



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Aktivitätsprofil und physiologische Reaktionen des
Amateurboxkampfes sowie aerobe Kapazität von
Amateurboxern“

verfasst von / submitted by

Michael Gunitzberger Bakk.rer.nat.

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2020 / Vienna 2020

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Sportwissenschaften

Betreut von / Supervisor:

Ass.-Prof. Mag. Dr. Harald Tschan

Kurzzusammenfassung

Hintergrund: Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein Aktivitätsprofil für Boxkämpfe aller Leistungsklassen zu erstellen, die physiologischen Reaktionen auf einen Boxkampf (Herzfrequenz, Laktat, Sauerstoffaufnahme) zu erfassen und die aerobe Kapazität der Boxer während Stufentests am Laufband zu ermitteln.

Design: Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um ein Narratives Review.

Methoden: Die Datenbank „PubMed“ wurde mittels der Begriffe „boxing“, „activity profil“ und „performance“ „physiological“ durchsucht. Anschließend wurden über die Literaturverzeichnisse der gefundenen Arbeiten weitere Studien gesucht.

Ergebnisse: Das Aktivitätsprofil zeigt eine Schlagrate von 16 bis 26 Schlägen pro Minute und Boxer. Die Verteidigungsmaßnahmen lagen zwischen 1,9 und 10 pro Minute und Boxer. Die Aktivitätsraten ergaben 1,2–1,55 Aktionen pro Sekunde. Die Interaktionszeit beträgt ca. 92 Sekunden pro Runde. In 2 von 3 Fällen stieg die Aktivitätsrate von Runde 1 auf Runde 2 und Runde 3. In einem Fall blieb die Aktivitätsrate gleich. Die Interaktionszeit stieg von Runde 1 zu Runde 3. 3 von 5 Studien ergaben eine signifikant höhere Schlagzahl für die Gewinner. In 1 von 4 Studien zeigten die Gewinner in 2 von 3 Runden signifikant mehr Treffer. 3 Studien zeigten, dass Gewinner in 14-20% der Kämpfe weniger Treffer als Verlierer hatten (die durchschnittliche Differenz der Treffer betrug 9-23). In 3 von 5 Studien schlugen die Gewinner in mindestens 2 von 3 Runden signifikant genauer als die Verlierer. Eine Boxrunde dauerte effektiv zwischen 183 und 200 Sekunden. Boxkämpfe verursachen Laktatwerte von 8,6-13,6 mmol/l, unabhängig von Kampfdauer und Punktesystem. Sparringskämpfe zeigten Laktatwerte von 8,87-12,4 mmol/l. Die maximale Herzfrequenz in Sparrings lag zwischen 180-200 (92-103% der maximalen Herzfrequenz), die durchschnittliche Herzfrequenz während der Runden betrug 164-187. Die berechneten, maximalen VO_2 -Werte betragen 54,6 ml/kg/min (104% VO_2 max), die durchschnittlichen, berechneten VO_2 -Werte während der Runden betragen 47 ml/kg/min (93% VO_2 max). Die nach dem Kampf gemessene VO_2 war 43 ml/kg/min (70% VO_2 max). Die aerobe Kapazität männlicher, erwachsener Boxer, gemessen während der Spiroergometrie auf dem Laufband, lag bei Sportlern von Nationalmannschaften zwischen 58 und 62 ml/kg/min. Anfänger hatten VO_2 max-Werte zwischen 52-62 ml/kg/min.

Zusammenfassung: Das analysierte Aktivitätsprofil zeigt, welche Anforderungen ein Boxkampf an den Sportler stellt und deutet an, was für den Sieg erforderlich ist. Die physiologischen Reaktionen spiegeln die Belastungshöhe von Boxkämpfen und Sparrings wider. Die gemessenen aeroben Kapazitäten von Boxern bilden den notwendigen Trainingszustand ab.

Schlüsselwörter: „boxing“, „activity profile“, „performance“, „physiological“

Abstract

Purpose: The aim of the present work was to create an activity profile for boxing matches of all performance levels, to record the physiological reactions to a boxing match (heart rate, lactate, oxygen consumption) and to determine the aerobic capacity of the boxers during step tests on the treadmill.

Design: Narrative Review

Methods: The "PubMed" database was searched using the terms "boxing", "activity profile", "performance" and "physiological". Subsequently, further studies were searched for via the bibliography of the papers found.

Results: The activity profile showed a punch rate of 16–26 punches per minute and boxer. Defensive actions were between 1.9 and 10 per minute per boxer. Activity rates revealed 1.2–1.55 actions per second. Interaction-time is about 92 seconds per round. In 2 of 3 cases the activity rate increased from round 1 to round 2 and round 3. In one case the activity rate stayed the same. The interaction-time increased from round 1 to round 3. 3 out of 5 studies revealed a significant higher punch rate for winners. In 1 of 4 studies winners revealed significant more hits in 2 of 3 rounds. 3 studies showed that winners had less hits than losers in 14-20% of the fights (mean difference of hits was 9-23). In 3 of 5 studies winners significantly punched more accurately than losers in at least 2 of 3 rounds. A boxing round effectively lasts around 183-200 seconds. Boxing matches cause lactate levels of 8.6-13.6 mmol/l irrespective of fight duration and scoring system. Sparring fights showed lactate levels of 8.87-12.4 mmol/l. Peak heart rates in sparring matches were between 180-200 beats per minute (92-103% of maximum heart rates) the average heart rate during rounds was 164-187 beats per minute. The calculated relative to body mass peak VO_2 was 54.6 ml/kg/min (104% VO_{2max}) the average VO_2 during the rounds was 47 ml/kg/min (93% VO_{2max}). The measured (post fight) VO_2 was 43 ml/kg/min (70% VO_{2max}). The aerobic capacity of male, adult boxers, measured during spiroergometry on the treadmill, was between 58-62 ml/kg/min for national team athletes. Beginners had VO_{2max} values between 52-62 ml/kg/min

Summary: The analyzed activity profile shows which demands a boxing match places on the athlete and indicates what is physically required for victory. The physiological reactions reflect the level of stress in boxing matches and sparring matches. The measured aerobic capacities of boxers represent the necessary training condition.

Keywords: "boxing", "activity profile", "performance", "physiological"

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung.....	2
Abstract.....	3
Danksagung.....	6
Vorwort	7
1 Einleitung.....	8
1.1 Geschichte des Boxens	8
1.2 Gewichtsklassen.....	9
1.3 Verbände	11
1.4 Boxring	12
1.5 Wertung von Boxkämpfen.....	13
1.6 Urteile	14
1.7 Wettkampfdauer.....	18
1.8 Boxhandschuhe	18
1.9 Regeln	19
1.10 Trefferfläche.....	22
1.11 Dress:	23
1.12 Grundschläge	24
1.13 Hintergrund der Arbeit.....	25
1.14 Methoden.....	26
1.15 Forschungsfrage.....	26
2 Hauptteil.....	27
2.1 Aktivitätsprofil.....	27
2.1.1 Methoden der Studien.....	29
2.1.2 Ergebnisse.....	30
2.2 Aerobe Kapazität	36
2.2.1 Methoden der Studien.....	37

2.2.2	Ergebnisse.....	38
2.3	Physiologische Reaktionen.....	40
2.3.1	Methoden der Studien.....	41
2.3.2	Ergebnisse.....	44
2.4	Diskussion der Ergebnisse.....	50
2.4.1	Aktivitätsprofil.....	50
2.4.2	Aerobe Kapazität	54
2.4.3	Physiologische Reaktionen.....	55
3	Schlussteil.....	57
3.1	Zusammenfassung	57
3.1.1	Aktivitätsprofil.....	57
3.1.2	Aerobe Kapazität	57
3.1.3	Physiologische Reaktionen	58
3.2	Schlussfolgerung	58
3.3	Limitationen der Studien	60
3.4	Ausblick	60
	Literatur.....	61
	Abbildungsverzeichnis	67
	Tabellenverzeichnis	67
	Erklärung	68

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei jenen Personen bedanken, die mich beim Verfassen der Masterarbeit unterstützt haben. Zunächst gilt mein Dank Herrn Professor Mag. Dr. Harald Tschan für die Betreuung und Begutachtung der Arbeit.

Weiters möchte ich mich bei meiner Freundin Darija bedanken, die mir während dieser Arbeit eine große moralische Stütze war und mit der ich den coronabedingten Lockdown erlebte.

Darüber hinaus will ich meiner Mutter ein herzliches Dankeschön aussprechen, weil sie sich stets für den Fortgang und Inhalt meiner Arbeit interessierte. Ebenso meinem Vater, der mich über weite Phasen meines Studiums sehr stark unterstützte. Und nicht zuletzt bei meinen Großeltern, die mir immer eine große Stütze waren.

Michael Gunitzberger

Wien, 18.08.2020

Vorwort

Nach Beendigung meiner aktiven Zeit als Boxer im österreichischen Nationalteam verlagerte sich mein Fokus auf das Studium der Sportwissenschaft und die Tätigkeit als Trainer im Boxsport. Die Motive für die Arbeit waren in erster Linie mein großes Interesse am Sport sowie der Umstand, dass Boxen wissenschaftlich bislang kaum durchleuchtet wurde. Anweisungen der Trainer beruhen oftmals auf Halbwissen.

Boxen ist zurecht mit einem sehr negativen Image behaftet. Einerseits aufgrund möglicher nervaler Erkrankungen (chronisch-traumatische Enzephalopathie, also Demenz) andererseits aufgrund der Verflechtungen mit dem kriminellen Milieu. Trotzdem kann dieser Sport, besonders durch charismatische Persönlichkeiten wie zum Beispiel Mohammed Ali, Massen bewegen. Vielen Menschen, vor allem aus niedrigen sozialen Schichten, bietet der Traum von einer Karriere als Profiboxer eine Perspektive und einige Menschen können durch das Boxtraining ihre physische und psychische Gesundheit und damit ihre Lebensqualität steigern.

Vielleicht kann diese Arbeit einen kleinen Teil dazu beitragen, einen österreichischen Boxer erstmals seit 1988 wieder für Olympische Spiele zu qualifizieren.

1 Einleitung

1.1 Geschichte des Boxens

Boxen und seine Wurzeln können bis ins alte Ägypten, zu den Festen des Königs, vor 5000 Jahren zurückverfolgt werden. Illustrationen lassen darauf schließen, dass Faustkämpfer nackt vor den Göttern gekämpft haben, wobei eine Hand den Kopf beschützt hat und die andere zum Kämpfen verwendet wurde (Smith, 2006). Boxen hat sich in seinen Regeln und Richtlinien über die letzten 5000 Jahre hinweg verändert. Vor allem was die Schutzausrüstung (Boxhandschuhe und Kopfschutz), das Wettkampfformat (Anzahl und Länge der Kämpfe) und die Einführung von Gewichtsklassen betrifft (Smith, 2006). Trotzdem sind bis heute einige Dinge gleichgeblieben. Zum Beispiel die Tatsache, dass trotz verschiedener Gewichtsklassen Boxer unmittelbar vor einem Kampf ein signifikant unterschiedliches Gewicht haben (Smith, 1998). Malereien aus Kreta, 2000 vor Christi, zeigen kämpfende junge Männer mit Helm. Dieser wird als Schutzvorrichtung und Vorläufer des modernen Kopfschutzes verstanden. Zudem zeigen die Bilder einen Handschuh, der ebenfalls als Schutzausrüstung für die attackierende Hand gesehen wird (Smith, 2006).

Boxen wurde erstmals 688 v. Chr. bei den Olympischen Spielen ausgetragen (Swaddling, 2008; zit. n. Bianco et al., 2013, S. 1). Faustkämpfer trugen ein drei Meter langes, enges Lederband um Hand und Unterarm, welches in Fett eingeweicht war (Smith, 2006). Dieses Lederband unterstützte die Kämpfer darin, eine Faust zu machen. Damals wurden die Kämpfer noch nicht in Gewichtsklassen eingeteilt. Im Gegensatz zu heute durfte auch nicht geklammert werden (Smith, 2006). Im Jahre 400 v. Chr. änderte die antike griechische Gesellschaft ihre Ansprüche an den Faustkampf. Sie wollte kompetitivere Athleten und Sportarten wie der Faustkampf boten sich dafür an. Zu dieser Zeit wurden die typische „Grundstellung“ und die „Deckung“ des Faustkämpfers entwickelt. Durch die Abschaffung der Olympischen Spiele im Jahr 393 n. Chr. verschwanden auch die Faustkämpfer (Ellwanger, 1996; zit. n. Smith, 2006, S. 75).

Allgemeine Einigkeit besteht darin, dass die antike Form des Faustkampfes im 17. Jahrhundert als „Prize Fighting“ wieder aufgetaucht ist. Events wie die 1634 abgehaltenen Cotswold Games beinhalteten Prize Fighting. Dabei wurden große Summen an Geld auf den Ausgang der Kämpfe gewettet. Die Kämpfer wurden dabei aus der Arbeiterklasse rekrutiert und standen unter der Schirmherrschaft von mittleren und höheren Gesellschaftsschichten (Hickey, 1980; zit. n. Smith, 2006, S. 75).

Die ersten Boxtrainer waren vermutlich Kämpfer, die das Boxen den höheren Gesellschaftsschichten beibringen wollten. Die ersten Boxregeln von Jack Broughton (1742) wurden 1867 von den Queensberry Rules of Boxing abgelöst. Damit wurde ein Versuch unternommen die hohen Risiken des Sports (z.B. Todesfälle) zu minimieren. Sie initiierten das Tragen von Handschuhen und die Einteilung der Kämpfe nach Gewichtsklassen (Smith, 2006).

1.2 Gewichtsklassen

Von 1867 bis 2002 stieg die Anzahl der Gewichtsklassen bei internationalen Amateurboxkämpfen der Herren von 3 auf 12. Beginnend bei 48 kg und endend bei +91 kg. 2003 wurden die 63,5 kg, die 67 kg und die 71 kg Klassen durch die 64 kg und 69 kg Kategorie ersetzt (Smith, 2006). Es war geplant, bei den Olympischen Spielen 2020 in Tokyo 8 Gewichtsklassen der Männer und 5 Gewichtsklassen der Frauen einzurichten. Bei allen anderen Großveranstaltungen wie der Weltmeisterschaft und der Europameisterschaft der AIBA, des Weltverbands des olympischen Boxens, existieren jeweils 10 Gewichtsklassen bei den Männern und Frauen. Die aktuellen Gewichtsklassen der Männer sind in Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Gewichtsklassen Amateurboxen

Elite Männer						
AIBA				Olympische Spiele		
KG	von	bis		KG	von	bis
Light Fly	46	49		Fly	48	52
Fly	49	52		Feather	52	57
Bantam	52	56		Light	57	63
Light	56	60		Welter	63	69
Light Welter	60	64		Middle	69	75
Welter	64	69		Light Heavy	75	81

Middle	69	75		Heavy	81	91
Light Heavy	75	81		Super Heavy	91	-
Heavy	81	91				
Super Heavy	91	+				

Quelle: mod. n. AIBA (2019, S. 12)

Gewichtsklassen im Profiboxen

2015 haben sich die Verbände WBA, WBC, IBF auf einheitliche Namen für die 17 Gewichtsklassen der Profis geeinigt. In Tabelle 2 sind diese aufgelistet.

Tabelle 2: Gewichtsklassen Profiboxen

Gewichtsklasse	bis KG
Mini Flyweight	47,627
Light Flyweight	48,988
Flyweight	50,802
Super Flyweight	52,163
Bantamweight	53,525
Super Bantamweight	55,225
Featherweight	57,153
Super Featherweight	58,967
Lightweight	61,235
Super Lightweight	63,503
Welterweight	66,678
Super Welterweight	69,85
Middleweight	72,574

Super Middleweight	76,203
Light Heavyweight	79,378
Cruiserweight	90,892
Heavyweight	>90,892

Quelle: mod. n. BoxRec (2018)

1.3 Verbände

Profiboxen

Die bedeutendsten Weltverbände im Profiboxen heute sind die WBC (World Boxing Council), WBA (World Boxing Association), WBO (World Boxing Organization) und die IBF (International Boxing Federation). Jeder Verband hat seine eigene Rangliste und führt einen eigenen Weltmeister. Jedoch gibt es insgesamt wesentlich mehr Boxverbände. Bedeutend sind die oben genannten Verbände vor allem deshalb, weil ihre Weltmeistertitel die größte Anerkennung erfahren und am begehrtesten sind. Die Verbände erhalten Anteile an den Kampfbörsen (Erträge der Boxer). Sie stehen aber in der Kritik, eher am Gewinn als an sportlichen Aspekten interessiert zu sein.

Bis in die 1960er Jahre war die „National Boxing Association“ dominierend. Ab diesem Zeitpunkt kam es zur Zersplitterung in die oben genannten einzelnen Verbände. Die Vielzahl an Boxverbänden ergibt sich auch daraus, dass es keinen zentralen Verband gibt, der alle Landesverbände vereint. Eine große Gemeinsamkeit (auch mit dem Weltverband der Amateure, der AIBA) besteht darin, dass alle Verbände in der Vergangenheit in Skandale (fragwürdige Kampfergebnisse und finanzielle Unstimmigkeiten) verwickelt waren.

Amateurboxen

AIBA (ursprünglich „Association Internationale de Boxe Amateurs“, heute „International Boxing Federation“) ist ein Boxverband, der bisher die olympischen Spiele durchgeführt hat, an denen (unter gewissen Voraussetzungen) mittlerweile auch Profiboxer teilnehmen können. Aufgrund von gesetzeswidrigem Verhalten des Verbandes, insbesondere von dessen Präsidenten, werden die Olympischen Spiele 2021 vom IOC abgehalten. Der

Begriff „Amateur Boxen“ wurde offiziell ersetzt durch „AOB“ (AIBA Open Boxing). Daneben führte die AIBA die World Series of Boxing (WSB) ein. Hier werden Kämpfe ähnlich dem Profiboxen, jedoch in Teams (auf Nationenebene) abgehalten. Dieser Bewerb soll eine Brücke zwischen dem olympischen und dem Profiboxen verkörpern. Die Wettkampfdauer beträgt 5x3 Minuten, es wird oberkörperfrei geboxt und die Sportler erhalten Preisgelder. Die WSB ist ein Franchise System mit Ligacharakter, das heißt es erfolgen Playoffs mitsamt einem Finale.

1.4 Boxring

In allen AOB (AIBA Open Boxing) Kämpfen müssen die Ringseile, beziehungsweise der Bereich der Seile, der die beanspruchte Ringfläche abgrenzt, 6,10 m lang sein. Der Ring steht auf einer Plattform, die 1 m hoch sein muss und hat die Maße 7,8 m x 7,8 m. Die Ringumrandung muss 85 cm über die 4 Seile herausragen. Das höchste Seil hat einen Abstand von 130 cm zur Plattform. Drei Stiegen aus drei Platten müssen dem Podest beigestellt sein. In jeder Ecke befinden sich ein Pfosten und eine Polsterung. Der Ringboden muss mit einem rutschfesten, blauen Überzug, der zwischen 1,5–2 cm dick ist ausgelegt sein. Es gibt eine rote und eine gegenüberliegende blaue Ecke, aus denen die Boxer den Kampf bestreiten. Die übrigen neutralen Ecken sind weiß (AIBA, 2019). Der Ring inklusive Ringmaße ist in Abbildung 1 dargestellt.

Im Gegensatz dazu gibt es Boxringe im Profiboxen, die sich in den Maßen unterscheiden. Laut dem Regelwerk der WBC für „Championship Bouts“ muss hier der Ring zwischen 5,5 m und 7,3 m lang sein (nach Absprache können auch andere Maße verwendet werden). Die Ringumrandung muss mindestens 61 cm über die Seile herausragen. Auch hier müssen 4 Seile, die 1,22 m über dem Ringboden erhöht sind, vorhanden sein. (WBC, 2018).

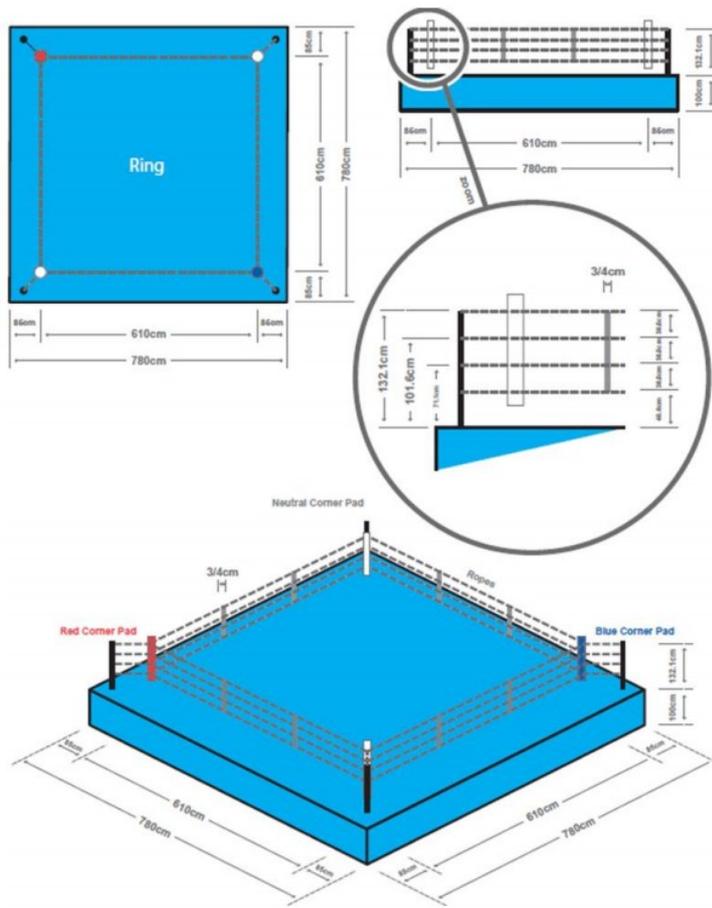


Abbildung 1: Boxing AOB (AIBA, 2019, S. 73)

1.5 Wertung von Boxkämpfen

10 Point Must System

Das 10 Point Must System wird von den Verbänden im Profiboxen sowie aktuell vom Weltverband der Amateure der AIBA verwendet. In den letzten Jahren bis 2013 wurde im olympischen Boxen ein Wertungssystem verwendet, welches (vereinfacht gesagt) die einzelnen Treffer zählte. Der Boxer mit der Mehrzahl an Treffern gewann den Kampf.

Die genauen Kriterien für einen Sieg beziehungsweise die Punktevergabe im 10 Point Must System variiert zwischen den Verbänden der Profis (WBO, WBA, WBC) und der Amateure (AIBA) im Detail.

Beispielhaft wird in dieser Arbeit das 10 Point Must System der AIBA (2019) erklärt. In diesem Wertungssystem muss jeder Punktrichter dem Sieger der Runde 10 Punkte geben und dem Verlierer maximal 9 Punkte. Die Mindestanzahl an Punkten, die ein Boxer pro

Runde erhält sind 7 Punkte. Die Vergabe der Punkte an den Verlierer richtet sich nach dem Leistungsunterschied und den Knockdowns. Nach dem Kampf werden die Punkte pro Boxer und Runde jedes Punkterichters zusammengezählt. Wertet ein Punkterichter in einem 3-Runden-Kampf für Boxer A in jeder Runde 10 Punkte und für Boxer B in jeder Runde 9 Punkte, so endet der Kampf 30:27 für Boxer A. Er ist also laut diesem Punkterichter der Sieger. Der Boxer, den die Mehrheit der Punkterichter als Sieger gewertet hat, gewinnt den Kampf. Jede Runde muss einen Sieger haben. Sollten bei Kämpfen der AIBA der Gesamtscore eines Punkterichters für beide Boxer gleich hoch sein, muss er sich für einen Boxer als Sieger entscheiden.

Die Kriterien, die für die Punktevergabe entscheidend sind, lauten wie folgt:

- klare Treffer innerhalb des erlaubten Zielbereiches
- dominierender Boxer hinsichtlich Technik und Taktik
- aggressiverer Kampfstil („Competitiveness“)

Die Punktevergabe erfolgt folgendermaßen:

- 10 zu 9, wird eine knappe Runde gewertet
- 10 zu 8, es gibt einen klaren Gewinner
- 10 zu 7, es herrscht eine ausgeprägte Dominanz eines Boxers

1.6 Urteile

Amateurboxen

In Tabelle 3 wird ersichtlich, auf welche Weise ein Boxer im Amateurboxen den Kampf gewinnen oder verlieren kann.

Tabelle 3: Urteile Amateurboxen

<p>Win on Points</p>	<p>Der Boxer gewinnt den Kampf durch Punktwertung</p> <p>Split Decision: die Mehrheit der Punkterichter stimmt für den Boxer</p> <p>Unanimous Decision: alle Punkterichter stimmen für den Boxer</p>
<p>Win by Knockout</p>	<p>Der Boxer wird niedergeschlagen und kann innerhalb von 10 Sekunden nicht aufstehen</p>
<p>Abandon</p>	<p>Der Boxer gibt freiwillig auf. Auch der Trainer kann den Kampf abbrechen lassen</p>
<p>RSC - Referee Stops Contest</p>	<p>Der Ringrichter kann den Kampf abbrechen, wenn der Boxer stark unterlegen ist</p>

Win by Disqualification	Der Boxer wird disqualifiziert und verliert den Kampf, wenn er gegen die Regeln verstößt
Walkover	Der Boxer erscheint nicht zum Kampf oder schafft das Gewichtslimit nicht

Quelle: mod. n. AIBA (2019, S. 44-48)

Urteile im Profiboxen

In Tabelle 4 sind die Urteile im Profiboxen abgebildet.

Tabelle 4: Urteile Profiboxen

Points Decision	Ein einzelner Punkterichter hat den Kampf gewertet oder die genaue Punktevergabe ist unbekannt.
Unanimous Decision	Alle drei Punkterichter haben einstimmig für denselben Boxer gewertet
Split Decision	2 Punkterichter haben für denselben Boxer, der 3. Punkterichter hat für den anderen Boxer gewertet

Majority Decision	2 Punkterichter haben für denselben Boxer und der 3. Punkterichter hat ein Unentschieden gewertet
Knockout	Ein Boxer wurde niedergeschlagen und konnte nicht aufstehen, als der Punkterichter bis 10 zählte
Technical Knockout	Der Ringrichter hat den Kampf abgebrochen, weil ein Boxer nicht fähig ist weiterzuboxen
Disqualification	Ein Boxer wurde disqualifiziert und verliert den Kampf, weil er mehrmals oder schwer gegen die Regeln verstoßen hat
Retirement	Ein Boxer hat zwischen den Runden aufgegeben

Quelle: mod. n. BoxRec (2010)

1.7 Wettkampfdauer

Beim olympischen Boxen der Elite (Männer und Frauen zwischen 19-40 Jahren) und Youth der Männer sowie Frauen (17-18 Jahre) bestehen die Kämpfe aus drei Runden zu je 3 Minuten. Bei der Junior Kategorie der Jungen und Mädchen (15-16 Jahre) bestehen die Kämpfe aus drei Runden zu je zwei Minuten. Bei allen genannten Bewerben beträgt die Rundenpause eine Minute (AIBA, 2019)

Im Profiboxen beträgt die Rundendauer bei den Männern ebenfalls 3 Minuten und die Pause 1 Minute. Bei den Frauen beträgt die Rundendauer 2 Minuten (WBF, 2009). Hier variiert die Rundenanzahl jedoch hinsichtlich des entsprechenden Titels. Beispielfür den Verband der WBF sind in Tabelle 5 unterschiedliche Formate angeführt.

Tabelle 5: Rundenanzahl Profiboxen

Weltmeisterschaftstitel	Männer: 12 Runden	Frauen: 10 Runden
Interkontinentaler Titel	Männer: 12 Runden	Frauen: 10 Runden
Internationaler Titel	Männer: 12 oder 10 Runden	Frauen: 8 Runden
Regionaler Titel	Männer: 10 Runden	Frauen: 10 Runden

Quelle: mod. n. WBF (2009)

1.8 Boxhandschuhe

Boxhandschuhe stellen in erster Linie eine Schutzausrüstung für die Hände des Boxers dar. Sie dienen eher in zweiter Linie als Schutz für den schlagaufnehmenden Boxer. Die unterschiedlichen Handschuhe hinsichtlich Gewicht bzw. Gewichtsverteilung (gemeinhin „Dämpfung“) bei Amateuren und Profis beeinflusst zu einem gewissen Grad auch das Wettkampfgeschehen.

Bei Wettkämpfen der Amateure werden rote bzw. blaue Handschuhe getragen. Die Einheit der Handschuhe ist Unzen (oz). Eine Unze ist 28,35 Gramm schwer. Diese Einheit wird teilweise mit der Größe der Handschuhe verwechselt. Der Lederteil darf nicht mehr als die Hälfte und die Polsterung nicht weniger als die Hälfte des Gewichts darstellen. Hier müsste der größte Unterschied zu den Handschuhen der Profis liegen. Deren Handschuhe gelten gemeinhin als „dünner“. Das könnte daran liegen, dass die Polsterung weniger als die

Hälfte des Gewichts ausmacht (AIBA, 2019). Nachfolgend ist die Unzenanzahl der Handschuhe bei Kämpfen der Amateure nach Alter und Geschlecht angegeben.

Männer und Jungen:

- 10 oz (284 g): Halb-Fliegengewicht (49 kg) – Halbweltergewicht (64 kg)
- 12 oz (340 g) von Weltergewicht (69 kg) – Superschwergewicht (+91 kg)

Frauen und Mädchen:

- 10 oz für jede Gewichtsklasse

Der Weltverband der Profis WBC führt folgende Regelungen zu den Boxhandschuhen (WBC, 2019):

- 8 oz bis einschließlich Weltergewicht
- ab Weltergewicht 10 oz

1.9 Regeln

Grundsätzlich definieren Guidetti et al. (2002) Boxen als Vollkontakt-Sport. Ziel ist, den Gegner mit der Fläche der Knöchel der Handschuhe innerhalb der Trefferfläche des Gegners, also die Vorderseite des Boxers bis zur Gürtellinie, zu treffen (dargestellt im Kapitel "Trefferfläche"). Dabei versuchen die Boxer zudem die Schläge des Gegners mittels Armen, Oberkörperbewegung und Beinarbeit, zu verteidigen.

Die Regeln (im Detail) werden im Amateurboxen von der AIBA und bei den Profis vom jeweiligen Verband und der zuständigen, lokalen Kommission beschlossen (Lee et al., 2002). In Tabelle 6 sind die Regeln im Profiboxen laut Boxrec (2019) angeführt.

Tabelle 6: Regeln Profiboxen

Das 10 Point Must System findet Anwendung		
Mandatory 8 Count wird nach einem Knockdown angewendet	Erläuterung: Wenn der Boxer niedergeschlagen wird, bekommt er 8 Sekunden, um wieder aufzustehen	
Es gibt keinen Standing 8 Count	Erläuterung: unter Standing Count versteht man das Anzählen des Boxers vom Ringrichter, wenn dieser harte Treffer erhalten hat, aber nicht zu Boden gegangen ist.	
Es gibt keine 3 Knockdown Rule	Erläuterung: als 3 Knockdown Rule versteht man das Abbrechen des Kampfes, wenn ein Boxer in einer Runde 3 mal niedergeschlagen wurde	
Sollte ein Boxer niedergeschlagen werden, kann er durch die Rundenpause nicht vor dem Auszählen gerettet werden		

Der Boxer verliert den Kampf durch TKO, wenn er durch einen fairen Schlag verletzt wurde und der Kampf dadurch abgebrochen werden muss		
--	--	--

Quelle: mod. n. BoxRec (2019)

Fouls

In der nachstehenden Tabelle 7 sind die Fouls im Amateurboxen dargestellt.

Tabelle 7: Fouls Amateurboxen

Schlagen unter die Gürtellinie	Verwendung der Ringseile
Schlagen mit offenem oder der Seitenfläche des Handschuhes, Schlagen mit dem Handgelenk	Schlagen des Gegners, während dieser am Boden liegt oder aufsteht
Schlagen des Rückens, des Hinterkopfes oder der Nieren	Ducken unterhalb der Gürtellinie
Gleichzeitiges Festhalten und Schlagen des Gegners	Gänzlich passives Verteidigen
Fixieren des gegnerischen Arms oder Kopfs	Fallenlassen, Weglaufen, den Rücken zum Gegner drehen

Drücken des eigenen Armes unter den des Gegners	Ausspucken des Zahnschutzes
Kopfstöße, Würgen, Ziehen, Beißen	Halten der ausgestreckten Hand vor das Gesicht des Gegners
Wegdrücken des gegnerischen Gesichts mit Arm oder Ellbogen	

Quelle: mod. n. AIBA (2019)

1.10 Trefferfläche

Thomson (2015) bildet in seiner Arbeit die Trefferfläche (Scoring Zones), die Gürtellinie (Beltline) und die erlaubte Schlagfläche der Handschuhe (Scoring section of the glove) graphisch ab. Diese sind in Abbildung 2 dargestellt.

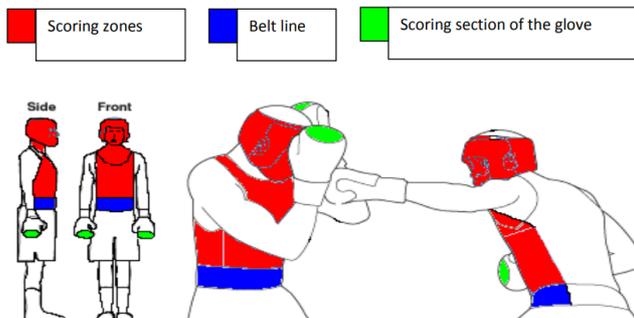


Abbildung 2: Treffer- und Schlagfläche (Thomson, 2015, S. 23)

1.11 Dress:

Während Profiboxer oberkörperfrei kämpfen, tragen die Sportler der AIBA ein Trikot. Bei Kämpfen der AOB muss der Boxer ein Dress tragen, das den Richtlinien der „AIBA Official Boxer's Uniform“ entspricht (AIBA, 2019). In der folgenden Abbildung 3 ist ein Dress beispielhaft dargestellt.

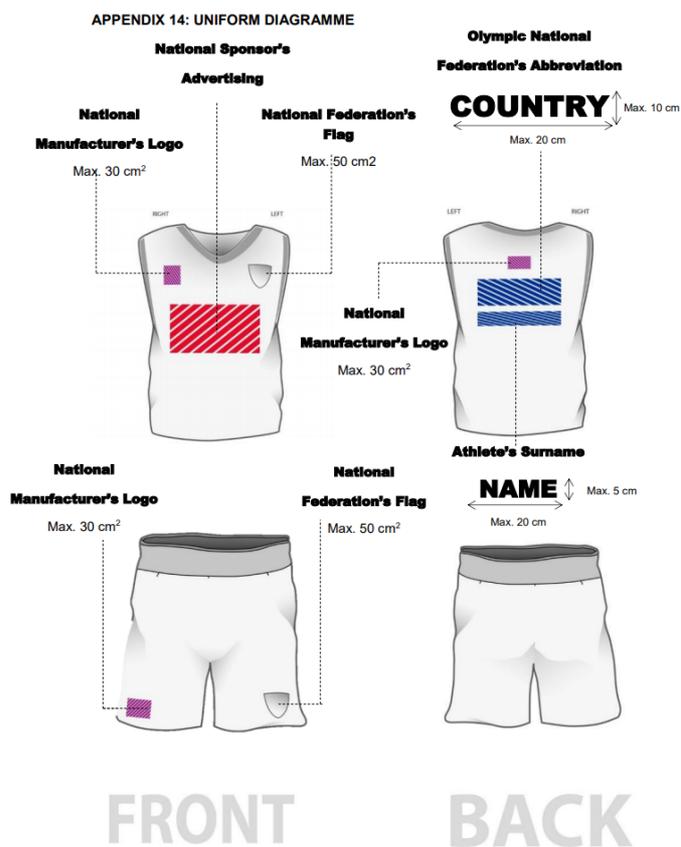


Abbildung 3: Boxdress AOB (AIBA, 2019, S. 105)

1.12 Grundschräge

Beim Boxen werden nur Schlräge mit den Hnden ausgeföhrt. Es wird zwischen Geraden, Seithaken und Aufwärtshaken unterschieden. Diese stellen die Grundschräge dar. Jeder Schlag kann zum Kopf und zum Körper geschlagen werden. In Tabelle 8 sind diese aufgelistet.

Tabelle 8: Grundschräge Boxen

Jab (Föhrrhand Gerade)	Ein gerader Schlag mit der Föhrrhand. Verläuft auf der sagittal Ebene von anterior zu posterior
Cross (Schlaghand Gerade)	Ein gerader Schlag mit der Schlaghand. Verläuft in der Sagittalebene von anterior zu posterior
Lead Hook (Föhrrhand Seithaken)	Mit der Föhrrhand geschlagen, verläuft in der transversalen Ebene, seitlich geschlagen
Rear Hook (Schlaghand Seithaken)	Mit der Schlaghand geschlagen, verläuft auf der transversalen Ebene, seitlich geschlagen
Lead Uppercut (Föhrrhand Aufwärtshaken)	Mit der Föhrrhand geschlagen. Von unten nach oben geschlagen. Verläuft in der Sagittalebene auf der longitudinal Achse
Rear Uppercut (Schlaghand Aufwärtshaken)	Mit der Schlaghand geschlagen, von oben nach unten. Verläuft in der sagittal ebene und in der longitudinal Achse

Quelle: mod. n. Thomson (2015, S. 103)

1.13 Hintergrund der Arbeit

Die Forschung hinsichtlich Boxsport ging in der Vergangenheit eher auf seine Risiken und Gefahren ein (Davis, 2012). Davis macht dafür die häufigen Änderungen des Formates (Rundendauer, Rundenanzahl) verantwortlich. Die besterforschten Themen abseits von Verletzungen sind die Reaktionen der Herzfrequenz und des Laktates auf Boxkämpfe, das physiologische Profil, Wettkampfdiäten und der Energieverbrauch eines Boxtrainings (Davis, 2012). Der Autor führt darüber hinaus an, dass die vorhandenen Daten durch die Regeländerungen, den Faktor Gewichtsklasse und die fragwürdige Methodik einiger Studien schwer zu beurteilen sind. Darum ist es wichtig, Bewegungsanalysen (Aktivitätsprofile) von Boxkämpfen zu erstellen, um die Anforderungen exakt zu definieren, die an den Boxer gestellt werden. Die physiologischen Reaktionen von Boxkämpfen, können zudem besser interpretiert und verglichen werden, wenn Informationen zu den Aktivitätsprofilen der jeweiligen Kämpfe vorhanden sind. Aufgrund des Wissens über die Anforderungen von Boxkämpfen, können bessere Trainingsmaßnahmen getroffen werden, um die Leistung der Boxer zu verbessern. Da es nicht möglich ist, die Atemgase, die Herzfrequenz und das Laktat während offizieller Kämpfe zu messen, können über das analysierte Aktivitätsprofile von Boxkämpfen Kampfsimulationen erstellt werden. Bei diesen ist es möglich, die physiologischen Reaktionen exakt zu messen (Davis, 2012).

Das Ziel eines Boxers ist es, einen klaren Treffer zu landen und im Gegenzug nicht getroffen zu werden (Guidetti et al., 2002). Um in diesem Sinne erfolgreich zu sein, bedarf es eines hohen Niveaus an technisch-taktischen Fertigkeiten und einer guten, allgemeinen Fitness (Davis & Beneke, 2013). Amateurboxen ist durch kurze, intensive Intervalle innerhalb der Runden und kurzen Pausen, die keine vollständige Regeneration ermöglichen, charakterisiert (El-Ashker & Nasr, 2012). Um das Training von Boxern optimal zu gestalten ist es daher wichtig, die metabolischen Anforderungen des Boxkampfes zu kennen. Ebenso könnte ein Review der physiologischen Eigenschaften von Boxern offenlegen, welcher Trainingszustand notwendig ist, um die Weltspitze zu erreichen (Chaabène et al., 2015).

Daher soll dieses Review den aktuellen Forschungsstand hinsichtlich des Aktivitätsprofils, der physiologischen Reaktionen von Boxkämpfen und die aerobe Kapazität von Boxern abbilden.

1.14 Methoden

Die nachstehende Arbeit ist in Form eines narrativen Reviews verfasst. Dazu wurde die Datenbank PubMed mittels der Begriffe „boxing“ AND „activity profil“, „performance“, „physiological“ durchsucht. Als geeignet erscheinende Titel wurden ausgewählt und über die Funktion „Similar Articles“ weitere Arbeiten gesucht. In den Literaturverzeichnissen der Arbeiten wurde nach weiterer Literatur gesucht.

Die überwiegende Mehrheit der Arbeiten der aktuellen Literatur bezieht sich auf männliche, erwachsene Amateurboxer unterschiedlicher Leistungsklassen. Vereinzelt wurden auch Master- und Doktorarbeiten beachtet, aus denen wiederum veröffentlichte Studien hervorgingen. Nur Arbeiten in englischer oder deutscher Sprache wurden miteinbezogen.

1.15 Forschungsfrage

Die Forschungsfrage lautet daher „Wie setzt sich das Aktivitätsprofil von Amateurboxkämpfen zusammen, welche physiologischen Reaktionen folgen darauf und wie hoch ist die aerobe Kapazität von Amateurboxern?“

2 Hauptteil

Leistungsaspekte

Eine Methode, um die technisch-taktischen Aspekte eines Wettkampfes zu definieren ist die „Notational Analysis“ (Analyse der Leistungsaspekte). Hier werden relevante Aspekte der Handlungen von Sportlern analysiert und (via Indikatoren) ausgedrückt (Hughes & Bartlett, 2002). Anders ausgedrückt versteht man darunter die Analyse der Bewegungsmuster und der Wettkampfstrategie und -taktik. Dadurch können beispielsweise erfolgreiche Strategien identifiziert und im nächsten Wettkampf eingesetzt werden (Hughes & Franks, 2004). Im Wesentlichen ist sie eine objektive Methode, um einen Wettkampf aufzuzeichnen und die relevanten Aspekte reliabel und konsistent zu quantifizieren (Hughes & Bartlett, 2008). Im Falle von Schlagsportarten (z.B. Tennis) beziehen sich diese charakteristischen Indikatoren etwa auf die Art des Schlages: die Art des Schlages, seine Häufigkeit und den Schlagerfolg (erfolgreich oder nicht) (Hughes & Bartlett, 2002). Die Wettkampfanalyse erlaubt es in diesem Beispiel, zwischen Spielern unterschiedlicher Leistungsniveaus anhand der Schlagcharakteristik zu unterscheiden (Malagoli Lanzoni et al., 2014)

Laut Hughes und Franks (2004) sollten neben technisch-taktischen Aspekten auch physische und psychische Elemente in die Analyse inkludiert werden. Bezogen auf den Boxsport ist ein technisch-taktisches Element etwa eine bestimmte Grundtechnik. In Abgrenzung dazu ist das Fallenlassen der Deckung beispielsweise eine physisch-psychische Verhaltensweise.

Die Wettkampfanalyse ist als Grundbedingung der Trainingssteuerung zu verstehen und hat dadurch ihren Anteil an der Trainingswissenschaft (Kröpfl, 2013). Aus diesem Grund ist sie auch für den Boxsport relevant und wird im ersten Kapitel dieser Arbeit umfassend behandelt.

2.1 Aktivitätsprofil

Dieses Kapitel befasst sich mit der sportartspezifischen Analyse der technischen Aspekte des Amateur-Boxkampfes. Das Ziel darin besteht zu ermitteln, welche äußeren Anforderungen an den Boxer gestellt werden. Dabei ist es wichtig, quantifizierbare Information (zum Beispiel die Anzahl der Schläge) über eine Sportart festzustellen, um diese (zum Beispiel für einen spezifischen Leistungstest) simulieren zu können. Darüber

hinaus kann dadurch bestimmt werden, welche Faktoren über Sieg oder Niederlage entscheiden. Wie sich gewisse Parameter allgemein im Wettkampfverlauf oder bezogen auf einen Boxer (in Form von Ermüdung) verändern. Und auf welche Parameter sich der Boxer im Training konzentrieren muss. Bisher sind jedoch nur wenige Studien zu diesem Thema publiziert worden. Davis (2012) nennt als mögliche Gründe dafür häufige Reformen des Wettkampfformates (Rundenanzahl und –dauer) und der Regeln (Wertungssystem).

Davis et al. (2013, 2015, 2017) publizierten die meisten Studien hinsichtlich eines „Aktivitätsprofils“ von Boxern. Sie differenzieren dabei zwischen Leistungsniveau, Geschlecht und Wertungssystem. In ihren Arbeiten untersuchen sie die offensiven, defensiven und zeitabhängigen (zum Beispiel die Stoppzeit) Parameter. Was die Beinarbeit betrifft, beschäftigen sie sich nur mit den vertikalen Hüftbewegungen. Das wird gemeinhin als „Hüpfen am Stand“ verstanden. Sie ziehen jedoch nicht die horizontalen Hüftbewegungen, also die Schritte, die den Boxer im Ring bewegen, in ihre Analyse mit ein. Ebenso wenig tun dies die anderen Publikationen auf diesem Gebiet (Dunn et al., 2017; El Ashker, 2011). Diese sind jedoch laut Thomson (2015) zentraler Bestandteil des Boxkampfes und sollten miteinbezogen werden, damit die Wettkampfanalyse valide und reliabel ist. Die vertikalen Bewegungen, auch als „bouncing“ bezeichnet, sind jedoch auch aus physiologischer Sicht nach Thomson vernachlässigbar. Eine Erklärung für diesen Unterschied hinsichtlich der Analyse der Beinarbeit liefert ein Blick auf die verwendete Methodik. Davis et al. (2013, 2015, 2017), Dunn et al. (2017) und El Ashker (2011) analysierten Videos von Boxkämpfen, Thomson (2015) verwendete zusätzlich ein GPS-System, um die Bewegungen der Boxer im Ring aufzeichnen zu können. Die aufgezeichneten Videos der Boxkämpfe in den Studien, die in dieser Arbeit behandelt werden, wurden in verzögerter Wiedergabegeschwindigkeit angesehen und anschließend analysiert.

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der relevanten Studien auf diesem Gebiet wiedergegeben.

Als Aktivitätsrate definiert Davis et al. (2013, 2015, 2017) offensive und defensive Handlungen und vertikale Hüftbewegungen im Verhältnis zur Zeitdauer, in der der Kampf nicht unterbrochen war und sich die Boxer nicht im Clinch befanden. Dunn et al. (2017) definieren in ihrer Studie mit dem Parameter Interaktionszeit einen ähnlichen Begriff. Hier führen sie die Zeit an, in der die Boxer offensive und defensive Handlungen durchführen.

Davis et al. (2013, 2015, 2017) definieren die vertikale Verschiebung des Körperschwerpunktes (leichtes, federndes Springen am Stand) als vertikale Hüftbewegungen. Dunn et al. (2017) geben die Zeit an, in der Boxer am Stand federn.

In den Arbeiten von Davis et al. (2013, 2015, 2017) wird eine „Aktivität zu Unterbrechung“ Rate angegeben. Diese zeigt die Anzahl der Handlungen bezogen auf eine Unterbrechung an.

2.1.1 Methoden der Studien

Die Videos von Boxkämpfen wurden von 1-5 Experten analysiert. Dabei wurde die Zeitlupen-Funktion verwendet, die Kämpfe wurden phasenweise in $\sim 0,2$ Sekunden Intervallen wiedergegeben und die Analysten schauten sich die Kämpfe mehrere Male an. Diese waren entweder Boxtrainer (Davis et al., 2013, 2015), Analysten, die mit Boxtrainern in Kontakt standen (Dunn et al. 2017) oder Schiedsrichter im Boxen (El Ashker, 2011), die Pilotphasen absolvierten (Dunn et al. 2017, El Ashker, 2011). Die Zuverlässigkeit der Analysen bzw. Analysten wurde in einigen Studien mittels Interrater- und oder Intrarater Reliabilität überprüft (Davis et al., 2013, 2015, 2017; Dunn et al., 2017; El Ashker, 2011). Der Pearson-Korrelationskoeffizient war für alle Arbeiten $> 0,90$. Thomson et al. (2013) entwickelten eine eigene, reliable Methode zur Analyse von Boxkämpfen.

Das Gewicht der analysierten Boxer befand sich im Durchschnitt zwischen 62,6 – 71,7 kg mit Standardabweichungen von 4,1–16,5 kg (Davis et al., 2013, 2015, 2018; Dunn et al., 2017; Thomson & Lamb, 2017). Es wurden also Boxkämpfe von unterschiedlichen Gewichtsklassen analysiert.

Die Teilnehmeranzahl der Studien lag zwischen 26 und 84 Sportlern.

Das Alter der Boxer lag zwischen 19,3–25,1 Jahren. Die Standardabweichung schwankte zwischen 1,4–3,6 Jahren.

Teilweise wurden von Turnieren wie den Olympischen Spielen oder der Weltmeisterschaft nur eine gewissen Anzahl der Kämpfe analysiert (Davis et al., 2015, 2018).

In den Arbeiten von Davis et al. (2013) und El Ashker (2011) waren die dort genannten Sieger nicht die offiziellen Gewinner der Kämpfe, die durch die Punkterichter bestimmt wurden, sondern diejenigen, die nach der Analyse im Zuge der Studie mehr Treffer landen konnten.

2.1.2 Ergebnisse

In den folgenden Tabellen finden sich die Ergebnisse für das Aktivitätsprofil, die Aktivität im Kampfverlauf und die Unterscheidung zwischen Siegern und Verlierern.

Tabelle 9: Aktivitätsprofil

Referenz	Aktivitätsrate ¹	Schläge ²	Verteidigungen ³	Hüftbewegung ⁴	Rundendauer ⁵	Stichprobe
Davis et al. (2015)	~ 1,4	~ 20	~ 2,5	~47	~ 200	Olympische Spiele
Davis et al. (2013)	~ 1,2	~ 22	~ 3,8	~37	Keine Angabe	Anfänger
Davis et al. (2018)	~ 1,55	~ 21	~ 3,6	~ 56	~ 184	Weltmeisterschaft
Thomson & Lamb (2017)	Keine Angabe	~ 25	~ 10	Keine Angabe	Keine Angabe	Regionales und nationales Niveau
El Ashker (2011)	Keine Angabe	~ 16	~ 1,9	Keine Angabe	Keine Angabe	Ägyptische Staatsmeisterschaft
Dunn et al. (2017)	Interaktionszeit: 92 ⁶	~ 26	~ 10,1	49 Sekunden	~ 183	Australische Staatsmeisterschaften
Kapo et al. (2008)	Keine Angabe	~ 20	~ 7	Keine Angaben	Keine Angaben	Bosnische Meisterschaft

¹ pro Sekunde

² pro Minute

³ pro Minute

⁴ pro Minute

⁵ in Sekunden

⁶ in Sekunden pro Runde (Interaktion = schlagen, verteidigen)

Tabelle 10: Verlauf Aktivität

Referenz	Schläge	Hüft- bewegungen	Aktivität zu Unter- brechungen	Aktivitätsrate	Stichprobe
Davis et al. (2015)	<p>↑R1:R2 p<0,23</p> <p>↓R2:R3 p< 0,39</p>	<p>↑R1:R2 p<0,002</p> <p>↑R1:R3 p<0,039</p>	<p>↓R1:R3 p=0,004</p> <p>↓R2:R3 p=0,004</p>	<p>↑R1:R2</p> <p>↑R1:R3 p< 0,001</p>	Olympische Spiele
Davis et al. (2013)	<p>↓R1:R2 p=0,02</p>	<p>↓ R1:R2:R3 p=0,01; 0,03; 0,0</p>	<p>↓R1:R2 p<0,05</p>	konstant	Anfänger
Davis et al. (2017)	konstant	kein signifikanter Unterschied	<p>↓R1:R2/3 p<0,001 p<0,001</p>	<p>↑R1:R2/3 p<0,001 p<0,002</p>	Weltmeisterschaft
Dunn et al. (2017)	kein signifikanter Unterschied	<p>↓R1:R2 p<0,001</p> <p>↑R1:R3 p<0,001</p>	<p>↑Stoppzeit R1:R2:R3 p<0,05</p>	<p>Interaktionszeit ↑R1:R3 p<0,05</p>	Australische Meisterschaften
EI Ashker (2011)	<p>Verlierer ↓R1:R3</p>	Keine Angaben	Keine Angaben	Keine Angaben	Ägyptische Meisterschaften

Tabelle 11: Unterscheidung Sieger Verlierer

Fuß-note	Schläge	Treffer	Taktik	Schlag- genauigkeit	Verteidigung
7	Keine Angabe	Sieger nur in R3 mehr p=0,041 14% der Kämpfe: Verlierer mehr (22,8 +- 16)	Schlaghand (vor allem Seithaken) einsetzen	Sieger höher in R3 p=0,027	Sieger weniger in R2 p=0,036
8	Sieger mehr in R 2/3 p=0,047;0,02 Sieger mehr Kombinationen in R1/2/3 p=0,0;0,009; 0,001	Sieger: mehr in R1/2 p=0,006; 0,009 19% der Kämpfe: Verlierer mehr (18 +- 11)	Hohe Rate von Angriffen Gegenangriff nach Verteidigung 3er Schlagkombinationen häufig einsetzen	Sieger genauer in R1 p=0,002	Keine Angabe

⁷ Davis et al. (2015); Olympische Spiele

⁸ Davis et al. (2013); Anfänger

9	Kein signifikanter Unterschied	Sieger mehr in R3 p<0,05 Effektstärke: N2p: 0,817 20% Kämpfe Verlierer mehr (8.5 ± 9.3)	Einsatz vor allem gerader Hände, Vorwiegend lange Distanz Klar ersichtliche Treffer Luftschläge vermeiden	Sieger schlugen in R3 genauer p<0,05 Effektstärke: n2p: 0,822 Verlierer schlechter in R2/3 p<0,015	Keine Angabe
10	Sieger generell mehr	keine Angabe	Offensive Strategie	Sieger höher	Sieger weniger mit Armen und Oberkörperbewegungen
11	Sieger: mehr in R2/3 p < 0,05 Sieger: mehr Kombinationen in 2 Runden p<0,05 Verlierer weniger in R3	Keine Angabe	Für Sieg erforderlich mehr zu schlagen Verteidigung verbinden mit Gegenangriff	Sieger: höher in 2 von 3 Runden p<0,05	Sieger: effizienter in 2/3 Runden p<0,05 Verlierer: signifikante Reduktion in R3

⁹ Davis et al. (2017); Weltmeisterschaft

¹⁰ Thomson und Lamb (2017); Regional und National

¹¹ El Ashker (2011); Ägyptische Staatsmeisterschaften

	als in R1				
12	Kein signifikanter Unterschied	Kein signifikanter Unterschied	Schlaggenauigkeit und vertikale Hüftbewegungen wurden von den Richtern als Überlegenheit ausgelegt	Sieger trafen in jeder Runde mehr von ihren Schlägen p<0,001 p=0,007 p= 0,007	Keine Angabe

Schlagfrequenz

Die analysierten Boxkämpfe setzen sich aus durchschnittlich 16 – 26 Schlägen pro Minute zusammen (Davis et al., 2013, 2015, 2018; Dunn et al., 2017; El Ashker, 2011; Kapo et al., 2008; Thomson & Lamb, 2017). 4 von 7 Studien ergaben eine Schlagrate von 20–22 Schlägen pro Minute (Davis et al., 2013; 2015; 2017; Kapo et al., 2008).

Verteidigungshandlungen

Die Analyse hinsichtlich der Verteidigungshandlungen ergab eine Frequenz von 1,9–10 pro Minute. Davis et al. (2013, 2015, 2017) ermittelten in ihren Arbeiten eine Rate von 2,5 – 3,8.

Aktivitätsrate

Davis et al. (2013, 2015, 2017) fanden eine Aktivitätsrate von 1,2–1,55 Aktionen pro Sekunde. Nur Dunn et al. (2017) definiert mit der Interaktionszeit einen ähnlichen Begriff. Hier konnten die Autoren 92 Sekunden pro Runde feststellen.

Rundendauer

In den Arbeiten von Davis et al. (2015, 2018) und Dunn et al. (2017) berechnen die Autoren eine durchschnittliche Rundendauer von 183–200 Sekunden.

Vertikale Hüftbewegungen

¹² Dunn et al. (2017); Australische Staatsmeisterschaften

Davis et al. (2013, 2015, 2018) fanden zwischen 37 und 56 vertikale Hüftbewegungen pro Runde. Dunn et al. (2017) ermittelten, dass die Boxer durchschnittlich 49 Sekunden pro Runde am Stand sprangen.

Änderungen über den Kampfverlauf

Die Aktivitätsrate stieg in der Arbeit von Davis et al. (2015) von Runde 1 zu Runde 2 und von Runde 1 zu Runde 3 ($p < 0,001$). Davis et al. (2017) berichten von einer Steigung der Aktivität von Runde 1 zu Runde 2 sowie von Runde 1 zu Runde 3 ($p < 0,001$; $0,002$). Dunn et al. (2017) stellt eine signifikante Steigung der Interaktionszeit von Runde 1 zu Runde 3 fest ($p < 0,05$). Davis et al. (2013) stellen keine Änderung der Aktivitätsrate fest.

Davis et al. (2013) finden eine sinkende Aktivität zu Unterbrechungs-Rate von Runde 1 zu Runde 2 ($p < 0,05$). Davis et al. (2015) stellen eine sinkende Rate von Runde 1 zu Runde 3 ($p = 0,004$) und von Runde 2 zu Runde 3 ($p = 0,004$) fest. In Davis et al. (2017) Analyse sinkt die Rate von Runde 1 zu Runde 2 ($p < 0,001$) und von Runde 1 zu Runde 3 ($p < 0,001$).

Dunn et al. (2017) führen keine Aktivität zu Unterbrechung Rate an. Sie stellen aber fest, dass die Zeit in der der Kampf während der Runde unterbrochen wurde über den Kampfverlauf signifikant ansteigt ($p < 0,05$).

Schlaganzahl

Davis et al. (2015) fanden eine aufsteigende Schlaganzahl von Runde 1 zu Runde 2 ($p < 0,23$) und eine abnehmende Schlaganzahl von Runde 2 zu Runde 3 ($p < 0,039$). Davis et al. (2103) entdeckten eine abnehmende Schlaganzahl von Runde 1 zu Runde 2 ($p = 0,025$). El Ashker (2011) fand eine signifikant abnehmende Schlaganzahl nur für Verlierer in Runde 3 verglichen mit Runde 1. Davis et al. (2017) und Dunn et al. (2017) fanden keinen Unterschied in der Schlaganzahl hinsichtlich der einzelnen Runden.

Unterscheidung zwischen Siegern und Verlierern

In 3 von 5 Arbeiten schlugen die Sieger signifikant mehr Schläge als die Verlierer in 2 von 3 Runden oder insgesamt ($p = 0,047$, $0,02$; $p < 0,05$) (Davis et al., 2013; El Ashker, 2011 Thomson & Lamb 2017).

Bezüglich der Trefferrate von Siegern und Verlierern treffen in 1 von 4 Arbeiten die Sieger signifikant mehr Schläge in 2 von 3 Runden ($p = 0,006$; $0,009$) (Davis et al., 2013). In 2 von 4 Arbeiten treffen die Sieger in 1 Runde mehr Schläge ($p = 0,041$, $p < 0,05$; Effektstärke = $0,817$) (Davis et al., 2015, 2017). In 1 von 4 Arbeiten gibt es keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Treffer.

1 von 5 Arbeiten weist nach, dass Sieger in jeder Runde verhältnismäßig mehr von ihren Schlägen treffen ($p < 0,001$; $p = 0,007$; $p = 0,007$) (Dunn et al., 2017). 1 von 5 Arbeiten zeigt, dass Sieger in 2 von 3 Runden eine höhere Schlaggenauigkeit aufweisen ($p < 0,05$) (El Ashker, 2011). 3 von 5 Arbeiten zeigten, dass Sieger in 1 von 3 Runden eine höhere Schlaggenauigkeit hatten ($p = 0,027$; $0,002$; $p < 0,05$ Effektstärke = $0,822$) (Davis et al., 2013, 2015, 2017). Thomson & Lamb (2017) geben an, dass Sieger statistisch gesehen eine höhere Schlaggenauigkeit hatten als Verlierer.

2.2 Aerobe Kapazität

Tests zur Messung der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) sind populär und gelten als reliable Methoden, um die kardiovaskuläre Fitness zu messen (Cooper & Shafer, 2019). Es gibt unterschiedliche Methoden im Labor und im Feld, um die kardiovaskuläre Fitness zu messen. Das Bruce Protokoll am Laufband und die indirekte Kalorimetrie gehören beispielsweise zu den bekanntesten Methoden im Labor (Cooper & Shafer, 2019). Die höchste Validität bieten Ausbelastungstests am Laufband oder Ergometer, bei denen der O_2 Wert der ausgeatmeten Luft gemessen wird (Bruce et al., 1973). Die exakteste Möglichkeit, die kardiorespiratorische Fitness zu berechnen, ist die VO_{2max} direkt zu messen (Sørensen et al., 2020).

Aerobe Kapazität von Boxern

Boxen ist ein hochintensiver, intermittierender Kampfsport, der über die Dauer des Kampfes hauptsächlich auf die aerobe Energiebereitstellung angewiesen ist (Davis et al., 2014). Außerdem ist das aerobe System für die Regeneration bzw. die Wiederherstellung der energiereichen Phosphate während der Pausen zuständig (Chamari & Padulo, 2015; Davis et al., 2014; Nassib et al., 2017). Die aerobe Kapazität beeinflusst die Ausdauer und hat damit Einfluss auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber der Ermüdung und die Aufrechterhaltung der hohen Intensität des Boxkampfes (Gosh et al., 1995). Während eines Boxkampfes kann die Intensität auf bis zu 85-100% der VO_{2max} ansteigen (Gosh, 2010). Bruzas et al. (2014) fanden in ihrer Studie eine Korrelation zwischen der maximalen aeroben Kapazität und ihrem sportlichen Erfolg. Aufgrund der Wichtigkeit der aeroben Kapazität im Boxsport werden in diesem Kapitel die VO_{2max} Werte von Boxern recherchiert. Sie sollen Trainern und Sportwissenschaftlern als Richtwerte dienen und zeigen, welches Niveau notwendig ist, um auf Weltklassenniveau zu bestehen.

2.2.1 Methoden der Studien

In diesem Abschnitt wurden, zwecks besserer Vergleichbarkeit, grundsätzlich die aerobe Kapazität der Boxer mittels Stufentest am Laufband untersucht. Die einzige Ausnahme stellt die Arbeit von Nassib et al. (2017) dar. Hier wurde eine Ergometrie am Fahrrad durchgeführt: Diese Arbeit wurde trotzdem integriert, da sie am ägyptischen Nationalteam durchgeführt wurde. Darüber hinaus ist die Strichprobe unterteilt in Hochleistungssport (Nationalkader) und Leistungssport (Wettkämpfe bestritten, aber kein Nationalkader). Die Protokolle für den Ausbelastungstest waren in jeder Studie verschieden. Die $VO_2\text{max}$ wurde über den Durchschnitt von 30 Sekunden berechnet, nachdem die Sauerstoffaufnahme ein Plateau bildete (Friedmann et al., 1999). Auch Guidetti (2002) definierte die $VO_2\text{max}$ als erreicht, nachdem die Sauerstoffaufnahme trotz Belastungssteigerung ein Plateau bildete. Zusätzlich musste die maximale Herzfrequenz ($220 - \text{Lebensalter}$) und der respiratorische Quotient $> 1,15$ erreicht sein.

Hinsichtlich des Geschlechts der Probanden ist anzunehmen, dass diese in den Arbeiten männlich waren, da die Teilnahme von Frauen nicht explizit erwähnt wurde.

Bezüglich des Alters der Boxer geben Arseneau et al. (2010), Davis et al. (2013), El Ashker et al. (2018), Friedmann et al. (1999), Guidetti (2002), Khanna & Manna (2006), Nassib et al. (2016) einen Altersdurchschnitt von über 18 Jahren an.

Die Teilnehmeranzahl reicht von 8 bis 30 und ist in den nachstehenden Tabellen einzusehen.

Das durchschnittliche Gewicht der Boxer aus den Studien reicht von 70–80 kg, die Standardabweichung von 6–16 kg und ist in Tabelle 12 einzusehen.

2.2.2 Ergebnisse

In den nachfolgenden Tabellen sind die relativen VO₂max Werte für Leistungssportler und Anfänger angeführt.

Tabelle 12: aerobe Kapazität Leistungssport

Autor	Stichprobe	Teilnehmer	Körpergewicht kg	VO ₂ max ml/kg/min
Friedmann et al. (1999)	Deutsches Nationalteam	29	76 ± 16	61 ± 6
Bruzas et al. (2014)	Litauisches Nationalteam	12	79.2 ± 13.8	58,03 ± 3
Guidetti (2002)	Internationale Wettkämpfe	8	75 - 81	57,5 ± 4,7
Khanna & Manna (2006)	Indisches Nationalteam	30	76.7 ± 10.9	61,7 ± 9
Nassib et al. (2017)	Tunesisches Nationalteam	15	72,46 ± 11.86	65,44 ± 1,99 (Fahrradergometer)

Tabelle 13: aerobe Kapazität Anfänger

Autor	Boxkämpfe	Teilnehmer	Körpergewicht kg	VO2max ml/kg/min
Finlay et al. (2018)	31 ± 12	9	69.7 ± 8.22	55,03 ± 6,1
Davis et al. (2013)	8,2 ± 0,8	10	70.6 ± 5.7	59,8 ± 4,3
Arseneau & Leger (2010)	13,0 ± 9,5	9	71,4 ± 10,9	62,2 ± 4,1
El-Ashker et al. (2018)	12 - 27	11	74.9 ± 8.6	55,45 ± 6.9

Die aerobe Kapazität der Boxer der Nationalteams befand sich zwischen ~ 57,5–65,44 ml/kg/min.

Die Werte von Anfängern, also Boxern, die bislang nur nationale Wettkämpfe bestritten haben, befinden sich zwischen 52,2–62,2 ml/kg/min.

2.3 Physiologische Reaktionen

Um die Anforderungen zu verstehen, die ein Boxkampf an den Sportler stellt, wäre es nützlich, den kardiovaskulären Aufwand und die Rolle des anaeroben Metabolismus zu bestimmen, der während eines Kampfes notwendig ist. Diese Werte sind wichtig, um das Training des Boxers zu steuern (Faude et al., 2007). Ausgehend von dieser Information ist es möglich, die Stärken und Schwächen des Athleten zu identifizieren (Ribeiro et al., 2006). Die Messung der Herzfrequenz stellt eine einfache und kostengünstige Möglichkeit dar, das physiologische Profil der sportspezifischen Performance zu evaluieren und die physiologischen Anforderungen einer Sportart zu bestimmen (Meyer et al., 2005). Allerdings sind bislang nur wenige Arbeiten zum physiologischen Profil von Kampfsportarten publiziert worden (Bellinger et al., 1997).

Um Boxer korrekt auf den Wettkampf vorzubereiten ist es wichtig, die dominierende Art der Energiebereitstellung des Boxkampfes zu kennen. Dieses Wissen könnte Sportwissenschaftlern und Trainern helfen, maßgeschneiderte Trainingsprogramme zu erstellen, die die entsprechende Energiebereitstellung widerspiegeln (El-Ashker et al., 2018). Klarerweise ist es während eines Boxkampfes nicht möglich, die Sauerstoffaufnahme via Atemmaske zu messen. Deshalb wird die Sauerstoffaufnahme anhand von Boxsimulationen, Herzraten Korrelationen oder anderen Methoden geschätzt.

Da die Popularität von Kampfsport steigt, ist es wichtig das physiologische Profil des Sports zu definieren (Imamura et al., 1997). Aus diesem Grund wird im folgenden Kapitel die Reaktion auf Boxkämpfe, Sparrings und Boxtest beleuchtet.

Physiologische Reaktionen von Boxkämpfen

Im nächsten Abschnitt sind Studien, die sich mit den Reaktionen von Boxkämpfen in Form der Herzfrequenz-, Laktat- und Sauerstoffaufnahmewerte auseinandersetzen, angeführt. Das Motiv hinter diesen Arbeiten war es, die Intensität von Boxkämpfen und teilweise auch die Art der Energiebereitstellung, zu ermitteln. Einige wenige offizielle Boxkämpfe wurden untersucht (Blutabnahme nach Ende des Kampfes), weil die Regeln der AIBA das Tragen eines Herzfrequenzgurtes oder die Blutabnahme während der Pause verbieten. Die Sauerstoffaufnahme kann durch das Tragen einer Maske bei Boxkämpfen nicht gemessen werden. Aus diesem Grund werden hauptsächlich Sparrings (Trainingswettkämpfe ohne Wertung) durchgeführt. Hier kann die Herzfrequenz und das Blutlaktat gemessen werden. Zusätzlich können Belastungstests gemacht werden, um die maximale Herzfrequenz zu erfassen. Trotzdem kann ein Sparring nicht als Ersatz für einen Wettkampf betrachtet werden, da dieser aufgrund der emotionalen Ausnahmesituation vermutlich intensiver ist.

Des Weiteren wurden Simulationen von Boxkämpfen erstellt, bei denen das Aktivitätsprofil von echten Kämpfen, ohne Gegner nachgestellt wurde. Hier konnte zusätzlich die Sauerstoffaufnahme gemessen werden.

Die Arbeiten behandeln grundsätzlich erwachsene, männliche Amateurboxer.

2.3.1 Methoden der Studien

Boxkampf

In Tabelle 14 sind die Laktatwerte unmittelbar nach Wettkämpfen angeführt. Da das Tragen eines Brustgurtes von der AIBA verboten ist, konnten keine Herzfrequenzwerte erhoben werden. Hanon et al. (2015) analysierten die Blutlaktatwerte von offiziellen Testwettkämpfen zwischen verschiedenen Nationalteams. Davis et al. (2013) untersuchten Boxkämpfe von Anfängern. Smith (2006) verfasste eine Reviewarbeit, worin er Blutlaktatwerte nach Boxkämpfen mit unterschiedlichen Wettkampf- und Wertungsformaten anführt. Er fügt den Werten allerdings keinen genauen Quellenverweis bei.

Wettkampfformat und Wertungssystem

Die Rundendauer und die Rundenanzahl variierten in den angeführten Studien stark und reichten von 5 x 2 – 3 x 3 Minuten (Hanon et al., 2015; Smith, 2006).

Hinsichtlich des untersuchten Wertungssystems wurde in der von Smith (2006) zitierten Arbeit, die das 3 x 3 Minuten Format untersuchte, und in der Arbeit von Hanon et al. (2015) die ebenfalls das 3 x 3 Minuten Format untersuchten, das 10 Point Must System verwendet. In den übrigen Arbeiten wurde das „Computer Scoring“ System (Punkt pro Treffer) eingesetzt (Davis et al., 2013; Smith, 2006).

Blutabnahme

In den Studien, die Smith (2006) zitierte, wurden durchschnittlich ~ 4 Minuten nach Ende des Kampfes Blut abgenommen. Davis et al. (2013) und Hanon et al. (2015) nahmen 3 Minuten nach Ende des Kampfes Blut ab.

Teilnehmeranzahl

Diese lag in den nachstehenden Arbeiten zwischen 16 und 130. Allerdings sind die 130 Teilnehmer in der Arbeit von Smith (2006) auf die Summe der Teilnehmer der von ihm zitierten Studien bezogen.

Teilnehmer

Die Arbeiten behandelten fast ausschließlich erwachsene, männliche Amateurboxer. Die Boxer kämpften entweder auf internationalem Niveau (Smith, 2006; Hanon et al. 2015) oder hatten eine durchschnittliche Anzahl von 7 Kämpfen (Davis et al. 2013).

Das durchschnittliche Alter der Probanden betrug in jeder Studie mindestens 18 Jahre. Hanon et al. (2015) und Davis et al. (2013) gaben das durchschnittliche Gewicht der Probanden mit 67 bzw. 62,6 kg an.

Bei der Arbeit von Smith (2006) handelt es sich um ein Review der Literatur. Der Autor gibt keinen exakten Quellenverweis bei den angeführten Laktatwerten an.

Sparring

Als Sparring wird ein Kampf im Training ohne Wertung bezeichnet. In Tabelle 15 sind die Herzfrequenz- und Laktatwerte von Sparrings angeführt. VO₂ Werte wurden entweder durch Korrelationen mit Herzfrequenzwerten während Stufentests berechnet (Barbosa de Lira et al., 2013) oder nach den Sparrings gemessen (Arseneau & Leger, 2010).

Wettkampfformat

Sparrings in sämtlichen Wettkampfformaten (4 x 2, 3 x 3, 4 x 3, 3 x 2) wurden untersucht.

Teilnehmeranzahl

Die Teilnehmeranzahl der Studien betrug zwischen 6 - 21 Boxern.

Leistungsniveau

Anfänger (de Lira et al., 2013), regional (Arseneau & Leger, 2010), international (Cunniffe et al., 2017).

Laktat, Herzfrequenz und Sauerstoffaufnahme

Der Laktatwert wurde mittels Blutabnahme unmittelbar bzw. 1-4 Minuten nach dem Sparring gemessen. Die Herzfrequenz wurde durchgehend mittels Pulsgurt gemessen. Die Sauerstoffaufnahme wurde nach dem Kampf gemessen (Arseneau, 2010) oder mittels Herzfrequenz zu Sauerstoff Korrelation berechnet (de Lira et al., 2013).

Probanden

Bis auf die Studie von Khanna und Manna (2006) waren die Boxer im Schnitt mindestens 18 Jahre und maximal 25,9 Jahre alt.

Das Gewicht der Boxer schwankte im Durchschnitt von 63,5 - 84,9 kg (Cunniffe et al. 2017; Coswig et al., 2018)

Die Arbeiten von Arseneau & Leger (2010), Davis (2012) und Dunn (2019) sind Doktor- bzw. Masterarbeiten.

Boxtests

In Tabelle 16 sind die Herzfrequenz-, Laktat- und Sauerstoffaufnahmewerte von Kampfsimulationen dargestellt. Die Autoren der nachstehenden Studien erstellten Kampfsimulationen, die an Tatzen oder Schlagpölstern ausgeführt wurden. Als Vorbild für die Schlagprotokolle dienten Analysen von Boxkämpfen. Kampfsimulationen erlauben die Messung der Sauerstoffaufnahme und können dazu verwendet werden, den Trainingszustand des Boxers zu messen.

Methoden

Das verwendete Wettkampfformat reichte von 3,3 x 2 bis zu 3 x 3 Minuten. Die meisten Simulationen wurden im 3 x 3 Minuten Format durchgeführt.

Die Teilnehmeranzahl der Studien schwankte zwischen 8 und 28.

Leistungsniveau

Jede der Arbeiten ausschließlich der von Smith et al. (2001) testeten Boxer mit Wettkampferfahrung.

Herzfrequenz-, Laktat- und Sauerstoffaufnahmewerte

Die Herzfrequenz wurde mittels Pulsgurt durchgehend aufgezeichnet. Die Laktatabnahme erfolgte sofort bzw. 1 Minute nach Ende der letzten Runde. Die Sauerstoffaufnahme wurde mittels Atemmaske während der Testung aufgezeichnet.

Alter und Gewicht

Im Durchschnitt waren alle Boxer erwachsen, außer in der Arbeit von Dunn et al. (2019). Hier war das Durchschnittsalter 17,5 Jahre.

Das Gewicht reichte von 67,7 – 77,3 kg.

In der Arbeit von Dunn et al. (2019) handelt es sich um eine Doktorarbeit.

2.3.2 Ergebnisse

Tabelle 14: Boxkampf

Autor	Stichprobe	Anzahl Boxer	Abnahme nach Kampfende	Zeitpunkt	Format	Laktat nach Ende mmol/l
Smith (2006)	Inter-nationale Wettkämpfe	130	252 "	1987-2004	3x3 10 PMS ¹³	12,8
					3x3 CP ¹⁴	9,5
					5x2 CP	8,6
					4x2 CP	13,5
Hanon et al. (2015)	National-kader	28	3 '	2015	3x3 10 PMS	13,6 ± 2,4
Davis et al. (2013)	Anfänger	16	3 '	2013	3x2	11,8 ± 2

¹³ Wertungssystem: 10 Point Must System

¹⁴ Wertungssystem: Computer Scoring (Punkt pro Treffer)

Tabelle 15: Sparring

Autor	Format	Anzahl u. Stichprobe	Herzfrequenz pro min.	Laktat mmol/l (nach Ende)	VO ₂ peak (ml/kg/min)
Smith (2006)	4x2 ‘	Inter-nationales Niveau	In R1-4 min. HFmax erreicht (=200; Stufentest)		
Arseneau et al. (2011)	3x2 ‘	9; Regionales Niveau	HFpeak: ~92 ± 4% HFmax (~180) HFmax Laufbandtest ~195 ± 12	9,4 ± 2,2 Stufentest: 10 ± 2,8	nach Ende gemessen: ~43 = 70% Laufbandtest (VO ₂ max Laufband = 66,2 ± 4,1)
Cunniffe et al. (2017)	4x2 ‘	6; inter-nationales Niveau	HFpeak: 189 ± 3,2 HFØ: 164 ± 4,4		
Davis (2012)	3x2 ‘	10; Kämpfe: 8,2 ± 0.8	HFpeak: ~192 HFØ: ~187	max Wert: 12,4 ± 1,7 Stufentest: 10	

Khanna und Manna et al. (2006)	3x2 ‘	21; Indisches Nationalteam, teilweise Junioren	HFØ: ~177	Ø: 8	
Siegler und Hirscher (2010)	4x3 ‘	10; Erfahrung: 7 ± 4 Jahre teilweise Nationalteam	HFpeak: 193 HFØ: 181		

de Lira et al. (2013)	3x2 ‘	6; 2 Jahre Erfahrung	HFpeak: 199 ± 5 = 103% HFmax (Stufentest) HFØ: 181,5 = 94% HFmax (Stufentest): 193 ± 7		VO ₂ peak: 54,6 ± 6,2 = 104% VO ₂ max VO ₂ Ø: 47 = 93% VO ₂ max Berechnung: Korrelation HF:VO ₂ Stufentest VO ₂ max Stufentest: 52,2 ± 7,2
Nassib et al. (2017)	3x3	15; tunesisches Nationalteam	HFØ: 173 ± 7 = 93% Stufentest HFmax Stufentest: 187 ± 6	8,87 +- 2	VO ₂ max: 65 ± 2 (Radergometer)

Coswig et al. (2018)	3x2 ‘	10; Erfahrung: 5 ± 1,5 Jahre	HF nach den Runden: 95% HFmax Stufentest		
----------------------	-------	---------------------------------------	---	--	--

Tabelle 16: Boxtests

Autor	Format	Anzahl u. Stichprobe	Herzfrequenz	Laktat mmol/l (nach Ende)	VO ₂ ml/kg/min
Davis et al. (2014)	3x2 ‘	10; Kämpfe: 8	HFpeak: 179 = 93,5% HFmax HFØ:171 = 89% HFmax HFmax (Stufentest): 192	9,5 Laktat Stufentest: 10	VO ₂ peak: 59 (98,5% von VO ₂ max Stufentest) VO ₂ Ø: 46 VO ₂ max Stufentest = 60
Dunn (2019)	3‘	15; Australien, 1. oder 2. Platz	HFpeak: 174 HFØ: 164	3,15	
Smith et al. (2001)	3x3 ‘	8; Universitäts Boxclub	HFpeak: 184 ± 7	5,7 ± 2,4	

Finlay et al. (2018)	3x3'	9; Kämpfe: 31 ± 12	HFpeak: 165 = 87,5 % HF Stufentest HFØ: 153 81% HFmax Stufentest HFmax Stufentest: 189 ± 5	4,3 ± 2,6	VO ₂ peak: 43,7 = 79,5 % Stufentest VO ₂ Ø: 32,7 = 59,5% Stufentest VO ₂ max Stufentest: 55 ± 6
Thomson und Lamb (2017)	3x3'	28; Boxkämpfe 15 ± 8	HFpeak: 185 HFØ: 173	4,6 ± 1,3	VO ₂ Ø: 41

El-Ashker et al. (2018)	3x3'	11; Kämpfe: 12-27	HRpeak: 182 ± 5 = 92% HRmax Stufentest		VO ₂ Ø: 52,5 =95% VO ₂ max Stufentest
-------------------------	------	-------------------------	--	--	---

Boxkampf

Unabhängig vom Wettkampfformat und dem Wertungssystem wurden Laktatwerte zwischen 8,6 und 13,6 mmol/l erreicht.

Im aktuellen 3 x 3-Minuten-Format mit dem 10PMS wurden Laktatwerte zwischen 12,8 – 13,6 mmol/l erreicht.

Sparring

Die durchschnittliche Herzfrequenz lag zwischen 164 – 187 Schlägen pro Minute.

Der höchste Herzfrequenzwert lag zwischen 180 – 200 Schlägen pro Minute.

Die Laktatwerte nach Ende des Sparrings lagen zwischen 8,87 - 12,4 mmol/l.

Der höchste Wert hinsichtlich der Sauerstoffaufnahme lag bei 54,6 ml/kg/min.

Der durchschnittliche Wert der Sauerstoffaufnahme während der Sparrings lag zwischen 43 - 47 ml/kg/min.

Boxtest

Die höchsten Herzfrequenzen während der Boxtests lagen zwischen 174 – 185 Schlägen pro Minute.

Die durchschnittlichen Herzfrequenzen während der Boxtests lagen zwischen 153 - 173 Schlägen pro Minute.

Der nach Ende des Boxtests gemessene Laktatwert lag zwischen 3,15 - 9,5 mmol/l.

Die höchste gemessene Sauerstoffaufnahme im Zuge der Boxtests lag zwischen 44 – 59 ml/kg/min.

Die durchschnittliche Sauerstoffaufnahme während der Boxtests lag zwischen 33 – 53 ml/kg/min.

2.4 Diskussion der Ergebnisse

2.4.1 Aktivitätsprofil

In dieser Arbeit wurden 7 Studien angeführt, die sich mit der Analyse von Amateurboxkämpfen beschäftigen.

Es gibt nur 2 Parameter, die in allen Studien angeführt werden und daher am besten geeignet sind, um den Boxkampf allgemein zu charakterisieren. Diese beiden Parameter sind die Schlagrate und die Verteidigungshandlungen.

Bezogen auf die Verteidigungshandlungen konnte eine Rate von 1,9 – 10,1 pro Boxer und Minute festgestellt werden. Der Grund für die großen Unterschiede in den Studien könnte laut Davis et al. (2013) daran liegen, dass die Verteidigungshandlungen schwer identifizierbar sind.

Die Schlagrate pro Minute, unabhängig vom Leistungsniveau der Boxer, liegt zwischen 16 und 26 Schlägen pro Minute. (Dunn et al., 2017; El-Ashker, 2011)

Die Analyse der höchsten Leistungsklasse (Olympische Spiele 2012 und Weltmeisterschaft 2015) ergab eine Schlagrate von ~20 beziehungsweise ~21 pro Minute und Boxer (Davis et al., 2015, 2017). Die zweithöchste Leistungsklasse stellten die Staatsmeisterschaften dar. Dunn et al. (2017) fanden eine Schlagrate von ~ 26 pro Minute bei den australischen Meisterschaften. El Ashker (2011) fand in seiner Analyse der ägyptischen Staatsmeisterschaften eine Rate von ~ 16 pro Minute. Kapo et al. (2008) fanden eine Schlagrate von ~20 pro Minute bei den bosnischen Staatsmeisterschaften. Das niedrigste Leistungsniveau stellten die Boxkämpfe von Anfängern in der Studie von Davis et al. (2013) dar. Hier wurde eine Schlagrate von ~ 22 festgestellt.

Anhand dieser Ergebnisse scheint das Leistungsniveau keinen Einfluss auf die Schlagrate pro Minute zu haben. Zu beachten ist jedoch, dass Kämpfe mit unterschiedlicher Rundenlänge und –anzahl analysiert wurden. Dem widersprechend stellen Thomson und Lamb (2017) fest, dass das Leistungsniveau den größten Einfluss auf die Handlungsfrequenzen hat. Allerdings untersuchten die Autoren Leistungsniveaus mit unterschiedlicher Wettkampfdauer (regional und national) und gaben dabei absolute Werte für die Handlungsfrequenzen an. In diesem Fall ist es leicht nachvollziehbar, dass Wettkämpfe mit längerer Dauer höhere absolute Handlungsfrequenzen (zum Beispiel die Anzahl der Schläge) aufweisen. Ebenso weisen Davis et al. (2015) darauf hin, dass das Leistungsniveau einen Einfluss auf die Handlungsfrequenzen hat.

Einige Arbeiten zeigten, dass es für den Sieg wichtig war, eine höhere Schlagrate als der Gegner zu haben (Davis et al., 2013; El Ashker 2011; Thomson & Lamb 2017). Dunn et al. (2017) hingegen konnten diesen Zusammenhang in ihrer Arbeit jedoch nicht bestätigen.

Hinsichtlich der im Zielbereich getroffenen Schläge (kurz Trefferanzahl) aufgeteilt zwischen Sieger und Verlierer, muss festgehalten werden, dass diese nur 4 von 7 Studien anführten (Davis et al., 2013, 2015, 2018; Dunn et al., 2017). In keiner der entsprechenden Arbeiten treffen Sieger signifikant mehr Schläge in jeder der drei Runden. Eine Arbeit (Davis et al., 2013) führt eine signifikant ($p = 0,006$; $p = 0,009$) höhere Trefferanzahl der Sieger im Vergleich zu den Verlierern in zwei Runden an. Zwei Studien (Davis et al., 2015, 2017) führen an, dass Sieger in einer Runde signifikant mehr Treffer landen konnten ($p = 0,041$; $p < 0,05$) und Dunn et al. (2017) konnten keinen Unterschied in der Trefferanzahl zwischen Siegern und Verlierern pro Runde ausmachen. Davis et al. (2017) geben in ihrer Arbeit, in der sie einen signifikanten ($p < 0,05$) Unterschied in der Trefferanzahl in Runde 3 fanden, zusätzlich eine Effektstärke η^2_p von 0,817 an. Nach Cohen (2013) ist das ein großer Effekt. Ein Blick auf die absoluten Zahlen lässt Rückschlüsse auf die Interpretation dieser Aussage zu. Gewinner hatten in dieser Arbeit für Runde 1 - 3 9; 9,8; 10 Treffer, Verlierer 7,6; 7,4; 7,4 Treffer. In Runde 2 unterschieden sich Gewinner und Verlierer in ihrer Trefferrate um 2,4 und in Runde 3 um 2,6 Treffer. In Runde 2 liegt laut Davis et al. (2017) kein signifikanter Unterschied vor. In Runde 3 jedoch errechnen die Autoren sehr wohl einen signifikanten Unterschied mit großer Effektstärke. Die Differenz in der Trefferanzahl aus Runde 2 (2,4 Treffer) und Runde 3 (2,6 Treffer) beträgt 0,2 Treffer. 0,2 Treffer sind aus sportpraktischer Sicht relativ unbedeutend. Es lohnt sich demnach zu erwähnen, dass Sieger in jeder Runde mehr trafen als Verlierer. Der Unterschied war jedoch nur in Runde 3 signifikant. Auch in den Arbeiten von Davis et al. (2013, 2015) und Dunn et al. (2017) konnte Ähnliches beobachtet werden. Zusammengefasst konnten Sieger in jeder Runde der 4 Arbeiten mehr Treffer landen. Die Unterschiede zwischen Siegern und Verlierern waren jedoch nur in einzelnen Runden signifikant, wobei die absoluten Trefferzahlen in allen Fällen nur minimal unterschiedlich waren (Davis et al., 2013, 2015, 2018; Dunn et al., 2017).

Daraus lässt sich ein Kriterium ableiten, mittels dem in 5 von 5 Arbeiten zwischen Siegern und Verlierern unterschieden werden konnte: die Schlageffizienz. Diese stellt das Verhältnis zwischen Schlägen und Treffern eines Boxers dar. Alle Arbeiten bis auf Kapo et al. (2008) führten dieses Verhältnis entweder an oder stellten generell fest, dass der Sieg mit einer höheren Treffergenauigkeit zusammenhing (Davis et al. 2013, 2015, 2017; Dunn et al. 2017; El Ashker, 2011; Thomson & Lamb, 2017). Sieger konnten in den 4 entsprechenden Arbeiten in jeder Runde verhältnismäßig mehr Schläge treffen. Die einzige

Ausnahme stellte die 3. Runde in der Arbeit von Davis et al. (2013) dar. Hier wiesen Sieger und Verlierer dasselbe Trefferverhältnis auf. Bezogen auf die Schlageffizienz sind meistens wiederum nur einzelne Runden signifikant unterschiedlich, wobei die absoluten Zahlen jedoch meistens nur geringfügig abweichen. Unabhängig davon, ob eine Signifikanz erreicht wurde oder nicht.

Des Weiteren wurde beobachtet, wie sich diverse Aktivitäts- und Inaktivitätsparameter über den Kampf veränderten, um Aussagen zum Beispiel hinsichtlich der Ermüdung von Boxern zu treffen. Davis et al. (2013, 2015, 2017) führten hierzu eine Aktivitätsrate, ein „Aktivitäts zu Unterbrechungs-Verhältnis“ ein und die gesamte Unterbrechungszeit an. Dunn et al. (2017) gaben an, wie lange pro Runde aktiv gekämpft wurde (Interaktionszeit) und wie lange pro Runde die Uhr angehalten wurde (Unterbrechungsdauer). Darüber hinaus ist der Verlauf der einzelnen Aktivitätsparameter (offensive, defensive Handlungen, Hüftbewegungen) angegeben. Generell lässt sich sagen, dass die Aktivitätsrate (Davis et al. 2013, 2015, 2017) bzw. die Interaktionszeit (Dunn et al., 2017) in 3 von 4 Fällen in Runde 1 niedriger ist als in Runde 3, also über die Kampfdauer tendenziell ansteigt. Die Aktivitätsrate unterscheidet sich in keinem Fall in Runde 2 signifikant zu Runde 3. In einem Fall ist die Aktivitätsrate über den Kampfverlauf gleichbleibend (Davis et al., 2013). Die Zeit, in der der Kampf unterbrochen war, steigt in 4 von 4 Fällen an (Davis et al., 2013, 2015, 2017; Dunn et al., 2018). Das „Aktivitäts- zu Unterbrechungs-Verhältnis“ ist in 3 von 3 Fällen in Runde 1 höher als in Runde 3. Das heißt, es sinkt. In Runde 2 ist es entweder auf dem Niveau von Runde 1 oder auf jenem von Runde 3. (Davis et al., 2013, 2015, 2017). Die Stoppzeit steigt in 4 von 4 Fällen über den gesamten Kampfverlauf kontinuierlich an (Davis et al., 2013, 2015, 2017; Dunn et al., 2017). Hinsichtlich der Schlagfrequenz und der Hüftbewegungen über den Kampfverlauf ist zu sehen, dass die Verläufe sehr unterschiedlich sind. In einem Fall steigt die Schlagfrequenz von Runde 1 zu Runde 2 (Davis et al., 2015) in dem andern fällt sie (Davis et al., 2013). Von Runde 2 zu Runde 3 fällt sie entweder wieder (Davis et al., 2015) oder sie bleibt in etwa gleich (Davis et al., 2013). In 2 von 4 Fällen verändert sich die Schlagfrequenz nicht über den Kampfverlauf (Davis et al., 2017; Dunn et al., 2017). Bezüglich der Hüftbewegungen über den Kampfverlauf sind ähnlich unterschiedliche Verläufe zu beobachten. Beide Parameter lassen daher keinen schlüssigen Eindruck bezüglich des Verlaufes eines Boxkampfes zu. Einzig die Verteidigungshandlungen sinken kontinuierlich über den Kampfverlauf in 4 von 4 Fällen (Davis et al., 2013, 2015, 2017; Dunn et al., 2017). Dies könnte theoretisch für eine Ermüdung der Boxer sprechen.

Das Ziel der Analyse der Verläufe diverser Parameter über die Kampfdauer besteht darin zu erfassen, wie sich die Aktivität über den Kampfverlauf verändert. Diese Parameter

(Aktivitätsrate, Aktivität zu Unterbrechungs-Verhältnis, Unterbrechungszeit, offensive, defensive Handlungen und Hüftbewegungen) verlaufen in der Regel jedoch sehr unterschiedlich bzw. sind sie unter Vorbehalt zu interpretieren. Am naheliegendsten wäre es, die Schlagraten von Runde 1 bis Runde 3 zu beachten, um einen Überblick über den Verlauf der Aktivität im Kampf zu erhalten. In 2 von 4 Fällen verläuft diese Rate uneinheitlich. In den anderen beiden Fällen ist sie jedoch über die Kampfdauer unverändert. Ähnlich uneinheitlich verhalten sich die Verläufe der Hüftbewegungen bzw. die Zeit in der die Boxer springen. Die Aktivitätsrate von Davis et al. (2013, 2015, 2017) beinhaltet offensive, defensive Handlungen und die Hüftbewegungen bezogen zur „Nettozeit“, also der Rundendauer - Unterbrechungsdauer. Sie steigt zwar in 2 von 3 Fällen tendenziell über den Kampfverlauf, allerdings kann dadurch ein trügerisches Bild entstehen, denn die „Nettozeit“ ist klarerweise abhängig von den Unterbrechungen. Die Unterbrechungsdauer steigt in 4 von 4 Analysen während der Kampfdauer. Das bedeutet also, dass die steigende Aktivitätsrate nicht unbedingt gleichzusetzen ist mit einer Steigerung der Aktivität. Die Aktivitätsrate steigt auch, wenn bei gleicher Aktivität die Unterbrechungsdauer sinkt. Die von Dunn et al. (2017) angeführte Interaktionszeit steigt kontinuierlich von Runde 1 zu Runde 3. Die Interaktionszeit unterscheidet sich dahingehend von der Aktivitätsrate, da sie nur die aktive Kampfzeit (keine Hüftbewegungen) beinhaltet. Die „aktive Kampfzeit“ nimmt also während der Kampfdauer zu. Die Interaktionszeit lässt indirekte Schlüsse auf die Aktivität zu. Die „Aktivität zu Unterbrechungsrate“ verläuft ebenfalls homogen in jeder der 3 relevanten Arbeiten. Sie ist in Runde 3 immer niedriger als in Runde 1 und nimmt daher tendenziell über den Kampfverlauf ab. Auch in diesem Verhältnis spielen die Unterbrechungen eine Rolle. Diese nehmen in jeder Arbeit kontinuierlich zum Ende des Kampfes hin ab. Demnach lässt die „Aktivität zu Unterbrechungsrate“ keine direkten Rückschlüsse auf den Verlauf der Aktivität zu. Die Unterbrechungsdauer (Davis et al. 2013, 2015, 2017) resultiert aus der Summe der Zeit im Klammern und der Dauer der Unterbrechungen des Ringrichters. Dunn et al. (2017) definieren sie nur über die Zeit der Unterbrechungen durch den Ringrichter. Insbesondere das Klammern kann von Boxern dazu genutzt werden, sich während des Kampfes kurze Pausen zu verschaffen. Die einheitliche Zunahme der Unterbrechungszeit von Runde 1 zu Runde 3 in allen Arbeiten könnte, unter Berücksichtigung des Klammerns, für eine Ermüdung der Boxer sprechen. Ebenso könnte die Abnahme der Verteidigungshandlungen in allen Arbeiten als Ermüdung interpretiert werden. Davis et al. (2013) schließen aus dem Aktivitätsverlauf von Kämpfen der Anfänger auf Ermüdung. Bei Olympischen Spielen konnten sie hingegen keine Ermüdung feststellen (Davis et al., 2015). Dunn et al. (2017) finden zwar Anzeichen von Ermüdung schlussfolgern aber, dass die Boxer erfolgreich Strategien einsetzten, um den Einfluss der Ermüdung auf die Leistung zu kompensieren.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass alleine die zunehmende Unterbrechungsdauer und die abnehmende Rate an Verteidigungshandlungen allgemeine Rückschlüsse über den Aktivitätsverlauf von Boxkämpfen ermöglichen. Demnach findet eine Reduzierung der Aktivität, möglicherweise aufgrund von Ermüdung, statt. Alle anderen Parameter lassen keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu, weil sie entweder zu heterogen verlaufen oder nicht eindeutig interpretierbar sind.

2.4.2 Aerobe Kapazität

In dieser Arbeit wurden Studien betrachtet, die die VO₂max von Boxern mittels Stufentest am Laufband ermittelten. In der Literatur herrscht breite Einstimmigkeit über die Wichtigkeit der aeroben Fitness für Boxer (de Lira et al., 2013; Davis et al., 2014; El-Ashker & Nasr, 2012). Ihre Bedeutung liegt in der Aufrechterhaltung der hohen Intensität von Boxkämpfen, der maximalen Erholung der anaerob alaktaziden Phosphate in den Rundenpausen und in der Widerstandsfähigkeit gegen die steigende Intensität im Verlauf des Boxkampfes. Es konnten sogar starke bzw. mittlere positive Zusammenhänge ($\rho = 0,63$; $r = 0,81$) zwischen der VO₂max und dem Ranking der Boxer in Ranglisten gefunden werden (Guidetti et al., 2002; Vidas et al. 2014). Entgegen früherer Behauptungen, Boxen finde im anaeroben Stoffwechselbereich statt, konnten Davis et al. (2013) zeigen, dass der primäre Stoffwechselbereich von Boxkämpfen aerob ist.

Die VO₂max Werte in dieser Arbeit reichen von 52–65 ml/kg/min. Die Werte beziehen sich grundsätzlich auf erwachsene Männer, die mindestens 2 Jahre Wettkampferfahrung hatten. Abhängig vom Leistungsniveau wurden leicht unterschiedliche VO₂max Werte gefunden. Anfänger hatten eine aerobe Kapazität von 52–62 ml/kg/min, Hochleistungssportler von 58–65 ml/kg/min. Demnach ist die aerobe Fitness von Hochleistungssportlern gegenüber Anfängern leicht erhöht. In dieser Arbeit ist die relative VO₂max angegeben. Diese ist abhängig vom Körpergewicht der Boxer und sinkt leicht mit steigendem Körpergewicht. Arseneau und Leger (2010) zeigen hierfür einen moderaten Zusammenhang mit einem Korrelationskoeffizienten $R^2 = 0,03$. Die absolute VO₂max steigt hingegen mit zunehmender Körpermasse (Arseneau & Leger, 2010). Das durchschnittliche Körpergewicht der Sportler in den Arbeiten reicht von 70–80 kg mit einer Standardabweichung zwischen 6 und 16 kg. Die Standardabweichung zeigt, dass Boxer unterschiedlicher Gewichtsklassen getestet wurden. Bei der Interpretation der durchschnittlichen, relativen VO₂max Werten der Boxer muss daher berücksichtigt werden, dass die relativen VO₂max Werte aufgrund des Körpergewichts leicht variieren. Nur die

Arbeiten von Friedmann et al. (1999) und Khanna und Manna (2006) haben eine Teilnehmeranzahl >29. Die Ergebnisse der restlichen Studien bergen die Gefahr, die aerobe Kapazität einzelner Sportler und keiner Gesamtheit zu repräsentieren.

Die eingesetzte Muskelmasse, die wesentlich von der Bewegungsart abhängt, hat einen maßgeblichen Einfluss auf die gemessene aerobe Kapazität. In dieser Arbeit sind nur VO₂max Werte angeführt, die mittels Laufbandergometrie erhoben wurden. Laufen ist zwar in der Regel ein zentraler Bestandteil des Trainings von Boxern, trotzdem wären die Ergebnisse durch eine sportartspezifische Leistungsdiagnostik valider. Das bedeutet, dass der Test boxspezifische Bewegungen wie Schläge beinhalten müsste. Eine weitere Voraussetzung wäre die Standardisierung des Testprotokolls und die simultane Messung der Schlagkraft von Schlägen. Diese trägt ebenfalls zur Belastungsintensität bei.

2.4.3 Physiologische Reaktionen

Die Höhe der physiologischen Reaktionen auf den Boxkampf lässt sich daran abschätzen, wie nahe sie zum Maximum kommen. Es wurden wenige offizielle Boxkämpfe untersucht, da die Regeln der AIBA die Messung der physiologischen Reaktionen während des Kampfes verbieten. Hier konnten nur Blutproben zur Laktatbestimmung entnommen werden. Aus diesem Grund wurden in erster Linie Sparrings (Trainingswettkämpfe) untersucht. Hier konnte einerseits die Herzfrequenz während der Runden und die Laktatkonzentration in den Rundenpausen gemessen werden. Andererseits konnten Stufentests durchgeführt werden, um die erhobenen Werte (über die Ermittlung von Maximalwerten) besser einordnen zu können. Der Boxkampf löste maximale Herzfrequenzen von 180 – 200 Schlägen pro Minuten und 92 - > 100% des maximalen Stufentests am Laufband aus. Die durchschnittliche Herzfrequenz reicht von 164–187 Schläge pro Minute und entsprach ~94% der maximalen Herzfrequenz. Die Laktatwerte reichen von 8–13,6 mmol/l.

Die Sauerstoffaufnahme während der Boxkämpfe wurde mittels Simulationen von Boxkämpfen untersucht. Dabei wurde das Aktivitätsprofil von Boxkämpfen ohne Gegner nachgestellt. Dabei wurden maximale VO₂ Werte von 44–59 ml/kg/min oder 80 - 99% der VO₂max des Stufentests beobachtet. Die durchschnittliche VO₂ Aufnahme betrug 33 – 53 ml/kg/min bzw. 60-95% der maximalen VO₂ des Stufentests.

Nassib et al. (2017) sprechen daher von einer hohen kardiovaskulären Belastung durch den Amateurboxkampf. Nicht zu vergessen ist bei der Interpretation jedoch der Einfluss der unterschiedlichen Wettkampfdauer auf die erreichten Laktat- und Herzfrequenzwerte

(Smith, 2006; Thomson & Lamb, 2017). Smith (2006) macht dafür insbesondere die Taktikwechsel verantwortlich, die die unterschiedlichen Wettkampfformate begleiten.

Des Weiteren scheint es, als würde die Intensität über den Kampfverlauf zunehmen. Das wird durch eine Erhöhung der Herzfrequenz von der ersten bis zur letzten Runde ersichtlich (Arseneau et al., 2011; de Lira et al., 2013).

Einige Arbeiten demonstrieren, dass der primäre Stoffwechselbereich von Amateurboxkämpfen aerob ist (Davis et al., 2014; Nassib et al., 2017; Thomson & Lamb, 2017). Davis et al. (2014) führen dazu eine Verteilung von 77% (aerob) 19% (anaerob alaktazid) und 4% (anaerob laktazid) an. Diese Auflistung beinhaltet zusätzlich den Energieaufwand während der Pausen. Dieser diene vor allem der Regeneration der Phosphate, die mit 19% die zweitgrößte Rolle spielten.

Einige andere Autoren unterstreichen daher die Wichtigkeit der aeroben Kapazität für den Amateurboxer (Arseneau et al., 2011; de Lira et al., 2013; Davis et al., 2014; Finlay et al., 2018; Nassib et al., 2017; Thomson & Lamb, 2017). Diese ist vor allem für die Aufrechterhaltung der hohen Aktivitätsrate und für die Regeneration der Phosphate erforderlich (Davis et al., 2014). Arseneau et al. (2011) bezeichnen die aerobe Fitness als eine der wichtigsten Faktoren im Amateurboxen.

Trotzdem ist die anaerobe Kapazität nicht vernachlässigbar. Das zeigt sich dadurch, dass sich einige Autoren für ein Training der anaeroben Kapazität aussprechen (de Lira et al., 2013; Davis et al., 2014; Hanon et al., 2015; Khanna & Manna, 2006; Nassib et al., 2017; Smith, 2006; Thomson & Lamb, 2017). Hanon et al. (2015) untersuchten die Laktatwerte im Zuge von Trainingswettkämpfen zwischen drei Nationalteams. Dabei stellten sie fest, dass die Sportler mit den höchsten Laktatwerten allesamt Weltmeister in ihren Gewichtsklassen waren. Gleichzeitig betonten sie die Wichtigkeit einer hohen Toleranz gegenüber Azidose.

Einige Autoren geben anhand ihrer Feststellungen auch konkrete Trainingsempfehlungen. Thomson und Lamb (2017) empfehlen HIIT Training (hochintensives Intervalltraining) > 90% VO₂max zur Verbesserung der aeroben Kapazität. Generell stellen de Lira et al. (2013) sowie Nassib et al. (2017) fest, dass sich Boxen selbst als Training der aeroben Fitness eignet. Die anaerobe Kapazität sollte mit 8 x 1 Minute Tatzearbeit trainiert werden (Smith, 2006). Khanna und Manna (2006) empfehlen hochintensive Intervalle mit langer Dauer (2-3 Minuten) um die aerobe sowie anaerobe Kapazität zu trainieren. Davis et al. (2014) äußern, dass dieses Training die Anforderungen des Boxkampfes nicht widerspiegeln. Sie empfehlen Einzelschläge bzw. Schlagkombinationen innerhalb einer Dauer von 0,3–1 Sekunden und intermittierende Intervalle hochfrequenter Schläge zu trainieren. Außerdem sprechen sie sich für explosive Kraftübungen bis zu 5 Sekunden aus.

Finlay et al. (2018) behaupten in diesem Kontext, dass sich RPE Angaben (subjektive Einschätzungen der Belastung) eignen, um die Trainingsintensität zu bestimmen. Ebenso sind Tests zur Schwellenbestimmung geeignet, um den Trainingsfortschritt und die Trainingsintensitäten festzulegen (Smith, 2006).

3 Schlussteil

3.1 Zusammenfassung

3.1.1 Aktivitätsprofil

Hinsichtlich des Aktivitätsprofils lässt sich eine Rate von 16–26 Schlägen und 1,9–10,1 Verteidigungen pro Minute, eine Aktivitätsrate von 1,2–1,55 pro Sekunde und eine Rundendauer von 183–200 Sekunden feststellen. Die Sieger schlagen und treffen in der Mehrzahl der Arbeiten durchschnittlich mehr Schläge als die Verlierer, jedoch ist der Unterschied nicht signifikant. Eine höhere Schlaggenauigkeit (Rate der getroffenen Schläge) scheint das eindeutigste Unterscheidungsmerkmal zwischen Sieger und Verlierer zu sein. Im Verlauf der Aktivität ist eine Zunahme der Unterbrechungsdauer und eine Abnahme der Verteidigungshandlungen erkennbar. Dies könnte als Indiz für Ermüdung gesehen werden. Boxer inkludieren möglicherweise Pacing Strategien, um Ermüdung zu minimieren.

3.1.2 Aerobe Kapazität

In dieser Arbeit wurde die aerobe Kapazität von Amateurboxern, gemessen während einem Stufentest am Laufband, untersucht. In der aktuellen Literatur herrscht breite Einigkeit über die Wichtigkeit der aeroben Kapazität für den Boxkampf. Dieser findet nämlich vorwiegend im aeroben Stoffwechselbereich statt. Die aerobe Kapazität reicht von 52 – 65 ml/kg/min. Ein höheres Leistungsniveau geht mit minimal erhöhten $VO_2\text{max}$ Werten einher. Die aerobe Kapazität dient der Aufrechterhaltung einer hohen Aktivität während der Runden und der Erholung der energiereichen Phosphate in den Rundenpausen.

3.1.3 Physiologische Reaktionen

Die physiologischen Reaktionen unterteilen sich in Herzfrequenz-, Laktat- und Sauerstoffaufnahmewerte. Die maximalen Herzfrequenzwerte reichen von 180–200 Schlägen pro Minute bzw. 92-103% der maximalen Herzfrequenz des Stufentests. Die durchschnittliche Herzfrequenz reichte von 164–187 bzw. 94% der maximalen Herzfrequenz des Stufentests. Die nach dem Boxkampf ermittelten Laktatwerte reichten von 8–13,6 mmol/l. Die maximale VO_2 Aufnahme der Kampfsimulationen betrug 44–59 ml/min/kg bzw. 80-99% der VO_2 max des Stufentests. Die durchschnittliche VO_2 war 33–53 ml/min/kg bzw. 60- 95% der maximalen Sauerstoffaufnahme der Stufentests.

Der Boxkampf gliedert sich nach Stoffwechselbereiche in 77% aerob 19% anaerob alaktazid und 4% anaerob laktazid und ist somit primär aerob. Die Intensität des Boxkampfes ist im Kampfverlauf steigend. Amateurboxen stellt somit hohe Anforderungen an das kardiovaskuläre und kardiorespiratorische System dar.

3.2 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse des Aktivitätsprofils sind mit besonderer Vorsicht zu interpretieren. Nicht alle Autoren definieren dieselben Parameter (z.B. definieren nur Davis et al. [2013, 2015, 2017] eine Aktivitätsrate). Auch das gewählte Signifikanzniveau hatte Einfluss auf die Aussagen der Arbeiten (z.B. war die absolute Zahl der Schläge in vielen Fällen fast identisch, jedoch nur in einzelnen Fällen signifikant unterschiedlich). Es lassen sich trotzdem einige Trends erkennen. Es hat den Anschein, als würde die Aktivität des Boxkampfes über den Kampfverlauf zunehmen. Die Erkenntnis hinsichtlich der Verwendung von Pacing Strategien (Einteilung der Energie) im Boxkampf (Dunn et al., 2017) erscheint in diesem Zusammenhang logisch. Des Weiteren scheint es, als würden Sieger mehr schlagen als Verlierer. Die Trefferanzahl scheint laut den Ergebnissen der Arbeiten allerdings nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. Andererseits gaben Davis et al. (2013, 2015, 2017) an, dass nur in 14–20% der Kämpfe die Sieger nicht mehr, sondern weniger Treffer hatten als die Verlierer. Der womöglich größte Unterschied zwischen den Siegern und den Verlierern lag in der höheren Schlaggenauigkeit der Sieger. Diese trafen verhältnismäßig mehr von ihren Schlägen. Unter dem aktuellen Regelwerk dauert eine Boxrunde ~183 Sekunden. Betreffend der durchschnittlichen Schlagrate konnte eine Frequenz von einem Schlag alle 3 Sekunden festgestellt werden. Die

Verteidigungshandlungen fielen mit durchschnittlich 1 pro 10 Sekunden deutlich geringer aus. Allerdings gab es große Unterschiede in der Rate der Verteidigungshandlungen innerhalb der unterschiedlichen Studien, da diese von den Autoren schwer identifiziert werden konnten. Mit 92 Sekunden aktiver Kampfzeit wurde nur ein Drittel der Rundenzeit effektiv gekämpft.

Das Erfassen der Laktatwerte wurde dadurch beeinflusst, dass unterschiedliche Wettkampflängen und beide Wertungssysteme (Computer Scoring und 10 PMS) untersucht wurden. Außerdem ist die Blutabnahme bei offiziellen Wettkämpfen des Weltverbandes der AIBA grundsätzlich untersagt. Boxkämpfe bzw. Sparrings erzeugten Laktatwerte zwischen 8,6–13,6 mmol/l. Der höchste Laktatwert wurde zwischen Kämpfen unter Nationalteams erreicht. Hier erwähnen die Autoren Hanon et al. (2015), dass die Sportler mit den höchsten Laktatwerten vormals die Weltmeisterschaft gewonnen hatten. Es könnte also gemutmaßt werden, dass für den Amateur-Boxkampf eine hohe anaerobe Kapazität von großer Bedeutung ist. Gleichzeitig stellen allerdings Davis et al. (2014) fest, dass Boxen zu 77% im aeroben und nur zu 4% im anaeroben laktaziden Stoffwechselbereich stattfindet. Während dem Boxkampf wurden Spitzen- Herzfrequenzen erreicht, die teilweise höher waren als jene, die während eines Stufentests am Laufband gemessen wurden. Das unterstreicht die hohe Intensität des Amateur-boxkampfes. Von den berechneten oder nach dem Kampf gemessenen VO_2 Werten ist abzusehen, da diese nicht direkt während dem Kampf gemessen wurden.

Die aerobe Kapazität von Boxern lag um die 57 ml/kg/min. Dadurch wird die Abgrenzung zu reinen Ausdauersportarten ersichtlich, jedoch auch, dass eine gute aerobe Kapazität für diesen Sport notwendig ist. Bessere Sportler hatten durchschnittlich leicht höhere VO_{2max} Werte. Das kann durch die Arbeit von Bruzas et al. (2014) bestätigt werden, die einen Zusammenhang zwischen der VO_{2max} und dem sportlichen Erfolg von Boxern feststellen konnten. Nicht vergessen werden darf, dass diese Werte durch keine sportartspezifische Leistungsdiagnostik gemessen wurden.

3.3 Limitationen der Studien

In der vorliegenden Arbeit bzw. in den verwendeten Arbeiten sind jedoch einige Schwächen zu erwähnen: Zunächst die Miteinbeziehung der Arbeit von Smith (2006), bei der es sich ebenfalls um ein Review handelt. In dieser Arbeit sind eine Vielzahl von physiologischen Daten hinsichtlich des Boxsports angegeben. Oftmals sind jedoch keine Quellen angeführt, woraus die Daten entnommen wurden. Allerdings ist die Informationsvielfalt dieses Reviews einzigartig, da die generelle Datenlage auf diesem Forschungsgebiet eher gering ist. Deshalb wurde das Review in die Arbeit integriert. Eine weitere methodische Schwäche dieser Arbeit ist die Miteinbeziehung von Doktorarbeiten von Dunn (2019) und Davis (2012). Die Limitationen der aktuellen Studien auf diesem Gebiet liegen darin, dass sie sich größtenteils nur auf Männer und das Amateurboxen beziehen; es in den Arbeiten kein standardisiertes Protokoll zur Aufzeichnung des Aktivitätsprofils gibt, die horizontalen Hüftbewegungen (gemeinhin Schritte) dabei überhaupt nicht, die aerobe Kapazität nicht sportartspezifisch und die physiologischen Reaktionen meistens nicht bei offiziellen Boxkämpfen erfasst wurden.

3.4 Ausblick

Aufgrund des aktuellen Forschungsstandes wurden nur Kämpfe vor und nach der Regeländerung aus 2013, unterschiedlicher Wettkampfdauer bzw. Leistungsklassen und ausschließlich Amateurboxkämpfe von Männern analysiert. Davis et al. (2016) zeigen beispielsweise in ihrer Arbeit, dass wesentliche Unterschiede im Aktivitätsprofil der Boxkämpfe von Frauen existieren. Es bedarf somit weiterer Forschung, die sich explizit auf Frauen, Junioren, Profiboxer, das aktuelle Regelwerk inklusive Wettkampfdauer und unterschiedliche Leistungsklassen beziehen.

Darüber hinaus bedarf es einer sportartspezifischen Leistungsdiagnostik, die eine Technologie zur Messung der Schlagkraft voraussetzt, um die aerobe Kapazität von Amateurboxern valide zu messen.

Literatur

- Arseneau, Eric & Leger, Luc. (2010). Metabolic requirements of boxing exercises.
- Arseneau, E., Mekary, S., & Léger, L. A. (2011). VO₂ requirements of boxing exercises. *Journal of strength and conditioning research*, 25(2), 348–359. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ef64cb>
- Bellinger B, St Clair Gibson A, Oelofse A, Oelofse R, Lambert M. Energy expenditure of a noncontact boxing training session compared with submaximal treadmill running. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29(12):1653-1656. doi:10.1097/00005768-199712000-00016
- Bianco, M., Loosemore, M., Daniele, G., Palmieri, V., Faina, M., & Zeppilli, P. (2013). Amateur boxing in the last 59 years. Impact of rules changes on the type of verdicts recorded and implications on boxers' health. *British Journal of Sports Medicine*, 47(7), 452–457. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091771>
- BoxRec. (2010). Decisions. Zugriff am 23. Juli 2020 unter <https://boxrec.com/media/index.php/Decision>
- BoxRec. (2018). Weight divisions. Zugriff am 10. Mai 2020 unter https://boxrec.com/media/index.php/Weight_divisions
- Brailsford D. (1988) Bareknuckles - A social history of prize-fighting. Lutterworth Press, Cambridge
- Bruce, R. A., Kusumi, F., & Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American Heart Journal*, 85(4), 546–562. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(73\)90502-4](https://doi.org/10.1016/0002-8703(73)90502-4)
- Bruzas, V., Stasiulis, A., Cepulenas, A., Mockus, P., Statkeviciene, B., & Subacius, V. (2014). Aerobic capacity is correlated with the ranking of boxers. *Perceptual and Motor Skills*, 119(1), 50–58. <https://doi.org/10.2466/30.29.PMS.119c12z9>
- Chaabène, H., Tabben, M., Mkaouer, B., Franchini, E., Negra, Y., Hammami, M., Amara, S., Chaabène, R. B., & Hachana, Y. (2015). Amateur Boxing: Physical and Physiological Attributes. In *Sports Medicine* (Vol. 45, Issue 3, pp. 337–352). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0274-7>
- Chamari, K and Padulo, J. “Aerobic” and “anaerobic” terms used in exercise physiology: A critical terminology reflection. *Sports Med Open* 1: 9, 2015.
- Cohen, J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. In *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge.

<https://doi.org/10.4324/9780203771587>

- Cooper, K. D., & Shafer, A. B. (2019). Validity and Reliability of the Polar A300's Fitness Test Feature to Predict VO₂max. *International journal of exercise science*, 12(4), 393–401.
- Coswig, V. S., Gentil, P., Irigon, F., & Del Vecchio, F. B. (2018). Caffeine ingestion changes time-motion and technical-tactical aspects in simulated boxing matches: A randomized double-blind PLA-controlled crossover study. *European Journal of Sport Science*, 18(7). <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1465599>
- Cunniffe, B., Ellison, M., Loosemore, M., & Cardinale, M. (2017). Warm-up practices in elite boxing athletes: Impact On power output. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(1). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001484>
- Davis, Philip. (2012). *The Energetics of Amateur Boxing*. 10.13140/RG.2.2.24684.77440.
- Davis, P., & Beneke, R. (2013). Amateur Boxing: Activity Profile of Winners and Losers *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42, 697–698. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000385946.24932.6c>
- Davis, P., Leithäuser, R. M., & Beneke, R. (2014). The energetics of semicontact 3 × 2-min amateur boxing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 233–239. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2013-0006>
- Davis, P., Benson, P. R., Pitty, J. D., Connorton, A. J., & Waldock, R. (2015). The activity profile of elite male amateur boxing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 53–57. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0474>
- Davis, P., Benson, P. R., Waldock, R., & Connorton, A. J. (2016). Performance analysis of elite female amateur boxers and comparison with their male counterparts. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 55–60. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0133>
- Davis, P., Connorton, A., Driver, S., Anderson, S., & Waldock, R. (2017). The Activity Profile of Elite Male Amateur Boxing Following the 2013 Rule Changes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001864>
- de Lira, C. A. B., Peixinho-Pena, Vancini, R. I, Fachina, de Almeida, A. A., Andrade, M. dos S., & da Silva. (2013). Heart rate response during a simulated Olympic boxing match is predominantly above ventilatory threshold 2: a cross sectional study. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 4, 175. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s44807>

- Dunn, E. C., Humberstone, C. E., Fiona Iredale, K., Martin, D. T., & Blazeovich, A. J. (2017). Human behaviours associated with dominance in elite amateur boxing bouts: A comparison of winners and losers under the Ten Point Must System. *PLoS ONE*, 12(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188675>
- Dunn, E. C. (2019). The manifestations of fatigue in amateur boxing performance.
- El Ashker, S. (2011). Technical and tactical aspects that differentiate winning and losing performances in boxing. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(2), 356–364. <https://doi.org/10.1080/24748668.2011.11868555>
- El-Ashker, S., & Nasr, M. (2012). Effect of Boxing Exercises on Physiological and Biochemical Responses of Egyptian Elite Boxers. *Journal of physical education and sport*, 12, 111.
- El-Ashker, S., Chaabene, H., Negra, Y., Prieske, O., & Granacher, U. (2018). Cardio-Respiratory Endurance Responses Following a Simulated 3 × 3 Minutes Amateur Boxing Contest in Elite Level Boxers. *Sports*, 6(4), 119. <https://doi.org/10.3390/sports6040119>
- Faude, O., Meyer, T., Rosenberger, F., Fries, M., Huber, G., & Kindermann, W. (2007). Physiological characteristics of badminton match play. *European journal of applied physiology*, 100(4), 479–485. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0441-8>
- Finlay, M. J., Greig, M., & Page, R. M. (2018). Quantifying the physical response to a contemporary amateur boxing simulation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4). <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001926>
- Friedmann, B., Jost, J., Rating, T., Weller, E., Werle, E., Eckardt, K. U., Bärtsch, P., & Mairböurl, H. (1999). Effects of iron supplementation on total body hemoglobin during endurance training at moderate altitude. *International Journal of Sports Medicine*, 20(2), 78–85. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971097>
- Ghosh, Asok Kumar & Goswami, Asis & Ahuja, A. (1995). Heart rate & blood lactate response in amateur competitive boxing. *The Indian journal of medical research*. 102. 179-83.
- Ghosh, Asok Kumar. (2010). Heart Rate, Oxygen Consumption and Blood Lactate Responses During Specific Training in Amateur Boxing. *IJASS(International Journal of Applied Sports Sciences)*. 22. 1-12. [10.24985/ijass.2010.22.1.1](https://doi.org/10.24985/ijass.2010.22.1.1).
- Guidetti, L., Guidetti, L., Musulin, A., & Baldari, C. (2002). Physiological factors in middleweight boxing performance. In *J SPORTS MED PHYS FITNESS* (Vol. 42). <https://www.researchgate.net/publication/11281922>

- Hanon, C., Savarino, J., & Thomas, C. (2015). Blood lactate and acid-base balance of world-class amateur boxers after three 3-minute rounds in international competition. *Journal of strength and conditioning research*, 29(4), 942–946. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000736>
- Hughes, M. D., & Bartlett, R. M. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. In *Journal of Sports Sciences* (Vol. 20, Issue 10, pp. 739–754). <https://doi.org/10.1080/026404102320675602>
- Hughes, M., & Bartlett, R. (2008). What is performance analysis? In M. Hughes, & I. M. Franks (Eds.), *The essentials of performance analysis: An introduction* (pp. 8-20). London: Routledge.
- Huges, M. & Frank, I: (2004): Notational Analysis of Sport: Systems for Better Coaching and Performance in Sport. (2004). *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(2), 104.
- Imamura, H., Yoshimura, Y., Uchida, K., Tanaka, A., Nishimura, S., & Nakazawa, A. T. (1997). Heart rate, blood lactate responses and ratings of perceived exertion to 1,000 punches and 1,000 kicks in collegiate karate practitioners. *Applied human science : journal of physiological anthropology*, 16(1), 9–13. <https://doi.org/10.2114/jpa.16.9>
- Kapo, S., Kajmovic, H., Cutuk, H., & Berisa, S. (2008). The Level of use of Technical and Tactical Elements in Boxing Based on the Analysis of the 15th B&H Individual Boxing Championship. *Homo Sporticus*, 2(December 2008), 15–20.
- Khanna, G. L., & Manna, I. (2006). Study of physiological profile of Indian boxers. *Journal of sports science & medicine*, 5(CSSI), 90–98.
- Kluge V. (1996) Olympic boxing has affirmed its position. 50 years AIBA. Mitte D, editor. International Amateur Boxing Association, Berlin: 1, 82-87
- Lee, H. K. H., Cork, D. L., & Algranati, D. J. (2002). Did Lennox Lewis beat Evander Holyfield?: Methods for analysing small sample interrater agreement problems. *Journal of the Royal Statistical Society Series D: The Statistician*, 51(2), 129–146. <https://doi.org/10.1111/1467-9884.00306>
- Malagoli Lanzoni, I., Di Michele, R., & Merni, F. (2014). A notational analysis of shot characteristics in top-level table tennis players. *European Journal of Sport Science*, 14(4), 309–317. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.819382>
- Meyer, T., Davison, R. C., & Kindermann, W. (2005). Ambulatory gas exchange measurements--current status and future options. *International journal of sports medicine*, 26 Suppl 1, S19–S27. <https://doi.org/10.1055/s-2004-830507>

- Nassib, S., Hammoudi-Nassib, S., Chtara, M., Mkaouer, B., Maaouia, G., Bezrati-Benayed, I., & Chamari, K. (2017). Energetics demands and physiological responses to boxing match and subsequent recovery. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(1–2), 8–17. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.05958-2>
- Notational Analysis of Sport: Systems for Better Coaching and Performance in Sport. (2004). *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(2), 104.
- Ribeiro, J. L., de Castro, B. O., Rosa, C. S., Baptista, R. R., & Oliveira, A. R. (2006). Heart rate and blood lactate responses to changquan and daoshu forms of modern wushu. *Journal of sports science & medicine*, 5(CSSI), 1–4.
- Siegler, J. C., & Hirscher, K. (2010). Sodium bicarbonate ingestion and boxing performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 103–108. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a392b2>
- Sørensen, K., Poulsen, M. K., Karbing, D. S., Søgaard, P., Struijk, J. J., & Schmidt, S. E. (2020). A Clinical Method for Estimation of VO₂max Using Seismocardiography. *International journal of sports medicine*, 10.1055/a-1144-3369. Advance online publication. <https://doi.org/10.1055/a-1144-3369>
- Smith M.S. (1998) Sport specific ergometry and the physiological demands of amateur boxing. Doctoral Thesis. University College Chichester; England
- Smith, M., Dyson, R., Hale, T., Hamilton, M., Kelly, J., & Wellington, P. (2001). The effects of restricted energy and fluid intake on simulated amateur boxing performance. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 11(2), 238–247. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.11.2.238>
- Smith, M. S. (2006). Physiological profile of senior and junior England international amateur boxers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(CSSI-1), 74–89.
- Thomson, E., Lamb, K., & Nicholas, C. (2013). The development of a reliable amateur boxing performance analysis template. *Journal of Sports Sciences*, 31(5), 516–528. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.738922>
- Thomson, E. (2015). The development of an amateur boxing simulation protocol. (Doctoral dissertation). University of Chester, United Kingdom.
- Thomson, E., & Lamb, K. (2017). Quantification of the physical and physiological load of a boxing-specific simulation protocol. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(1–2), 136–148. <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1304048>
- WBC. (2018). Rules for Championships. Zugriff am 14. Juni 2020 unter

<https://wbcboxing.com/en/wbc/documentos/>

WBF. (2009). Rundenanzahl Profiboxen. Zugriff am 29. März 2020 unter <http://www.worldboxingfederation.net/wbfrulesandregulations.htm>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Boxring AOB.....	13
Abbildung 2: Treffer- und Schlagfläche	22
Abbildung 3: Boxdress AOB.....	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gewichtsklassen Amateurboxen.....	9
Tabelle 2: Gewichtsklassen Profiboxen.....	10
Tabelle 3: Urteile Amateurboxen	15
Tabelle 4: Urteile Profiboxen	16
Tabelle 5: Rundenanzahl Profiboxen	18
Tabelle 6: Regeln Profiboxen	20
Tabelle 7: Fouls Amateurboxen.....	21
Tabelle 8: Grundschiage Boxen	24
Tabelle 9: Aktivitätsprofil	30
Tabelle 10: Verlauf Aktivität.....	31
Tabelle 11: Unterscheidung Sieger Verlierer	32
Tabelle 12: aerobe Kapazität Leistungssport.....	38
Tabelle 13: aerobe Kapazität Anfänger	39
Tabelle 14: Boxkampf	44
Tabelle 15: Sparring.....	45
Tabelle 16: Boxtests.....	47

Erklärung

Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit *selbstständig verfasst* und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde weder an einer anderen Stelle eingereicht (z. B. für andere Lehrveranstaltungen) noch von anderen Personen (z.B. Arbeiten von anderen Personen aus dem Internet) vorgelegt.

Wien, 19.08.2020