

Ralf Pfeifer

Mechanik und Struktur der Kampfsportarten

Handbuch für Trainer in
Kampfsport und Kampfkunst

SPORT und BUCH Strauß

Die vorliegende Arbeit wurde im Okt. 2000 von der Deutschen Sporthochschule Köln als Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades des Doktors des Sportwissenschaften (Dr. Sportwiss.) angenommen. Der Originaltitel lautet: „Mechanik und Struktur der Kampfsportarten: Gemeinsame mechanische und strukturelle Merkmale der Kampfsportarten, exemplarisch verifiziert an verschiedenen typischen Bewegungsformen und deren Einfluss auf die Schlagwirkung“. Berichterstatter waren Prof. Dr. Wolfgang Baumann (Köln) und Prof. Dr. K. Nicol (Münster).

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Pfeifer, Ralf:

Mechanik und Struktur der Kampfsportarten.

Handbuch für Trainer in Kampfsport und Kampfkunst.

– Köln : Sport und Buch Strauss, 2004 – 2. Auflage.

(Diss., Deutsche Sporthochschule Köln 2000)

ISBN 3-89001-243-4

© Verlag SPORT und BUCH *Strauß*

Olympiaweg 1 — 50933 Köln

Tel. (02 21) 9 47 21 64 — Fax (02 21) 9 47 21 66

e-Mail: verlag@sport-und-buch.de

<http://www.sport-und-buch.de>

Umschlag: *SISU-CROSSMEDIA*-Köln

Satz und Layout: Ralf Pfeifer

Druck: Digital Druck AG, Frensdorf

Printed in Germany

Abstract

Die Trainingspraxis im Kampfsport und in der Kampfkunst hat sich bisher vor allem von fernöstlichen Theorien leiten lassen oder griff auf Erkenntnisse wesensfremder Sportarten zurück. Die vorliegende Arbeit versucht, mit zahlreichen Modellen und Überlegungen eine wissenschaftliche Basis aufzubauen, die einerseits Eigenheiten einer Vielzahl von Kampfstilen berücksichtigt und andererseits eine systematische Entwicklung eines kampfsportspezifischen Trainings erlaubt.

Dazu wird ein speziell entwickelter Kriterienkatalog vorgestellt, mit dem sich für eine große Zahl von Kampfstilen eine Taxonomie nach funktionalen Merkmalen aufbauen lässt und so deren systematische Analyse und Einordnung ermöglicht.

In einem weiterführenden Schritt werden anhand mechanischer und physiologischer Merkmale Kriterien für die Analyse von einzelnen Kampftechniken vorgestellt, die wiederum die Zuordnung dieser Techniken zu Kampfstilen erlaubt.

Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei dem Fauststoß gewidmet, der im Experiment hinsichtlich der Schlagkraftentwicklung analysiert wird. Zu den Ergebnissen dieser Analyse gehört ein inzwischen patentiertes Verfahren zur erweiterten Trainingskontrolle, welches den Einsatz des Körpers und die Unterstützung der Rumpf- und Beinmuskulatur beim Fauststoß messbar macht.

Schlagworte:

KAMPFSPORT, KAMPFKUNST, KAMPF, FAUSTSTOSS, BOXEN, IMPULS-
VERHÄLTNIS, SCHLAGKRAFT, BRUCHTEST, WT (WING TSUN)

Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	2
Inhaltsverzeichnis	4
Vorwort zur 2. Auflage	7
1 Einführung.....	9
1.1 Das Problem.....	9
1.2 Ziel dieser Arbeit.....	13
2 Grundlagen	16
2.1 Strukturierung der Kampfsportarten	18
2.1.1 Taxonomie des Kampfes	20
2.1.2 Die 'Kämpfernautur'.....	44
2.1.3 Taxonomie der Schlagwirkung	46
2.1.4 Gefährlichkeit eines Angriffs	48
2.1.5 Physikalische Gliederung der Techniken	52
2.2 Instrumente zur Technikanalyse	53
2.3 Training.....	57
2.4 Physiologie und Biomechanik.....	63
2.4.1 Muskuläre Leistungsfähigkeit	64
2.4.2 Atmung	73
3 Mechanik und Kampftechniken	74
3.1 Allgemeine Prinzipien	76
3.1.1 Reichweiten	77
3.1.2 Angriffsrichtung und -wirkung.....	82
3.1.3 Kraft vs. Technik.....	87
3.1.4 Wichtige physikalische Größen	88
3.1.5 Impuls und Angriff.....	91
3.1.6 Das Kriterium der Geschwindigkeit	94
3.2 Bewegung des Menschen	96
3.2.1 Stabiler Stand	98
3.2.2 Geradeaus laufen.....	101
3.2.3 Schneller Antritt	102
3.2.4 Abtauchen unter einem Angriff	109
3.2.5 Ausweichen zur Seite bzw. Rückwärts	111

3.3	Waffenlose Techniken.....	117
3.3.1	Körperinsatz und Schlagkraft.....	117
3.3.2	Schlagkraft und Beinarbeit.....	130
3.3.3	Fausttechniken.....	136
3.3.4	Beintechniken	143
3.3.5	Dehnung und Schnelligkeit	146
3.3.6	Blocktechniken.....	148
3.4	Waffen	159
3.4.1	Durchschlagskraft von Stöcken.....	160
3.4.2	Armbewegung und Stockgeschwindigkeit.....	163
3.4.3	Schlaggeschwindigkeit und Stocklänge	168
3.4.4	Gewicht und Eigenschaften von Stöcken.....	169
3.4.5	Schnittwaffen	175
3.5	Trainingsgeräte und Hilfsmittel	178
3.5.1	Pendelbewegung bei Sandsäcken.....	178
3.5.2	Aufhängung von Sandsäcken	180
3.5.3	Wirkung von Schützern	182
3.5.4	Kopfschützer	187
3.5.5	Schlagkrafttest, Bewertung der Kampfstärke.....	189
3.5.6	Bruchtests.....	191
4	Messung der Schlagkraft	200
4.1	Hypothese.....	200
4.2	Versuch	202
4.2.1	Technik.....	203
4.2.2	Vorbereitung	209
4.2.3	Durchführung	214
4.2.4	Erkannte Probleme.....	216
4.2.5	Ergebnisse.....	217
4.3	Bewertung.....	235
4.3.1	Aussagekraft.....	236
4.3.2	Kennwerte für die Trainingskontrolle	238
5	Zusammenfassung	242

Anhang.....	245
A Glossar.....	245
B Mathematische Methoden	272
B.1 Ausrichtung der Messkurven.....	272
B.2 Polynomische Glättung	272
B.3 Numerische Bestimmung des Impulsverhältnisses	277
C Anthropometrische Daten.....	279
D Physikalische Grundlagen.....	285
D.1 Massenträgheit	285
D.2 Schwerpunkt.....	286
D.3 Massenträgheitsmoment (MTM)	287
D.4 Schwerkraft und Reibung	289
D.5 Formänderungsarbeit	291
D.6 Energie	292
D.7 Leistung	296
D.8 Impuls- und Drehimpuls	296
D.9 Erhaltungssätze	297
D.10 Kräfte und Momente	299
D.11 Masse und Gewicht	300
D.12 Reihenfolge der Betrachtung	301
E Patentschrift.....	302
Danksagung.....	312
Quellenverzeichnis.....	313
Stichwortverzeichnis.....	322

Eine Volltextsuche und ein Stichwortverzeichnis stehen unter

<http://www.arsmartialis.com/buch/diss>

zum kostenlosen Download bereit.

Ein † vor einem Wort verweist auf ein
Stichwort im *Glossar* (*Anhang A*, S. 245)

Vorwort zur 2. Auflage

Nachdem ich diese Arbeit vorgelegt habe, wurde ich immer wieder gefragt, ob man denn besser kämpfen könne, wenn man dieses Buch gelesen hätte ... Nun, eines kann ich versichern: Vom Lesen alleine wird niemand ein besserer Sportler oder Kämpfer.

Dieses Buch richtet sich an die Trainer und diejenigen, die ihr eigenes Training selbst in die Hand nehmen wollen und nicht an Kämpfer, die noch ein paar Techniken oder Tricks mehr brauchen. Dieses Buch macht es Trainern nicht immer einfach, denn hier werden oft Ideen vorgestellt, die der jahrelang geübten Trainingspraxis widersprechen.

Ziel soll es sein, die kleinsten Bausteine des Trainings – gewissermaßen die Atome der Kampfausbildung – zu identifizieren und sie zu verstehen. Wenn man weiß, wie diese Bausteine funktionieren und wie sie zusammenpassen, kann man sie zu einem angepassten, effizienten Trainingskonzept zusammensetzen. Als Trainer wird man aus dieser Arbeit eine Reihe von Vorteilen ziehen können:

- Das eigene Training lässt sich auf unnötige Techniken abklopfen, die nur Ballast bedeuten
- Die Ziele des eigenen Stils und des eigenen Unterrichts lassen sich besser definieren und für die Teilnehmer klarer darstellen
- Im Gespräch mit den eigenen Schülern wirkt man kompetenter, wenn man zu Details mehr und genaueres sagen kann, als andere Trainer.



Arnoccio

Die zweite Auflage unterscheidet sich von der ersten Auflage durch einige kleinere Korrekturen und einen etwas kompakteren Satz.

Ich möchte mich bei allen bedanken, die durch den Kauf der ersten Auflage Mut bewiesen haben, einmal außerhalb der im Kampfsport üblichen Bahnen zu denken.

Ralf Pfeifer, im Juni 2004

1 Einführung

Wahrscheinlich gibt es kaum eine Form körperlicher Betätigung, die mehr Mystik ausstrahlt und gleichzeitig mehr polarisiert, als der Kampfsport in seinen verschiedenen Facetten.

Wenn es um Negativ-Beispiele geht, wird gerne auf das Boxen verwiesen. Es wird dann häufig als anachronistisch und brutal eingestuft und es zieht immer wieder leidenschaftliche Diskussionen über sein Verbot auf sich¹.

Andererseits werben zahlreiche Actionfilme mit ihrer Darstellung von Gewalt für asiatische Kampfkünste und der Zusammenhang zwischen asiatisch-seltsamen Trainingsformen und geheimnisvollen Techniken wird als Weg zur Unbesiegbarkeit dargestellt.

Aber was ist wirklich dran an der Unbesiegbarkeit? Wie funktioniert Kämpfen wirklich? Warum behaupten Kampfsportler gerne, dass aus ihren Reihen kaum Schläger kommen und was trainieren dann Berufsverbrecher (die gefährlichsten und skrupellosesten Anwender von Gewalt)?

1.1 Das Problem

Viele der Sportarten, über die täglich und ausführlich im Fernsehen berichtet wird, sind so übersichtlich, dass selbst jemand, der noch nie etwas von diesen Sportarten gehört hat, das Training nach kürzester Zeit alleine durchführen kann. Wenige und einfache Grundtechniken, die bei entsprechendem Training genügend oft wiederholt werden, schulen die richtige Ausführung fast automatisch.

Aber in jeder einzelnen Kampfsportart ist die Zahl der Bewegungen und Techniken so zahl- und variantenreich, dass selbst langjährige Erfahrung nicht immer erlaubt, den Wert einzelner Techniken zu überprüfen und deren optimale Ausführung und Anwendung herauszufinden.

Geschlossene Erklärungsmodelle könnten dem Anfänger einen effektiven Einstieg in den Kampfsport liefern und dem Trainer einen zuverlässigen Leitfaden für den zielorientierten Unterricht. Leider basieren viele Erklärungsmodelle –wenn man sie überhaupt findet– kaum auf den Naturwissenschaften, sondern meist auf Theorien aus dem asiatischen Raum, in de-

¹ Beispielsweise: Erklärung 17.K des Weltärztebundes – The World Medical Association Inc., Handbuch der Deklarationen

2 Grundlagen

Dieses Kapitel befasst sich mit den Grundlagen der Physik, des Kämpfens, und in bescheidenem Rahmen auch Grundlagen der Biomechanik und Physiologie. Diese sind für das Verständnis des nächsten Kapitels erforderlich und sie bilden das Axiomensystem (Axiome) der in den nächsten Kapiteln vorgestellten Analysen.

Gerade in diesem Kapitel werden einige Begriffe (z.B. Sportkampf) definiert, die für den Rest des Buches Gültigkeit haben. Es ist möglich, dass dem Leser diese Begriffe mit abweichender Bedeutung bekannt sind. Aus Gründen der Klarheit bezieht sich jedoch der Rest dieser Arbeit nur auf die hier definierten Bedeutungen.

▷ Abgrenzung des Themenbereiches

Damit diese Arbeit und die angestrebte Untersuchung des Kampfes einen überschaubaren und begrenzten Rahmen behält, soll hier der Rahmen abgesteckt werden:

- Der Kampf hat genau ein Hauptziel: Über den Gegner zu siegen. Damit werden beispielsweise Stile, die der Gesunderhaltung dienen, in dieser Arbeit von der Betrachtung ausgeschlossen.
- Der Sieg wird in einer körperlichen Auseinandersetzung errungen. Damit scheidet z.B. der 'Formenwettkampf' (Form) als 'Kampf' im Sinne dieser Arbeit aus.
- Um den Sieg zu erringen, können auch Waffen eingesetzt werden. Hier sollen jedoch nur Waffen berücksichtigt werden, die beim Eintritt der Wirkung Kontakt mit **beiden** Kämpfern haben. Damit sind Schuss- und Schleuderwaffen, Speere und andere fliegende Waffen von der Betrachtung ausgeschlossen.
- Am Kampf sind ausschließlich Menschen beteiligt. Der Kampf gegen Tiere (z.B. Kampfhunde) oder antike Gladiatorenkämpfe gegen Raubtiere werden nicht betrachtet.

▷ Grundlegende Begriffsvereinbarungen

In den Medien und im allgemeinen deutschen Sprachgebrauch wird meist alles, was die oben beschriebenen Kriterien erfüllt als 'Kampfsport' bezeichnet. Hier soll jedoch nur noch der Begriff 'Kampf' verwendet werden.

Für die verschiedenen Verbände, die den Kampf auf eine eigene Art ausüben und durch Ausbildungsprogramme einen Rahmen für den Unterricht in

3 Mechanik und Kampftechniken

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Anwendung der physikalischen Prinzipien und Gesetze auf einzelne Techniken und Bewegungen im Kampf. Soweit möglich, wurden daraus Empfehlungen zur optimalen Ausführung hergeleitet.

Im Gespräch mit Praktikern ergibt sich häufig ein Verständnisproblem, wenn es um die Bewertung des Einflusses verschiedener unabhängiger Größen geht.

So ist allgemein anerkannt, dass schwerere Kämpfer auch stärker sind – die Gewichtsklassen in vielen Wettkampfstilen sind Ausdruck dieses Zusammenhangs. In Diskussionen wird dann aber oft eingewandt: „Aber wenn ein Kämpfer mehr trainiert hat, dann schlägt er auch einen schwereren Kämpfer“. Faktisch wird dabei eine Kausalität zwischen Trainingszustand und Gewicht hergestellt, aber diese Kausalität existiert kaum (viel Training macht vielleicht schlank).

Trainingszustand und Gewicht sind zwei unabhängige Einflussfaktoren und nur Teil eines Kollektivs von vielen verschiedenen Einflüssen.

Dies veranschaulicht Bild 3-1, wo verschiedene, unabhängige Einflüsse als Schieber dargestellt werden, die den Durchfluss von Wasser hemmen. Zieht man einen Schieber auf (steht z.B. für mehr Training) und schließt gleichzeitig einen anderen Schieber (steht z.B. für weniger Gewicht), so steigt der Durchfluss nicht. Erst wenn *alle* Schieber ganz aufgezogen werden, dann hat man den maximalen Durchfluss.

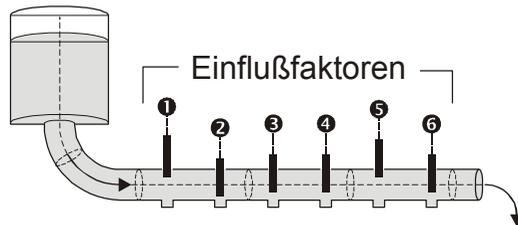


Bild 3-1: Kollektiv von unabhängigen Einflussfaktoren

Man kann das Schiebermodell auch mathematisch abbilden:

$$D \sim E_1 \times E_2 \times E_3 \times E_4 \times E_5 \times E_6$$

Dabei ist D die Durchflussmenge (entspricht dem Erfolg), die proportional zum Produkt der Einflussfaktoren $E_1 \dots E_6$ ist. Falls einer der Einflussfaktoren 0 ist (= Schieber zu), dann kommt aus dem Rohr gar kein Wasser mehr heraus.

Übertragen auf das Problem von Trainingszustand und Gewicht bedeutet dies, dass der beste Kämpfer schwer ist und auch noch viel trainiert.

4 Messung der Schlagkraft

Um die Richtigkeit der Theorien in Abschnitt 3.3 *‘Waffenlose Techniken’* (S. 117) zu untermauern, sollen die qualitativen Ergebnisse durch einige praktische Versuche überprüft werden. Auch wenn dabei vordergründig nur die Schlagkraft untersucht wird, soll doch das Phänomen ‘Schlag’ so umfassend wie möglich aufgeklärt und die Effekte quantifiziert werden.

Vereinfachend soll auch in diesem Kapitel der Begriff ‘Schlagkraft’ synonym für die physikalische Komponente der Schlagwirkung (siehe 2.1.3 *‘Taxonomie der Schlagwirkung’* S. 46) stehen.

4.1 Hypothese

Die Wirkung eines Schlages im Kampf beruht auf verschiedenen Ursachen. Zu den in Abschnitt 2.1.3 *‘Taxonomie der Schlagwirkung’* (S. 46) beschriebenen Komponenten gehört insbesondere auch die physikalische Wirkungskomponente, welche hier genauer untersucht werden soll.

Diese physikalisch messbare Wirkung eines Schlages hängt ihrerseits –neben anderen Größen– von der Anzahl der an der Bewegung beteiligten Muskeln ab. Diese Muskeln sollen für die Untersuchung in drei logische Gruppen zusammengefasst werden: Armmuskulatur, Rumpfmuskulatur und Beinmuskulatur.

In der Trainingspraxis haben sich folgende qualitative Zusammenhänge gezeigt:

- (1) Die geringste messbare Wirkung ergibt sich beim Schlag ‘aus dem Arm heraus’, also unter ausschließlicher Beteiligung der Armmuskulatur.
- (2) Die Schlagwirkung lässt sich steigern, wenn zur Gruppe der Armmuskeln noch die Rumpfmuskulatur hinzugenommen wird.
- (3) Die größte Schlagwirkung lässt sich erreichen, wenn Arm-, Rumpf- und Beinmuskulatur gemeinsam eingesetzt werden.

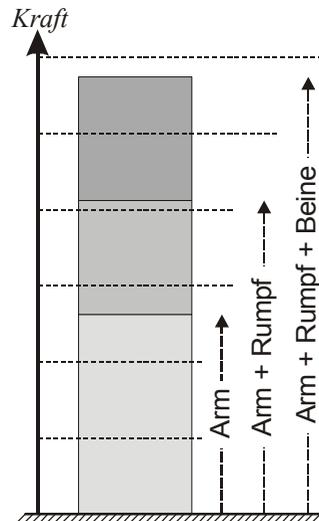


Bild 4-1: Anteile verschiedener Muskelgruppen an der Schlagkraft (qualitativ)

5 Zusammenfassung

▷ Die Struktur der Kampfstile

Im 2. Kapitel dieser Arbeit wurde gezeigt, dass die Taxonomie der zahlreichen Kampfstile über den Vergleich der Abstammung oder der verschiedenen Techniken der Kampfsportarten nicht sinnvoll ist.

Statt dessen wurde eine Taxonomie der Kampfsportarten nach ihrer Funktion (also dem Kampfziel) vorgestellt, welche die Kampfsportarten in zwei Hauptgruppen klassifiziert. Diese beiden Gruppen unterscheiden sich hauptsächlich nach dem Zweck des Kampfes:

Da ist einerseits der Kampf zum sportlichen Vergleich und andererseits der Kampf zur Abwehr einer ernstesten Gefahr. Diese beiden Gruppen lassen sich weiter differenzieren.

Da die Gliederung nach der Funktion erfolgt, ergibt sich der Vorteil, dass man die Optimierung des Trainings und der Techniken ebenfalls mit Hilfe der von einem Stil geforderten Funktionen überprüfen und anpassen kann.

In der Praxis zeigt sich allerdings auch, dass sich nicht alle Stile eindeutig einem Taxon zuordnen lassen, sondern Elemente aus verschiedenen Taxa vereinigen. Dennoch ist damit der erste Schritt getan, die Qualität von Techniken und Training unter kampfspezifischen Gesichtspunkten zu analysieren und messbar zu machen.

▷ Welches System ist das Beste?

Diese Frage, die bevorzugt von Außenstehenden gestellt wird, beruht auf der stillschweigenden und meist nicht zutreffenden Implikation, dass jeder Kampfstil auf die bestmögliche Selbstverteidigung ausgelegt ist.

Mit der vorgelegten Taxonomie lässt sich diese Frage so beantworten: Viele Systeme sind nicht auf die Selbstverteidigung, sondern auf eine bestimmte Funktion optimiert, z.B. auf den Wettkampf nach ganz bestimmten Regeln. Für seinen eigenen, selbst definierten Zweck ist jedes System das beste System.

▷ Physikalische Analysen

Die Sportwissenschaften haben bereits für viele Sportarten eine Reihe von biomechanischen Zusammenhängen aufgeklärt.

Die hier vorgenommenen physikalischen Analysen von Techniken beschreiben weitere Zusammenhänge, die sich auf kampfspezifische Techniken

Anhang

A Glossar

▶ Agonist

Muskeln können nur ziehen, aber nicht drücken. Damit sich ein Körperteil hin und her bewegen kann, müssen daher Muskeln mindestens paarweise vorhanden sein. Insbesondere wenn sich die Aufgaben für 'hin' und 'her' je einem Muskel zuordnen lassen, bezeichnet man den

- Agonist als den Muskel, der die Bewegung einleitet,
- als †Antagonist (Gegenspieler) den Muskel, der die Bewegung wieder umkehrt.

Welcher der Muskeln gerade Agonist und welcher Antagonist ist, hängt von der betrachteten Bewegungsrichtung ab: Beim Strecken des Armes ist der Trizeps der Agonist, demzufolge muss der Bizeps der Antagonist sein. Umgekehrt ist beim Beugen des Armes der Bizeps der Agonist und der Trizeps der Antagonist.

▶ Antagonist (gr. Gegner) †Agonist

Gegenspieler des aktiven Muskels. Häufig kommt es bei Bewegungen vor, dass der Antagonist gegen den Agonisten arbeitet. Viele Kampfsportarten versuchen durch Training, den Antagonisten zu deaktivieren um die Wirkung eines Schlages zu erhöhen. Häufig wird der angestrebte Zustand als 'völlig entspannt' charakterisiert oder als Zustand, an dem †Chi/Ki beteiligt ist.

▶ Antizipation (lat. Vorwegnahme)

Im Sport bedeutet es allgemein, dass durch Erfahrung ein Kämpfer mit der Zeit lernt, die Bewegungen des Gegners bereits im Ansatz zu erkennen und darauf zu reagieren, bevor die Technik ausgeführt wird. Dadurch wird es immer schwieriger, einen erfahrenen Kämpfer zu besiegen, da dieser schon frühzeitig mit der erforderlichen Abwehr beginnt. In vielen sportlichen Disziplinen (z.B. Leicht- und Schwerathletik, Schwimmen) spielt die Antizipation kaum eine Rolle, da im Wettkampf primär gegen ein Messgerät (Stoppuhr, Maßband) gekämpft wird. Erfahrungsgemäß enden in solchen Sportarten die Karrieren der Leistungssportler früher, da die altersbedingte Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit nicht durch wachsende Erfahrung ausgeglichen werden

B Mathematische Methoden

In Übereinstimmung mit der mathematischen Nomenklatur wird der x-Wert (Abszisse) als Stütz**stelle** und der y-Wert (Ordinate) als Stütz**wert** bezeichnet.

B.1 Ausrichtung der Messkurven

Zur Darstellung der in Abschnitt 4.2 ‘*Versuch*’ (S. 202) ermittelten Kraftverläufe in einem gemeinsamen Diagramm müssen diese verschoben und zur Deckung gebracht werden. Dies war erforderlich, da sich kein einheitlicher Startzeitpunkt für die Messung festlegen ließ und da in einigen Fällen die Kalibrierung der Messeinrichtung vor dem Schlag nicht ausreichend war.

Mathematisch lassen sich die durchgeführten Schritte als rein translatorische Koordinatentransformation auffassen:

- Verschiebung in **vertikaler** Richtung: Zunächst wurden von den Messwerten der Minimalwert abgezogen, sodass die Kraft auf die vertikale Nulllinie normiert wurde. Dies entsprach der Anordnung, da keine Zugkräfte übertragen werden konnten, musste die gemessene Kraft stets das gleiche Vorzeichen haben.
- Verschiebung in **horizontaler** Richtung: Die Kurven wurden an ihren Maxima ausgerichtet. Dazu wurden drei benachbarte Messwerte addiert und die zeitliche Lage des Maximums dieser Summe ermittelt. Anschließend wurden die Messreihen einer Serie (= gleiche Versuchsperson, gleiche Muskelgruppe) so gegeneinander verschoben, dass das Maximum auf den gleichen Zeitpunkt fiel.

Erst nach dieser Verschiebung wurde der in den Grafiken eingezeichnete Mittelwert gebildet und mit der im nächsten Abschnitt beschriebenen polynomischen Glättung (Regression mit einem kubischen Polynom aus 5 Messwerten) nachbearbeitet.

B.2 Polynomische Glättung

Aus der Mathematik ist eine große Zahl von Verfahren bekannt, mit denen Messwerte geglättet werden können. Hier soll die polynomische Glättung vorgestellt werden.

Für die Glättung von Messwerten wird eine Funktion erstellt, die aus mehreren Messpunkten für eine gegebene Stützstelle den gesuchten Stützwert berechnet. Das Verfahren basiert auf der GAUßschen Fehlerquadrat-

C Anthropometrische Daten

Die Anthropometrie befasst sich mit Verfahren zum Messen von signifikanten Körperlängen, wie z.B. der Körpergröße. Um einen Überblick über die verschiedenen Körpermaße zu erhalten, wurde die DIN 33402 entwickelt, damit Arbeitsplätze richtig dimensioniert werden können. Alle Längenangaben verstehen sich in mm und geben den Mittelwert (Median, 50. Perzentil) an. Im Falle der Körpergröße heißt das, dass die Hälfte der Frauen zwischen 26...40 Jahren größer als 1629 mm, und die andere Hälfte kleiner ist.

Die Werte sind zwar auf das Lebensalter bezogen, sie stammen aber aus Untersuchungen verschiedener Jahrgänge, sonst würde das ja bedeuten, dass die Menschen mit zunehmendem Alter wieder schrumpfen. In der Praxis heißt dies, dass die ältere Generation kleiner ist, während die Jüngeren größer werden – und auch bleiben. Allgemein zeigen Beispiele wie mittelalterliche Ritterrüstungen oder Betten, dass die Menschen in den letzten Jahrhunderten größer geworden sind.

Weil Körperlänge auch im Kampfsport eine wichtige Größe darstellt, soll hier eine Tabelle Übersicht über die mittleren Körpermaße der deutschen Bevölkerung in verschiedenen Altersgruppen und in der Gesamtheit (zwischen 16...60 Jahren, Rubrik 'Alle') geben.

Vor Boxkämpfen werden in Statistiken gerne Reichweiten der Kämpfer angegeben. Auch hierzu kann man Daten aus der DIN bekommen. Die DIN geht dabei von folgender Situation aus: Der Mensch steht mit dem Rücken zur Wand und macht bei gestrecktem Arm eine Faust (z.B. um einen Griff oder Stock zu fassen). Der Abstand zwischen Griff und Wand ist die in Bild 5-8 wiedergegebene Länge.

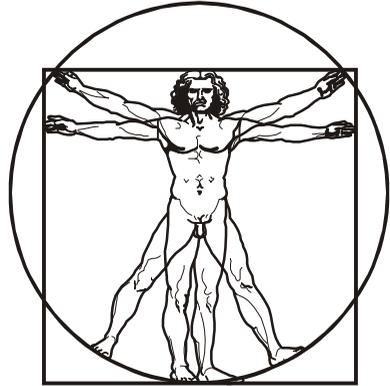


Bild 5-6: Anthropometrische Studien von Leonardo da Vinci¹³¹

¹³¹ Die Grafik stammt von LEONARDO DA VINCI (1452-1519), der Illustrationen zum Werk 'De divina proportione' (Vom Goldenen Schnitt) des Mathematikers LUCA PACIOLI lieferte.

D Physikalische Grundlagen

In den bisherigen Kapiteln wurde auf eine ausführliche theoretische und mathematische Herleitung der beschriebenen physikalischen Prinzipien verzichtet, um das Verständnis der Prinzipien zu erleichtern. Die hier vorgestellten Grundlagen und Formeln sind zwar das tragende Fundament der bisher angestellten Betrachtungen, sie sind aber für die Umsetzung der bereits vorgestellten Theorien nicht unbedingt notwendig.

In diesem Teil sollen die physikalischen Grundprinzipien erläutert werden. Die einzelnen Abschnitte sind im Wesentlichen unabhängig voneinander. Man kann daher die einzelnen Teile dieses Kapitels als Referenz für die übrigen Kapitel benutzen.

Isaac NEWTON begründete die Mechanik mit seinen 'axiomata sive leges motus'. Es handelt sich dabei um Prinzipien, deren Gültigkeit immer wieder beobachtet wird und aus denen sich die Gesetze der Mechanik herleiten, die aber nicht beweisbar sind. Die Physik ist eine beschreibende Wissenschaft, sie kann aber nicht erklären, warum die Naturgesetze gerade so sind, wie sie sind.

D.1 Massenträgheit

Ein wichtiges Prinzip ist die Trägheit der Masse (erstes der NEWTONschen Axiome). Ein Körper kann nicht einfach seine Bewegungsrichtung oder seinen Bewegungszustand ändern, ohne dass irgendwie nachgeholfen wird. Der Mensch besitzt für die Bewegungsänderung seine Muskulatur.

Üblicherweise unterteilt man die Bewegung der Masse in zwei Extremfälle:

- Die Masse bewegt sich nur **geradlinig** (Translation).
- Die Masse **dreht** sich um ihre eigene Achse (Rotation).

Alle anderen Bewegungen, die ein Körper ausführt, sind eine Mischung aus diesen beiden Spezialfällen.

Beispiel: Tritt man den Gegner genau vor das Brustbein, fliegt er geradlinig (translatorisch) zurück. Tritt man ihm statt dessen auf die

nur Translation



nur Rotation



Translation + Rotation
hier: Abrollen

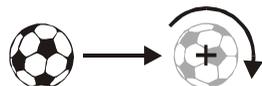


Bild 5-12: Translation und Rotation

E Patentschrift

Wie bereits in Abschnitt 4.3.2 'Kennwerte für die Trainingskontrolle' (S. 238) dargestellt, gibt es u.a. das Impulsverhältnis e , welches zur Trainingskontrolle herangezogen werden kann. Aus dieser Arbeit heraus entstand daher eine Patentschrift, die eine Vorrichtung zur Messung dieses Impulsverhältnisses beschreibt.

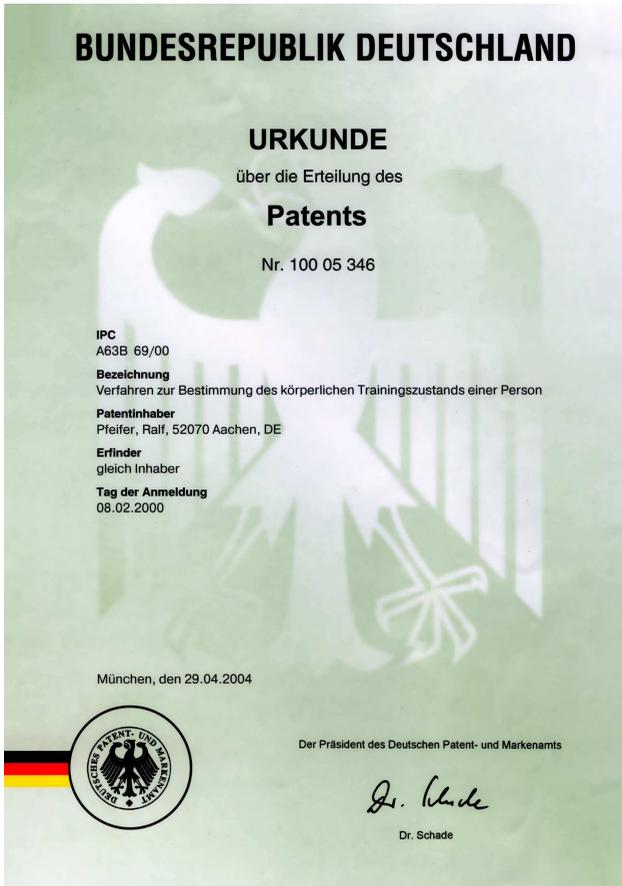


Bild 19: Patenturkunde 100 05 346

Danksagung

Für die vielfältige Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit möchte ich folgenden Personen –in alphabetischer Reihenfolge und in der Hoffnung, keinen vergessen zu haben– herzlich danken:

Kerim **AVCI** (WTEO) • Salih **AVCI** (WTEO) • Salim **AVCI** (WTEO, Versuchsperson) • Dr. Titus **BARSCH** (Institut für Geometrie und praktische Mathematik, RWTH Aachen) • Wolfgang **BIRKENSTOCK** (Korrekturleser) • Dipl.-Sportl. Horst **BRANDT** (Taekwon Do & Dance, Köln) • Rainer **BROZIO** (IKBF) • Miriam & Oguz **DEMIRAK** (Titelbild) • Tanja **DENIG** (Versuchsperson, WTEO) • Prof. Dr. Dr. Dieter **EBFELD** (Physiologisches Institut, Deutsche Sporthochschule Köln) • Klaus **FUCHS** • Monika **FUß** † (Arnis Hochschulgruppe) • Dipl.-Phys. Peter **GALBIERZ** (Institut für Biomechanik, Sporthochschule Köln) • Carsten **GRUNDMANN** (Arnis-Hochschulgruppe RWTH Aachen, Korrekturleser) • Alexander **HALLIER** (Versuchsperson, IKBO) • Torsten **HEINEN** (Versuchsperson, WTEO) • Georg und Vera **JANZEN** (Juno Jujutsu, Düren) • Stefan **JÖHNK** (Versuchsperson, WTEO) • Dipl.-Phys. Jürgen **KLAUCK** (Institut für Biomechanik, Sporthochschule Köln) • Dipl.-Ing. Wilfried **MERTENS** (Versuchsperson, Arnis Hochschulgruppe) • Roland **MEYER** (Arnis-Hochschulgruppe RWTH Aachen) • Vincent **MORRIS** (IKKR) • Andreas **MÜLLER** (Versuchsperson, WTEO) • Dipl.-Ing. Ludger **REDDEMANN** (Korrekturleser) • Dr. med. Osama **SABRI** • Wilfried **SCHÄFER** (Ringens, TV-Walheim) • Walter **SIEMENS** (Versuchsperson, IKBO) • Brigitte **SPRINGER** (Korrekturleserin) • Sven **TASZIES** (Jujutsu Hochschulgruppe der RWTH Aachen) • Hubert **WERNER** • Dr.-Ing. Frank **WIENAND** (Institut für Regelungstechnik, RWTH Aachen) • Franz **WIND** † • Dipl.-Kfm. Marion **WOLF**

Natürlich möchte ich auch meinen Eltern für die langjährige Geduld mit mir danken und den zahllosen Menschen, die ich hier nicht namentlich erwähnen konnte:

- ... den vielen Arnis-Lehrern, die ich in meiner Zeit als allein erziehender Trainer der Arnis-Hochschulgruppe der RWTH Aachen in dem Glauben ließ, meine Schüler zu sein,
- ... meinen Freunden in Kampfsport und -kunst, die mich gefördert haben,
- ... meinen Feinden, die mich gefordert haben und natürlich
- ... den Mitgliedern der Newsgroup `de.rec.sport.budo`, von denen mich nicht wenige durch ihre Widerspenstigkeit, Uneinsichtigkeit und Argumentationsfreude zu immer genaueren Erklärungen und Modellen zwangen.

Quellenverzeichnis

- ADOMEIT, GERHARD: *Dynamik I*, Vorlesungsumdruck des Lehrstuhls für Allgemeine Mechanik der RWTH Aachen, Ohne Jahresangabe
- ADOMEIT, GERHARD: *Dynamik II*, Vorlesungsumdruck des Lehrstuhls für Allgemeine Mechanik der RWTH Aachen, Ohne Jahresangabe
- ADOMEIT, GERHARD: *Mechanik für Ingenieure I – Statik*, Vorlesungsumdruck des Lehrstuhls für Allgemeine Mechanik der RWTH Aachen, 1983
- ADOMEIT, GERHARD: *Mechanik für Ingenieure II – Festigkeitslehre*, Vorlesungsumdruck des Lehrstuhls für Allgemeine Mechanik der RWTH Aachen, 1984
- ANDREJEW W.M., TSCHUMAKOW E.M.: *Sambo ... der kraftvolle, russische Kampfsport*. 4. Auflage 1989, Deutsche Übersetzung: Verlag Weinmann Berlin, ISBN 3-87892-024-5.
- ARMENTI, ANGELO JR.: *The Physics of Sports*. Springer-Verlag New York, 1992, ISBN 0-88318-946-1
- BACKÉ, W.: *Grundlagen der Ölhdraulik*. Vorlesungsumdruck des Instituts für hydraulische und pneumatische Antriebe und Steuerungen der RWTH Aachen, Ohne Jahresangabe
- BAUMANN, WOLFGANG: *Arbeitsunterlagen zur Biomechanik*. Vorlesungsumdruck des Instituts für Biomechanik, Deutsche Sporthochschule Köln, ohne Erscheinungsjahr.
- BÄUMLER, G., SCHNEIDER, K.: *Sportmechanik*. BLV Verlagsgesellschaft München.
- BEITZ, W. und KÜTTNER, K.-H.: *Dubbel – Taschenbuch für den Maschinenbau*. 15. Auflage 1986, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, ISBN 3-540-12418-7.
- BIMBERG, D., GRUNDMANN, M., LEDENSTOV, N. N.: *Übergewicht: Ein Zivilisationsproblem?* Beitrag in Spektrum der Wissenschaft 11/96, Spektrum-Verlag Heidelberg, ISSN 0170-2971.
- BOCKSTAHLER K.-B., VELTE H.: *Neues Bruce LEE Lexikon*. Sport-Buch-Verlag H. Velte, Wehrheim/Ts., ISBN 3-923473-23-0.
- BRAND, HORST: *Die erzieherische Bedeutsamkeit asiatischer Kampfkünste am Beispiel Taekwon-Do*. Deutsche Sporthochschule Köln, Diplomarbeit Nr. 1688 vorgelegt 1983.
- BUNDESMINISTER DER VERTEIDIGUNG: *Formalausbildung – ZDv 3/2*. Herausgegeben vom Bundesministerium der Verteidigung, Führungsstab des Heeres IV, Fassung vom 15.01.63.

Stichwortverzeichnis

Fettgedruckte Seitenzahlen weisen auf eine grundlegende Behandlung des Stichwortes hin. Eine Volltextsuche und ein vollständiges Stichwortverzeichnis stehen im Internet kostenlos zur Verfügung:

<http://www.ArsMartialis.com/buch/diss>

- Abtauchen..... **109**
 Agonist 64, 153, **245**
 Ali, Muhammed..... 187
 Angriff
 Weiterführen des -s 150
 Antagonist 147, 153 → Agonist
 Anthropometrie **279**
 Antizipation 45, 63, 128, 132, 137, 197,
 245 → Finte
 Antritt 105, 107
 Atmung..... 73
 Ausbildung 39
 Ausweichen **111**
 Axiom..... 16, **246**, 261

 Besatzungsmacht 159
 Beschleunigungswiderstand 286
 Bibel 19
 Bindegewebe 70, 72
 Biomechanik..... 16, 63, 281, 320
 Bizeps 153, 154, 156
 Blankwaffen 53 → Schwert
 Block 50, 129, **148**, 160
 harter 148, **150**
 Kreuz- 54, 248
 statischer..... 148, **153**, 158
 weicher 148, **150**
 Bodenhaftung 133
 Bodenkampf .26, 27, 41, 44, 87, 130,
 136, 260
 Bruchtest..... 191

 Charakterbildung 33, 60
 Chi 10, **246**

 Clausewitz, Carl von 30, 53, 246, 267
 Clinchen..... 29, 49

 Da Vinci, Leonardo..... 279
 Darwin 57
 Dehnung..... 146, 147, 250, 252
 Deutsche Sporthochschule Köln .203
 Dim-Mak..... → Nervendruckpunkte
 DIN 33 402 109
 Dolchhaltung..... 76, 246
 Doping 22, 27
 Doppeldeckung **153**
 Drall **247** → Drehimpuls
 Drehimpuls 91, **296**
 -erhaltung..... 297
 Druck **88**, 120, 161, 182, 301
 -verteilung..... 182
 Duo-Wettkampf 29, 247

 e → Impulsverhältnis e → Stoßzahl e
 Ehrenhandel 43
 Energie **91**, 292
 -erhaltung..... **247**, **292**, 297
 kinetische 118, 293
 potentielle 295
 Erhaltungssätze 297
 Exerzieren 62
 Extremitäten..... 44, 77, **247**

 Falling-Step..... 135, 161, 261
 Faust
 -schlag..... 136, 139, 267
 -stoß 49, 117, 136, 137, 143, 267, 300
 Film..... 161, 247

- Finte..... 24, 42, 48, 246, **248**
 → Antizipation
- Flächenabwehr..... 50
- Flächenangriff..... 49
- Form **250**, 257
- Formaldienst..... 62
- Formänderungsarbeit. 125, 160, 175,
 178, **291**
- Formenwettkampf..... 29
- Frauenselbstverteidigung.... 281, 314
- Freiheitsgrade 77, **250**
- Fußtritt...28, 143, 180, 252, 256, 267
- Galilei, Galileo..... 110
- Gebote 27
- Gedankenlesen..... 10
- Geheimagent..... 39
- Genitalbereich..... 21, 185
- Gesichtsveränderungen
 durch Boxen 266
- Getriebetechnik..... 269
- Gewichtsklasse 22, 58, 127, 180
- Gewichtsverteilung..... 100, 112
- Gladiator..... 16
- Glättung..... 217, 272
 -polynomische 273
- Gleichgewicht 29, 96, 98, 101, 105, 114,
251, 270
- Gleitschritt 106
- Halbkreisfußtritt..... 252
- Haltearbeit 293
- Hartschale 185
- Hauptsatz, 1. → Energieerhaltung
- Hebel 68, **252**
- Hebelarm 149
 Gesetz der abgewandten -e 99
- Hebeltechniken 37, 56, **252**
- Herodot..... 30
- Hertz'sche Pressung..... 88, 172
- Hill'sche Kurve..... 68, 121, 171
- Holzflöte..... 159
- Hyong..... → Form
- Impuls **90**, 91, 207, **296**
 -erhaltung..... 143, **297**
- Impulsverhältnis **e** **207**, 236, 241, 277
- Inch-Punch **252**
- Interpolation..... 273
- Kampf
Begriffsdefinition 253
 -kraft → Kampfstärke
 -kunst **34**, 107
 -stärke 22, 41, **189**, **253**
 -stellung → Stellung
- Kampfrichter..... 22
- Kata..... → Form
- Kettenfauststoß **254**
- Ki **246** → Chi
- KMI..... → Körpermasse-Index
- Knautschzone..... 186
- KO..... 40, **254**, 266
- Kombinationen..... 42
- Konter 42
- Kontraktile Elemente 72
- Kontraktion
 exzentrische **65**, 150, 157
 isometrische **65**, 151
 konzentrische **65**, 150
- Koordination,
 intermuskuläre 64, 128, 133, 171, **253**
 intramuskuläre **253**
- Kopfschutz 188
- Korkenziehereffekt 142
- Körper
 -einsatz.... **117**, 119, 137, 171, 206
 -größe 279, 281, 282
- Körpermasse-Index 283
- Körperverletzung 259
- Kraft..... **88**, **90**, 120, **255**, **299**
 Flieh-..... **271**
 Muskel- 65, 70, 136, 146, 150
 Reaktions- 194, **261**
 Reibungs-64, 70, 83, 131, 143, 298
 Stoß- 89

- Trägheits-64, 68, 150, 168, 194, 196, 300
- Kraftmeßplatte..... 203, 206
- Krav Maga..... 36, **255**
- Kreiselmoment..... 15
- Krieg..... 30
- Kurvenfahren..... 14
- Langstock..... 159, 169
- LEE, BRUCE..... 11, 135, 248, **256**
- Leichtkontakt**40**, 52, 64, 93, 256, 270
- Leistung..... **296**
- Leistungsziffern..... 191
- Linienabwehr..... 50
- Linienangriff..... 49
- Linné, Carl von..... 269
- Low-Kick..... → Fußtritt
- Lunker..... 173
- Mafia-Killer..... 39
- Martial Art..... 256
- Massenerhaltung..... 247, 297
- Massenträgheitsmoment..... 168, **287**
- Messer..... **175**
- Meßfehler..... **215**
- militärische Nahkampftechniken**35**, 315
- Moment..... **299**
- Mu Sa Do..... 36, 316
- Musashi..... 24, 53, 317
- Muskel..... 64, 157
- kette**123**, 125, 127, 130, 167, 206, 240, 253
- länge..... 128
- Muskulatur
- Bein-..... 133
- Rumpf-..... 137
- Nehmerqualitäten..... **41**
- Nervendruckpunkte..... 47, **257**
- Newton, Isaac..... **258**, 271, 285
- Newtonsche Axiome..... **258**
- Notwehr..... 21, 31, 34, 37, **258**
- Nunchaku..... 54, 159
- Parallelschaltung..... **266**
- Personenschutz..... **34**
- Phase..... 58, **260**
- Physiologie..... 16, 63, 261
- Pirouetteneffekt..... 298
- polizeiliche Eingriffstechniken**35**, 317
- Polynom..... 273
- Punktabwehr..... 50
- Punktangriff..... 49
- Punkt-Stop-Systeme..... **40**
- Push-Kick..... 126
- Quadrizeps..... 68, 115, 256, 261
- Radfahren..... 121
- Reaktion
- Einfach-..... 262
- Mehrfach-..... 264
- Wahl-..... 264
- Reaktionszeit..... 109, **262**
- Rechtslage..... 37
- Reflex..... 48, 55
- pneumomuskulärer..... 73
- Regression..... 273
- Reibung.....**289** → Kraft, Reibungs-
 flüssige..... 72
- Reibungsbeiwert..... 83
- Reichweite 44, 56, **77**, 136, 139, 260, **279**
- Richtkampf..... 43
- Rising-Step..... 93, 131, 145, 161
- Roux, Prinzip von..... **63**, 198, **265**
- Rüstung..... 54, 80
- Sandsack..... 46, 82, 128, **178**
- Schadenersatz..... 260
- Schlag
- geschwindigkeit..... 44, 168
- härte..... 44
- kraft..... **46**, 118, 136
- kraftverlauf..... 217
- präzision..... 48

- wirkung 27, 44, **46**, 127, 130, 137, 160, 161, 169, 189
- Schnitt- und Stichwaffen 175
- Schützer **182**
- Schwerpunkt 86, 97, 112, **286**
- Schwert 24, 79, 81, 160, 174
- Schwinger → Faustschlag
- Selbstaufgabe 38
- Selbstschutz **34**
- Selbstverteidigung **21**, 27, **34**
- Selbstwertgefühl 117
- SelSpot 212, 214, 217
- Semikontakt **40**, 266, 270
- Serienschaltung 123, **266**
- Side-Step 107
- Speer 16
- Sport 30
- Sportkampf 29, **40**, 52, 180, 246
- Selektion der
- Schüler 58
- Techniken 57
- Standfläche **98**, 101, 112
- Stellung **80**, 100, 104, 113
- Stil **17**
- Stock 54, 79, 81, 104, **160**, **163**, 164, **168**, 169, 172, 279
- Reichweite 79
- Stoß **89**
- Stoßmittelpunkt 174
- Stoßzahl e **207**
- Strategie 77, **267**
- Stützstelle 272
- Stützwert 272
- Sullivan, Louis Henry 159
- Sunzi 53
- Superposition 268
- T'ai-Chi 10, 33
- Taktik → Strategie
- Taxonomie **269**
- Technikprogramm 26
- Technikserie 56
- Thai-Boxen 213
- Tonfa 159, 173
- Trainingsziel 58, 117, 121
- Transkriptionsregeln **268**
- Trizeps 153, 156
- Übersetzungsverhältnis 68, 148, 153, **269**
- Unentschieden 22
- Unverwundbarkeit 10
- Usher, James 19
- Verbote 38
- Regeln 27
- Waffen 53
- Verhältnismäßigkeit der Mittel 37
- Verkehrspsychologie 262
- Versuchseinweisung 213
- Vollkontakt **21**, 27, 40, **41**, 52
- Waffen 270
- der Priester 159
- Schleuder- 16
- Schuß- 16
- Wertungstreffer 270
- Wing Tsun 34, 213, 271, 318
- Wippe 144
- Wirkungskomponente 190
- physikalische 44, **46**, 88, 130, 136, 137, 164, 169
- physiologische 23, **46**
- psychologische **47**
- taktische **48**
- Wirkungstreffer 58, 270
- worst case 271
- Wu-Shu 271
- Zentrallinie 113, **271**
- Zentrifugalkraft → Kraft, Flieh-
Zugspannung 192, **271**