übersetzt „leer“ und „Te“ die „Hand“. Heutzutage wird der Begriff Karate oft mit dem Begriff „Karate-Do“ gleichgesetzt. „Do“ ist übersetzt der „Weg“ und symbolisiert Karate als Kunst und Lebenseinstellung. Somit umfassen beide Begrifflichkeiten der zusammengefassten Übersetzung „Kampfkunst der leeren Hand“ oder „Der Weg der leeren Hand“, Abbildung 1 (Lind, 1997, S. 254 ff.).



Abb. 1: Karate-Do, erstes Schriftzeichen für die Silbe „Kara“, zweites „Te“, drittes „Do“, Grüning, 2014

Die Entwicklung der Namensgebung und die Etablierung als Kunst haben historische Hintergründe.

Die Literatur beschreibt, dass bereits im 10. Jahrhundert erste Formen von Selbstverteidigungen durchgeführt wurden. Die Ursprünge des Karate werden auf Okinawa zurückgeführt. Okinawa ist eine Insel der Ryukyu Inseln von Japan. Sie befindet sich mehrere hundert Kilometer südlich der japanischen Hauptinseln und besitzt eine ähnliche Entfernung zum asiatischen Festland. Durch die Lage wirkte der Einfluss aller asiatischen Länder auf Okinawa ein. Die Insel wurde zum Handelszentrum. Es entwickelte sich ein ungeklärtes Bevölkerungsbild. Viele Kulturen trafen aufeinander und prägten die Gesellschaft Okinawas und somit die Kampfkunst. Die zur damaligen Zeit betriebenen Kampfkünste wurden mit „Te“¹ beschrieben. Den größten Einfluss auf das „Te“ hatte

das „Quan-fa“ aus China. Übersetzt bedeutet es „Methode der Faust“ und ist ein chinesischer Überbegriff für alle Kampfkünste Chinas. Im weiteren geschichtlichen Verlauf wird oft beschrieben, dass die Meister von Okinawa nach China reisten, um sich weiterzubilden (Lind, 1997, S. 19 ff., 45 ff.; Grupp, 2012, S. 13).

In der geschichtlichen Abfolge formten politische Einflüsse die Entwicklung des Karate auf verschiedene Weisen. Okinawa wurde in Territorien untergliedert, wodurch eine gleichmäßige Entwicklung der Kampfkunst nicht möglich war. Der Fortschritt und die Art waren ortsgebunden. Des Weiteren wurden im zeitlichen Verlauf mehrere Waffenverbote erteilt und die Ausführung und Vermittlung des „Te“ in der Öffentlichkeit verboten. Dies trug zum Fortschritt der Kampfkunst bei, schloss somit aber auch eine neue Intention mit ein. Um sich gegen politische Übergriffe oder andere Feinde zu schützen, diente das „Te“ ausschließlich dem Eigenschutz. Es hatte die Absicht den Angreifer mit dem ersten Schlag außer Gefecht zu setzen. Auch andere Kampfkünste, wie Kobudo, erhielten aus dieser Zeit ihre Einflüsse. Die Bauern und Fischer nutzten ihre Arbeitsgeräte zur Verteidigung und zum Angriff. Das „Te“ bekam einen geheimen und besonderen Charakter. Unbemerkt wurde in der Nacht trainiert. Durch die Geheimhaltung entwickelten sich sehr viele Stile. Neben den örtlichen Abhängigkeiten lehrten die Meister ihre individuellen Sichtweisen und Schwerpunkte. Nach Grupp hatten manche sogar nur ein Repertoire aus wenigen Techniken, die sie jedoch bis zur Perfektion trainierten und vermittelten. Die Meister lehrten der Unauffälligkeit halber meist nur einen Schüler, den sie sehr gezielt auswählten. Schien ihnen keiner geeignet, wurde ihr Wissen nicht weitergegeben und ging verloren. Oftmals wurden die Erfahrungen auch nur familienintern weitergegeben. Die Übermittlungen fanden ausschließlich mündlich statt (Grupp, 2012, S. 16; Lind, 1997, S. 19 ff., S. 45 ff., S. 152, 173).

Am Ende des 19. Jahrhunderts liberalisierte sich die Situation auf Okinawa. Das „Te“ verlor somit seine ursprüngliche Intention. Es entwickelte sich zur Sportart mit dem Zweck der charakterlichen und körperlichen Schulung. Das „Te“ wurde öffentlich gelehrt und wurde sogar Teil der schulischen Ausbildung (Grupp, 2012, S. 16 f.).

Gichin Funakoshi unternahm den nächsten Schritt zur Etablierung des Karate als japanische Kampfkunst. Er tauschte das chinesische Schriftzeichen „kara“, welches „fremd“ und „chinesisch“ bedeutete, mit dem japanischen Schriftzeichen aus, welches für „leer“ steht, Abbildung 2 (Lind, 1997, S. 254). Nach seiner Meinung war das Zeichen das eindeutigere, welches die Kunst der Selbstverteidigung mit bloßen Füßen und leeren Händen beschreibt. Weiter verbindet er mit dem japanischen Schriftzeichen die Befreiung von allen weltlichen Wünschen und Einflüssen im Herzen und im Geist (Funakoshi, 1993, S. 51 f.).

¹ Die Literatur gibt viele verschiedene Bezeichnungen für das „Te“ an: Tang Te, Okinawa Te, Tode. Alle Begrifflichkeiten haben denselben Ursprung und haben die gleiche Bedeutung. Demnach wird im weiteren Textverlauf nur die Form „Te“ für das bessere Verständnis und für eine bessere Lesbarkeit verwendet.



Abb. 2: Schriftzeichen „Kara“, oben altes – chinesisches, unten neues – japanisches, Lind, 2014

Karate hat sich im zeitlichen Verlauf von der notwendigen Selbstverteidigung zu einer Kunst entwickelt (Grupp, 2012, S. 26 f.). Funakoshi beschreibt diese Kunst mit dem Begriff „Karate-Do“. Seine Interpretation besteht darin, die Kunst durch die Vervollkommnung von Körper und Geist zu einem Glauben zu entwickeln. Die Kunst sollte nicht nur darin bestehen Selbstverteidigungstechniken zu trainieren, sondern auch seinen Geist zu formen. Vernunft, Bescheidenheit und Höflichkeit beschreibt er als bedeutendste Werte (Funakoshi, 1993, S. 120, 129, 138 f.). Grupp fasst die Aussagen Funakoshis über das „Do“ sehr gut zusammen. Das „Do“ wird als Weg der Meisterung der Kunst dargestellt. Die stetige psychische und physische Arbeit an der Persönlichkeit soll die Vervollständigung der technischen Fähigkeiten und des Charakters erzielen (2012, S. 27). Funakoshi überlieferte 20 Regeln für seine Schüler, um ihnen das „Karate-Do“ zu überliefern und auch die spirituelle Seite zu verdeutlichen (Teramoto, 2011, S. 11). Die zwei folgenden Regeln veranschaulichen Kernaussagen dieser Philosophie:

„Im Karate gibt es keinen Erstschlag“

„Karate ist eine lebenslange Aufgabe“

(Funakoshi, 2011, S. 25, 57).

Funakoshi war auch der Vorreiter, der Karate auf dem japanischen Festland verbreitete. Gemäß seinem Vorbild zogen andere Stilrichtungen nach (Lind, 1997, S. 42).

Die nationale und internationale Verbreitung des Karate war wiederum an politische Gegebenheiten geknüpft. In Japan existierte die Vereinigung des Butokukai, die für die Anerkennung und Lizenzierung der Budo-Sportarten verantwortlich war. Sie bildeten das gesetzliche Konstrukt, um eine anerkannte Sportart zu werden und stellten Forderungen. Die Sportarten mussten u.a. eine Prüfungsordnung, ein Graduierungssystem und ein Wettkampfsystem nachweisen. Letztendlich setzten sich die heute vier großen Stilrichtungen des Karate, Shotokan, Wado-Ryu, Goju-Ryu und Shito-Ryu durch und wurden Teil des Butokukai. Diese Entwicklung wurde von vielen traditionellen Meistern als sehr kritisch betrachtet. Speziell die Ausführung des Karate als Wettkampfsport entsprach nicht ihren Prinzipien. Karate wurde zum Kampfsport und verlor das Ansehen einer Kunst. Auch Funakoshis „Karate-Do“ widersprach diesem. Dennoch wussten die Meister, dass das

Wettkampfsystem zur internationalen Verbreitung notwendig war (Lind, 1997, S. 259 f., 265-268; Grupp, 2007, S. 17).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass eine klare Definition von Karate in seiner Form und seinem Inhalt nicht möglich ist. Durch äußere kulturelle Einflüsse, gepaart mit individuellen Weiterentwicklungen und politischen Einflüssen sind heutzutage mehr als 100 Stile entstanden. Des Weiteren ist auch das Verständnis des Karates als Kunst oder als Sport unterschiedlich und individuell. Trotz der zahllosen Differenzen haben sie dennoch gemein, dass sie lediglich mit ihrem Körper Selbstverteidigungsformen durchführen und einen Teil des Kunstgedankens in sich tragen. Zudem gleichen sich alle Stile über die Vermittlungsformen der Kata und dem Kumite.

Die Kata ist die „Form“. Katas enthalten alle Arten der Techniken im Karate. Sie komprimieren die Selbstverteidigungstechniken auf ein Muster und simulieren einen Kampf gegen einen imaginären Gegner. Sie entstanden durch das Verbot der Ausführung vom „Te“. Die Selbstverteidigung konnte im Geheimen trainiert und vermittelt werden (Grupp, 2007, S. 20).

Das Wesen aller Kampfkünste ist der Kampf mit dem Gegner, im Karate das Kumite (Grupp, 2009, S. 9). Kumite heißt: „*Begegnung der Hände*“ (Fritzsche, 2011, S. 14). Das Geschick und der Umgang mit den Techniken werden in Zusammenarbeit mit dem Partner trainiert (Grupp, 2009, S. 9 f.). Zum Missfallen der alten Meister entwickelte sich das Kumite mit der Entstehung der Wettkampfsysteme. Sie sahen ihre Kunst als Philosophie gefährdet, erkannten aber auch die Wirksamkeit, dass diese Trainingsform zur Verbreitung beitrug (Lind, 1994, S. 281 ff.).

Das Jiyu-Kumite, der Freikampf, ist heute die gängige Wettkampfform. Beide Kämpfer können sich frei bewegen und Techniken ihrer Wahl anwenden. Sie sind sowohl Angreifer als auch Verteidiger zur gleichen Zeit (Fritzsche, 2011, S. 14).

Mit der Verbreitung der Sportart Karate durch das Wettkampfsystem wurde die Frage: „Wie komme ich zum Erfolg?“ immer mehr in den Mittelpunkt gerückt. Wie in jeder Sportart entwickelte sich beiläufig die Forschung. Grundlage für die Aussage einer Leistungsstruktur von einer Sportart ist immer die energetische Energiebereitstellung, welche im folgenden Abschnitt erläutert wird.

2.2 Energiebereitstellung im Körper

Für die Existenz des menschlichen Organismus ist eine kontinuierliche Energiebereitstellung unabdingbar. Über die Nahrung nehmen wir die Energieträger Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße auf. Aus ihnen kann der Körper das Schlüsselmolekül Adenosintriphosphat (ATP) mit energiereichen Phosphatbindungen produzieren. Bei der Abspaltung eines Phosphates entsteht Adenosindiphosphat (ADP) und Energie wird frei. Speziell bei der Muskelarbeit hat das ATP eine tragende Rolle. In der Muskulatur liegt eine gewisse Konzentration an ATP-Molekülen vor. Diese Grundlage bietet jedoch nur Energie für wenige Sekunden maximaler Muskeltätigkeit. Demnach ist der Körper um eine schnellst mögliche Resynthese bemüht (Phosphat wieder an ADP zu binden). Diese erfolgt auf drei Wegen: Kreatinphosphat, Glykolyse, oxidative Phosphorylierung. Die beiden erstgenannten Synthesewege verlaufen im Zytosol der Zelle und benötigen keinen Sauerstoff. Daher werden beide

Stoffwechselfvorgänge auch als anaerob bezeichnet. Die oxidative Phosphorylierung setzt sich aus dem Zitratzyklus und der Atmungskette zusammen. Diese Vorgänge finden in den Mitochondrien der Zelle statt. In der Atmungskette wird Sauerstoff für die Energiegewinnung benötigt. Entsprechend wird die oxidative Phosphorylierung auch als aerober Stoffwechsel charakterisiert. Alle Energieträger durchlaufen bei vollständiger Umsetzung den aeroben Stoffwechselweg im Mitochondrium. Der Weg dorthin ist jedoch unterschiedlich. Nur die Grundbausteine der Kohlenhydrate, Glukosemoleküle, werden in der Glykolyse umgesetzt, bevor eine Weiterverarbeitung im aeroben Stoffwechsel möglich ist. Fette und Eiweiße hingegen werden über enzymatische Reaktionen direkt in den Zitratzyklus eingeschleust. Eiweiße weisen bei der Energiebereitstellung nur eine untergeordnete Rolle auf. Sie werden erst bei Hungerzuständen und sehr lang andauernden Belastungen verstoffwechselt. Somit wird die Energiebereitstellung im Alltag und auch im Sport nahezu nur aus den Kohlenhydraten und Fetten bezogen. Die Verstoffwechslung von 1mol Glukose ergibt insgesamt eine Ausbeute von 38mol ATP. Hierbei entstehen jeweils 2mol ATP in der Glykolyse und im Zitratzyklus und 34mol in der Atmungskette. Die Umsetzung von Fetten ist bedingt durch die Länge der jeweiligen Fettsäuren. Für 1mol Palmitinsäure wird ein Gesamtumsatz von 129mol ATP beschrieben (Fünten et al., 2013, S. 69 ff.).

Bei der Energiebereitstellung im Körper ist Laktat ein Stoffwechselprodukt der Kohlenhydrate. Es ist stark abhängig von der Glykolysetätigkeit. Das Endprodukt der Glykolyse ist Pyruvat, welches durch Umformung in den Zitratzyklus eingeschleust und in der Atmungskette verarbeitet wird. Bei intensiver Belastung ist die Glykolyserate sehr groß und es fällt sehr viel Pyruvat an. Anhand der komplexen enzymatischen Prozesse im aeroben Stoffwechsel, kann dieser mit der Verarbeitung der Glykolyserate nicht mithalten. Demnach findet eine Umstrukturierung des Pyruvats zur Milchsäure bzw. zum Laktat statt. Laktat ist das Salz der Milchsäure. Die Laktatbildung führt eine steigende und proportionale Konzentration von Wasserstoff-Ionen mit sich, da die Milchsäure zu 95% dissoziiert vorliegt. Die Wasserstoff-Ionen verringern den pH-Wert. Die Glykolyse ist stark pH-Wert abhängig und wird bei sinkendem pH-Wert eingestellt. Somit hemmt der Körper sich selbst, um einen weiteren pH-Abfall zu verhindern. Dieser würde zur Zerstörung der zelleigenen Strukturen führen (Marées, 2002, S. 353 ff.).

Aus den beschriebenen Fakten lässt sich das Gesamtgerüst der Energiebereitstellung erstellen und erläutern. Alle beginnenden Belastungen und weiterführende hohe intensive Belastungen benötigen schnell Energie, welche durch die anaerobe Energiebereitstellung abgedeckt werden. Dies hat den physiologischen Hintergrund, dass die Aktivierung der Atem- und Herzfrequenz und somit die Vermehrung des Sauerstoffes in der Muskulatur eine gewisse Anlaufzeit benötigt. Die anaeroben Stoffwechselwege werden in anaerob alaktazid und anaerob laktazid unterschieden. Erstgenanntes trifft auf den ATP-Pool und die Resynthese über Kreatinphosphat zu, Zweitgenanntes auf die Glykolyse aufgrund der Laktatproduktion. Durch den schnellen Verbrauch der Energieträger und durch die Eigenhemmung bei erhöhter Laktatproduktion sind die Intensitäten nicht dauerhaft aufrecht

zu halten. Die aeroben Prozesse übernehmen weiterführend die Energiebereitstellung. Die Intensität der Bewegung muss bzw. wird automatisch gedrosselt. Des Weiteren zeigen die Energiebilanzen, dass eine vollständige aerobe Verarbeitung eines Glukosemoleküls oder einer Fettsäure sehr viel mehr Energie produziert, als die anaeroben Stoffwechselwege. Die Energieausbeute bei den aeroben Prozessen je Molekül Glukose ist relativ groß, jedoch in Bezug zur Zeit relativ klein. Für die anaerobe Glykolyse ist es anders herum. Sie besitzt eine ca. 25fach höhere Umsatzrate als die oxidative Phosphorylierung. Daraus resultiert eine ca. doppelt so große ATP-Resynthese pro Zeiteinheit.

Aus den dargestellten Stoffwechselwegen ergibt sich für eine körperliche Tätigkeit ein Verlaufsschema, welches in Abbildung 3 dargestellt ist. Alle Stoffwechselprozesse bzw. Resynthesewege laufen gleichzeitig ab, nur mit unterschiedlicher Quantität (Fünten et al., 2013, S. 69 ff.; Marées, 2002, S. 354 ff., 367).

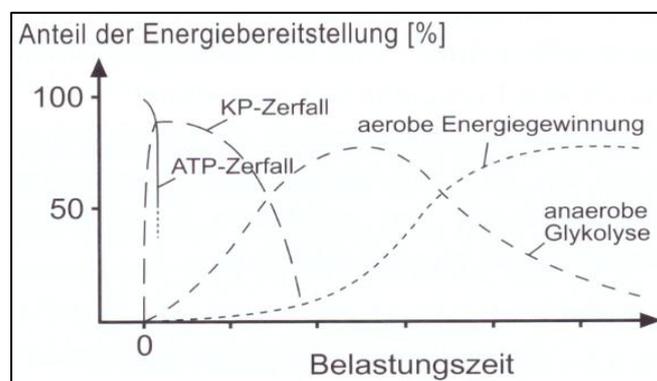


Abb. 3: Anteil der Energiebereitstellung im zeitlichen Verlauf, Weineck, 2010, S. 145

2.3 Laktat – Messen und Bewerten

„Der Begriff Ausdauer bzw. der Ausdauerleistungsfähigkeit kann im physikalischen Sinne nicht präzise definiert werden. Er ist zu charakterisieren als die Fähigkeit, ein bestimmtes Belastungsniveau über einen relativ großen Zeitraum aufrechterhalten zu können“ (Mader et al., 1976, S. 81).

Laktat ist neben der Herzfrequenz und der maximalen Sauerstoffaufnahme, höchste Sauerstofftransportleistung und muskuläre Sauerstoffaufnahme in Volumen je Zeit (ml/min), ein Instrument mit dem die Ausdauerleistungsfähigkeit eines Sportlers in Bezug zu einer erbrachten Leistung bestimmt werden kann. Als diagnostisches Verfahren wird die Laktatmessung durchgeführt (Weineck, 2010, S. 318 ff.; Neumann & Schüler, 1994, S. 80). Durch technische Weiterentwicklungen in den siebziger Jahren war es möglich Laktatkonzentrationen mittels sehr geringen Blutproben mit hoher Präzision zu bestimmen. Die gemessene Laktatkonzentration wird in mmol/L Blut angegeben (Marées, 2002, S. 354, 462).

Im folgenden Abschnitt werden grundlegende Parameter über Laktat präsentiert. Dies soll ein später zusammenhängendes Verständnis erleichtern. Im Anschluss findet für die visuelle Vorstellung eine Beschreibung für eine Beispiellaktatmessung mit ihrer Auswertung statt. Weiter erfolgt die sich etablierte Schlussfolgerung der Schwellenkonzepte. Die Problematiken der Messung und der Auswertung werden erläutert.

Laktat entsteht in der Muskelzelle und wird zu jeder Zeit im Körper gebildet und verstoffwechselt. Daher resultiert auch ein Ruhelaktatwert von ca. 0,8-1,5 mmol/L. Um das Absinken des pH-Wertes während einer intensiven Belastung zu vermeiden, wird das Laktat ins Blut ausgeschwemmt und während der körperlichen Arbeit eliminiert. Ein Großteil der Elimination vollzieht die aktive Muskulatur selbst. Das Laktat wird oxidiert und Energie wird gewonnen. Gleiches Vorgehen vollzieht sich in der passiven Muskulatur und im Herzen. Eine weitere Verarbeitungsstätte ist die Leber, wobei das Laktat durch Energieeinsatz wieder zu Glukose aufgebaut wird (Glukoneogenese). Je ausgeprägter der aerobe Stoffwechsel ist, desto besser ist die Laktateliminationsrate. Die Halbwertszeit von 10mmol/L Laktat wird im Mittel mit 15 Minuten angegeben. Für höhere Werte kann sich die Zeit verlängern, für niedere verkürzen. Submaximale Bewegung beschleunigt die Eliminationsrate (Marées, 2002, S. 355 f., 364 f., 371 f.).

Zur Darstellung eines möglichen Laktatmessverfahrens mit seiner Auswertung wird folgend eine Laufbandergometrie im Labor beschrieben.

Für eine Laktatmessung ist eine progressive Belastungssteigerung von Nöten, um die Akkumulation von Laktat zu produzieren. Hierbei läuft der Sportler auf einem Laufband beginnend bei einer niedrigen Intensität, z.B. 2,5m/s. Diesen Geschwindigkeitsbereich muss der Proband je nach Untersuchungsdesign eine gewisse Zeit durchhalten, z.B. 3 Minuten. Nach der Belastung erfolgt eine kurze Pause in der am Ohrläppchen mittels einer Kapillare wenige Mikroliter Blut entnommen wird. Im Vorfeld wurde hier eine kleine Wunde provoziert. Wenn die Wunde nicht ausreichend durchblutet wird, kann ein wenig Finalgon®-Salbe um die offene Stelle aufgetragen werden. Die Wunde ist während der Belastung mit einem Pflaster abgedeckt. Dieses Vorgehen wird auch als Abnahme am hyperämisierten Ohrläppchen beschrieben. Nach der Abnahme wird die Intensität, je nach Untersuchungsdesign, gesteigert, z.B. um 0,5m/s auf 3m/s. Nach der Belastungszeit der neuen Intensität wird erneut eine Kapillare Blut abgenommen. Dieses Vorgehen wiederholt sich bis zur maximalen Ausschöpfung des Probanden und wird als stufenförmiges Belastungsschema bezeichnet. (Marées, 2002, S. 450 ff.; Neumann & Schüler, 1994, S. 94). Die Kapillaren mit Blut werden unmittelbar nach der Abnahme in ein Reaktionsgefäß mit einer enzymatischen Lösung überführt. Für die Homogenität und den Reaktionsablauf wird die Probe durch Schütteln vermischt. Hierbei findet eine Hämolyse des Laktats statt. Die Probe wird in einem Laborgerät ausgelesen. Dieses misst ein elektrisches Signal in einer Messzelle, welches bei der Verbindung der Probe mit einer Reagenz auf einem Chipsensor entsteht. Über die Stärke des Signals wird die Konzentration bestimmt. Das Bestimmungsverfahren wird als enzymatisch-amperometrisches Prinzip beschrieben und bildet heutzutage den Standard (EKF-Diagnostics, 2014; EKF-Diagnostics, 2009, S. 11). Als Ergebnis werden die Laktatwerte gegen die Laufgeschwindigkeit aufgetragen. Es resultiert eine grafische Darstellung einer Laktatleistungskurve, Abbildung 4. Eine Laktatmessung wird in der Regel mit einer Pulsfrequenz- oder EKG-Messung begleitet. Die Herzfrequenz wird häufig zusätzlich in die

Abbildung mit integriert. Die Anwendung der Spirometrie zur Bestimmung der maximalen Sauerstoffaufnahme findet oft beiläufig ihren Einsatz (Mader et al., 1976, S. 84).

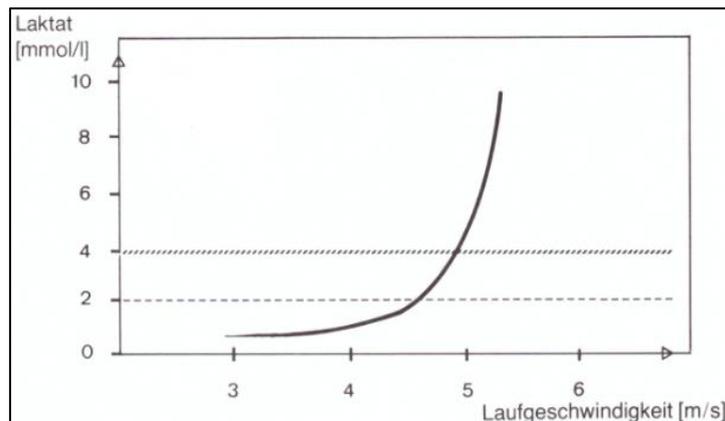


Abb. 4: Laktatleistungskurve, Janssen, 1989, S. 46

Durch die Stufenbelastung wurde das Verhalten der physiologischen Parameter auf den verschiedenen Belastungsstufen erfasst. Aus der Laktatkurve können entsprechende Empfehlungen für die Gestaltung des Trainings abgeleitet werden (Marées, 2002, S. 450 f.). Mader et al. führten Laktatuntersuchungen auf dem Laufband und Fahrradergometer durch und prägten den Begriff „aerob-anaerobe Schwelle“ (1976). *„Der Bereich des Überganges zwischen der rein aeroben zur partiell anaeroben, laktazid gedeckten muskulären Energiestoffwechselleistung wird als aerob-anaerobe Schwelle der Arbeitsmuskulatur unter den gegebenen Belastungsbedingungen bezeichnet“* (1976, S. 81). Die Autoren schreiben, dass dieser Bereich sich zur Charakterisierung der Ausdauerleistungsfähigkeit eignet. Sie setzen diese Schwelle bei 4mmol/L fest. Sie begründen es damit, dass in ihren Untersuchungen der 4mmol/L Laktatwert bei einer bestimmten andauernden Belastung konstant bleibt oder geringfügig abfällt. Eine Belastungssteigerung hat eine sofortige, stetig steigende Auswirkung auf den Laktatspiegel in den nächsten Belastungsminuten. Weiter spiegelt die Schwelle die Grenze der Intensität einer reinen Ausdauerbelastung wider, die noch über längere Zeit, 20 Minuten – 1 Stunde, toleriert werden kann (Mader et al, 1976, S. 81, 84). Grundlage dieses Schwellenprinzips ist der maximale Laktat-steady-state (maxLass). Hierbei steht die Laktatbildung und Laktatelimination bei einer bestimmten Belastung gerade noch im Gleichgewicht, Abbildung 5 bei 4,2m/s. Eine Belastungserhöhung würde eine steigende anaerob laktazide Energiebereitstellung nach sich ziehen, Abbildung 5 bei 4,3m/s. Bei einer Verringerung der Belastung stellt sich ebenfalls ein Laktat-steady-state (Laktatgleichgewicht) ein, welches jedoch geringer als das maxLass ausfällt, Abbildung 5 bei 4,0m/s. Die Ermittlung des maxLass wäre das genaueste Verfahren, ist jedoch nur mit Dauerbelastungen unterschiedlicher Intensitäten durchzuführen. Für die tägliche Praxis ist dieses Verfahren zu aufwendig und daher ungeeignet. Demnach entwickelten Mader et al. das stufenförmig ansteigende Belastungsschema, um das maxLass indirekt über die aerob-anaerobe Schwelle zu bestimmen (Heck, 1990, S. 23; Marées, 2002, S. 374, 463).

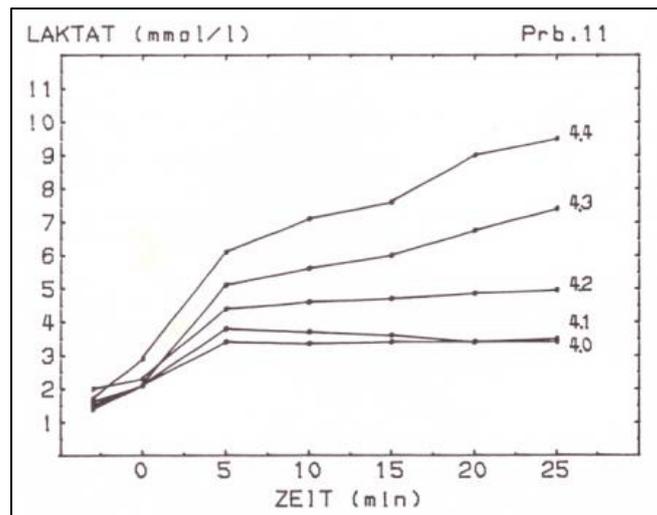


Abb. 5: Bestimmung des maximalen Laktat-steady-state bei Dauerbelastung unterschiedlicher Laufgeschwindigkeiten, Werte an den Kurven entsprechen der Laufgeschwindigkeit in m/s, Heck, 1990, S. 32

Die Laktatschwelle befindet sich immer im submaximalen Bereich. Die Laktatleistungskurve, und demnach auch die Laktatbildungsrate, besitzt einen exponentiellen Verlauf. Die Schwelle befindet sich im steilen Bereich des Graphen (Mader et al., 1976, S. 84). Die Literatur beschreibt eine Abnahme des Schwellenlaktats bei zunehmender Ausdauerleistungsfähigkeit (Marées, 2002, S. 467). Da die fixe Gestaltung nach Mader et al. zum Teil fraglich ist, haben weitere Wissenschaftler Modelle zur Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle entwickelt, welche zur fixen Schwelle differieren können. Eine genauere Beschreibung der Modelle wird nicht durchgeführt, weil es für die Weiterführung der Arbeit keine Bedeutung hat (Heck, 1990, S. 23 ff., 28 ff.). Anhand der Laktatleistungskurven lassen sich verschiedene Trainingshinweise ableiten. Dabei ist es entscheidend, welches Schwellenkonzept gewählt wird. Bei der Anwendung verschiedener Modelle an einer Laktatleistungskurve sind unterschiedliche Schwellenergebnisse zu erwarten. Welchem Konzept Vorrang eingeräumt wird, hängt von der individuellen Erfahrung des gewählten Verfahrens ab (Schürch, 1987, S. 23 ff.; Heck, 1990, S. 38, 135). Zur Erläuterung wird das Konzept von Mader et al. kurz am Beispiel Lauf präsentiert: extensives Training < 4,0mmol/L ; intensives Training = 4,0mmol/L ; intensives Training mit mittleren bis hohen metabolischen Azidosen > 4,0mmol/L (1976, S. 112).

Zur Bewertung von Testverfahren ist es unabdingbar, den Sportler in seiner sportartspezifischen Tätigkeit zu überprüfen. Nur in dieser Hinsicht haben die aufgenommenen Werte die größte Aussagekraft und die Trainingsableitungen ihre größten Wirkungen (Janssen, 1989, S. 79, 105; Neumann & Schüler, 1994, S. 248; Marées, 2002, S. 442 f.). Hierzu wurden im Laufe der Zeit unterschiedlichste Spezialergometer entwickelt, um die Originalbewegung zu imitieren (Neumann & Schüler, 1994, S. 242). Eine Labormessung umgeht externe Störfaktoren, wie Temperatur und Wind, und macht den Messort reproduzierbarer. Demnach wird in Labor- und Feldmessung unterschieden.

Ein Feldtest wird unter den Bedingungen, wie sie im Training oder Wettkampf vorkommen, durchgeführt. Der Vorteil ist die sportartspezifische Belastung. Zur diagnostischen Beurteilung sollten beide Testformen durchgeführt werden (Marées, 2002, S. 443). Eine besondere Form der Feldtests stellen sportartspezifische Belastungstests azyklischer Sportarten dar. Sie bauen auf dem Prinzip der steigenden Belastungsstufen auf. In der Regel kommen 4 Stufen mit unterschiedlicher Intensität zur Anwendung. Die Laktatwerte werden entsprechend der Belastung aufgetragen, woraus sich die Leistungskurve ergibt (Neumann & Schüler, 1994, S. 247 f.).

In der Literatur wird zwischen Muskel- vom Blutlaktat unterschieden. Hierbei hätte das Muskellaktat eine genauere Aussagekraft und höhere Werte. Das Blutlaktat hingegen ist eine Resultante aus der Laktatausschwemmung der Muskelzellen sowie aus der gleichzeitig ablaufenden Laktatelimination. Des Weiteren muss die Peripherie bis zum Ohrläppchen überbrückt werden. Das Blutlaktat hat einen zeitlichen Verzug zum Muskellaktat. Diese Tatsache muss bei der Blutabnahme berücksichtigt werden (Schürch, 1987, S. 17 f.). Schürch formuliert eine Faustregel, die besagt: *„Je kürzer und je intensiver eine Belastung, desto später tritt der Laktathöhepunkt im Blut nach Belastungsabbruch auf. Je länger und niedriger eine Belastung ausfällt, desto früher tritt der höchste Blutlaktatwert nach dem Belastungsabbruch auf“* (1987, S. 18). Weiter gibt er an, dass für Feldtests unmittelbar nach der Belastungsstufe die Blutabnahme erfolgen soll. Nach dem Arbeitsschluss empfiehlt er eine zusätzliche Abnahme in der 1. und 3. Nachbelastungsminute (1987, S. 18 f.).

Eine Messung unterscheidet sich je nach Untersuchungsdesign. Folgende Parameter können variiert werden: Die Höhe der Anfangsbelastung, die Belastungsdauer der Stufen, die Höhe der Belastungssteigerung, die Gesamtbelastungsdauer. Auch die Art der Probandengruppe hat einen Einfluss auf die Untersuchung, Leistungssportler oder Freizeitsportler (Neumann & Schüler, 1994, S. 43). Heck fand in seinen Untersuchungen heraus, dass für ein Laktat-steady-state im Blutlaktat von 92% eine Belastungsdauer von 5 Minuten notwendig ist. Weiter beschreibt er, je höher die Abstufung der nächsten Intensität gewählt wird, desto länger sollte die Stufendauer vollzogen werden, um ein Laktat-steady-state zu erreichen. Für 95% eines steady-states gibt er 5-6 Minuten an. Zudem kam er zum Schluss, dass differente Laktatwerte aus unterschiedlichen Stufendauern bei gleicher Intensitätsabstufung entstehen. Vor allem oberhalb des maximalen Laktat-steady-states stieg der Laktat mit der Zeit an (Heck, 1990, S. 123, 147). Mader et al. formulieren, dass eine Laktatausschwemmung ins Blut ca. 2 Minuten veranschlagt. Demnach empfehlen sie eine Belastungszeit von mindestens 4 Minuten, besser sogar 5 bis 10 Minuten, um eine genügende Ausschwemmung je Stufe zu gewährleisten (1976, S. 88). Marées bestätigt diese Aussage und zeigt, dass Laktat ein trägeres Einstellverhalten als andere Parameter bei der Anpassung an eine steigende Belastung hat. Die Zeitkonstante für die Herzfrequenz liegt bei ca. 10 Sekunden, für die Sauerstoffaufnahme bei ca. 30 Sekunden und für das Laktat bei ca. 120-180 Sekunden. Er verweist auf die genetische Individualität (2002, S. 450). Die Aussagen der Autoren zeigen, dass bei einem diagnostischen Verfahren das Untersuchungsdesign anhand der Vorkenntnisse der Probanden und der

Literatur richtig bestimmt werden sollte. Im zeitlichen Verlauf ist das Design konstant zu halten. Nur so sind Längsschnittvergleiche möglich.

Allgemein wird in der Literatur beschrieben, dass eine Rechtsverschiebung der Kurve eine bessere spezifische aerobe Ausdauerfähigkeit widerspiegelt und geringere Laktatwerte auf gegebenen Belastungsstufen beobachtet werden, Abbildung 6 Nr. 1. (Neumann & Schüler, 1994, S.48; Heck, 1990, S. 196; Janssen, 1989, S.47; Marées, 2002, S. 465).

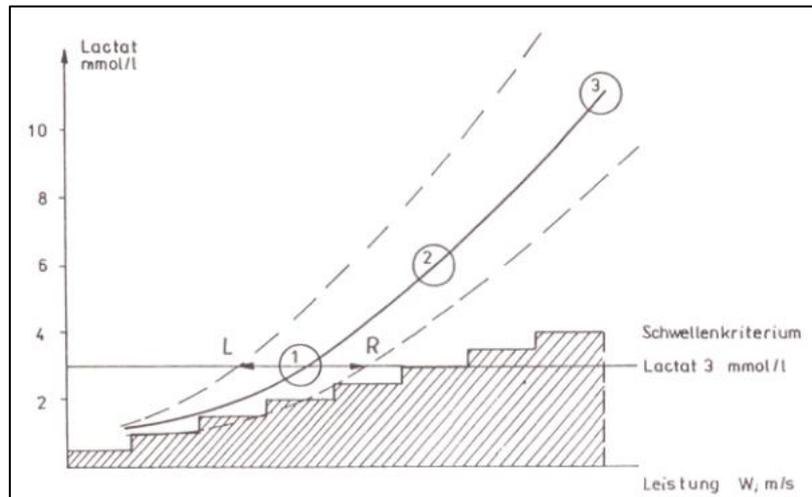


Abb. 6: Beeinflussung der Laktatleistungskurve durch Training, L = Linksverschiebung (Abnahme der submaximalen aeroben Leistungsfähigkeit 1), R = Rechtsverschiebung (Zunahme der submaximalen aeroben Leistungsfähigkeit 1), 2 = Aerob-anaerobe Leistungsfähigkeit, 3 = Maximale Laktatmobilisation, Neumann & Schüler, 1994, S. 98

Die gewonnenen Ergebnisse einer Messung können im Querschnitt und im Längsschnitt miteinander verglichen werden. Beim Querschnittsvergleich ist jedoch auf eine zu voreilige Beurteilung und Interpretation zu achten. Die Laktatbildung ist für jeden Menschen individuell und von der genetischen Veranlagung abhängig. Speziell die Muskelfaserzusammensetzung hat einen wesentlichen Einfluss. Vor allem in den FT-Fasern, Fast Twitch = schnell zuckend, finden erhöhte glykolytische Prozesse statt, im Gegensatz zu den ST Fasern, Slow Twitch = langsam zuckend (Janssen, 1989, S. 47, 49; Schürch, 1987, S. 54; Neumann & Schüler, 1994, S. 199; Weineck, 2010, S. 142). Erst eine erneute Messung für einen Längsschnittvergleich bekräftigt Aussagen und Interpretationen (Marées, 2002, S. 466 f.). Weiterhin kann die Ausbelastungsfähigkeit aus der Laktatkurve entnommen werden, Abbildung 6 Nr. 3. Die anaerobe Kapazität wird anhand der maximalen Laktatmobilisation beurteilt. Ein geringerer Wert spricht hingegen für eine mäßige Ausbelastung oder für eine mindere anaerobe Kapazität (Neumann & Schüler, 1994, S. 197; Schürch, 1987, S. 35, 56). In diesem Fall ist wieder die individuelle genetische Disposition zu berücksichtigen. Eine genauere Aussage wird erst durch mehrere Längsschnittmessungen bestätigt (Marées, 2002, S. 466 f.). Die maximale Mobilisation kann nicht genauer gekennzeichnet werden, da die Ausbelastung von der Sportartspezifik abhängig ist (Schürch, 1987, S. 54). Neumann & Schüler geben Laktatwerte für 400m Läufer in ihrer

Wettkampfspezifisch von 22-25mmol/L an. Sogar noch höhere Werte von 26-28mmol/L für Ringer aufgrund ihrer intensiven isometrischen Kampfhandlungen. Hingegen wird für Langzeitausdauersportler eine Konzentration von 6mmol/L bei Labordiagnostiken als Maximum und normal angesehen. Diese Ergebnisse resultieren aus der Trainingsspezifität. Langzeitausdauersportler trainieren durch eine geringere, aber länger andauernde Intensität weniger ihren glykolytischen Stoffwechsel (1994, S.98). Föhrenbach beschreibt das Optimum, indem sowohl die aerobe Kapazität in Form der Rechtsverschiebung sowie die maximale Ausbelastung sich verbessern. Hier bezieht er sich jedoch auf die Disziplin des 800m Laufes, wo beide Parameter von Bedeutung sind (1986, S. 190). Die Problematik oder Schwierigkeit beide Parameter gleichzeitig zu verbessern, wird von der Physiologie theoretisch nicht unterstützt. Bei hoher glykolytischer Aktivität und Laktatbildung wird die Lipolyse, Fettverbrennung, unterdrückt. Andersherum kommt es bei einem Ausdauertraining zu einer reduzierten Glykolyse und einer erhöhten Fettverbrennung. Demnach vermindert ein umfangreiches Ausdauertraining die anaerobe Mobilisationsfähigkeit. Die maximale Laktatmobilisation hingegen ist nur bei höchster sportartspezifischer Intensität zu entwickeln (Neumann & Schüler, 1994, S. 100, 230). Janssen beschreibt, dass die niedrigen pH-Werte bei einem intensiven Training das aerobe Enzymsystem in Mitleidenschaft ziehen. Es kann mehrere Tage dauern bis es sich erholt und die aerobe Leistungsfähigkeit wieder ihr altes Niveau erreicht (1989, S. 50 f., 145). Eine Verbesserung durch Training in beiden Bereichen ist erwünscht, nur ist in der Spezifität zu klären, inwiefern der eine Parameter mehr von Bedeutung als der andere ist. Nach Lehmann sind beide Faktoren für die Leistungsfähigkeit in Kampfsportarten von großer Bedeutung (2000, S. 86). Bei der Beurteilung von Laktatkurven sind auch die physiologischen Resteffekte zu beachten. „Je höher das langfristige Adaptationsniveau, desto langsamer der Verlust der konditionellen Fähigkeit“ (Issurin & Lustig, 2007, S. 56). Speziell im Querschnittsvergleich von Leistungssportlern mit höheren Altersdifferenzen, z.B. bei einem Vergleich eines 18-jährigen mit einem 25-jährigen, sollte dieser Faktor berücksichtigt werden. Es ist aufgrund des längeren Trainingsalters eine Rechtsverlagerung der Kurve für den älteren Sportler zu vermuten. Für den Längsschnittvergleich sind die kurzfristigen Resteffekte zu berücksichtigen. Für die anaerobe glykolytische Ausdauer werden Werte von 18 ± 4 Tage für den Bestand des Resteffektes angegeben. Demnach haben die im Vorfeld durchgeführten Trainingsintentionen einen großen Einfluss auf das Resultat der Messung. Die Ergebnisse sollten nur in diesem Kontext beurteilt werden (Issurin & Lustig, 2007, S. 55 ff.; Neumann & Schüler, 1994, S. 247). Einen weiteren Einfluss auf die Laktatleistungskurve besitzt die Ernährung, vor allem die Zufuhr von Kohlenhydraten. Kohlenhydrate bzw. Glukose wird in Form von Glykogen in der Leber und im Muskel als Energiereserve gespeichert. Wird Energie benötigt, formt der Körper die Speicherungsform Glykogen wieder in Glukose um, welche anschließend verstoffwechselt wird. Die Vorräte können Energie für eine Belastung von bis zu 90 Minuten liefern (Friedrich, 2008, S. 31 f.). Wie in der Energiebereitstellung beschrieben, ist die Laktatbildungsrate von der Glykolysetätigkeit abhängig. Die Glykolyse wird jedoch nur von den Kohlenhydraten als Stoffwechselweg genutzt. Sind demnach die

Glykogendepots entleert und es erfolgt keine Einnahme von Kohlenhydraten, so ist die Glykolyserate stark reduziert und somit auch die Laktatbildung (Neumann & Schüler, 1994, S. 35). Ein im Vorfeld der Untersuchung durchgeführtes Training, welches stark den Glykogenspeicher beansprucht, würde die Auswertung positiv beeinflussen. Dies bedeutet, die Laktatleistungskurve wäre nach rechts verschoben. Allerdings nur, weil der Körper anhand der unvollständigen Speicher weniger Laktat produzieren kann. Ein gegenteiliger Effekt tritt ein, wenn unmittelbar vor der Untersuchung kohlenhydratreiche Kost zugeführt wird. Es resultiert eine Linksverschiebung und verfälscht die Interpretation (Heck, 1990, S. 118). Entsprechend soll der Proband ausgeruht und erholt (volle Glykogenspeicher) sein. Die letzte Mahlzeit vor der Untersuchung sollte nicht zu üppig ausfallen und ca. 2 Stunden im Vorfeld erfolgen. Eine längere Nahrungskarenz soll keine weitere Auswirkung haben (Neumann & Schüler, 1994, S. 39). Autoren berichten über das Trainingspensum im Vorfeld. Schürch schreibt, dass ein hartes Training am Vortag das Ergebnis nur wenig beeinflusst (1987, S. 35). Heck hingegen gibt eine präzisere Aussage. Seine Untersuchungen ergaben, dass langandauernde Belastungen mit Intensitäten im Bereich der aerob-anaeroben Schwelle das leistungsdiagnostische Ergebnis positiv verfälschen (Rechtsverschiebung aufgrund Glykogenmangel). Keinen Einfluss soll jegliche Belastung unterhalb 80% der Schwellenbelastung haben (1990, S. 197). Neumann & Schüler schreiben, dass speziell bei Leistungssportlern das Trainings- und Wettkampfpensum der letzten Zeit zu beachten ist, um das Ergebnis genauer zu interpretieren. Wie beschrieben, beeinflussen hohe glykolytische Intensitäten die Ausdauerleistungsfähigkeit negativ. Trotzdem muss eine Linksverschiebung nicht negativ bewertet werden. Sie kann auch eine Zunahme der wettkampfspezifischen Leistungsfähigkeit zum Ausdruck bringen. Die FT-Fasern werden mehr in die Bewegung einbezogen (1994, S. 38, 231).

Trotz der angegebenen Schwierigkeiten die in der Beurteilung der Laktatwerte entstehen, hat sich dieses Verfahren zur Bestimmung der Ausdauerfähigkeit etabliert. Der Vorteil der Laktatmessung im Vergleich zur Bestimmung der maximalen Sauerstoffaufnahme und Herzfrequenz ist eine empfindlichere Änderung auf die äußere Belastung. Zudem haben die Größen wie Motivation, Muskelkraft und Grundschnelligkeit keinen Einfluss auf die Laktatbildung. Des Weiteren ist eine Ausbelastung nicht zwingend notwendig und es können Trainingshinweise abgeleitet werden (Mader et al., 1976, S. 80; Kindermann, 2004, S. 162).

2.4 Leistungsdiagnostische Tests und Testgütekriterien

Weineck definiert die Leistungsdiagnostik in einem „*Erkennen, Benennen und Erfassen des individuellen Niveaus der Komponenten einer sportlichen Leistung oder eines sportlichen Leistungszustandes*“ (2010, S. 75). Er unterscheidet einfache sportmotorische Tests, die von jedem Trainer durchgeführt werden können, von sportmedizinischen Tests, welche nur mit einer medizinischen Institution möglich sind. (2010, S. 79). Strüder, Jonath und Scholz schreiben: „*Test- und Kontrollverfahren versuchen leistungsbestimmende Faktoren der motorischen Hauptbeanspruchungsformen oder Aspekte der Technik zu erfassen*“ (2013, S. 59). In der Definition

von Bös et al. zu motorischen Tests sind Gleichnisse zu erkennen. „*Motorische Tests sind wissenschaftliche Routineverfahren zur Untersuchung eines oder mehrerer theoretisch definierbarer und empirisch abgrenzbarer Persönlichkeitsmerkmale*“ (2001, S. 533). Weiter verweisen sie darauf, dass Tests unter Standardbedingungen durchgeführt werden müssen, welche den statistischen Gütekriterien des jeweiligen testtheoretischen Modells entsprechen sollten (2001, S. 533).

Um die Qualität eines Testes zu beurteilen, wird in erster Linie geprüft, inwieweit die wissenschaftlichen Gütekriterien erfüllt werden (Strüder et al., 2013, S. 59). Es wird in Haupt- und Nebengütekriterien unterschieden, wobei erstgenannte als unverzichtbar gelten. Zu den Hauptgütekriterien zählen die Objektivität, Reliabilität und Validität. Unter Objektivität wird der Grad der Unabhängigkeit vom Untersucher zum Testergebnis verstanden. Man unterscheidet zwischen der Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität. Die Reliabilität gibt das Ausmaß der Genauigkeit bzw. der Zuverlässigkeit des Tests wieder. Hier gibt es verschiedene Testverfahren, die die Reliabilität bestimmen können. Die Validität wird als wichtigstes Testgütekriterium bezeichnet und gibt die Genauigkeit eines Tests an, ob dieser das Merkmal, welches er erfassen soll, auch wirklich misst. Zur Bestimmung werden drei Arten angegeben: Inhaltsvalidität, Kriteriumsvalidität und Konstruktvalidität. Die Inhaltsvalidität ist gegeben, wenn ein bestimmtes Merkmal auf das zu erfassende Konstrukt einen logischen Einfluss hat. Als motorisches Beispiel wird ein Dauerlauf zur Bestimmung der allgemeinen aeroben Ausdauer genannt. Die Annahmen sollten von der Theorie und von Experten gestützt sein. Zur Beurteilung der Kriteriumsvalidität wird ein fixes Außenkriterium benötigt, welches mit dem zu erfassenden Konstrukt korrespondieren soll. Die „Berufseignung“ als Konstrukt sollte beispielshalber mit dem Kriterium „beruflicher Erfolg“ korrelieren. Wenn die abgeleiteten Hypothesen eines Tests bestätigt werden können, ist der Test konstruktvalid. Für die Validitätsarten gibt es ebenfalls Methoden, mit denen die Qualität bestimmt werden kann. Speziell die Reliabilität und die Validität werden mit Hilfe von Korrelationen bewertet (Bortz & Döring, 2006, S. 195 ff., Bös et al., 2001, S. 545 ff.).

Zu den Nebengütekriterien zählen die Normierung, Nützlichkeit, Ökonomie und Vergleichbarkeit. Die Nützlichkeit prüft, ob der Test ein praktisches Bedürfnis erfüllt. Weiterhin ist von Bedeutung, ob eine Entscheidung mittels der Testergebnisse getroffen werden kann. Die Ökonomie wird anhand des Aufwandes für Testleiter und Testperson bewertet. Hier können mehrere Parameter betrachtet werden, wie Organisation, Zeit, Testaufbau, Kosten, Zumutbarkeit für die Versuchspersonen und weitere (Bös et al., 2001, S. 545). Auf die anderen beiden Nebengütekriterien wird nicht weiter eingegangen, da sie für die Untersuchung nicht von Relevanz sind.

Schürch benennt folgende Aufgaben, die ein leistungsdiagnostischer Test beinhalten sollte: „*Die Belastungsform des Testes sollte möglichst derjenigen der Sportart entsprechen; Er sollte keinen Wettkampf in einer „Test-Disziplin“ darstellen; Der Test sollte ohne Ausbelastung dem Athleten Angaben über den Trainingszustand vermitteln können; Der Test sollte sowohl einen Längsschnitts- als auch Querschnittsvergleich ermöglichen; Der Test sollte dem Athleten Hinweise über die*

Trainingsintensität geben können; Der Test sollte u.U. Hinweise auf eine Leistungsprognose erbringen“ (1987, S. 14).

Neumann & Schüler beschreiben die Messgenauigkeit einer Laktatmessung. Elektrochemische Bestimmungsmethoden haben hierbei die geringsten Messfehler von 1-2%. Des Weiteren liegt für sie eine Linearität von 0,45 – 30 mmol/L vor. Die Angaben können auf bis zu zwei Nachkommastellen erfolgen. Zu diesem Verfahren gehört das enzymatisch-amperometrische Prinzip (Neumann & Schüler, 1994, S. 37 f., 94 f.; EKF Diagnostics, 2009, S. 11).

Die Umgebungstemperatur im Labor sollte 18-20°C besitzen. Eine Abweichung bis 25°C scheint tolerierbar zu sein. Es wird angegeben, dass die Bedingungen für Feldtests in Hallensportarten günstiger sind als in Freiluftsportarten. Die Reproduzierbarkeit der äußeren Bedingungen in Hallen ist sehr hoch (Neumann & Schüler, 1994, S. 38, 51).

2.5 Karate Kumite – Das Regelwerk

Interessanter Weise ist im Kumite Wettkampfsport keine Unterscheidung der Stilrichtung zu erkennen. Es hat sich eine disziplinspezifische Eigenart entwickelt, die in Bezug auf den Wettkampf bzw. auf das Wettkampfsystem als optimal anzusehen ist. Bei den Europa- und Weltmeisterschaften des international größten Weltverbandes, World Karate Federation – WKF, sind überwiegend nur Teilnehmer der vier großen Stilrichtungen vertreten. Die äußere Form ist durch das Regelwerk bestimmt, welches basierend auf der WKF in diesem Abschnitt dargestellt wird. Alle beschriebenen Regeln beziehen sich auf den Seniorenbereich. Dies entspricht der Leistungsklasse ab dem Jahrgang in dem das 18. Lebensjahr erreicht wird.

Beim Kumite agieren zwei Sportler innerhalb eines markierten Feldes gegeneinander. Sie führen Techniken zum Gegner aus, wodurch sie Punkte erhalten. Nach einer vorgegebenen Zeit gewinnt der Kämpfer mit den meisten Punkten.

Die Kampffläche wird aus Matten mit einer Größe von 8x8 Metern gebildet. Hierbei ist der äußere Meter der Kampffläche andersfarbig zu gestalten, um eine visuelle Abgrenzung zu erzeugen. In der Regel ist dieser Bereich rot, die restliche Kampffläche besitzt die Farbe blau oder grün. Um die Kampffläche herum wird ein Sicherheitsbereich von jeweils 2 Metern mit der gleichen Hauptfarbe gebildet. Dieser muss ebenfalls mit Matten ausgelegt werden. Insgesamt ergibt die Mattenfläche eine Größe von 12x12 Metern, Abbildung 7.

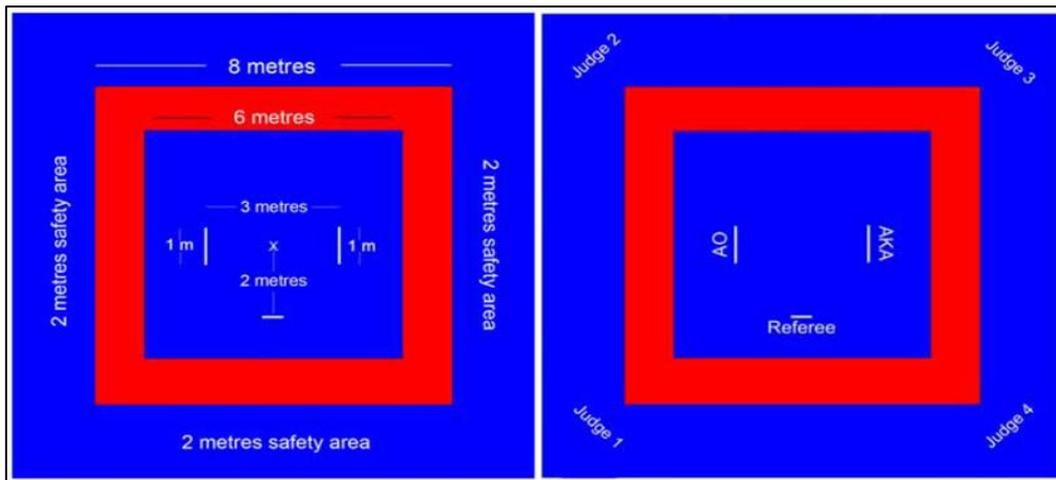


Abb. 7: Wettkampffläche Karate Kumite, World Karate Federation, 2013, S. 46

Die Abbildung 7 zeigt die Aufteilungen und Positionen der Kämpfer und Kampfrichter. An den Ecken im Sicherheitsbereich sitzen die Seitenkampfrichter, welche mit einer blauen und einer roten Fahne ausgestattet sind. Mittig an der Kampfplanchenseite des Wettkampftisches positioniert sich der Hauptkampfrichter. Am Wettkampftisch, an einer Seite der Kampfplanchen hinter dem Sicherheitsbereich, werden die Turnierlisten und Kampfprotokolle geführt. Weiter finden hier die Zeitnahme und die Darstellung der aktuellen Punkt- und Sanktionswertungen statt.

Die Karatekämpfer haben einen weißen Karateanzug (Gi) zu tragen. Zur Unterscheidung trägt ein Kämpfer einen roten Gürtel sowie rote Schutzausrüstung (AKA), der andere einen blauen Gürtel und eine blaue Schutzausrüstung (AO). Die Schutzausrüstung der Kämpfer besteht aus Faust-, Schienbein- und Fußschützern. In weißer Farbe ist eine Schutzweste am Oberkörper und für die Frauen zusätzlich ein Brustschutz zu tragen. Ein Tiefschutz für beide Geschlechter ist obligatorisch. Ein passender Zahnschutz ist Pflicht. Im Kampf versuchen die Sportler mit Techniken zum Gegner Punkte zu erzielen. Yuko entspricht einem Punkt, Waza-ari zwei Punkte und Ippon drei Punkte. Die Ausführung der Technik für einen Punkt unterliegt folgenden Kriterien: gute Form, sportliche Einstellung, strikte Anwendung, Bewusstsein (Zanshin), gutes Timing und richtige Distanz. Erlaubt sind Schläge und Tritte auf folgende Körperregionen: Kopf, Gesicht, Nacken, Bauch, Brust(korb), Rücken und die Seite (Oberkörper). Schläge und Tritte unterhalb der Gürtellinie sind nicht gestattet, sowie Angriffe auf Arme und Gelenke. Würfe oder Fußfeger dürfen vollzogen werden, jedoch nur so, dass der Körperschwerpunkt des Gegners nicht über seine Gürtelhöhe gehoben wird. Für Schläge zum Körper und zum Kopf erhält der Kämpfer einen Yuko. Tritte zum Körper werden mit Waza-ari honoriert. Einen Ippon erhält der Sportler bei einem Tritt zum Kopf und bei einer Folgetechnik, wenn der Gegner selbst- oder fremdverschuldet auf dem Boden liegt. Alle Techniken müssen kontrolliert ausgeführt werden, so dass keine Verletzungen entstehen. Speziell zum Kopf und zum Nacken gilt Semi-Kontakt. Eine leichte Berührung ohne Verletzung ist für einen Punkt erforderlich. Techniken zum Oberkörper können durch das schützende Muskelkorsett kräftiger ausgeführt werden, müssen aber die Grundprämisse der Verletzungsfreiheit erhalten. Es gibt zwei Verwarnungssysteme für

verbotenes Verhalten, Kategorie 1 und Kategorie 2. In Kategorie 1 kommt es zur Ermahnung für zu harten Kontakt, verbotene Techniken und bei Techniken auf verbotene Körperregionen. In Kategorie 2 werden Verwarnungen für Passivität, Täuschung, Kommentare, Verlassen der Kampffläche, selbstgefährdendes Handeln, unkontrollierte Techniken und für Klammern des Gegners ausgesprochen. In beiden Systemen darf der Sportler jeweils drei Verwarnungen erhalten. Kommt eine vierte hinzu, ist er disqualifiziert. Beide Systeme addieren sich aber nicht. Somit kann ein Kampf mit drei Verwarnungen je Kategorie trotzdem gewonnen werden. Die Seitenkampfrichter sind während der Kampfzeit als einzige für die Bewertung zuständig. Sie entscheiden über Punkte und Sanktionen. Dies geschieht mit Hilfe ihrer Fahnen. Vorgegebene Fahnenpositionen symbolisieren einen Punktgewinn oder eine Sanktion. Der Hauptkampfrichter hat in der Kampfzeit die Aufgabe den Kampf zu leiten. Er startet, unterbricht und beendet den Kampf. Sobald zwei Fahnen der Seitenkampfrichter für einen Sportler einen Punkt oder eine Sanktion anzeigen, muss der Hauptkampfrichter die Bewertung übertragen. Hierzu unterbricht er den Kampf und erteilt den Punkt oder die Sanktion. Wird nur eine Fahne von den Seitenkampfrichtern angezeigt, kann der Hauptkampfrichter den Kampf unterbrechen und sich die Meinung der anderen Kampfrichter einholen. Jedoch erst ab einem Votum von zwei Stimmen für einen Sportler ist er verpflichtet, dieses zu vergeben. Eine gleichzeitige Punkt- oder Sanktionsvergabe bei einem Votum von 2:2 ist möglich. Wurde nach offizieller Kampfzeit ein Unentschieden erreicht, gibt es einen Schiedsrichterentscheid. Hier bekommt der Hauptkampfrichter ein Entscheidungsrecht zugeschrieben. Alle Kampfrichter dürfen sich nur für einen Sportler entscheiden. Somit liegt eine ungerade Stimmanzahl vor und es kommt zu einem eindeutigen Ergebnis. Hierbei müssen die Kampfrichter folgende Kriterien berücksichtigen: Einstellung zum Kampf, technisch-taktische Überlegenheit, wer zeigte mehr Initiative und führte die Mehrzahl von Aktionen aus. Auf Pfiff heben die Seitenkampfrichter eine Fahne und der Hauptkampfrichter den jeweiligen Arm zum Kämpfer rechts oder links neben ihm. Anschließend verkündet der Hauptkampfrichter den Sieger. Die Kampfzeit bei den Männern beträgt effektiv 3 Minuten, bei den Frauen 2 Minuten. Dies bedeutet, dass zu jeder Punkt- oder Sanktionsvergabe der Kampf und die Zeit unterbrochen werden. Beim Finale und beim Kampf um Platz drei erhöht sich die Zeit bei den Männern auf 4 Minuten und bei den Frauen auf 3 Minuten. Sieger ist, wer am Ende der Zeit die meisten Punkte erzielen konnte. Die Wettkämpfe werden nach dem Brasilianischen K.O. System durchgeführt (Anhang B). Hierbei reduziert sich nach jeder Runde die Teilnehmerzahl um die Hälfte. Nur bei einer Niederlage gegen den späteren Finalisten, ist eine Teilnahme an der Trostrunde möglich. Hier kann noch der dritte Platz erreicht werden. Um eine Chancengleichheit in Bezug zur Konstitution der Teilnehmer herzustellen, existieren folgende Gewichtsklassen:

Frauen: -50 Kg, -55 Kg, -61 Kg, -68 Kg, +68 Kg

Männer: -60 Kg, -67 Kg, -75 Kg, -84 Kg, +84 Kg

(World Karate Federation, 2013, S. 4-24, 30-41, 46, 49).

2.6 Karate Kumite – Forschungsstand

Chaabène et al. verfassten 2012 einen Übersichtsartikel über die physischen Eigenschaften eines Elite Karate Athleten, welcher für den folgenden Abschnitt als Grundlage herangezogen wurde. Allgemein wird in der Literatur stets darauf hingewiesen und appelliert, dass die wissenschaftliche Lage in Bezug auf die Frau desolat ist. Demnach beziehen sich nachfolgende Ausführungen fast ausschließlich auf das männliche Geschlecht.

Karatekas sollten einem ektomorphen und mesomorphen Körpertyp entsprechen. Erstgenanntes spiegelt die Neigung zu Schlankheit wieder, Zweitgenanntes die Neigung zur Bildung von Muskeln. Zudem wird darauf hingewiesen, dass Karatekas einen geringen Körperfettanteil besitzen (unter 10%), dies jedoch nicht leistungsdeterminierend ist. Es gibt auch Spitzenathleten mit einem höheren Körperfettanteil. Ein Unterschied zwischen den Disziplinen Kata und Kumite wurde hier nicht betrachtet (Chaabène et al., 2012, S. 831 ff.). Anders hingegen schreiben Koropanovski et al., dass Kumite-Kämpfer größer als Kata-Kämpfer sind. Sie begründen ihre Aussage in Bezug auf die Spezifik, dass ein Kämpfer mit entsprechend längeren Extremitäten einen Distanzvorteil beim Kumitekampf besitzt. Weiter verweisen sie auch auf andere Studien mit gleichen Ergebnissen (2011, S. 112).

Der Überblickartikel verdeutlicht die Wichtigkeit der aeroben Kapazität, kann jedoch über die VO_2 max keinen eindeutigen Richtwert benennen. Dies liegt u.a. an den unterschiedlichen Untersuchungsverfahren der durchgeführten Studien, z.B. Messungen auf dem Laufband oder dem Fahrradergometer. Es wurden Werte bis zu über 60ml/kg/min der VO_2 max dargestellt. Ein Unterschied zwischen den Disziplinen konnte nicht festgestellt werden (Chaabène et al., 2012, S. 834 f.). Beneke et al. untersuchten das energetische Anforderungsprofil von Kumite-Kämpfern. Hierzu imitierten sie einen Wettkampf unter realen Bedingungen über vier Kampfrunden. Die Teilnehmer waren aktive Kämpfer auf nationalem und internationalem Niveau. Für die Datenerhebung wurden die mobile Spirometrie und die Laktatmessung eingesetzt. Sie konnten herausfinden, dass der aerobe Stoffwechsel zu 77,8%, der anaerobe alaktazide zu 16,0% und der anaerobe laktazide zu 6,2% beansprucht wird. Demnach ist der aerobe Stoffwechsel die vorherrschende Energiebereitstellung. Die schnellen Kampfaktionen werden zum Großteil alaktazid über die energiereichen Phosphate abgedeckt (2004, S. 518 ff.). Dem belegend wird im Übersichtsartikel dargestellt, dass eine Angriffs- bzw. Verteidigungsaktion nur 1-3 Sekunden dauert. Die Gesamt-Aktionszeit der intensiven Belastung belaufen sich auf 19,4 Sekunden binnen der 3 Minuten Kampfzeit (Chaabène et al., 2012, S. 836). Auch Doria et al. erhielten ähnliche Ergebnisse über die Energiebereitstellung in den Karatedisziplinen. Sie führten ebenfalls eine mobile Spirometrie durch und verglichen Kata und Kumite miteinander. Neben dem beschriebenen dominanten aeroben Metabolismus in beiden Disziplinen, fanden sie heraus, dass Kumite einen größeren Gesamtumsatz als die Kata benötigt. Der Faktor ergibt sich jedoch aus der längeren Aktionszeit. Bei dieser Untersuchung wurden Katas bis zu

160 Sekunden durchgeführt, während die Kämpfe für die Frauen 180 Sekunden und für die Männer 240 Sekunden Nettokampfzeit in Anspruch nahmen (2009, S. 603 ff.).

Ravier et al. betrachteten verstärkt die anaerobe Energiebereitstellung und verglichen nationale und internationale Topathleten über eine Laufbandmessung. Es wurden vier Läufe durchgeführt. Unter anderem waren hier ein Belastungsstufenlauf bis zur Erschöpfung und ein supramaximaler Lauf vertreten. Beim letztgenannten sollten die Probanden einen Lauf von 2-3 Minuten bei ihrer VO_2 max von 140% durchführen. Bei den Messungen wurde die Spiroergometrie angewandt. Die Blutuntersuchung erfolgte über einen Katheter. Bei der Stufenbelastung konnten die internationalen Athleten signifikant niedrigere Laktatwerte erreichen. Die maximale Laktatmobilisation der nationalen Gruppe lag im Durchschnitt bei $16,9 \pm 2,1$ mmol/L und bei der internationalen Gruppe bei $13,2 \pm 2,2$ mmol/L. Bei dem supramaximalen Lauf wurde die Erholungszeit über 15 Minuten nach der Belastung betrachtet. Auch hier wiesen die internationalen Athleten geringere Laktatwerte und eine bessere Erholungsfähigkeit auf, auch wenn die Signifikanz nicht bestätigt werden konnte. Die Untersuchung deutet darauf hin, dass Topathleten eine bessere Ausdauerfähigkeit besitzen als Athleten auf nationalem Niveau. Ob dies mit der Trainingsgestaltung oder mit einer verbesserten Laktatelemination zu tun hat, wurde diskutiert (2006, S. 810 ff.).

Die determinierenden Kraftfähigkeiten im Karate sind die Explosivkraft und die Schnellkraft. Es wird beschrieben, dass die Kontraktionsgeschwindigkeit eher ausschlaggebend ist als die Maximalkraft. Dies ist auf das Regelwerk zurückzuführen, da ein Semi-Kontakt vorgeschrieben ist. Die Schlaghärte ist nicht entscheidend, sondern die Geschwindigkeit der Technik (Chaabène et al., 2012, S. 838; Doria et al., 1994, S. 603 ff.). Um die Geschwindigkeit zu forcieren, bewegt sich ein Karate Kumite-Kämpfer in seiner Kampfauslage stetig in einer sehr leichten Sprungform. Auch Angriffe werden mit kräftigen flachen Abdrücken nach vorn in dieser Form gestaltet. Dieses Bewegungsmuster wird als „Steppen“ bezeichnet. Den physiologischen Vorteil dieser Bewegung bildet der Dehnungsverkürzungszyklus (Eichert, 2014).

Die Forschungslage zur Beweglichkeit von Karatekas ist sehr gering. Unbestritten ist jedoch, dass ein mehr an Beweglichkeit, speziell der unteren Extremitäten bzw. im Hüftbereich, einen Vorteil erbringt. Tritte können höher, mit einer größeren Spannweite und demnach gezielter ausgeführt werden. Weiter wird darauf verwiesen, dass die dynamische Beweglichkeit eher von Bedeutung ist als die statische (Chaabène et al., 2012, S. 839 f.). Das heißt, ein hoher Tritt zum Kopf ist möglich ohne einen Spagat bewerkstelligen zu können.

Abschließend beschreiben Chaabène et al. die Reaktionszeit von Karatekas. Hierbei unterscheiden sie in einfache Reaktionszeiten und Handlungs-Reaktionszeiten. Im Erstgenannten sind die Ergebnisse kontrovers. Eine Aussage ist nicht abzuleiten. Die Zweitgenannte lässt vermuten, dass Topathleten schneller handeln als Novizen. Die Forschungslage ist jedoch nicht repräsentativ und weitere Untersuchungen sind notwendig (2012, S. 840).

Viele Untersuchungen verglichen Topathleten mit Novizen. Zusammengefasst ist festzuhalten, dass die Topathleten oft in den jeweiligen Bereichen, die besseren Ergebnisse aufwiesen. Jedoch waren die Ergebnisse nicht immer signifikant und die Stichproben zum Großteil nicht repräsentativ. Es wird weitere Forschung benötigt, um das Bild des Karate Kumite-Athleten weiter zu verdeutlichen.

Fritzsche geht näher auf die Leistungsstruktur eines Karate Kumite-Kämpfers ein. Er schildert, dass die Wettkampfform zu den technisch-taktischen Sportarten zählt. Die Athleten sind gefordert spezifische azyklische Techniken situationsgemäß anzuwenden. Im Punkt der Schnelligkeit ist eine hohe Handlungsschnelligkeit und eine hohe Verarbeitungsfähigkeit gefordert. Demnach sind die Reaktionsfähigkeit und die Antizipation von großer Bedeutung. Alle weiteren koordinativen Fähigkeiten werden als bedeutsam begründet. Die Differenzierungsfähigkeit wird jedoch im Punkt der Handlungsgenauigkeit separat erwähnt. Unter den Kraftfähigkeiten wird die Schnellkraft und die Startkraft als leistungsentscheidend beschrieben. Als wichtigste Ausdauerleistungsfähigkeit beschreibt er die Schnelligkeitsausdauer und gruppiert die Disziplin aufgrund der Nettokampfzeiten von 2-4 Minuten in die untere Mittelzeitausdauer ein. Auf die Ausbildung einer fundierten Grundlagenausdauer wird ebenfalls verwiesen (Fritzsche, 2012, S. 2 ff.).

Abschließend kann zusammengefasst werden, dass Karate Kumite eine technisch-taktische Sportart ist. Ein Karate Kumite-Kämpfer von internationalem Niveau sollte entsprechend seiner Gewichtsklasse groß, schlank und muskulös sein und einen geringen Körperfettanteil aufweisen. Die Größe impliziert lange Extremitäten, welche dem Kumite-Kämpfer Reichweitenvorteile erbringen. Da die aerobe Energiebereitstellung in dieser Disziplin dominant ist, muss ein Kumite-Kämpfer stark ausdauernd sein. Da nicht die Schlag- oder Tritthärte entscheidend sind, sondern die Geschwindigkeit dieser Techniken, sind die Startkraft, Explosivkraft und Schnellkraft die wichtigsten Kraftfähigkeiten eines Karatekas. Hier wird vor allem die alaktazide Energiebereitstellung beansprucht. Durch den Semikontakt wird die Differenzierungsfähigkeit besonders gefordert. Eine erhöhte Beweglichkeit, speziell der unteren Extremitäten, erweitert die Reichweite und den Bewegungsraum. Eine ausgeprägte Handlungsschnelligkeit ist von Vorteil. Dies impliziert schnelle Reaktionszeiten und eine gute Antizipation.

2.7 Probandenpool

Zur ersten Momentaufnahme dieser Untersuchung wurden 3 Probanden heran gezogen (Anhang F). Dem entsprechend kann eine Aussage über den Querschnitt getroffen werden. Des Weiteren wird die Machbarkeit überprüft. Ein mehr an Probanden würde dem Aufwand nicht gerecht werden.

Der Probandenpool setzt sich aus drei männlichen Karatekas mit unterschiedlicher Trainingshistorie zusammen. Die anthropometrischen Daten sind in Tabelle 1 dargestellt. Alle Teilnehmer gehören der Gewichtsklasse von -75 Kg an. Der nachfolgend beschriebene aktuelle Trainingsumfang bezieht sich auf die letzten vier Wochen.

Tab. 1: Anthropometrische Daten der Probanden

Proband	Größe in cm	Gewicht in Kg	Alter in Jahren
1	182,5	77,7	21
2	178,0	76,0	25
3	180,0	76,8	27
\bar{x}	180,2	76,8	24,3

Proband 1, 20 Jahre, betreibt 14 Jahre Karate, besitzt den 1. Kyu-Grad (Anhang A) und ist seit 9 Jahren ein aktiver Karate Kumite-Kämpfer. Er trainiert drei Mal die Woche Karate Kumite und startet regelmäßig auf Turnieren der Landes- und Bundesebene. Gelegentlich kommen auch internationale Wettkämpfe hinzu. Er ist im Landeskader vertreten. Neben dem Karatetraining führt er ein dreimaliges Krafttraining in der Woche durch. Aktuell wird die Maximalkraftfähigkeit als Split-Training mit Freihanteln trainiert. Der Gesamttrainingsumfang beläuft sich auf 6,75 Stunden die Woche. Proband 1 ist seit seiner Kindheit Asthmatiker. Aktuell erfolgt die Einnahme der Medikamente Formotop mit dem Wirkstoff Formoterol und Novopulmon mit dem Wirkstoff Budesonid täglich, die Einnahme des Medikamentes Salbutamol mit dem Wirkstoff Salbutamol nur in Notfällen (Nationale Anti Doping Agentur, 2014a,b,c). Salbutamol und Formoterol sind Teil der NADA Verbotsliste und dürfen nur bis zu einer bestimmten Dosis eingenommen werden (Nationale Anti Doping Agentur, 2014, S.4). Die Einnahme kann ohne medizinische Ausnahmegenehmigung erfolgen, muss aber bei einer Kontrolle angegeben werden (Nationale Anti Doping Agentur, 2014a,c). Salbutamol wurde zuletzt drei Tage vor der Untersuchung eingenommen.

Proband 2, 25 Jahre, betreibt 19 Jahre Karate. Er besitzt die Graduierung des 3. Dans und hat eine Wettkampfvergangenheit im Kumite. Er hat die Disziplin 6 Jahre aktiv betrieben und ist auf nationalen und wenigen internationalen Turnieren gestartet. Damals war er Mitglied des Landeskaders. Seit 3 Jahren findet nur ein gelegentliches Kunitetraining statt. Zum Großteil ist er als Trainer tätig, wobei sich der Umfang zurzeit auf 9 Stunden die Woche beläuft. Sein aktuelles Trainingspensum liegt bei 4,5 Wochenstunden. Es werden Ausdauertrainings in Form von Lauf und Rad und ein allgemeines Leichtathletiktraining ausgeführt.

Proband 3, 27 Jahre alt, hat das Karatetraining in seiner Jugendzeit, 14. Lebensjahr, begonnen und führte die Sportart 5 Jahre durch. Davon ca. 3,5 Jahre als aktiver Kumite-Kämpfer. Er besitzt die Graduierung des 2. Kyu-Grades. Auch er hat an landesweiten und nationalen Turnieren teilgenommen. Sein Gesamtumfang ist jedoch in Bezug zu den anderen beiden Probanden geringer. Vor 8 Jahren wechselte er die Sportart zum Bodenkampf. Im Vergleich zu Proband 2 steht er jedoch regelmäßig mit 3-4 Trainingseinheiten die Woche in seiner Spezifik im Training. Neben dem Bodenkampf führt er noch ein Ausdauertraining in Form von Schwimmen, Laufen und auf Ergometern durch. Einmal die Woche wird ein Krafttraining mit Kugelhanteln und Freihanteln durchgeführt. Sein Gesamtumfang beläuft sich auf 5-6,5 Stunden die Woche.

Tabelle 2 zeigt einen vergleichenden Überblick der Trainingsumfänge von den Beteiligten.

Die Studienteilnehmer wurden über die Risiken der Untersuchung informiert. Zudem hatten sie das Recht die Studie jederzeit ohne Angabe von Gründen zu beenden. Von ihnen ist eine Erlaubnis der Verwendung ihrer Daten eingeholt worden. Die genannten Punkte wurden schriftlich festgehalten und mussten von ihnen unterschrieben werden (Anhang D).

Tab. 2: Trainingsumfänge, Darstellung der Trainingsart in Stunden der letzten vier Wochen

	Proband 1	Proband 2	Proband 3
Gesamtzahl Trainingseinheiten die Woche	6	4	5-6
Gesamttrainingsumfang in h	6,75	4,5	5-6,5
Karate Kumite in h	3	-	-
Kraft in h	3,75	-	0,66
Ausdauer in h	-	3	1,5
Bodenkampf in h	-	-	3-4,5
Leichtathletik in h	-	1,5	-

2.8 Hypothesen

In der vorliegenden Arbeit wird ein praktizierter Feldtest zur Überprüfung der Karate Kumite spezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit beschrieben. Zur Beurteilung wird der biochemische Parameter Laktat heran gezogen. Ziel ist die Entwicklung einer Laktatleistungskurve. Somit wurde die Untersuchung mit unterschiedlichen Belastungsstufen durchgeführt. Um die Machbarkeit und die Aussagekraft des Testverlaufes zu überprüfen, wird folgende Hypothese formuliert:

Hypothese 1: *„Mit steigender Intensität steigt der Laktatwert“*

Die Studienteilnehmer werden im Querschnitt miteinander verglichen. Um den Test in seiner Spezifität zu überprüfen, lässt sich in Anbetracht der Probandenzusammensetzung folgende Hypothese ableiten:

Hypothese 2: *„Die Laktatleistungskurve des aktiven Karate Kumite-Kämpfers, Proband 1, ist weiter nach rechts verschoben als die der anderen Probanden“*

3 Methode

Der Methodikteil hat als Ziel den Testaufbau vorzustellen und den Einsatz der gewählten Elemente in Bezug auf die Spezifik eines Karate Kumite-Kampfes zu erklären. Ergänzend wird das Untersuchungsdesign präsentiert. Zum Ende wird die Durchführung am Untersuchungstag beschrieben.

3.1 Test-Aufbau

Der semispezifische Karate-Laktatleistungstest wird anhand eines Parcours durchgeführt. Der Aufbau mit den definierten Abmessungen ist der Abbildung 8 zu entnehmen. Der Untergrund sollte aus wettkampfspezifischen Matten/Steckmatten oder Judomatten bestehen. Als Materialien werden eine Koordinationsleiter mit zehn Sprossen (4 Meter), 5 Markierungshauben und eine Plastikstange mit ihrem Standfuß plus Ball benötigt. Eventuell kann noch Tape verwendet werden, um den Technik- und Startbereich, Abbildung 8 Nr. 3+6 und 8, zu markieren oder um längere Koordinationsleitern durch doppelt legen und fixieren der Sprossen auf zehn zu begrenzen. Bei der Nutzung von Steckmatten kann der Technik- und Startbereich andersfarbig abgegrenzt werden, da diese je Seite eine andere Farbe aufweisen. Der Ball auf der Plastikstange wird so justiert, dass seine Höhe der Kopfhöhe des Probanden in seiner spezifischen Kampfposition entspricht. Im Technikbereich befindet sich ein Partner gleichen Geschlechts und gleicher Gewichtsklasse mit zwei Handpratzen mit Blickrichtung zur Koordinationsleiter.

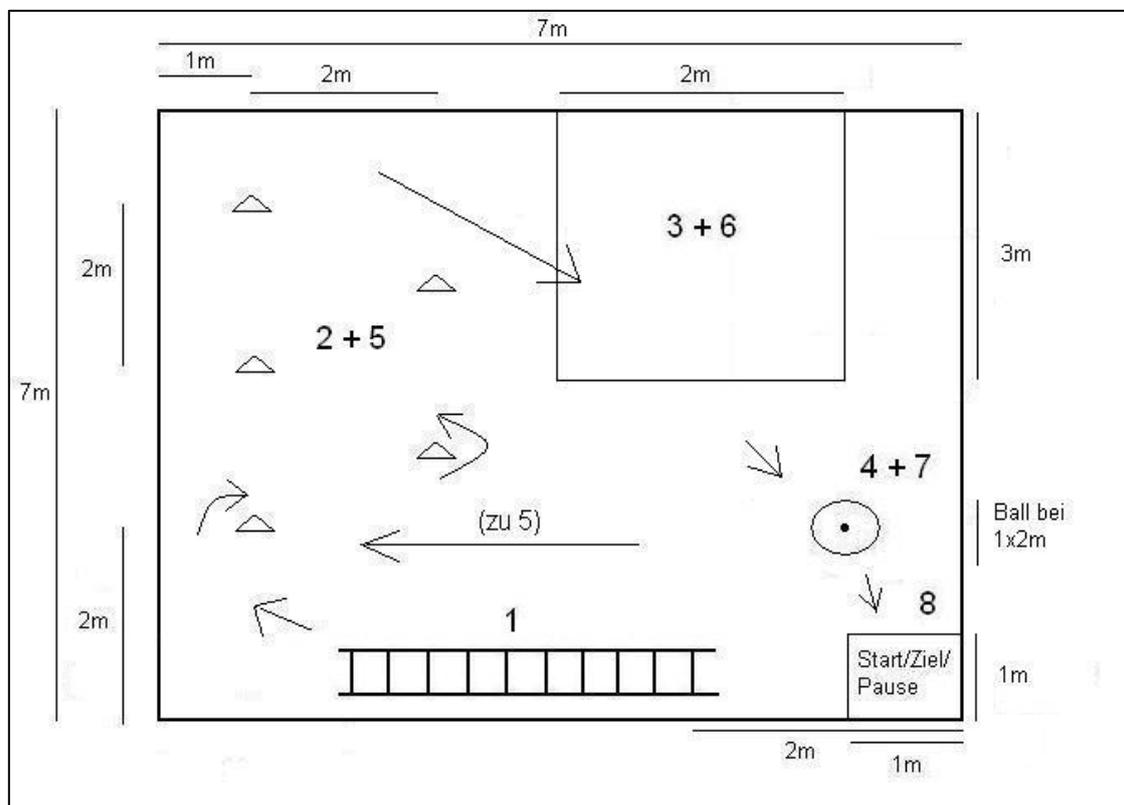


Abb. 8: Testaufbau semispezifischer Laktatleistungstest Karate Kumite

Folgend wird der Ablauf beschrieben. Alle Aussagen beziehen sich auf die Abbildung 8 und werden sukzessive vom Start über die Nummerierungen erläutert. Eine Beschreibung von Karate spezifischen Fachbegriffen ist dem Anhang beigelegt (Anhang A).

Auf Signal startet der Proband von der Start/Pause/Ziel-Position. Die Koordinationsleiter ist mit einem Beisetzschrift, eine Berührung je Fuß pro Feld, links rechts oder anders herum, zu überwinden. Die Markierungshauben sind mit seitlichen Ranstellschritten im Slalom zu passieren. Hierbei ist eine Doppeldeckung auf Kopfhöhe zu halten. Nach der letzten Markierungshaube kann der Sportler in beliebiger Form zum Technikbereich wechseln. Hier findet der erste Technikblock mit drei Technikaktionen unterschiedlicher Schwerpunkte am Partner statt. Ist dieser absolviert, bewegt sich der Sportler zum Ball und führt die erste Technik des vorangegangenen Technikblocks am Ball aus. Im Anschluss sind erneut die Markierungshauben zu passieren. Der Weg vom Ball zum Slalom kann hier wieder beliebig erfolgen. Nach dem Slalom kommt der Sportler erneut zum Technikbereich. Ein zweiter Technikblock wird mit drei weiteren Technikaktionen unterschiedlicher Schwerpunkte am Partner vollzogen. Anschließend wird wieder die erste Technik des vorhergehenden Technikblocks am Ball durchgeführt. Abschließend begibt sich der Proband zur Start/Pause/Ziel-Position, wo eine 5-sekündige Erholungspause im Yoi stattfindet. Danach beginnt der Parcours von vorn. Der beschriebene Ablauf entspricht einer Runde. Es ist zu beachten, dass eine Runde erst nach der 5 Sekunden-Pause vollständig absolviert ist.

Im weiteren Abschnitt werden die Intentionen des Ablaufs und der gewählten Übungen zur Karate Kumite-Spezifik erläutert.

Die Gesamtgröße der Testfläche hat keinen weiteren spezifischen Hintergrund. Die Pause soll die Unterbrechung in einem Kampf zur Punkt- oder Sanktionsvergabe simulieren. Die Bewegung durch die Koordinationsleiter hat keine spezifische motorische Bewandnis. Hingegen ist hier vermehrt die Konzentrationsfähigkeit zur korrekten Koordination gefragt. Speziell nach der Pause ist eine sofortige Konzentration wieder herzustellen. Dies ist auch im Kampf gefordert, um nach der Unterbrechung wieder eine sofortige Bereitschaft zu zeigen. Karatetypische Meidbewegungen werden in der Regel mit Ranstellschritten vollzogen, speziell am Rand der Kampffläche. Zum Schutz vor Angriffen wird meist eine Doppeldeckung verlangt. Weiter sind sehr abrupte Richtungswechsel in dieser Position in Kämpfen zu beobachten. Demnach wurde hier der Slalom mit schnellkräftigen Richtungswechseln in dieser Position gewählt. Der Technikbereich besitzt insgesamt sechs verschiedene Schwerpunkte, welche der Wettkampf- und Trainingsspezifik am ehesten entsprechen. Alle Techniken werden auf Pratzen durchgeführt, welche der Partner hält. Es wurden die Pratzen gewählt, da die Intensität am ehesten der Spezifik im Wettkampf entspricht. Ebenso finden keine langsamen Bewegungen in einem Kumitekampf statt, weswegen von Beginn an maximale Geschwindigkeit und Intensität gefordert ist. Im Technikblock 1 wird zuerst eine einzelne Fausttechnik mit dem vorderen Arm verlangt. Weiter eine Faust-Fuß Technik und abschließend einen direkten Konter mit Gyaku-Zuki und nachfolgender Fußtechnik mit dem hinteren Bein. Es wurde sich für die einzelne Fausttechnik mit dem vorderen Arm

entschieden, da diese in den letzten Jahren Aufwertungen in Wettkämpfen erfahren haben. Ein Großteil der Punkte auf Turnieren wird speziell mit dem Kizami-Zuki erzielt (Grüner, 2011). Eine Faust-Fuß Kombination ist eine typische Trainingskombination. In der Regel dient der Faustangriff als Finte oder soll den Gegner zur Handlung zwingen und ablenken, um die Chance des Treffers der Folgetechnik, dem Fußtritt, zu erhöhen. Auch diese Variante ist im Turnierverlauf des Öfteren zu finden. Als absolutes Grundrepertoire eines Kämpfers ist der direkte Konter in Form des Gyaku-Zukis zu nennen. Der Kämpfer trifft seinen Gegner im Technikansatz des Angriffes. Hierbei handelt es sich um eine Antizipationsleistung, da aus physiologischer Sicht nicht darauf reagiert werden kann. Da diese Aktionen im Kampfgeschehen für die Kampfrichter meist uneinsichtig sind, finden oft Folgetechniken statt, da der Gegner sich noch in unmittelbarer Distanz befindet und möglicherweise noch abgelenkt von der vorherigen Situation ist. Zudem haben diese Situationen durch die sehr schnellen Distanzwechsel eine große reaktive Kraftkomponente. Demnach wurde als abschließende Technik des 1. Technikblocks der direkte Konter Gyaku-Zuki mit Folge einer reaktiven Fußtechnik des hinteren Beines gewählt. Hierbei steppt der Partner mit den Pratzen einmal dynamisch in Richtung des Probanden, während dieser versucht im gleichen Moment den Gyaku-Zuki zu schlagen. Nach der Rückzugbewegung und einer kurzen Distanzentfernung wird unmittelbar der Angriff des Fußtrittes gestartet. Der 2. Technikblock beinhaltet einen einzelnen Fußtritt, eine Faust-Faust Kombination und einen Wurf mit einem abschließenden Konter. Die internationalen Kämpfe der letzten Jahre haben gezeigt, dass die Fähigkeit einen Ippon zu erzielen ein „Muss“ geworden ist (Grüner, 2011). Demnach wurde sich für den einzelnen Fußtritt, freie Bein Wahl, und den Wurf mit dem abschließenden Konter entschieden. Der Wurf wird in Form des O-Soto-Gari ausgeführt (vgl. Regelwerk). Hierbei kommt noch ein energetischer Aspekt zum Tragen. Der Wurf erfordert eine größere isometrische Anspannung im Vergleich zu allen andern Techniken. Dieser wettkampfspezifische Effekt wurde demnach mit berücksichtigt. Die Faust-Faust Kombination ist ebenfalls eine klassische Trainingskombination. Die Kombinationen haben in den Wettkämpfen der letzten Zeit eher Abwertungen erfahren (Grüner, 2011). Dennoch sind Punktgewinne auf Turnieren mit diesen Techniken zu sehen und aus dem Trainingsalltag nicht weg zu denken. Da die Spezifik und individuellen Vorlieben eines jeden Kämpfers unterschiedlich sind, wurde auf eine weitere Konkretisierung der Techniken verzichtet. Demnach kann der Proband frei entscheiden, welche Technik er im jeweiligen Schwerpunkt durchführen möchte. Als Beispiel stehen dem Sportler für die einzelne Fausttechnik mit dem vorderen Arm zwei spezifische Wettkampftechniken zur Verfügung: Der Kizami-Zuki und der Uraken-Uchi. Das Repertoire erweitert sich bei den Kombinationen. Die Techniken am Ball sollen die Differenzierungsfähigkeit bei Belastung und steigender Ermüdung überprüfen. Hierbei soll die Technik so dicht wie möglich an den Ball ausgeführt werden, ohne dass die Konstruktion zu Boden fällt. Alle genannten Stationen mit ihren Elementen und Intentionen sind in Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt.

Tab. 3: Übersicht Stationen und Intentionen des semispezifischen Karate Kumite Laktatleistungstests

Station	Element	Übung	Intention
1	Koordinationsleiter, 10 Sprossen, 4 Meter	Beisetzschritte, 2 Füße pro Feld	Überprüfung der Konzentrationsfähigkeit bei „Kampfbeginn“
2	Markierungshauben	Slalom mit seitlichen Ranstellschritten und gehobener Deckung	Simulation von Ausweichbewegungen mit zügigen Richtungswechseln
3	Technikblock 1 – 3 Kombinationen	1.Faust <i>Vorderer Arm</i> <i>Freie Wahl ob Uraken oder Kizami-Zuki</i> 2.Faust Fuß <i>Freie Wahl der Kombination</i> 3.direkter Konter + hinterer Fuß <i>Gyaku-Zuki;</i> <i>freie Wahl des Trites</i>	Arbeit gegen die Pratze, entspricht am ehesten der Kraft und Intensität im Wettkampf; Alle 6 Kombinationen(Technikblock 1 und 2) entsprechen den am häufigsten vorkommenden Aktionen im Wettkampf und Training; 3. spezielle reaktive Komponente; 6. spezielle isometrische Komponente
4	Stange mit Ball	1.Technik vom Technikblock 1	Überprüfung der Differenzierungsfähigkeit trotz hoher Belastung und Erschöpfung
5	Markierungshauben	Siehe 3.	Siehe 3
6	Technikblock 2 – 3 Kombinationen	4.Fuß <i>Freie Wahl</i> 5.Faust Faust <i>Freie Wahl</i> 6.Wurf <i>O-Soto-Gari, Partner steht nur, Konter mit Zuki</i>	Siehe 4
7	Stange mit Ball	1.Technik(4.) vom Technikblock 2	Siehe 5.
8	Pause am Start/Ziel	Yoi-Position – 5sec	Imitation der Kampfunterbrechungen für Punkt- oder Sanktionsvergabe

3.2 Test-Untersuchungsdesign

Der Parcours wird von den Probanden kontinuierlich 3 Minuten lang absolviert. Diese Tätigkeit wird als ein Durchlauf definiert. Die Belastungszeit ist unabhängig vom Geschlecht. Insgesamt werden vier Durchläufe mit steigender Intensität durchgeführt. Zwischen den Durchläufen werden Pausen von ebenfalls 3 Minuten veranschlagt. Die Blutabnahmen erfolgen in Ruhe, unmittelbar nach der Belastung, jeweils in der 2. Minute der Pause und kurz vor dem nächsten Durchlauf. Nach dem letzten Durchlauf finden die Blutabnahmen in der 2., 3., 5. und 10. Nachbelastungsminute statt. Die

Gesamtdauer für eine Probandenuntersuchung liegt bei 31 Minuten. Ein übersichtlicher Zeitverlauf ist dem Protokoll im Anhang zu entnehmen (Anhang E).

Die Durchläufe sollen gemäß der Intensität von 70% über 80%, 90% bis 100% gesteigert werden. 100% entspricht hier der vollständigen Ausbelastung in einem abschließenden maximalen Durchlauf. Die Bestimmung der Belastungsstufen erfolgt über die Anzahl der bewältigten Stationen im Maximallauf der vorherigen Untersuchung. Findet die Untersuchung das erste Mal statt, muss der Maximallauf geschätzt werden. Die Berechnung erfolgt über eine Dreisatzrechnung. Eine Runde umfasst 8 Stationen. Endet die Zeit, wird die in dem Moment vom Sportler ausgeführte Station nach dem Rundungsprinzip von 0,5 bewertet. Dies bedeutet, ab der Hälfte der Station wird diese als vollständig mitgezählt. Weniger als die Hälfte wird abgerundet, das heißt die Station zählt nicht mit. Um die entsprechende Anzahl an Stationen innerhalb der 3 Minuten je Belastungsstufe zu erreichen, wird als Kontrollinstrument die Zeit genutzt. Aus den ermittelten Stationen je Belastungsstufe kann die Gesamtrundenanzahl bestimmt werden, welche ins Verhältnis zur Gesamtzeit gesetzt wird. Es ergibt sich eine Zeit je Runde. In der Tabelle 4 ist eine Beispielberechnung für einen Maximallauf von 32 Stationen dargestellt.

Tab. 4: Darstellung einer Intensitätsbestimmung bei einem Maximallauf von 32 Stationen, Beispielrechnung für 90%

Intensität in %	Gesamtstationen	Stationen je Runde	Gesamtrundenanzahl je Prozent	Gesamtzeit in sec	Zeit/Runde in sec
100	32	8	4	180	45
90	28,8 (0,9 *32)	8	3,6 (28,8/8)	180	50 (180/3,6)
80	25,6	8	3,2	180	56
70	22,4	8	2,8	180	64

Abbildung 9 zeigt eine in Excel vorgefertigte Tabelle, an der jegliche Anzahl an Stationen und Zeiten entsprechend der Intensitäten vorgegeben sind (Anhang C). Somit ist eine Berechnung nicht mehr erforderlich.

Max	Anzahl Stationen			Rundenanzahl gemäß den Prozenten			Rundenzeiten für Prozentstufen in sec.			
	70%	80%	90%	70%	80%	90%	70%	80%	90%	100%
40	28,00	32,00	36,00	3,50	4,00	4,50	51	45	40	36
39	27,30	31,20	35,10	3,41	3,90	4,39	53	46	41	37
38	26,60	30,40	34,20	3,33	3,80	4,28	54	47	42	38
37	25,90	29,60	33,30	3,24	3,70	4,16	56	49	43	39
36	25,20	28,80	32,40	3,15	3,60	4,05	57	50	44	40
35	24,50	28,00	31,50	3,06	3,50	3,94	59	51	46	41
34	23,80	27,20	30,60	2,98	3,40	3,83	61	53	47	42
33	23,10	26,40	29,70	2,89	3,30	3,71	62	55	48	44
32	22,40	25,60	28,80	2,80	3,20	3,60	64	56	50	45
31	21,70	24,80	27,90	2,71	3,10	3,49	66	58	52	46

Abb. 9: Belastungsmatrix

Für die Untersuchung ist ein Zeitnehmer notwendig. Er besitzt optimaler Weise zwei Stoppuhren. Eine Uhr wird für die Erfassung der Gesamtuntersuchungszeit benötigt. Die andere nutzt er, um den Probanden Rückmeldungen über ihre Rundenzeiten während der Belastung zu geben. Weiter gibt der Zeitnehmer die Start und Stopp Kommandos. Für die Laktatabnahme wird ein medizinisch technischer Assistent benötigt. Neben der energetischen Auswertung findet noch eine qualitative Auswertung statt. Gezählt werden die Fehler, die die Probanden innerhalb des Parcours evozieren. Eine Erläuterung erfolgt im nächsten Absatz. Die Protokollierung der Fehler kann eine weitere Person durchführen oder die Untersuchung wird mit einer Kamera aufgezeichnet. Eine Auswertung kann so im Nachhinein erfolgen.

Die Probanden haben die Aufgabe den Durchlauf 1 und 3 mit dem linken Bein zu beginnen. Dies bedeutet, dass der Beisetzschritt in die Koordinationsleiter mit dem linken Fuß begonnen werden muss. Im Technikbereich und am Ball muss mit der linken Auslage agiert werden. Umgekehrt trifft dies auf die Durchläufe 2 und 4 zu, indem mit rechts begonnen wird. Weiterhin ist die Auslage in jedem Durchlauf pro Runde zu wechseln. Dies veranlasst eine Gleichverteilung der Rechts-/Linksauslage und erfordert ein gewisses Maß an Konzentration. Eine falsche Auslage wird als Fehler bewertet. Weiter wird ein Auslagenwechsel innerhalb der Runde, ein Fehllaufen innerhalb des Parcours und die Ausführung einer falschen Technik mit einem Fehler bewertet. Die genannten unkorrekten Ausführungen zählen als Ablauffehler. Weiter wird ein Fehler vermerkt für die Berührung der Koordinationsleiter je Sprosse, für die Berührung der Markierungshauben je Markierung und für das Umstoßen des Balles. Ein Pendeln der Stange wird nicht als Fehler gewertet. Erst der Kontakt des Balles am Boden oder das Auffangen der Konstruktion durch den Probanden zählt als Fehler. Kein Fehler ist das Übertreten der Markierung des Technikbereiches. Die Markierung dient lediglich der Orientierung. Jeder Fehler wird mit Eins bewertet und in Form von Strichen in die Auswertungstabelle eingetragen, Tabelle 5. Die Fehler werden nach Entstehungsort bzw. nach den Ablauffehlern geordnet.

Tab. 5: Tabelle zur Qualitätsbewertung

Runde	Koordinationsleiter				Markierungshauben				Ablauf				Ball			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Durchläufe																
1																
2																
3																
4																
5																
Summe																
Gesamtsumme																
Auswertung																

Abschließend werden für alle Durchläufe die Summen gebildet. Zur Auswertung wurde ein selbst kreierter Maßstab entsprechend der subjektiven Empfindung der Schwierigkeit herangezogen, Tabelle 6 (Anhang G).

Tab. 6: Maßstab für die Qualitätsbewertung

	Koordinationsfähigkeit	Koordinationsfähigkeit	Konzentrationsfähigkeit	Differenzierungsfähigkeit
Bewertungsmaßstab	Koordinationsleiter	Markierungshauben	Ablauf	Ball
Erstklassig	0-4	0-3	0-2	0-2
Zufriedenstellend	5-8	4-6	3-5	3-4
Verbesserungswürdig	> 9	> 7	> 6	> 5

Die Zielgruppe für den beschriebenen Test sind leistungssportambitionierte Karate Kumite-Kämpfer. Es wird ein Mindestalter von 18 Jahren empfohlen. Dies hat zum einen den physiologischen Hintergrund, dass im Kindes- und Jugendalter eine vielseitige sportliche Ausbildung erfolgen sollte. Demnach ist eine Betrachtung des laktaziden Stoffwechsels weniger von Bedeutung. Weiter erreicht auch die physiologische Ausbildung des anaeroben Stoffwechsels ihren Höhepunkt nach dem Ende der Pubertät. Zu dem liegt das Hochleistungsalter im Karate im Seniorenbereich. Dieser umfasst gemäß dem Regelwerk ein Alter von 18 Jahren aufwärts. Des Weiteren ist aufgrund des invasiven Eingriffes der rechtliche Hintergrund der Volljährigkeit zu erwähnen (Weineck, 2010, S. 83 ff., 169 ff.; Schürch, 1994, S. 236; World Karate Federation, 2013, S.49).

3.3 Test-Durchführung

Am Tag der Testdurchführung wurden die Probanden veranlasst im Vorfeld nicht zu trainieren und zwei Stunden vor der Untersuchung keine weitere Nahrung zu sich zu nehmen. Die Untersuchung wurde am Nachmittag in einer alltäglichen Sporthalle durchgeführt. Der Parcours wurde entsprechend des beschriebenen Testaufbaus hergerichtet. Zu Beginn wurden die anthropometrischen Daten der Probanden aufgenommen und das Ruhelaktat bestimmt. Anschließend erfolgte eine Instruktion für die Probanden und die Untersuchungshelfer. Dies waren ein Zeitnehmer und eine medizinisch technische Assistentin für die Blutabnahme. Die Abnahme erfolgte am hyperämisierten Ohrläppchen. Die Probanden trugen während der Messung die geforderte WKF-Schutzausrüstung bis auf die Schutzweste. Zudem wurde auch der Mundschutz getragen. Es wurden Pulsmessgurte, Polar WearLink®, mit entsprechender Pulsuhr, Polar FT1, angelegt. Alle Probanden wurden der Übersicht halber nacheinander getestet. Die Probanden waren aufgefordert sich 20 Minuten zu erwärmen. Im Anschluss erfolgte eine Ruhephase von 10 Minuten in einer sitzenden Position. Der Test wurde nach dem geschilderten Untersuchungsdesign durchgeführt. In Tabelle 7 werden die gewählten Techniken der Probanden präsentiert.

Tab. 7: Technikauswahl der Probanden

	Technikvorgabe	Gewählte Technik		
		Proband 1	Proband 2	Proband 3
Technikblock 1	Faust vorderer Arm	Kizami-Zuki	Kizami-Zuki	Kizami-Zuki
	Faust Fuß	Kizami-Zuki + Mawashi-Geri	Kizami-Zuki + Mawashi-Geri	Kizami-Zuki + Mawashi-Geri
	Direkter Konter Gyaku-Zuki und Fuß hinteres Bein	Gyaku-Zuki + Mawashi Geri Jodan	Gyaku-Zuki + Mawashi Geri Chudan	Gyaku-Zuki + Mawashi Geri Chudan
Technikblock 2	Fuß	Mawashi-Geri vorderes Bein	Ura-Mawashi-Geri hinteres Bein	Mawashi-Geri hinteres Bein
	Faust Faust	Kizami-Zuki + Gyaku-Zuki Jodan im Doppelstep	Gyaku-Zuki + Kizami-Zuki im Beisetzschrift	Gyaku-Zuki + Kizami-Zuki im Beisetzschrift
	Wurf und Zuki	O-Soto-Gari + Konter Zuki	O-Soto-Gari + Konter Zuki	O-Soto-Gari + Konter Zuki

Da die Untersuchung das erste Mal durchgeführt wurde, musste der Maximallauf vorab geschätzt werden. Aus vorherigen Probeläufen war bekannt, dass vier Runden ein gutes Zielmaß waren. Demnach orientierten sich alle Probanden an die entsprechenden Rundenzeiten der Intensitäten. Die Zeiten sind der Abbildung 9 der Zeile „maximale Stationen 32“ zu entnehmen. Die Pausen wurden bis zur 2. Nachbelastungsminute sitzend durchgeführt. Anschließend war es den Probanden freigestellt sich zu bewegen oder zu sitzen. Gleiches galt für die längere Nachbelastungszeit nach dem letzten Durchlauf. Proband 1 und 3 haben bis zur 10. Minute die Zeit nahezu sitzend verbracht. Proband 2 hingegen den größten Teil stehend. Ein Trinken in den Pausen wurde untersagt. Erst ab der 2. Minute der Nachbelastungsphase konnten die Teilnehmer Flüssigkeit zu sich nehmen. Für die Qualitätsbeurteilung wurde die gesamte Untersuchung mittels einer Videokamera, JVC GZ-MG330, aufgezeichnet. Die Laktatmessung erfolgte über das enzymatisch-amperometrische Prinzip. Das Blut wurde mit 20µl Kapillaren abgenommen, welche anschließend in ein Eppendorf Reaktionsgefäß überführt wurden. Nach der Untersuchung wurden die Proben mit dem Gerät Biosen S-Line von EKF Diagnostics ausgelesen.

Während der Untersuchung haben sich zwei Problematiken ergeben. Die Wettkampfmatten mussten zum Schutz des Hallenparketts auf eine Schutzfolie aufgebaut werden. Die Haftung der Matten am Boden bei stark einwirkenden Kräften oberhalb der Matte, z.B. durch einen Richtungswechsel, war zum Teil nicht gegeben. Die Gesamte Mattenfläche verschob sich um wenige Zentimeter. Auch eine teilweise Entfernung der Schutzfolie ergab keine Besserung. Zur Fixierung wurden Bänke an zwei Seiten gekippt herangestellt. Der gelegentlich leicht bewegliche Untergrund erschwerte den Probanden den Abdruck, da er zum Teil weniger kräftig ausgeführt werden konnte. Weiter gab es Probleme bei der Pulsmessung. In der Regel ist die Anzeige des Pulswertes auf der Uhr während des Durchlaufs ausgefallen. Somit konnte speziell der Belastungspuls unmittelbar nach Belastungsende nur selten erfasst werden.

Im Anschluss waren die Probanden noch aufgefordert einige Fragen im Untersuchungsprotokoll zu beantworten. Die Laktatwerte wurden noch am gleichen Abend von der medizinisch technischen Assistentin ausgelesen und in das Untersuchungsprotokoll übertragen. Die Auswertung der Daten erfolgte über Microsoft Excel 2010. Die Auswertung der Qualität der Durchführung erfolgte über die Videoaufnahme am Computer. Alle Protokolle sind dem Anhang beigelegt (Anhang F und H).

4 Ergebnisse

Die gewonnenen Ergebnisse werden im folgenden Abschnitt präsentiert. Hierzu werden die Daten der Übersicht halber in Tabellen und Grafiken abgebildet. Im Anschluss erfolgt eine Beschreibung der Angaben.

4.1 Darstellung der Ergebnisse

Die Tabelle 8 gibt die Anzahl der absolvierten Stationen der Probanden je Belastungsstufe wieder. Abbildung 10 zeigt die grafische Auswertung in Form eines Säulendiagramms.

Tab. 8: Absolvierte Stationen je Belastungsstufe

Durchlauf / Intensität in %	Anzahl absolvierter Stationen		
	Proband 1	Proband 2	Proband 3
1 / 70	24	26	23
2 / 80	25	26	26
3 / 90	28	28	29
4 / 100	31	30	30

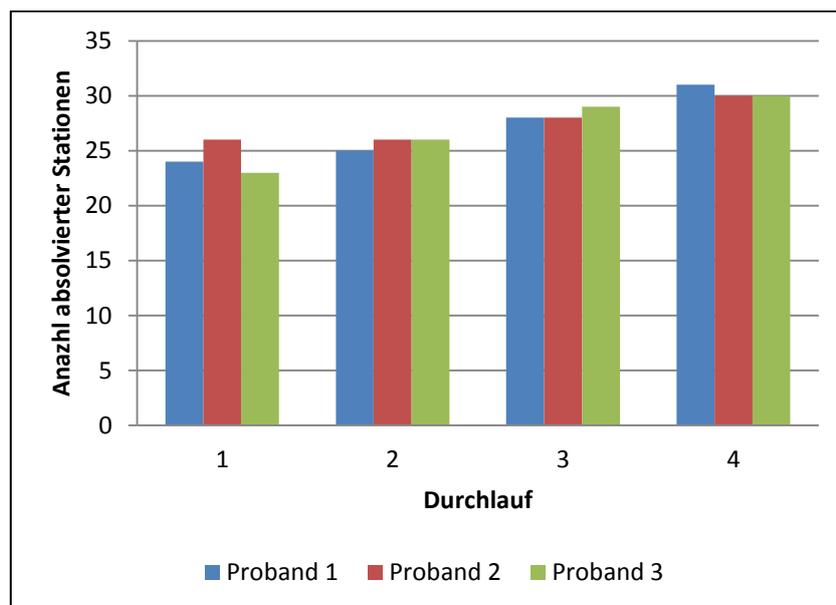


Abb. 10: Absolvierte Stationen je Durchlauf

Aufgrund der Problematik der Pulsaufnahme, werden in der Tabelle 9 nur die Laktatwerte der Probanden zur Abnahmezeit ausgewiesen. Zudem wurde die Laktatelemination über die Differenz der letzten 10 Minuten bestimmt. Tabelle 10 gibt einen Überblick über die Erhöhung der Laktatwerte pro Belastungssteigerung je Proband. Zur Bestimmung der Streuung wurden die Standardabweichungen bezogen auf die Stichprobe bestimmt.

Tab. 9: Laktatwerte der Probanden

Aktion	Zeit in min	Laktat in mmol/L		
		Proband 1	Proband 2	Proband 3
Start Runde 1	0	0,9	1,4	1,3
Ende Runde 1	3	5,9	9,5	7,4
Laktat	5	6,4	7,6	5,3
Start Runde 2	6	6,3	8,2	6,0
Ende Runde 2	9	8,5	8,8	9,9
Laktat	11	7,7	7,2	8,2
Start Runde 3	12	7,5	7,0	9,0
Ende Runde 3	15	11,2	10,3	12,3
Laktat	17	11,5	9,9	12,7
Start Runde 4	18	10,6	9,5	12,0
Ende Runde 4	21	13,3	17,9	15,3
Laktat	23	12,8	16,4	14,6
Laktat	24	12,5	17,7	15,8
Laktat	26	12,2	16,2	15,6
Laktat	31	9,7	13,3	13,4
Laktatelemination in 10min/ Differenz t21-t31		3,6	4,6	1,9

Tab. 10: Laktatdifferenzen zwischen den Belastungsstufen bzw. Laktaterhöhung je Intensitätssteigerung

	Laktat in mmol/L		
	Proband 1	Proband 2	Proband 3
$\Delta 80 - 70 \% / \text{zu } 80\%$	2,6	-0,7	2,5
$\Delta 90 - 80 \% / \text{zu } 90\%$	2,7	1,5	2,4
$\Delta 100 - 90 \% / \text{zu } 100\%$	2,1	7,6	3
S_{rel}	0,32	4,30	0,32

Aus den Rohdaten wurden grafische Auswertungen durchgeführt. Die Auftragung aller Laktatmessungen zur Abnahmezeit zeigt Abbildung 11. Die Abbildung 12 weist die resultierende Laktatleistungskurve aller Probanden auf. Der Auftrag erfolgte gegenüber den absolvierten Stationen. Hierzu wurden die Laktatwerte verwendet, die unmittelbar nach Belastungsende aufgenommen wurden (in Tabelle 9 grün markiert). Sie wiesen zum Nachbelastungslaktat in Minute 2 der Pause fast immer einen höheren Wert auf. In Abbildung 13 ist den Laktatkurven die jeweilige Intensität

zugeordnet. Abbildung 14 zeigt die Laktatelimination in der Nachbelastungszeit von 10 Minuten. Hier wurden die Laktatwerte wieder gegen die Zeit aufgetragen (Tabelle 9, Endbelastungswert in Minute 21 und orange Markierungen).

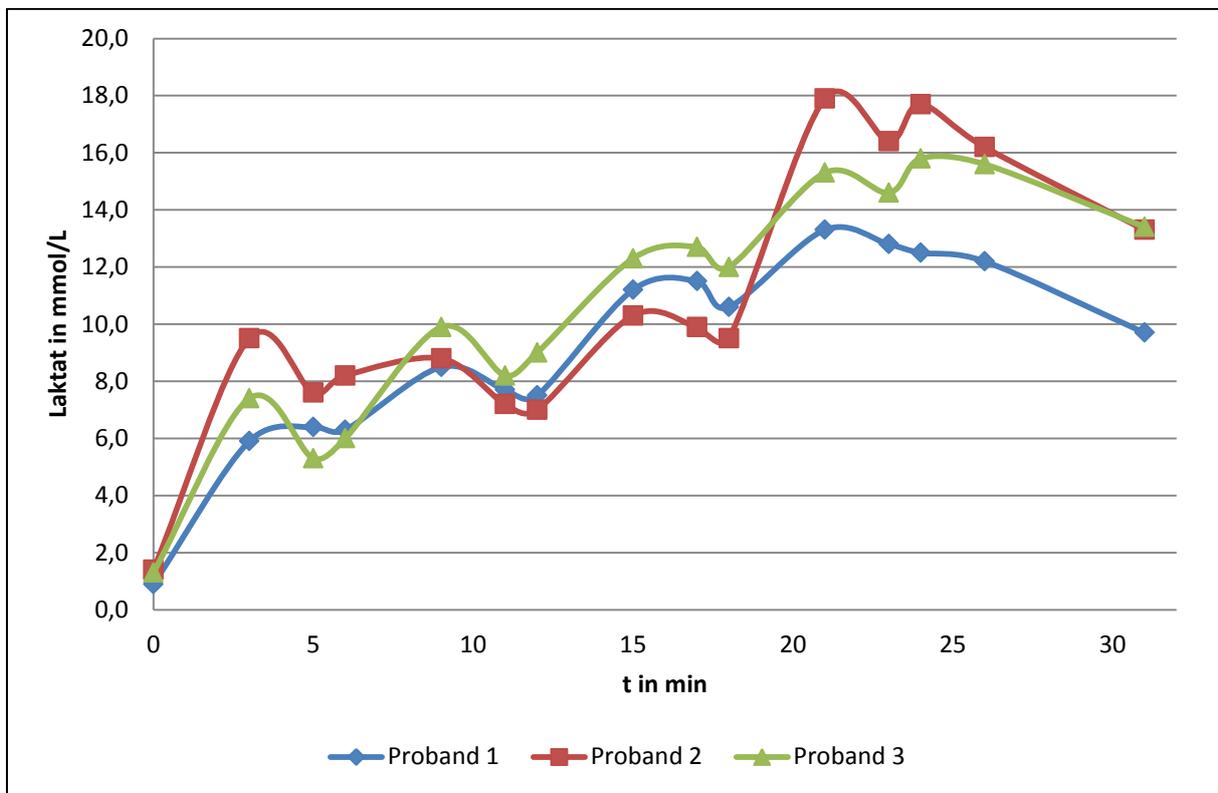


Abb. 11: Laktatverlauf der Probanden während der gesamten Untersuchung

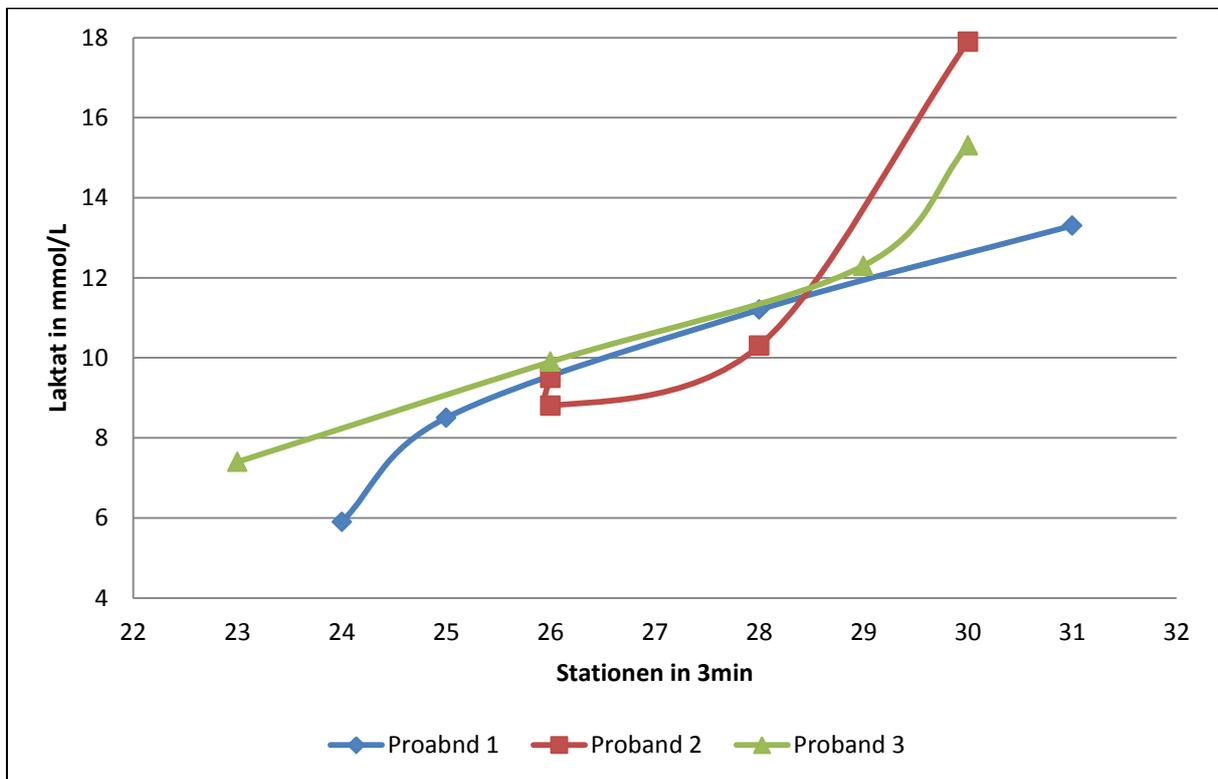


Abb. 12: Laktatleistungskurven im Querschnittsvergleich

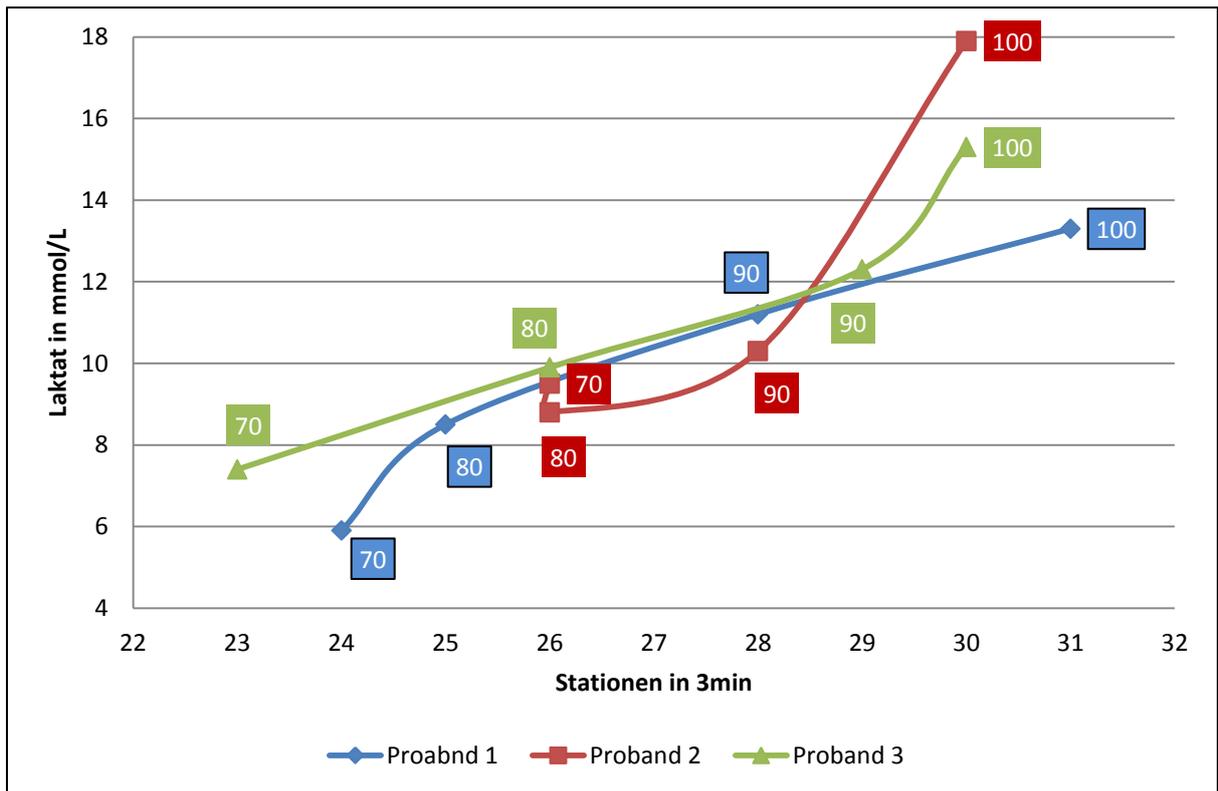


Abb. 13: Laktatleistungskurven im Querschnittvergleich mit entsprechenden Intensitätsstufen in %

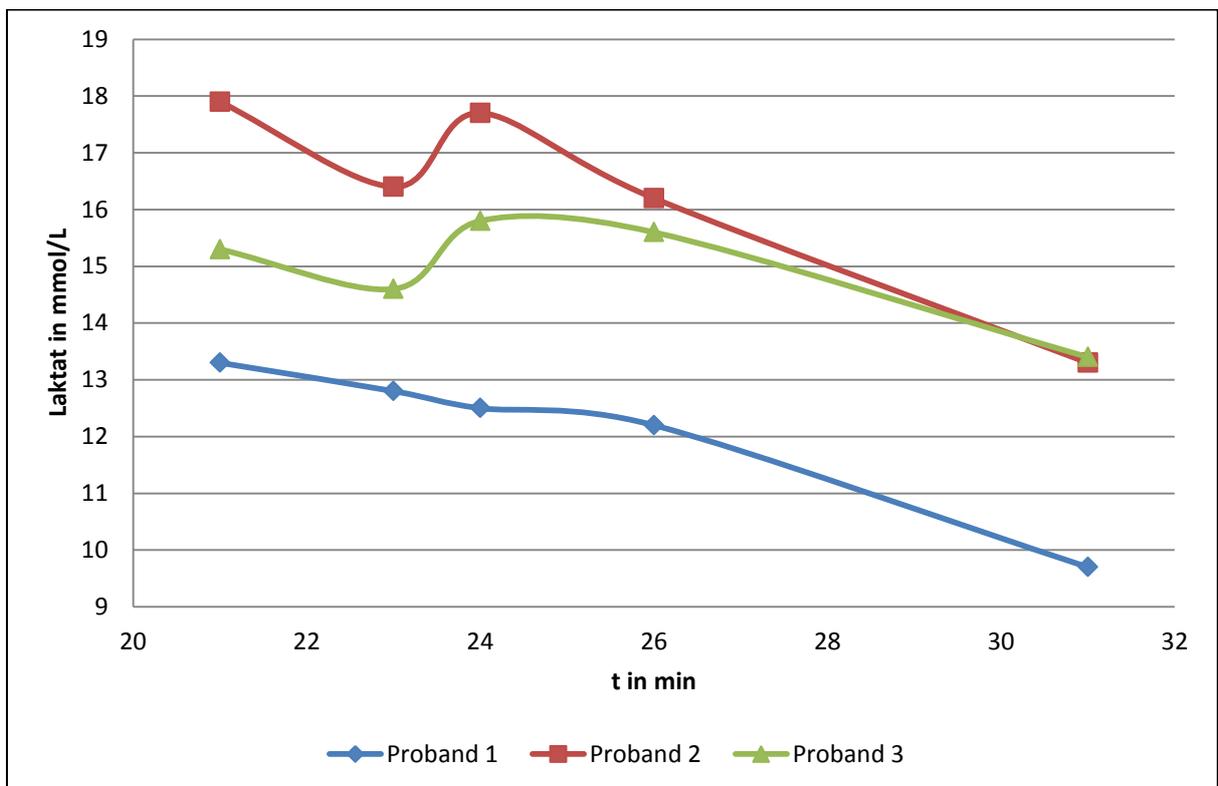


Abb. 14: Laktatwerte im Regenerationsverlauf

Die Qualitätsbeurteilung ist in den Tabellen 11 bis 13 dargelegt. Abbildung 15 zeigt eine grafische Auswertung.

Tab. 11: Qualitätsbewertung Proband 1

Runde	Koordinations-leiter				Markierungs-hauben				Ablauf				Ball			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Durchläufe	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	-	I	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4		-	-	-			-	-			-	-			-	-
5																
Summe	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Gesamtsumme	2				0				1				1			
Auswertung	Erstklassig				Erstklassig				Erstklassig				Erstklassig			

Tab. 12: Qualitätsbewertung Proband 2

Runde	Koordinations-leiter				Markierungs-hauben				Ablauf				Ball			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Durchläufe	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	-	-	-	I	-	-	-	I	-	-	I	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	I	-	-	-	-	-	-	-
3	-	I	-	I	-	-	I	-	-	I	I	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	I	-								
5																
Summe	-	1	-	2	-	-	2	1	1	1	2	-	-	-	-	-
Gesamtsumme	3				3				4				0			
Auswertung	Erstklassig				Erstklassig				Zufriedenstellend				Erstklassig			

Tab. 13: Qualitätsbewertung Proband 3

Runde	Koordinations-leiter				Markierungs-hauben				Ablauf				Ball			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Durchläufe	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	-	-	II	-	-	I	-	I	II	I	III	-	-	-	-	I
2	-	-	I	-	-	-	-	-	II	IIII	I	III	-	-	-	I
3	-	-	I	I	-	-	-	III	III	I	III	I	I	-	-	-
4		-	-	I		-	-	-			III	II			-	-
5																
Summe	-	-	4	2	-	1	-	4	8	7	11	6	1	-	-	2
Gesamtsumme	6				5				32				3			
Auswertung	Zufriedenstellend				Zufriedenstellend				Verbesserungs-würdig				Zufrieden-stellend			

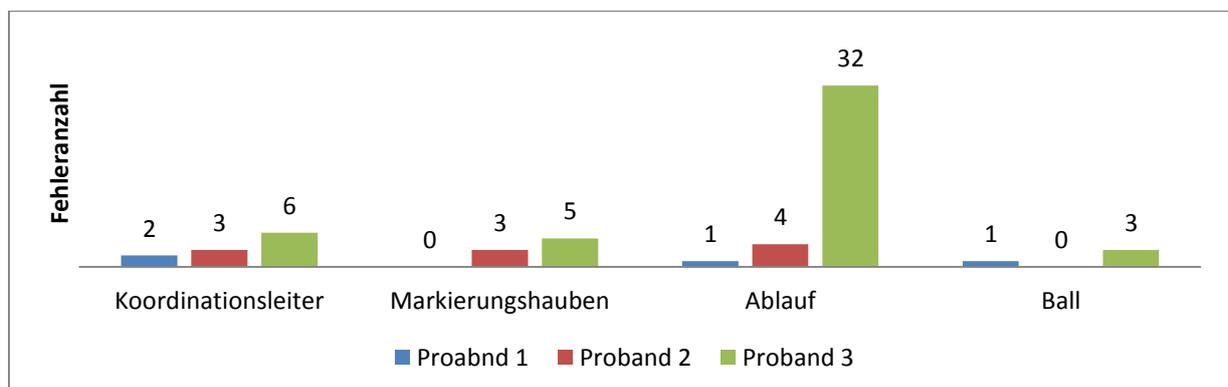


Abb. 15: Qualitätsbewertung des semispezifischen Laktatleistungstests im Vergleich

4.2 Beschreibung der Ergebnisse

Bei allen Teilnehmern ist im Gesamtverlauf eine progressive Steigerung entsprechend der Intensitäten anhand der Anzahl der absolvierten Stationen und in Bezug zu den aufgenommenen Laktatwerten zu erkennen, Abbildung 10 und 11.

Proband 2 hat im ersten und zweiten Durchlauf die gleiche Anzahl an Stationen absolviert, Abbildung 10. Der Laktatwert zum Ende des zweiten Durchlaufes fällt sogar etwas geringer aus als im ersten Durchlauf und widerspricht der Progression. Daher kumulieren die Werte der 70 und 80% Stufe in der grafischen Darstellung der Laktatleistungskurve, Abbildung 12 und 13. Der weitere Verlauf ist bogenförmig und progressiv. Proband 1 und 3 hingegen weisen sowohl numerisch wie auch grafisch eine nahezu kontinuierliche Steigung auf, Tabelle 10 und Abbildung 12. Der Grafik ist zu entnehmen, dass Proband 1 zwischen den ersten beiden Belastungsstufen einen kleinen bogenförmigen Verlauf aufweist. Bei Proband 3 ist ein kleiner bogenförmiger Verlauf zwischen den letzten beiden Belastungsstufen zu erkennen. Beide Kurven zeigen einen ähnlichen Verlauf, jedoch erzielt Proband 1 zu jeder Belastungsstufe einen geringeren Laktatwert, sogar wenn er ein „Mehr“ an Stationen absolviert hat. Seine Kurve liegt unterhalb der Kurve von Proband 3. Die Auswertung zeigt für Proband 1 und 3 die Tendenz einer Geraden und für Proband 2 die Tendenz eines exponentiellen Verlaufs. Anhand der Daten ist zu erkennen, dass Proband 1 in den Intensitätsstufen, bis auf Durchlauf 3, immer die geringsten Laktatwerte besitzt, Tabelle 9. Der grafischen Auswertung ist dieser Fakt durch die unterschiedliche Anzahl der absolvierten Stationen je Belastungsstufe schwer zu entnehmen. Daher wurden die Intensitäten zu den Laktatwerten angefügt, um das Bild zu verdeutlichen, Abbildung 13. Der 70% Stufe ist eindeutig zu entnehmen, dass Proband 1 den niedrigsten Laktatwert aufweist. Im Vergleich zu Proband 3 konnte sogar eine Station mehr erzielt werden. Wie beschrieben fällt Proband 2 aus dem Rahmen. Er absolvierte 2 Stationen mehr als Proband 1, bildet demnach aber auch einen sehr viel größeren Laktatwert. Auf der 80% Stufe besitzen Proband 1 und 2 nahezu die gleichen Laktatwerte, wobei Proband 2 eine Station mehr absolvieren konnte. Einen deutlich höheren Laktatwert produzierte Proband 3. Er absolvierte auch eine Station mehr als Proband 1. Auf der 90% Stufe erzielt bei gleicher Stationsanzahl Proband 2 einen niederen Wert als Proband 1. Proband 3 besitzt wieder den höchsten Wert, absolvierte aber auch eine Station mehr. In der Ausbelastung konnte Proband 1 die meisten Stationen absolvieren und weist gleichzeitig den geringsten Laktatwert aller Probanden auf. Proband 2 und 3 führten eine Station weniger aus akkumulierten jedoch deutlich mehr Laktat. In der Ausbelastung hat Proband 2 einen Laktatwert von 17,9mmol/L, gefolgt von Proband 3 mit 15,3 mmol/L und Proband 1 mit 13,3 mmol/L.

In der zeitlichen Gesamtübersicht aller Laktatmessungen ist die Tendenz der geringsten Laktatbildung ebenfalls für Proband 1 abzulesen, Abbildung 11. Der bogenförmige Verlauf ist für Proband 2 auch hier erkennbar. Zu Beginn weist er die höchsten Laktatwerte auf, während er im Mittelteil die geringsten Laktatwerte produziert und am Ende mehr Laktat akkumuliert als die anderen Teilnehmer.

Proband 3 besitzt eine sehr ähnliche Verlaufskurve wie Proband 1 und weist nahezu zu jeder Zeit einen gleichmäßigen höheren Laktatwert von ca. 1mmol/L auf.

Tabelle 10 zeigt den Anstieg der Laktaterhöhung je Belastungssteigerung für alle Probanden. Für Proband 1 und 3 ist ein annähernd gleichbleibender Anstieg je Intensität zu verzeichnen. Dies verdeutlicht auch die identische und geringe Standardabweichung von 0,32. Dennoch ist bei Proband 1 auffällig, dass er in der höchsten Intensitätsstufe den geringsten Anstieg erfahren hat. Proband 3 hingegen erzielte hier seinen größten Anstieg. Proband 2 konnte in der ersten Belastungssteigerung keinen Laktatanstieg erzielen und weist eine negative Differenz auf. In der zweiten Steigerung fällt der Anstieg gering aus, während sein Anstieg in der letzten Steigerung den der anderen Probanden um mehr als das doppelte übersteigt. Schlussfolgernd ist seine Standardabweichung sehr hoch, 4,30.

Entsprechend der maximalen Ausbelastung besitzen die Probanden 2 und 3 höhere Laktatwerte zum Ende des Regenerationsverlaufes als Proband 1, Abbildung 14. Die Grafik zeigt, dass in der 3. Nachbelastungsminute der Laktatwert bei Proband 2 und 3 noch einmal angestiegen ist. Bei Proband 3 sogar um 0,5mmol/L höher als bei der Messung der Endbelastung. Aus der Grafik ist weiter zu entnehmen, dass Proband 2 trotz höherer Auslastung in der gleichen Zeit das Erholungsniveau von Proband 3 erreicht. Die Differenzdaten verdeutlichen diese Aussage. Proband 2 besitzt die größte Differenz mit 4,6mmol/L, gefolgt von Proband 1 mit 3,6mmol/L und Proband 3 mit 1,9mmol/L.

Die Qualitätsbewertung zeigt, dass Proband 1 in allen Bewertungsfeldern „Erstklassig“ agiert hat. Er setzt sich von den anderen beiden Teilnehmern ab. Proband 2 erzielte im Ablaufbereich ein „Zufriedenstellendes“ Ergebnis, in allen anderen Feldern die „Erstklassigkeit“. Er wies höhere Werte in den Feldern Koordinationsleiter und Markierungshauben auf als Proband 1. Proband 3 unterscheidet sich deutlich von den anderen Teilnehmern. In allen Bereichen weist er höhere Fehlerwerte auf und konnte keine „Erstklassigkeit“ erreichen. Er beendete, bis auf den Bereich Ablauf, alle Bereiche mit „Zufriedenstellend“. Im Ablaufbereich wurde ihm die Wertung „Verbesserungswürdig“ zugeschrieben. Hier wurde eine Fehleranzahl produziert, die das Dreifache der Fehleranzahl zur Erstbewertung der „Verbesserungswürdigkeit“ übersteigt, Tabelle 11-13 und Abbildung 15.

5 Diskussion

Unter der Beachtung der Theorie werden die Handlungen und Ergebnisse ausgewertet. Zu jeglichen Sichtweisen des durchgeführten Tests findet eine kritische Auseinandersetzung statt.

5.1 Ergebnisbewertung und Hypothesen

In Anbetracht der steigenden Laktatwerte im Gesamtverlauf aller Probanden und den steigenden Laktatwerten je Intensitätsstufe bei Proband 2 und 3 in der Laktatleistungskurve, kann die Hypothese 1 „*Mit steigender Intensität steigt der Laktatwert*“ bestätigt werden. Dies zeigt, dass der Testaufbau und das Untersuchungsdesign bezüglich der theoretischen Planung gut umzusetzen sind. Die Kumulation der Laktatleistungskurve bei Proband 2 ist auf eine zu hohe Intensität in der ersten Belastungsstufe zurückzuführen. Dies verdeutlicht auch die Darstellung der absolvierten Stationen,

Abbildung 10, wobei im ersten und zweiten Durchlauf die gleiche Anzahl an Stationen erreicht wurden. Es ist zu vermuten, dass bei einem Start mit einer geringeren Intensität sich eine gleichmäßigere Steigung in der Laktatleistungskurve abbildet, wie bei Proband 1 und 3. Die Laktatdifferenzwerte und die ermittelten Standardabweichungen, Tabelle 10, zeigen eindeutig, dass die Belastungssteigerung für Proband 2 nicht optimal gelungen ist.

Hypothese 2 „Die Laktatleistungskurve des aktiven Karate Kumite-Kämpfers, Proband 1, ist weiter nach rechts verschoben als die der anderen Probanden“ kann teilweise bestätigt werden. Proband 1 besitzt in drei von vier Belastungsstufen, außer bei 90%, immer den geringsten Laktatwert aller Teilnehmer. Weiter ist speziell zu Proband 3 eine gleichmäßige, leichte Rechtsverschiebung zu erkennen, Abbildung 12 und 13. In jeder Belastungsstufe weist Proband 3 einen höheren Laktatwert von über 1mmol/L auf. Auch wenn Proband 3 in den Belastungsstufen 80 und 90% jeweils eine Station mehr erreichen konnte, wird hier keine große Einwirkung auf den Laktatspiegel vermutet. Auf der anderen Seite konnte Proband 1 in den Stufen 70 und 100% trotz eines geringeren Laktatwertes mehr Stationen absolvieren. Dieses Ergebnis lässt sich aus der spezifischen Trainingsbelastung ableiten. Beide Probanden besitzen einen ähnlichen Trainingsumfang je Woche, unterscheiden sich jedoch gänzlich in ihrer Trainingsart, Tabelle 2. Demnach kann in diesem Fall Proband 1 eine bessere Ausdauerleistungsfähigkeit in Bezug zur Spezifik Karate Kumite zugeschrieben werden. Dieses Ergebnis bekräftigt auch den Testaufbau mit seinen Kumite spezifischen Elementen. Eine Wertung zu Proband 2 ist weniger eindeutig. Das Bild von Proband 2 ist durch den hohen Intensitätseinstieg in den Testverlauf für ihn selbst und für das Gesamtbild verfälscht. Der geringere Laktatwert bei der Intensität von 80% als bei der Intensität von 70% lässt auf ein steady-state und eine gute Ausdauerfähigkeit schließen. Dies bestätigt dann auch die 90% Stufe, in der er den niedrigsten Laktatwert mit der gleichen Anzahl an absolvierten Stationen erzielt. Proband 2 hätte bei korrekter Ausführung sogar im Gesamtverlauf eine weitere Rechtsverschiebung als Proband 1 erzielen können. In diesem Fall wäre die Hypothese 2 nicht zu bestätigen. Proband 2 hat einen geringeren Trainingsumfang als Proband 1 je Woche und führt vor allem ein unspezifisches Ausdauertraining mit den Trainingsmitteln Rad und Lauf durch, Tabelle 2. Demnach wäre der Einfluss eines unspezifischen Ausdauertrainings für die spezifische Ausdauerleistungsfähigkeit zu diskutieren. Es muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass Proband 2 ein größeres Trainingsalter aufweist. Proband 2 ist 4 Jahre älter und betreibt die Sportart 5 Jahre länger als Proband 1. Gemäß dem Prinzip der Resteffekte nach Issurin und Lustig ist diese Tatsache zu beachten (2004).

Im Maximallauf zeigt Proband 2 zu den beiden anderen eine deutlich größere Laktatakkumulation. Inwieweit die Laktatmobilisation als positiv oder negativ zu werten ist, wird im nächsten Abschnitt erörtert.

Die Laktatleistungskurve wurde nur ganzheitlich betrachtet. Die Anwendung von Schwellenkonzepten ist in azyklischen Sportarten nicht möglich, da die spezifische Belastungsstruktur ständig wechselnde Auslastungen der Energiebereitstellungsprozesse fordert (Schürch, 1987, S. 57). Selbst ein einfacher

theoretischer Vergleich über die fixe Schwelle von Mader et al. kann nicht erfolgen, da die Startbelastung bereits die Konzentration von 4mmol/L übersteigt.

Die Differenzwerte des Regenerationsverlaufs in der Nachbelastungsphase zeigen, dass Proband 1 und 2 deutlich besser Laktat eliminieren können als Proband 3, Tabelle 9 und Abbildung 14. Dies weist auf einen besseren aeroben Stoffwechsel hin (Marées, 2002, S. 355 f., 371 f.). Proband 2 erzielt die größte Differenz. Die Nachbelastungszeit verbrachte er aber größtenteils stehend in einer leicht bewegenden Form. Die Laktateliminationsrate ist bei leichter Bewegung erhöht (Marées, 2002, S. 364 f.).

Der Faktor des zum Teil leicht beweglichen Untergrundes hat in Bezug auf den Querschnittsvergleich vermutlich keinen Einfluss, da alle Teilnehmer den gleichen Bedingungen ausgesetzt waren. Für eine Betrachtung im Längsschnitt sollte dieser Faktor berücksichtigt werden.

Es wird angenommen, dass die Medikamente von Proband 2 keinen Einfluss auf die Laktatbildung und -elimination haben. Eine Literaturrecherche ergab keine Ergebnisse. Befragungen von Sportärzten bestätigten diese Aussage. Der Einfluss der Medikamente auf die Atemfunktion bzw. ein Vergleich zwischen der Leistungsfähigkeit von Asthmatikern und Nicht-Asthmatikern wurde nicht vollzogen. Eine Unterscheidung der Probanden fand auf dieser Grundlage nicht statt.

Das Ergebnis der Qualitätsbewertung entspricht der Karatetätigkeit der Probanden und unterstützt somit die Spezifität des Tests. Speziell bei Proband 3 sind die vielen Ablauffehler auffällig. Diese wurden zum Großteil durch falsche Auslagen innerhalb der Runden produziert. Dies zeigt die Bedeutung der Trainingsspezifik. Proband 1 und 2 sind die Vorgaben aus dem Training aus unterschiedlichen Sichtweisen gewohnt, weswegen ihnen die Anpassung vermutlich leichter fiel.

5.2 Maximale Laktatmobilisation

Durch die sehr hohe Laktatmobilisation in der Ausbelastung von Proband 2 im Vergleich zu der eher geringen Laktatkonzentration von Proband 1, kam es zu der Frage, ob ein Karate Kumite-Kämpfer eine hohe Laktatmobilisation benötigt? Was bedeutet zudem eine hohe Laktatmobilisation in der Sportart Karate Kumite? Welchen Wert ist ihm zu zuschreiben?

Nach Lehmann wäre in Bezug zu seiner Aussage, dass die Leistungsfähigkeit an der Schwelle und die anaerobe Kapazität sehr hoch ausfallen sollen, ein umgekehrtes Bild zu erwarten gewesen. Proband 1 hätte die größte Rechtsverschiebung und die größte Laktatmobilisation erzielen sollen (2000, S. 86).

Der Forschungsstand zeigt die Bedeutung der aeroben Fähigkeit. Hingegen ist die Bedeutung für den laktaziden Stoffwechselweg nicht eindeutig geklärt. Beneke et al. konnten bei ihrer Wettkampfsimulation ein Abfall der anaeroben laktaziden Leistung je Runde nachweisen, Abbildung 16 (2004, S. 521 f.).

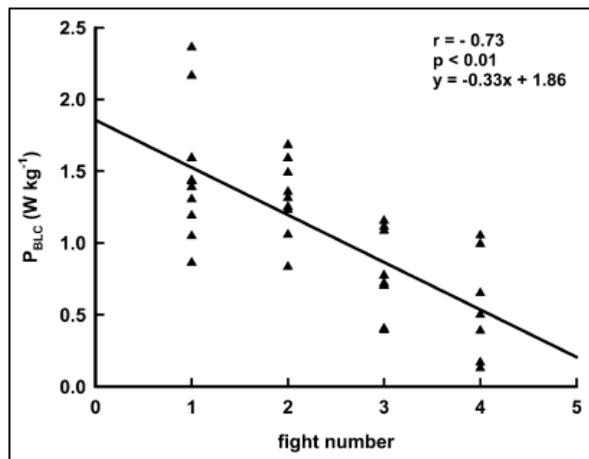


Abb. 16: Anaerobe laktazide Leistung je Kampfrunde, Beneke et al., 2004, S. 522

Ravier et al. vermuteten in ihrer Untersuchung eine hohe Auslastung des anaeroben System. Die erhobenen Werte konnten die Aussage jedoch nicht bestätigen. Es wurden keine Laktatwerte über 20mmol/L erhoben. Zudem erzielten die Kämpfer auf internationalem Niveau geringere Werte als die Kämpfer auf nationalem Niveau. Sie schlussfolgerten dadurch, dass das anaerobe System beim Karatetraining nicht maximal einbezogen wird. Zu der Untersuchung ist jedoch zu vermerken, dass die Werte bei Laufbandmessungen erhoben wurden (2006, S. 810 ff.).

Chaabène et al. treffen über die anaerobe Energiebereitstellung folgende Aussage: „*Furthermore, karate's performance seems to be dependent on anaerobic-based power more so than anaerobic capacity itself*“ (2012, S. 837). Zudem verweisen sie darauf, dass es zurzeit keinen Test gibt, der das anaerobe Fitnesslevel bestimmen kann (2012, S. 836).

Eine hohe Ausbelastung des anaeroben Systems scheint im Karate Kumite weniger von Bedeutung zu sein. In den Kämpfen gibt es durch die Punkt- und Sanktionsvergabe mehrere kleine Pausen, in denen eine Erholung stattfinden kann. Weiter erholt sich der Körper auch in den Pausen zwischen den Kämpfen. Die Kampffaktionen sind sehr kurz und fordern überwiegend das alaktazide System. Da die Schnellkraftfähigkeit aber eine leistungslimitierende Komponente ist, werden die FT-Fasern rekrutiert, was eine hohe glykolytische Leistung mit sich führt. Somit wird eine erhöhte Laktatbildung unumgänglich sein.

Im Vergleich der Ausbelastungswerte von den Extremen des 400m-Laufes, 22-25mmol/L im Wettkampf, und des Marathons, 6mmol/L beim Stufentest, scheint die Ausbelastungsstufe eines Karate Kumite-Kämpfers dazwischen zu liegen. Eine maximale Auslastung ist in Bezug auf die Spezifik nicht notwendig, hingegen eine Resistenz gegenüber immer wiederkehrende Laktatspitzen essentiell. Wie hoch die Laktatakkumulation ausfallen, hängt neben der tatsächlichen Kampfsituation vermutlich von der Individualität und vom Trainingszustand des Sportlers ab.

Aus den beschriebenen Fakten ist letztendlich die Ausbelastungsfähigkeit von Proband 1 als die beste der 3 Teilnehmer anzunehmen. Er produzierte den geringsten Laktatwert und absolvierte gleichzeitig die meisten Stationen. Diese Faktoren sprechen für die dominante aerobe Energiebereitstellung im

Karate Kumite (vgl. Benke et al.). Somit ist Proband 1, in Anbetracht des Trainingsalters zu Proband 2, die beste spezifische Ausdauerleistungsfähigkeit zu zuschreiben und die Hypothese 2 kann in dem vorliegenden Querschnittsvergleich bestätigt werden.

5.3 Problematiken der Interpretation

Die Theorie zeigt, dass der Trainingszustand und die genetische Disposition einen sehr großen Einfluss auf die Laktatleistungskurve besitzen. Somit sind die Interpretationen erst mit einer erneuten Messung für einen Längsschnittvergleich zu bekräftigen (Janssen, 1989, S. 47; Schürch, 1987, S. 54, Neumann & Schüler, 1994, S. 199, Marées, 2002, S. 466 f.). Um die Schwierigkeit der Interpretation zu verdeutlichen ist in der folgenden Tabelle 14 und der entsprechenden Abbildung 17 ein selbst gewähltes Beispiel in Bezug zum vorliegenden Test dargestellt.

Tab. 14: fiktive, realistische Werte eines semispezifischen Karate Kumite Laktatleistungstests

Durchlauf	Proband X		Proband Y	
	Absolvierte Stationen	Laktat in mmol/L	Absolvierte Station	Laktat in mmol/L
1	24	5	24	7
2	26	8	26	10
3	28	10	28	14
4	31	13	31	18

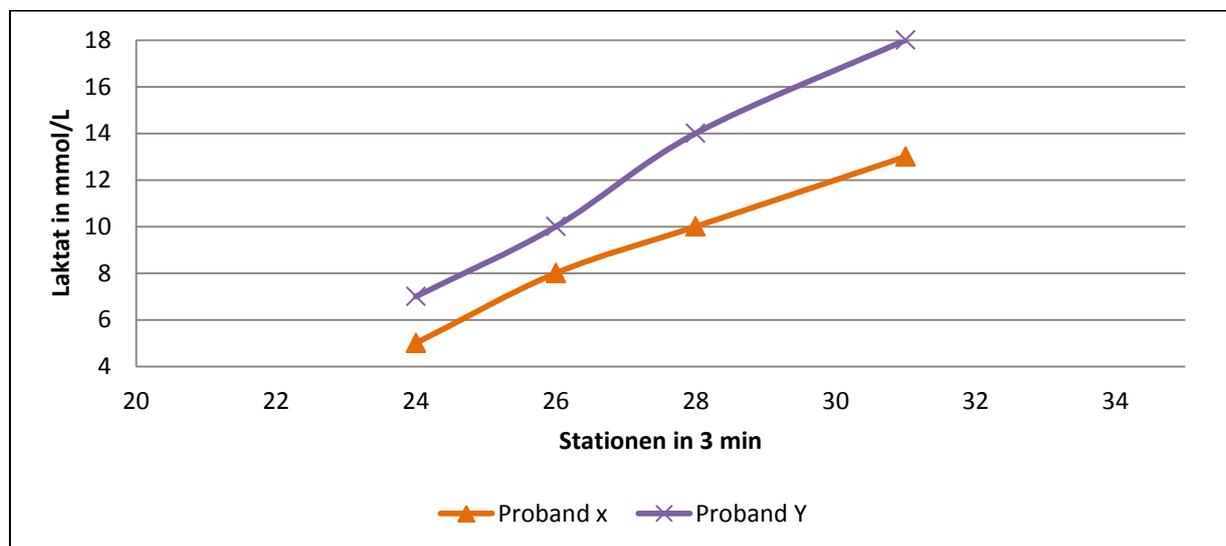


Abb. 17: Laktatleistungskurven im Querschnittsvergleich, Beispiel Interpretationsproblematik

Aus der theoretischen Sicht, ist Proband X eine bessere spezifische Ausdauer zu zuschreiben. Jedoch bewältigt Proband Y die gleiche Anzahl an Stationen, wobei er einen gleichmäßig höheren Laktat als Proband X aufweist. Erst in einer erneuten Messung, unter der Berücksichtigung des durchgeführten Trainings, kann bestimmt werden, ob die hohe Laktatbildung genetisch bedingt ist oder ob die Trainingsinterventionen angeschlagen haben und Proband Y geringere Laktatwerte bei gleicher Leistung produziert. Des Weiteren ist bei einem Querschnittsvergleich immer das Trainingsalter in

Bezug der Resteffekte zu berücksichtigen (Issurin & Lustig, 2007, S. 55 ff.). So könnte Proband Y 18 Jahre alt sein und Proband X 25. Auch die Konstitution der Sportler ist zu hinterfragen und gegebenenfalls für einen Querschnittsvergleich zu berücksichtigen. So kann möglicherweise eine große Person, durch seine größere Reichweite seiner Extremitäten, den Parcours durch kleinere Frequenzen mit geringerem Laktat vollziehen.

Die dargestellten Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung beziehen sich lediglich auf den Querschnittsvergleich. Die Erläuterung zeigt, dass die Auswertung kritisch zu betrachten ist. Des Weiteren wird deutlich, dass eine Querschnittsauswertung für diese Diagnostik sehr schwierig ist. Erst bei einer erneuten Untersuchung, unter Berücksichtigung des Trainingseinflusses, wäre eine genauere Aussage zu der Leistungsfähigkeit der Probanden zu treffen.

Aus dem Auftrag der Laktatwerte zum gesamtzeitlichen Verlauf können keine weiteren Aussagen getroffen werden. Ursache hierfür ist das nicht mit Einbeziehen der erbrachten Leistung der Probanden. In diesem Fall betrifft es die absolvierte Anzahl an Stationen. Gleiches gilt für einen Auftrag gegenüber der Intensität. Ein Querschnittsvergleich und die daraus resultierende Interpretation würde auf eine inkorrekte Darstellung beruhen und ist demnach nicht möglich. Ein Auftrag und Vergleich könnte nur von statten gehen, wenn in jeder Belastungsstufe die gleiche Anzahl an Stationen absolviert werden würde.

Weiter ist der gewählte Auftrag über die Anzahl der Stationen binnen 3 Minuten kritisch zu betrachten. Die Stationen unterscheiden sich in ihrer Beanspruchung der Dauer. Folglich ist die Station Ball wesentlich schneller zu absolvieren als ein Technikblock. Wird in der Grafik im Vergleich zu anderen Teilnehmern eine Station mehr beobachtet, hat dies nicht immer eine gleichbleibende Aussagekraft. War die Station zufällig der Ball, war der Proband im Gesamtverlauf vermutlich nur ca. 2 Sekunden schneller. Somit erhält der Laktatwert in den Belastungsstufen eine größere Bedeutung, da der Einfluss von wenigen Sekunden über eine weitere bewältigte Station gering ausfallen sollte. Letztendlich lässt sich ableiten, dass die Aussagekraft der absolvierten Stationen, welche mit der Leistungsfähigkeit in dem Test gleichzusetzen ist, mit erhöhter Differenz steigt.

Weiter kann diskutiert werden, an welcher Station es vermehrt zur Laktatbildung oder –elimination kommt und ob es einen Einfluss auf den Laktatwert hat, an welcher Station die Belastung endet. Durch die Belastungszeit von 3 Minuten wird angenommen, dass sich je Belastungsstufe ein Gleichgewicht einstellt und die Laktatauswirkung unabhängig von der zuletzt ausgeführten Station ist.

5.4 Beurteilung der Testspezifik

Die Literatur zeigt eindeutig, dass eine spezifische Fähigkeitsüberprüfung am aussagekräftigsten zur entsprechenden Wettkampfdisziplin ist (Jannssen, 1989, S. 79, 105; Neumann & Schüler, 1994, S. 248; Marées, 2002, S. 442 f.). Wie die Erläuterungen in der Methodik zeigen, wurde versucht, so viel wie möglich auf die Wettkampfspezifik des Karate Kumite einzugehen. Insofern kann die Umsetzung als gelungen angenommen werden.

5.5 Beurteilung des Testaufbaus

Der Test weist verschiedene Normierungsprobleme auf. Ein Parameter ist die relativ freie Auswahl an Technikkombinationen. Verschiedene Tritt- oder Schlagformen erfordern unterschiedliche Beanspruchungen der Muskulatur. Demnach ist es tendenziell nicht vergleichbar. In diesem Falle wurde sich jedoch für die Spezifik entschieden. Durch die Schwerpunktvorgabe zu jeder Technik ist ein Ansatz der Normierung durchgeführt worden. Es wird vermutet, dass die energetischen Auswirkungen innerhalb der Technikscherpunkte annähernd gleich sind. Ein weiterer Punkt ist der Partner, welcher geworfen wird. Eine Eingrenzung findet in Geschlecht und Gewichtsklasse statt. Wie das Regelwerk jedoch zeigt, liegt eine Schwankung innerhalb einer Gewichtsklasse bei den Männern zwischen 7 und 9 Kilogramm und bei den Frauen zwischen 5 und 7 Kilogramm vor. Das Gewicht ist nicht genormt. Auch hier wird eine ähnliche energetische Beanspruchung innerhalb der Gewichtsklasse und dem Geschlecht vermutet. Eine Dokumentation des Gewichtes und eine entsprechende Zuordnung im Testverlauf kann den Faktor minimieren. Ein weiteres Normierungsproblem trifft bei Technik 3 des 1. Technikblocks auf. Hier ist der Proband abhängig von der Aktion des Pratzehalters. Somit hat dieser einen Einfluss auf die Durchgangszeit des Untersuchenden. Die Größe des Balles hat vermutlich keinen weiteren Einfluss, wird aber der Vollständigkeit halber mit erwähnt. Abschließend ist noch auf die individuelle Technikausführung in den freien Bereichen des Technikblocks und des Balles zu verweisen. Hierbei können in der Summe kürzere oder längere Wege im Vergleich zu anderen Probanden zurückgelegt werden. Eine Antwort über den Einfluss der genannten Normierungsprobleme könnte die Reliabilität geben (vgl. Abschnitt Testeingliederung und Bewertung der Testgütekriterien und Ausblick).

Es ist darauf hinzuweisen, dass der vorliegende Test eine physiologische und technische Grenze in Bezug zu den absolvierten Stationen im Maximallauf hat. Erst weitere Untersuchungen werden diese Grenze einengen. Trifft dies zu, kann eine Aussage zur Leistungsfähigkeit lediglich über die Laktatwerte erfolgen.

Als einzige Problematik der Qualitätsbewertung ist die Technikausführung zum Ball zu erwähnen. Ziel soll es sein, die Technik so dicht wie möglich an den Ball heranzuführen. Vollzieht der Proband immer einen sehr großen Abstand zum Ball (ab 5cm), bekommt er eine gute Wertung zugeschrieben, obwohl er die Technik mangelhaft ausführt. Diese Negativbewertung ist über die Kameraaufnahme

schwer auszuwerten. Vermutlich wird auch diese Auswertung für eine Person vor Ort schwer durchführbar sein. Ob dieses Kriterium hinzugefügt wird, ist zu diskutieren.

Das Kriterium die Aufmerksamkeit und die Konzentration entsprechend der rechts/links Auslage, der Technikanforderungen und der Differenzierung in der Belastung hoch zu halten, wurde von den Probanden als sehr gut bewertet. Zum Teil gab es für die Probanden und die Pratzenthaler Probleme bei der Ausführung der Techniken. Dies lag an der Vorgabe sich die 6 verschiedenen Kombinationen innerhalb kurzer Zeit einzuprägen. Bei einer vorkommenden falschen Pratzenhaltung haben die Probanden sehr gut reagiert, in dem sie ihre vorgegebene Technik absolvierten, um den Gesamttablauf nicht zu unterbrechen. Insgesamt wurde diese Problematik von den Probanden als nicht kritisch betrachtet, da sie von einem Übungseffekt ausgehen. Bei einer erneuten Messung kennen sie das Vorgehen und können sich besser darauf konzentrieren (Anhang F).

5.6 Erläuterung des Untersuchungsdesigns

Neumann & Schüler beschreiben sportartspezifische Leistungstests. Hierbei werden vier Belastungsstufen durchgeführt, wobei je Durchlauf eine normierte Übungsfolge über 3 Minuten absolviert werden soll. Sie geben ein Beispiel für die Sportart Judo an. Der Laktatauftrag erfolgt über die Stationen. In ihrem Untersuchungsdesign wird der Maximallauf zu Beginn durchgeführt. Anhand des Maximalwertes der absolvierten Stationen werden die Prozentstufen von 60, 70 und 80% berechnet und nach einer längeren Pause durchgeführt (1994, S. 247).

Dieses Schema und einen selbst erlebten spezifischen Judo-Test nach dieser Vorgabe gaben die Grundlage für die Entwicklung des semispezifischen Karate Kumite Laktatleistungstests.

Im Gegensatz zum dargestellten Test wurden kleine Abwandlungen vorgenommen. Die Prozentstufen wurden von 70% in Zehnerschritten bis zu 100% festgesetzt. Weiter erfolgt der Maximallauf am Ende der Untersuchung. Beide Varianten weisen Vor- und Nachteile auf. Wird der Maximallauf zu Beginn durchgeführt, ist der Körper vollständig erholt und hat keine Vorbelastung erfahren. Durch die Berechnung der Intensitätsstufen an diesem Lauf, ist vermutlich in Bezug zur Tagesform die Intensitätseinteilung genauer. Problematisch hingegen ist die große Pause, die nach dem Maximallauf durchgeführt werden muss, um den Laktatwert wieder nahezu auf den Ruhelaktatwert zu senken. Dadurch verlängert sich die Untersuchungszeit je Proband. Die Halbwertszeit von Laktat bei 10mmol/L beträgt im Mittel ca. 15 Minuten (Marées, 2002, S. 364). Bei einem Maximallauf am Ende ist die Untersuchungszeit je Proband kürzer und übersichtlicher. Weiter folgt dieses Vorgehen der Standard-Laborbelastung, in der ebenfalls die schnellste Geschwindigkeit oder die größte Wattanzahl zum Ende erreicht wird. Es wird somit eine Vorbelastung erzielt. Ob diese die Ausbelastung jedoch negativ beeinflusst, ist fraglich. Die vorher durchgeführten Intensitäten sind submaximal und der Körper wird sukzessive erwärmt und auf die maximale Leistung vorbereitet. Aufgrund der Stationsschätzung ist die Intensitätsbestimmung bei der ersten Testdurchführung nachteilig. Weiter kann auch die Bestimmung der Intensitäten über den vorher erfolgten Test in Bezug zur Tagesform kritisch betrachtet werden.

Zur Bestimmung der Belastungszeit wurde sich in erster Linie an der Spezifik orientiert. Da der Test von beiden Geschlechtern praktiziert werden soll, ist die Nettokampfzeit in den Vorrunden der Männer von 3 Minuten und der Frauen von 2 Minuten zu berücksichtigen. Die Literatur gibt für einen spezifischen Feldtest 3 Minuten an (Neumann & Schüler, 1994, S. 247). Somit wurde die Zeit auf 3 Minuten festgesetzt. Damit wurde die Spezifik der Frau weniger anerkannt, jedoch hat dies den physiologischen Hintergrund, dass das Einstellen des Laktat-steady-states eine längere Zeit in Anspruch nimmt. Nach Marées liegt die Anpassungszeit des Laktatspiegels auf die Belastung bei ca. 120-180 Sekunden. In Anbetracht der physiologischen Grundlagen ist die beschlossene Zeit vertretbar. Mader et al. und Heck verweisen auf längere Belastungszeiten, um ein repräsentativeres Laktat-steady-state zu erhalten. Eine Erhöhung der Belastungszeit auf 4 oder 5 Minuten wäre nur in Bezug zur Spezifik, speziell bei den Frauen, zu hinterfragen.

In der Literatur ist keine Angabe zur Pausenzeit zu finden. Eine Ableitung aus der Spezifik konnte hier nicht vollzogen werden, da im Turnierverlauf vorerst sehr lange Pausen stattfinden und diese sich mit jeder gewonnenen Runde weiter verkürzen (vgl. Abschnitt Karate Kumite – Das Regelwerk). Es wurde entsprechend dem erlebten Praxisbeispiel eine Pausenzeit gemäß der Belastungszeit festgesetzt, 3 Minuten. Somit ist genügend Zeit auch das Nachbelastungslaktat aufzunehmen.

Die Blutabnahme wurde gemäß der Aussage von Schürch direkt nach der Belastung vollzogen (1987, S. 18 f.). Es wurde vermutet, dass das Nachbelastungslaktat in der Pause bei Minute 2 am höchsten ist. Entsprechend wurde diese Zeit festgesetzt. Um einen Teil der Erholungsfähigkeit aufzunehmen, wurden Blutproben bis zur 10. Nachbelastungsminute nach dem letzten Durchlauf abgenommen, Tabelle 9.

Um die Glykogenproblematik zu vermeiden wurden die Probanden aufgefordert am Tag der Untersuchung kein Training durchzuführen und zwei Stunden vor der Messung keine Nahrung zu sich zu nehmen. Eine Anweisung für den Tag davor gab es nicht.

5.7 Testeingliederung und Bewertung der Testgütekriterien

Entsprechend der Theorie kann für den vorliegenden Feldtest die Ermittlung einer persönlichen Fähigkeit bestätigt werden. Nach Weineck handelt es sich um einen sportmedizinischen Test (2010, S. 79). Der Test kann alle aufgezählten Argumente für einen leistungsdiagnostischen Test nach Schürch erfüllen, bis auf die Prognoseleistung (1987, S. 14).

Nach Bös et al. ist die Objektivität in motorischen Test meist gegeben (2001, S. 546). Die Durchführungs- und Auswertungsobjektivität kann für den vorliegenden Test angenommen werden. Der Untersucher hat auf den Testverlauf keine weitere Auswirkung, ebenso wenig bei der Auswertung. Hierbei sind die Abhängigkeiten des medizinisch technischen Assistenten und der Laborgeräte gegeben. Die Interpretationsobjektivität wird gemäß der vorliegenden Literatur zum Laktatverhalten bestätigt. Jedoch sind individuelle Interpretationen nicht auszuschließen. Demnach ist die Interpretationsobjektivität nicht so hoch wie bei Zeitmessungen einzuschätzen, jedoch höher als bei Beobachtungen.

Eine Aussage zu der Reliabilität kann nicht getroffen werden. Es gibt Methoden, mit denen die Reliabilität über einen Korrelationskoeffizienten bestimmt werden kann. Da der durchgeführte Test nur ein Pilotprojekt darstellt, wurde aus Gründen des Aufwandes und der Kosten keine dieser Methoden praktiziert. Was trotzdem für die Reliabilität spricht, ist die Aussage von Neumann & Schüler, dass die Reproduzierbarkeit in Hallensportarten eher gegeben ist, als in Freiluftsportarten. Des Weiteren schreiben sie, dass eine Temperaturspanne von 18-25°C tolerierbar sei (1994, S. 51). Dieser Temperaturbereich liegt vermutlich oft in Hallen oder Trainingsstätten vor. Eine Dokumentation der Temperatur kann die Interpretation der Ergebnisse unterstützen.

Die Validität kann teilweise als gegeben angenommen werden, benötigt aber weitere Untersuchungen um sie zu bekräftigen. Die dargestellte Testspezifität zur Sportart Karate Kumite und das präsentierte Untersuchungsdesign, welches sich an Labormessungen von Ausdauersportarten orientiert, lässt einen logischen Schluss auf das Konstrukt der spezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit zu. Demnach könnte die Inhaltsvalidität bestätigt werden. Hierzu werden jedoch weitere Meinungen von Experten benötigt. Weiter zeigen die Ergebnisse, dass die Hypothese 2 Bestätigung fand. Hieraus lässt sich die Konstruktvalidität anerkennen. In der Regel wird die Validität jedoch mit Korrelationskoeffizienten quantifiziert. Hierzu sind wie bei der Reliabilität Methoden notwendig, die aufgrund des Aufwandes nicht durchgeführt wurden. Die Kriteriumsvalidität kann nicht bestätigt werden, da kein adäquates Außenkriterium gefunden werden konnte. Mögliche methodische Umsetzungen zur genaueren Bestimmung der Reliabilität und Validität werden im Abschnitt Ausblick erläutert.

Die Laktatmessung nach dem enzymatisch-amperometrische Prinzip wird nach Neumann & Schüler als valide bezeichnet. Sie geben für diese Methodik einen Messfehler von 1-2 % an (1994, S. 37).

Das Nebengütekriterium Nützlichkeit kann bestätigt werden. Der Test bietet eine Möglichkeit, ortsunabhängig eine Aussage über die spezifische Ausdauerleistungsfähigkeit eines Sportlers zu treffen und über die durchgeführten Trainingsinterventionen zu urteilen. Weiter weist der Test Tendenzen zur Laktatausbelastungsfähigkeit in dieser Sportart auf. Die Nützlichkeit erweitert sich bei einem Längsschnittvergleich.

Die Ökonomie ist aus zwei Sichtweisen zu betrachten. Der Aufwand für die Messung ist größer und teurer als für eine Jump and Reach Messung. Auf der anderen Seite ist die Ermittlung der spezifischen Ausdauerfähigkeit schwieriger als eine Bestimmung der Sprungkraftfähigkeit. Im Vergleich zu einer Laufbandbelastung, ca. 30-45 Minuten, besitzt der reine Testverlauf eine ähnliche Zeit mit 31 Minuten. Wird die Nachbelastungszeit auf 3 Minuten verkürzt, können 2 Probanden innerhalb von 50 Minuten untersucht werden. Nur für den Start ist eine längere Zeit in Bezug zur Aufwärmungs- und Ruhephase einzukalkulieren. Ansonsten ist das Verhältnis und der Aufwand im Vergleich zu anderen Laktatdiagnostiken als ebenbürtig zu erklären. Ein weiterer ökonomischer Vorteil, ist die Durchführbarkeit in jeder beliebigen Trainingshalle, die eine Fläche von 7x7 Metern bietet. Auch die eingesetzten Mittel, Koordinationsleiter, Markierungshauben, Pratzten und Stange mit Ball, sind in der Regel alltägliches Trainingsequipment in einem Verein.

5.8 Verbesserungsvorschläge für eine erneute Messung

Um der Glykogenproblematik weiter entgegenzuwirken, sollte bei einer erneuten Messung ein Hinweis auf die Trainingsbelastung am Vortag erfolgen. Die einfachste Anweisung wäre hierbei, auch am Vortag ein Training zu meiden. Da dies trainingsmäßig nicht immer durchführbar ist, sollten Belastungen vollzogen werden, die den Glykogenspeicher weniger fordern. Gemäß nach Heck sollte hierbei keine längere Belastung oberhalb 80% der Schwellenbelastung erfolgen (1990, S. 197).

Zur Vereinheitlichung sollten in der Testdurchführung die Pausenzeit und die Nachbelastungszeit vollständig sitzend durchgeführt werden. Weiter sollte das Nachbelastungslaktat in der 1. Minute der Pause abgenommen werden. Die Werte in der 2. Minuten der Pause aus Tabelle 9 zeigen fast immer einen geringeren Wert als die Werte unmittelbar nach der Belastung.

Die Effektivität des Testablaufes kann gesteigert werden, indem die Nachbelastungszeit auf 3 Minuten verkürzt wird. Somit können 2 Probanden innerhalb von 50 Minuten getestet werden.

Wird der Test mit dem Nationalkader durchgeführt, sollte zusätzlich die Schutzweste während der Untersuchung getragen werden.

Zur Überprüfung, ob die Pulsmessgeräte einen Ausfall durch die schnellen Schlag- und Trittfolgen erlitten haben, sollten andere Pulsmessgeräte bei einer erneuten Messung zum Einsatz kommen.

Für eine bessere Qualität der Gesamtdurchführung sollte der Parameter Temperatur mit erfasst werden.

6 Ausblick

Die vorliegende Pilotstudie hat gezeigt, dass das präsentierte Testverfahren sich zur Bestimmung der spezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit eines Karate Kumite-Kämpfers eignet. Jedoch sind weitere bestätigende Untersuchungen notwendig, um den Test langfristig etablieren zu können. Aus den dargestellten Abläufen und Ergebnissen lassen sich zukünftige Forschungsfragen ableiten.

In Anbetracht der Empfehlungen von Mader et al. und Heck zur Dauer der Einstellungszeit eines Laktat-steady-states wäre eine vergleichende Testdurchführung mit 4 oder 5 Minuten Belastungszeit je Durchlauf vorstellbar. Hier könnte die Einstellungsfähigkeit des Laktat-steady-states im Feldtest in Bezug zur Labormessung begutachtet werden.

Da die Ergebnisse alle weit über der fixen aerob-anaeroben Schwelle lagen, würde ein Progressionsverlauf in Zehnerschritten von 10% bis 100% für einen Gesamtüberblick des Laktatverhaltens hilfreich sein.

In der Diskussion wurde auf die Schwierigkeit der Bewertung der maximalen Laktatakkumulation hingewiesen. Bei einer Testdurchführung mit mehreren Probanden von internationalem Niveau ist vielleicht eine Eingrenzung der spezifischen maximalen Laktatakkumulation im Karate Kumite möglich. Schlussfolgernd können möglicherweise sogar Normwerte gebildet werden.

Um die Einflüsse der beschriebenen ungleichen Normierungen zu überprüfen, könnte die Reliabilität einen Hinweis geben. Zur Überprüfung stellt die Test-Retest-Methode eine geeignete Methodik dar.

Der Test wird dabei zweimal mit derselben Probandenstichprobe innerhalb eines definierten Zeitintervalls durchgeführt. Bös et al. empfehlen einen Zeitraum von 3-14 Tage. Zur Bestimmung der Güte der Reliabilität wird eine Korrelation zwischen den erhobenen Messreihen gebildet. Die Literatur gibt Angaben über die Höhe des ermittelten Koeffizienten, um die Qualität zu bewerten (Bös et al., 2001, S. 548 ff.).

Eine besondere Methode zur Beurteilung der Konstruktvalidität stellt die Multitrait-Multimethod-Methode (MTMM) dar. Sie prüft, inwiefern unterschiedliche Methoden ein gleiches Konstrukt erfassen, konvergente Validität, oder inwiefern unterschiedliche Konstrukte durch eine Methode voneinander differenziert werden können, diskriminante Validität. Im Punkt der diskriminanten Validität könnten zusätzliche Untersuchungen mit der gleichen Probandengruppe auf dem Laufband stattfinden. Hierbei sollten die Ergebnisse der Laufbandmessung nicht mit den Ergebnissen der karatespezifischen Untersuchung korrelieren. Wird dies bestätigt, ist die Spezifität des Tests auf das Karate Kumite anzunehmen und die Konstruktvalidität wäre bestätigt (Bortz & Döring, 2006, S. 202 ff.).

7 Fazit und Forschungsfrage

Die Idee der Arbeit basiert auf die Bestimmung der spezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit in der Sportart Karate für die Disziplin Kumite. Die Schwierigkeit liegt hierbei in der Sportart selbst, da es sich um eine azyklische Form handelt. Im Wettkampf kommt es durch schnellkräftige Angriffe und Meidbewegungen sowie durch Pausen für eine Punkt- oder Sanktionsvergabe ständig zu wechselnden Belastungsanforderungen. Ein Sieg in einem Turnierverlauf erfordert ein Bestehen von mehreren Kampfrunden innerhalb eines Tages. Um den Belastungsumfang mit einer schnellst möglichen Regeneration zu bestehen, wird eine sehr gute Ausdauerleistungsfähigkeit benötigt.

Der Forschungsstand konnte aufzeigen, dass die aerobe Energiebereitstellung am ausschlaggebendsten ist. Demnach ist eine gute Ausdauerleistungsfähigkeit für diese Sportart sehr bedeutsam. Eine genaue diagnostische Aussage über einen Normwert konnte nicht erfolgen. Zur Beurteilung der Fähigkeit wurden von aktiven Sportlern die VO_2 max bestimmt und Laktatmessungen durchgeführt. In Form eines Leistungstests, geschah dies jedoch meist in einer zyklischen unspezifischen Form.

In der vorliegenden Untersuchung wurde eine Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit in der Spezifik gewagt. Hierzu wurde ein eigen kreierter Parcours entwickelt, in dem spezifische Elemente aus dem Karate Kumite abgefordert werden. Das Untersuchungsdesign entspricht einer progressiven Belastungssteigerung in Anlehnung an eine Labormessung. Die Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit geschah über den biochemischen Parameter Laktat. Das Vorhaben wurde zur ersten wissenschaftlichen Betrachtung als Pilotprojekt mit 3 Probanden durchgeführt. Ziel der Arbeit war die Überprüfung der Handhabbarkeit und der Aussagekraft dieser Untersuchung.

Der Test konnte entsprechend der entwickelten Methodik uneingeschränkt ablaufen. Die Auswertung erfolgte über einen Auftrag der Laktatwerte gegenüber den absolvierten Stationen je Belastungsstufe. Die Interpretation resultierte aus dem Querschnittsvergleich der teilnehmenden Probanden. Ein

Proband, ist im Vergleich zu den anderen beiden Probanden, ein aktiver Karate Kumite-Kämpfer. Es wurde vermutet, dass dieser die beste spezifische Ausdauerfähigkeit aufweisen würde. Zusammenfassend konnte der These zugestimmt werden, jedoch wurde auf viele Interpretationsproblematiken hingewiesen. Die Theorie zeigt, dass eine Interpretation von einer Laktatleistungskurve nicht einseitig von statten gehen kann. Neben der genetischen Disposition haben viele kurzfristige, aber auch langfristige Parameter einen Einfluss. Demzufolge ist eine eindeutige Aussage anhand des produzierten Querschnitts nicht möglich. Erst eine erneute Messung für einen Längsschnittvergleich würde die Interpretation bestärken oder entkräften. Von Beginn an wurde bereits auf eine bessere Aussagekraft dieser Diagnostik im Längsschnitt verwiesen. Des Weiteren ergab sich aus den Ergebnissen und der Forschungslage die Frage, inwieweit eine maximale Laktatakkumulation im Karate Kumite notwendig ist. Weitere Untersuchungen mit diesem Testverfahren, könnten einen Normwert für die Kumite-Spezifität kreieren.

Die Spezifität erfordert vom Testaufbau einen gewissen Spielraum, der allgemein bei Feldtests vorliegt. Verschiedene Problematiken wurden präsentiert. Mittels der Testgütekriterien wurde die Qualität begutachtet. Hierbei konnte nachgewiesen werden, dass die Objektivität erfüllt ist. Die Reliabilität konnte nicht bestimmt werden, da keine Bestimmungsmethode zum Einsatz kam. Die Validität konnte nur aufgrund von theoretischen Konstrukten bestätigt werden. Für beide Testgütekriterien werden mögliche Untersuchungsmethoden zur Bestimmung und zur Wertung eines Korrelationskoeffizienten angegeben.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Bestimmung einer spezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit in einer azyklischen Sportart in seiner Durchführung und in seiner Auswertung sehr komplex ist. Dennoch konnte eine Umsetzung mit nützlichen Ergebnissen realisiert werden. Für eine Etablierung solcher Testformen sind weitere Untersuchungen erforderlich.

– Literaturverzeichnis

Literatur

- Beneke, R., Beyer, T., Jachner, C., Erasmus, J. & Hütler, M. (2004). Energetics of karate kumite. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 518-523.
- Bortz J. & Döring N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Auflage). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Bös, K., Pfeiffer, K., Stoll, O., Tittlbach, S. & Woll, A. (2001). Testtheoretische Grundlagen. In K. Bös (Hrsg.), *Handbuch Motorische Tests. Sportmotorische Tests, motorische Funktionstests, Fragebogen zur körperlich-sportlichen Aktivität und sportpsychologische Diagnoseverfahren* (2. Auflage) (531-569). Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B. & Chamari, K. (2012). Physical and Physiological Profile of Elite Karate Athletes. *Sports Medicine*, 42 (10.), 829-843.
- Doria, C., Veicsteinas, A., Limonta, E., Maggioni, M., Aschieri, P., Eusebi, F., Fanò, G. & Pietrangelo, T. (2009). Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 603-610.
- Föhrenbach, R. (1986). *Leistungsdiagnostik, Trainingsanalyse und -steuerung bei Läuferinnen und Läufern verschiedener Laufdisziplinen* (1. Auflage). Konstanz: Hartung-Gorre Verlag.
- Friedrich, W. (2008). *Optimale Sporternährung. Grundlagen für Leistung und Fitness im Sport* (2. Auflage). Balingen: Spitta Verlag
- Fritzsche, J. (2011). *Training for Experts. Leitfaden für die Karate Trainerausbildung*. Dr. Jürgen Fritzsche Verlag.
- Funakoshi, G. (2011). *Karate-Do. Die Kunst ohne Waffen zu siegen* (4. Auflage). München: Piper Verlag.
- Funakoshi, G. (1993). *Karate-do. Mein Weg*. Heidelberg-Leimen: Werner Kristkeitz Verlag.
- Fünten, K. aus der, Faude, O., Hecksteden A., Such U., Hornberger W. & Meyer T. (2013). Anatomie und Physiologie von Körper und Bewegung. Energiebereitstellung. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Sport. Das Lehrbuch für das Sportstudium*. (69-75). Heidelberg: Springer Spektrum.
- Grupp, J. (2012). *Shotokan Karate. Technik, Training, Prüfung* (7. Auflage). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Grupp, J. (2009). *Shotokan Karate – Kumite* (2. Auflage). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Grupp, J. (2007). *Shotokan Karate Kata I* (3. Auflage). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Heck, H. (1990). Laktat in der Leistungsdiagnostik. In O. Gruppe, K. Heinemann, H. Lenk, F. Lotz & H. Weicker (Hrsg.), *Wissenschaftliche Schriftenreihe des Deutschen Sportbundes*. Band 22. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann.
- Issurin V. & Lustig G. (2004). Klassifikation, Dauer und praktische Komponenten der Resteffekte von Training. *Leistungssport*, 2004 (3), S. 55-59.

- Janssen, P. G. J. M. (1989). *Ausdauertraining: Trainingssteuerung über die Herzfrequenz- und Milchsäurebestimmung*. In Beiträge zur Sportmedizin. Band 34. Erlangen: perimed-Fachbuch-Verlagsgesellschaft.
- Kindermann, W. (2004). Anaerobe Schwelle – Standards der Sportmedizin. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55 (6), S. 161-162.
- Koropanovski, N., Berjan, B., Bozic, P. R., Pazin, N., Sanader, A., Jovanovic, S. & Jaric, S. (2011). Anthropometric and Physical Performance Profiles of Elite Karate Kumite and Kata Competitors. *Journal of Human Kinetics*, 30, 107-114.
- Lehmann G. (2000). Ausdauertraining in Kampfsportarten. In Deutscher Sport Bund (Hrsg.), *Trainerbibliothek*. Band 35. Münster: Philippka-Sportverlag.
- Lind, W. (1997). *Okinawa-Karate. Geschichte und Tradition der Stile*. Berlin: Sportverlag Berlin.
- Mader, A., Liesen, H., Heck, H., Philippi, R., Rost, P., Schürch, P. & Hollmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmedizin*, 27 (Heft 4 und 5), S. 80-88 und 109-112.
- Marées, H. de (2002). *Sportphysiologie* (9.Auflage). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Neumann, G. und Schüler, K.-P. (1994). Sportmedizinische Funktionsdiagnostik (2.Auflage). In: K. Tittel und W. Hollmann (Hrsg.), *Sportmedizinische Schriftenreihe* (Band 29). Leipzig; Berlin; Heidelberg: Barth.
- Ravier, G., Dugué, B., Grappe F. & Rouillon, J.-D. (2006). Maximal Accumulated Oxygen Deficit and Blood Responses of Ammonia, Lactate and pH after Anaerobic Test: a Comparison between International and National Elite Karate Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 27, 810-817.
- Schürch, P. (1987). *Leistungsdiagnostik. Theorie und Praxis*. In: Beiträge zur Sportmedizin (Band 32). Erlangen: perimed-Fachbuch-Verlagsgesellschaft.
- Strüder, H. K., Jonath, U. & Scholz K. (2013). *Leichtathletik. Trainings- und Bewegungswissenschaft – Theorie und Praxis aller Disziplinen* (1. Auflage). Köln: Sportverlag Strauß.
- Teramoto, J. (2011). Einführung. In: G. Funakoski. *Die Kunst ohne Waffen zu siegen* (4. Auflage). München: Piper Verlag.
- Weineck J. (2010). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*. (16. Auflage). Balingen: Spitta Verlag.

Quellen

- Eichert, R. (2014). *Methodik Kumite. Teil2 – Steppen/Kizami-Zuki*. In Deutscher Karate Verband e.V. (Hrsg.). Zugriff am 22. August 2014 unter <http://www.karate.de/downloads/finish/56-trainingstipps/278-methodik-kumite-teil-2-steppen-kizami-tsuki>
- EKF-diagnostics (Hrsg.). (2009, März). *Laktat. Bedeutung, Anwendung und Messung*. Zugriff am 20. August 2014 unter http://www.senslab.de/download/pdf/Laktat_compendium_DACH.pdf
- EKF-diagnostics (Hrsg.). (2014). *Biosen S-Line*. Zugriff am 22. August 2014 unter http://www.ekfdiagnostics.de/Biosen_SLine_827.aspx

- Fritzsche, J. (2012). *Rahmentrainingsplan 2012 für den DKV Senioren-Kader Kumite*. In Deutscher Karate Verband e.V. (Hrsg.). Zugriff am 20. August 2014 unter <http://www.karate.de/downloads/finish/55-kader-trainingsplaene/157-rahmentrainingsplan-kumite-senioren-2012>
- Grüner, C. (2011). *Leistungssport Kumite – Taktik und Strategie*. In Deutscher Karate Verband e.V. (Hrsg.). Vortrag A-Trainer Ausbildung
- Grüning, P. (2014). *Karate-Do*. In Karate Dojo Zanshin e. V. (Hrsg.). Zugriff am 20. August 2014 unter <http://www.zanshin-frankfurt.de/Karate>
- Lind, W. (Hrsg.). (2014). *Karate & Kobudō*. Zugriff am 20. August 2014 unter http://www.karatebergstrasse.de/karate-seite/kenpo_karate/
- Nationale Anti Doping Agentur (Hrsg.). 2014. *Welt Anti-Doping Code. Verbotsliste 2014 (Gültigkeit vom 01.01.-31.08.2014). Internationaler Standard*. Zugriff am 05. August 2014 unter http://www.nada.de/fileadmin/user_upload/nada/Downloads/Listen/Verbotsliste_2014_deutsch_gueltig_bis_31.8.2014.pdf
- Nationale Anti Doping Agentur (Hrsg.). 2014a. *Medikamenten-Suche – Formotop*. Zugriff am 05. August 2014 unter <http://www.nada.de/de/nc/medizin/nadamed/suche/#med>
- Nationale Anti Doping Agentur (Hrsg.). 2014b. *Medikamenten-Suche – Novopulmon*. Zugriff am 05. August 2014 unter <http://www.nada.de/de/nc/medizin/nadamed/suche/#med>
- Nationale Anti Doping Agentur (Hrsg.). 2014c. *Medikamenten-Suche – Salbutamol*. Zugriff am 05. August 2014 unter <http://www.nada.de/de/nc/medizin/nadamed/suche/#med>
- World Karate Federation (Hrsg.). (2013,01. Januar). *Kata und Kumite Competition Rules. Revision 8.0*. Zugriff am 23. August 2014 unter <http://www.wkf.net/pdf/wkf-kataandkumite-competition-rules.pdf>

– **Anhang**

Anhang A: Graduierungssystem Karate und Karate Begrifflichkeiten nach der Prüfungsordnung vom Deutschen Karate Verband e.V.

Graduierungssystem

Farbe	Graduierung	Stufe
Weiß	-	Unterstufe
Weiß-gelb	9.Kyu	
Gelb	8.Kyu	
Orange	7.kyu	
Grün	6.Kyu	Mittelstufe
Blau I	5.Kyu	
Blau II / Violett	4.kyu	
Braun I	3.Kyu	Oberstufe
Braun II	2.Kyu	
Braun III	1.Kyu	
Schwarz I	1.Dan	Meister-Grade

Begrifflichkeiten

Yoi	Ausgangsstellung, Achtung
Zuki	Fauststoß, Faustschlag
Kizami-Zuki	Prellstoß mit dem vorderen Arm und abgedrehter Hüfte
Gyaku-Zuki	entgegengesetzter Fauststoß, bei vorgesetztem linken Fuß Stoß mit Rechts
Uraken-Uchi	Faustrückenschlag
Mawashi-Geri	Kreisfußtritt
Ura-Mawashi-Geri	Kreisfußtritt mit der Ferse oder Sohle
O-Soto-Gari	Wurf, Sichel
Jodan	obere Stufe, Kopf
Chudan	mittlere Stufe, Gürtel bis Hals

Quelle

Deutscher Karate Verband (Hrsg.). (2011, 04. Oktober). *3.1 Prüfungsordnung Shotokan*. Zugriff am 05. August 2014 unter <http://www.karate.de/downloads/finish/44-pruefungsordnungen/259-pruefungsordnung-shotokan-04-10-2011>

Anhang B: Karate Wettkampfliste für Kata und Kumite

Deutscher Karate Verband e.V.	Kumite	
Veranstaltung	Ort	Datum
Pool	Disziplin	A+B

KF	Uhrzeit

1	Verein	Vorname	Name	2	3	
1	r					
	b					
2	r					
	b					
3	r					
	b					
4	r					
	b					
5	r					
	b					
6	r					
	b					
7	r					
	b					
8	r					
	b					

Pool A

Pool A

Pool B

Pool B

Trostrunde Pool A

1		
2		
3		

3. Platz

Trostrunde Pool B

1		
2		
3		

3. Platz

Anhang C: Tabelle zur Bestimmung der Rundenzeiten entsprechend den Intensitäten

Max	Anzahl Stationen			Rundenanzahl gemäß den Prozenten			Rundenzeiten für Prozentstufen in sec.			
	70%	80%	90%	70%	80%	90%	70%	80%	90%	100%
40	28,00	32,00	36,00	3,50	4,00	4,50	51	45	40	36
39	27,30	31,20	35,10	3,41	3,90	4,39	53	46	41	37
38	26,60	30,40	34,20	3,33	3,80	4,28	54	47	42	38
37	25,90	29,60	33,30	3,24	3,70	4,16	56	49	43	39
36	25,20	28,80	32,40	3,15	3,60	4,05	57	50	44	40
35	24,50	28,00	31,50	3,06	3,50	3,94	59	51	46	41
34	23,80	27,20	30,60	2,98	3,40	3,83	61	53	47	42
33	23,10	26,40	29,70	2,89	3,30	3,71	62	55	48	44
32	22,40	25,60	28,80	2,80	3,20	3,60	64	56	50	45
31	21,70	24,80	27,90	2,71	3,10	3,49	66	58	52	46
30	21,00	24,00	27,00	2,63	3,00	3,38	69	60	53	48
29	20,30	23,20	26,10	2,54	2,90	3,26	71	62	55	50
28	19,60	22,40	25,20	2,45	2,80	3,15	73	64	57	51
27	18,90	21,60	24,30	2,36	2,70	3,04	76	67	59	53
26	18,20	20,80	23,40	2,28	2,60	2,93	79	69	62	55
25	17,50	20,00	22,50	2,19	2,50	2,81	82	72	64	58
24	16,80	19,20	21,60	2,10	2,40	2,70	86	75	67	60
23	16,10	18,40	20,70	2,01	2,30	2,59	89	78	70	63
22	15,40	17,60	19,80	1,93	2,20	2,48	94	82	73	65
21	14,70	16,80	18,90	1,84	2,10	2,36	98	86	76	69
20	14,00	16,00	18,00	1,75	2,00	2,25	103	90	80	72
19	13,30	15,20	17,10	1,66	1,90	2,14	108	95	84	76
18	12,60	14,40	16,20	1,58	1,80	2,03	114	100	89	80
17	11,90	13,60	15,30	1,49	1,70	1,91	121	106	94	85
16	11,20	12,80	14,40	1,40	1,60	1,80	129	113	100	90
15	10,50	12,00	13,50	1,31	1,50	1,69	137	120	107	96
14	9,80	11,20	12,60	1,23	1,40	1,58	147	129	114	103
13	9,10	10,40	11,70	1,14	1,30	1,46	158	138	123	111
12	8,40	9,60	10,80	1,05	1,20	1,35	171	150	133	120

Anhang G: Qualitätsbewertungs-Protokoll Vordruck

Protokoll – Qualitätsbewertung semispezifischer Karate Kumite Laktatleistungstest

Durchlauf	Rundenanzahl	Absolvierte Stationen
1		
2		
3		
4		

Eine Runde umfasst 8 Stationen. Endet die Zeit wird die in dem Moment vom Sportler ausgeführte Station nach dem Rundungsprinzip von 0,5 bewertet. Dies bedeutet, ab der Hälfte der Station wird diese als vollständig mitgezählt. Weniger als die Hälfte wird abgerundet, d.h. die Station zählt nicht mit.

Runde	Koordinationsleiter				Markierungshauben				Ablauf				Ball			
Durchläufe	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1																
2																
3																
4																
5																
Summe																
Gesamtsumme																
Auswertung																

Eintragung

Bei einem Fehler wird in der Tabelle ein Strich eingetragen. Einen Fehler erhält man für:

- Berührung der Koordinationsleiter je Feld/Sprosse
- Berührung der Markierungshauben je Markierung
- Eine falsche Auslage beim Start und im Parcours
- Ein Fehllaufen im Parcours
- Die Ausführung einer falschen Technik und auch bei einem falschen Technikansatz
- Die Berührung des Balles, so dass die Stange fällt

Auswertung

Die Werte der Auswertung beziehen sich auf alle 4 Durchläufe.

	Koordinationsfähigkeit	Koordinationsfähigkeit	Konzentrationsfähigkeit	Differenzierungsfähigkeit
Bewertungsmaßstab	Koordinationsleiter	Markierungshauben	Ablauf	Ball
Erstklassig	0-4	0-3	0-2	0-2
Zufriedenstellend	5-8	4-6	3-5	3-4
Verbesserungswürdig	> 9	> 7	> 6	> 5