

**KINEMATISCHE UND DYNAMISCHE
BIOMECHANIK DES PRELLSTOSSES KIZAMI-
ZUKI BEIM KARATE**

DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DES AKADEMISCHEN GRADES
DES DOKTORS DER SOZIALWISSENSCHAFTEN
AN DER UNIVERSITÄT KONSTANZ,
FACHBEREICH GESCHICHTE UND SOZIOLOGIE
FACH SPORTWISSENSCHAFT

vorgelegt von

Ayman Mahrous Sayed Mehanni

Tag der mündlichen Prüfung: 01. Dezember 2004

Referent: Prof. Dr. Hartmut Riehle

Referent: PD Dr. Manfred Vieten

Danksagung

Zuerst danke ich meinem Gott, dass er mir die nötige Geduld und Kraft zur Fertigstellung dieser Arbeit gegeben hat.

Vor allem bedanke ich mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater Professor Dr. Hartmut Riehle für die außerordentlich gute Betreuung meiner Promotion.

Darüber hinaus möchte ich Herrn PD Dr. Manfred Vieten für seine umfassende wissenschaftliche Betreuung danken.

Weiterhin möchte ich meinen Dank den Trainern und Probanden aussprechen, ohne die die Durchführung dieser Untersuchung nicht möglich gewesen wäre.

Ich möchte mich auch bei Frau Bettina Hamann M.A. für die sprachlichen Korrekturen an dieser Arbeit bedanken.

Auch meinen Kollegen aus Ägypten, besonders aber Herrn Dr. Khaled Zahran sowie Herrn PD Dr. Shrief Elawady, schulde ich meinen herzlichsten Dank für ihre Hilfe.

Ferner möchte ich mich bei der ägyptischen Regierung für die Finanzierung dieser Promotion bedanken.

Mein besonderer Dank gilt vor allem meinen Eltern, meiner Frau Abir Esmail, meiner Tochter Yomna und meinem Sohn Mohamed für ihre Unterstützung und Geduld während der gesamten Promotionszeit.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	3
1.1	Forschungsstand	9
1.2	Ziel der Arbeit	13
1.3	Die Hypothesen der Untersuchung	13
2	THEORETISCHE GRUNDLAGEN	16
2.1	Allgemeines zur Sportart	16
2.2	Geschichte der Sportart Karate	16
2.3	Karate in Europa	17
2.4	Karate in Deutschland	18
2.5	Karate in Ägypten	18
2.6	Das Gürtelsystem im Karate	19
2.7	Philosophie des Karate	20
2.8	Physiologische Aspekte des Karate	21
2.9	Der Muskel	22
2.10	Konditionelle Fähigkeiten	23
2.10.1	Schnelligkeit	24
2.10.2	Flexibilität (Beweglichkeit)	24
2.10.3	Ausdauer	24
2.10.4	Koordination	25
2.10.5	Kraft	25
2.11	Karate-Technik	25
2.11.1	Kihon	26
2.11.2	Kata	26
2.11.3	Kumite	27
2.11.4	Die Schlagflächen	28
2.11.4.1	Arm-Schlagflächen	28
2.11.4.2	Bein-Schlagflächen	31
2.11.5	Karatestellungen	31
2.11.6	Abwehrtechnik und Angriffstechnik	37
2.11.6.1	Abwehrtechnik	38
2.11.6.2	Angriffstechnik	40
2.12	Aspekte der Biomechanik	45
2.13	Biomechanik des Karate	45
2.14	Zusammenfassung	46
3	METHODE	48
3.1	Material und Zubehör	48
3.2	Pilotprojekte	48
3.2.1	Das erste Pilotprojekt	49
3.2.2	Das zweite Pilotprojekt	50
3.3	Die Hauptuntersuchung	51
3.3.1	Die Probanden	51
3.3.2	Die Kameras	52
3.3.3	Die Kugeln (Marker)	52

3.3.4	Der Kubus	53
3.3.5	Anwendung des Programmsystems	54
3.3.5.1	APAS	54
3.3.5.2	Human Builder	57
3.3.5.3	Solid Dynamics Systems (SDS)	60
3.4	Die Variablen	62
3.4.1	Absolute Geschwindigkeit	62
3.4.2	Relative Geschwindigkeit	63
3.4.3	Körperschwerpunktflugbahn	64
3.4.4	Körperschwerpunktgeschwindigkeit	65
3.4.5	Körpergelenkwinkel	65
3.4.6	Kinetische Energie	65
3.4.7	Position der Gelenkflugbahnen	66
3.5	Zusammenfassung	66
4	ERGEBNISSE	67
5	DISKUSSION	119
5.1	Es bestehen Zusammenhänge zwischen Körpergelenks-Geschwindigkeit und Handgelenks-Geschwindigkeit	119
5.2	Es gibt eine Beziehung zwischen Körpergelenken und der relativen Geschwindigkeit sowie den Handgelenken und der relativen Geschwindigkeit	119
5.3	Es gibt eine Beziehung zwischen der Körpergelenks-Position (Flugbahn) und der Handgelenks-Position (Flugbahn).	120
5.4	Wie sieht die kinetische Energie während der Ausführung aus?	120
5.5	Es gibt eine Beziehung zwischen der Winkeländerung der Körpergelenke und der Handgelenkwinkel.	120
5.6	Wie sieht die Körperschwerpunkt-Flugbahn während der Ausführung aus?	121
5.7	Wie sieht die Körperschwerpunkt-Geschwindigkeit während der Ausführung aus?	121
6	ZUSAMMENFASSUNG	122
7	LITERATUR	124
8	VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN	128
9	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	134
10	VERZEICHNIS CHINESISCHER UND JAPANISCHER BEGRIFFE	135
11	ANHANG	143

1 Einleitung

Aus der Physik, insbesondere der Mechanik, der Medizin, insbesondere der Orthopädie, der Biologie, insbesondere der Bionik und Biotechnik sowie aus dem Sport und der Sportwissenschaft hat sich die Biomechanik in den letzten Jahren weltweit zu einer eigenständigen Disziplin entwickelt. Dies lässt sich an den Methoden sowie der Denk- und Vorgehensweise bei heutigen wissenschaftlichen Untersuchungen des menschlichen Bewegungsapparates und den High-tech-Verfahren bei Untersuchungen der Lokomotion menschlicher Bewegungen erkennen. In medizinischen Bereichen besteht ein wachsendes Interesse für biologische Abläufe wie zum Beispiel an kongenitalen, degenerativen oder traumatischen Vorgängen, um die Eigenschaften und Veränderungen des Bewegungsapparates zu quantifizieren und Ursachenforschung zu betreiben. Dieses Anliegen gilt heute mehr denn je auch für die Sportwissenschaft, die sich nicht mehr nur am zweckorientierten Ansatz der Leistungsbiomechanik (Technikanalyse, Techniksteuerung, Technikoptimierung, Konditionsanalyse, Konditionssteuerung), der anthropometrischen und präventiven Biomechanik orientiert. Die rein physikalisch mechanische Ausrichtung bzw. die „äußere Biomechanik“ die sich mit der kinematischen und dynamischen Analyse sportlicher Bewegungen befasst und sich mit Größen beschäftigt, die an der Peripherie des Körpers messbar sind und z.B. auch dem Leistungssport zur Analyse und Optimierung von Bewegung dienlich sind, wird durch Methoden ergänzt, die biologische und medizinische Fragestellungen beinhalten. Die Schwerpunkte liegen heute bei der „inneren Biomechanik“, die sich mit Belastung und Beanspruchung biologischen Materials beschäftigt, wie Muskelkräften, Gelenkkräften sowie Kräften in Sehnen und Bändern. Die rein mechanischen oder biologischen Erklärungen einer Krankheit, wie zum Beispiel der Arthrose oder der Osteochondrosis dissecans, werden nicht mehr konkurrierend gegeneinander diskutiert, sondern unter neuen Ansätzen im engen Zusammenhang zwischen mechanischer und biologischer Funktion betrachtet. Jede Änderung der mechanischen Integrität des Bewegungsapparates muss unausweichlich zu einer biologischen Reaktion führen und jede Änderung der biologischen Funktionalität wird eine mechanische Konsequenz nach sich ziehen. Es ist die faszinierende Aufgabe der Biomechanik, die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen wirkenden Kräften und resultierenden Bewegungen oder Deformationen der lebenden Gewebe zu analysieren, zu quantifizieren und zu begreifen, dieses Wissen auf die orthopädischen, chirurgischen, traumatologischen, präventiven, kurativen, rehabilitativen und therapeutischen Maßnahmen anzuwenden, dadurch die Maßnahmen und Eingriffe wirksamer zu machen und sie nicht nur dem Sport und der Sportwissenschaft zur Verfügung zu stellen, sondern vielen anderen Bereichen, die mit der menschlichen Bewegung zu tun haben.

Karate ist die japanische Bezeichnung der weltweit am verbreitetsten ostasiatischen Kampfsportart. Die Verbreitung der Karate-Sport im fernen Osten ist darauf zurückzuführen, dass die Einheimischen in ihrem Widerstand gegen die Kolonialmächte lediglich ihre Körperkraft einsetzen konnten, nachdem man sie gehindert hat, zu Waffen zu kommen. So bedienten sie sich nun mehr zur Verteidigung ihrer Hände und Füße in einer besonderen Übungstechnik, was alle jung und alt zu sich angelockt hat. Die Selbstverteidigungstechniken entwickelten sich zu weit und breit anerkannten Sportarten unter verschiedenen Namen: Karate, Judo, Aikido, Kyudo...

Andere Kampfsportarten sind Judo, Taekwondo und Kung-Fu (LIND 1997a). Karate („Leere Hand“) ist ein Kampfsport zur waffenlosen Selbstverteidigung, bei dem Arme, Beine und Körper trainiert und gleichsam als Waffen eingesetzt werden.

Die Zahl der Karatesportler in Deutschland hat in den letzten Jahren ständig zugenommen und die Mitgliederzahl des Deutschen Karate Verbandes (DKV) beträgt 2003 weit über 120.000. Der Frauenanteil im Deutschen Karate Verband beträgt 35%. 180.000 Menschen gehen regelmäßig zum Training. Auf der ganzen Welt betreiben über 80 Millionen Sportler Karate, die große Mehrheit ist in der Welt-Karate-Föderation organisiert (Bremer Karate Verband e.V./FM Juli 2003).

Karate ist eine Sportart, die um ihrer selbst willen betrieben wird. Nach SCHMIDT/ HESSON (1989, 1) ist Karate ein Sport für Körper und Geist. Karate wird leider oftmals gleichgesetzt mit Bretterzerschlagen. Dieses Vorurteil entstammt öffentlichen Schauvorführungen, die auf Publikumswirksamkeit abzielen und Karate zur zirkusreifen Artistik erklären. In Wirklichkeit ist Karate jedoch alles andere als ein Sport für Selbstdarsteller. Im Training und Wettkampf werden Fuß- und Fauststöße vor dem Auftreffen abgestoppt. Voraussetzung des Karatekämpfers ist Selbstdisziplin, Verantwortungsbewusstsein gegenüber dem Partner und natürlich eine gute Körperbeherrschung, die im Kihon (Grundschule) systematisch aufgebaut wird. Aufgrund seiner vielseitigen Anforderungen an Körper und Geist ist Karate ideal als Ausgleich zu den Anforderungen des Alltags: Der Karateka trainiert Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit. Das macht fit! Mit Entspannungstechniken, Atemübungen und Meditation steigert er seine Konzentrationsfähigkeit und schult die eigene Körperwahrnehmung.

Karate eine moderne und wirksame Selbstverteidigung. Viele Karateka üben ihren Sport aus, um sich im Notfall selbst verteidigen zu können. Und tatsächlich ist Karate eine wirksame und praktikable Verteidigungsart. Kraft und körperliche Statur spielen in der Karate-Selbstverteidigung nur eine untergeordnete Rolle. Wichtiger sind Schnelligkeit, Geschicklichkeit und Gelassenheit. Nur wer bei einem Angriff nicht in Panik gerät, kann sich sinnvoll verteidigen. Deshalb vermitteln spezielle Lehrgänge neben technischen Fertigkeiten auch die psychologischen Komponenten der Selbstbehauptung und Selbstverteidigung. Diese Aspekte machen Karate-Selbstverteidigung insbesondere für Frauen und Mädchen interessant.

Karate ein Sport für uns alle. Ob Ausgleichssport, allgemeine Fitness oder Selbstverteidigung, Karate eröffnet allen Alters- und Interessengruppen ein breites sportliches Betätigungsfeld. Karate ist nicht nur spannend für alt und jung. Durch die Vielseitigkeit fördert Karate Gesundheit und Wohlbefinden. Auch deshalb haben sich viele junge und ältere Menschen für diesen Sport entschieden. In den meisten Vereinen gibt es Anfängerkurse, die den Einstieg leicht machen: Stufe um Stufe wachsen Geschicklichkeit und Leistungsvermögen. Die farbigen Gürtel der Budoarten sind dabei Hilfe und Ansporn (PFLÜGER 1975, 357). Budo, eine Sammelbezeichnung für Judo, Karate und ähnliche Sportarten, setzt sich zusammen aus Bu- und -do. -Do ist „der Weg“ und zentrales Element des Budo. Bu- enthält wiederum zwei Aspekte, räumlichen Geist und Stop.

Karate Wettkampf und Tradition: Im Karate werden grundsätzlich zwei Wettkampfdisziplinen unterschieden: Beim "Kumite" (Freikampf) stehen sich zwei Karateka auf einer Kampffläche gegenüber und versuchen, wertbare Stoß-, Schlag- und Tritttechniken anzubringen. Die Kriterien sind so gehalten, dass Verletzungen der Kampfpartner ausgeschlossen sind: Wer sich nicht daran hält, wird disqualifiziert! Die Disziplin "Kata" ist eine Abfolge genau festgelegter Angriffs- und Abwehrtechniken gegen mehrere imaginäre Gegner, die sich aus verschiedenen Richtungen nähern. Man unterscheidet rund 50 verschiedene Katas, deren Ästhetik im Einklang von Kampfgeist, Dynamik und Rhythmik liegen. Manche Kata wurde

über Jahrhunderte von Generation zu Generation weitergegeben und ist Zeuge der Tradition des Karate.

Karate hat viele Bedeutungen, es bedeutet "leere" oder "unbewaffnete Hand" oder „Karate-Do“ (NAKAYAMA 1980, 11).

Dieser zentrale Begriff des „Wegs“ (japanisch: do) findet sich in den Bezeichnungen anderer Art oder in entwicklungsgeschichtlich verwandter Sportarten wie z.B. dem im Olympischen

Sportprogramm seit 1964 vertretenen Judo (japanisch für „der sanfte Weg“), dem Taekwondo (koreanisch für „Weg der Hände und Füße“), dem Aikido (japanisch für „Weg der göttlichen Harmonie“) oder dem Kendo (japanisch für „Weg des Schwertes“). Der Überbegriff für die japanischen Kampfkunstmethoden ist dabei „Budo“ („Weg des Kriegers“).

Das KARA, also "leer", bezieht sich unter anderem auf das Streben nach der Leere im Geist. "Der Geist des Karateka soll ruhig sein wie die Oberfläche eines stillen Sees; das Wasser ist ruhig, und doch ständig bereit, überall dort abzufließen, wo es gebraucht wird.“ Nach WICHMANN (2001, 6) bedeutet Karate-Do „Weg für Ziel“. Karate besteht aus den zwei Teilen „**Kara**“ und „**Te**“ und bedeutet „Leere Hand“, waffenloser Kampf.

Die folgende Tabelle vergleicht das Niveau bei Weltmeisterschaften des deutschen Teams und anderen Ländern während der letzten 12 Jahre.

Tab. 1: Ergebnisse (Medaillen) der internationalen Karate-Weltmeisterschaften 1982-2000

Länder	1982	1984	1986	1988	1990	1992	1994	1995	1996	1998	1999	2000
JAP	7	7	14	14	12	9	11	7	11	8	5	8
FRA	7	6	6	8	6	9	11	4	7	11	13	14
ITA	1	4	2	8	6	3	4	4	6	5	5	7
GBR	5	8	7	7	6	5	3	3	7	6	2	1
GER	1	2	1	3	2	4	2	5	3	6	4	6
ESP	1	3	2	6	5	11	7	3	7	8	13	5
SWE	0	2	2	3	1	1	1	0	2	0	0	0
FIN	3	2	3	0	0	1	3	0	0	11	1	0
USA	0	1	1	3	0	2	0	1	2	1	1	0
HOL	0	6	4	3	2	3	0	0	1	0	2	0
TÜR	0	0	0	0	5	4	4	2	3	5	5	1
NOR	0	3	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0
TCH	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
CUR	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CAN	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
IRA	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	5	0
BRA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	0
SCH	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LUX	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NED	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VEN	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
AUS	1	0	1	0	2	2	4	1	3	1	0	0
TAI	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BEL	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0
YOG	0	0	1	0	2	0	0	0	3	0	4	0
MEX	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHI	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEN	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
KOR	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
SLO	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
RUS	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0

Tabelle 1 zeigt das numerische Niveau einiger Länder in den letzten Jahren. Hervorzuheben sind die Schwankungen im Niveau der beteiligten Länder, was auf die Verschiedenheit der verwendeten Techniken sowie auch die internationale Einstellung schließen lässt, was das Forschen dieser Sportart notwendig gemacht hat, um bessere Niveaus zu erreichen.

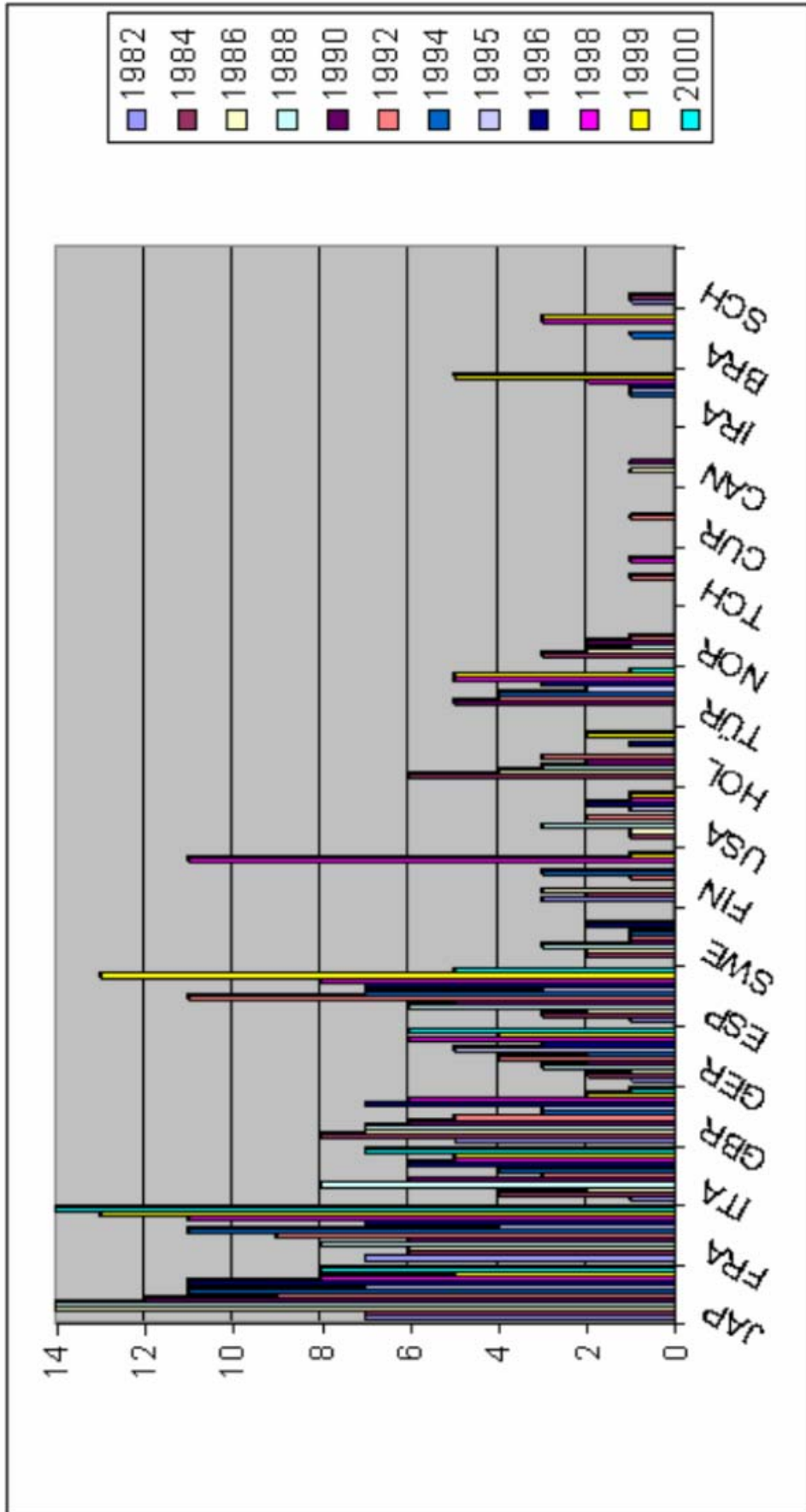


Abb. 1: Das nationale Niveau von 1982 bis 2000

Sportwissenschaftliche Ergebnisse mit Karatebezug haben in den letzten Jahren die Sportmedizin (Klassifizierung, Behandlung und Prävention/Prophylaxe von Verletzungen und Verletzungsrisiken), die Sportphysiologie (Beschreibung und Bewertung physiologischer Parameter von Karateka verschiedener Leistungsebenen vor, während und nach Training und Wettkampf) sowie Sportgeschichte, Trainingsmethodik, Sportpsychologie und die Sportorientierte Anatomie und Biomechanik geliefert, ohne dass es gerechtfertigt wäre, irgendwo ein Zentrum der systematischen und kontinuierlichen sportwissenschaftlichen Bearbeitung des Karate zu sehen, das in irgendeiner Hinsicht eine Führungsposition inne hätte. In anderen nichtolympischen Kampfsportarten haben sich solche Zentren etabliert (Sambo-Forschung in der UdSSR, zentrales chinesisches Wushu-Forschungsinstitut, Paris) oder sind im Prozess des Entstehens (Kukkwon in Seoul/Südkorea für Taekwondo, als Leitorgan für die 1989 gegründete Taekwondo-Weltforschungs-Gesellschaft).

Karate ist eine Sportart, die mehrere tausend Jahre (Funakoshi) alt ist. Karate bedeutet auf Deutsch „Leere Hand. Karate ist eine Kunst, nämlich eine Körper- und Kampfkunst sowie eine Methode der Selbstverteidigung. Es ist auch ein Weg zur Weiterentwicklung der Persönlichkeit und zur Festigung des Charakters, die schließlich zu einem inneren Wachstum führt. Karate ist somit nicht nur eine Disziplin der Körperbeherrschung, sondern eine Sportart, die einen das ganze Leben lang begleiten sollte. Es ist die stilisierte Form eines Kampfes gegen mehrere imaginäre Gegner. Karate wird in zwei Bereiche unterteilt, kata (Formen) und kumite. Katas gibt es in allen japanischen Budokünsten und ist die einzige Form, diese Kunst an die nächste Generation weiterzugeben.

Kumite bedeutet „Kampf mit einem oder mehreren Partnern“. Außerdem gibt es verschiedene Techniken (Angriffstechnik, Verteidigungstechnik). Wenn der Sportler über viel Erfahrung in diesen Techniken verfügt, kann er den Kampf so schnell wie möglich vereinfachen.

Um Erfolg im Karate zu haben, muss der Kämpfer über Rhythmus, Körperfähigkeit, Tempo und Beweglichkeit verfügen. Das heißt, dass auch verschiedene Fächer wie Biomechanik, Anatomie und Physiologie eine Rolle spielen, um den Sportler zu größerem Erfolg bringen zu können.

In der Forschung wird nach neuen Wegen gesucht, um die Technik und körperlichen Fähigkeiten durch Biomechanik zu untersuchen und zu verbessern.

Der Prellstoß ist eine Angriffstechnik. Der Prellstoß Kizami-zuki wird auf kurze Distanz zum Gegner ansatzlos und blitzschnell ausgeführt.

Bei der letzten Karate-Weltmeisterschaft (München 2000) wurde diese Technik häufig durchgeführt. Nach meiner Erfahrung gibt es keine Aufsätze, die diese Technik untersucht haben. Die Vorteile des Prellstoßes sind:

- sehr schnell und überraschend,
- wenig eigene Körperarbeit (und damit weniger Fehlermöglichkeiten)
- aus jeder Körperlage anbringbar,
- kann mit einer Anzahl von Körperpositionen kombiniert werden.

1.1 Forschungsstand

Im folgenden Kapitel wird der derzeitige Forschungsstand auf dem Gebiet der Sportart Karate dargestellt. Dabei gliedert sich die besprochene Literatur in verschiedene Methoden der biomechanischen Analyse. Diese Darstellung ist notwendig, um die besten Ergebnisse zu erhalten.

Das Ziel der Untersuchung von SMITH/ HAMILL (1984) war ein Vergleich ausgewählter mechanischer Aufprallcharakteristika zwischen Versuchspersonen mit niederem, mittlerem und hohem Fertigniveau, die zuerst keine Handschuhe, dann Karate- und Boxhandschuhe trugen und gegen den resultierenden Schwung eines Sandsacks (33.45 kg, 109 x 34.5 cm) schlugen. An der Studie nahmen 5 Probanden mit niedrigem Fertigniveau (Weißgurtträger), 5 Probanden mit mittlerem Niveau (Grüngurtträger) und 5 Probanden mit hohem Niveau (Schwarzgurtträger) aus Karateclubs um South Illinois teil. Erfasst wurden die anthropometrischen Daten (Segmentlängen der Glieder und des Körpers, Größe, Gewicht) der Versuchspersonen. Jeder Proband hatte 3 Schlagversuche mit jeweils jedem Handschuh bzw. ohne Handschuh.

Jeder Versuch wurde mit einer Highspeed Videokamera (LOCAM 16 mm) mit 100 Bildern/s aufgenommen. Die Kamera wurde so positioniert, dass eine laterale Sicht des Schlagevents aufgenommen wurde. Die Datenanalyse erfolgte mit einem VANGUARD Projektionskopf, NUMONICS 1224 Digitizer Apple II plus an einem IBM 360 PC.

Gemessen wurden Faustpositionen, Faustgeschwindigkeit und Geschwindigkeit des Schwungs des Sacks. Für die Analyse wurden die durchschnittliche Faustgeschwindigkeit und der Sackschwung der jeweils 3 Versuche benutzt. Die unabhängigen Variablen waren die drei Levels der Probanden sowie die Handschuhtypen. Abhängige Variablen waren die Wucht (M) des Sacks nach dem Schlag und die Faustgeschwindigkeit (FV). Es wurden eine Multivariationsanalyse (MANOVA) sowie der Duncan's Multiple Range Test angewandt. Bei den Ergebnissen zeigte sich, dass die Schwarzgurtträger einen höheren Schwung als die anderen Gruppen erzeugten. Unterschiede in Faustschnelligkeit gab es nicht. Mehr Schwung als bei Karatehandschuhen und Boxhandschuhen entstand bei der blanken Faust. Daraus wurde geschlossen, dass die guten Probanden mehr Schwung mit Boxhandschuhen als mit Karatehandschuhen oder mit blanker Faust erzeugen können, da während des Aufpralls mehr Masse eingesetzt wird, und dass Probanden mit geringerem Könnenstand unter jeder Bedingung fähig sind, Schlaghärten bis hin zur Gehirnerschütterung auszureichen.

CROSBY (1985) hat in seiner Studie die Hände von 22 Karate-Lehrern geröntgt, die den Sport mindestens seit 5 Jahren ausübten. Dabei dokumentierte er 10 Frakturen sowie 8 Aufnahmen ohne Befund. CROSBY kam zu dem Ergebnis, dass Handverletzungen selten bei Training und Wettkampf auftreten, denn meist wird die Hand beim Kampf zur Faust geschlossen. Er fand keinen Hinweis, dass Karate für das frühe Einsetzen von chronischer Tenosynovitis oder Osteoarthritis anfällig macht. Karate hat indes ein Risiko für Frakturen und Dislokationen vor allem der Phalangen und Metacarpalis.

MCLATCHIE (1976) analysierte Karateunfälle bei 295 Wettkämpfen innerhalb von 3 Tagen. In 25 % der Wettkämpfe (= 80 Athleten) gab es Unfälle. In 10 % der Wettkämpfe (= 28 Sportler) mussten die Athleten daraufhin ihren Wettkampf abbrechen. Der Autor konstatierte Verletzungen von Gesicht, Kopf und Hals bei 33 Sportlern (davon brachen 16 den Wettkampf ab), Verletzungen am Rumpf von 25 Sportlern (davon brachen 5 den Wettkampf ab) sowie Verletzungen der Extremitäten bei 22 Sportlern (davon brachen 7 ihren Wettkampf ab). Die

Verletzungen erfolgten meist bei Sportlern mit niedrigerem Niveau und öfters innerhalb der ersten Stunde des Wettkampftages. Polsterungen der Arme, Beine, Füße und Hände sowie der Gebrauch von Gummischützern und anderen harten Schutzvorrichtungen könnten die Anzahl und den Schweregrad der Verletzungen beeinflussen.

HOBUSCH/ MCCLELLAN (1991) beschrieben die Technik des Mawashi-geri-Schlages im Karate unter besonderer Berücksichtigung der dabei aktivierten Skelettmuskeln. Ein spezielles Krafttrainings-Programm für Karate incl. der Jahresperiodisierung wurde hierbei vorgestellt.

LOCZI (1985) führte eine kinematische Analyse des Oi-tsuki in einem Zenkutsu-dachi mit drei verschiedenen Fußpositionen des Beins durch, um die Beziehung zwischen der Fußposition und Ausführungszeit zu untersuchen. Als Probanden dienten 4 Karatekas mit schwarzem oder braunem Gürtel. Jeder Proband hatte jeweils 10 Versuche in 3 Fußpositionen:

- natürliche Fußposition (1)
- 0-Grad-Fußposition mit spezifiziertem Stand (2)
- 0-Grad-Fußposition ohne spezifizierten Stand (3)

Jeweils 5 Versuche wurden mit einer High-Speed S-8-Kamera mit 200 Bildern/s gefilmt.

Es wurde kein signifikanter Unterschied in den Ausführungszeiten bei unterschiedlichen Fußpositionen festgestellt. Die Körperteile (Rumpf, Faust, Knöchel) erreichten ihre jeweiligen Höchstgeschwindigkeiten nicht zur gleichen Zeit. Die Formen der Geschwindigkeitskurve aller Probanden waren unter den drei Bedingungen ähnlich, ebenso die Formen der Geschwindigkeitskurve der Probanden untereinander. Die mittlere Gewichtsverteilung zwischen der Vorder- und Rückseite der Beine in der natürlichen Fußposition betrug 53,8 % und 46,2 %, für die 0-Grad-Position 50,5 % und 49,5 %. Verglichen mit einer natürlichen Fußposition brachte die 0-Grad-Position (bezüglich der Ausführungszeit) keine Vorteile.

Die Untersuchung von WANG/ LIU (2002b) zeigt die Auswirkung der Haltung auf die Angriffszeit während einer Karate-Bewegung. Ein t-Test und lineare Regression werden benutzt, um die Daten von 24 Elite-Karatekämpfern in simulierten reversen Schlägen zu analysieren. Die Ergebnisse zeigen, dass die 7:3 Haltung eine etwas schnellere Bewegung als die 5:5 Haltung zeigt. Aber der mittlere Unterschied ist nicht signifikant. Die Ergebnisse zeigen, daß die Haltung der einzig signifikante Faktor für die Angriffszeit ist. Seitdem haben Stoß und reverser Schlag ihre Vorteile im Wettkampf. Alle Karatekas sollten diese zwei frontalen Angriffstechniken in 7:3 Haltung ausführen, um die Ausführung zu optimieren.

Als Versuchspersonen dienten 24 Elite-Karatekas (12 Frauen und 12 Männer). Eingesetzt wurden zwei 3-D KISTLER Kraftmessplatten (600 sample/s) und eine Videokamera (60 Bilder/s). Die Datenauswertung erfolgte mittels ANOVA.

Ein weiteres Ergebnis neben den oben genannten ist, dass die Schlagkraft durch den größeren Impuls bei einer Körper-Rotation normalerweise bei einem reversen Schlag größer ist als bei einem Stoß. Das Messen der Kraft und Hand-Geschwindigkeit bei den Schlägen in unterschiedlichen Haltungen stellt vielleicht auch nützliche Informationen im Verständnis der Kinematik eines frontalen Angriffes bereit, welche weitere Untersuchungen verdienen.

Die Studie von WANG/ LIU (2002a) untersucht die Auswirkungen der Haltung auf die Angriffszeit während der Bewegung eines Stoßes bei einem simulierten Karate-Wettbewerb. Ziel dieser Untersuchung war das Erhalten quantitativer Informationen zur Angriffszeit während der Ausführung eines Stoßes. An der Untersuchung nahmen 24 Elite-Karatekas (12 Frauen und 12 Männer) teil. Eingesetzt wurden zwei 3-D KISTLER Kraftmessplatten (600 sample/s) und eine Videokamera (60 Bilder/s). Die Datenauswertung erfolgte mittels ANOVA.

T-Test und lineare Regression wurden zur Datenanalyse eingesetzt. Für die Analysen wurden GRF und die korrespondierenden Impulse benutzt. Die Ergebnisse zeigen, dass der aus der Stoßbewegung entstandene Impuls zum Körperschwerpunkt und den Geschwindigkeiten der Handbewegung beiträgt. Das Training beim Verstärken des impuls-verstärkten Beins und die Dauer des GRF sollten mittels Kraftmessplatte untersucht werden. Ähnliche Ergebnisse und Analysen für unterschiedliche Haltungen können auch auf andere Sportarten angewendet werden (z.B. Fechten, Ken-Do), bei denen die Geschwindigkeit der Handbewegung eine Schlüsselrolle spielt.

DIETL (1987) beschäftigte sich mit dem leistungsbezogenen Training im Jugend- und Juniorenbereich der Sportart Karate. Seine Ziele waren das Erreichen des D-Kaders, Hinarbeiten auf Wettkämpfe, Erreichen guter Plätze sowie die Aufnahme in den Bundeskader. Um diese Ziele zu erreichen, schlug der Autor verschiedene Maßnahmen vor: das Training sollte möglichst täglich, mindestens jedoch 4 mal pro Woche erfolgen, es sollte vielseitig sein (wenige Techniken auf vielseitige Art trainieren), Spezialtechniken sollten ausgebaut werden, im Kata-Bereich sollten auch drei bis vier Techniken trainiert werden und es sollte eine ständige Leistungskontrolle (mittels Videokamera) erfolgen. Im Training sollten wenige, aber hochintensive Ausführungen durchgeführt und Techniken exakt vorgeführt werden. Die Sportler sollten in kleinen Trainingsgruppen trainieren. Trainingsinhalt und -ziel müssen dem Sportler klar sein. Zudem sollte ihm eine bestimmte Einstellung zum Kampf vermittelt werden.

DANZEBRINK (1990) stellte das Lichtspurverfahren als biomechanisch-messtechnisches Verfahren bei Karate (Mae-geri-keage) dar. Die Bewegung wurde mit Videokameras gefilmt. Dazu wurden die Lichtquellen an Kopf, Knie, Knöchel, Hüfte und Faust der Probanden befestigt. Deren Blinkfrequenz betrug 25-30Hz. Untersucht wurde der Beschleunigungsverlauf (Abbremsphase).

Durch den Einsatz des Lichtspurverfahrens waren direkte Berechnungen von Geschwindigkeiten einzelner signalisierter Punkte des bewegten Körpers möglich. Bewegungsbahn und -geschwindigkeit konnten im direkten Zusammenhang betrachtet werden. Es erfolgte eine Impulsübertragung von der Hüfte auf die Extremitäten. Das Verfahren ermöglichte auch das Aufdecken von Technikfehlern und hatte einen hohen lernpsychologischen Wert für den Athleten. Die Ergebnisse dienten zudem als Anschauungsmaterial für das Anfängertraining.

KULEŠ/ MEJOVŠEK (1997) beschäftigen sich mit der kinematischen und dynamischen Analyse des Ushiro Mawashi geri. Das Ziel der Untersuchung war die Erfassung der Parameter und Größe der Schnelligkeit, der Komponenten von reaktiven Kräften und der Winkel bei der Zuordnung der einzelnen Körperteile zueinander. Die gewonnenen Werte sollten als Modell zur richtigen Ausführung vom Fußstoß Ushiro Mawashi geri dienen. Der Proband (Karateka-Vizeweltmeister, 26 Jahre, Gewicht 70 kg, Größe 1,80 m) wurde mit zwei VHS-Kameras bei 60 Hz gefilmt. Anschließend wurden die Daten mit dem APAS-System bearbeitet und insgesamt 20 Marker digitalisiert.. Zudem wurde die angewandte Kraft über Sensoren gemessen. Die vergleichende Analyse angegebener Parameter zeigte, dass die Zergliederung vom Fußstoß in Anfangs- bzw. zum Stoß bereite Phase und Ausführungsphase berechtigt war. Die Ergebnisse ermöglichten eine logische Interpretation der Bewegungsstruktur.

Die Untersuchung von ZAHNAN (2003) beschäftigte sich mit der Computersimulation zur biomechanischen Diagnostik des Gewichthebens. Das Ziel bestand darin, die Computersimulation als diagnostische Methode beim Gewichtheben zu etablieren, damit der

Trainer im Laufe der Saison Technikfehler korrigieren und den Trainingsplan für seine Sportler erstellen kann.

Die Videoaufnahmen der sechs Probanden wurden mit dem APAS-System (Überspielen – Abschneiden und Synchronisieren – Digitalisieren – Transformieren – Format in APA-Files ändern) bearbeitet.

Das Computermodell mit HANAVAN-Eigenschaften wurde mit Hilfe der Softwaresysteme Human Builder und Solid Dynamics (SDS) für jeden Sportler mit seiner digitalisierten Datei und seinen anthropometrischen Daten simuliert.

Der Autor kam zu dem Ergebnis, dass Computer-Simulation als bestimmende Methode für Gewichtheben beim Reißen verwendet werden kann. Durch Computersimulation konnte die Effizienz für jeden Probanden berechnet werden. Computersimulation ist eine Methode, die den individuellen Unterschied zwischen verschiedenen Versuchen mit verschiedenen Leistungen beurteilen kann.

Der Forschungsstand in dieser Arbeit wird nach Technik, Probanden und Methode eingeteilt. Zum Forschungsbereich der Technik zählt zum Beispiel die Untersuchung von SMITH/HAMILL (1984). Gegenstand ihrer Studie war eine Analyse der Handgelenke beim Karteteka mit und ohne Handschuhe sowie die Unterschiede zwischen der Handgeschwindigkeit mit und ohne Handschuhe. Auch die Untersuchung von HOBUSCH/MCCLELLAN (1991) beschrieb die Technik des Mawashi-geri-Schlages im Karate. Die Untersuchung von LOCZI (1985) führte eine kinematische Analyse des Oi-tsuki durch. Auch WANG/LIU (2002a und b) beschrieben die Technik des Gyako-Schlages bzw. Kizami-zuki. Die Untersuchung von KULEŠ/MEJOVŠEK (1997) beschäftigte sich mit der kinematischen und dynamischen Analyse des Ushiro Mawashi geri.

Dadurch erhielt der Verfasser der vorliegenden Arbeit Erkenntnisse über die Karatetechnik, die bei der biomechanischen Analyse beschrieben wurden sowie über die Technik in dieser Untersuchung (Kizami-zuki). Die Untersuchung von WANG/LIU (2002a) beschreibt die Handgeschwindigkeit und den Impuls, während die vorliegende Studie die Technik durch 55 mechanische Variablen für alle Körpergelenke beschreibt (s.65 Tab.5). Mit diesen Informationen könnte die Technik in den Trainingseinheiten von Trainer und Kartesportler besser ausgeführt werden.

Beim Forschungsstand zu den Probanden wird zum Beispiel die Untersuchung von CROSBY (1985) aufgeführt. Dieser hat in seiner Studie die Hände von 22 Karate-Lehrern geröntgt. Auch bei der Untersuchung von MCLATCHIE (1976) wurden Karateunfälle bei 295 Wettkämpfen analysiert.

Beim Forschungsstand zur Methode wurde bei der Untersuchung von KULEŠ/MEJOVŠEK (1997) mit zwei VHS-Kameras bei 60 Hz gefilmt. Anschließend wurden die Daten mit dem APAS-System bearbeitet und insgesamt 20 Marker digitalisiert. Auch die Untersuchung von ZAHRAN (2003) beschäftigte sich mit der Anwendung der Software-Systeme APAS-System, Human Builder und Solid Dynamics (SDS) für Sportler.

Dadurch wurde die Methode für die vorliegende Arbeit definiert, um die besten Ergebnisse für die Technik des Kizami-zuki zu erhalten.

In der vorliegenden Arbeit wird nach neuen Wegen gesucht, um die Technik und körperlichen Fähigkeiten durch Biomechanik zu untersuchen und zu verbessern.

1.2 Ziel der Arbeit

Um als Karateka ein hohes Niveau erreichen können, muss der Sportler Fertigungsleistungen beim Karate erkennen und ermitteln, durch die Diagnostikwissenschaft wie Tests, Physiologie, und Biomechanik ermitteln, auf welchem Niveau der Karateka steht und dadurch seine Leistungsfähigkeit verbessern. Eine objektive Analyse des Prellstoßes (Kizami-zuki) würde aufdecken, wie erfahrene Karateka wirklich das Kizami-zuki durchführen, und diese Informationen könnten in den Trainingseinheiten reflektiert werden.

Technische Beschreibung des Prellstoßes (Kizami zuki) durch kinematische und dynamisch Analyse bei folgenden Variablen:

- absolute Geschwindigkeit,
- relative Geschwindigkeit,
- Körperschwerpunktflugbahn,
- Körperschwerpunktgeschwindigkeit,
- kinetische Energie,
- Körperwinkelgelenke,
- Position (Flugbahn).

1.3 Die Hypothesen der Untersuchung

- Es bestehen Zusammenhänge zwischen Körpergelenks-Geschwindigkeit und Handgelenks-Geschwindigkeit.
- Es gibt eine Beziehung zwischen der relativen Geschwindigkeit der Körpergelenke und der relative Geschwindigkeit der Handgelenke.
- Es gibt eine Beziehung zwischen der Körpergelenks-Position (Flugbahn) und der Handgelenks-Position (Flugbahn).
- Wie sieht die kinetische Energie während der Ausführung aus?
- Es gibt eine Beziehung zwischen den Winkeländerungen der Körpergelenke und der Handgelenkwinkel.
- Wie sieht die Körperschwerpunkts-Flugbahn während der Ausführung aus?
- Wie sieht die Körperschwerpunkts-Geschwindigkeit während der Ausführung aus?

Im Einzelnen werden dabei folgende Fragenstellungen aufgeworfen:

Hypothese 1: Es bestehen Zusammenhänge zwischen der Körpergelenks-Geschwindigkeit und der Handgelenks-Geschwindigkeit.

1. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Handgelenks-Geschwindigkeit und der Handgelenks-Geschwindigkeit bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.
2. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Ellbogengelenks-Geschwindigkeit und der Handgelenks-Geschwindigkeit bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.
3. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Schultergelenks-Geschwindigkeit und der Handgelenks-Geschwindigkeit bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.
4. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Hüftgelenks-Geschwindigkeit und der Handgelenks-Geschwindigkeit bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.
5. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Kniegelenks-Geschwindigkeit und der Handgelenks-Geschwindigkeit bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.
6. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Sprunggelenks-Geschwindigkeit und der Handgelenks-Geschwindigkeit bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.
7. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Fußgelenks-Geschwindigkeit und der Handgelenks-Geschwindigkeit bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.

Hypothese 2: Es gibt eine Beziehung zwischen der relativen Geschwindigkeit der Körpergelenke und der relativen Geschwindigkeit der Handgelenke.

1. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der relativen Geschwindigkeit der Faustgelenke und der relativen Geschwindigkeit der Handgelenke bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.
2. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der relativen Geschwindigkeit der Ellbogengelenke und der relativen Geschwindigkeit der Handgelenke bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.
3. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der relativen Geschwindigkeit der Schultergelenke und der relativen Geschwindigkeit der Handgelenke bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.
4. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der relativen Geschwindigkeit der Hüftgelenke und der relativen Geschwindigkeit der Handgelenke bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.
5. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der relativen Geschwindigkeit der Kniegelenke und der relativen Geschwindigkeit der Handgelenke bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.
6. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der relativen Geschwindigkeit der Sprunggelenke und der relativen Geschwindigkeit der Handgelenke bei den Versuchspersonen und deren gesamten Versuchen.

Hypothese 3: Es gibt eine Beziehung zwischen der Körpergelenks-Position (Flugbahn) und der Handgelenks-Position (Flugbahn).

1. Es gibt einen Unterschied zwischen der Faustgelenks-Flugbahn (Position) und der Handgelenks-Flugbahn.
2. Es gibt einen Unterschied zwischen der Ellbogengelenks-Flugbahn (Position) und der Handgelenks-Flugbahn.
3. Es gibt einen Unterschied zwischen der Schultergelenks-Flugbahn (Position) und der Handgelenks-Flugbahn.
4. Es gibt einen Unterschied zwischen der Hüftgelenks-Flugbahn (Position) und der Handgelenks-Flugbahn.
5. Es gibt einen Unterschied zwischen der Kniegelenks-Flugbahn (Position) und der Handgelenks-Flugbahn.
6. Es gibt einen Unterschied zwischen der Sprunggelenks-Flugbahn (Position) und der Handgelenks-Flugbahn.

Hypothese 4: Wie sieht die kinetische Energie während der Ausführung aus?

1. Es gibt einen Unterschied in der kinetischen Energie zwischen den Versuchspersonen bei 10 Versuchen.
2. Es gibt einen Unterschied in der kinetischen Energie zwischen den gesamten Probanden mit 70 Versuchen.

Hypothese 5: Es gibt eine Beziehung zwischen den Winkeländerungen der Körpergelenke und der Handgelenkwinkel.

1. Es besteht ein Zusammenhang zwischen Faustgelenkwinkel und Handgelenkwinkel während der Ausführung.
2. Es besteht ein Zusammenhang zwischen Faustgelenkwinkel und Ellbogengelenkwinkel während der Ausführung.
3. Es besteht ein Zusammenhang zwischen Ellbogengelenkwinkel und Schultergelenkwinkel während der Ausführung.
4. Es besteht ein Zusammenhang zwischen Schultergelenkwinkel und Hüftgelenkwinkel während der Ausführung.
5. Es besteht ein Zusammenhang zwischen Hüftgelenkwinkel und Kniegelenkwinkel während der Ausführung.
6. Es besteht ein Zusammenhang zwischen Kniegelenkwinkel und Sprunggelenkwinkel während der Ausführung.

Hypothese 6: Wie sieht die Körperschwerpunkts-Flugbahn während der Ausführung aus?

1. Es gibt eine Beziehung zwischen den Versuchspersonen mit 10 Versuchen und der Körperschwerpunkts-Flugbahn.
2. Es gibt einen Unterschied zwischen den gesamten Probanden mit 70 Versuchen und der Körperschwerpunkts-Flugbahn.

Hypothese7: Wie sieht die Körperschwerpunkts-Geschwindigkeit während der Ausführung aus?

1. Es gibt eine Beziehung zwischen den Versuchspersonen mit 10 Versuchen und der Körperschwerpunkts-Geschwindigkeit.
2. Es gibt einen Unterschied zwischen allen Probanden mit 70 Versuchen und der Körperschwerpunkts-Geschwindigkeit.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Allgemeines zur Sportart

Karate wird in mehrere Disziplinen unterteilt. Die beiden Grundarten sind Kumite und Kata. Für den Karatewettkampf sind keine zusätzlichen Mittel wie Ball oder Geräte notwendig. Der Karateka trägt einen weißen Anzug, der mit einem Gürtel gehalten wird. Die Farbe des Gürtels gibt gleichzeitig die Graduierung des Sportlers wieder. Im Kampf wird meist ein Tiefschutz und in zunehmendem Maß auch ein Zahnschutz getragen. Das Kampfgeschehen wird auf einer 8 x 8 Meter großen Hallenfläche ausgetragen. Für die Kumite-Wettbewerbe werden die Startlinien für die beiden Kämpfer durch zwei ca. 1 Meter lange Linien markiert, die parallel verlaufend 3 Meter voneinander entfernt sind, senkrecht zur Frontseite der Kampffläche. Der Ausgangspunkt für die Kata-Vorführungen (Starkkreuz, Startlinie) soll gut sichtbar auf der Mittellinie der Kampffläche markiert sein. Die Länge der Startlinie oder des Starkkreuzes soll ca. 50 cm betragen. Wird nach dem Flaggensystem gewertet, so sollen die beiden Startpunkte 4 Meter auseinander liegen. Ein Kampf dauert grundsätzlich 2 Minuten. Finalbegegnungen können über eine Kampfzeit von 3 Minuten angesetzt werden, diese Entscheidung trifft die Wettkampfleitung bzw. der Kampfrichterreferent. Die Kampfzeit im Kumite ist normalerweise auf 3 Minuten festgelegt. (MEYER, Regeln für die Durchführung von Wettkämpfen. DKV, 2002) .

2.2 Geschichte der Sportart Karate

Diese kurze Geschichte des Karate-Do erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern versucht einen Überblick über die Entstehung der Kampfkunst Karate-Do und einige ihrer Hauptstilrichtungen zu geben. Karate ist eine alte Kampfsportart. Schon auf Altägyptischen Wandmalereien, z.B. nahe dem Dorf Ben-Hasan, sieht man fast alle auch heute angewandten Ringergriffe. Angaben über sportliche Zweikämpfe der Assyrer reichen bis in die Zeit vor 4000 Jahren zurück (ŠEBEJ 1990, 10). Im 13. Jahrhundert wurde Okinawa, das rund 600 km südlich von Japan liegt, in verschiedene Regionen aufgeteilt, wovon jede durch eigene Gesetze regiert wurde, mit einer zur Kontrolle der angeschlossenen Dörfer errichteten gusuku (Burg). Im Jahr 1429 vereinigte König Sho Hashi die Reiche und gründete einen vereinten kleinen Staat (das Königreich Ryukyu). Seit dieser Zeit wurde in Okinawa der Besitz von Waffen durch einen Erlass des damaligen Königs (Sho Hashi) verboten. Zu dieser Zeit begannen die waffenlosen Kampfkünste an Bedeutung zu gewinnen, da sich die Karateka gegen Räuber und die in der wechselvollen Geschichte verschiedenen Besatzer zur Wehr setzen mussten. Vom 14. bis zum 16. Jahrhundert, der goldenen Handelsepoche, entwickelte sich Ryukyu zum Hauptumschlagsplatz zwischen China und den anderen benachbarten Ländern. Bis 1874 sandte die Dynastie der Ryuku alle zwei Jahre Schiffe mit Delegationen Adliger nach China (HABERSETZER 1994, 11).

Nachdem Okinawa offiziell zur japanischen Präfektur erklärt wurde, haben neue Gesetze den Schleier des Geheimnisses von diesen Disziplinen genommen und es entstand das Unterrichtssystem der Meiji-Ära (1868-1912). Seit damals werden Karate und Kobudo öffentlich vorgeführt, und während der Taisho-Ära (1912-1926) wurden sie auf den Hauptinseln Japans eingeführt. 1926-1988 breitet es sich in der übrigen Welt aus (MORRIS 1993, 8). Erst 1904 wurde Tode offiziell in Schulen und Universitäten Okinawas gelehrt. Nach dem 2. Weltkrieg (1939-1945) hat sich das Karate von Okinawa in drei Hauptteile geteilt, Gojuryu, Shorinryu und Uechiryu. Gegenwärtig gibt es viele Ryuha (Stile) und Kaiha (Vereinigungen) mit ihren verschiedenen Stilen und Techniken. Karate und Kobudo von den jeweiligen Ryuha und Kaiha haben ihre eigenen Kata-Übungen der Form, von denen sich logischerweise alle Angriffe und Verteidigungstechniken ableiten. Japan ist jedoch nur der letzte Teil der langen Geschichte einer Kampfkunst, die in Indien und Vorderasien vor sehr langer Zeit ihre Ursprünge hat. In der Zeit von 1868 bis 1912 normalisierte sich die Beziehung zwischen Japan und Okinawa, und 1879 wurde Okinawa zu einer offiziellen Provinz Japans. Damit verloren auch die Kampfkünste Okinawas allmählich den Mythos des Geheimnisvollen und traten an die Öffentlichkeit. Die relativ rasche Verbreitung des Karates in Japan geht auf einige wichtige Persönlichkeiten aus Okinawa zurück. Die Ehre, als eigentlicher Vater des modernen Karates zu gelten, gebührt Gichin Funakoshi am 10. November 1869 im Bezirk Yamakawa-Shuri auf Okinawa. 1880 fängt bei Meister Azato Anko das Karate-(Shuri-te) Training an. 1888 stellt er Gichin Funakoshi als Hilfslehrer an der Schule in Shuri an. 1891 wird Funakoshi nach Naha versetzt und zum Hauptschullehrer befördert. Er beginnt das Training bei den Meistern Higashionna und Aragaki. 1920 schlägt der Versuch von Meister Yabu Norimichi, das Karate in den USA einzuführen, fehl. 1916 wurde Karate zum ersten Mal in Kyoto öffentlich vorgeführt. 1922 erschien anonym das erste Karatelehrbuch, „Ryukyū Kempo Karate“. 1924 führte Funakoshi erstmals das Graduierungssystem im Karate ein. Die ersten Prüfungen wurden am 12. April 1924 von Funakoshi abgenommen. Dazu wurde die erste Karate-Vereinigung an der Keio Universität gegründet. Zwei Jahre später begründet er das Karate an der Ichiko Universität. 1935 wurde das nächste Karate-Buch „Karate-do Kyohan“ veröffentlicht. 1949 gründete der Karatelehrer Nakayama Masatoshi die Japanische Karate Assoziation (JKA), um Karate-Do als Wettbewerbssport zu verbreiten. JKA ist der japanische Karateverband, der es sich zum Ziel gemacht hat, das ursprüngliche traditionelle Karate weltweit zu verbreiten und zu vertreten. Der Hauptsitz der JKA ist Okinawa. Meister Funakoshi wird zum Ehrenerzieher der JKA ernannt. 1955 übernimmt Masatoshi Nakayama die Leitung der JKA. Am 26.04.1957 stirbt Funakoshi im Alter von 88 Jahren (NAKAYAMA 1981).

2.3 Karate in Europa

Nach Europa kam das Karate-Do durch Henry Plee ca.1947. Henry Plee, heute 9. Dan und Ehrenpräsident der FFKAMA (Fédération Française de Karate et Arts Martiaux Affinitaires), gründete in der Rue de la Montagne Sainte Genevieve in Paris das heute noch existierende erste Karate-dojo in Europa.

Wichtige Daten des Karate in Europa:

- 1954: Gründung der 1. Karate-Organisation in Europa (Frankreich: Henry D. Plee),
- 1965: Karl Neveceral gründet in Wien den ÖSTERREICHISCHEN KARATEBUND (ÖKB),
- 1966: 1. Karate-Europameisterschaft,
- 1969: 1. Österreichische Karate-Staatsmeisterschaft in Wien,
- 1978: Robert Schöberl (Wien) wird in Spanien Österreichs erster EKV-Junioren-Europameister (Kumite),
- 1993: Irene Lyel (Wien) wird in Prag EKV-Vizeeuropameisterin (Kumite),

- 1998: Karina Gansch (Zen Tai Ryu HAK St. Pölten) wird in Bern Österreichs erste JKA-Shotokan-Weltmeisterin,
- 2000: Weltmeisterschaft in München, Deutschland.

2.4 Karate in Deutschland

Nach GRUPP (2000) wurde Karate in Deutschland 1957 durch Jürgen Seidel eingeführt, der Karate bei Vorführungen in Frankreich gesehen hatte. Der erste japanische Lehrmeister leitete 1958 einen Lehrgang in Bad Homburg. 1961 wurde ein eigener Fachverband, der Deutsche Karate Bund (DKB), gegründet, und 1964 fanden die ersten Deutschen Meisterschaften statt. 1979 wurde der Deutsche Karate Verband (DKV) als Spitzenverband und Vertreter des Karate in Deutschland in den Deutschen Sportbund (DSB) aufgenommen. Derzeit zählt der Deutsche Karate Verband bereits über zehn Stilrichtungen, die unter seinem Dach vertreten sind. Neben Shotokan, das von rund 85 Prozent der ca. 120.000 Karateka betrieben wird, gibt es noch Goju-Ryu, Wado-Ryu, Kyokushin-Kai, Shorin-Ryu Seibukan, Shorin Ryu Siu Sin Kan, Shito-Ryu, J.K.F.-Goju-Kai, Kun-Tai-Ko und neuerdings auch Kiumura's Shukokai Karate sowie noch einige kleinere Richtungen in den Landesverbänden.

Jetzt gibt es Karate auch an Allgemeinbildenden Schulen. Beim dritten Schulsportsymposium des Deutschen Karate Verbandes in Wetzlar wurde der Münchner Andreas Scholz zum Schulsportbeauftragten des DKV gewählt. Der Karateka aus dem Dojo Grasbrunn-Neukeferloh ist ein erfahrener Funktionär, stand er doch vier Jahre lang dem Bayerischen Karate-Bund als Präsident vor. Seit Jahren engagiert er sich als Schulsportreferent des BKB und erarbeitete einen Lehrplan Karate für den differenzierten Sportunterricht (DSU). Während in Bayern Karate bereits an 34 Schulen entweder als Wahlunterricht in Kooperation von Schule und Sportverein oder in Arbeitsgemeinschaften unterrichtet wird, haben die Schulbehörden anderer Bundesländer noch massive Vorbehalte gegen so genannte schlagende Sportarten.

Die Aufgaben des neuen Referenten bestehen darin, durch Aufklärungsarbeit Vorurteile abzubauen und die Aktivitäten bundesweit zu koordinieren. Daneben werden bei regelmäßigen Treffen Erfahrungen ausgetauscht. Zudem werden durch Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern Untersuchungen gemacht, die die vielfältigen positiven Auswirkungen wie z.B. Selbstdisziplin und Aggressionsabbau untermauern.

Scholz selbst ist tätig als Studiendirektor für Englisch am Münchner Michaeli-Gymnasium und leitet dort seit 1978 den Karateunterricht (DKV-Handbuch, 1992).

2.5 Karate in Ägypten

Karate gibt es in Ägypten seit 1972. Bereits ein Jahr später nahm Ägypten an der Weltmeisterschaft in Japan teil. 1975 wurde in Beirut (Libanon) die erste arabische Meisterschaft ausgetragen, an der auch Ägypten teilnahm. 1980 fand die dritte Weltmeisterschaft in Bremen (Deutschland) statt, an der Ägypten ebenfalls teilnahm. 1983 und 1988 wurden die vierte und neunte Weltmeisterschaft bereits in Kairo ausgetragen. Seit 1991 nehmen auch afrikanische Staaten an den Weltmeisterschaften teil. 2002 errang Ägypten bei den Weltmeisterschaften in Tunesien fünf Medaillen. 2004 betrug die Zahl der Karatesportler in Ägypten 250.000.

2.6 Das Gürtelsystem im Karate

Gerade der Gürtel ist sehr wichtig für Karate-Sportler, weil er anzeigt, welchen Fertigungsstand der Lernende erreicht hat. Mit Hilfe der Ränge kann man leichter ersehen, welche Anforderungen der Trainer stellen kann, ohne den Karateka zu überfordern. Wie lange dauert es, bis die Sportler den schwarzen Gürtel erreichen? Wer das Training regelmäßig besucht und die jeweiligen Anforderungen erfüllt, der kann es in 3-4 Jahren schaffen. Das heißt aber nicht, dass die anderen kein Talent haben, sondern dass sie sich mehr Zeit lassen. Im Shotokan-Karate gibt es 9 Gürtel bis zum ersten schwarzen Gürtel. Das System besteht aus Kyu-Graden (Schülergraden) und Dan-Graden (Meistergraden).

9.Kyu	Kukyu	weißer Gürtel	Shiro-Obi
8.Kyu	Hachikyu	gelber Gürtel	Kiuro-Obi
7.Kyu	Shichikyu	orangener Gürtel	Daidairo-Obi
6.Kyu	Rokukyu	grüner Gürtel	Midori-Obi
5.Kyu	Gokyu	violetter Gürtel	Aori-Obi
4.Kyu	Yonkyu		
3.Kyu	Sankyu	brauner Gürtel	Chairo-Obi
2.Kyu	Nikyu		
1.Kyu	Ikkyu		

Abb. 2: Das Gürtelsystem im Karate der Schüler

Nach einer Wartezeit und einer vorherigen Prüfung erhält der Anfänger den weißen Gürtel (9. Kyu). Das Training für den gelben Gürtel (8. Kyu) dauert drei Monate, für den orangen Gürtel (7. Kyu) ebenfalls drei Monate. Der grüne Gürtel (6. Kyu) wird nach vier Monaten Training verliehen, der blaue Gürtel (5. Kyu) ebenfalls. Das Training für den violetten Gürtel (4. Kyu) und braunen Gürtel (3. Kyu) dauert jeweils sechs Monate. Der braune Gürtel (2. Kyu) wird nach weiteren sechs Monaten vergeben. Das Training für den braunen Gürtel (1. Kyu) dauert ein Jahr. Um den jeweiligen Gürtel zu bekommen, ist jeweils ein Training mit vorgegebenem Zeitrahmen (zwischen 3 und 12 Monaten) notwendig. Zudem muss eine Prüfung abgelegt werden.

Danach folgt das Dansystem (1. Dan bis 10. Dan). Nach dem 6. Dan kann die Großmeisterwürde erworben werden. In Deutschland wird manchmal schon mit dem 6. Dan der rot-weiße Gürtel getragen. Die höchste Stufe ist der 10. Dan, den bisher nur ein einziger Karateka, der Japaner Ohtsuka, offiziell innehatte.

Grad	Farbe	Bedeutung Japanisch Phil.
9.Kyu	Weiß	Der Schnee liegt auf der Landschaft. Der Lehrer sieht den Schüler nicht. Der Schüler sieht die Lehre nicht.
8.Kyu	Gelb	Der Schnee schmilzt. Die harte, gefrorene Erde leuchtet gelb. Der Lehrer sieht nicht, ob der Schüler fruchtbar ist. Der Schüler sieht nicht, ob aus dieser Lehre für ihn Frucht wachsen wird.
7.Kyu	Orange	Die fruchtbare Erde leuchtet in der roten Abendsonne. Der Lehrer sieht noch keine Frucht. Der Schüler keimt, kann aber noch nichts.
6.Kyu	Grün	Ein Pflänzlein kommt? Der Lehrer sieht, der Schüler versteht. Der Schüler erkennt die Wirkung der Lehre.
5.Kyu	Blau	Die Baumkrone reicht in den Himmel. Der Lehrer sieht das Leben seines Samens. Der Schüler sieht die Tiefe der Lehre.
4.Kyu		
3.Kyu	Braun	Der Baum hat feste Borke. Der Lehrer sieht den Beginn selbständigen Lebens. Der Schüler sieht, fest gewachsen, den ersten Gipfel in der Ferne.
2.Kyu		
1.Kyu		
1.Dan	Schwarz	Das Wandeln der Stille.
bis 10 Dan		

Abb. 3: Alle Gürtelstufen des Erwachsenen. Aus: KONO/VON OEHSSEN 1986, 21-23).

Der 1. Dan ist die unterste Stufe in der Hierarchie der Meister-Grade. Auch der Dan-Träger muss noch sehr viel lernen, bevor er weitere Dan-Grade erreichen kann.

2.7 Philosophie des Karate

Die 20 Regeln nach NIJUKUN (LIND 1997b):

1. Karate beginnt mit Respekt und endet mit Respekt.
2. Im Karate macht man nicht die erste Bewegung.
3. Karate ist ein Helfer der Gerechtigkeit.
4. Erkenne dich selbst zuerst, dann den anderen.
5. Intuition ist wichtiger als Technik.
6. Lerne deinen Geist zu kontrollieren und befreie ihn erst danach.
7. Unglück geschieht immer durch Unachtsamkeit.
8. Glaube nicht, dass Karate nur im Dojo stattfindet.
9. Karate üben, heißt ein Leben lang zu arbeiten, darin gibt es keine Grenzen.
10. Verbinde dein alltägliches Leben mit Karate, dann wirst du (Myo) finden.
11. Karate ist wie heißes Wasser, das abkühlt, wenn du es nicht beständig erwärmst.
12. Denke nicht ans Gewinnen, doch denke darüber nach, wie du nicht verlierst.
13. Verändere deine Verteidigung gegenüber dem Feind.
14. Der Kampf entspricht immer deiner Fähigkeit, mit Kyo und Jitsu umzugehen (Kyo unbewacht, Jitsu bewacht).
15. Stelle dir deine Hand und deinen Fuß als Schwert vor.
16. Wenn du den Ort verlässt, an dem zu Hause bist, machst du dir zahlreiche Feinde. Ein solches Verhalten lädt dir Ärger ein.
17. Anfänger müssen alle Haltungen ohne eigenes Urteil annehmen, um danach einen natürlichen Zustand des Verstehens zu erreichen.

18. Die Kata muss ohne Veränderung korrekt ausgeführt werden, im wirklichen Kampf gilt das Gegenteil.
19. Hart und Weich, Spannung und Entspannung, Langsam und Schnell – alles in Verbindung mit der richtigen Atmung.
20. Erinnerung dich und denke immer an Kufü: lebe die Vorschriften jeden Tag.

Nach MUSASHI gibt es 9 Regeln des Miyamoto MUSASHI:

1. Sei nie arglistig in deinen Gedanken.
2. Sei eifrig in der Übung des Weges.
3. Befasse dich auch mit den anderen Künsten.
4. Mache dich mit dem Weg aller Berufe bekannt.
5. Unterscheide Vorteil und Nachteil einer jeden Sache.
6. Bilde dir ein gerechtes Urteil über alles.
7. Erkenne auch das, was dir unsichtbar bleibt.
8. Habe auch auf kleine Dinge acht.
9. Unternimm nicht Nutzloses.

Es gibt zahlreiche Philosophien und Sprichwörter über Karate, z.B.:

Der Meister sprach: Ich war fünfzehn, und mein Wille stand aufs Lernen, mit dreißig stand ich fest, mit vierzig hatte ich keine Zweifel mehr, mit fünfzig erkannte ich den Willen des Himmels, mit sechzig war mein Ohr aufgetan, mit siebzig konnte ich meines Herzens Wünschen folgen, ohne das Maß zu übertreten.

Gewalt ist die letzte Zuflucht des Unfähigen (ISAAC ASIMOV, amerikan. Wissenschaftsautor). Fordere viel von dir selbst und erwarte wenig von anderen. So wird dir viel Ärger erspart bleiben (Konfuzius, chines. Philosoph, 551-479 v.Chr.).

Der Weg zum Erfolg hat keine Abkürzung (MASAHIKA TANKAKA).

Im Sport gibt es das Element der Zeit, in den Kampfkünsten gibt es nur den Augenblick.

Der glaubt etwas zu sein, hat aufgehört etwas zu werden (Chinesische Weisheit).

Was du für den Gipfel hältst, ist nur eine Stufe (Seneca, röm. Dichter und Philosoph, 4 v.Chr.-65 n.Chr.).

Verantwortlich ist man nicht nur für das, was man tut, sondern auch für das, was man nicht tut (Laotse, chines. Philosoph, 4./3. Jh.v.Chr.).

(NAKAYAMA, 1981, 14-17)

2.8 Physiologische Aspekte des Karate

Die Genauigkeit in der Ausführung bestimmter aktiver Bewegungen hängt von der Tätigkeit des Gehirns ab (OKAZAKI 1978).

Die Bewegung der Hand für sehr genaue Tätigkeiten, insbesondere der Finger, erfordert für die Steuerung eine große Fläche.

Den Beinmuskeln steht nur eine kleine Fläche des motorischen Zentrums zur Verfügung, und es ist deshalb schwierig, mit diesen einen hohen Präzisionsgrad zu erzielen. Jedoch unterstützen Wiederholungen von Bewegungen das Lernen, und Signale, die vom Gehirnzentrum kommen, werden genauer geleitet, weil neue Verbindungen in der Hirnrinde gebildet und Nervenfasern stimuliert werden.

Im Alter von 15 Jahren sind dann die linke und rechte Hirnhälfte (Hemisphären) ausgebildet. Alle uns bekannten Sportarten können dann praktiziert werden, obgleich mit unterschiedlichen Erfolgsaussichten. Es ist wichtig zu wissen, dass für Rechtshänder die feinmotorischen Funktionen von der linken Gehirnhälfte kontrolliert werden und umgekehrt. Bei Rechtshändern werden die Bewegungsaktivitäten wie Stossen, Schlagen und Treten durch Signale geleitet, die größtenteils von der linken vorderen Gehirnwindung kommen. Der beste Weg zum Erlernen motorischer Fertigkeit besteht darin, diese tatsächlich zu praktizieren und so oft wie nur möglich zu wiederholen (PFLÜGER 1975, OKAZAKI 1978).

Bei der Ausführung der Karatetechnik ist die Bewegungsgeschwindigkeit einer der wesentlichen Faktoren. In einer Gruppe von Karatesportlern sind während des Trainings einige schneller als der Rest der Gruppe. Unterschiede in der Bewegungsgeschwindigkeit werden weitgehend als erblich bedingt erklärt.

Tab. 2: Typen der Skelettmuskelfasern und physiologische Merkmale (nach OKAZAKI (1978, 19)

Physiologischer Typ	Typ 1 Langsame (rote) Muskelfasern	Typ 2 Schnelle (weiße) Muskelfasern
Impulsübertragung	Langsam	schnell
vorherrschende chemische Reaktion	aerobe Oxidation	anaerobe Glykolyse
Muskelausdauer	Hoch	niedrig
Kontraktionsgeschwindigkeit	Langsam	schnell
Myoglobinanteil (rote Muskelfasern)	Hoch	niedrig

Die Tabelle zeigt die Muskelfasern im menschlichen Gewebe: Typ 1: langsam kontrahierende oder rote Muskelfasern sowie Typ 2: schnell kontrahierende oder weiße Muskelfasern. Die allgemeinen Eigenschaften und Unterschiede zwischen ihnen sind in der Tabelle dargestellt. Es wird angenommen, dass die Anzahl der weißen und roten Muskelfasern genetisch vorbestimmt ist und sich im Laufe des Lebens nicht ändert.

Daraus ergibt sich, dass je nach Verteilung der verschiedenen Muskelfasern manche Menschen schneller als andere sind. Durch geeignetes Training kann sich die biochemische Struktur der Muskelfasern verändern.

2.9 Der Muskel

Nach AHONEN et al. (1994) zählt zu den Aufgaben der Muskulatur neben der Bewegung zugleich der Schutz und die Abgrenzung der inneren Organe. Die Muskulatur gibt gleichzeitig dem Körper seine äußere Form.

Die einzelnen Muskeln sind in ihren Bewegungsrichtungen nicht festgelegt. Zwar wird von Antagonisten (Gegenspielern) und Synergisten (Mitspielern) gesprochen, doch können Antagonisten bei bestimmten Bewegungsarten zu Synergisten werden und umgekehrt. Die Anzahl der Muskeln im menschlichen Körper ist sehr groß (etwa 320). Im Folgenden werden nur die für das Verständnis der Karatebewegung wichtigsten Muskeln vorgestellt.

Beim Karate, z.B. bei der Technik Mae-Geri, arbeitet beim Beugen des Beines der Unterschenkelbeuger, der sich an der Unterseite des Oberschenkels befindet, als Antagonist.

Durch dieses schnelle und möglichst starke Beugen des Beines im Knie durch den Unterschenkelbeuger wird sein Gegenspieler der Unterschenkelstrecker, der sich an der Oberseite des Oberschenkels befindet (PFLÜGER 1975).

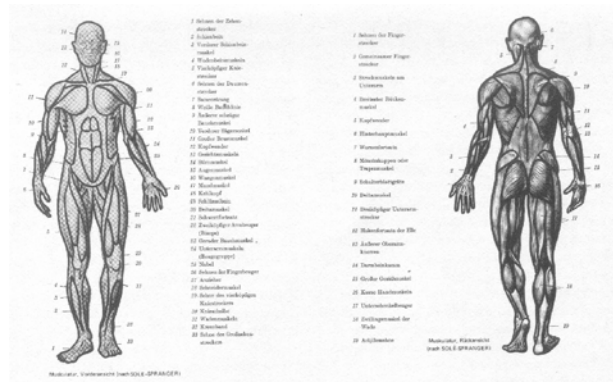


Abb. 4: Vorder- und Rückansicht der Muskulatur (PFLÜGER 1975, 20)

2.10 Konditionelle Fähigkeiten

Konditionelle Eigenschaften des Karate

Nach KONO/ VON OEHSSEN (1986, 29) sieht das spezifische Anforderungsprofil im Karate im Hinblick auf die Gewichtung der einzelnen konditionellen Eigenschaften wie folgt aus:

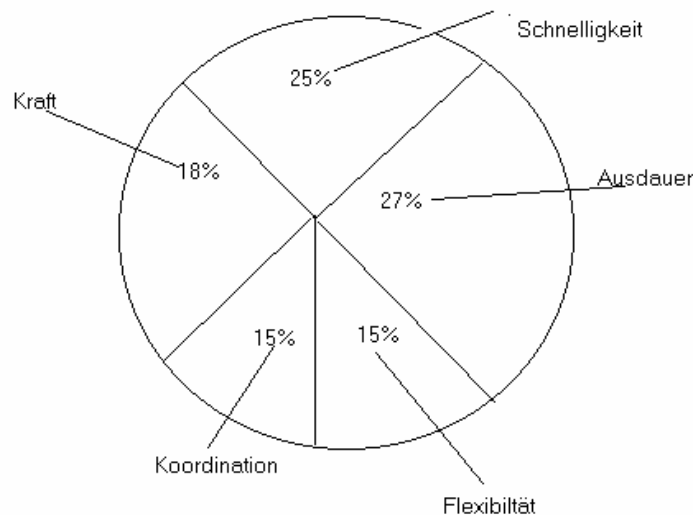


Abb. 5: Einzelne konditionelle Fähigkeiten (KONO/ VON OEHSSEN 1986, 29)

Im Karate ist immer ein Kompromiss zwischen Kraft, Ausdauer, und Schnelligkeit nötig. Die vorrangigen Fähigkeiten sind die Kraft und die Schnelligkeitsausdauer sowie die Bewegungsschnelligkeit und die Reaktionsschnelligkeit. Daher müssen die beiden anaeroben

Komponenten Kraft und Schnelligkeit mit der aeroben Komponente Ausdauer in einem ausgewogenen Verhältnis trainiert werden. Nach OZAKA (1987) erfordern Karatebewegungen Flexibilität, Schnelligkeit, Stärke und Ausdauer (ŠEBEJ 1990). Mit entwickelten Karatefähigkeiten und Fertigkeiten ist eine effektive Technikausführung möglich. Kraft, Ausdauer, Schnellkraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit sind grundlegende körperliche Fähigkeiten, auf denen der Karateka eine wirksame Technik aufbauen kann.

2.10.1 Schnelligkeit

Karate ist Schnelligkeit (Bewegungsenergie), die im Moment des Aufpralls in Deformationsenergie umgewandelt wird (PFLÜGER, 1975, 13).

Es gibt zwei Formen der Schnelligkeit (Bewegungsschnelligkeit und Reaktionsschnelligkeit). Diese beiden Formen sind unabhängig voneinander: ein Sportler kann reaktionsschnell, aber langsam in der Bewegung sein.

Bewegungsschnelligkeit ist weitgehend anlagebedingt, was die Schnelligkeit der Zusammenziehung der Muskulatur und die Reizübertragung in den Nerven betrifft. Sie bezieht sich auf Ganzkörper- und Teilkörperbewegungen.

Die Reaktionsschnelligkeit hängt vom Wahrnehmungsvermögen und der Fähigkeit ab, die Aktionen des Gegners früh einschätzen zu können. Sie kann durch Erweiterung der Bewegungserfahrung verbessert werden.

Vor dem Training muss die Muskulatur durch Gymnastik erwärmt werden, da die Elastizität und Entspannungsfähigkeit der Muskeln Voraussetzungen für die Schnelligkeit sind.

Beispiel:

- Training am Sandsack mit mehreren Techniken hintereinander
- häufige Wiederholung von Techniken, um die Zeit für die Bewegungskombination zu verringern,
- im Kreis stehen, einer steht in der Mitte und wird von den anderen der Reihe nach mit einer festgelegten Technik angegriffen, auf die er jeweils so schnell wie möglich reagieren muss,
- im Kreis, die Angreifenden sagen vor dem Angriff eine beliebige Angriffstechnik an,
- im Kreis stehen, die verschiedenen Angriffstechniken werden jeweils auf Ankündigung hin in beliebiger Reihenfolge durchgeführt.

2.10.2 Flexibilität (Beweglichkeit)

Unter Flexibilität wird hier die Beweglichkeitsflexibilität (Beweglichkeit) und die Flexibilität im Denken, das heißt beim Abrufen von Bewegungsmustern, verstanden. Bei der Beweglichkeit unterscheidet man zwischen der dynamischen Beweglichkeit bei schnellen Übungen und der spezifischen Beweglichkeit besonderer Körperteile (KONO/ VON OEHSSEN 1986, 34).

Beispiel:

- aktives Dehnen,
- passives Dehnen durch Partnerhilfe,
- Ausnutzen des vollen Bewegungsumfanges bei den Techniken, z.B. Jodan treten, Hüftbewegungen bei Blocktechniken und Ausweichbewegungen, hinteres Bein im Stand immer ganz strecken.

2.10.3 Ausdauer

Eine Form der Ausdauerfähigkeit des Karateka ist die lokale anaerobe Ausdauer, d.h. die Ausdauer einer kleinen Muskelgruppe, z.B. nur die der Arme oder Beine. Die allgemeine

aerobe Ausdauer erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Ermüdung bei Gesamtkörperbewegungen (KONO/ VON OEHSEN 1986, 31).

Beispiel:

- 10mal Maegeri mit dem gleichen Bein,
- 10mal Mawashi-geri mit dem gleichen Bein,
- 10mal Sokuto mit dem gleichen Bein,
- 5mal Tobikomi-zuki mit dem gleichen Arm.

2.10.4 Koordination

Die Koordination ist eine nervöse Leistung des Zusammenspiels teils willkürlicher, teils unwillkürlicher Bewegung zu einer geordneten, harmonischen Bewegungskette. Sie ist das Zusammenwirken von Zentralnervensystem und Muskulatur, um ein optimales Verhältnis von zeitlichen und räumlichen Merkmalen herzustellen.

Um eine gute Koordination zu erreichen, ist es unerlässlich, immer wieder speziell auf die jeweilige Sportart abgestimmte Übungen zu trainieren (PFLÜGER 1975, 17). Um einen optimalen Bewegungsablauf zu erreichen, ist eine Koordination der einzelnen Muskelgruppen und ein rhythmisches Vorgehen notwendig (NICK 1981, 11).

Beispiel:

- große Anzahl von Wiederholungen einzelner Techniken (Kihon),
- Kombination einzelner Techniken,
- Zielübungen am Gegner,
- Zielübungen an einem kleinen Makiwara.

2.10.5 Kraft

Im Karate benötigte Kraftarten sind die Schnellkraft und die Kraftausdauer. Dabei werden die Methoden der isotonischen (dynamischen) Muskelspannung (bei sich verändernder Muskelspannung angewendet (KONO/ VON OEHSEN 1986, 32).

Nach ŠEBEJ (1990) ist Kraft Ausgangsfähigkeit und Voraussetzung für nahezu alle übrigen körperlichen Fähigkeiten. Die Ausführung von Bewegungen gegen einen Widerstand ist das wichtigste Mittel zur Erlangung von Kraft, und es gibt eine Vielzahl von Methoden und Verfahren zur Realisierung des Krafttrainings im Karate. Karatetechnik verlangt deshalb eine gute Ausbildung der Muskulatur und eine schnelle Muskelkontraktion (NAKYAMA 1979). Auch die Technik im Karate gehört zum explosiv reaktiv ballistischen Bewegungstyp, d.h. bei maximalem Krafteinsatz für eine geringe Last wird die Bewegung mit einer vorausgehenden Phase starker Dehnung ausgeführt.

Beispiel:

- Fußtechniken mit Eisenschuhen,
- Fausttechniken langsam und kraftvoll ausführen,
- Fußtechniken im Endpunkt stehen lassen.
-

2.11 Karate-Technik

Die Charakteristika der Karate-Technik sind das Ergebnis einer jahrhundertelangen Entwicklung, in der nach der wirksamsten Kampfmethode gesucht wurde, um die Techniken so hart und durchschlagend wie möglich zu machen (ŠEBEJ, 1990, 50).

Es gibt im Karate folgende Technik:

1. Kihon
2. Kata
3. Kumite
4. Die Schlagflächen.
5. Grundlagenstellungen
6. Abwehrtechniken
7. Angriffstechniken

2.11.1 Kihon

Nach GRUPP (2000, 35) ist Kihon die Grundschule im Karate, auf der alles andere aufbaut, ohne Anwendung oder Gegner. Das Wort „Kihon“ setzt sich zusammen aus KI (Kraft, Energie) und HON (Wurzel, Ursprung), was deutlich macht, dass das KIHON den unumkehrbaren Grundpfeiler für die Entwicklung des Karatekas darstellt.

Es gibt im Karate zwei Teile, Kata und Kumite.

2.11.2 Kata

Definition: Nach WICHMANN (2001, 138) ist Kata die Seele. Nach PFLÜGER (1975) bedeutet Kata "lebt". Kata heißt wörtlich „Form“ und stellt einen festgelegten Ablauf verschiedenster Einzeltechniken dar. Kata beinhaltet einen Kampf gegen mehrere Gegner (WICHMANN 1990, 8). Kata ist Reihen des Angriffs und Verteidigungsbewegung, die gegen imaginäre Gegner in gleicher Form ausgeführt werden. Das bedeutet, die Verteidigungssituation gegen imaginäre, also nicht vorhandene Gegner, setzt sich aus den verschiedensten Abwehr- und Angriffstechniken zusammen.

Es gibt zwei Wettkampfteile: Einzel-Kata (ein Sportler oder eine Sportlerin) und Gruppen-Kata (drei Sportler oder Sportlerinnen).



Abb. 6: Gruppen-Kata (Männer - Frauen)(www.karate-online.de/wm2000)

Es gibt mehrere Anzahlen von Kata, aber die ursprüngliche stielspezifische Kata ist Bassai, Heian, Nijushiho, Chinte, Emp, Gankaku, Gojushiho, Hangetsu, Jiin, Jion, Jitte, Kanku, Meikyo, Sochin, Taikyoku, Tekki, Unsu, Wankan . Die Kriterien zur Bewertung der Kata sind: richtiger Ablauf der Kata, Kontrolle der Kraft und der Spannung (Kime), richtiger Rhythmus und Geschwindigkeit, genaue Bewegungsrichtung, Ausdruck der besonderen Elemente der Kata, Stärke der Techniken, Haltung und Kampfgeist. Bei Mannschaftskämpfen

müssen der synchrone Ablauf, Ausgangs- und Zielpunkt einer Kata müssen übereinstimmen. Der Karateka muss nicht nur die Bedeutungen dieser Einzeltechniken kennen, sondern auch deren Zielregionen, d.h. wie der Angriff erfolgt und auf welche Weise die Verteidigung stattfinden muss.

Die shotokan-stilspezifische Kata

Tab. 3: Struktur des shotokan-stilspezifischen Kata

Heian	Tekki	Allgemein
Heian –shodan	Tekki-shodan	Bassei-dai
Heian-nidan	Tekki-nidan	Kanku-dai
Heian-sandan	Tekki-sandan	Hangetsu
Heian-yondan		Empi
Heian-godan		Jitte
		Jion
		Gankaku

2.11.3 Kumite

Kumite ist der Kampf gegen Gegner oder mehrere Gegner und hat zwei Formen: Einzelkampf und Mannschaftskampf. Der Einzelkampf wird durch Shobou-Ippon entschieden. Der Kampf ist vorzeitig beendet, wenn AKA oder Shiro einen Ippon oder zwei Wazaari erreicht hat. Finalkämpfe können im SHOBU-Sanbon-System ausgetragen werden. Dabei ist der Wettkampf vor Ablauf der Zeit beendet, wenn einer der beiden Kämpfer zwei volle Punkte erreicht hat. Dabei wird Ippon als ein Punkt und Wazaari als halber Punkt gezählt. Das Kumite stellt die zunächst leichter verständliche Wettkampfform dar, den



Abb. 7: Europameisterschaft 2003 in Bremen. (www.karate-online.de)

Zweikampf Mann gegen Mann oder Frau gegen Frau. Ziel ist es dabei, aus einer Palette erlaubter Karatetechniken diese in freier Form beim Gegner „anzubringen“. Mehrere Kampfrichter beobachten dabei das Geschehen, unterbrechen nach jeder punkträchtigen Situation den Kampf und geben Positiv- wie Negativwertungen sofort bekannt. Eine Technik wird dann als positiv gewertet, wenn sie den Gegner ohne oder mit unzureichender Abwehr getroffen hat oder aber hätte treffen können und von der Zielregion abstoppt wurde.

Eine Mannschaft besteht aus mindestens drei Kämpfern. Der Veranstalter legt die Anzahl der Kämpfer (ungerade Zahl) in der Ausschreibung fest. Der Mannschaftsführer legt rechtzeitig vor dem Aufruf der Mannschaften deren Aufstellung fest. Diese ist dann für diesen Kampf verbindlich und kann erst für die folgenden Runde geändert werden.

Es gibt vorgeschriebene Trefferflächen am Körper des Gegners: Kopf einschließlich Nacken und Hals (ohne Kehlkopf), Brustbereich vorne und seitlich, einschließlich Solar-Plexus, Rippen, Unterbauch, Rückenbereich, Rückgrat und Nieren. Der Athlet muss wissen, wie die richtigen Körperteile getroffen werden können. Andernfalls wird der Sieg dem zugesprochen, der nach Ablauf der Wettkampfzeit mehr Punkte erzielt hat. Die Einzelwettbewerbe werden in Gewichtsklassen eingeteilt, bei Männern 60 kg, 65kg, 70 kg, 75 kg, 80 kg, 85kg, Offene Klasse (85+ kg); bei Frauen 53 kg, 60 kg, 65 kg, 70 kg, 75 kg, 80 kg, Offene Klasse (80+ kg).

Zunächst folgt hier eine Darstellung der Schlagwaffen beim Karate.

2.11.4 Die Schlagflächen

Schlagflächen im Karate sind die Teile des Körpers, die zum Kontakt mit dem gegnerischen Körper oder mit einem Trainingsgerät verwendet werden. Sie werden als die „Waffen“ des Karate bezeichnet (ŠEBEJ, 1989, 41). Viele dieser Flächen werden meist sehr spezifisch eingesetzt. Es sind vor allem die Stellen an den Beinen und Armen, die sehr hart und widerstandsfähig sind. Beim Gebrauch der meisten von ihnen wird die Wirksamkeit durch eine Verkleinerung der Fläche, mit der geschlagen wird erhöht. Die wichtigsten Schlagflächen haben folgende Bezeichnungen: (OKAZAKI/ STRICEVIC 1987, 107; WICHMANN 2001, 22)

2.11.4.1 Arm-Schlagflächen

1. Fauststoß mit der Vorderseite der Faust (Seiken)

Beim Seiken wird in der Regel nur mit den Knöcheln des Zeige und Mittelfingers getroffen.

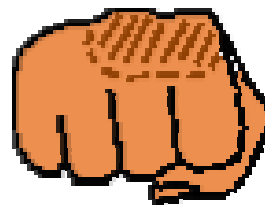


Abb. 8: Seiken

2. Hammerschlag (Tettsui)

Beim Tettsui trifft der Faustballen. Dazu müssen die Finger besonders fest geschlossen werden, um ein Öffnen und damit Kraftverlust zu vermeiden.

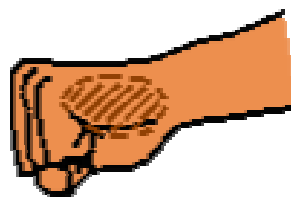


Abb. 9: Tettsui

3. Handrückenschlag (Uraken)

Beim Uraken treffen beide Knöchel am Handrücken auf das Ziel.

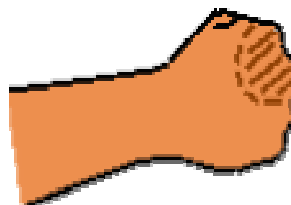


Abb. 10: Uraken

4. Flache Faust (Hiraken)

Diese Variationen sollten nur von fortgeschrittenen Karateka praktiziert werden.



Abb. 11: Hiraken

5. Zweifingerspeerhand (Nihon-Nukite)

Fortgeschrittene Karateka finden diese Variationen nützlich beim Übungswettkampf ausgeführt werden.



Abb. 12: Nihon-Nukite

6. Einfingerspeerhand (Ippon-Nukite)

Fortgeschrittene Karateka finden diese Variationen nützlich beim Übungswettkampf. Ausgeführt werden sie auch in der Kata



Abb. 13: Ippon-Nukite

7. Ein-Knöchel-Faust (Ippon-Ken)

Diese Variationen sollten nur von fortgeschrittenen Karateka praktiziert werden, weil dabei Verletzungsgefahr besteht.



Abb. 14: Ippon-Ken

8. In der Mitte-hohe-Einknöchelfaust (Nakadaka-Ken)

Diese Variationen sollten nur von fortgeschrittenen Karateka praktiziert werden, weil dabei Verletzungsgefahr besteht.

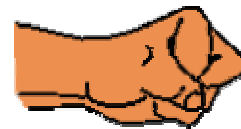


Abb. 15: Nakadaka-Ken

9. Armaußenseite (1-Gaiwan 2-Haiwan 3-Naiwan 4-Shuwan)

Der Unterarm oberhalb des Handgelenks wird oft zur auftreffenden Fläche, besonders beim Abwehren. Im Hinblick auf die anatomische Standposition (Abb. 14) wird deutlich, dass die Außenseite die des Daumens ist und die Innenseite die des kleinen Fingers, die Rückseite ist die Verlängerung des Handrückens.

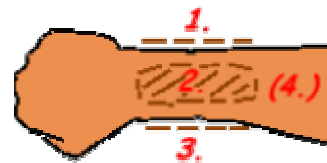


Abb. 16: Ga-Ha-Na-Sh

10. Schwertrücken (1-Haito 2-Haishu 3-Nukite 4-Shuto)

Haito wird mit der inneren Handkante ausgeführt. Dazu muss der Daumen weit in die Handfläche gebeugt werden. Trefffläche ist etwa der Punkt seitlich der Fingerknöchel. Beim Haishu wird die gesamte, geöffnete Rückseite der Hand als Abwehr oder Angriffsfläche benutzt. Beim Shuto wird die Handballenkante in der Nähe der Handwurzelknochen eingesetzt.

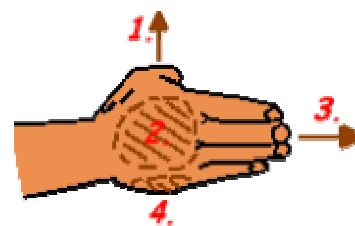


Abb. 17: Haito

11. Bärenatze (Kumade)

Mit derselben Position der Finger kann die schlagende Fläche auch der Ansatz des Handballens von der Daumenwurzel bis zum kleinen Finger sein. Dies ist eine besonders starke Fläche.



Abb. 18: Kumade

12. Hahnenkamm (Keito)

Die Hahnenkammhand ist genau die Umkehrung der Ochsenmaulhand. Mit den gegen den Daumen gebogenen Fingern liegt die Auftrefffläche auf der Daumenseite.

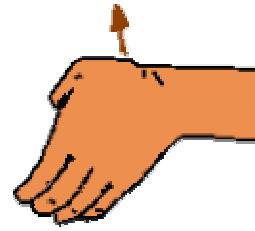


Abb. 19: Keito

13. Kranichkopf (Kakuto/Koken)

Diese Technik wird gebildet, indem die Finger nach innen gebogen und dann zusammengebracht werden, um einen geschlossenen Block zu bilden. Die gebogene Handgelenkfläche ist schmerzempfindlich

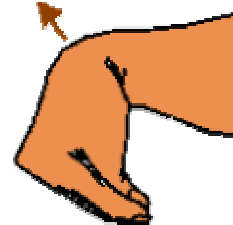


Abb. 20: Kakuto

14. Adlerhand (Washide)

Fortgeschrittene Karateka finden diese Variationen nützlich beim Übungswettkampf. Ausführt werden sie auch in der Kata.

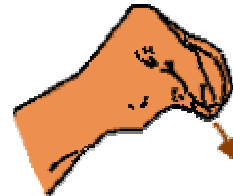


Abb. 21: Washide

15. Säbel (Seiryuto)

Es wird die gleiche Seite der offenen Hand verwendet. Dabei werden die ausgestreckten Finger gegen den Daumen abgelenkt.



Abb. 22: Seiryuto

16. Handballen (Teisho/Shotei)

Beim Teisho wird sowohl als Abwehr wie auch als Angriff mit dem Handballen, bei größtmöglichem Abwinkeln im Handgelenk, getroffen.



Abb. 23: Teisho

17. Ellenbogen (Empi/Hiji)

Dies ist eine sehr kraftvolle Technik, die nach hinten, nach vorne und zur Seite ausgeführt werden kann. Bei dieser Technik wird der Ellbogen auf kurze Distanz als Angriffswaffe eingesetzt.

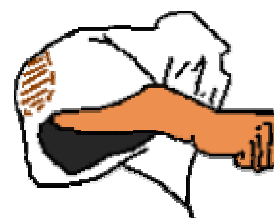


Abb. 24: Empi/Hiji

2.11.4.2 Bein-Schlagflächen

1. Knie (*Hiza*)

Das Knie wird, ähnlich wie bei Empi, nur auf kurze Entfernung, hauptsächlich zum Bauch hin eingesetzt. Es ist auch als Abwehrblock verwendbar.



Abb. 25: *Hiza*

2. Fußsohle/Ferse (*Teisoku/Kakato*)

Bei einem starken Vorwärtstritt oder beim Rückwärtstritt wird die Ferse als Trefffläche eingesetzt.

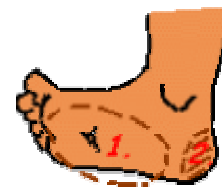


Abb. 26: *Teisoku/Kakato*

3. Spann (*Haisoku/Ashi no ko*)

Der Fußrist wird beim Tritt zu den Genitalien oder bei Fußstößen zum Kopf benutzt. Bei letzteren dient er als Ersatz für den mit dem Ballen getretenen Fußstoß, der aber im Wettkampf zu gefährlich wäre.

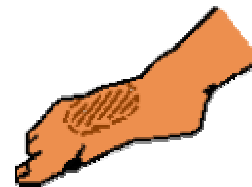


Abb. 27: *Haisoku/Ashi no ko*

4. Fußkante (*Sokuto*)

Bei den seitlichen Fußstößen ist die Fußaußenkante nahe der Ferse die Trefffläche.



Abb. 28: *Sokuto*

5. Fußballen (*Koshi*)

Die meisten Fußstöße werden mit dem Fußballen, bei stark gebeugten Zehen, ausgeführt.

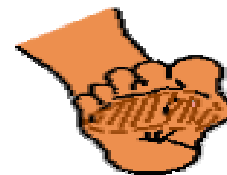


Abb. 29: *Koshi*

Quelle: Abb. 8 bis 29 nach WICHMANN 2001, 22.

2.11.5 Karatestellungen

Unter der Grundstellung versteht man, dass diese Grundlage vom Karateanfänger beherrscht werden muss, weil davon die gesamte Karate-Technik abhängt. Jede Technik hat eine besondere Stellung auszuführen. Nach WISCHMANN (2001, 111) bedarf jeder Kampfstil einer anderen Position, jede Absicht des Kämpfers einer anderen Haltung. Als Grundlage im Kumite ist das blitzschnelle Verändern des Körperschwerpunkts, das flexible Angreifen oder Ausweichen der Kämpfer gut zu studieren. Nach GRUPP (2000, 41) befindet sich der

Schwerpunkt in der Grundhaltung meistens in der Mitte des Körpers, da im Kumite ein variables Agieren erforderlich ist. Als nächstes folgt eine kurze Beschreibung der wichtigsten Grundstellungen:

1. Geschlossene Fußstellung (Heisoku-dachi)

In dieser Stellung können bestimmte Techniken (Stöße oder Tritte) aus dieser Stellung heraus ausgeführt werden. Die Füße stehen parallel und sind geschlossen. Der Kniewinkel beträgt etwa 175 bis 180 Grad, die Beine sind gerade. Der Oberkörper wird aufrecht gehalten. Die Standfestigkeit bei dieser Stellung ist in Ruhepausen ausreichend (OKAZAKI/ STRICEVIC 1987, 60).

hL = hintere Linie

S = Seitenlinie

Ks = Körperschwerpunkt

vL = vordere Linie

F1 = Fußlinie

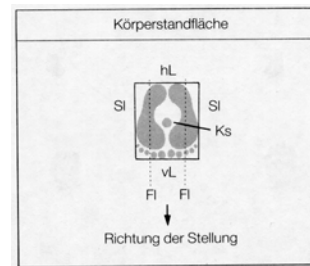


Abb. 30: Heisoku-dachi (OKAZAKI/ STRICEVIC 1987, 60)

2. Zwanglose Bereitschaftsstellung (Musubi-dachi)

Die Füße zeigen in einem 45°-Winkel nach Außen. Die Beine stehen zusammen, die Fersen berühren einander. Die Richtung der Stellung ist geradeaus. Der Körperschwerpunkt liegt genau zwischen den Füßen. Diese Stellung wird Grundstellung vor Beginn des Trainings zum Begrüßen, und sie wird auch häufig als Ausgangsposition für Tritte oder Fußfeger verwendet und als Zwischenstadium bei komplexen Körperdrehungen (ŠEBEJ 1990, 62, GRUPP 2000, 42, OKAZAKI/ STRICEVIC 1987, 61).

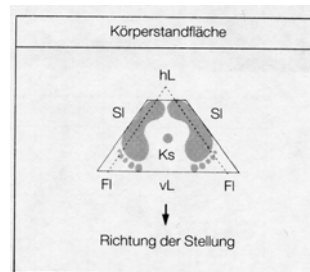


Abb. 31: Musubi-dachi

3. Offene Parallelstellung (Heiko-dachi)

Die Füße sind parallel und auseinandergestellt. Fersen und Zehen befinden sich auf einer Linie (der Oberkörper ist gerade). Das Körpergewicht ist über eine große Bodenfläche verteilt, und das Schwerkzentrum fällt in die Mitte des Rechtecks. Diese Stellung ist die Ausgangs-Kata-Haltung im Goju-Ryu. Der Karatekämpfer nimmt sie auf den Befehl „Yoi“ ein. „Yoi“ bedeutet „Halt“ (PFLÜGER 1975, OKAZAKI/ STRICEVIC 1987).

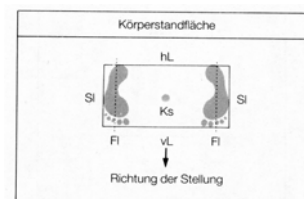


Abb. 32: Heiko-dachi

4. Offene Fußstellung (Hachiji-dachi)

In dieser Stellung werden die Füße etwas nach außen gedreht. Die Fersen sind auf einer Linie und die Zehen 35 Grad nach außen gerichtet, Knie ganz leicht gebeugt. Der Oberkörper steht aufrecht und direkt über den Beinen. Der Schwerpunkt liegt zwischen den Füßen im Mittelpunkt der Körperstandfläche. Der Abstand zwischen den Füßen entspricht in etwa dem der Hüften. Offene Beinstellungen ermöglichen sehr viel Beweglichkeit. Diese Stellung wird als erste Körperposition im Rahmen des anfänglichen Übens von Abwehr-, Tritt-, Schlag- und Stoßtechniken angewandt.

5. Frontalstellung (Zenkutsu-dachi)

Diese Stellung ist eine der grundlegendsten Stellungen im Karate. Das Körpergewicht ruht zu etwa 60% auf dem hinteren Bein. Der seitliche Abstand der Füße ist schulterbreit. So ist der schnelle Einsatz der Hüfte gewährleistet, und man hat dennoch eine gute Balance. Die Schrittlänge beträgt 80-100cm. Das hintere Bein steht gestreckt mit der ganzen Fußsohle fest auf dem Boden. Die Zehen beider Füße zeigen nach vorne. Die Knie des vorderen Beines nicht nach innen oder außen fallen lassen, sondern nach vorn richten. Auch den hinteren Fuß nicht zur Seite richten, sondern nach vorne. Die Hüfte zeigt beim Angriff frontal zum Gegner (PFLÜGER 1975, NAKAYAMA 1981, GRUPP 2000).

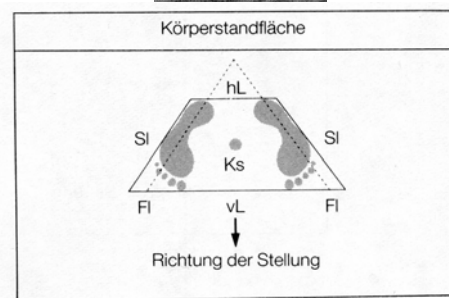


Abb. 33: Hachiji-dachi

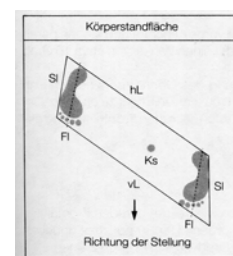
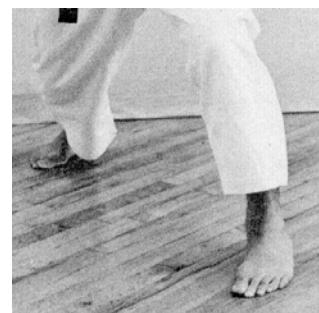


Abb. 34: Zenkutsu-dachi

6. Rückwärtsstellung (Koutsu-dachi)

In dieser Stellung ruht das Gewicht zu etwa 70 % auf dem hinteren, stark gebeugten Bein. Der linke Fuß wird gerade nach vorne geführt. Die Knie sind angewinkelt. Die Hüfte ist im 45°-Winkel vom Gegner abgedreht. Die Ferse berührt den Boden nur leicht. Das vordere Bein darf nicht gestreckt werden. Die Füße stehen zwei Schulterbreit auseinander. Diese Stellung ist Teil der ersten Kata (Hiean 1)

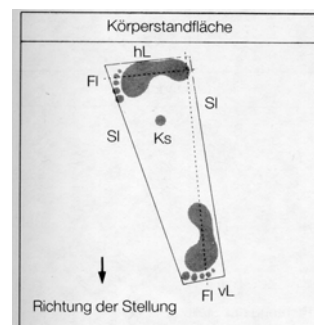


Abb. 35: Koutsu-dachi

7. Reiterstellung (Kiba-dachi)

Diese Stellung ist extrem stark zur Seite, aber weniger stabil nach vorne und nach hinten. Der Körperschwerpunkt befindet sich exakt in der Mitte. Die Füße stehen parallel und etwa zwei Schulterbreit auseinander. Beide Füße zeigen nach vorne. Die Knie sind gebeugt, und die Spannung der Beinmuskulatur wird nach außen hin aufgebaut. Die Haltung der Hüften zum Oberkörper hängt vom Grad der Muskelkontraktion des Unterleibs ab. Die Reiterstellung ist eine der am häufigsten verwendeten Stellungen, da daraus viele Aktionen zur linken oder rechten Seite ausgeführt werden können.

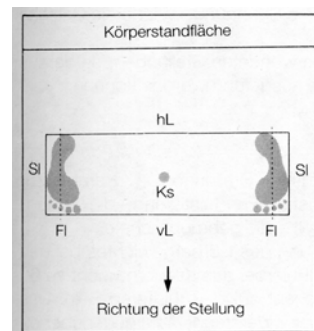
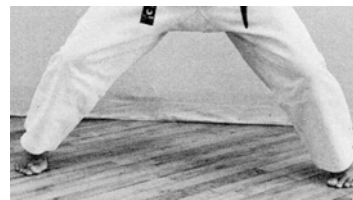


Abb. 36: Kiba-dachi

8. Hocktellingung (Shiko-dachi)

Diese Stellung ist extrem stark nach vorne und zu beiden Seiten geneigt. Die Füße stehen am Boden und werden in einem Winkel von 45 Grad nach außen gedreht. Die Knie zeigen nach außen. Die Oberschenkel sind fast parallel zum Boden bei einer Beugung von 45 Grad. Das Körpergewicht ist zwischen den Füßen. Nach OKAZKI/ TRICEVIC (1987) ermöglicht die Standfestigkeit dieser Stellung viele Aktionen, findet aber keine direkte Anwendung im Rahmen des Wettkampfes.

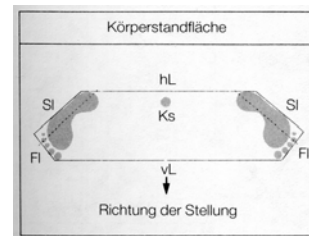


Abb. 37: Shiko-dachi

9. Halbmondstellung (Hangetsu-dachi)

Der vordere Fuß bildet einen Winkel von 45 Grad zur Richtung der Stellung. Die Knie zeigen nach der Innenseite und sind gespannt. Auch die Füße sollten dabei fest in Berührung mit dem Boden bleiben. Mit der Verteilung des Körpergewichts auf beide Beine fällt der Schwerpunkt in die Mitte von beiden. Das vordere Bein spielt eine wichtige Rolle, weil dieses Bein bestimmt, ob es sich um die linke oder rechte Halbmondstellung handelt. Bei dieser Stellung ist die Beweglichkeit gut und ermöglicht es, in andere Stellungen überzugehen.

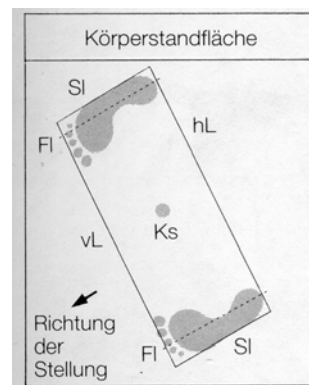
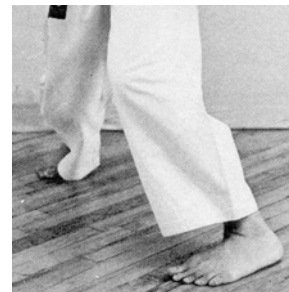


Abb. 38: Hangetsu-dachi

10. Dreieckstellung (Sanchin-dachi)

In dieser Stellung bildet der vordere Fuß einen 45°-Winkel zur Richtung der Stellung. Die linke Ferse zeigt etwas nach innen und bildet einen Winkel von 45 Grad zur Stellungsrichtung. Beide Knie sind leicht gebeugt. Das Gewicht ist gleichmäßig auf beide Beine verteilt. Die Füße stehen schulterbreit auseinander.

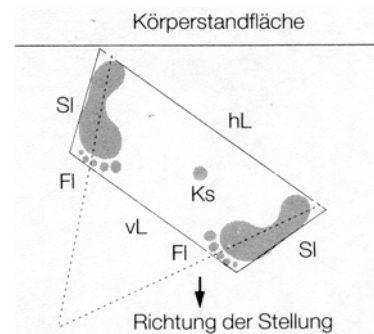


Abb. 39: Sanchin-dachi

11. Einbeinstellung (Sagi Ashi-dachi)

In dieser Stellung wird die Körperstandfläche sehr klein, gerade nur so breit wie ein einzelner Fuß, mit dem Schwerpunkt in der Mitte (OKAZKI/ STRICEVIC 1987, 80). Der Oberkörper bleibt dabei so aufrecht wie möglich. Der hochgezogene Fuß wird meist hinter das Knie des Standbeins gelegt. Im Endstadium dieser Stellung ist das tragende Knie straff und zeigt nach vorne.

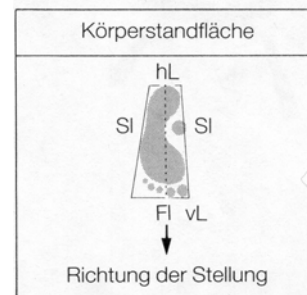


Abb. 40: Sagi Ashi-dachi

12. Katzenfußstellung (Neko Ashi-dachi)

Das vordere Bein ist fast ganz entlastet. Der hintere Fuß wird im Winkel von 45 Grad seitwärts gestellt. Das hintere Bein trägt 80 bis 90 Prozent des Körpergewichts. Das Knie des vorderen Fußes wird leicht einwärts gedreht, so dass der Schenkel den Unterleib schützt. Diese Stellung ist etwas schwierig, weil alle Muskelgruppen das Endstadium der Muskelkontraktion zur gleichen Zeit erreichen müssen.

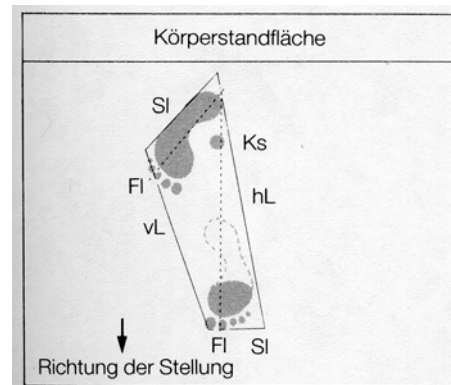


Abb. 41: Neko Ashi-dachi

Quelle: Abb. 30 bis 41 nach OKAZAKI/ STRICEVIC 1987, 60.

2.11.6 Abwehrtechnik und Angriffstechnik

Unter Angriffstechnik werden unterschiedliche Stöße oder Schläge ausgeführt. Damit werden die Grundstellung und Grundtechniken beschrieben, auf die bei der korrekten Ausführung zu achten ist.

Abwehrtechniken stellen das Fundament der Grundtechniken dar. Karate kennt keinen ersten Angriff, lautet eine Maxime und dementsprechend kommt den Blocks eine große Bedeutung zu. Daran sollte man beim Training ohne Partner denken, um die Ausführung möglichst konsequent zu gestalten (nach GRUPP 2000, 50). Als nächstes folgt eine kurze Beschreibung der wichtigsten Abwehr- und Angriffstechnik.

2.11.6.1 Abwehrtechnik

1. Abwehr nach oben (Age Uke)

Age Uke wird meist als Block gegen Oi zuki eingesetzt. Es kann auch als direkter Angriff gegen Hals oder Kinn eingesetzt werden. Age Uke wird häufig beim Freikampf wie auch in der Kata gebraucht.

Die Schulter des abwehrenden Armes bleibt unten. Sie wird vor dem Körper nach oben bewegt. Fastrücken und Unterarm bilden eine Linie. Hikitebewegung des anderen Armes beachten. Der Abstand zwischen Arm und Stirn beträgt ca. zwei Faustbreiten.

Der Winkel des Ellbogens beträgt etwa 60 Grad. Die Festigkeit dieses Blocks kommt von dem starken Zurückziehen.

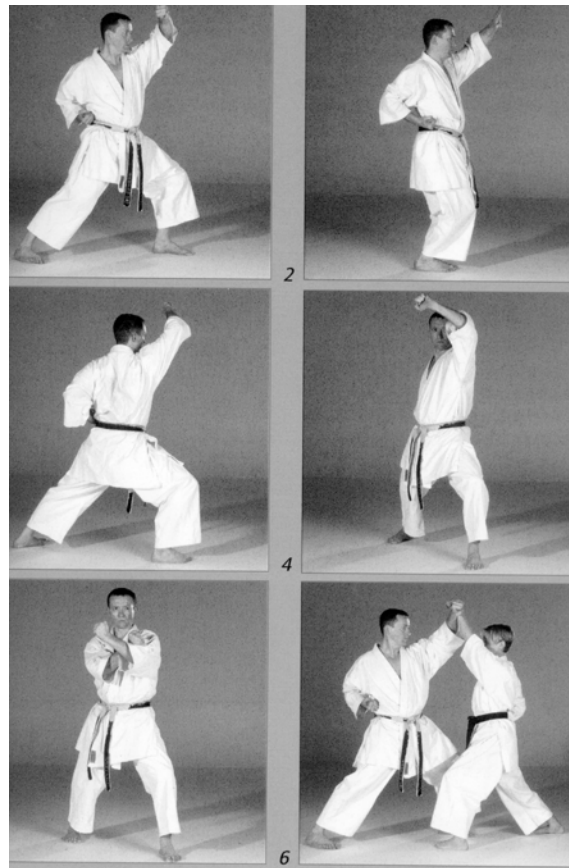


Abb. 42: Age Uke

2. Äußere Unterarmabwehr (Soto Uke)

Diese Abwehr ist eine starke und häufig gebrauchte Technik unter Einsatz der Außenseite des Unterarmes. Die Abwehrfläche ist die Daumenseite. Der Unterarm steht parallel zum Boden. Die Faust ist in der Endstellung ungefähr auf der Höhe der Schulter, der Arm im Winkel von ca. 90° abgewinkelt, der Ellenbogen zeigt genau nach unten. In der Anwendung der Unterarmabwehr von innen nach außen (Abb. 41) trifft die Außenseite des Unterarmes die Angriffsf Faust in der Nähe des gegnerischen Handgelenks. Die Hüfte wird weg gedreht.

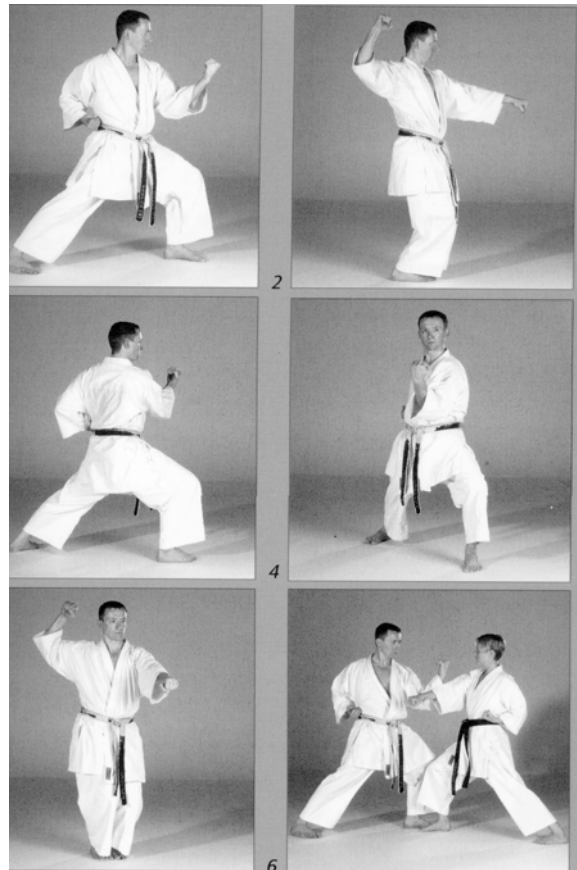


Abb. 43: Soto Uke

3. Abwehr nach unten (Gedanbarai)

Mit dieser Technik werden Angriffe mit der Faust oder dem Fuß zur unteren Bauchregion abgewehrt.

Der abwehrende Arm holt mit der Faust flach am Ohr aus, der andere Arm wird locker nach unten gestreckt. Die Hüfte wird nach außen gedreht.

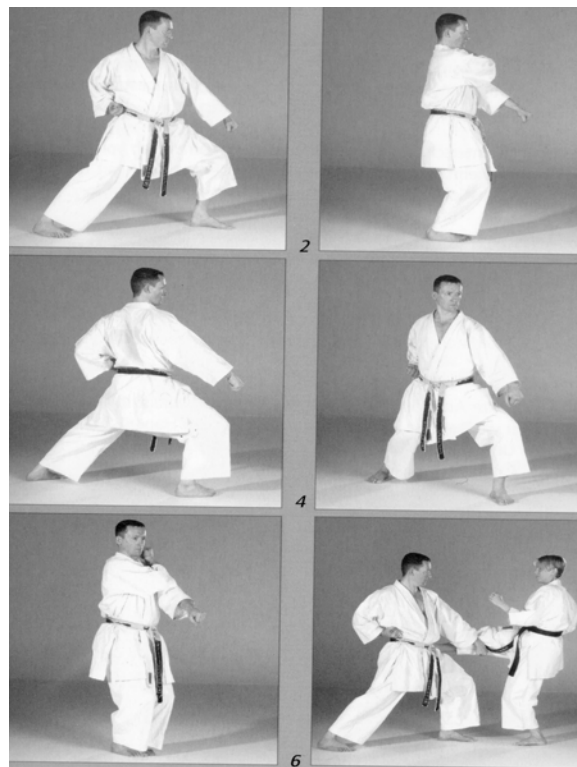


Abb. 44: Gedanbarai

4. Schwert-Handabwehr (Shuto-Uke)

Shuto heißt soviel wie „Schwert“. Diese Technik erhält ihre Kraft durch die schnappende Drehung des Unterarms und wird auch mit der offenen Hand ausgeführt. Beim Shuto-Uke wird meistens der Stand Kukotsu-dachi eingesetzt, wobei der Körperschwerpunkt auf dem hinteren Bein lastet. Der Winkel zwischen Arm und Ellbogen beträgt 90 Grad. Der Ellbogen darf nicht nach außen zeigen, sondern muss vor der Körperseite über der Mitte des Oberschenkels stehen.

Die Handfläche der Schwerthand bildet einen Winkel von etwa 45 Grad.

Die Anwendung der Shuto-Uke in der offenen Beinstellung: Der Abwehrarm holt mit der Hand in der Nähe des Ohres auf der gegenüber liegenden Seite aus.

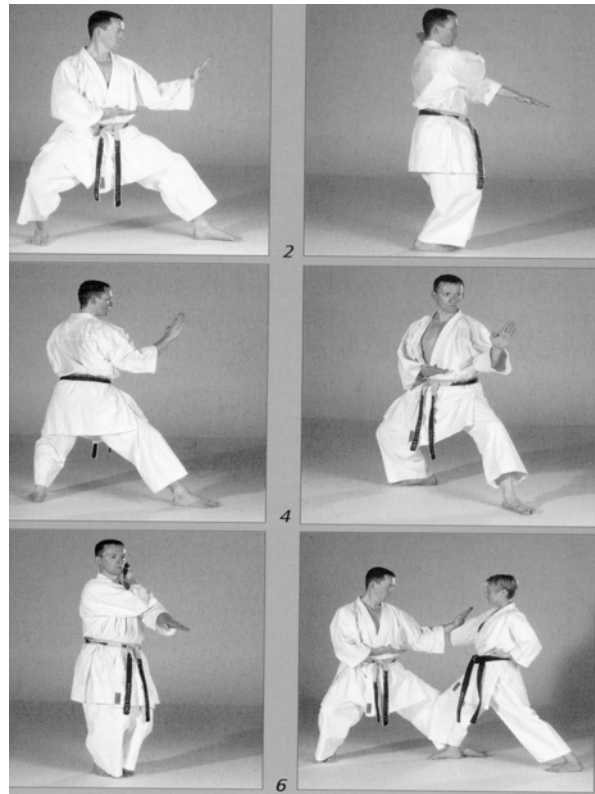


Abb. 45: Shuto-Uke

Quelle: Abb. 42 bis 45 nach GRUPP 2000, 50.

2.11.6.2 Angriffstechnik

1. Oi-zuki

Nach WICHMANN (2001) und GRUPP (2000) ist der Oi-zuki meist die erste Technik, die der Anfänger erlernt. So einfach sie erscheint, beinhaltet sie doch alle Prinzipien des Karate, wie geradlinige Bewegungen, sicheren Stand, Explosivität, starke Arretierung und ein Höchstmaß an Kontrolle.

Oi-zuki bedeutet auf Deutsch „gerader Fauststoß“.

In der Endstellung des Oi-zuki zeigen Oberkörper und Becken frontal zum Gegner. Beide Füße befinden sich mit der gesamten Fußsohle auf dem Boden. Um Effizienz zu erreichen, müssen alle Grundsätze beachtet werden: Tiefer Körperschwerpunkt, der während der gesamten Bewegungsausführung auf einer Höhe bleibt.



Abb. 46: Oi-zuki

2. Gyaku-zuki (Gegenfauststoß)

Gyaku-zuki ist eine sehr vielseitige und starke Technik. Nach WICHMANN (2001, 46) verbindet der Gyaku-zuki drei wichtige Karate-Prinzipien:

Erstens soll der Karateka ein Verteidiger, kein Angreifer sein (Gyaku-zuki ist normalerweise die Kontertechnik des Verteidigers). **Zweitens** wird der Gyaku-zuki in einer sehr sicheren Stellung ausgeführt. **Drittens** kann er trotzdem über eine überraschend lange Distanz angewandt werden.

Die Hüfte ist vor dem Stoß etwa 45 Grad abgedreht.

In diese Bewegung stößt die rechte Faust in die gleiche Richtung wie das nach vorne gestellte linke Bein oder umgekehrt.



Abb. 47: Gyaku-zuki

3. Uraken (Faustrückenschlag)

Uraken ist eine Schlagtechnik. Die Handfläche zeigt zum Ohr. Der Ellbogen muss abgesenkt sein. Wird er zu hoch gehalten, führt dies zu einer Beeinträchtigung der Sicht und durch Mangel an Standfestigkeit auch zur Abschwächung des Schlages. Der Oberkörper ist gerade zu halten. Die Drehung des Oberkörpers ist größer als in der gleichseitigen Version (OKAZAKI/ STRICEVIC 1987, 140).



Abb. 48: Uraken

4. Mawaschi-geri (Halbkreisfußstoß)

Man kann mit dieser Technik die Deckung des Gegners umgehen, wenn der gerade Weg versperrt ist, was ihn zu einer effizienten Waffe macht. Nach OYAMA (1977, 40) wird im Gegensatz zum Mai und Yoko Geri im Wettkampf fast ausschließlich zum Kopf getreten.

Im Kumite tritt man mit dem Spann. Im Ansatz sollte das Knie immer leicht nach oben zeigen. Die Ferse sollte fast an der Rückseite des Oberschenkels anliegen, um die Voraussetzung für eine effiziente Schnappbewegung zu schaffen (GRUPP 2000, 74).

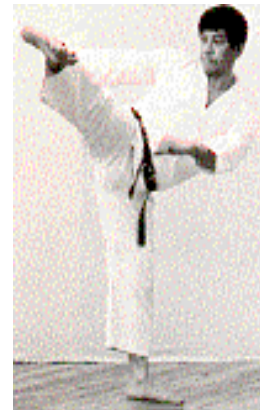


Abb. 49: Mawaschi-geri

5. Mai-geri (Schnapptritt nach vorne)

Bei dieser Technik wird das Bein direkt nach vorn gestoßen, das hintere Bein aus der schulterbreiten Stellung (Zenkutsu-dachi) zum Knie des Standbeines gezogen. Der Stoß erfolgt mit dem Ballen oder der Ferse. Es gibt zwei Körperteile (Brust-Bauch), um diese Technik zu ausführen. Die Trittrichtung zum Bauch des Gegners ist folglich fast senkrecht nach oben und somit kaum wirkungsvoll.

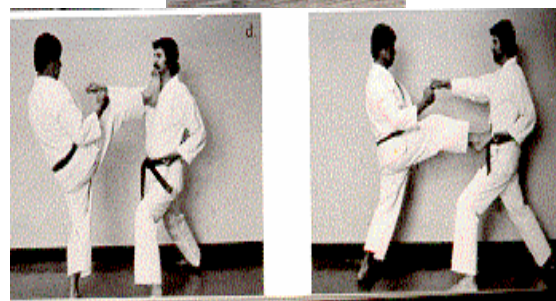


Abb. 50: Mai-geri

6. Yoko-geri (Seitwärtsschnapptritt)

Der Yoko-geri wird normalerweise aus dem Kiba-dachi ausgeführt. Bei dieser Technik kann das Ziel vom Knie bis zum Kopf reichen. Besonders wirksam ist dieser Schnapptritt jedoch zum Arm, Solarplexus oder Kinn. Nach OKAZAKI/ STRICEVIC (1987) sieht die Grundform folgendermaßen aus: Stellung der Füße zusammen, Knie des angehobenen Trittbeines ist vor dem Körper. Das Bein wird leicht nach außen gedreht, und der Fuß ist angezogen. Der Kopf fixiert das Ziel. Der Unterschenkel schwingt nun in einem Bogen aufwärts. Das Knie des Standbeines ist gebeugt, um dem Tritt die nötige Unterstützung zu geben.

Die Anwendung dieser Technik beginnt mit der Verlagerung des Körpers seitwärts zum Gegner durch Drehung des Standbeines. Gleichzeitig wird der tretende Fuß hinter das Knie des Ständerbeines gebracht.

Quelle: Abb. 46 bis 51 nach OKAZAKI/ STRICEVIC 1987.



Abb. 51: Yoko-geri

7. Ushiero-geri (Gerader Rückwärtstritt)

Aus der Drehung der Hüfte heraus wird diese Technik mit der Ferse getreten. Dabei wird das vordere Bein zum Standbein, das hintere Bein wird deutlich angewinkelt, und mit 180 Grad zum Gegner hin gestreckt (GRUPP 2000, 76). Der Ausführende tritt dabei aus der Grundstellung (Zenkutsu- oder Kokutsu-dachi) mit dem hinteren Bein.



Abb. 52: Ushiero-geri

8. Kizami-zuki

Die Kizami-zuki ist die kürzeste Fausttechnik. Um sie gut ausführen zu können, bedarf es bereits längerer Karate-Praxis. Sie soll wie ein Blitz aus heiterem Himmel ohne Ausholen erfolgen (WICHMANN 1988).



Kizami-Zuki mit gleichzeitiger Abwehr.

Abb. 53: Kizami-zuki mit gleichzeitiger Abwehr

Kizami-zuki hat eine einfache Technik durch das Training und die Meisterschaften, die häufig ausgeführt wird.



Abb. 54: Kizami-zuki mit bester Gelegenheit

Beschreibung der Bewegung beim Kizami-zuki:

Aus der offenen Stellung wird der Prellstoß ausgeführt, indem man die Faust auf dem kürzesten Weg zum Ziel stößt, gewöhnlich zum Kopf, aber auch zur Brust. Diese Aktion wird, wie die Abbildungen zeigen, durch die Drehung der Hüften und des Rumpfes unterstützt. Die andere Hand wird gleichzeitig zurückgezogen.

Der Prellstoß kann mit einer Anzahl von Körperpositionen kombiniert werden. Die Vorwärtsstellung ist eine der gebräuchlichsten. Die Abbildungen illustrieren die Ausführung dieses Fauststoßes. Begonnen wird mit der Anspannung der Unterleibsmuskeln und anschließend mit der Kontraktion der Brustmuskeln und der Hüftdrehung. Dies ist eine Aktion, bei der die Hände einander vor der Brust begegnen und die Schulter des stoßenden Armes nach vorn drückt (Abb. 51). Kraftentfaltung ist dabei nur mit der vollständigen Anspannung der unteren Bauch- und Brustmuskeln möglich. Beachten Sie die Haltung des Oberkörpers im Hinblick auf die Stellung. Kopf und Rumpf sind vertikal und auf der gleichen Linie. Die Augen sind während der ganzen Aktion auf das Ziel gerichtet. Die Ausführung des Kizami-zuki erfolgt gewöhnlich in normaler Form. Die in den Abbildung 51 dargestellte Variation kann gegen einen größeren Gegner jedoch sehr effektiv sein.

Überblick über den Prellstoß

Vorteile:

- Sehr schnell und überraschend.
- Wenig eigene Körperarbeit (und damit weniger Fehlermöglichkeiten)
- Aus jeder Körperlage anbringbar.
- Kommt dem rationellen Kämpfen erfahrener Karatekas entgegen.
- Setzt mehr Erfahrung als Körperkräfte voraus.

Nachteile:

- Die Distanz ist vor dem Angriff sehr klein.
- Verletzungsgefahr für den Gegner, da die Aktionsgeschwindigkeit sehr hoch ist.
- Erhöhte Verletzungsgefahr des Angreifers, auch nach Abschluss der Aktion.
- Relativ leicht abzuwehren.
- Die Faust muss auf direktem Weg vom Schwerezentrum zum Ziel gebracht werden.
- Schulter und Hüfte werden nur so weit eingesetzt, wie es für einen kräftigen Impuls notwendig ist. Eine übermäßige Vordrehung ist zu vermeiden.
- Da die Technik ohne Ausholen ausgeführt werden soll, kommt der zurückziehenden Hand als zusätzlichem Beschleuniger größte Bedeutung zu (WICHMANN 1988, 74).

Aus der Ausgangstellung stoßen wir mit Kizami zum Gesicht. Kizami-zuki ist ein Stoß ohne Brennpunkt, die Schulter wird dabei vorgeschoben, die Hüfte weggedreht (PFLÜGER 1987, 29).

2.12 Aspekte der Biomechanik

Die Biomechanik untersucht die Bewegung biologischer Systeme. Sie bedient sich dazu der Methoden und Erkenntnisse der Mechanik und der Biologie. Die Biomechanik, als Teilgebiet der Biophysik, untersucht Fragestellungen aus der Ergonomie (z.B. Arbeitsplatzgestaltung, Werkzeuge, Arbeitsabläufe), der Medizin (Anatomie, Neurophysiologie, Orthopädie), ebenso wie tierische oder pflanzliche Bewegung und Strukturen. Gegenstandsbereich der Biomechanik des Sports (Sportbiomechanik) als Teilgebiet der Sportwissenschaft ist somit die Beschreibung und Erklärung sportlicher Bewegung.

Die Bewegung der Körperteile des Menschen sind Ortsveränderungen in Raum und Zeit, die in vielen Gelenken gleichzeitig und hintereinander erfolgen. Die Bewegung in den Gelenken sind ihrer Form und ihrem Charakter nach sehr vielfältig, sie hängen von der Tätigkeit einer Vielzahl eingesetzter Kräfte ab (DOSKOI 1975, 14).

BAUMANN untersucht die Biomechanik der Bewegung von Mensch und Tier. In Anlehnung an BAUMANN (1989), WILLIMCZIK (1989) und BALLREICH (1988) wurden die biomechanischen Untersuchungen in drei Zweck (Leistungsbiomechanik, anthropometrische Biomechanik, präventive Biomechanik) unterteilt, wovon jeder Teil wiederum unterteilt wurde. Das erste Ziel befasst sich sowohl mit Technikanalyse, Technikansteuerung und Optimierung als auch mit Konditionsanalyse und Ansteuerung, das zweite Ziel befasst sich mit Eignungsdiagnose und Leistungsprognose, und das dritte Ziel befasst sich sowohl mit Belastungsanalyse als auch mit Belastungsgestaltung.

Sportliche Technik kann als biomechanisches Lösungsverfahren für eine Bewegungsaufgabe definiert werden, dessen Ergebnis die sportliche Leistung darstellt. Die Zielgröße Leistung unterliegt dabei dem Einfluss vieler unterschiedlicher Einflussgrößen (BAUMANN 1989, 136). Die Leistungsbiomechanik befasst sich mit Technikanalyse, welche sowohl die Bewegungsqualität (Technikverbesserung durch Rhythmus, Kopplung, Fluss, Genauigkeit, Konstanz, Umfang, Tempo und Stärke) als auch die Bewegungsquantität (kinematische Merkmale wie Geschwindigkeit, Zeit und Beschleunigung und dynamische Merkmale wie Kräfte, Arbeit, Energie, Impuls und Leistung) untersucht (DONSKOI 1975, BALLREICH 1988).

2.13 Biomechanik des Karate

Karatebewegungen bestehen aus einer Kombination von Rotationen (Drehungen um einen Punkt) und Translationen (geradlinige Vorwärtsbewegungen). Zum Beispiel sind beim

Kizami-zuki (Fauststoß nach vorn) Rotationsbewegungen das Drehen der Hüfte und der Faust, die gleichzeitig mit der Translation, d.h. der Vorwärtsbewegung des Körpers und der Faust ausgeführt werden. Beim Hikkite (dem Zurückziehen der Faust) kommen eine weitere Rotation und Translation hinzu. Beim Mae-geri zum Beispiel liegen die Translationen im Anheben des Knies, und die Rotation kommt durch das eigentliche Treten, durch die Drehung im Kniegelenk zustande, wobei der Unterschenkel in einer kreisförmigen Bewegung von unten nach vorn oben schlägt (KONO/ VON OEHSEN 1986, 49 f.).

Der Prellstoß (Kizami-zuki) kann mit einer Anzahl von Körperpositionen kombiniert werden, die Vorwärtsstellung ist eine der gebräuchlichsten. Begonnen wird mit der Anspannung der Unterleibsmuskeln, dann erfolgen die Kontraktion der Brustmuskeln und die Hüftdrehung. Dies ist eine Aktion, bei der die Hände einander vor der Brust begegnen und die Schulter des stoßenden Armes nach vorne drückt (OKAZAKI/ STRICEVIC 1987, 119).

Die dynamische Energie kann auf verschiedene Weise aufgebracht bzw. benutzt werden. Verlagerung des Körperschwerpunkts durch waagerechte Bewegung mit gleichzeitigem Fauststoß (Oi-zuki): Im Vorgehen mit der Position Zenkutsu-dachi trifft die stoßende Faust auf, bevor der vordere Fuß fest auf den Boden gesetzt wird .Die Ferse berührt zuerst und sanft den Boden.

Die Anfängermethode gestattet das feste Aufsetzen des Fußes bevor dann der Fauststoß bei schon fast stabilisiertem Körper erfolgt. Sobald diese Methode gemeistert wird und es gelingt, das Gleichgewicht zu beherrschen, sollte man mit zunehmend dynamischeren Oi-zuki trainieren. Nur so fängt die Faust das ganze nach vorn fallende Körpergewicht wieder auf, und es steht die ganze Bewegungsenergie hinter dem Stoß.

Der exakte Bewegungsablauf:

- Plötzliche Spannung im Unterbauch (hara), die den Körper kraftvoll nach vorn wirft, ohne dass sich die Stellung nach oben entspannt.
 - Vorgehen mit lockeren Gelenken, kaum geschlossener Faust und senkrechter Haltung des Oberkörpers
 - nach vorn fallender Körper, der die Handtechnik einen Bruchteil einer Sekunde vor dem Auftreffen abstützt.
 - Kurzzeitige Körperspannung beim Aufprall, ohne dass die Schulter beim Stoß vorgeschoben wird.
 - Wichtig sind die Stabilität der ganzen Bewegung, bei der die einzige kontinuierlich, aber gut gerichtete Spannung in den Hüften und im Unterbauch liegt, sowie das geschmeidige und katapultartige Vorkommen der entspannten Gliedmaßen (KONO/ VON OEHSEN 1986).

2.14 Zusammenfassung

- Diese Untersuchung beschäftigt sich mit der technischen Beschreibung des Prellstoßes (Kizami-zuki) durch die mechanischen Variablen absolute Geschwindigkeit, relative Geschwindigkeit, Körperschwerpunktflugbahn, Körperschwerpunktgeschwindigkeit, kinetische Energie, Körperwinkelgelenke, Position (Flugbahn), um die Leistung zu verbessern.
- Nach Europa kam das Karate-Do durch Henry Plee ca.1947.
- 1966: 1. Karate-Europameisterschaft
- Karate wurde in Deutschland 1957 durch Jürgen Seidel eingeführt
- 2000: Weltmeisterschaft in München, Deutschland

- in Deutschland wird Karate derzeit von etwa 120.000 Karatekas betrieben.
- Grade der Gürtel im Karate: weiß, gelb, orange, grün, blau, schwarz und Dan 1- 10.
- Konditionelle Eigenschaften des Karate sind Schnelligkeit, Flexibilität, Ausdauerfähigkeit, Koordination und Kraft.
- Karate wird in zwei Bereiche unterteilt: kata (Form) und kumite (freier Kampf).
- Die Grundstellung beim Karate ist z.B. die geschlossene Fußstellung (Heisoku-dachi), zwanglose Bereitschaftsstellung (Musubi-dachi), offene Parallelstellung (Heiko-dachi)...
- In der Karate-Technik gibt es die Abwehrtechnik, z.B. Abwehr nach oben (Age Uke), äußere Unterarmabwehr (Soto Uke), Abwehr nach unten (Gedanbarai), und die Angriffstechnik, z.B. Fauststoß (Oi-zuki), Gegenfauststoß (Gyako-zuki), Prellstoß (Kizamu-zuki), Halbkreisfußstoß (Mawaschi-geri), Schnaptritt nach vorne (Mairi-geri).
- Sportliche Technik kann als biomechanisches Lösungsverfahren für eine Bewegungsaufgabe definiert werden, dessen Ergebnis die sportliche Leistung darstellt.
- Karatebewegungen bestehen aus einer Kombination von Rotationen (Drehungen um einen Punkt) und Translationen (geradlinige Vorwärtsbewegungen).

3 Methode

Es gibt mehrere Programme zur biomechanischen Analyse, die in den letzten Jahren von Wissenschaftlern benutzt wurden, um mit immer mehr Variablen möglichst genaue Ergebnisse zu erreichen. Diese Variablen helfen den Forschern bei Erkenntnissen im Bereich der Biomechanik. KULEŠ/ MEJOVŠEK (1997) sowie VIETEN/ RIEHLE (2002) und ZAHRAN (2003) benutzten die Software-Programme APAS, SDS und Human Builder zum Digitalisieren ihrer Daten. In der vorliegenden Arbeit werden ebenfalls diese Programme verwendet, weil diese genaue Ergebnisse liefern und mehr Variablen als andere Programme einsetzen.

Der folgende Abschnitt ist in vier Kapitel unterteilt:

1. Material und Zubehör
2. Pilotprojekte
3. Hauptprojekt
4. Mechanische Variablen

3.1 Material und Zubehör

Zur Durchführung der Videoaufnahmen dieser Untersuchung wurde folgendes Zubehör benötigt:

- 5 digitale Videokameras (SONY DCR-VX1000E)
- 5 Netzgeräte für Kameras
- 5 Akkus für Kameras
- 5 Videotapes 50 DV mit einer Aufnahmekapazität von 60 min
- 5 Stative für Kameras
- 5 + 1 Halogenstrahler
- 5 Kabeltrommeln
- 1 Eichkubus
- 3 Imbusschlüssel
- 1 Rolle Reflexgewebe
- 25 Kugeln (Marker)
- 1 Waage
- Anzeigetafel
- 5 Leuchtdioden
- anthropometrisches Messbesteck
- hautfarbenes Leukotape

Um die Probanden zu vermessen werden das anthropometrische Messbesteck sowie die Waage benötigt. Da die Versuchspersonen aus verschiedenen Perspektiven gefilmt werden, werden fünf Digitalkameras mit Zubehör benötigt. Der Kubus wird zur Definition der räumlichen Dimension benötigt. Mit den reflektierenden 25 Kugeln (Markern) werden bestimmte Gelenke an den Probanden definiert. Die Marker werden mit hautfarbenem Leukotape an den Versuchspersonen befestigt. Die Anzeigetafel wird zur Anzeige der jeweiligen Versuchsnummer gebraucht. Zur Durchführung der Videoaufnahmen wird das gesamte oben aufgeführte Material benötigt.

3.2 Pilotprojekte

Vor der Hauptuntersuchung wurden zwei Pilotprojekte durchgeführt.

3.2.1 Das erste Pilotprojekt

Das erste Pilotprojekt wurde in der Historischen Gymnastikhalle der Universität Konstanz durchgeführt.

Das experimentelle Pilotprojekt sollte Erkenntnisse über folgende Sachverhalte liefern:

- optimaler Standort der Kameras und Optionen für alle Kamera-Einstellungen,
- an welche Stellen die Kugeln (Marker) auf die Gelenke geklebt werden,
- Aufbau des Kubus,
- optimale Aufstellung von Probanden und Kameras,
- Aufdecken eventueller Fehler vor der Durchführung des Hauptexperimentes,
- Erfassung der anthropometrischen Daten der Probanden,
- Anwendung der Software (APAS, Human Builder, SDS).

An dieser Pilotstudie waren zwei Probanden mit hohem Niveau (2 Dan) beteiligt. Jede Versuchsperson hatte fünf Versuche der Karate-Technik Prellstoß (Kizami-zuki).



Abb. 55: zwei Probanden beim ersten Pilotprojekt

Jeder Versuch der Probanden wurde mit sechs Digitalkameras gefilmt. Die Kameras waren um den Probanden herum aufgestellt.

Anmerkungen zum ersten Pilotprojekt:

- Etwa 45 % aller Punkte waren für drei Kameras beim Digitalisieren nicht klar erkennbar.
- Der Proband hatte bei allen Versuchen die falsche Standposition, so dass zwei Kameras nicht immer mindestens einen Punkt sehen konnten.
- Beim einen Probanden war seine rechte Seite beim fünften Versuch nicht deutlich zu sehen.
- Beim anderen Probanden war seine linke Seite beim fünften Versuch nicht deutlich zu sehen.
- In manchen Versuchen war der Ball erst nach der Leistung geworfen worden, d.h. das Schneiden war nicht synchron.
- 45% der Kugeln war nicht deutlich zu sehen.

3.2.2 Das zweite Pilotprojekt

Das zweite Pilotprojekt wurde ebenfalls in der Historischen Gymnastikhalle der Universität Konstanz durchgeführt.

An der Untersuchung nahmen ein Proband sowie fünf Helfer teil.



Die Videoaufnahmen wurden mit fünf Kameras durchgeführt.

Dieses zweite experimentelle Pilotprojekt hatte folgende Zielsetzungen:

- Ermittlung von Fehlern des ersten Pilotprojekts,
- Festlegung der Kamerapositionen.

Abb. 56: Ein Proband des zweiten Pilotprojektes mit allen Markern

Bei diesem Pilotprojekt zeigte sich, dass die beste Kameraposition für die Aufnahme ein Halbkreis von hinten mit fünf Kameras war.

Das Digitize-Modul des APAS-Systems wurde automatisch eingestellt und benutzt.

Nach dem Pilotprojekt konnte die Bewegungssimulation für den Prellstoß im Karate erstellt werden.

Das erste Ergebnis für die vorliegende Arbeit wurde bestimmt. Nach diesen Pilotprojekten konnte mit der Hauptuntersuchung begonnen werden.

Arbeitsschritte (wie beim ersten Pilotprojekt):

Die fünf Kameras wurden im Halbkreis um den Probanden herum angeordnet. Neben jeder Kamera wurde ein Scheinwerfer (1000 Volt) aufgestellt.

Es wurden 19 Kugeln (Marker) auf die Körpergelenke des Probanden geklebt. Der Raum wurde verdunkelt, damit die Marker nicht von den Scheinwerfern reflektiert wurden.

Zwei Leuchtdioden zeigten den Beginn eines jeden Versuchs an.

Der Proband führte fünf Versuche des Prellstoßes (Kizami-zuki) aus.

Anmerkungen zum zweiten Pilotprojekt:

- Dieses Experiment war erfolgreicher als das vorherige.
- Die beste Kameraposition für die Aufnahme war ein Halbkreis von hinten mit fünf Kameras.
- 95% aller Punkte waren für zwei Kameras deutlich sichtbar.
- Die Markierungspunkte (Kugeln) wurden bei diesem Versuch hinten auf die Gelenke geklebt, und waren so für die Kameras besser zu sehen als beim ersten Projekt.
- Die Stellung des Probanden und sein Rücken waren für die Kameras besser sichtbar als beim letzten Versuch.
- Bei der Hauptuntersuchung wird die Kugel ein Stück über dem Handgelenk aufgeklebt.
- Bei der Hauptuntersuchung sollen die Aufnahmen wegen des Lichts am Abend durchgeführt werden.

Der Masterfile wurde erstellt und das erste Ergebnis für die vorliegende Arbeit bestimmt. Nach diesen Pilotprojekten konnte die Hauptuntersuchung beginnen.

3.3 Die Hauptuntersuchung

Die Hauptuntersuchung wurde in der Historischen Gymnastikhalle der Universität Konstanz durchgeführt. Die folgenden Schritte zeigen die Vorgehensweise:

1. Von sieben Probanden wurden mit insgesamt 70 Versuche aufgenommen (zehn Versuche pro Versuchsperson).
2. Die Aufnahme wurde wie unten beschrieben durchgeführt.
3. Alle Probanden wurden anthropometrisch vermessen (die Anthropometrie wird durch die Human Bilder Programme automatisch gemessen).
4. Die Digitalisierung wurde im Fachbereich Sportwissenschaft der Universität Konstanz durchgeführt.
5. Alle 70 Versuche wurden mit Human Bilder und SDS simuliert.
6. Die Daten wurden mit Statistica 5 bearbeitet.

Mit fünf Videokameras wurden Aufnahmen von der Karatetechnik Prellstoß (Kizami-zuki) erstellt. Die erhaltenen Aufnahmen wurden daraufhin synchronisiert und digitalisiert. Die Computersimulation wurde mit den jeweiligen anthropometrischen Daten der Probanden verknüpft (siehe Datenverarbeitung).

3.3.1 Die Probanden

Die sieben Probanden dieser Arbeit hatten ein hohes Niveau von maximal 4 Dan und mindestens 1 Dan. Alle Versuchspersonen trainieren drei Mal pro Woche im Verein Karate Zentrum Konstanz und haben einen Trainingsjahresplan.

Die Probanden führten ihre Versuche in verschiedenen Abstufungen durch: die Belastungsintensität stieg von 50 % auf 80 %, 90 % auf einen Versuch mit 100 % an.

Alle Probanden trugen eine schwarze Hose für die Aufnahme. Es gab eine Pause zwischen den Versuchen von 2-3 Sekunden.



Abb. 57: Proband 4

3.3.2 Die Kameras

Es wurden fünf Digitalkameras von Sony (DCR-VX1000 E) und Panasonic mit 50 Hz benutzt, um das Experiment aufzunehmen. Die fünf Kameras wurden auf Stative geschraubt. Die Entfernung zwischen den Kameras und dem Probanden betrug 8 bis 10m, die Höhe der Kameras wurde auf mittlerem Niveau der Bewegung eingestellt. Der Winkel zwischen den Kameras und dem Boden

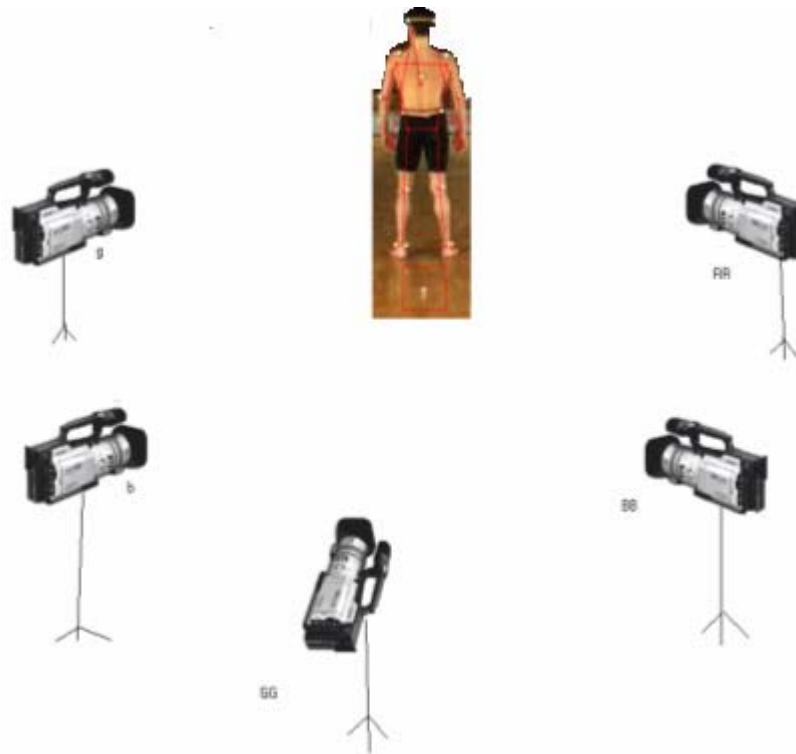


Abb. 58: Kameraposition

betrug 90° . Die Geschwindigkeit der Kameras betrug 50 Halbbilder/s, um später bei der Auswertung eine dreidimensionale Koordinatendarstellung zu erhalten.

Es wurden DV-Kassetten mit jeweils 60 Minuten Aufnahmekapazität verwendet. Alle Kameras wurden auf 1000 Shutter Speed eingestellt.

3.3.3 Die Kugeln (Marker)

Die Kugeln wurden in dieser vorliegenden Arbeit mit 19 Markern auf die Körpergelenke geklebt. Die reflektierenden Markerpunkte wurden in folgender Reihenfolge auf den Körper der Probanden geklebt:

Auf den Boden wurden drei Punkte als Bezugspunkte geklebt, damit die Software beim Digitalisieren den Aufnahmeort erkennt (speziell für die APAS-Software).



Abb. 59: Markerpunkte am Probanden

Tab. 4: Linke und rechte Gelenke der Probanden

Links	Rechts
Hinter d. Ohr	Hinter d. Ohr
Schulter	Schulter
Ellenbogen	Ellenbogen
Faust	Faust
Hand	Hand
Hüfte	Hüfte
Knie	Knie
Sprunggelenk	Sprunggelenk
Fuß	Fuß
Sternum	

3.3.4 Der Kubus

Der Kubus besteht aus 33 je ein Meter langen Aluminiumstangen. Der zusammengebaute Kubus hat die Größe 2 x 2 x 1 m. Er wurde mit 5 Kameras als Koordinatensystem mit 18 Punkten aufgenommen.

Jeder Proband führte 10 Versuche aus. Insgesamt wurden also 70 Versuche durchgeführt. Die Versuche steigerten sich von langsamer zu schneller Belastung.

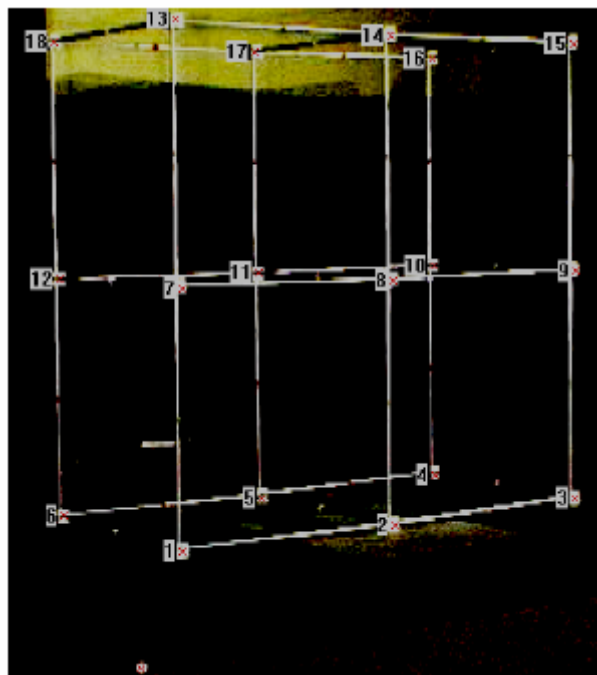


Abb. 60: Kubus

Bei jedem Versuch wurde ein Tennisball ins Bild auf den Boden geworfen, der bei der Auswertung als so genannter Event dazu diente, die Bilder der drei Kameras zeitlich zu synchronisieren.

3.3.5 Anwendung des Programmsystems

Es wurden folgende Software-Programme benutzt:

- Ariel Dynamics Performance (APAS)
- Human Builder
- SDS.

3.3.5.1 APAS

Viele Ergebnisse dieses Programms hängen davon ab, wie gut der Benutzer das Programm beherrscht. Das Besondere an der vorliegenden Arbeit ist, dass das Ergebnis nicht direkt vom APAS-System, sondern durch weitere Software bereitgestellt wird. Deswegen muss genau bekannt sein, wie das APAS-System für die vorliegende Arbeit benutzt wird.

Die Digitalisierung wurde in fünf Arbeitsschritte aufgeteilt:

1. Überspielen der Aufnahmen auf den Computer
2. Synchronisieren und Schneiden der Aufnahmen
3. Digitalisierungsphase
4. Transformieren der Daten als 3-D-Daten
5. Umwandeln der Textdatei in APA-Dateien

1. Überspielen der Aufnahmen auf den Computer

In diesem ersten Schritt werden alle AVI-Files von den Kameras auf die Festplatte des Computers überspielt und dabei der Kontrast aller Bilder möglichst optimal angepasst.

2. Synchronisieren und Schneiden der Aufnahmen

Im nächsten Schritt werden alle Kameras synchronisiert und die AVIs geschnitten.

Anmerkung: Vor dem Speichern der Daten muss sich der Programmbenutzer vergewissern, dass die Anzahl der Bilder in allen Kameras gleich ist.

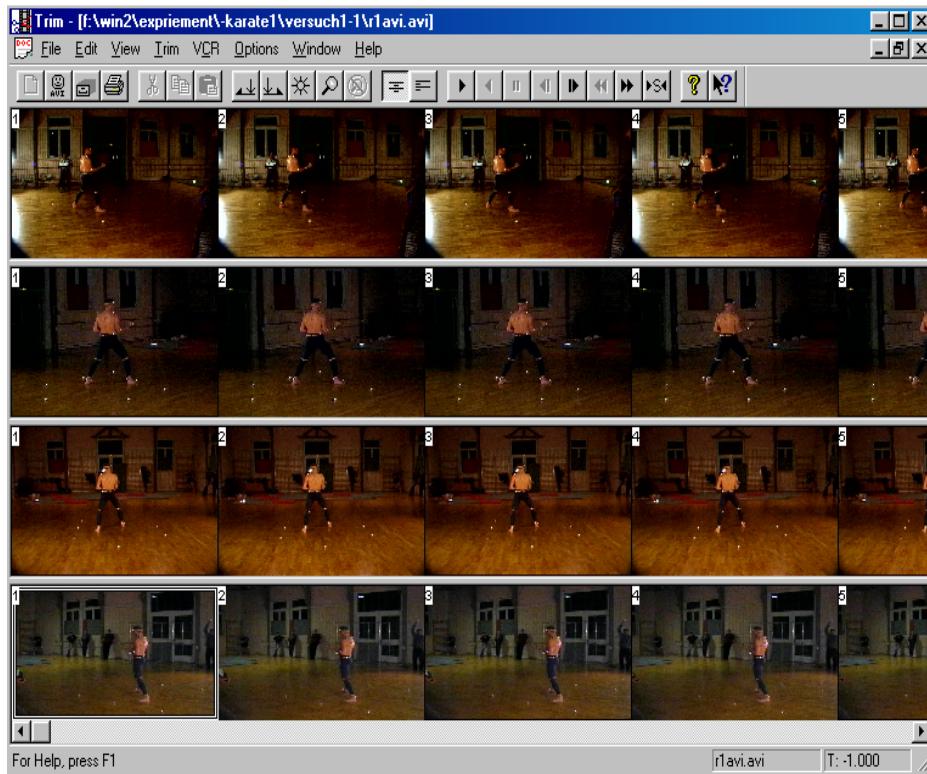


Abb. 61: Phase des Synchronisierens und Abschneidens

3. Digitalisierungsphase

In dieser Phase wird mit der Digitalisierung der Daten begonnen. Falls das Programm einen Markerpunkt falsch erkannt hat, muss dieser Punkt manuell nachdigitalisiert werden. Es muss sichergestellt sein, dass jeder Punkt mit zwei Kameras digitalisiert wurde.

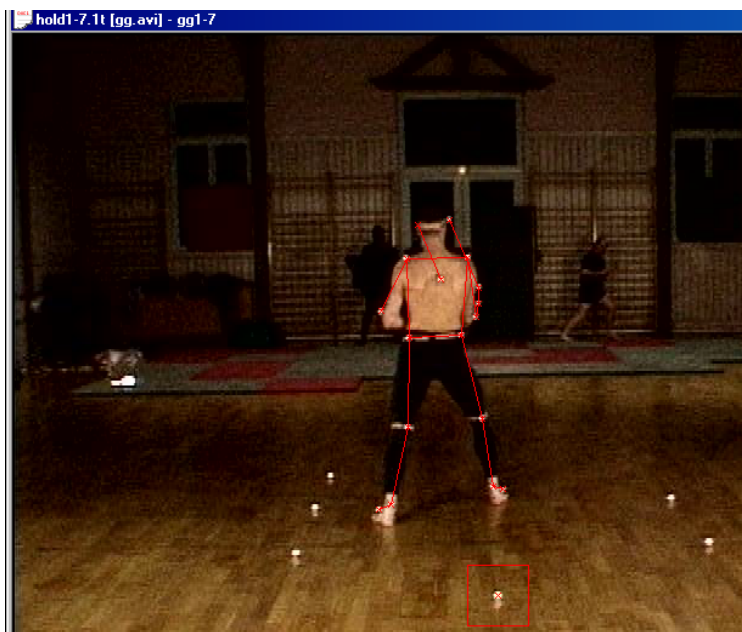
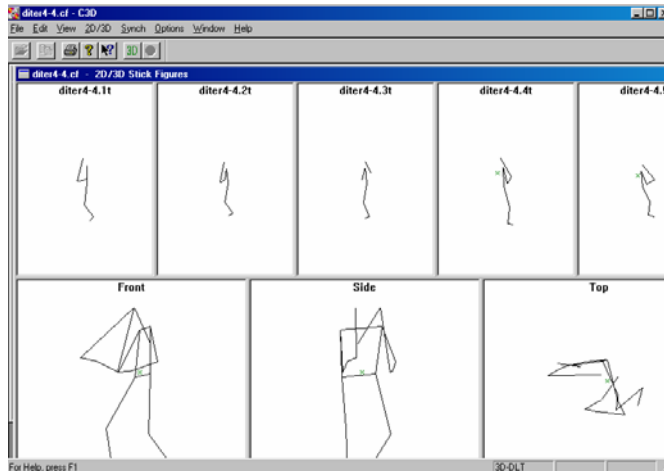


Abb. 62: Markerposition am Ende der Digitalisierungssequenz

4. Transformieren der Daten als 3-D-Daten



Das Programm speichert die berechneten Daten als 3-D-File automatisch in den Ordner, in dem die Daten gespeichert wurden.

Mit den folgenden Schritten werden die digitalisierten Daten der einzelnen Kameras miteinander verrechnet und danach als 3-D-Files

Abb. 63: APAS: Transfer der Daten durch das Transfermodul im APAS

abgespeichert. Benötigt wird dazu die Software „Transform“ aus dem APAS-Paket. Dann werden die Daten im *.cf-Format gesucht. 69

5. Umwandeln der Daten in APA-Dateien

Um diesen Schritt durchzuführen, wird im APAS-Paket zweimal auf „APAS 2text“ geklickt. Es erscheint auf dem Bildschirm eine Dialogbox.

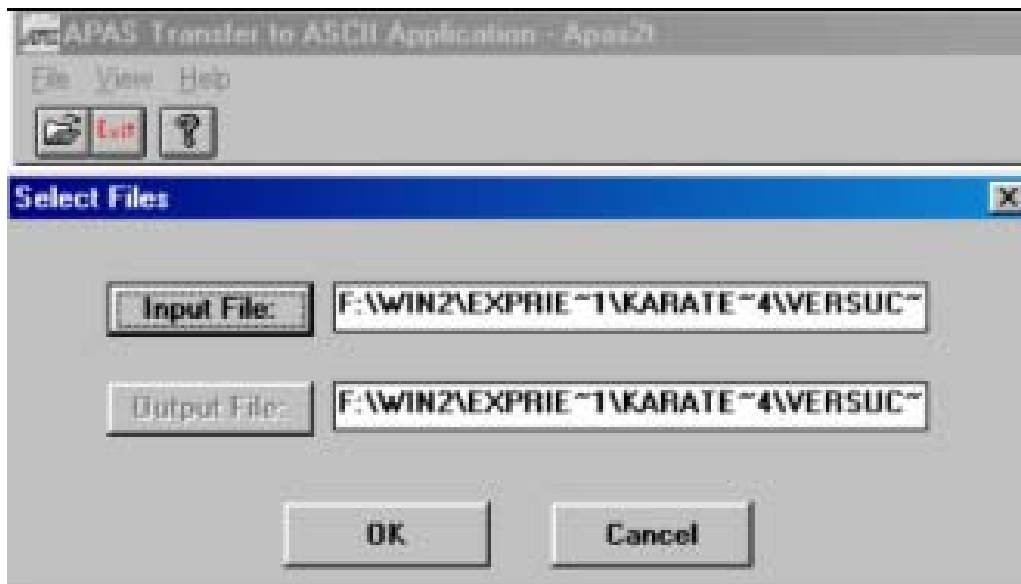


Abb. 64: Datenkonvertierung als APA-File im APAS-System

Die Dateien wurden mit APAS bearbeitet und in APA-Files umgewandelt, damit die Datei in Human Builder gelesen und simuliert werden konnte. Mindestens zwei Kameras müssen einen Markerpunkt erkennen.

3.3.5.2 Human Builder

Diese Software ist das einzige Programm der Welt, mit dem über die Eigenschaften der Anthropometrie der Probanden und der digitalisierten Bewegungsdaten ohne weiteren Programmieraufwand ein Modell/Programm-System erstellt wird.

Um das Modell zu erstellen, werden die Daten der anthropometrischen Messung mit dem APA-File verbunden. In den nachfolgenden Schritten wird dargestellt, wie diese Messungen durchgeführt werden.

1 Anthropometrische Messung

Unter einer anthropometrischen Messung wird die Messung einzelner Körperteile verstanden, um ein dreidimensionales biomechanisches Modell zu erstellen.

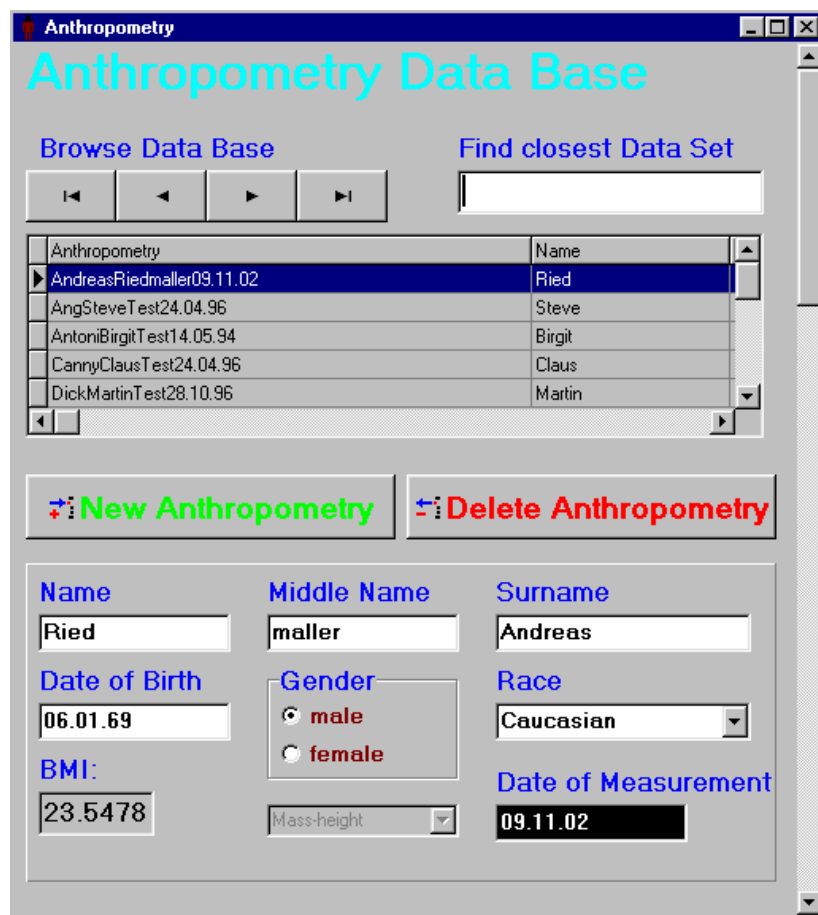


Abb. 65: Datenbank der Anthropometrie in Human Builder

2 Animation File

Unter Animation File wird die Übertragung des APA-Files in Human Builder sowie das Speichern als HIF-File verstanden. Zudem müssen diese Daten mit den Marker- und Gelenk-Files kalibriert werden.

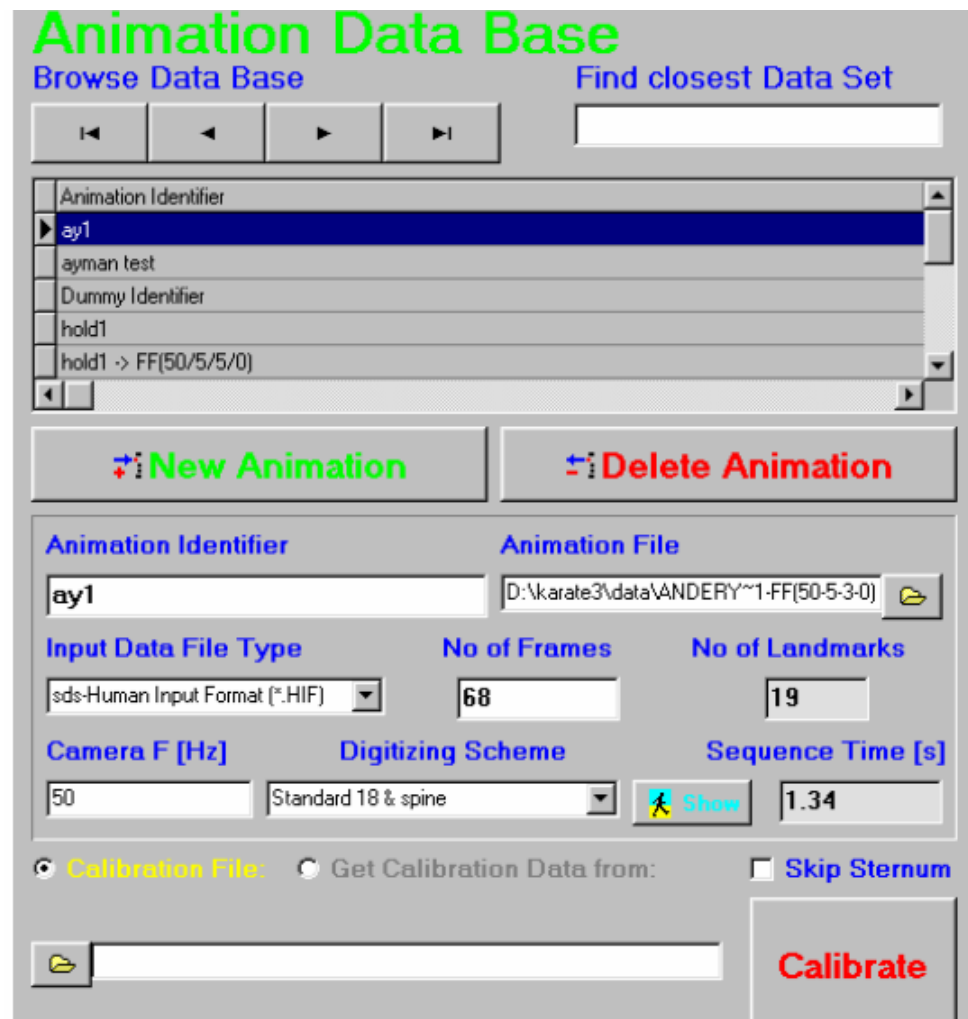


Abb. 66: Datenkonvertierung als APA-File im APAS-System

3 Filter

Nach den Animation-Schritten müssen mit diesem Programm die Daten gefiltert werden, damit das Rauschen der Digitalisierungsphase vermindert wird. In diesem Programm gibt es mehrere Filter, die in der Mathematik sehr bekannt sind wie beispielsweise Moving Average, Low Pass Symmetrical, Exponential Smoothing und FFF Low Pass. In der vorliegenden Arbeit wurde der FFF Low Pass Filter benutzt, weil er die besten Filterergebnisse ergeben hat. Die folgenden Schritte zeigen, wie der Filter benutzt wird.

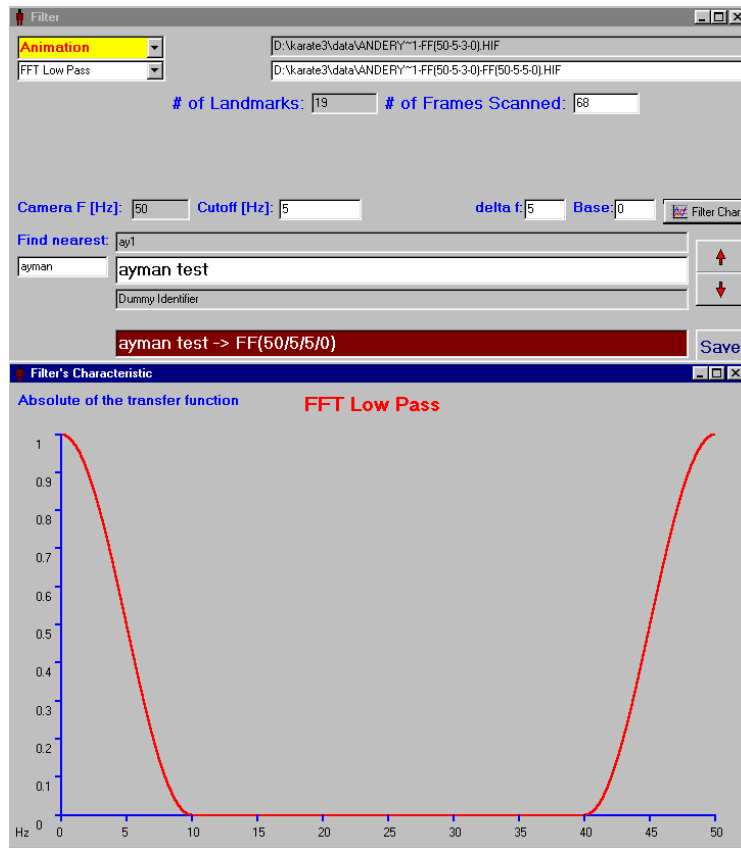


Abb. 67: Filter der Daten

4 Graphiken.

Anmerkung: Der Kubus muss für jede Kamera mit derselben Methode auf den Computer überspielt werden.

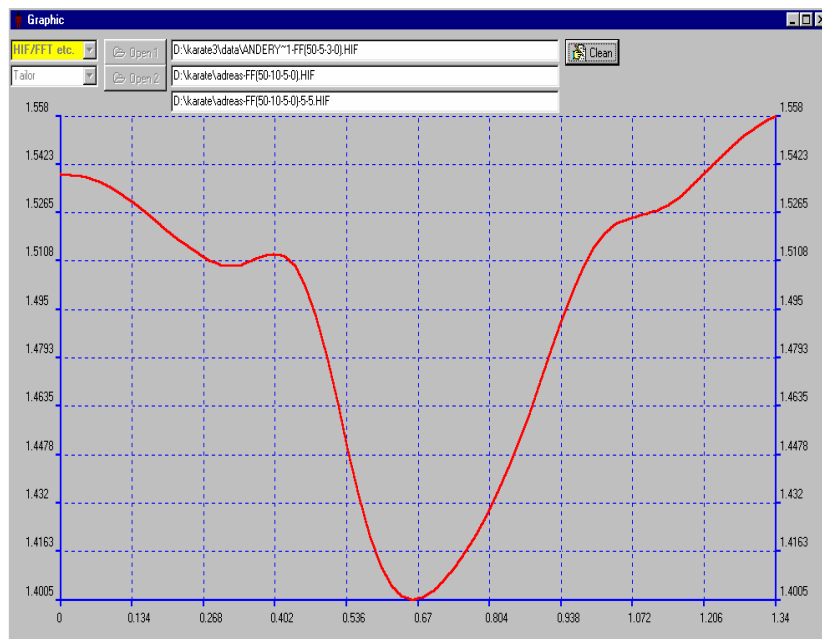


Abb. 68: Grafik-Phase für einen Punkt

5 Project Center

In diesem Schritt wird die Verknüpfung zwischen den anthropometrischen Daten und den Animations-Daten erstellt. Der Nutzer erhält ein Projekt, das später mit SDS simuliert werden kann. Dabei ist darauf zu achten, dass der richtige Master File benutzt wird.

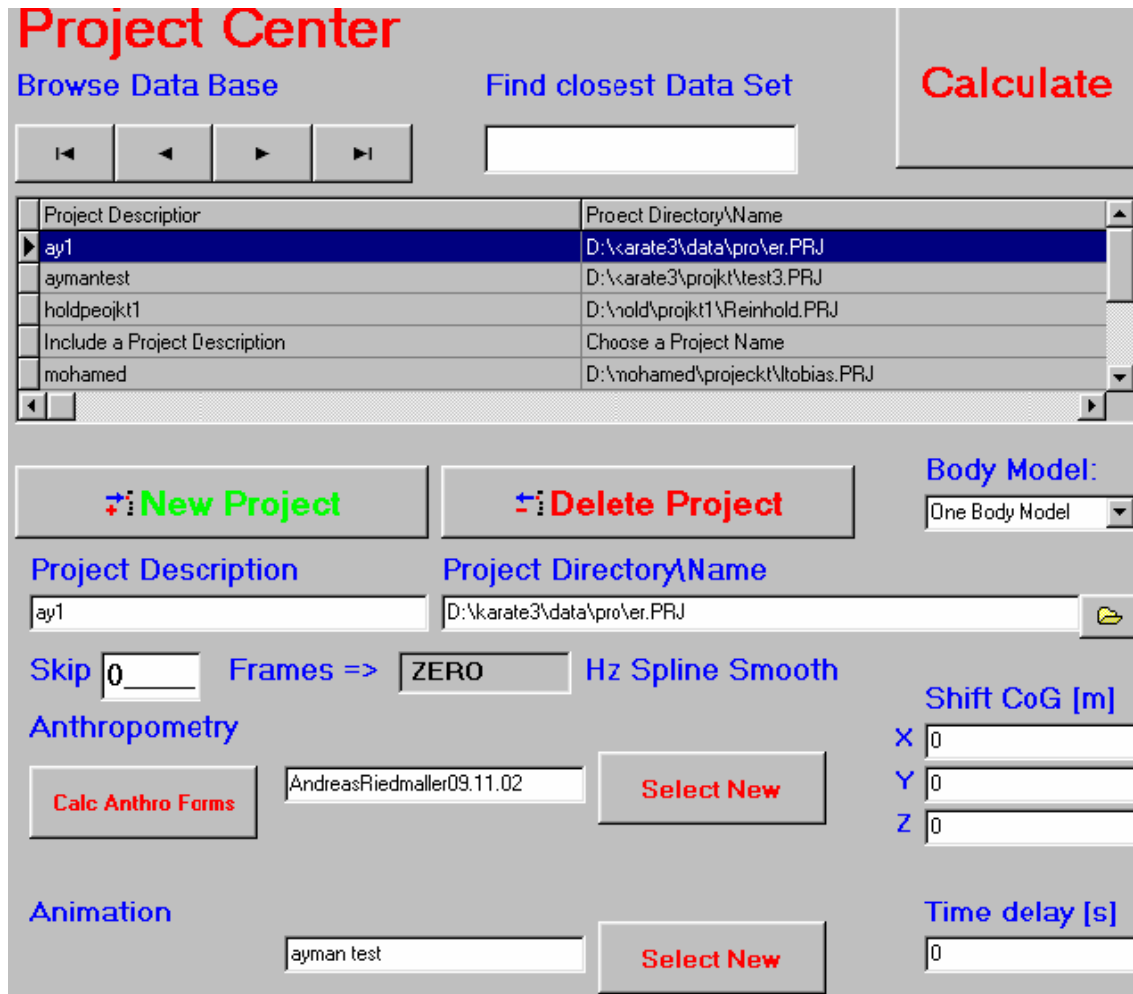


Abb. 69: Datenbank des Project Centers in Human Builder

3.3.5.3 Solid Dynamics Systems (SDS)

In diesem Schritt wird damit begonnen, das von Human Builder erstellte Modell mit Hilfe des Hanavan-3-D-Modells zu simulieren.

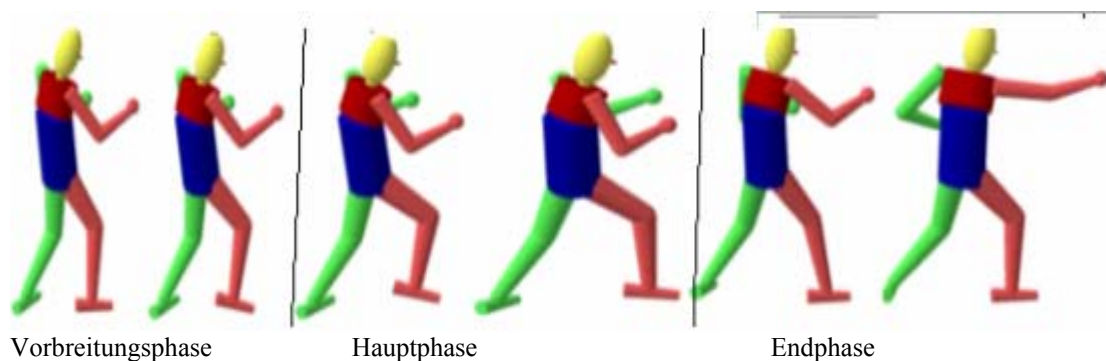


Abb. 70: Modellierung des Kizami-zuki

Tab. 5: Alle 55 mechanischen Variablen der vorliegenden Arbeit

Englische Bezeichnung der Variablen	Deutsche Bezeichnung der Variablen
1- time	Zeit
2- E-kin	kinetische Energie
3- CoG[X]	Körperschwerpunkt
4- CoV[X]	Körperschwerpunktgeschwindigkeit
5- PosRightShoulder[X]	Position rechte Schulter
6- PosRightWrist[X]	Position rechtes Handgelenk
7- PosRightHand[X]	Position rechte Faust
8- PosRightHip[X]	Position rechtes Hüftgelenk
9- PosRightTibia[X]	Position rechtes Kniegelenk
10- PosRightToes[X]	Position rechter Fuß
11- VelofRightHand[X]	Geschwindigkeit der rechten Faust
12- VelofRightHip[X]	Geschwindigkeit der rechten Hüfte
13- VelofRightTibia[X]	Geschwindigkeit des rechten Kniegelenks
14- VelofRightAnkel[X]	Geschwindigkeit des rechten Sprunggelenks
15- VelofRightToes[X]	Geschwindigkeit des rechten Fußes
16- RightWristAngel	Rechter Handgelenkwinkel
17- RightElboAngel	Rechter Ellbogengelenkwinkel
18- RightShoulderAngel	Rechter Schultergelenkwinkel
19- RightHipAngel	Rechter Hüftgelenkwinkel
20- RightTibiaAngel	Rechter Kniegelenkwinkel
21- RightAnkelAngel	Rechter Sprunggelenkwinkel
22- Relativ Velocity of RightShoulder[X]	Relative Geschwindigkeit rechte Schulter
23- Relativ Velocity of RightHand[X]	Relative Geschwindigkeit rechte Faust
24- Relativ Velocity of RightWrist[X]	Relative Geschwindigkeit rechte Hand
25- Relativ Velocity of RightElbo[X]	Relative Geschwindigkeit rechter Ellbogen
26- Relativ Velocity of RightHip[X]	Relative Geschwindigkeit rechte Hüfte
27- Relativ Velocity of RightTibia[X]	Relative Geschwindigkeit rechtes Kniegel.
28- Relativ Velocity of RightAnkel[X]	Relative Geschwindigkeit rechtes Sprungg.
29- LeftWristAngel	Linker Handgelenkwinkel
30- LeftElboAngel	Linker Ellbogengelenkwinkel
31- LeftShoulderAngel	Linker Schultergelenkwinkel
32- LeftHipAngel	Linker Hüftgelenkwinkel
33- LeftTibiaAngel	Linker Kniegelenkwinkel
34- LeftAnkelAngel	Linker Sprunggelenkwinkel
35- PosLeftShoulder[X]	Position linke Schulter
36- PosLeftWrist[X]	Position linke Hand
37- PosLeftHand[X]	Position linke Faust
38- PosLeftHip[X]	Position linke Hüfte
39- PosLeftTibia[X]	Position linkes Knie
40- PosLeftToes[X]	Position linker Fuß
41- Relativ Velocity of leftShoulder[X]	Relative Geschwindigkeit linke Schulter
42- Relativ Velocity of leftHand[X]	Relative Geschwindigkeit linke Faust
43- Relativ Velocity of leftWrist[X]	Relative Geschwindigkeit linke Hand
44- Relativ Velocity of leftElbo[X]	Relative Geschwindigkeit linker Ellbogen
45- Relativ Velocity of leftHip[X]	Relative Geschwindigkeit linke Hüfte
46- Relativ Velocity of leftTibia[X]	Relative Geschwindigkeit linkes Knie
47- Relativ Velocity of leftAnkel[X]	Relative Geschwindigkeit linkes Sprunggel.

48- VelofLeftHand[X]	Geschwindigkeit der linken Faust
49- VelofLeftHip[X]	Geschwindigkeit der linken Hüfte
50- VelofLeftTibia[X]	Geschwindigkeit des linken Knies
51- VelofLeftAnkel[X]	Geschwindigkeit des linken Sprunggelenks
52- VelofLeftToes[X]	Geschwindigkeit des linken Fußes
53- VelofRightShoulder[X]	Geschwindigkeit der linken Schulter
54- PosRight Elbo[X]	Position des rechten Ellbogens
55- PostLeft Elbo[X]	Position des linken Ellbogens

3.4 Die Variablen

In der vorliegenden Arbeit wurden folgende mechanische Variablen verwendet, die eine große Rolle bei der Beschreibung der Analyse und der Technikausführung des Prellstoßes (Kizami-zuki) spielen:

- absolute Geschwindigkeit
- relative Geschwindigkeit
- Körperschwerpunktflugbahn
- Körperschwerpunktgeschwindigkeit
- Körpergelenkwinkel
- kinetische Energie
- Position der Gelenkflugbahnen

3.4.1 Absolute Geschwindigkeit

Das Ziel der Karatetechnik ist es, bestimmte Körperteile (Arme, Beine) des Gegners so schnell wie möglich zu treffen. Deshalb spielt Schnelligkeit eine große Rolle, um im Wettkampf zu gewinnen.

Es gibt eine Beziehung zwischen der Geschwindigkeit aller Körperteile (Faust-Hand- Ellbogen-Schulter-Hüfte-Knie-Sprunggelenk-Fuß) und der Geschwindigkeit der Körpergelenke. Die Geschwindigkeit beschreibt, wie schnell ein Körper seinen Ort verändert.

Definition:

Im Deutschen wird der Begriff Geschwindigkeit sowohl für den Betrag (km/h, m/s) als auch für den Vektor verwendet. Im Englischen unterscheidet man zwischen den beiden Bedeutungen:

- Speed: Betrag der Geschwindigkeit
- Velocity: Geschwindigkeitsvektor.

Die Geschwindigkeit ist das Verhältnis des zurückgelegten Weges und der dazu benötigten Zeit (BAUMANN 1989, 18).

$$v = \frac{t}{s}$$

Der Prellstoß (Kizami-zuki) ist eine lineare Bewegung, so bewegt sich ein Körper ohne Richtungsänderung fort. Das Koordinatensystem (X-Y-Z) ist in die Bewegungsrichtung zu legen.

3.4.2 Relative Geschwindigkeit

Die relative Geschwindigkeit wird als die Beziehung zweier Gelenke zueinander definiert, die auf die absolut erreichte Geschwindigkeit hin überprüft werden. Damit zielt man darauf ab, das Gelenk zu bestimmen, welches wohl für die Schnelligkeit der schlagenden Hand eher maßgebend ist, was seinerseits zum Erfolg der vorgesehenen Leistungstaktik beiträgt.

\vec{V}^R bedeutet relative Geschwindigkeit

\vec{V} bedeut absolute Geschwindigkeit

Gelenk^R bedeutet rechte Gelenke, Gelenk^L bedeutet linke Gelenke

$$\vec{V}_{Fu\beta R}^R = \vec{V}_{Fu\beta R}$$

$$\vec{V}_{SprR}^R = \vec{V}_{SprR} - \vec{V}_{Fu\beta R}$$

$$\vec{V}_{KnieR}^R = \vec{V}_{KnieR} - \vec{V}_{SprR}$$

$$\vec{V}_{HüfteR}^R = \vec{V}_{HüfteR} - \vec{V}_{KnieR}$$

$$\vec{V}_{HüfteL}^R = \vec{V}_{HüfteL} - \vec{V}_{HüfteR}$$

$$\vec{V}_{SchR}^R = \vec{V}_{SchR} - \vec{V}_{HüfteR}$$

$$\vec{V}_{ElboR}^R = \vec{V}_{ElboR} - \vec{V}_{SchR}$$

$$\vec{V}_{HandR}^R = \vec{V}_{HandR} - \vec{V}_{ElboR}$$

$$\vec{V}_{Fu\beta L}^L = \vec{V}_{Fu\beta L}$$

$$\vec{V}_{SprL}^L = \vec{V}_{SprL} - \vec{V}_{Fu\beta L}$$

$$\vec{V}_{KnieL}^L = \vec{V}_{KnieL} - \vec{V}_{SprL}$$

$$\vec{V}_{HüfteL}^L = \vec{V}_{HüfteL} - \vec{V}_{KnieL}$$

$$\vec{V}_{HüfteR}^L = \vec{V}_{HüfteR} - \vec{V}_{HüfteL}$$

$$\vec{V}_{SchL}^L = \vec{V}_{SchL} - \vec{V}_{HüfteL}$$

$$\vec{V}_{ElboL}^L = \vec{V}_{ElboL} - \vec{V}_{SchL}$$

$$\vec{V}_{HandL}^L = \vec{V}_{HandL} - \vec{V}_{ElboL}$$

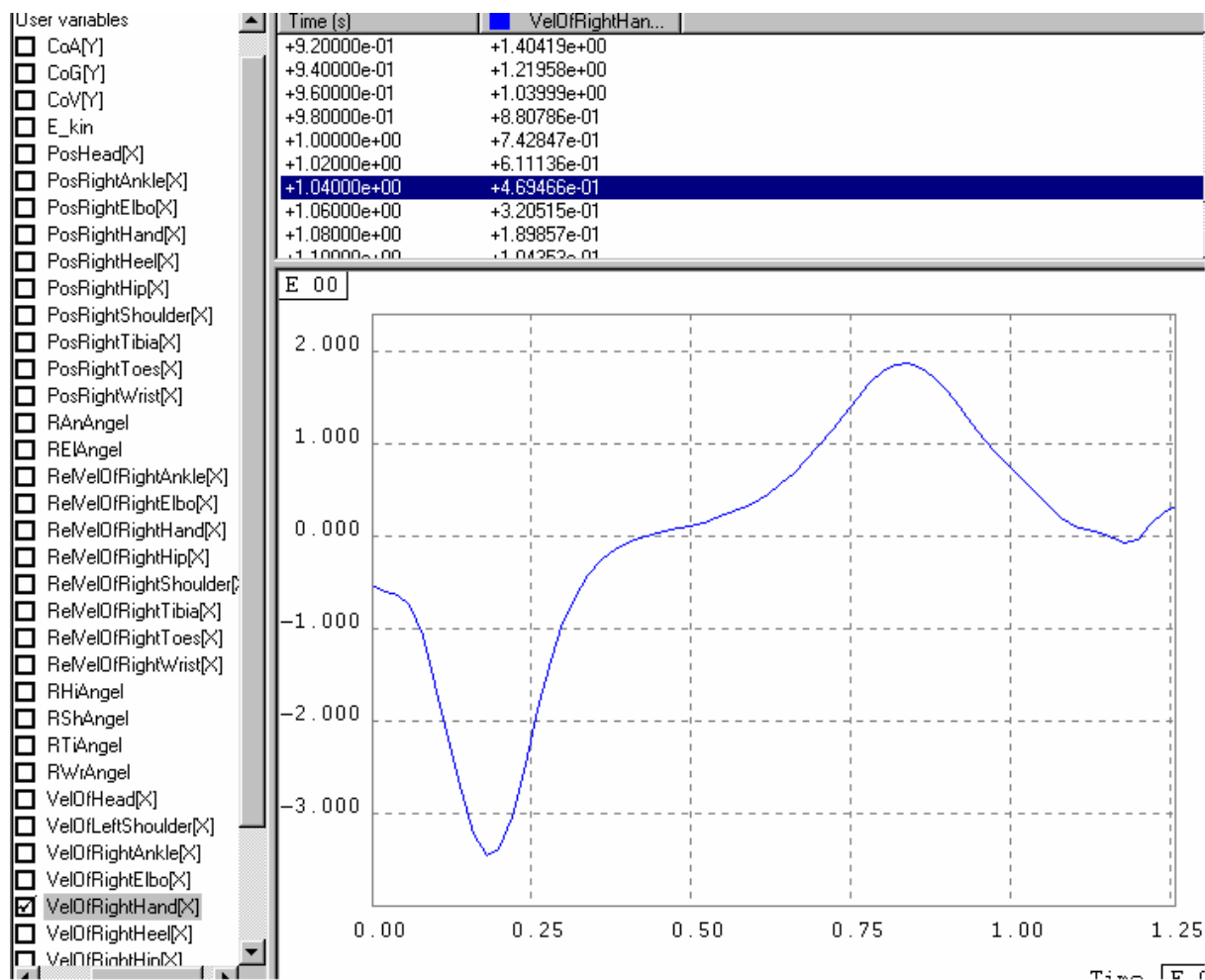


Abb. 71: Geschwindigkeitskurve

3.4.3 Körperschwerpunktflugbahn

Die Verlagerung des Körperschwerpunkts durch kombinierte Bewegung ist zum Beispiel eine Kombination aus kreisförmiger und waagerechter Bewegung. Gegen Ende eines klassischen Kizami-zuki- Fauststoßes kann die hintere Hüfte durch einen kurzen Gleitschritt des hinteren Fauststoßes an seinem Brennpunkt weiter nach vorn gebracht werden. Die Hüften sollen auf gleicher Höhe bleiben (hinteres Bein gebeugt), und der Oberkörper darf nicht nach vorn fallen. Der Fußballen des hinteren Beines drückt fest gegen den Boden und spannt den Körper nach vorn. Es ist von dieser Stellung aus sehr einfach mit einer Fußtechnik des vorderen Beines ohne Gewichtsverlagerung fortzufahren (HABERSETZER 1994, 47-53)

Der Körperschwerpunkt (KSP) ist ein fiktiver Punkt, in den die Masse des gesamten Körpers gedacht werden kann und Angriffspunkt der Schwerkraft. Anders formuliert: Im KSP halten sich die Schwerkraftmomente aller Masseteile die Waage. Besondere Bedeutung hat der KSP deshalb, weil er als Angriffspunkt für die Schwerkraft bei jeder Bewegung wichtig ist (Angriffspunkt aller äußeren Kräfte).

Es wird größtmögliche Mobilität angestrebt, was sich unter anderem darin zeigt, dass man versucht, den Körperschwerpunkt dauernd zu kontrollieren, wobei die Stellungen im Vergleich zu anderen Stilen relativ hoch und kurz sind, um auf Angriffe aus allen Richtungen reagieren zu können (PFLÜGER 1975, JAKHEL 1989).

3.4.4 Körperschwerpunktgeschwindigkeit

Die Körperschwerpunktgeschwindigkeit sinkt in der Vorbereitungsphase, damit der Körperschwerpunkt einen Impuls nach vorne ausführen kann. Danach steigt die Körperschwerpunktgeschwindigkeit wieder an. In der Hauptphase spielt die Körperschwerpunktgeschwindigkeit eine große Rolle bei der Technikausführung, weil die Geschwindigkeit langsamer sinkt. Dadurch kann die Hand beim Schlag ihr Ziel nicht erreichen. Wenn die Körperschwerpunktgeschwindigkeit wieder steigt, trifft die Hand ihr Ziel. Das heißt es gibt parallele Beziehungen zwischen der steigenden Körpergeschwindigkeit und der Handgeschwindigkeit (siehe Abb72).

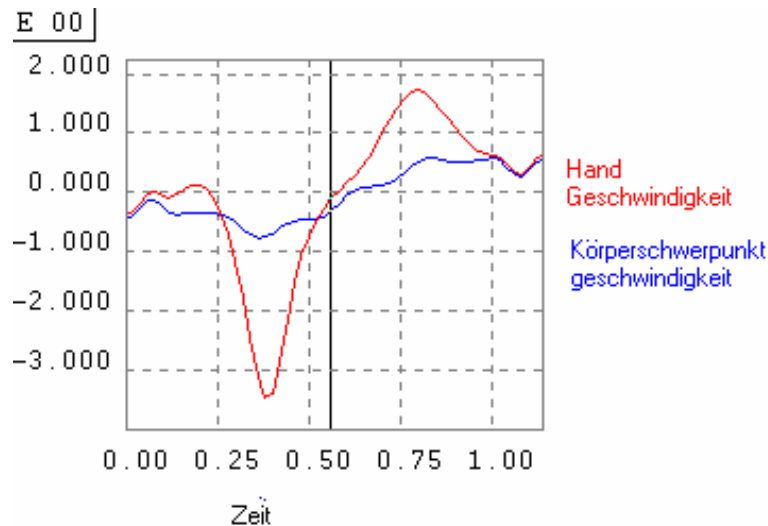


Abb. 72: Beziehung zwischen Hand- und Körpergeschwindigkeit

3.4.5 Körpergelenkwinkel

In der hier untersuchten Technik (Kizami-zuki) spielen die Veränderungen der Winkel während der Bewegung beim Wettkampf eine Rolle. Im Wettkampf kann der Gegner bei bestimmten Winkeln des Arms nur schlecht mit der Faust oder anderen Körperteilen getroffen werden. Nach PFLÜGER (1975, 15) ist für die Wirksamkeit der Technik die Richtung, in welcher der Angriff auf den Zielpunkt auftritt, von entscheidender Bedeutung. Das Ziel muss im rechten Winkel getroffen werden.

Winkel: Ein Winkel wird von zwei Strecken begrenzt, die im selben Punkt beginnen (die Strecken werden als Schenkel bezeichnet, der gemeinsame Punkt als Scheitel (BAUMANN 1988, 62). Die Einheit des Winkels ist der Radius, Rad, °.

3.4.6 Kinetische Energie

Im Karate-Wettkampf braucht der Sportler soviel Energie, um den 3-minütigen Wettkampf bis zum Ende zu bestreiten. Deshalb muss er durch eine Trainingseinheit Ausdauer- und Schnelligkeitsübungen trainieren. Aus diesem Grund muss der Trainer wissen, wieviel kinetische Energie der Sportler im Wettkampf benötigt. Nach PFLÜGER (1975, 13) gehört auch dazu, dass ein Karateangriff in seiner Wirkung enorm verstärkt wird, wenn sich der

Gegner in den Angriff hineinbewegt ($E_{kin} = \frac{m}{2} \cdot v^2$), aber auch, dass ein Karateangriff stark abgeschwächt wird, wenn sich der Angegriffene auch nur leicht wegbewegt.

Die Größe Energie wird mit dem Symbol E bezeichnet und in Joule (J) dargestellt. Die Energie ist eine wichtige Beschreibungsgröße, denn auch für sie gilt ein Erhaltungssatz. Die Arten der Energie sind kinetische Energie, potentielle Energie, Muskelenergie und thermische Energie. Ein Körper der Masse m und der Geschwindigkeit v hat die kinetische Energie

$$\text{Bewegungsenergie (E}_{\text{kin}}) = \frac{m}{2} \cdot v^2.$$

Beschleunigt wird hier die gesamte Körpermasse in Richtung Ziel und dann vor allem natürlich noch die Faust – der Fuß durch das ruckartige Durchstrecken des Arms – Beines.

3.4.7 Position der Gelenkflugbahnen

Die Flugbahn des Körpergelenks zeigt die Richtung der Gelenke, um die Technik zu korrigieren. Es gibt eine Beziehung zwischen der Flugbahn der Hand- oder Beingelenke und der Körperteilflugbahn.

3.5 Zusammenfassung

Zur Durchführung der vorliegenden Untersuchung wurde folgendes Zubehör verwendet: 5 digitale Videokameras (SONY DCR-VX100E), 5 Netzgeräte für die Kameras, 5 Akkus für die Kameras, 5 Videotapes mit einer Aufnahmekapazität von jeweils 60 min, 5 Stative für die Kameras, 5 Halogenstrahler, 5 Kabeltrommeln, 1 Eichkubus, 3 Imbusschlüssel, 1 Rolle Reflexgewebe, 25 Kugeln (Marker), 1 Waage, Anzeigetafel, 5 Leuchtdioden, anthropometrisches Messbesteck sowie hautfarbenes Leukotape. Es wurden folgende Software-Programme benutzt: Ariel Dynamics Performance (APAS), Human Builder und SDS. Die Digitalisierung im APAS-Programm erfolgte in fünf Arbeitsschritten: Überspielen der Aufnahmen auf den Computer, Synchronisieren und Schneiden der Aufnahmen, Digitalisierungsphase, Transformieren der Daten als 3-D-Daten und Umwandeln der Textdatei in APA-Dateien. Im Programm Human Builder wurde in fünf Arbeitsschritte ein Modell erstellt: anthropometrische Messung, Animation File, Filter, Graphiken, Project Center. Bei der Anwendung des SDS Programms in diesem Schritt wurde damit begonnen, das von Human Builder erstellte Modell mit Hilfe des Hanavan-3-D-Modells zu simulieren. Von sieben Probanden wurden insgesamt 70 Versuche aufgenommen (zehn Versuche pro Versuchsperson). In dieser Arbeit wurden 55 mechanische Variablen für die Körpergelenke auf der X-Achse benutzt.

4 Ergebnisse

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Ergebnisse erzielt, die zur Bestimmung der intakten Leistung eines Karatekas durch die verschiedenen mechanischen Variablen beiträgt, was ausführlich in dem folgenden Kapitel behandelt werden. In den Ergebnissen sind die Versuche der Spieler einzeln dargestellt, um die Folge der Bewegungsmechanismen der Körpergelenke feststellen zu können. Anschließend werden alle Ergebnisse der Versuche so vorgeführt, dass alle mechanischen Variablen zusammengetragen werden, womit die technische Beschreibung der Fertigungsmechanismen und die Bestimmung der relevanten wirkungsvollen Gelenke am besten vollzogen werden.

Inhalt des Ergebniskapitels:

1. Mechanischen Variablen

a) Einzelergebnisse

1-Absolute Geschwindigkeit für jeden Probanden (mit 10 Versuchen)

2-Relative Geschwindigkeit „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

3-Kinetische Energie „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

4-Körperschwerpunkt „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

5-Gelenkwinkel „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

6-Position „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

b) Gesamtergebnisse

1-Absolute Geschwindigkeit für alle Probanden (mit 70 Versuchen)

2-Relative Geschwindigkeit „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

3-Kinetische Energie „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

4-Körperschwerpunkt „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

5-Gelenkwinkel „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

6-Position „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

2. Statistische Variablen

1-Mittelwert; Standardabweichung

2-Korrelation Regration

3-Multiple Regration

3. Mechanische Variablen für die Technikphasen

1-Vorbereitungsphase

2-Hauptphase

3-Endphase

Absolute Geschwindigkeit für Proband 1:

Tabelle 6 zeigt die absolute Geschwindigkeit für den ersten Probanden mit 10 Versuchen. N=10 und der Mittelwert (X) beträgt beim Faustgelenk 0.03m/s, beim Handgelenk 0.05m/s, beim Ellbogengelenk 0.02m/s, beim Schultergelenk 0.04m/s, bei der Hüfte 0.06m/s, beim Kniegelenk 0.02m/s, beim Sprunggelenk 0.05m/s und beim Fußgelenk 0.02 m/s.

Tab. 6: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{x}	Min	Max	σ
R. Faust	10	0.03	-3.24	-3.11	1.34
R. Hand	10	0.05	-3.64	2.28	1.44
R. Ellbogen	10	0.02	-3.54	2.17	1.37
R. Schulter	10	0.04	-2.23	1.12	.96
R. Hüfte	10	0.06	-.67	0.67	.41
R. Knie	10	0.02	-1.47	1.22	.73
R. Sprung	10	0.05	-2.24	2.29	1.05
R. Fuß	10	0.02	-2.50	2.39	8.50

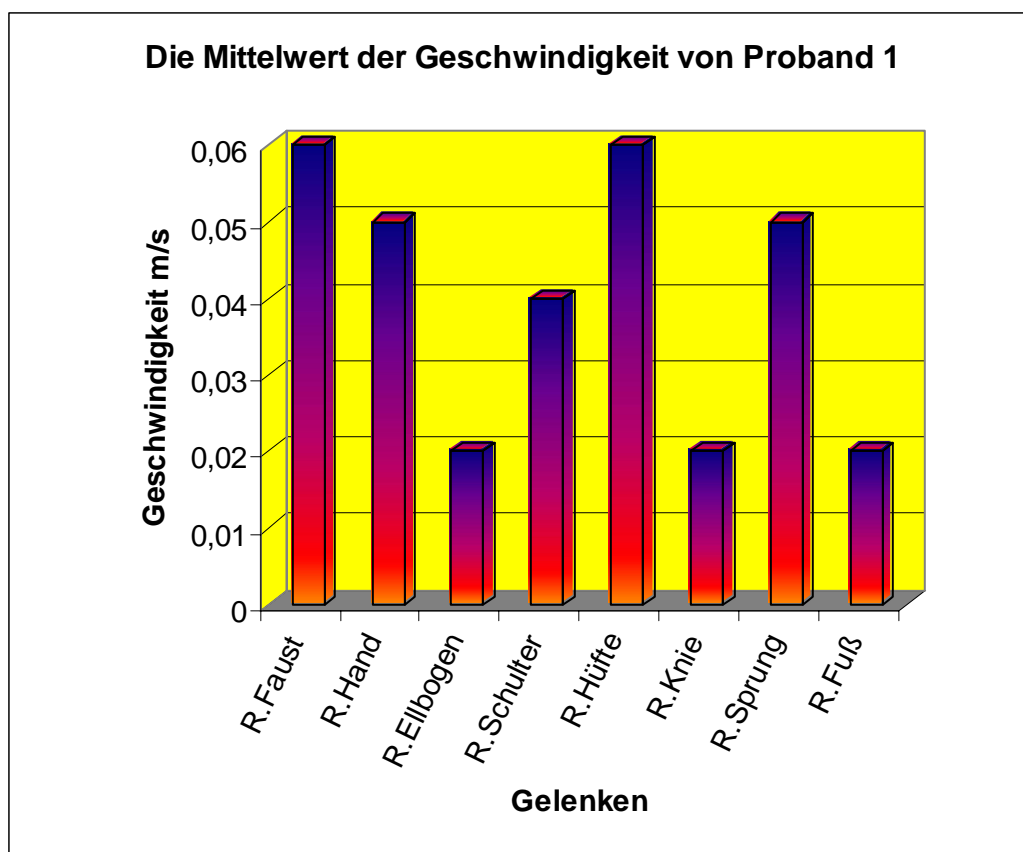


Abb. 73: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 1.

Abbildung 73 zeigt für Proband 1 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 2:

Tabelle 7 zeigt die absolute Geschwindigkeit für zwei Probanden bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (X) beträgt beim Faustgelenk 0.09m/s, beim Handgelenk 0.08m/s, beim Ellbogengelenk 0.09m/s, beim Schultergelenk 0.01m/s, bei der Hüfte 0.05m/s, beim Kniegelenk 0.04m/s, beim Sprunggelenk 0.01m/s und beim Fußgelenk 0.03m/s.

Tab. 7: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min =niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{x}	Min	Max	σ
R. Faust	10	0.09	-3.69	1.96	1.29
R. Hand	10	0.08	-3.57	1.88	1.26
R. Ellbogen	10	0.09	-2.41	1.76	1.12
R. Schulter	10	0.01	-1.63	1.18	0.80
R. Hüfte	10	0.05	-0.91	0.83	0.53
R. Knie	10	0.04	-1.05	0.89	0.56
R. Sprung	10	0.01	-2.37	1.97	0.90
R. Fuß	10	0.03	-2.43	1.91	0.93

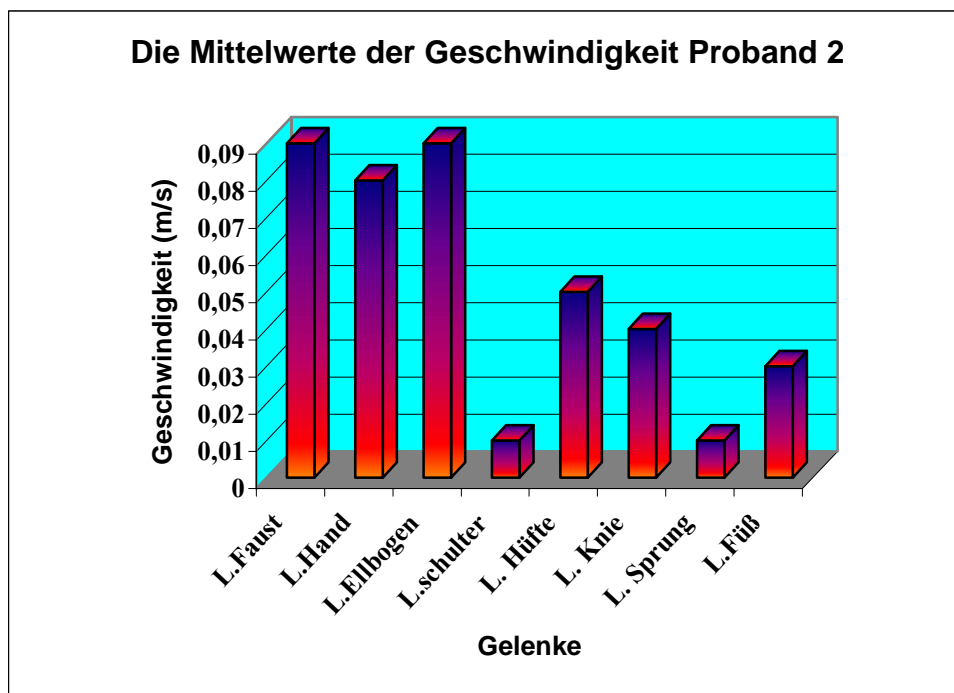


Abb. 74: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke bei Proband 2.

Abbildung 74 zeigt für Proband 2 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei den Übungsausführungen mehr benutzt werden.

Proband 3:

Tabelle 8 zeigt die absolute Geschwindigkeit für Proband 3 mit 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (X) beträgt beim Faustgelenk 0.04m/s, beim Handgelenk 0.03m/s, beim Ellbogengelenk 0.05m/s, beim Schultergelenk 0.06m/s, bei der Hüfte 0.01m/s, beim Kniegelenk 0.04m/s, beim Sprunggelenk 0.01m/s sowie beim Fußgelenk 0.01m/s.

Tab. 8: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{x}	Min	Max	σ
L. Faust	10	.04	-3.00	1.79	1.25
L. Hand	10	.03	-2.93	1.92	1.22
L. Ellbogen	10	.05	-2.98	1.84	1.26
L. Schulter	10	.06	-1.47	0.54	0.48
L. Hüfte	10	.01	-0.71	0.66	0.42
L. Knie	10	.04	0.76	0.71	0.46
L. Sprung	10	.01	-1.20	1.51	0.69
L. Fuß	10	.01	-1.69	1.83	0.83

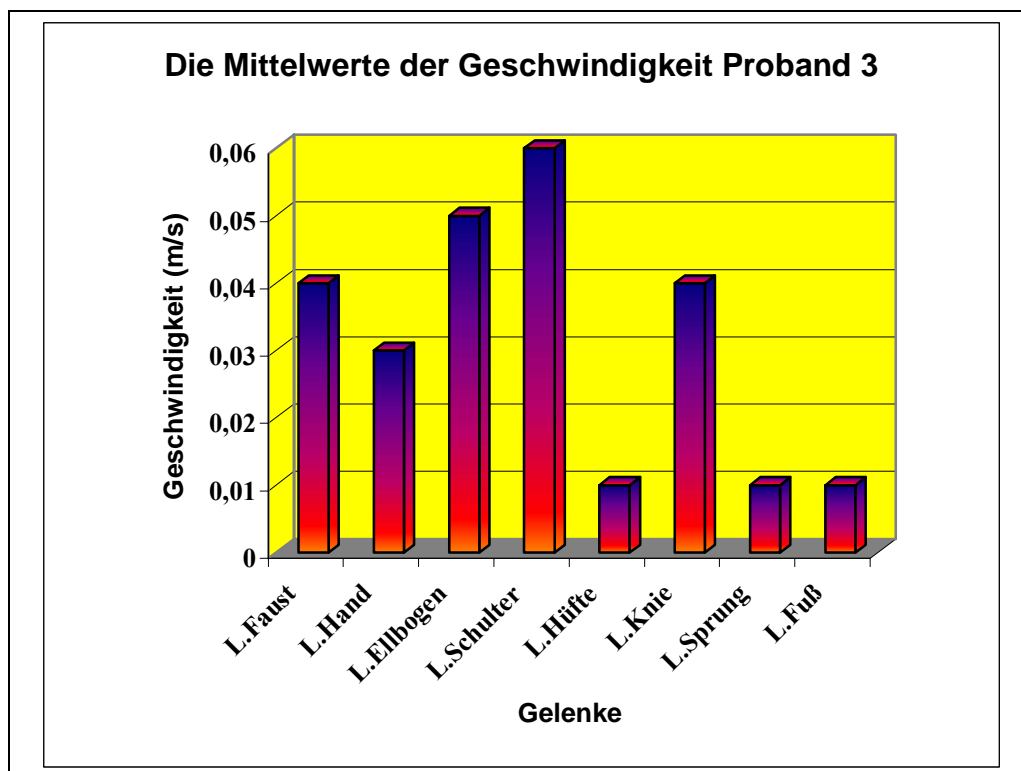


Abb. 75: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 3.

Abbildung 75 zeigt für Proband 3 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei den Übungsausführungen mehr benutzt werden.

Proband 4:

Tabelle 9 zeigt die absolute Geschwindigkeit für Proband 4 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (X) beträgt beim Faustgelenk 0.02m/s, beim Handgelenk 0.02m/s, beim Ellbogengelenk 0.06m/s, beim Schultergelenk 0.03m/s, bei der Hüfte 0.08m/s, beim Kniegelenk 0.07m/s, beim Sprunggelenk 0.04m/s und beim Fußgelenk 0.03 m/s.

Tab. 9: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{x}	Min	Max	σ
R. Faust	10	0.02	-4.57	2.65	1.81
R. Hand	10	0.02	-4.53	2.62	1.86
R. Ellbogen	10	0.06	-4.11	2.72	1.74
R. Schulter	10	0.03	-3.21	2.07	1.37
R. Hüfte	10	0.08	-1.81	1.86	0.94
R. Knie	10	0.07	-2.06	1.96	1.03
R. Sprung	10	0.04	-2.85	2.83	1.30
R. Fuß	10	0.03	-3.03	2.90	1.32

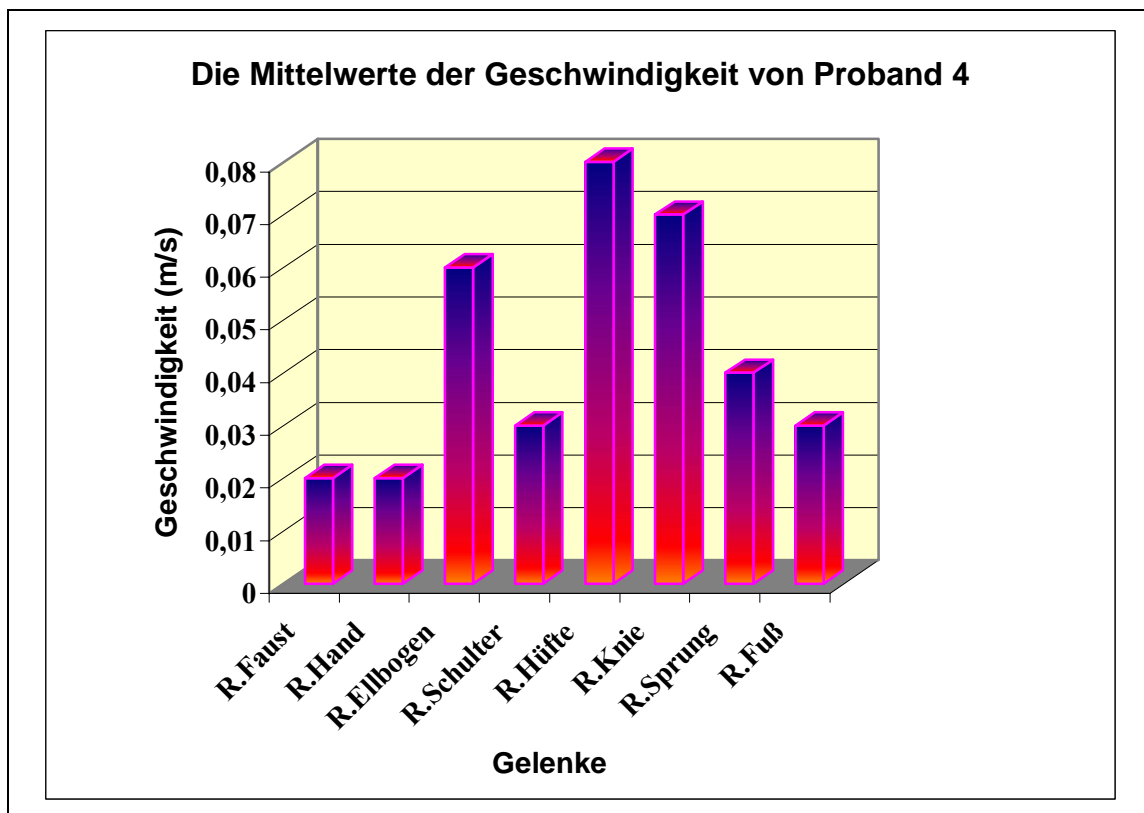


Abb. 76: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 4.

Abbildung 76 zeigt für Proband 4 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 5:

Tabelle 10 zeigt die absolute Geschwindigkeit für Proband 5 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (X) beträgt beim Faustgelenk 0.03m/s, beim Handgelenk 0.03m/s, beim Ellbogengelenk 0.02m/s, beim Schultergelenk 0.03m/s, beim Hüftgelenk 0.03m/s, beim Kniegelenk 0.02m/s, beim Sprunggelenk 0.02m/s und beim Fußgelenk 0.01m/s.

Tab. 10: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{x}	Min	Max	σ
R. Faust	10	0.03	-3.37	2.22	1.45
R. Hand	10	0.03	-3.19	2.15	1.39
R. Ellbogen	10	0.02	-2.33	1.76	1.21
R. Schulter	10	0.03	-1.43	1.29	0.83
R. Hüfte	10	0.03	-0.96	0.76	0.53
R. Knie	10	0.02	-0.95	0.94	0.59
R. Sprung	10	0.02	-1.55	2.01	0.84
R. Fuß	10	0.01	-1.71	2.19	0,93

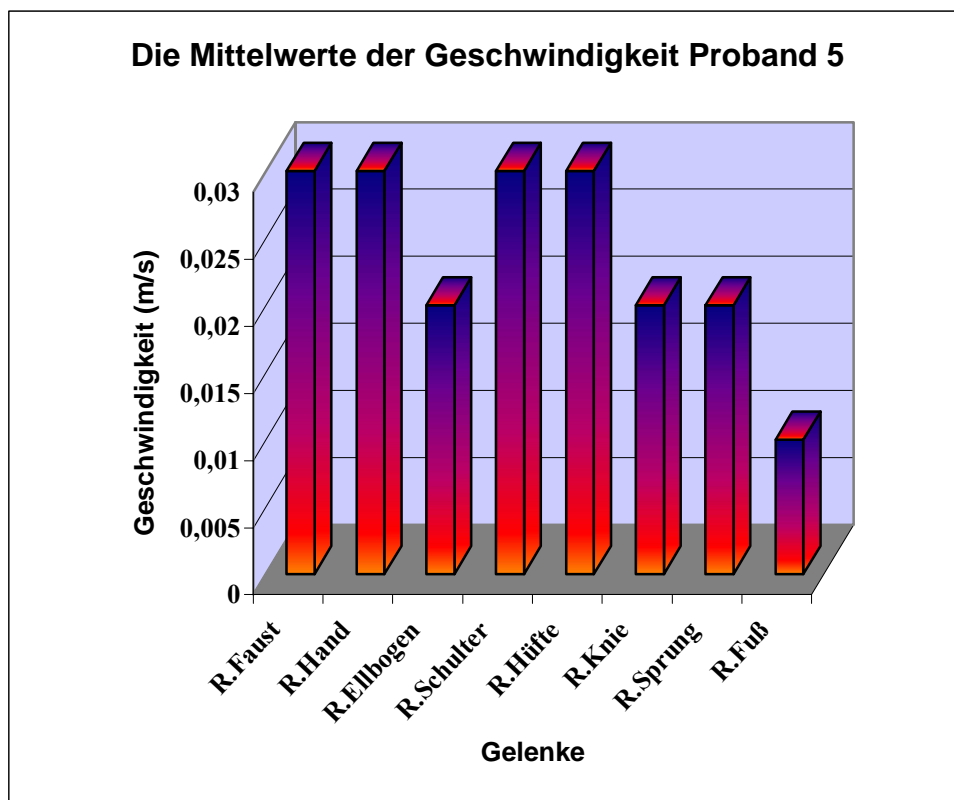


Abb. 77: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 5.

Abbildung 77 zeigt für Proband 5 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 6:

Tabelle 11 zeigt die absolute Geschwindigkeit für Proband 6 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (\bar{X}) beträgt beim Faustgelenk 0.03m/s, beim Handgelenk 0.03m/s, beim Ellbogengelenk 0.05m/s, beim Schultergelenk 0.06m/s, bei der Hüfte 0.03m/s, beim Kniegelenk 0.03m/s, beim Sprunggelenk 0.08m/s sowie beim Fußgelenk 0.08 m/s.

Tab. 11: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; \bar{X} = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{X}	Min	Max	σ
R. Faust	10	0.03	-4.35	2.51	1.81
R. Hand	10	0.03	-4.36	2.45	1.80
R. Ellbogen	10	0.05	-4.7	2.54	1.90
R. Schulter	10	0.06	-3.78	2.37	1.56
R. Hüfte	10	0.03	-1.85	1.53	0.86
R. Knie	10	0.03	-1.70	1.70	0.89
R. Sprung	10	0.08	-2.39	2.90	1.27
R. Fuß	10	0.08	-2.45	3.05	1.31

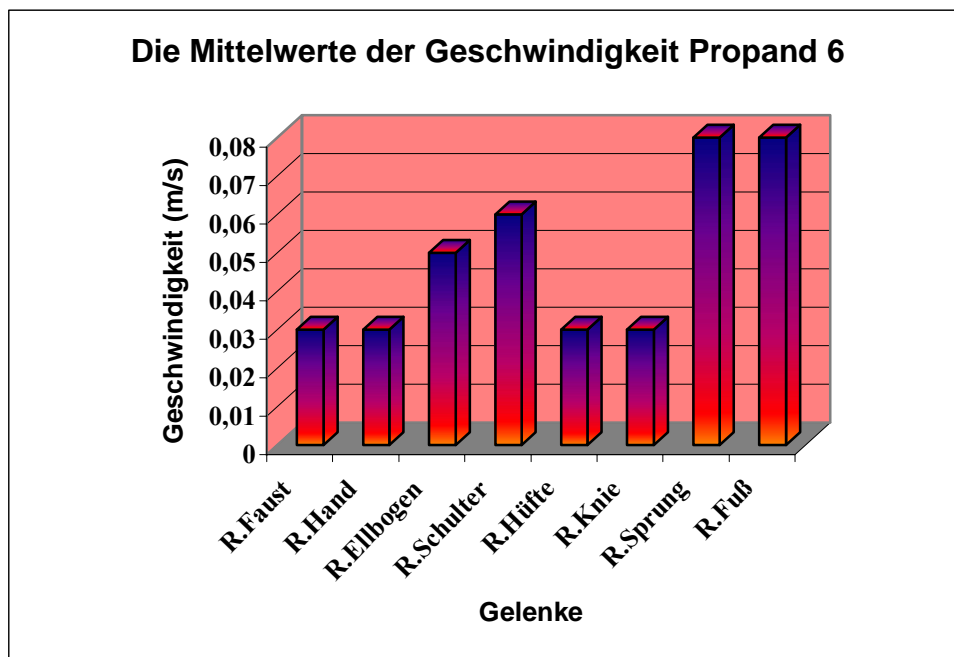


Abb. 78: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 6.

Abbildung 78 zeigt für Proband 6 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 7:

Tabelle 12 zeigt die absolute Geschwindigkeit für Proband 7 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (X) beträgt beim Faustgelenk 0.06m/s, beim Handgelenk 0.04m/s, beim Ellbogengelenk 0.05m/s, beim Schultergelenk 0.04m/s, bei der Hüfte 0.01m/s, beim Kniegelenk 0.02m/s, beim Sprunggelenk 0.02m/s und beim Fußgelenk 0.01 m/s.

Tab. 12: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{x}	Min	Max	σ
R. Faust	10	0.06	-3.60	1.16	1.07
R. Hand	10	0.04	-1.89	0.94	0.78
R. Ellbogen	10	0.05	-2.67	1.110	0.98
R. Schulter	10	0.04	-1,89	0.94	0.77
R. Hüfte	10	0.01	-1.16	0.92	0.55
R. Knie	10	0.02	-1.10	1.11	0.61
R. Sprung	10	0.02	-1.15	1.46	0.70
R. Fuß	10	0.01	-1.48	1.34	0.70

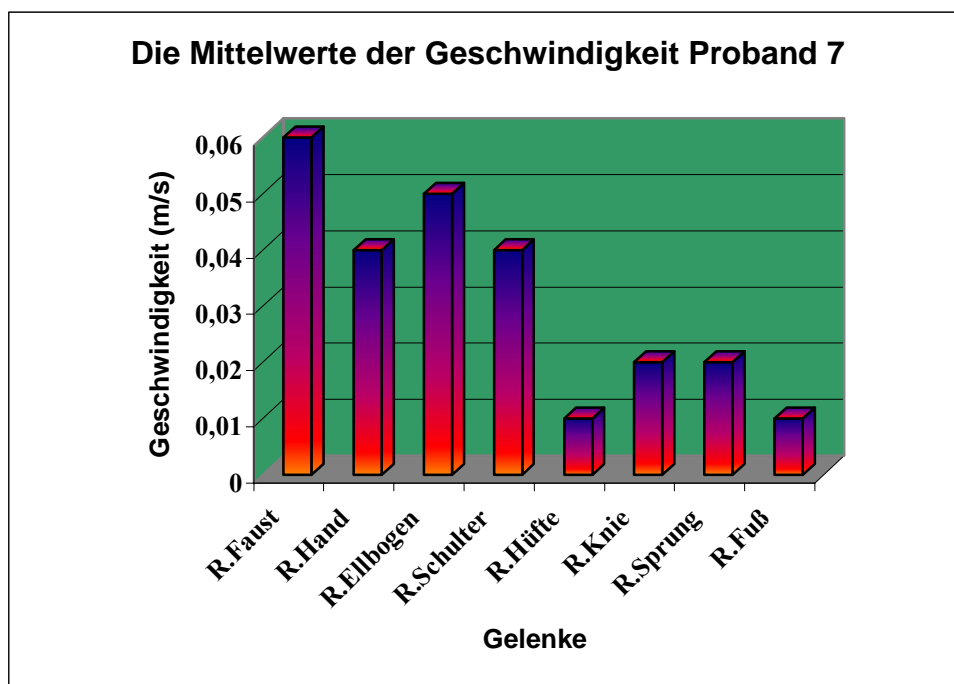


Abb. 79: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 7.

Abbildung 79 zeigt für Proband 7 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Relative Geschwindigkeit

Proband 1

Tabelle 13 zeigt die relative Geschwindigkeit für Proband 1 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (X) beträgt beim Faustgelenk 0.001m/s, beim Handgelenk 0.001m/s, beim Ellbogengelenk 0.001m/s, beim Schultergelenk 0.03m/s, bei der Hüfte 0.007m/s, beim Kniegelenk 0.015m/s sowie beim Sprunggelenk 0.003m/s.

Tab. 13: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{x}	Min	Max	σ
R. Faust	10	0.001	-.09	0.09	0.03
R. Hand	10	0.001	-0.22	0.25	0.09
R. Ellbogen	10	0.001	-1.69	1.46	0.64
R. Schulter	10	.03	-1.52	.49	.49
R. Hüfte	10	.007	.39	.69	.25
R. Knie	10	0.015	-1.43	1.48	0.66
R. Sprung	10	0.003	-0.25	0.22	0.10

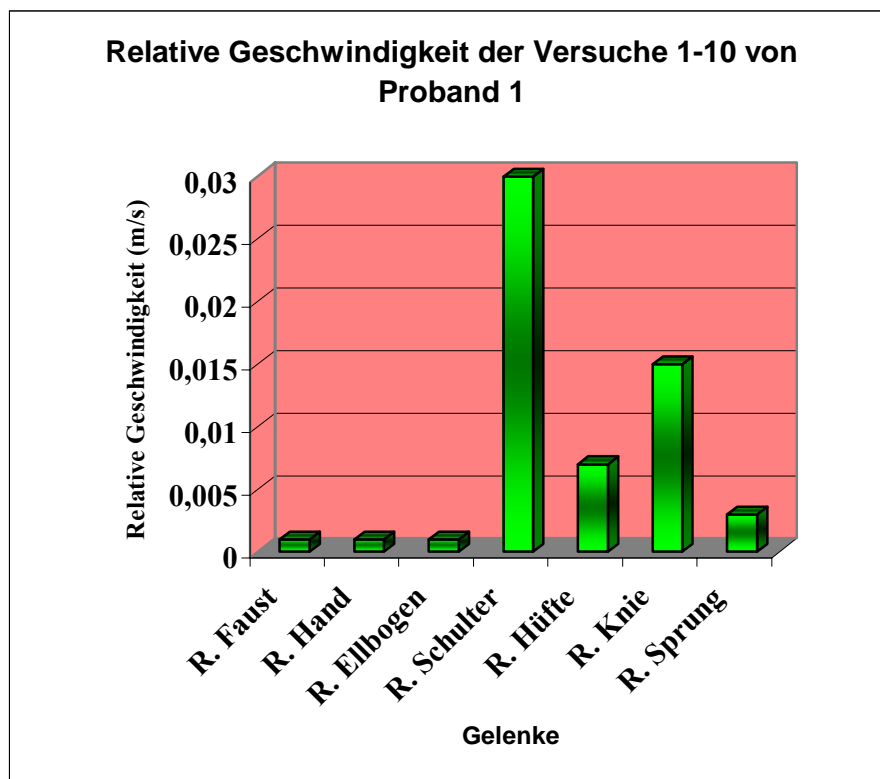


Abb. 80: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 1.

Abbildung 80 zeigt für Proband 1 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Ausführung mehr benutzt werden.

Proband 2

Tabelle 14 zeigt die relative Geschwindigkeit für Proband 2 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (\bar{X}) beträgt beim Faustgelenk 0.001m/s, beim Handgelenk 0.002m/s, beim Ellbogengelenk 0.022m/s, beim Schultergelenk 0.20m/s, bei der Hüfte 0.008m/s, beim Kniegelenk 0.002m/s sowie beim Sprunggelenk 0.003m/s.

Tab. 14: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; \bar{X} = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{X}	Min	Max	σ
L. Faust	10	0.001	-0.288	0.24	0.08
L. Hand	10	0.002	-1.46	1.03	0.37
l. Ellbogen	10	0.022	-1.066	0.77	0.36
L. Schulter	10	0.20	-1.29	0.88	0.46
L. Hüfte	10	0.008	-2.66	0.78	0.21
L. Knie	10	0.002	-1.36	1.50	0.61
L. Sprung	10	0.003	-0.18	1.60	0.07

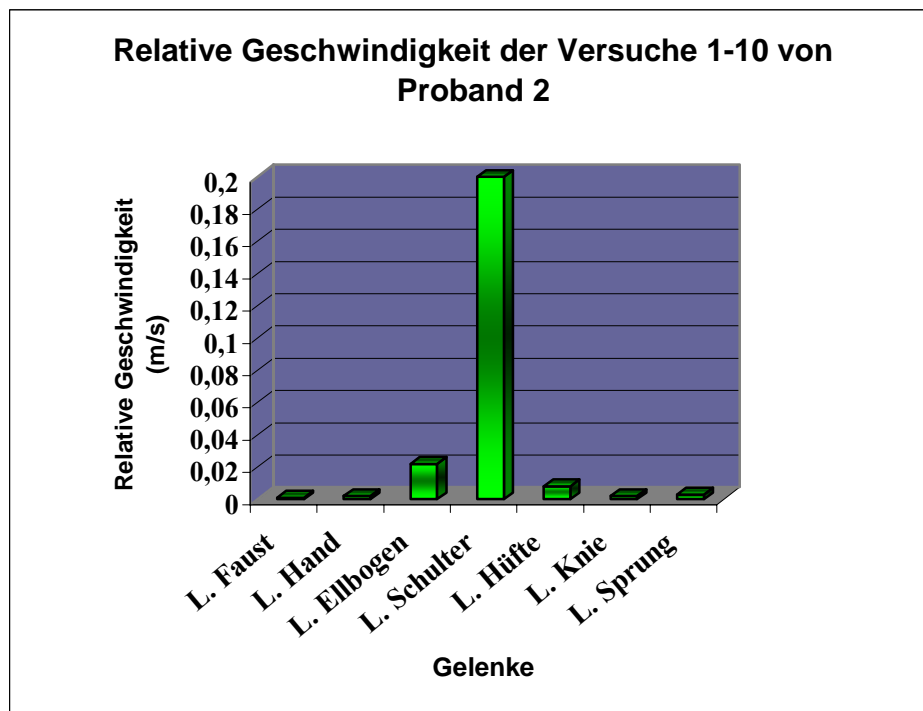


Abb. 81: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 2.

Abbildung 81 zeigt für Proband 2 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 3

Tabelle 15 zeigt die relative Geschwindigkeit für Proband 3 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (\bar{X}) beträgt beim Faustgelenk 0.000m/s, beim Handgelenk 0.002m/s, beim Ellbogengelenk 0.026m/s, beim Schultergelenk 0.024m/s, bei der Hüfte 0.017m/s, beim Kniegelenk 0.018m/s, beim Sprunggelenk 0.009m/s.

Tab. 15: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; \bar{X} = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{X}	Min	Max	σ
L. Faust	10	0.000	-0.10	1.14.	0.05
L. Hand	10	0.002	-0.30	0.25	0.17
L. Ellbogen	10	0.026	-1.27	0.96	0.52
L. Schulter	10	0.024	-1.31	0.83	0.56
L. Hüfte	10	0.017	-0.61	038	0.23
L. Knie	10	0.018	-1.26	0.84	0.51
L. Sprung	10	0.009	-0.27	0.20	0.11

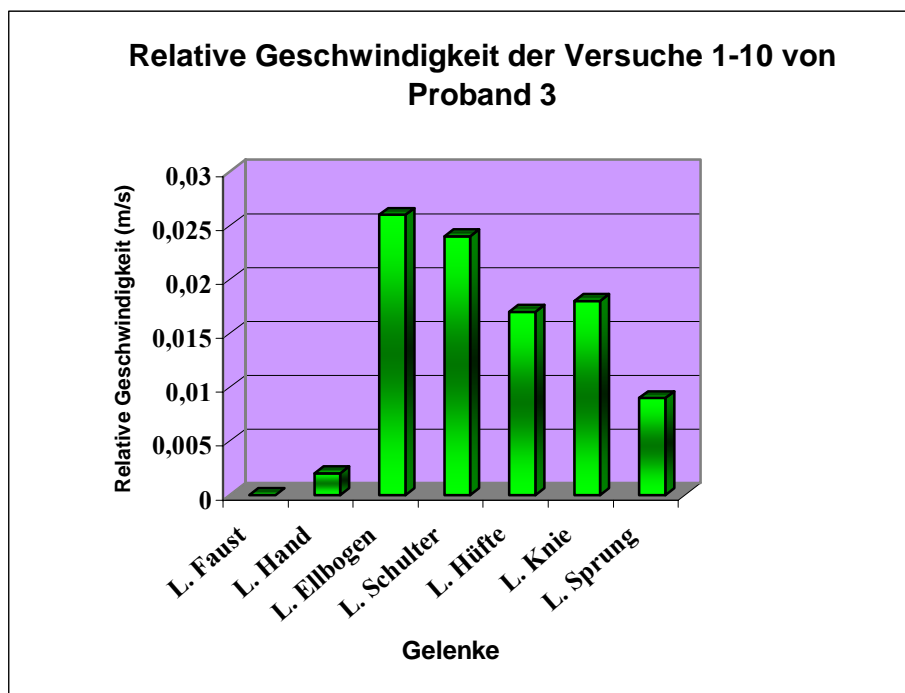


Abb. 82: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 3.

Abbildung 82 zeigt für Proband 3 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 4

Tabelle 16 zeigt die relative Geschwindigkeit für Proband 4 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (\bar{X}) beträgt beim Faustgelenk 0.000m/s, beim Handgelenk 0.038m/s, beim Ellbogengelenk 0.04m/s, beim Schultergelenk 0.137m/s, bei der Hüfte 0.019m/s, beim Kniegelenk 0.06m/s sowie beim Sprunggelenk 0.005m/s.

Tab. 16: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; \bar{X} = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{X}	Min	Max	σ
R. Faust	10	0.000	-0.069	0.12	0.04
R. Hand	10	0.038	-1.080	0.42	0.03
R. Ellbogen	10	0.04	-1.47	1.02	0.56
R. Schulter	10	0.137	-0.57	0.63	0.33
R. Hüfte	10	0.019	-0.34	0.42	0.21
R. Knie	10	0.06	-1.44	1.56	0.80
R. Sprung	10	0.005	-0.20	0.25	0.10

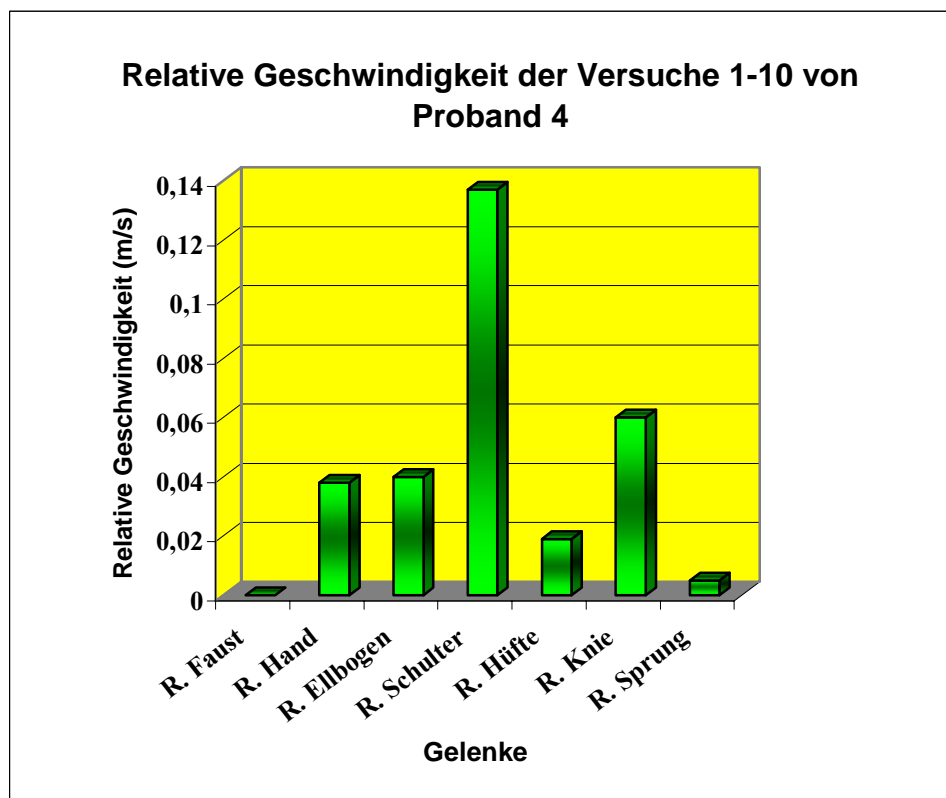


Abb. 83: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 4.

Abbildung 83 zeigt für Proband 4 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 5

Tabelle 17 zeigt die relative Geschwindigkeit für Proband 5 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (\bar{X}) beträgt beim Faustgelenk 0.002m/s, beim Handgelenk 0.001m/s, beim Ellbogengelenk 0.005m/s, beim Schultergelenk 0.007m/s, bei der Hüfte 0.006m/s, beim Kniegelenk 0.017m/s sowie beim Sprunggelenk 0.010m/s.

Tab. 17: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; \bar{X} = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{X}	Min	Max	σ
R. Faust	10	0.002	-0.19	0.07	0.05
R. Hand	10	0.001	-0.95	0.37	0.29
R. Ellbogen	10	0.005	-1.48	0.86	0.52
R. Schulter	10	0.007	-0.80	0.57	0.35
R. Hüfte	10	0.006	-0.32	0.40	0.16
R. Knie	10	0.017	-1.43	0.81	0.56
R. Sprung	10	0.010	-0.25	0.28	0.12

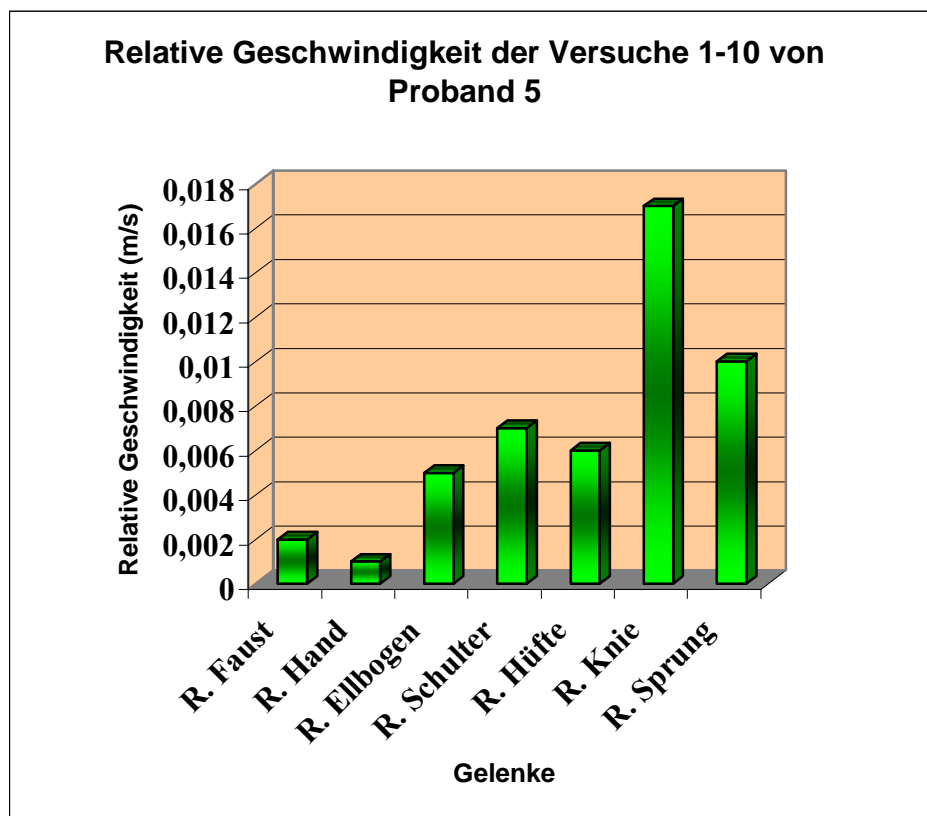


Abb. 84: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 5.

Abbildung 84 zeigt für Proband 5 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 6

Tabelle 18 zeigt die relative Geschwindigkeit für Proband 6 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (\bar{X}) beträgt beim Faustgelenk 0.004m/s, beim Handgelenk 0.012m/s, beim Ellbogengelenk 0.006m/s, beim Schultergelenk 0.022m/s, bei der Hüfte 0.004m/s, beim Kniegelenk 0.111m/s sowie beim Sprunggelenk 0.001m/s.

Tab. 18: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; \bar{X} = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{X}	Min	Max	σ
R. Faust	10	0.004	-0.10	0.12	0.06
R. Hand	10	0.012	-0.36	0.44	0.21
R. Ellbogen	10	0.006	-2.29	1.07	0.75
R. Schulter	10	0.022	-1.93	0.96	0.81
R. Hüfte	10	0.004	-0.38	0.39	0.21
R. Knie	10	0.111	-1.80	1.24	0.79
R. Sprung	10	0.001	-0.37	0.26	0.14

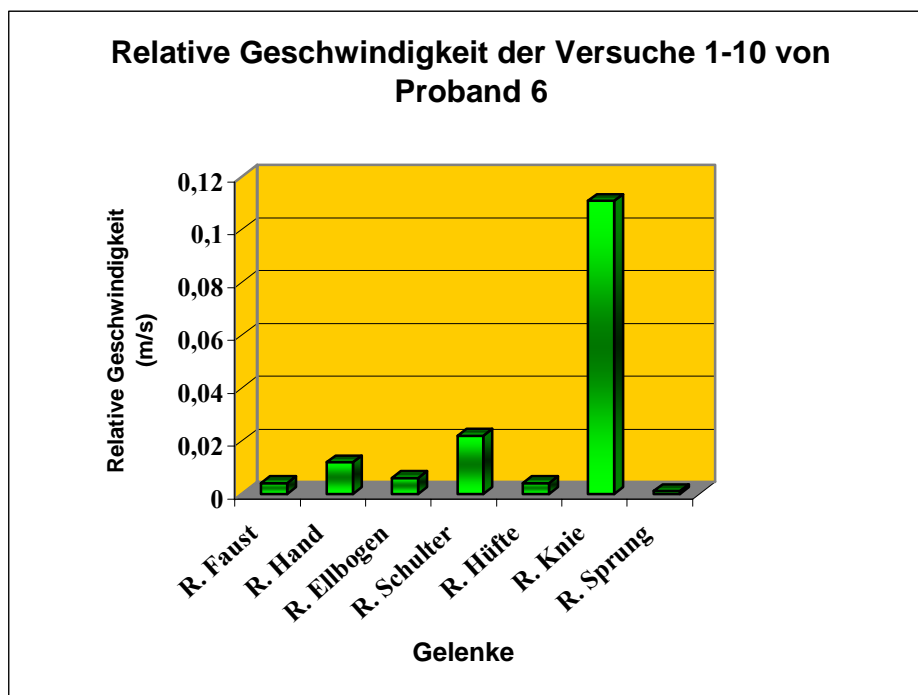


Abb. 85: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 6.

Abbildung 85 zeigt für Proband 6 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 7

Tabelle 19 zeigt die relative Geschwindigkeit für Proband 7 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert (\bar{X}) beträgt beim Faustgelenk 0.000m/s, beim Handgelenk 0.001m/s, beim Ellbogengelenk 0.001m/s, beim Schultergelenk 0.057m/s, bei der Hüfte 0.01m/s, beim Kniegelenk 0.001m/s und beim Sprunggelenk 0.002m/s.

Tab. 19: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; \bar{X} = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	\bar{X}	Min	Max	σ
R. Faust	10	0.000	-0.034	0.18	0.10
R. Hand	10	0.001	-0.22	0.43	0.21
R. Ellbogen	10	0.001	-0.01	0.50	0.35
R. Schulter	10	0.057	-1.045	0.48	0.37
R. Hüfte	10	0.01	-0.38	0.42	0.18
R. Knie	10	0.001	-1.04	0.92	0.51
R. Sprung	10	0.002	-0.36	0.30	0.09

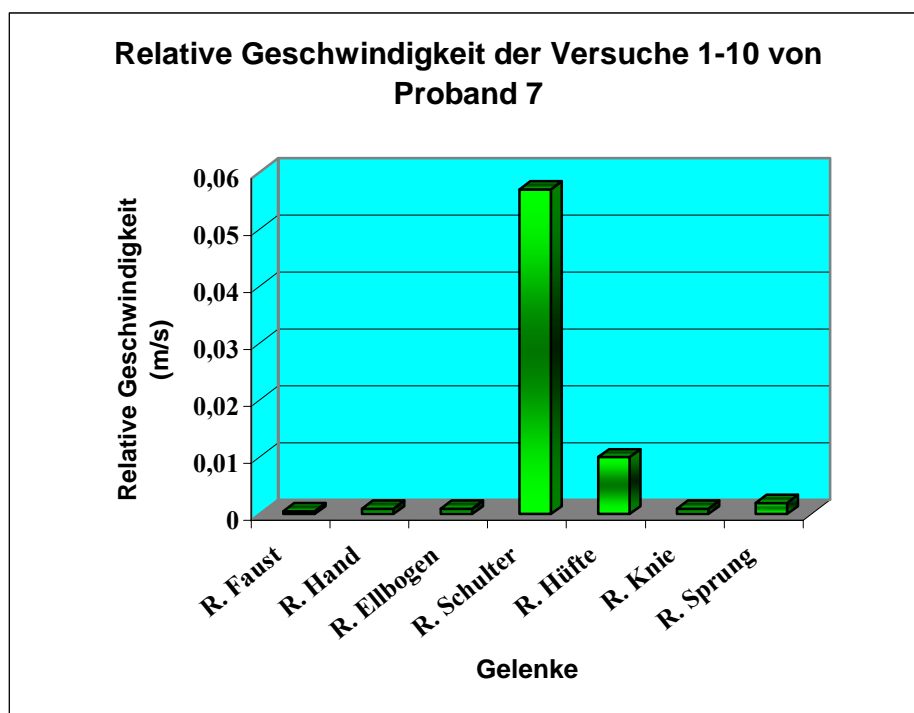


Abb. 86: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 7.

Abbildung 86 zeigt für Proband 7 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Kinetische Energie

Tabelle 20 zeigt die Anzahl der Probanden und der kinetischen Energie sowie die Mittelwerte, die niedrigsten und höchsten Werte der kinetischen Energie (E_{kin}), die Standardabweichung und die Beziehung zwischen der kinetischen Energie.

Tab. 20: Die beschreibende Statistik der Probanden (1-7 = Gesamtzahl der Probanden, χ Mittelwert der kinetischen Energie, Min = niedrigster Wert, Max = höchster Wert, σ = Standardabweichung)

Probanden	N	χ	Min	Max	σ
1	10	20.87	0.19	57.18	19.52
2	10	24.51	0.55	59.16	20.52
3	10	24.71	0.38	72.10	20.85
4	10	20.12	0.27	47.36	15.24
5	10	10.52	0.23	36.29	09.65
6	10	18.19	0.50	92.72	22.54
7	10	18.48	0.10	56.31	30.6

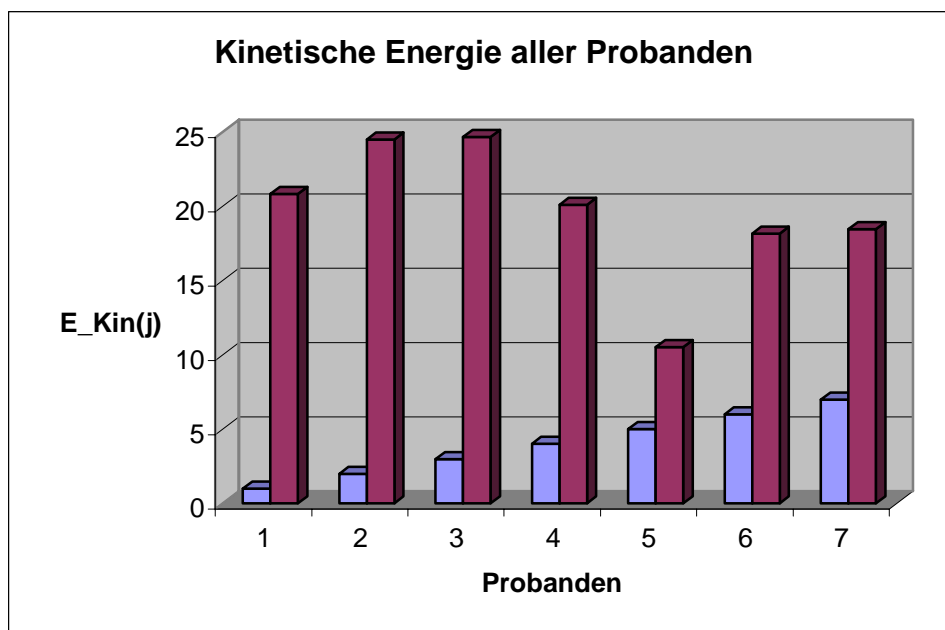


Abb. 87: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der kinetischen Energie für jeden Probanden.

Abbildung 87 zeigt die Beziehung zwischen der kinetischen Energie und der gesamten Energie. Diese Graphik zeigt die Unterschiede zwischen allen Probanden in Bezug auf die verbrauchte kinetische Energie bei der Übungsausführung.

Körperschwerpunktgeschwindigkeit

Tabelle 21 zeigt die Anzahl der Probanden und den Körperschwerpunkt sowie die Mittelwerte, die niedrigsten und höchsten Werte des Körperschwerpunkts (KSP), die Standardabweichung und die Beziehung zwischen den Körperschwerpunkten. Der Mittelwert des Probanden 1 beträgt 0.007 m/s, des Probanden 2 0.009 m/s, des Probanden 3 0.002 m/s, des Probanden 4 0.004m/s, des Probanden 5 0.001 m/s, des Probanden 6 0.004m/s und des Probanden 7 0.001m/s.

Tab. 21: Die beschreibende Statistik der Probanden, MW= Mittelwert der N (Anzahl der Versuche), KSP, Min = niedrigster Wert, Max = höchster Wert, σ = Standardabweichung

Proband	N	χ	Min	Max	σ
1	10	0.007	-0.67	0.54	0.31
2	10	0.009	-0.48	0.37	0.23
3	10	0.002	-0.67	0.48	0.31
4	10	0.004	0.44	0.53	0.25
5	10	0.001	0.43	0.38	0.23
6	10	0.004	0.66	0.52	0.29
7	10	0.001	0.59	0.60	0.29

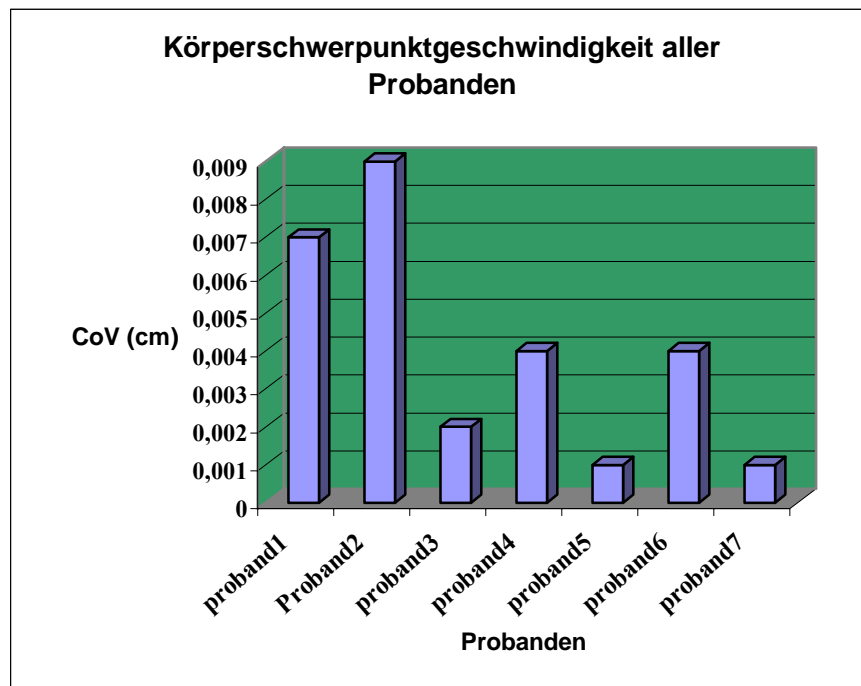


Abb. 88: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der Körperschwerpunkte für jeden Probanden.

Abbildung 88 zeigt die Beziehung zwischen den Körperschwerpunktgeschwindigkeit. Diese Graphik zeigt die Unterschiede zwischen allen Probanden in Bezug auf die verbrauchten Körperschwerpunkte bei der Übungsausführung.

Körperschwerpunkt (KSP)

Tabelle 22 zeigt die Anzahl der Probanden und Körperschwerpunkte sowie die Mittelwerte, die niedrigsten und höchsten Werte der Körperschwerpunkte, die Standardabweichung und die Beziehung zwischen den Körperschwerpunkten. Die Mittelwerte betragen bei Proband 1 0.87 cm, bei Proband 2 0.79 cm, bei Proband 3 0.84 cm, bei Proband 4 0.79 cm, bei Proband 5 0.68 cm, bei Proband 6 0.70 cm sowie bei Proband 7 0.68 cm.

Tab. 22: Die beschreibende Statistik der Probanden, MW= Mittelwert der N (Anzahl der Versuche), KSP, Min = niedrigster Wert, Max = höchster Wert, σ = Standardabweichung)

Proband	N	MW	Min	Max	St.d
1	10	0.87	0.77	0.94	0.06
2	10	0.79	0.22	0.85	0.04
3	10	0.84	0.77	0.90	0.04
4	10	0.79	0.74	0.85	0.03
5	10	0.68	0.59	0.76	0.05
6	10	0.70	0.64	0.75	0.03
7	10	0.68	0.58	0.77	0.05

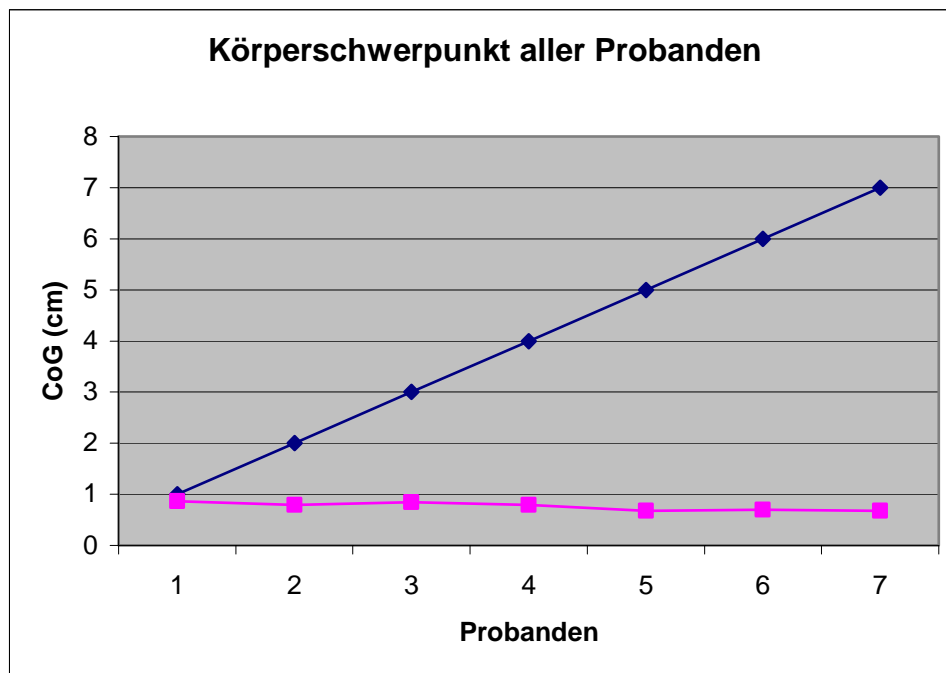


Abb. 89: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der Körperschwerpunkte für jeden Probanden.

Abbildung 89 zeigt die Beziehung zwischen den Körperschwerpunkten und allen Probanden. Diese Graphik zeigt die Unterschiede zwischen allen Probanden in Bezug auf die verbrauchten Körperschwerpunkte bei der Übungsausführung.

Gelenkwinkel

Proband1:

Tabelle 23 zeigt die Winkel für Proband 1 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert des Handgelenkwinkels beträgt 162.58°, der Ellbogengelenkwinkel 11.35°, der Schultergelenkwinkel 53.78°, der Hüftgelenkwinkel 135.09°, die Kniegelenkwinkel 138.72° und die Sprunggelenkwinkel 101.98°.

Tab. 23: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	MW	Min	Max	St. d
Hand	10	162.58	153.76	172.49	5.22
Ellbogen	10	11.35	82.33	166.27	29.89
Schulter	10	53.78	25.12	103.55	30.12
Hüfte	10	135.09	118.89	149.66	10.67
Knie	10	138.72	109.95	166.24	13.87
Sprung	10	101.98	93.32	119.22	6.96

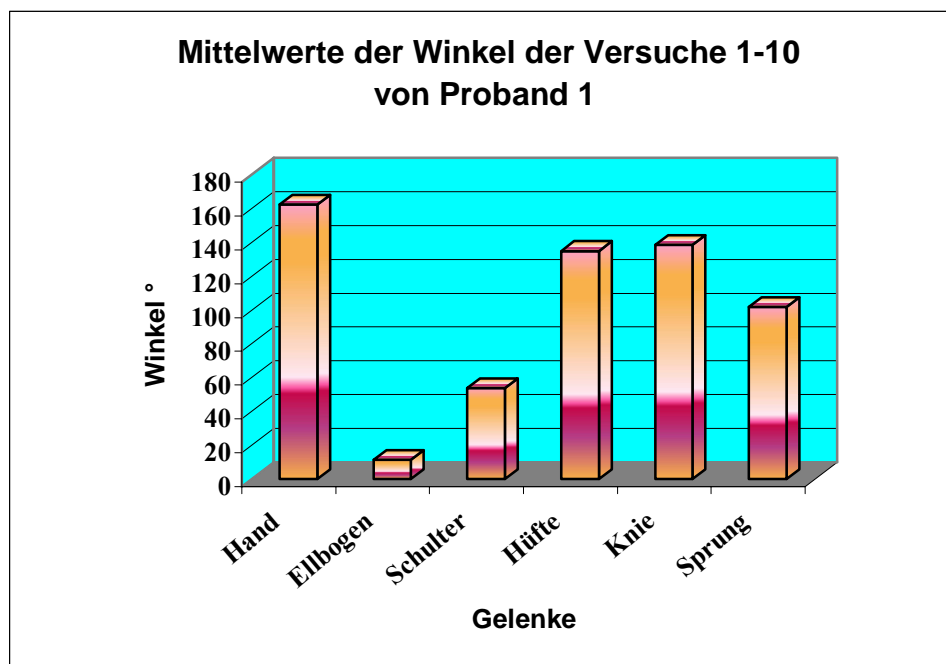


Abb. 90: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 1.

Abbildung 90 zeigt für Proband 1 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 2:

Tabelle 24 zeigt die Winkel für Proband 2 bei 10 Versuchen. $N=10$, der Mittelwert des Handgelenkwinkels beträgt 148.00° , der Ellbogengelenkwinkel 99.37° , der Schultergelenkwinkel 64.24° , der Hüftgelenkwinkel 125.57° , die Kniegelenkwinkel 132.18° und die Sprunggelenkwinkel 96.55° .

Tab. 24: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	MW	Min	Max	St.d
Hand	10	148	120.64	163.05	10.40
Ellbogen	10	99.37	72.25	148.57	23.82
Schulter	10	64.24	53.40	114.93	22.31
Hüfte	10	125.57	116.23	132.58	4.89
Knie	10	132,18	112.52	154.11	9.65
Sprung	10	96.55	84.97	115.86	9.14

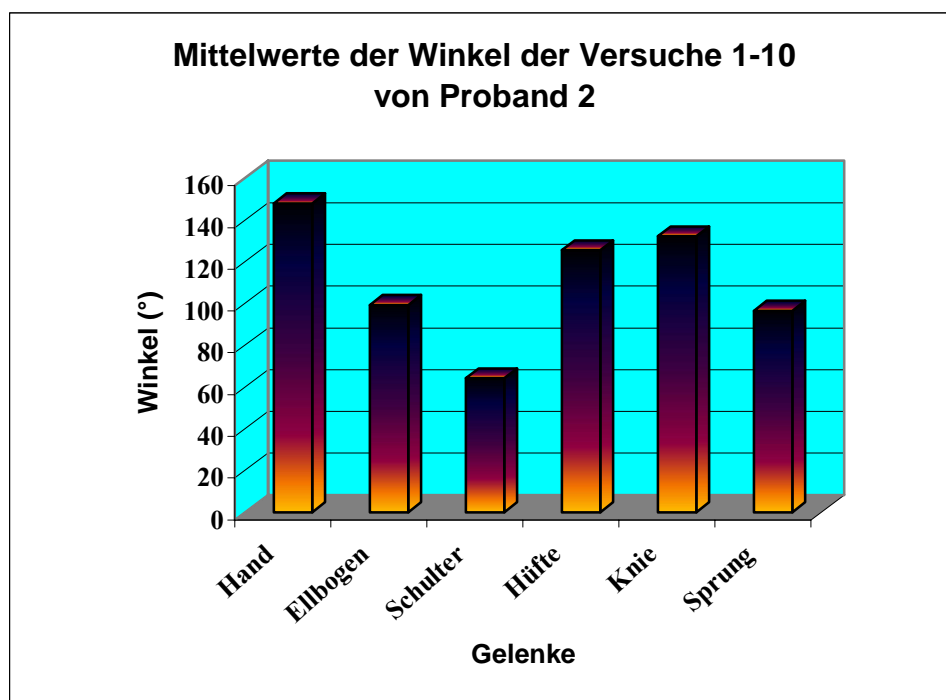


Abb. 91: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 2.

Abbildung 91 zeigt für Proband 2 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 3:

Tabelle 25 zeigt die Winkel für Proband 3 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert des Handgelenkwinkels beträgt 163.11°, der Ellbogengelenkwinkel 108.21°, der Schultergelenkwinkel 56.78°, der Hüftgelenkwinkel 130.09°, die Kniegelenkwinkel 137.72° sowie die Sprunggelenkwinkel 111.98°.

Tab. 25: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenken	N	MW	Min	Max	St.d
Hand	10	163.11	152.57	170.99	4.88
Ellbogen	10	108.21	82.98	154.40	22.67
Schulter	10	56.76	37.38	97.31	20.28
Hüfte	10	130.00	120.68	138.13	5.30
Knie	10	137.08	117.32	156.06	10.10
Sprung	10	111.07	104.62	120.61	4.68

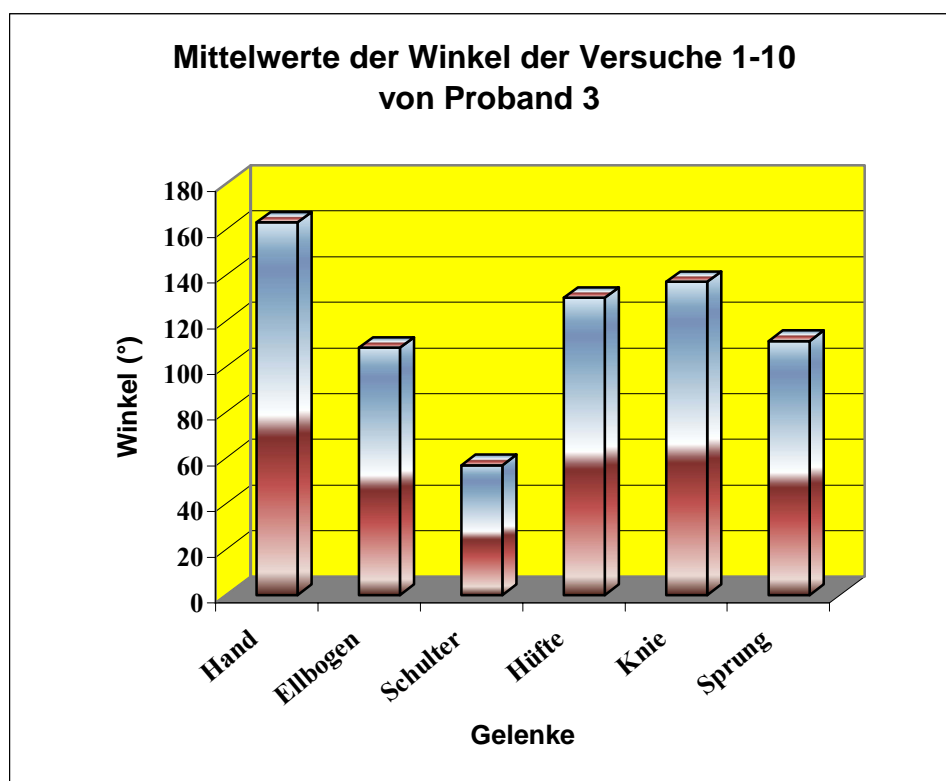


Abb. 92: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 3.

Abbildung 92 zeigt für Proband 3 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 4:

Tabelle 26 zeigt die Winkel für Proband 4 bei 10 Versuchen. $N=10$, der Mittelwert des Handgelenkwinkels beträgt 158.33° , der Ellbogengelenkwinkel 162.47° , der Schultergelenkwinkel 64.11° , der Hüftgelenkwinkel 131.61° , die Kniegelenkwinkel 133.61° und die Sprunggelenkwinkel 102.66° .

Tab. 26: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	MW	Min	Max	St.d
Hand	10	158.33	143.14	170.62	8.81
Ellbogen	10	162.47	148.36	172.89	9.06
Schulter	10	64.11	29.95	121.34	35.63
Hüfte	10	131.63	116.77	145.28	9.3
Knie	10	133.61	115.67	156.77	12.25
Sprung	10	102.66	93.01	116.9	7.04

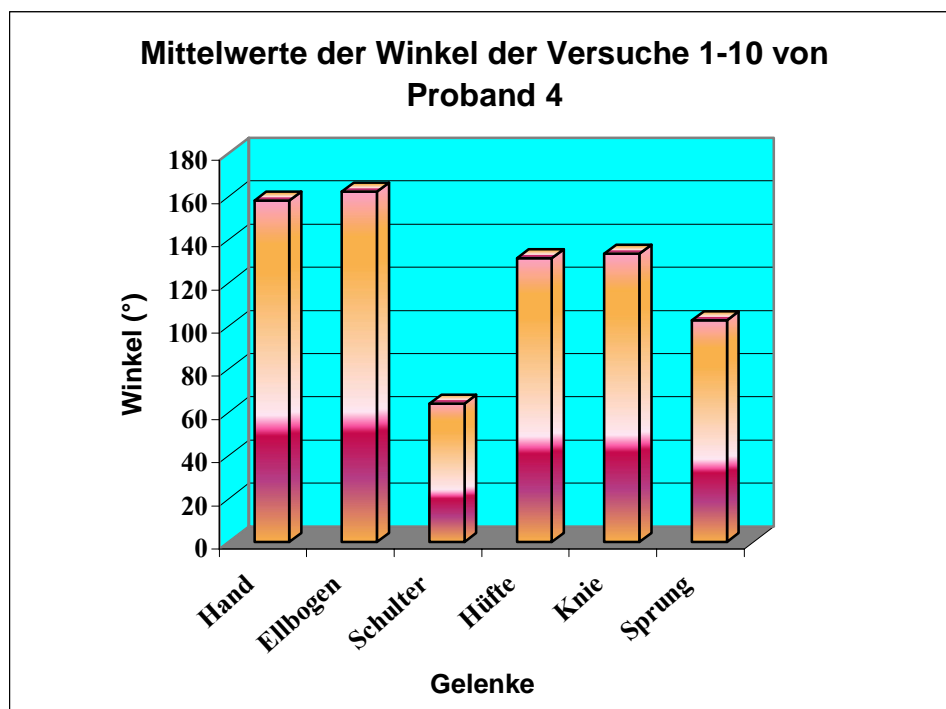


Abb. 93: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 4.

Abbildung 93 zeigt für Proband 4 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 5:

Tabelle 27 zeigt die Winkel für Proband 5 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert des Handgelenkwinkels beträgt 166.66° , der Ellbogengelenkwinkel 118.26° , der Schultergelenkwinkel 76.21° , der Hüftgelenkwinkel 102.06° , die Kniegelenkwinkel 117.82° sowie die Sprunggelenkwinkel 120.25° .

Tab. 27: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	MW	Min	Max	St.d
Hand	10	166.66	153.50	177.01	7.80
Ellbogen	10	118.26	69.19	173.98	42.43
Schulter	10	76.21	32.70	120.46	34.84
Hüfte	10	102.06	85.158	121.64	11.99
Knie	10	117.82	104.61	137.03	9.91
Sprung	10	120.25	108.82	134.04	7.8

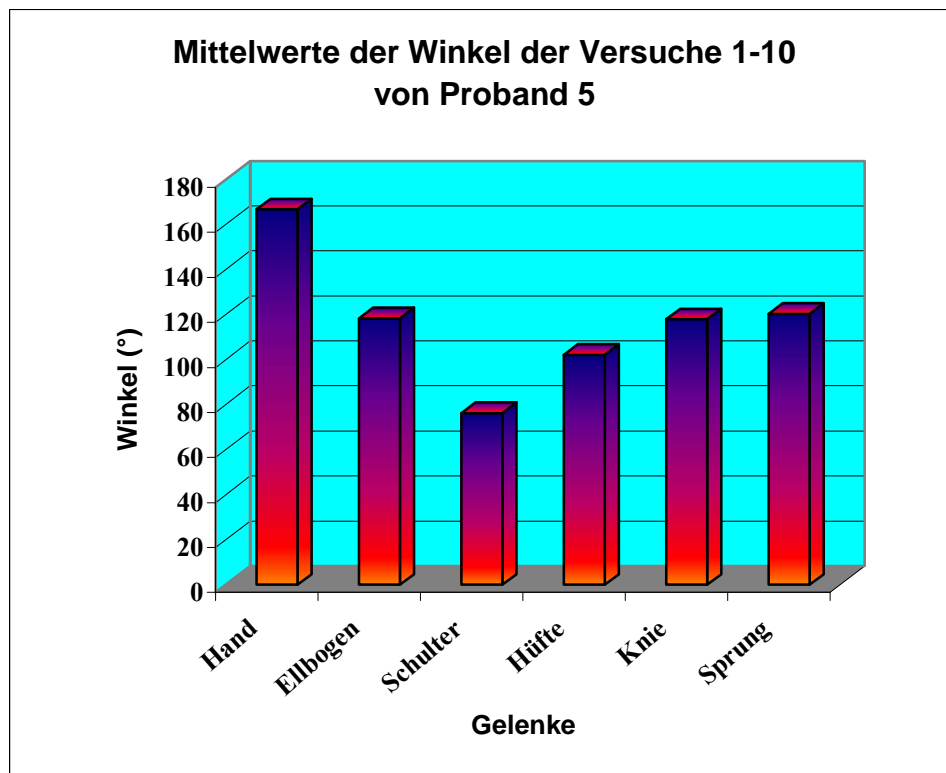


Abb. 94: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 5.

Abbildung 94 zeigt für Proband 5 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 6:

Tabelle 28 zeigt die Winkel für Proband 6 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert des Handgelenkwinkels beträgt 168.16°, der Ellbogengelenkwinkel 123.32°, der Schultergelenkwinkel 56.12°, der Hüftgelenkwinkel 116.43°, die Kniegelenkwinkel 122.39° und die Sprunggelenkwinkel 115.16°.

Tab. 28: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	MW	Min	Max	St.d
Hand	10	168.16	162.03	175.88	4.6
Ellbogen	10	123.32	89.25	178.58	31.3
Schulter	10	56.12	15.21	129.56	41.6
Hüfte	10	116.43	95.41	134.44	12.16
Knie	10	122.39	105.08	142.85	11.14
Sprung	10	115.16	99.87	130.26	7.81

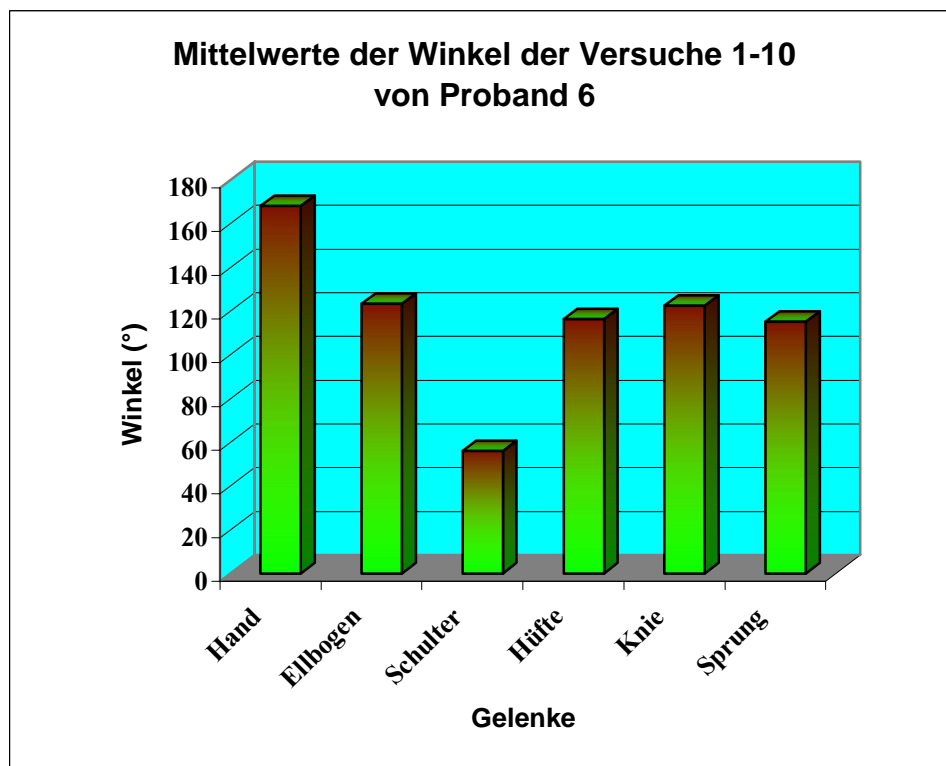


Abb. 95: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 6.

Abbildung 95 zeigt für Proband 6 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 7:

Tabelle 29 zeigt die Winkel für Proband 7 bei 10 Versuchen. N=10, die Mittelwerte des Handgelenkwinkels beträgt 161.88° , der Ellbogengelenkwinkel 127.93° , der Schultergelenkwinkel 71.01° , der Hüftgelenkwinkel 139.09° , die Kniegelenkwinkel 134.86° sowie die Sprunggelenkwinkel 115.80° .

Tab. 29: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	MW	Min	Max	St.d
Hand	10	161.88	142-56	175.46	11,23
Ellbogen	10	127.93	82.50	162.27	26.60
Schulter	10	71.01	26.43	95.18	22.30
Hüfte	10	139.46	130.04	151.39	7.01
Knie	10	134.86	117.46	159.99	13.6
Sprung	10	115.80	107.34	130.04	6.99

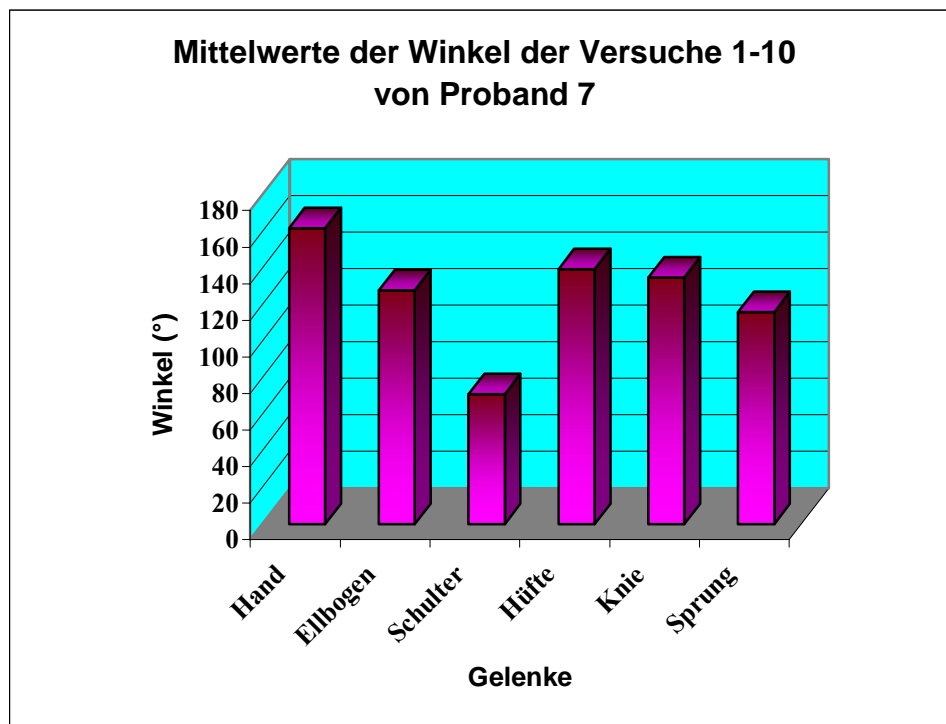


Abb. 96: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 7.

Abbildung 96 zeigt für Proband 7 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Die Position

Proband 1:

Tabelle 30 zeigt die Position für Proband 1 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert der Faustgelenkrichtung beträgt 32 cm, bei der Hand 32 cm, beim Ellbogen 61 cm, bei der Schulter 76 cm, bei der Hüfte 83 cm, beim Knie 66 cm, beim Sprunggelenk 73 cm und beim Fuß 59 cm.

Tab. 30: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X= Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	X	Min	Max	σ
R. Faust	10	.32	-0.07	.60	.26
R. Hand	10	.36	.02	.63	.25
R. Ellbogen	10	.61	.2	.89	.25
R. Schulter	10	.76	.51	.98	.17
R. Hüfte	10	.83	.69	.97	.11
R. Knie	10	.66	.44	.87	.15
R. Sprung	10	.73	.53	.96	.17
R. Fuß	10	.59	.39	.82	.18

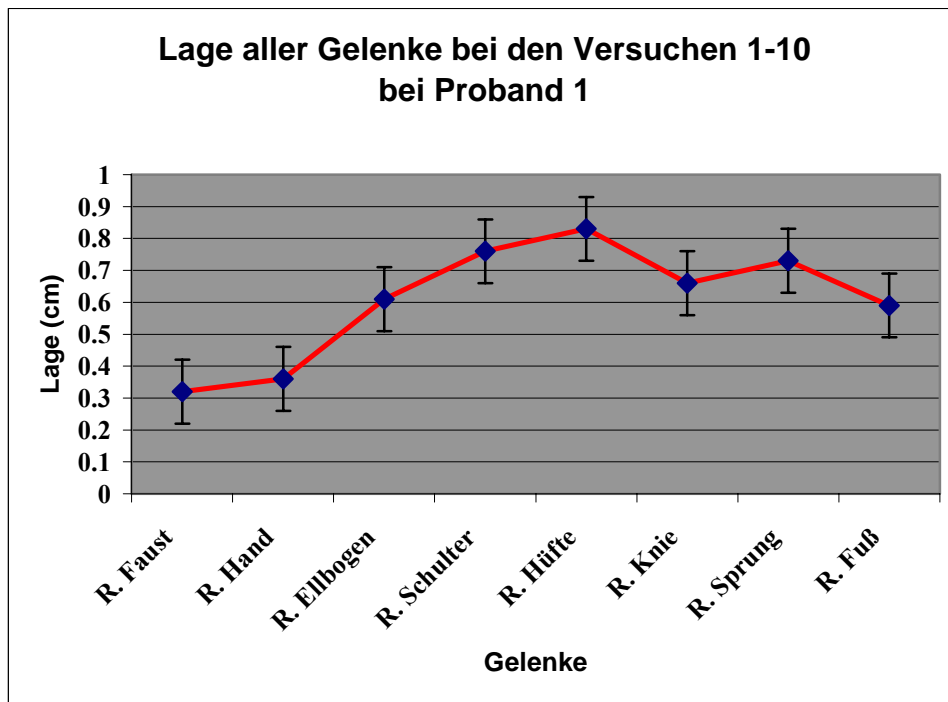


Abb. 97: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 1.

Abbildung 97 zeigt für Proband 1 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 2:

Tabelle 31 zeigt die Position für Proband 2 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert der Faustgelenkrichtung beträgt 66 cm, bei der Hand 69 cm, beim Ellbogen 91 cm, bei der Schulter 1.04 m, bei der Hüfte 1.00 m, beim Knie 64 cm, beim Sprunggelenk 87 cm und beim Fuß 92 cm.

Tab. 31: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	X	Min	Max	σ
L. Faust	10	.66	.36	.83	.17
L. Hand	10	.69	.40	.86	.16
L. Ellbogen	10	.91	.60	1.1.09	.17
L. Schulter	10	1.04	.82	1.19	.13
L. Hüfte	10	1.00	.91	1.10	.06
L. Knie	10	.64	.46	.82	.12
L. Sprung	10	.87	.77	.99	.08
L. Fuß	10	.92	.81	1.06	.09

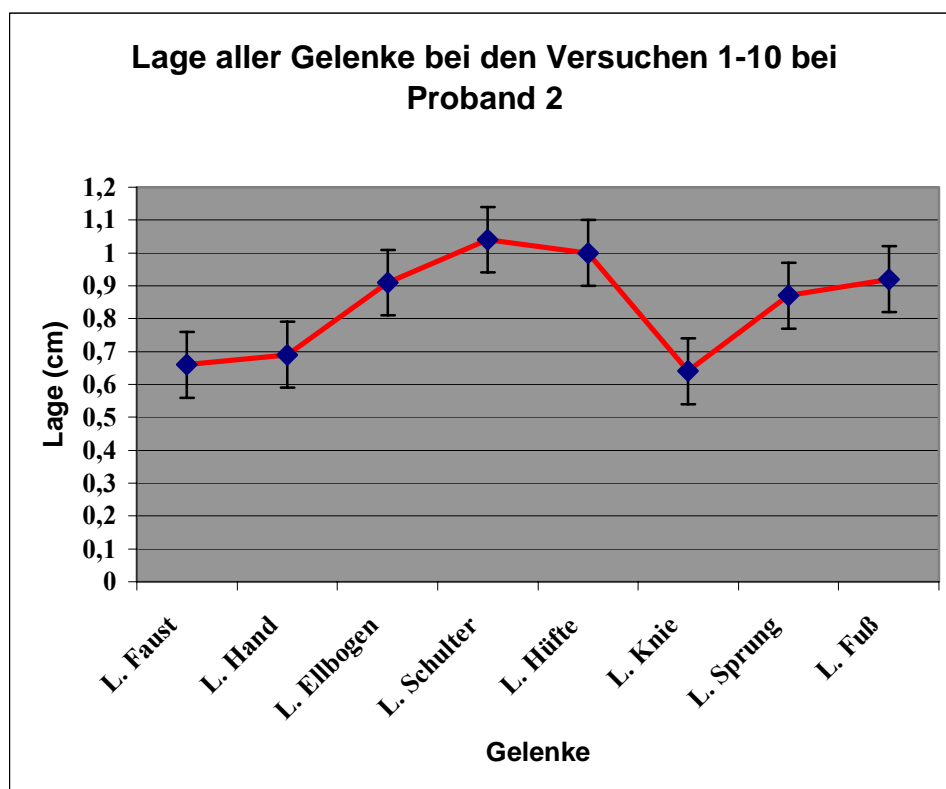


Abb. 98: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 2.

Abbildung 98 zeigt für Proband 2 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 3:

Tabelle 32 zeigt die Position für Proband 3 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert der Faustgelenkrichtung beträgt 66 cm, bei der Hand 69 cm, beim Ellbogen 92 cm, bei der Schulter 1.04 m, bei der Hüfte 1.02 m, beim Knie 86 cm, beim Sprunggelenk 91 cm und beim Fuß 80 cm.

Tab. 32: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	X	Min	Max	σ
L. Faust	10	.66	.36	.82	.16
L. Hand	10	.69	.40	.86	.16
L. Ellbogen	10	.92	.61	1.09	.17
L. Schulter	10	1.04	.83	1.19	.13
L. Hüfte	10	1.02	.92	1.11	.06
L. Knie	10	.86	.75	.98	.07
L. Sprung	10	.91	.80	1.05	.09
L. Fuß	10	.80	.71	.92	.09

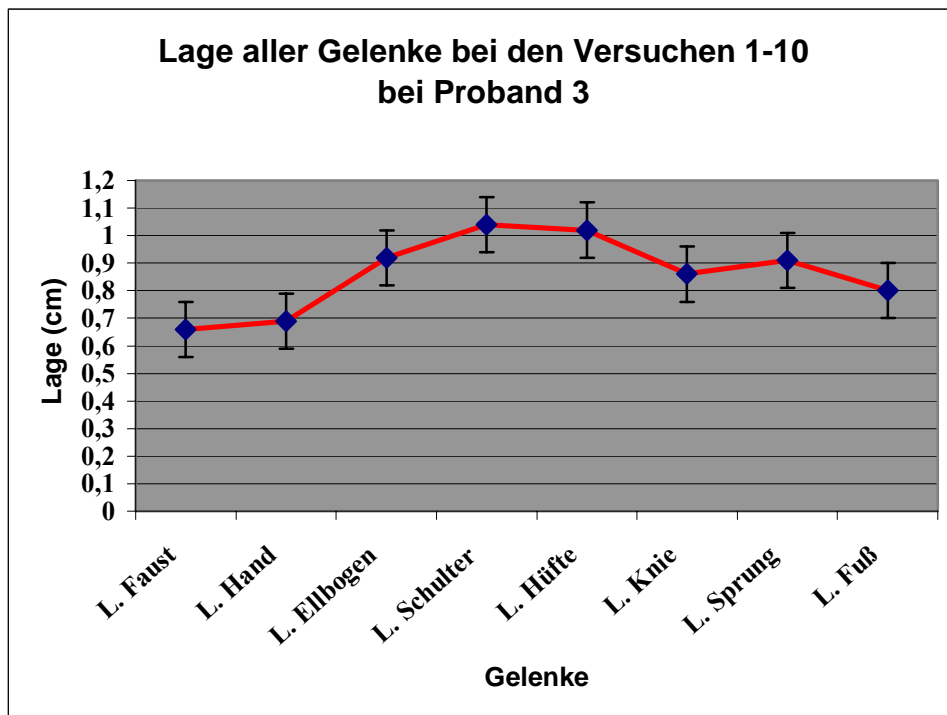


Abb. 99: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 3.

Abbildung 99 zeigt für Proband 3 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 4:

Tabelle 33 zeigt die Position für Proband 4 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert der Faustgelenkrichtung beträgt 28 cm, bei der Hand 32 cm, beim Ellbogen 46 cm, bei der Schulter 74 cm, bei der Hüfte 84 cm, beim Knie 60 cm, beim Sprunggelenk 61 cm und beim Fuß 46 cm.

Tab. 33: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	MW	Min	Max	St.d
R. Faust	10	.28	-.07	.65	.26
R. Hand	10	.32	.001	.65	.25
R. Ellbogen	10	.46	.18	.84	.26
R. Schulter	10	.74	.50	.98	.18
R. Hüfte	10	.84	.69	1.05	.13
R. Knie	10	.60	.44	.85	.16
R. Sprung	10	.61	.52	.95	.15
R. Fuß	10	.46	.36	.80	.15

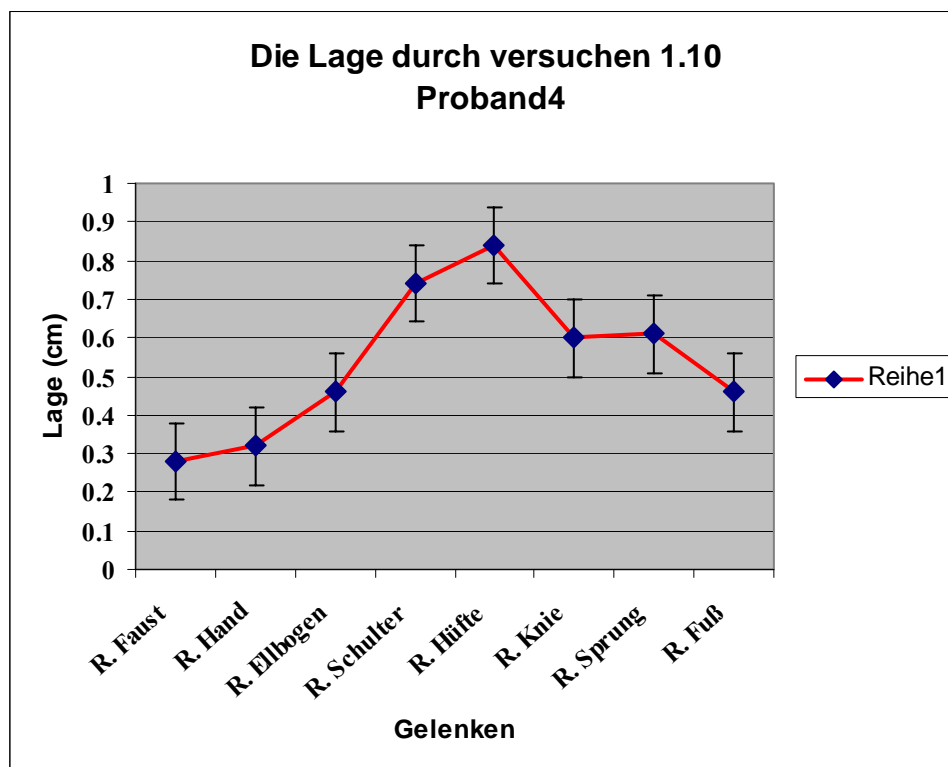


Abb. 100: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 4.

Abbildung 100 zeigt für Proband 4 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 5

Tabelle 34 zeigt die Position für Proband 5 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert der Faustgelenkrichtung beträgt 62 cm, bei der Hand 66 cm, beim Ellbogen 68 cm, bei der Schulter 1.06 m, bei der Hüfte 1.17 m, beim Knie 94 cm, beim Sprunggelenk 93 cm sowie beim Fuß 81 cm.

Tab. 34: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	MW	Min	Max	St.d
R. Faust	10	.62	.33	.94	.24
R. Hand	10	.66	.37	.97	.23
R. Ellbogen	10	.86	.61	1.15	.21
R. Schulter	10	1.06	.88	1,26	.13
R. Hüfte	10	1.17	1.06	1.32	.08
R. Knie	10	.94	.81	1.11	.09
R. Sprung	10	.93	8.3	1.14	.11
R. Fuß	10	.81	.70	1.03	.12

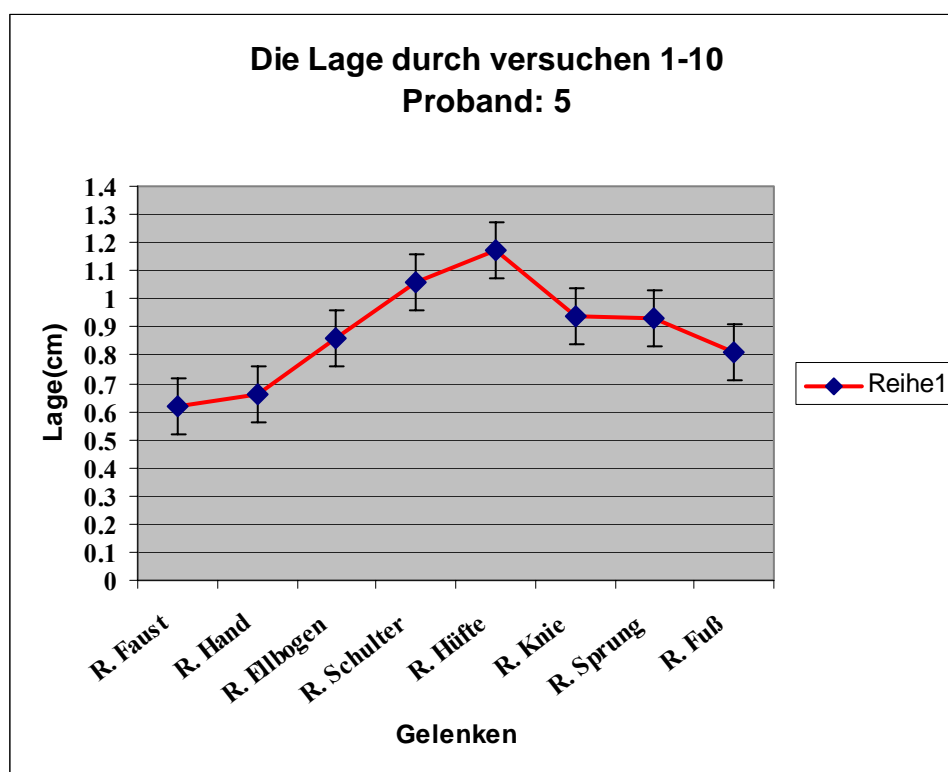


Abb. 101: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 5.

Abbildung 101 zeigt für Proband 5 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 6

Tabelle 35 zeigt die Position für Proband 6 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert der Faustgelenkrichtung beträgt 69 cm, bei der Hand 74 cm, beim Ellbogen 94 cm, bei der Schulter 1.17 m, bei der Hüfte 1.14 m, beim Knie 87cm, beim Sprunggelenk 88 cm und beim Fuß 71 cm.

Tab. 35: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	MW	Min	Max	St.d
R. Faust	10	.69	.36	.98	.23
R. Hand	10	.74	.40	1.02	.23
R. Ellbogen	10	.94	.62	1.25	.23
R. Schulter	10	1.17	.89	1.40	.18
R. Hüfte	10	1.14	1.01	1.30	.08
R. Knie	10	.87	.75	1.06	.09
R. Sprung	10	.88	.73	1.18	.15
R. Fuß	10	.71	.60	1.11	.10

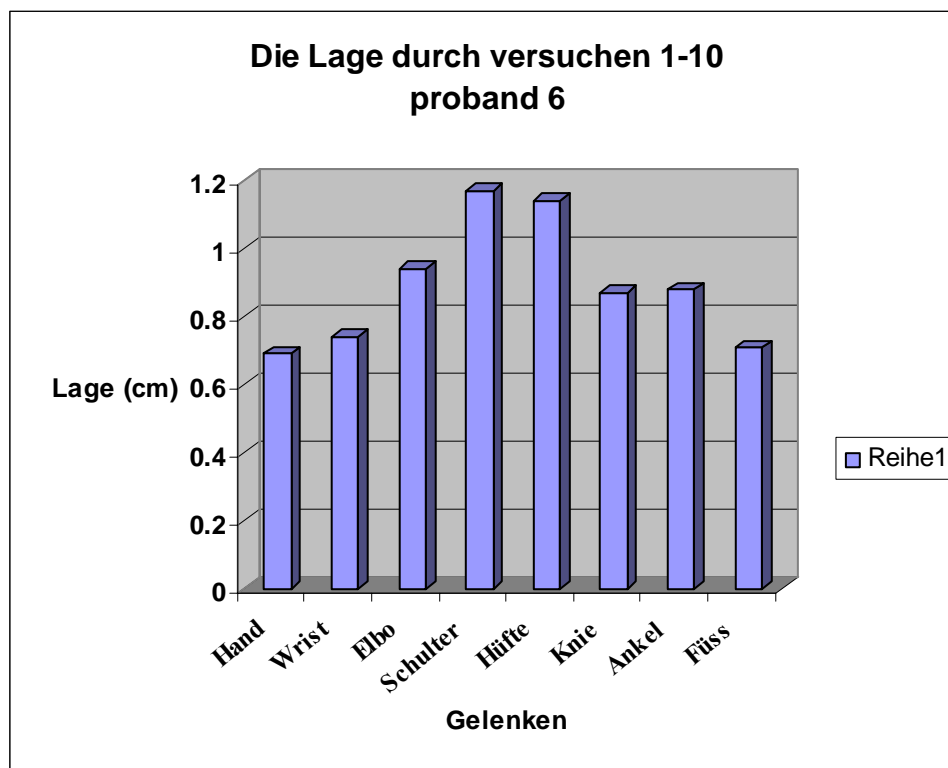


Abb. 102: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 6.

Abbildung 102 zeigt für Proband 6 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Proband 7

Tabelle 36 zeigt die Position für Proband 7 bei 10 Versuchen. N=10, der Mittelwert der Faustgelenkrichtung beträgt 70 cm, bei der Hand 73 cm, beim Ellbogen 92 cm, bei der Schulter 2.61 m, bei der Hüfte 1.08 m, beim Knie 87 cm, beim Sprunggelenk 71 cm sowie beim Fuß 72 cm.

Tab. 36: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)

Gelenke	N	MW	Min	Max	St.d
R. Faust	10	.70	.47	1.0	.18
R. Hand	10	.73	.50	1.02	.18
R. Ellbogen	10	.92	.70	1.21	.18
R. Schulter	10	2.61	.94	140	2.8
R. Hüfte	10	1.08	.91	1.31	.12
R. Knie	10	.87	.68	1.15	.14
R. Sprung	10	.71	.67	.95	.07
R. Fuß	10	.72	.60	.99	.11

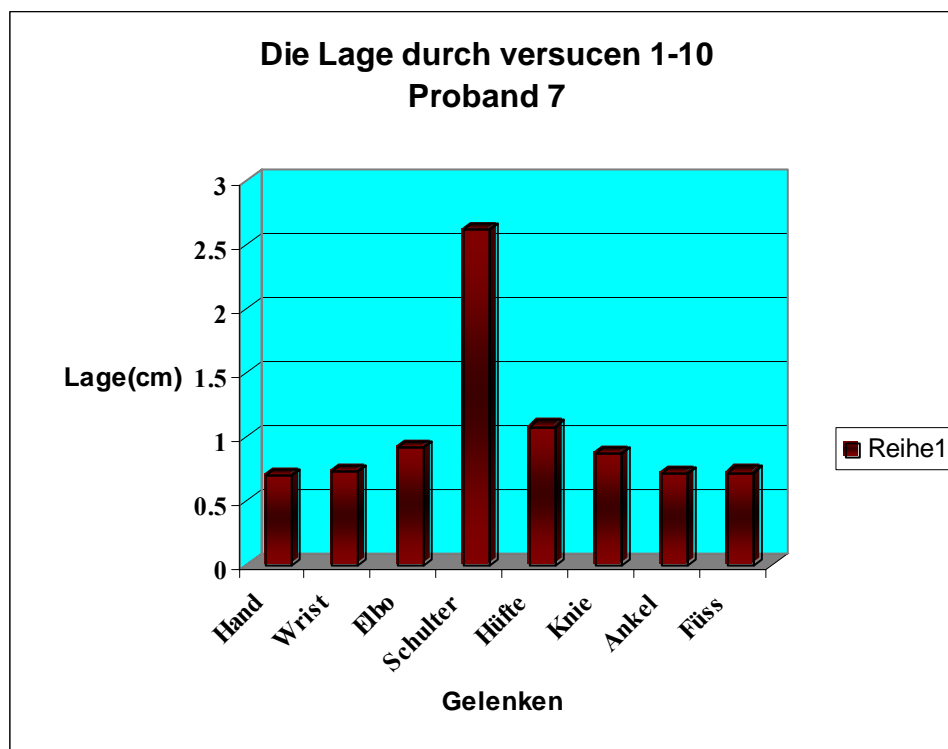


Abb. 103: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 7.

Abbildung 103 zeigt für Proband 7 die Unterschiede in der Beziehung zwischen den Gelenken. Die höchsten Werte bedeuten, dass die Gelenke bei der Übungsausführung mehr benutzt werden.

Korrelation Regration

1. Absolute Geschwindigkeit zwischen den Körpergelenken:

Tabelle 37 zeigt signifikante Korrelationskoeffizienten nach Pearson zwischen dem Handgelenk und der Faust, Ellbogen, Schulter, Hüfte, Knie, Sprunggelenk und Fuß. Faustgelenke und Ellbogen, Schulter, Hüfte, Knie, Sprunggelenk und Fuß. Ellbogengelenk und Schulter, Hüfte, Knie, Sprunggelenk und Fuß. Schultergelenk und Hüfte, Knie, Sprunggelenk und Fuß. Hüftgelenk und Knie, Sprunggelenk und Fuß. Kniegelenk und Sprunggelenk sowie Fuß. Sprunggelenk und Fuß.

Tab. 37: Signifikante Korrelation ($P < 0.5$) zwischen Hand-Faust-Ellbogen-Schulter-Hüfte-Sprunggelenk-Fuß

Gelenke	Faust	Hand	Ellbogen	Schulter	Hüfte	Knie	Sprung	Fuß
Faust	1.00	.93	.89	.68	.74	.68	.80	.82
Hand		1.00	.96	.76	.85	.73	.85	.87
Ellbogen			1.00	.78	.88	.73	.87	.88
Schulter				1.00	.83	.65	.81	.75
Hüfte					1.00	.74	.86	.77
Knie						1.00	.71	.62
Sprung							1.00	.87
Fuß								1.00

Tabelle 37 zeigt die Korrelation nach Pearson.

1. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenk und Faust.
2. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenk und Ellbogen.
3. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenk und Schulter.
4. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenk und Hüfte.
5. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenk und Knie.
6. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Hand- und Sprunggelenk.
7. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenk und Fuß.

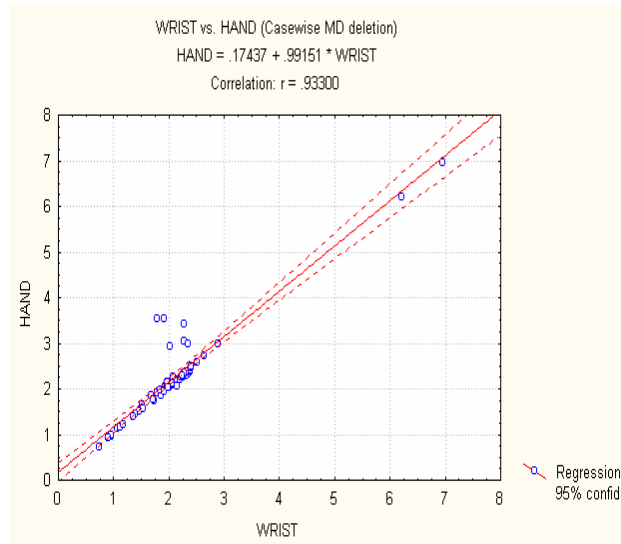


Abb. 104: Korrelation zwischen Hand- und Faustgelenk.

2. Relative Geschwindigkeit zwischen den Körpergelenken:

Tabelle 38 zeigt signifikante Korrelationskoeffizienten nach Pearson zwischen dem Handgelenk und der Faust, Ellbogen, Schulter, Hüfte, Knie und Sprunggelenk.

Tab. 38: Signifikante Korrelation ($P < 0.5$) zwischen Hand-Faust-Ellbogen-Schulter-Hüfte-Sprunggelenk

Gelenke	Faust	Hand	Ellbogen	Schulter	Hüfte	Knie	Sprung
Faust	1.00	.67	-.01	.02	.04	.15	.32
Hand		1.00	-.16	-.06	-.19	.04	-.10
Ellbogen			1.00	.06	.14	.43	.22
Schulter				1.00	.77	.14	.00
Hüfte					1.00	.28	.23
Knie						1.00	.04
Sprung							1.00

Tabelle 38 zeigt die Korrelation nach Pearson.

1. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenk und Faust.
2. Es gibt eine negative signifikante Korrelation zwischen Handgelenk und Ellbogen.
3. Es gibt eine negative signifikante Korrelation zwischen Handgelenk und Schulter.
4. Es gibt eine negative signifikante Korrelation zwischen Handgelenk und Hüfte.
5. Es gibt eine negative signifikante Korrelation zwischen Handgelenk und Knie.
6. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Hand- und Sprunggelenk.

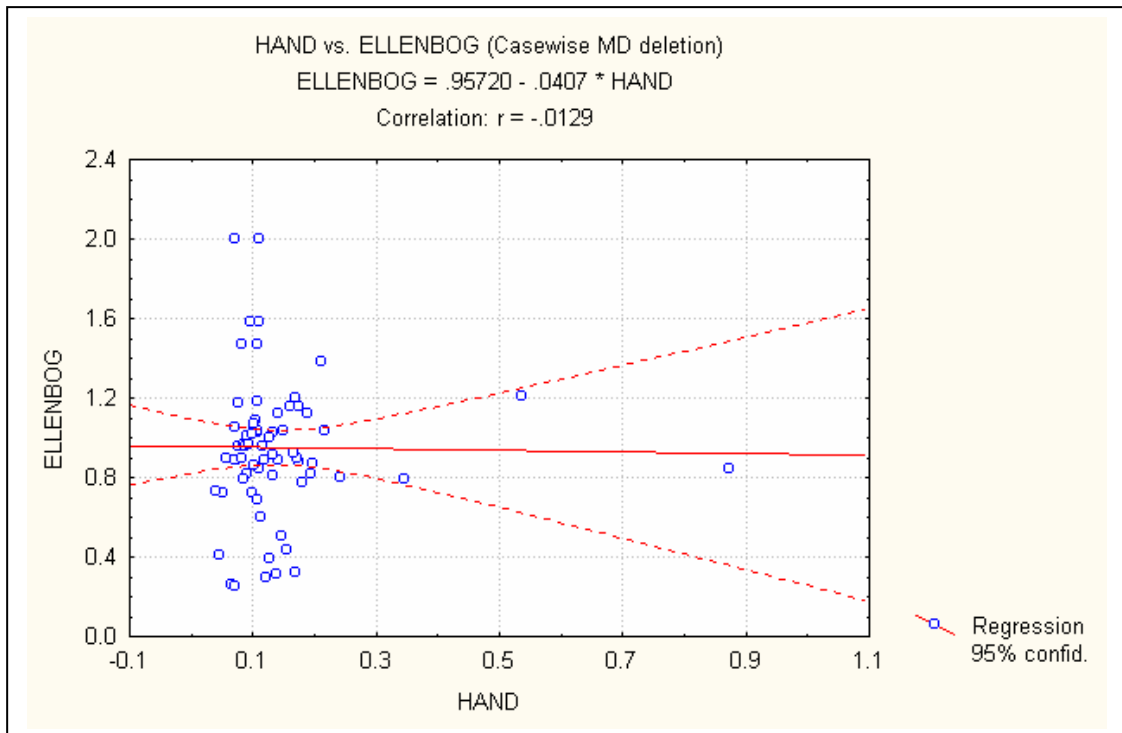


Abb. 105: Korrelation zwischen Hand- und Sprunggelenk.

3. Körperwinkel zwischen den Körpergelenken:

Tabelle 39 zeigt signifikante Korrelationskoeffizienten nach Pearson zwischen dem Handgelenk und Hand, Ellbogen, Schulter, Hüfte, Knie und Sprunggelenk.

Tab. 39: Signifikante Korrelation ($P < 0.5$) zwischen Hand-Faust-Ellbogen-Schulter-Hüfte-Sprunggelenk

Gelenke	Hand	Ellbogen	Schulter	Hüfte	Knie	Sprung
Hand	1.00	.58	.09	.04	-.35	.57
Ellbogen		1.00	.41	-.8	-.36	.53
Schulter			1.00	.51	-.57	.30
Hüfte				1.00	.71	.25
Knie					1.00	.41
Sprung						1.00

1. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkwinkel und Ellbogenwinkel.
2. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkwinkel und Kniewinkel.
3. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkwinkel und Sprunggelenkwinkel.
4. Es gibt eine negative signifikante Korrelation zwischen Handgelenkwinkel und Schulterwinkel.
5. Es gibt eine negative signifikante Korrelation zwischen Handgelenkwinkel und Hüftwinkel.
6. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Ellbogengelenkwinkel und Schulterwinkel.
7. Es gibt eine negative signifikante Korrelation zwischen Kniegelenkwinkel und Ellbogenwinkel.
8. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Sprunggelenkwinkel und Ellbogenwinkel.
9. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Hüftgelenkwinkel und Kniewinkel.
10. Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Hüftgelenkwinkel und Sprungwinkel.

Gesamtergebnis aller Probanden

N= 70

1. Absolute Geschwindigkeit

Tabelle 40 zeigt die Anzahl der Versuche, die Körpergelenke, die Mittelwerte der schnellsten Gelenkgeschwindigkeiten sowie die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenkgeschwindigkeiten und aller Probanden.

Tab. 40: Beschreibende Statistik der Höhe der Mittelwerte, der Gelenke sowie die Standardabweichung (σ)

Gelenke	N	X	Min	Max	σ
Faust	70	2.24	.735	6.95	.95
Hand	70	2.02	.739	6.95	.89
Ellbogen	70	1.98	.753	6.98	.95
Schulter	70	1.36	.393	7.38	1.23
Hüfte	70	1.03	.280	8.13	1.16
Knie	70	1.12	.288	7.08	.77
Sprung	70	2.15	.204	7.77	1.09
Fuß	70	2.14	.333	7.72	1.18



Abb. 106: Die Beziehung zwischen Minimum und Maximum der schnellsten Gelenke für 70 Versuche.

2. Relative Geschwindigkeit

N=70

Tabelle 41 zeigt die Anzahl der Versuche, die Körpergelenke, die Mittelwerte der höchsten relativen Geschwindigkeit sowie die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenkrelativgeschwindigkeit und der aller Probanden(70 Versuche).

Tab. 41: Beschreibende Statistik der Höhe der Mittelwerte, der Gelenke sowie die Standardabweichung (σ)

Gelenke	N	X	Min	Max	σ
Faust	70	.13	.04	.87	.11
Hand	70	.49	.08	2.42	.36
Ellbogen	70	.85	.24	1.99	.35
Schulter	70	.69	.07	4.12	.48
Hüfte	70	.50	.16	4.47	.51
Knie	70	1.19	.34	2.04	.43
Sprung	70	.22	.02	1.45	.28

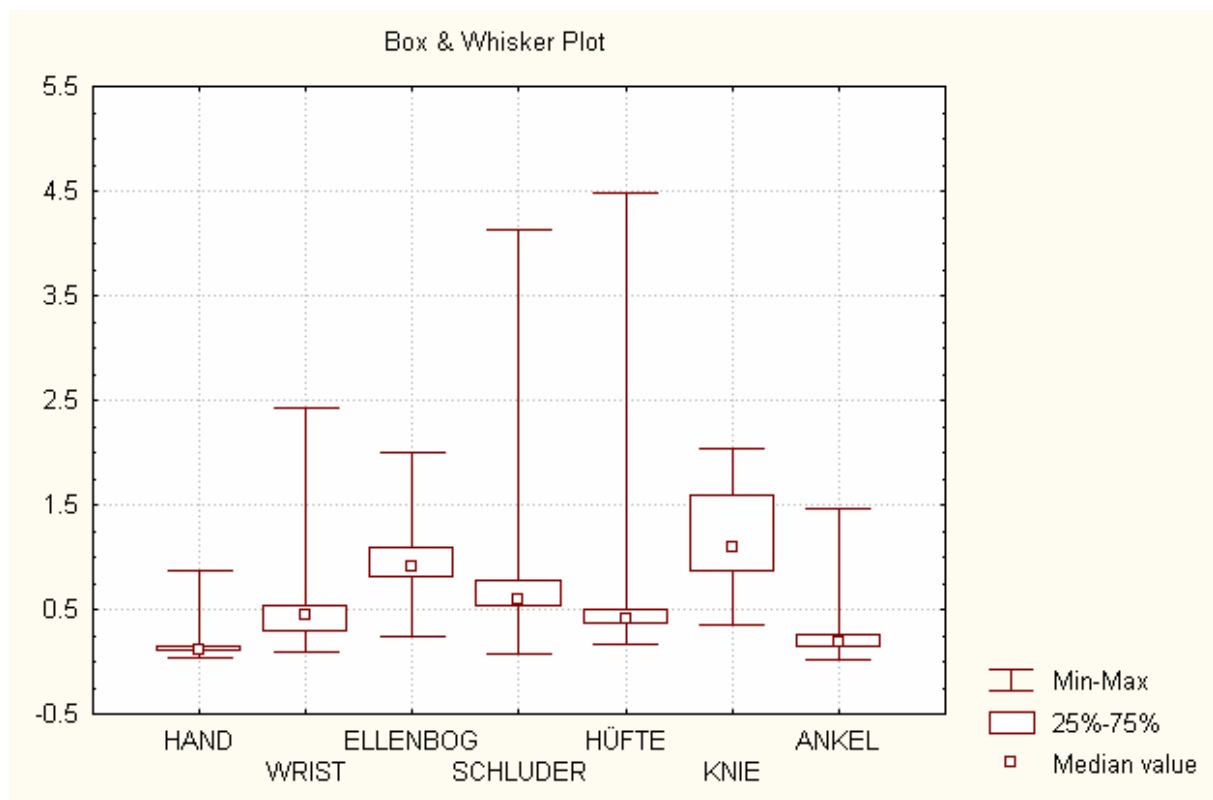


Abb. 107: Die Beziehung zwischen Minimum und Maximum der schnellsten Gelenke bei 70 Versuchen.

3. Körpergelenkwinkel

N=70

Tabelle 42 zeigt die Anzahl der Versuche, die Körpergelenke, die Mittelwerte der schnellsten Körpergelenkwinkel sowie die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Körpergelenkwinkel und aller Probanden(70 Versuche).

Tab. 42: Beschreibende Statistik der Höhe der Mittelwerte, der Gelenke sowie die Standardabweichung (σ)

Gelenke	N	X	Min	Max	σ
Hand	70	172.18	157.70	179.44	5.14
Elbo	70	164.29	113.89	179.07	12.60
Schulter	70	111.81	83.94	134.33	13.16
Hüfte	70	140.15	120.77	160.31	9.52
Knie	70	153.29	129.53	167.40	9.89
Sprung	70	123.12	92.92	141.31	9.50

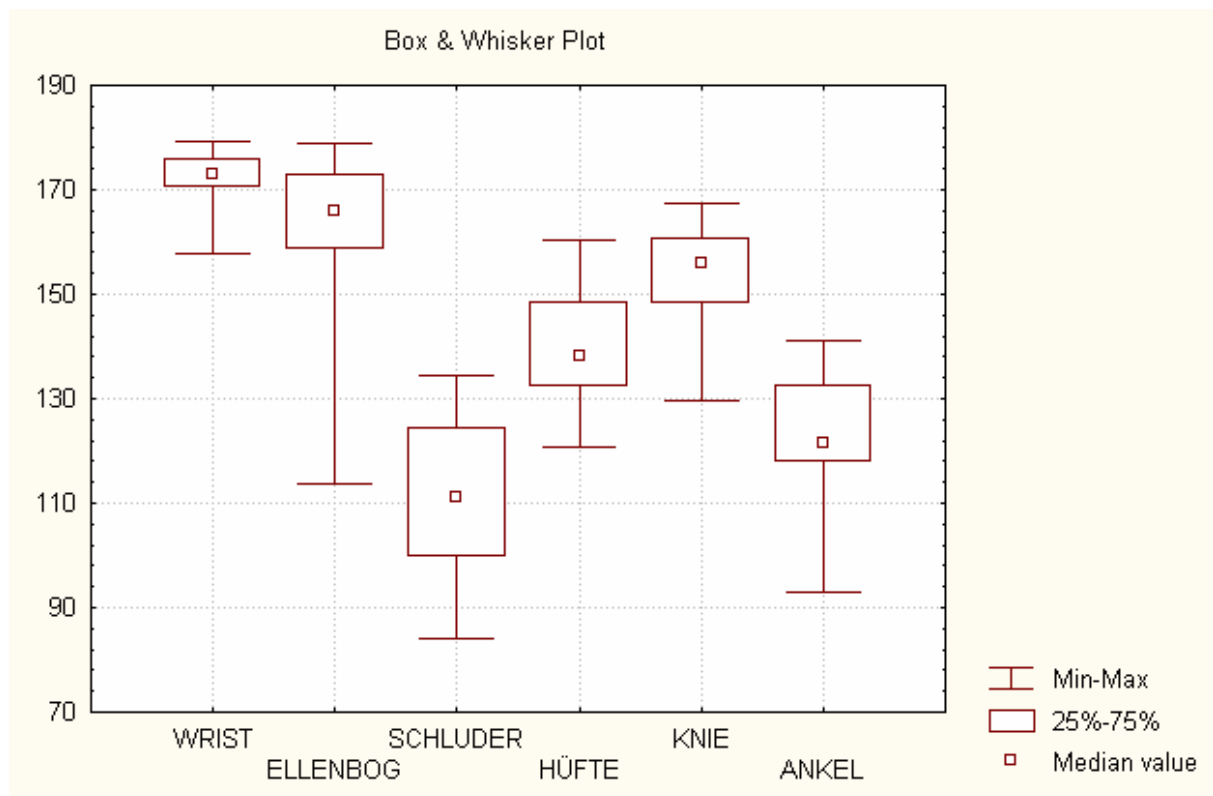


Abb. 108: Die Beziehung zwischen Minimum und Maximum der schnellsten Gelenke bei 70 Versuchen.

4. Die Lage (Position der Flugbahn)

N=70

Tabelle 43 zeigt die Anzahl der Versuche, die Körpergelenke, die Mittelwerte der schnellsten Position der Flugbahn sowie die Beziehung zwischen den Mittelwerten der höchsten Position der Flugbahn und aller Probanden (70 Versuche).

Tab. 43: Beschreibende Statistik der Höhe der Mittelwerte, der Gelenke sowie die Standardabweichung (σ)

Gelenke	N	X	Min	Max	σ
Faust	70	.83	.5211	1.21	.174
Hand	70	.86	.5604	1.23	.170
Elbo	70	1.08	.8124	1.49	.159
Schulter	70	1.19	.9070	1.60	.173
Hüfte	70	1.16	.7982	1.57	.159
Knie	70	.98	.5720	1.46	.158
Sprung	70	1.05	.8168	1.48	.128
Fuß	70	.94	.7324	1.38	.139

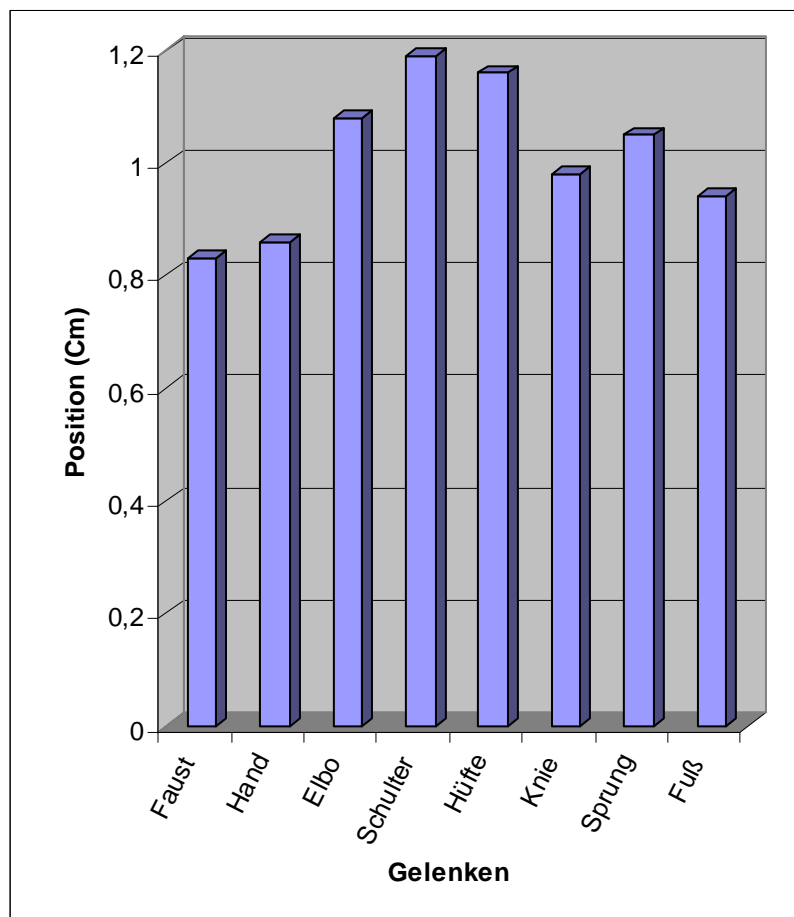


Abb. 109: Die Beziehung zwischen Minimum und Maximum der schnellsten Gelenke bei 70 Versuchen.

Beschreibung der Technik des Kizami-zuki

In diesem Abschnitt werden die technischen Phasen der Ausführung der Technik Kizami-zuki durch die mechanischen Variablen bei jeder Ausführungsphase erklärt. Die Ausführung dieser Technik besteht aus drei Phasen:

- **Vorbereitungsphase:** In dieser Phase muss der Sportler wissen, wo und wann er die nächste Phase ausführen soll, weil diese Phase sich eng mit dem Ziel der Technik verbindet. Außerdem wird sie ausgeführt, um von der Vorbereitung für die Hauptphase zu profitieren. (Siehe ab 110)



Vorbereitungsphase

Abb. 110: zeigt der Technik Phase (Hauptphase)

- **Hauptphase:** Hier wird das Ziel der Technik (Zielen des Schlages) erreicht. Nach (ROTH/ WILLIMCZIK 1999) bildet die Vorbereitungsphase die **Ursache**, während die Hauptphase das **Resultat** bildet. (Siehe ab 111)



Hauptphase

Abb. 111: zeigt der Technik Phase (Hauptphase)

- **Endphase:** In dieser Phase hält der Körper sein Gleichgewicht nach den zwei vorherigen Phasen. (Siehe ab 112)



Endphase

Abb. 112: zeigt der Technik Phase (Endphase)

Diese Beschreibung hilft dabei die Details der Technik zu erkennen. Damit kennen sowohl der Trainer als auch der Athlet die passende Beschreibung der Technik und konzentrieren sich in der Trainingseinheit auf die Wirkungselemente bei dieser Technik (Geschwindigkeit, Energie, Gelenkwinkel...).

1. Handgeschwindigkeit:

Vorbereitungsphase (0 – 0.21 s):

Der Schlagarm bewegt sich nach vorne. In dieser Bewegung beträgt die initiale Geschwindigkeit – 0.32 m/s zum Zeitpunkt 0.02 s. Die Handgeschwindigkeit verändert sich sinusförmig bis zum Zeitpunkt 0.12 s. Zu diesem Zeitpunkt hat sie 0.8 m/s erreicht. Diese Geschwindigkeit sinkt zuerst und steigt danach zum Zeitpunkt 0.13 s auf 0.20 m/s. Die sinkende Höchstgeschwindigkeit beträgt 0.09 m/s. Diese fällt zu dem Zeitpunkt, bevor der Spieler den Schlag ausführt. Außerdem erreichen die Handgelenke eine sinkende Geschwindigkeit in der Entgegengesetzten Richtung des Schlages, d.h., die Hand braucht

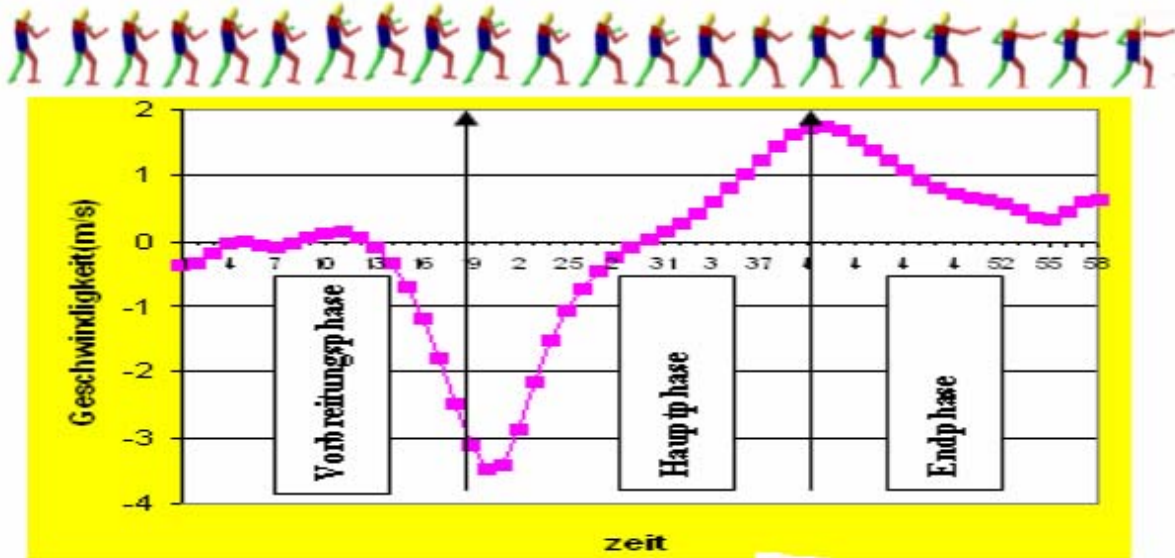


Abb. 113: Technikphase bei der Handgeschwindigkeit.

diese sinkende Geschwindigkeit, damit sie danach eine steigende Geschwindigkeit erreichen kann, um in die Hauptphase kommen zu können.

Hauptphase (0.22 – 0.41 s):

Die Handgeschwindigkeit steigt vor dem Schlag an und beträgt – 2.85 m/s zum Zeitpunkt 0.22 s. Dann steigt sie durch die Schlagrichtung auf die X-Achse und beträgt 0.13 m/s zum Zeitpunkt 0.33 s. Zum Zeitpunkt 0.41 s wird mit 1.73 m/s der Höchstwert der Handgeschwindigkeit erreicht.

Endphase (0.42 – 0.50 s):

Nach dem Schlag sinkt die Handgeschwindigkeit, sie beträgt 1.66 m/s zum Zeitpunkt 0.42 s. Um die Körpergeschwindigkeit zum Zeitpunkt 0.44 s zu erreichen, beträgt die Geschwindigkeit 1.3 m/s. Am Ende dieser Phase zum Zeitpunkt 0.50 s beträgt die Handgeschwindigkeit 0.65 m/s.

2. Kinetische Energie:

Vorbereitungsphase:

Die kinetische Energie beträgt 1.005 J zum Zeitpunkt 0.01 s. Dann nutzt der Körper die kinetische Energie aus, die zum Zeitpunkt 0.10 s 10.06 J beträgt. Danach steigt die kinetische Energie in die Plus-Richtung und beträgt zum Zeitpunkt 0.17 s 62.57 J. Die höchste Energie zum Zeitpunkt 19 s beträgt 68.16 J. Dieses hohe Energieniveau wird erreicht, um die Hauptphase vorzubereiten.

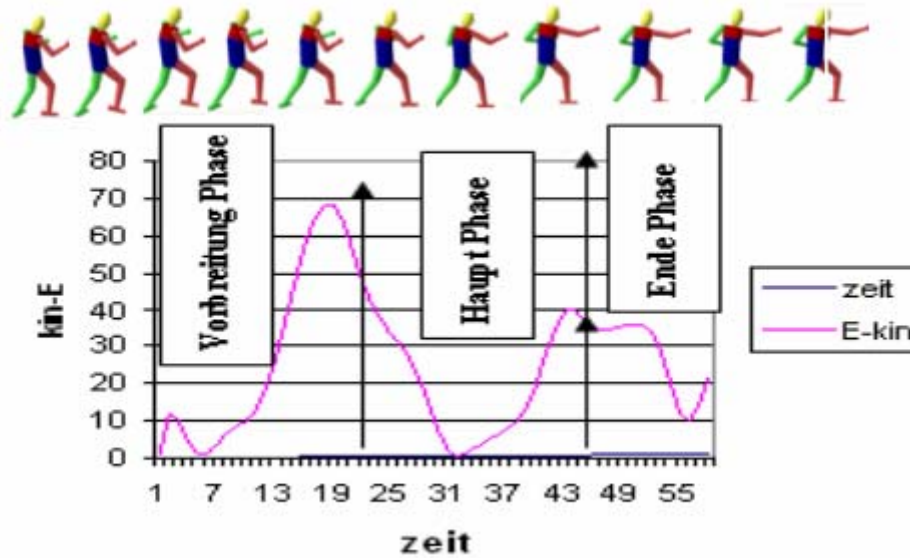


Abb. 114: Kinetische Energie während der Ausführungsphase.

Hauptphase:

In dieser Phase sinkt die kinetische Energie und beträgt 56.21 J zum Zeitpunkt 21 s. Sie sinkt zum Zeitpunkt 0.35 s weiter auf 5.24 J. Danach steigt sie zum Zeitpunkt 0.39 s wieder auf 13.38 J an. Damit nutzt sie die Körperenergie von 27.34 J zum Zeitpunkt 0.41 s.

Endphase:

Sie beginnt zum Zeitpunkt 0.42 s. Die kinetische Energie beträgt hier 35.30 J. Der höchste Energiewert beträgt 39.99 J zum Zeitpunkt 0.44 s. Er sinkt zum Zeitpunkt 0.50 s von 34.59 J auf 35.90 J ab.

3. Körperschwerpunkt

Vorbereitungsphase:

In dieser Phase befindet sich der Körperschwerpunkt in der Mitte der Hüfte mit einem Abstand zum Boden in Höhe von 1,15 m zur X-Achse. Zum Zeitpunkt 0,1 s beträgt der Körperschwerpunkt 93 cm. Dann verlagert sich der Körperschwerpunkt nach vorne. Zum Zeitpunkt 0,10 s beträgt der Körperschwerpunkt 90 cm. Den niedrigsten Wert erreicht er mit 87 cm nach 0,20 s.

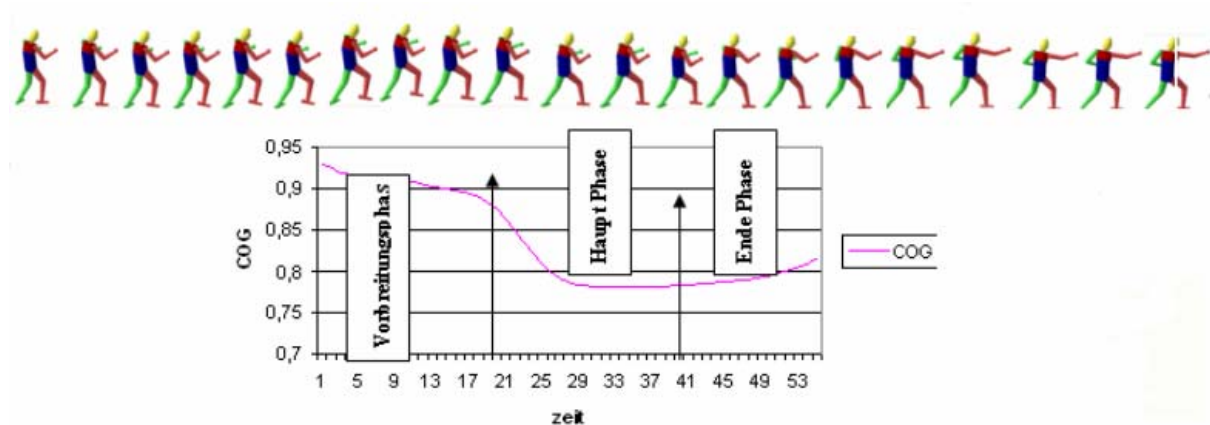


Abb. 115: Körperschwerpunkt während der Ausführungsphase.

Hauptphase:

Diese Phase beginnt nach 0,21 s. Der Körperschwerpunkt beträgt hier 86 cm. In der Zeitspanne von 0,28 s bis 0,41 s bewegt sich der Körperschwerpunkt auf einer Geraden nach vorne und beträgt 0.786 m bzw. 0.783 m.

Endphase:

Diese Phase beginnt bei 0,42 s und dauert bis 0,50 s. Der Körperschwerpunkt bewegt sich in dieser Phase nur wenig, weil er nach dem Schlag fest ist.

4. Winkelveränderungen

4.1 Handgelenk:

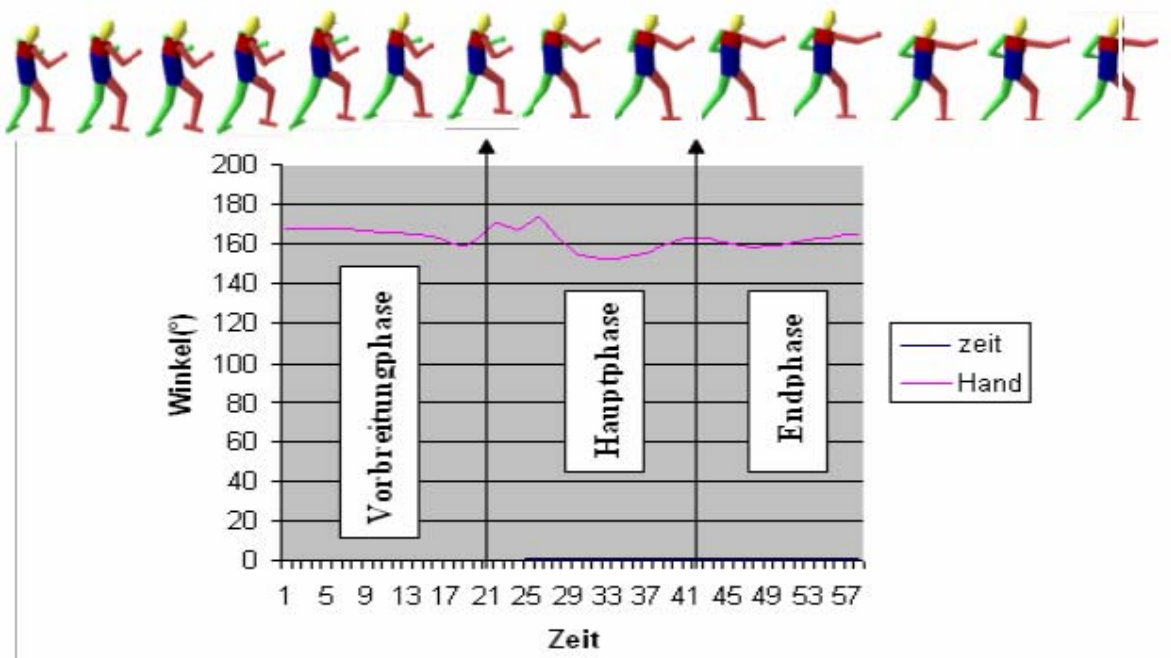


Abb. 116: Winkelveränderung während der Ausführungsphase.

Vorbereitungsphase:

In dieser Phase bleiben die Gelenkwinkel von Hand und Ellenbogen nahe am dem Körper. Der Gelenkwinkel beträgt zum Zeitpunkt 0,1 s 167° . Dann sinkt der Winkel zum Zeitpunkt 0,19 s auf 161° ab. Danach steigt er zum Zeitpunkt 0,21 s auf 167° vor der Schlagphase an.

Hauptphase:

In dieser Phase steigt der Winkel zum Zeitpunkt 0,22 s von 167° auf 170° an. Danach sinkt er auf 152° zum Zeitpunkt 0,33 s ab. Danach steigt er wiederum bei 0,41 s auf 163° an.

Endphase:

Zum Zeitpunkt 0,42 s beträgt der Gelenkwinkel 163° . Danach sinkt er zum Zeitpunkt 0,50 s auf seinen niedrigsten Wert von 159° ab.

4.2 Hüftgelenk

Vorbereitungsphase:

Der Hüftwinkel in dieser Phase beträgt zum Zeitpunkt 0,1 s $137,37^\circ$. Danach verkleinert sich der Winkel zum Zeitpunkt 0,2 s auf $126,5^\circ$. Dann steigt er als Vorbereitung auf die nächste Phase wiederum auf $127,7^\circ$ an.

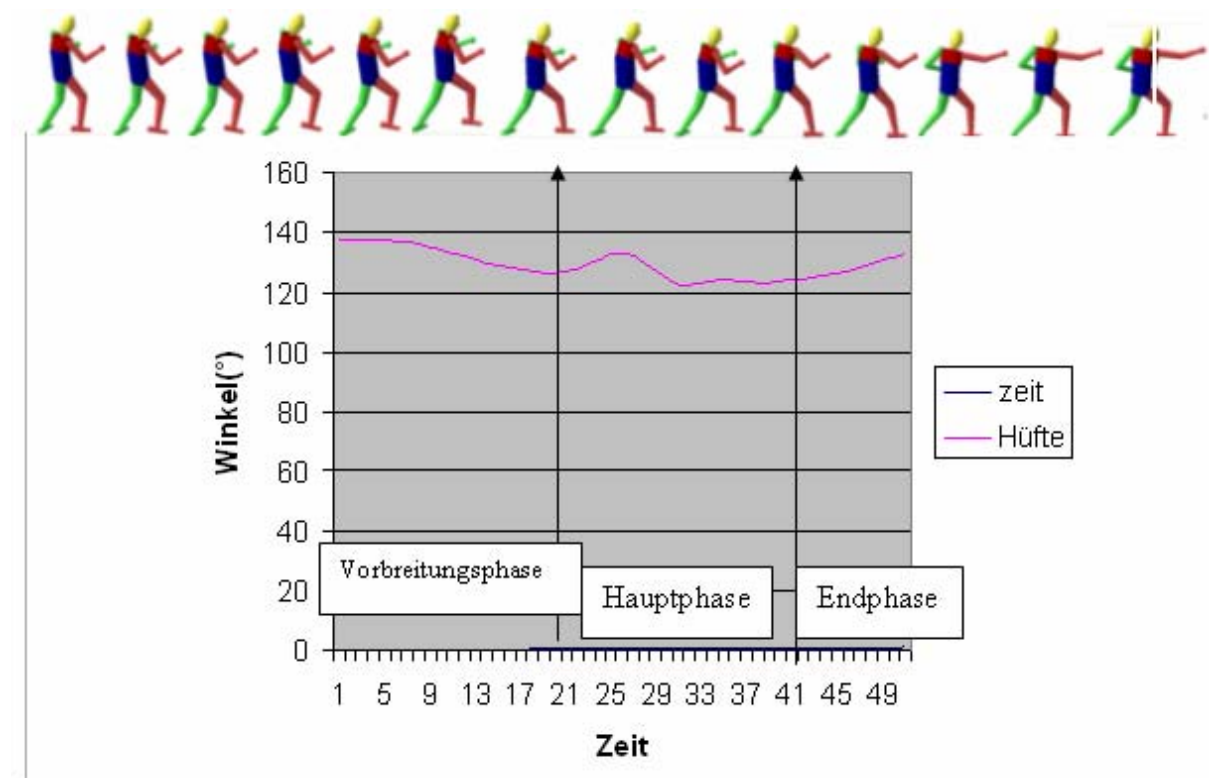


Abb. 117: Winkelveränderung während der Ausführungsphase.

Hauptphase:

In dieser Phase steigt der Hüftwinkel zum Zeitpunkt 0,27 s auf $132,14^\circ$. Danach sinkt er zum Zeitpunkt 0,32 s nochmals auf $122,11^\circ$. Danach steigt er zum Zeitpunkt 0,41 s auf $123,9^\circ$ an, weil alle Gelenke bereits die nächste Phase vorbereiten.

Endphase:

In dieser Phase steigt der Hüftwinkel zum Zeitpunkt 0,50 s von $125,1^\circ$ auf $131,8^\circ$ wegen der Stabilität des ganzen Körpers an.

4.3 Kniegelenke:

Vorbereitungsphase:

In dieser Phase beträgt der Kniewinkel bei gebeugtem Knie $139,1^\circ$ zum Zeitpunkt $0,1$ s. Danach bewegt sich ein Bein einen Schritt nach vorne, wobei der Kniewinkel zum Zeitpunkt $0,21$ s $130,5^\circ$ beträgt.

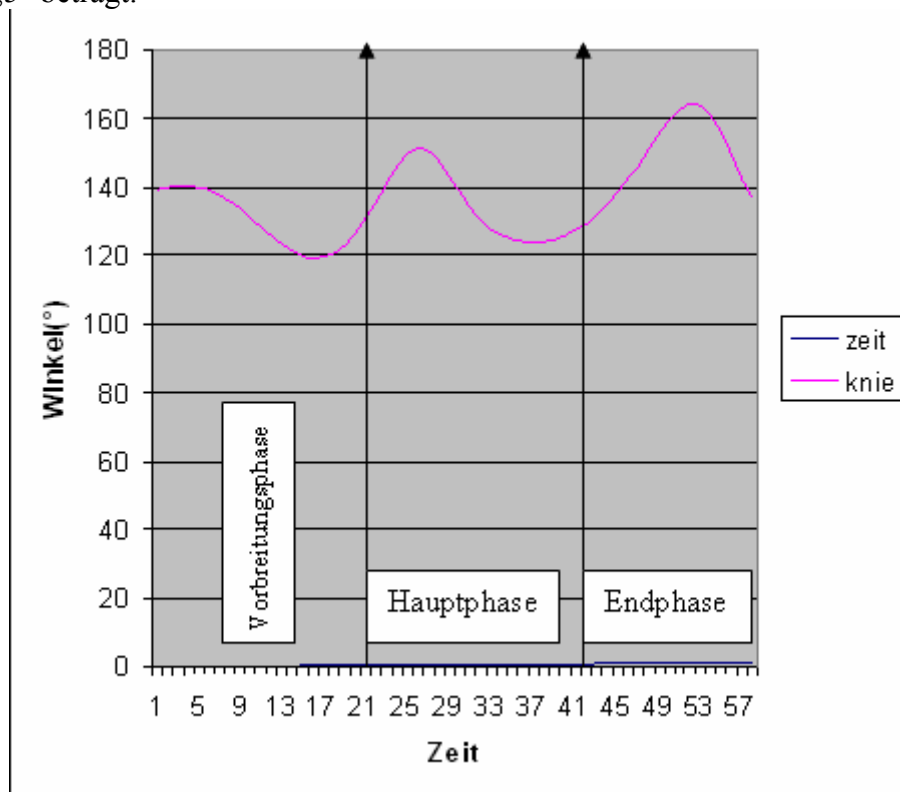


Abb. 118: Winkelveränderung während der Ausführungsphase.

Hauptphase:

In dieser Phase steigt der Kniewinkel zum Zeitpunkt $0,27$ s auf $150,6^\circ$ an. In diesem Moment führen die Hand- und Fußgelenke einen Schlag nach vorne aus. Danach sinkt der Kniewinkel zum Zeitpunkt $0,38$ s auf $123,8^\circ$ ab. Danach beträgt er zum Zeitpunkt $0,41$ s $125,5^\circ$. In diesem Moment ist der Schlag bereits erfolgt.

Endphase:

Der Kniewinkel steigt in dieser Phase zum Zeitpunkt $0,50$ s auf $159,5^\circ$ an.

5. Gelenkflugbahn

5.1 Handflugbahn:

Vorbereitungsphase:

Die Flugbahn beträgt hier zum Zeitpunkt 0,1 s 0,99 m. Danach sinkt die Flugbahn zum Zeitpunkt 0,21 s auf 0,95 m in Vorbereitung der Schlagphase.

Hauptphase:

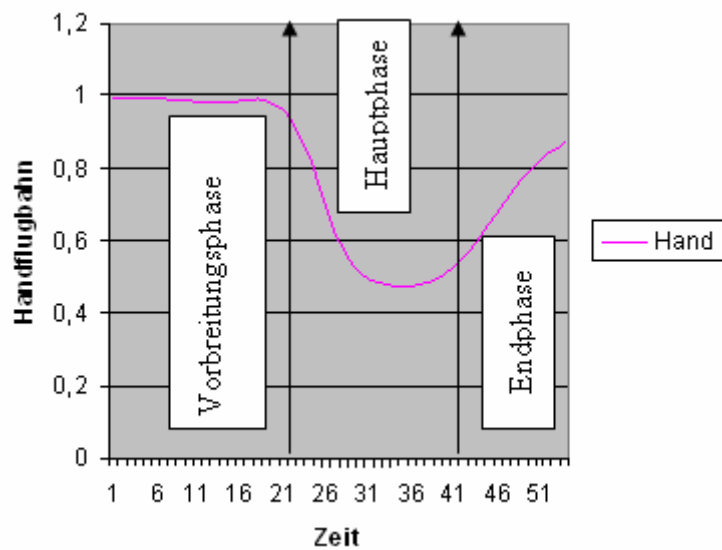


Abb. 119: Handflugbahn während der Ausführungsphase.

In dieser Phase bewegt sich die Flugbahn zum Zeitpunkt 0,30 s mit 0,51 m. Danach beträgt sie zum Zeitpunkt 0,38 s 0,48 m und erreicht am Ende dieser Phase zum Zeitpunkt 0,41 s 0,52 m.

5.2 Hüftflugbahn:

Vorbereitungsphase:

In dieser Phase bewegt sich die Hüfte zum Zeitpunkt 0,1 s 1,31 m. Die Flugbahn der Hüfte vor der Schlagphase sinkt zum Zeitpunkt 0,11 s auf 1,28 m. Nach 0,16 s erreicht sie 1,24 m.

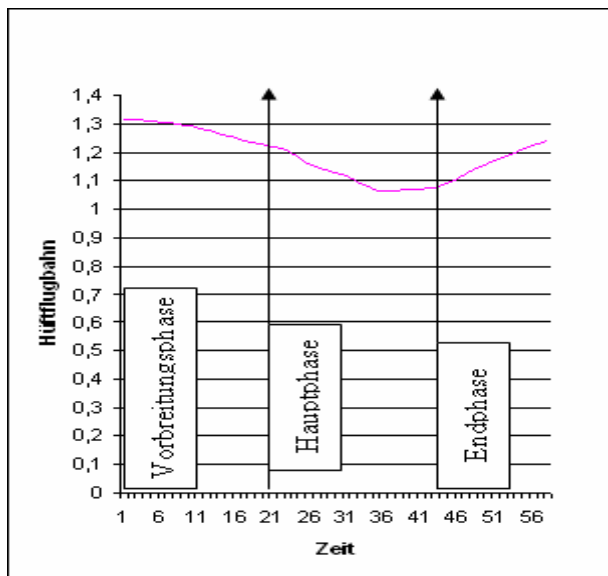


Abb. 120: Hüftflugbahn in der Ausführungsphase.

Hauptphase:

Hier sinkt die Flugbahn des Hüftgelenks zum Zeitpunkt 0,34 s auf 1,07 m ab. Dann bewegt sie sich in einer geraden Linie während der Zeitspanne von 0,35 s bis 0,41 s und erreicht 1,07 m.

Endphase:

Die Flugbahn steigt zum Zeitpunkt 0,45 s auf 1,09 m. Danach beträgt ihre Entfernung am Ende dieser Phase bei 0,51 s 1,17 m.

5.3 Knieflugbahn:

Vorbereitungsphase:

In dieser Phase sinkt die Flugbahn zum Zeitpunkt 0,1 s auf 1,16 m. Dann beträgt sie zum Zeitpunkt 0,18 s 1,0 m. Zum Zeitpunkt des Schlages bei 0,21 s sinkt sie auf 0,91 m ab.

Hauptphase:

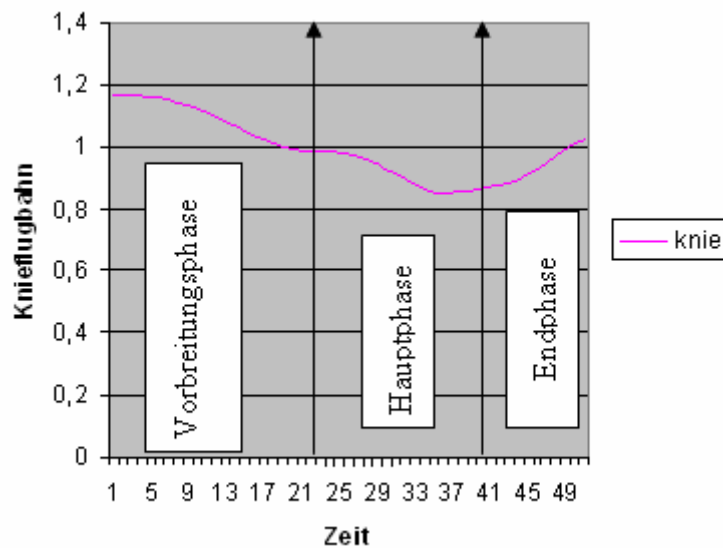


Abb. 121: Knieflugbahn während der Ausführungsphase.

In dieser Phase sinkt die Flugbahn ebenfalls und erreicht ihren niedrigsten Wert mit 0,82 m zum Zeitpunkt 0,36 s. Danach steigt sie wieder an auf 0,86 m zum Zeitpunkt 0,41 s.

Endphase:

Diese Phase beginnt bei 0,42 s; die Flugbahn beträgt hier 0,87 m. Dann sinken ihre Werte auf den Level der Vorbereitungsphase zurück und erreichen am Ende dieser Phase zum Zeitpunkt 0,51 s 1,0 m.

Multiple Regression für die Handgeschwindigkeit

Abb. 120 zeigt die multiple Regression für die Handgeschwindigkeit. Die Faustgelenke haben einen Katalysator in Höhe von 88 Einheiten für die Geschwindigkeit. Die Handgelenke haben einen Katalysator von 1.03 Einheiten, die Ellbogen -.08 Einheiten, die Schulter -.03, die Hüfte -.22, die Knie .059, die Sprunggelenke .155 und die Fußgelenke .055 Einheiten für die Geschwindigkeit.

Multiple Regression Results			
Multiple Regression Results			
Dep. Var. : HAND	Multiple R : .94011899	F = 67.38168	
	R ² : .88382371	df = 7,62	
No. of cases: 70	adjusted R ² : .87070703	p = .000000	
	Standard error of estimate: .343080568		
Intercept: -.053118805	Std.Error: .1472014	t(62) = -.3609	p < .7194
<hr/>			
WRIST beta=1.03	ELLENBOG beta=-.08	SCHLUDER beta=-.03	HÜFTE beta=-.22
KNIE beta=.059	ANKEL beta=.115	FOOT beta=.055	
(significant beta's are highlighted)			

Abb. 122: multiple Regression für die Handgeschwindigkeit.

Zusammenfassung der wichtigen Ergebnisse

Die Technik des Prellstoßes (Kizami-zuki) im Karate dauert 0,4 s.

Die Faustgeschwindigkeit beträgt 2,24 m/s.

Die Handgeschwindigkeit beträgt 2,02 m/s.

Die Ellbogengeschwindigkeit beträgt 1,98 m/s.

Die Schultergeschwindigkeit beträgt 1,36 m/s.

Die Hüftgeschwindigkeit beträgt 1,03 m/s.

Die Kniegeschwindigkeit beträgt 1,12 m/s.

Die Sprunggeschwindigkeit beträgt 2,15 m/s.

Die Füße Geschwindigkeit beträgt 2,14m/s.

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkgeschwindigkeit und Faust (93.)

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkgeschwindigkeit und Ellbogen (89).

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkgeschwindigkeit und Schulter (68).

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkgeschwindigkeit und Hüfte (74).

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkgeschwindigkeit und Knie (68).

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Hand-Geschwindigkeit und Sprunggelenk (80).

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkgeschwindigkeit und Fuß (82).

Der Mittelwert für den Handgelenkwinkel beträgt $172,24^\circ$.

Der Mittelwert für den Ellbogengelenkwinkel beträgt $164,79^\circ$.

Der Mittelwert für den Schultergelenkwinkel beträgt $111,81^\circ$.

Der Mittelwert für den Hüftgelenkwinkel beträgt $140,15^\circ$.

Der Mittelwert für den Kniegelenkwinkel beträgt $153,29^\circ$.

Der Mittelwert für den Sprunggelenkwinkel beträgt $123,12^\circ$.

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkwinkel und Ellbogenwinkel.

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkwinkel und Kniewinkel.

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Handgelenkwinkel und Sprunggelenkwinkel.

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Ellbogengelenkwinkel und Schultergelenkwinkel.

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Sprunggelenkwinkel und Ellbogenwinkel.

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Hüftgelenkwinkel und Kniegelenkwinkel.

Es gibt eine positive signifikante Korrelation zwischen Hüftgelenkwinkel und Sprunggelenkwinkel.

Die Hand hat eine relative Geschwindigkeit von $0,49\text{m/s}$.

Die relative Ellbogengeschwindigkeit beträgt $0,85\text{m/s}$.

Die relative Schultergeschwindigkeit beträgt $0,69\text{m/s}$.

Die relative Hüftgeschwindigkeit beträgt $0,50\text{m/s}$.

Die relative Kniegeschwindigkeit beträgt $1,19\text{m/s}$.

Die relative Sprunggelenkgeschwindigkeit beträgt $0,22\text{m/s}$.

Der Mittelwert für die kinetische Energie beträgt 20 J , für den Körperschwerpunkt $0,76\text{ cm}$ und für die Körperschwerpunktgeschwindigkeit $0,004\text{ m/s}$.

5 Diskussion

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass die wichtigsten Körpergelenke durch mechanische Variablen Einfluss auf die Technikausführung haben. Neben der detaillierten Darstellung der Ergebnisse, die im vorhergehenden Abschnitt in tabellarischer Form erfolgte, soll im Folgenden bei der Diskussion und Interpretation der Schwerpunkt auf die Bewertung der Sachverhalte gelegt werden, die zur Beantwortung der Hypothesen beitragen sollen.

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde die Verfahrensanalyse, die sich auf die Methode bezieht, bearbeitet. Diese Verfahrensanalyse wurde in sieben verschiedene Etappen aufgeteilt:

5.1 *Es bestehen Zusammenhänge zwischen Körpergelenks-Geschwindigkeit und Handgelenks-Geschwindigkeit*

Tabelle 37 zeigt eine positive signifikante Korrelation zwischen dem Faustgelenk und dem Handgelenk (.93), beim Ellbogengelenk (.89), beim Schultergelenk (.68), beim Hüftgelenk (.74), beim Kniegelenk (.68), beim Sprunggelenk (.80) und beim Fuß (.82). Das bedeutet, dass der höchste Korrelationswert bei der Handgelenkgeschwindigkeit und beim Ellbogen liegen, weil die Bewegungsfolge des oberen Körperteils vom Schultergelenk über den Ellbogen und die Hand zur Faust führt (WICHMANN 2001, 120-121).

Tabelle 40 zeigt die Mittelwertgeschwindigkeit des Faustgelenks beträgt 2.24 m/s, beim Handgelenk 2.02 m/s, beim Ellbogengelenk 1.98 m/s, beim Schultergelenk 1.36m/s, beim Hüftgelenk 1.3 m/s, beim Kniegelenk 1,12 m/s, beim Sprunggelenk 2.10m/s und beim Fußgelenk 2.4m/s, .d.h. die Faustgeschwindigkeit und Handgeschwindigkeit sowie die Sprunggelenkgeschwindigkeit und Fußgelenkgeschwindigkeit haben Einfluss auf die Technikausführung (OKAZAKI/ STRICEVIC 1998, 119, LOCZI 1985, 136).

Abb 120 zeigt den relativen Katalysator Körpergelenk für die Handgelenkgeschwindigkeit und die unteren Extremitäten (Hüftgelenk-Kniegelenk-Sprunggelenk-Fußgelenk), welche eine große Rolle spielen, damit die Faustgeschwindigkeit ihr Ziel erreichen kann. Das bedeutet, dass der Trainer mit diesen Gelenken in Trainingseinheiten viele Übungen ausführen muss. Des weiteren besteht auch eine positive signifikante Korrelation zwischen Hüftgelenk-Kniegelenk-Sprunggelenk-Fußgelenk und Faustgelenk von 68 bis 82.

Die folgenden Gelenke sind nach der Schnelligkeit geordnet:

Handgelenk – Ellbogengelenk – Fußgelenk – Sprunggelenk - Hüftgelenk – Schultergelenk und Kniegelenk.

5.2 *Es gibt eine Beziehung zwischen Körpergelenken und der relativen Geschwindigkeit sowie den Handgelenken und der relativen Geschwindigkeit*

Tabelle 38 zeigt eine positive signifikante Korrelation zwischen dem Faustgelenk und Handgelenk (.67), beim Sprunggelenk (.32) sowie zwischen der relativen Geschwindigkeit des Schultergelenks und der Hüfte (.77), beim Kniegelenk und Ellbogengelenk (.43) sowie beim Hüftgelenk (.28), die auf die relative Geschwindigkeit der jeweiligen Anteile dieser Körperteile zurückgeht und die dem Faustgelenk helfen, ihr Ziel zu treffen.

Tabelle 41 zeigt die relative Geschwindigkeit der einzelnen Körpergelenke. Der Mittelwert beträgt beim Faustgelenk 0.13 m/s, beim Handgelenk 0.49 m/s, beim Ellbogen 0.85 m/s, beim Schultergelenk 0.69 m/s sowie beim Hüftgelenk 0.50 m/s, beim Kniegelenk 1.19 m/s und

beim Sprunggelenk 0.22 m/s. D.h. der Mittelwert des Kniegelenks ist höher als der anderer Gelenke bei allen Probanden.

5.3 *Es gibt eine Beziehung zwischen der Körpergelenks-Position (Flugbahn) und der Handgelenks-Position (Flugbahn).*

Tabelle 43 zeigt die Mittelwertgeschwindigkeiten. Beim Faustgelenk beträgt sie .83 cm, beim Handgelenk .86 cm, beim Ellbogengelenk .1.08 m, beim Schultergelenk 1.19 m, beim Hüftgelenk 1.16 m, beim Kniegelenk .98 cm, beim Sprunggelenk 1.05 m und beim Fußgelenk .94 cm, d.h. das Schultergelenk und Hüftgelenk wird zusammen mit dem Kniegelenk nach vorne und unten bewegt, damit das Faustgelenk sein Ziel erreichen kann.

Nach WICHMANN (2001) muss die Faust auf dem direkten Weg vom Schwerezentrum zum Ziel gebracht werden. Nach SOBOTKA (1979) gibt es für das Eindrehen der Faust am Ende des Stoßes gegenwärtig keine schlüssige Erklärung. Auch beim Drehen der Faust beim Nachvorneschlagen und Zurückziehen des Arms entsteht eine gerade Linie. Nach KONO/ VON OEHSEN (1986) wird der Fuß durch diese Technik ungefähr 0 bis 85 cm doppelschulterbreit nach vorne gesetzt. Das Körpergewicht lastet dabei zu etwa 60 Prozent auf dem vorderen Bein.

Diese Technik ermöglicht einen Angriff aus größerer Distanz als den üblichen 180 cm. Nach JAKHEL (1989) muss die Faust gleichzeitig mit dem Fuß landen, um das dynamische Gleichgewicht zu erhalten, hat dabei jedoch mehrmals längere Distanzen als der Fuß in der letzten Phase zu überwinden, und sie erhält durch die intensive Muskelstreckung des Armes eine weitere Beschleunigung.

5.4 *Wie sieht die kinetische Energie während der Ausführung aus?*

Tabelle 20 zeigt die kinetische Energie sowie die Mittelwerte. Die kinetische Energie beträgt bei Proband 1 20.87 J, bei Proband 2 24.51 J, bei Proband 3 24.71 J, bei Proband 4 20.12 J, bei Proband 5 10.52 J, bei Proband 6 18.19 J und bei Proband 7 18.48 J.

Die Energieumwandlung im Ziel hängt allerdings noch von verschiedenen anderen Faktoren ab wie der Masse oder Geschwindigkeit für die einzelnen Körperteile. Die schnellsten Probanden haben die höchsten Werte bei der kinetischen Energie (PFLÜGER 1975). Technik wird zum Teil wieder in Bewegungsenergie verwandelt, die dem Getroffenen nicht schadet. Nach FELD/McNAIR/WILK (1979) muss die Hand des Karateka eine Bewegungsenergie von 12,3 J haben.

5.5 *Es gibt eine Beziehung zwischen der Winkeländerung der Körpergelenke und der Handgelenkwinkel.*

Tabelle 39 zeigt eine positive signifikante Korrelation zwischen dem Handgelenk und Ellbogengelenk (.58), beim Kniegelenk (-.35), beim Sprunggelenk (.57), beim Ellbogengelenk und Schultergelenk jeweils (-.41), beim Kniegelenk (-.57), beim Sprunggelenk (.30). sowie beim Hüft- und Kniegelenk (.71), beim Hüft- und Sprunggelenk (.41), d.h. die Winkel der Kniegelenke haben eine Beziehung mit allen Gelenken, weil das Körpergewicht zu 60 % auf dem vorderen Bein, dem senkrecht stehenden Unterschenkel ruht (PFLÜGER 1982, 46).

Tabelle 42 zeigt die Mittelwerte der Körpergelenkwinkel. Die Winkel betragen beim Handgelenk 172.18°, beim Ellbogen 164,29°, beim Schultergelenk 11.81°, beim Hüftgelenk

140.15°, beim Kniegelenk 153.29° sowie beim Sprunggelenk 123.12°. Dieses Ergebnis entspricht dem von WICHMANN (2001) und MORRIS (1992), wonach die Bewegungsbeschreibung.

Nach GRUPP (2000) stehen die Schulter und die Hüftachse dabei im 45°-Winkel. Die Faust soll von der Hüfte weg kräftig nach vorn gestoßen werden, wobei sich der Unterarm 180° gerade einwärts dreht. Wichtig ist, dass die Faust dabei von der Hüfte bis zum Ziel eine Gerade beschreibt.

Nach LOCZI (1985) liegt die Außenrotation des Sprunggelenks zwischen 20° und 45°. Nach KONO/ VON OEHSEN (1986) zeigt die äußere Kante des vorderen Fußes genau nach vorn, und der hintere Fuß bildet ungefähr einen 45°-Winkel zur Bewegungsrichtung.

5.6 Wie sieht die Körperschwerpunkt-Flugbahn während der Ausführung aus?

Der Körperschwerpunkt mittelwert beträgt für alle Probanden 0,76 cm. Der Körperschwerpunkt ist wichtig für diese Technikphase, weil nach KONO/ VON OEHSEN (1986) der Körperschwerpunkt im Stand im Mittelpunkt der Stützfläche liegen soll, um eine stabile Haltung zu ermöglichen.

Nach ŠEBEJ (1990) hängt die Schnelligkeit der Bewegung des Schwerpunktes von der Explosivkraft der Beine und Armmuskulatur sowie der Körpermasse ab. Das Drehen der Hüfte ist wichtig, weil die Drehbewegung der Hüfte meistens mit der Bewegung des Schwerpunktes in mehreren Richtungen verbunden ist. In dieser Technik bewegt sich der Schwerpunkt nach vorn, mit der rechten Faust ist die Achse der Hüftdrehung das linke Hüftgelenk, d.h., bei der Drehung verlagert sich auch der Schwerpunkt nach vorne, er liegt in der Mitte der Gelenkpfanne.

5.7 Wie sieht die Körperschwerpunkt-Geschwindigkeit während der Ausführung aus?

Der Mittelwert der Körperschwerpunktgeschwindigkeit beträgt für alle Probanden 0,004 m/s. Es gibt parallele Beziehungen zwischen der steigenden Körpergeschwindigkeit und der Handgeschwindigkeit (siehe Abb.72).

6 Zusammenfassung

Karate ist die japanische Bezeichnung der weltweit am verbreitetsten ostasiatischen Kampfsportart (LIND 1997b). Karate („Leere Hand“) ist ein Kampfsport zur waffenlosen Selbstverteidigung, bei dem Arme, Beine und Körper trainiert und gleichsam als Waffen eingesetzt werden.

Die Kizami-zuki ist die kürzeste Fausttechnik. Um sie gut ausführen zu können, bedarf es bereits längerer Karate-Praxis. Sie soll wie ein Blitz aus heiterem Himmel ohne Ausholen erfolgen.

In Anlehnung an BAUMANN (1989), WILLIMCZIK (1989) und BALLREICH (1988) wurden die biomechanischen Untersuchungen in drei Bereiche (Leistungsbiomechanik, anthropometrische Biomechanik, präventive Biomechanik) unterteilt, wovon jeder Teil wiederum unterteilt wurde. Der erste Bereich befasst sich sowohl mit Technikanalyse, Technikansteuerung und Optimierung als auch mit Konditionsanalyse und Ansteuerung, der zweite Bereich befasst sich mit Eignungsdiagnose und Leistungsprognose, und der dritte Bereich befasst sich sowohl mit Belastungsanalyse als auch mit Belastungsgestaltung.

In der vorliegenden Arbeit wird nach neuen Wegen gesucht, um die Technik und körperlichen Fähigkeiten durch Biomechanik zu untersuchen und zu verbessern.

Ziel der Arbeit

Um als Karateka ein hohes Niveau erreichen können, muss der Sportler Fertigungsleistungen beim Karate erkennen und ermitteln, durch die Diagnostikwissenschaft wie Tests, Physiologie und Biomechanik ermitteln, auf welchem Niveau der Karateka steht und dadurch seine Leistungsfähigkeit verbessern. Eine objektive Analyse des Prellstoßes (Kizami-zuki) würde aufdecken, wie erfahrene Karateka wirklich das Kizami-zuki durchführen, und diese Informationen könnten in den Trainingseinheiten reflektiert werden.

Technische Beschreibung des Prellstoßes (Kizami-zuki) durch kinematische und dynamische Analyse bei folgenden Variablen:

- absolute Geschwindigkeit,
- relative Geschwindigkeit,
- Körperschwerpunktflugbahn,
- Körperschwerpunktgeschwindigkeit,
- kinetische Energie,
- Körpergelenkwinkel,
- Position (Flugbahn).

In der vorliegenden Arbeit wurden die Softwareprogramme APAS, SDS und Human Builder zum Digitalisieren der Daten benutzt. Diese Programme wurden hier verwendet, weil sie genaue Ergebnisse liefern und mehr Variablen als andere Programme einsetzen. Mit fünf Videokameras wurden Aufnahmen von der Karatetechnik Prellstoß (Kizami-zuki) erstellt.

Die sieben Probanden dieser Arbeit hatten ein hohes Niveau von maximal 4 Dan und mindestens 1 Dan. Jeder Proband führte 10 Versuche des Prellstoßes aus.

Als wichtigstes Ergebnis findet sich eine positive signifikante Korrelation zwischen dem Faustgelenk und dem Handgelenk (,93), beim Ellbogengelenk (,89) und beim Schultergelenk. Folgende Gelenke sind nach der Schnelligkeit geordnet:

Handgelenk – Ellbogengelenk – Fußgelenk – Sprunggelenk – Hüftgelenk – Schultergelenk und Kniegelenk.

Die relative Geschwindigkeit der jeweiligen Anteile dieser Körperteile geht zurück und hilft dem Faustgelenk, sein Ziel zu treffen.

Die Technik des Prellstoßes (Kizami-zuki) im Karate dauert 0,4 s.

Die Faustgeschwindigkeit beträgt 2,24 m/s.

Die Handgeschwindigkeit beträgt 2,02 m/s.

Die Ellbogengeschwindigkeit beträgt 1,98 m/s.

Die Schultergeschwindigkeit beträgt 1,36 m/s.

Die Hüftgeschwindigkeit beträgt 1,03 m/s.

Die Kniegeschwindigkeit beträgt 1,12 m/s.

Die Sprunggelenkgeschwindigkeit beträgt 2,15 m/s.

7 Literatur

- ALLETTER, K.-D.: Basistraining Kampfsport: Shaolin Kempo, Wushu, Kung Fu, Dju Su, Pok Kek, Karate, Taekwondo, Vo Vi Nam; offizielles Lehrbuch der Deutschen Wushu Federation. Berlin 1991
- BALLREICH, R.: Grundlagen der Biomechanik des Sports: Probleme, Methoden, Modelle. 2. Aufl. Stuttgart 1996
- BALLREICH, R./ BAUMANN, W. (Hrg.): Grundlagen der Biomechanik des Sports: Probleme, Methoden, Modelle. Stuttgart 1988
- BAUMANN, W.: Grundlagen der Biomechanik. Schorndorf 1989
- BAUMANN, W.: Belastung des Bewegungsapparates auf Sportböden. Köln 1987
- BLICKHAN, R/ KIRCHNER, G. (Hrg.): Biomechanik und Motorik. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft 75. Hamburg 1997
- BREMER, D.: Triathlon: Biomechanik, Trainingskonzeption, Verletzungsprophylaxe. Triathlon und Sportwissenschaft 5. Ahrensburg 1991
- BURSTEIN, A. H.: Biomechanik in Orthopädie und Traumatologie. Stuttgart 1997
- CROSBY, A. C.: The Hands of Karate experts. Clinical and radiological findings. In: British Journal of Sports Medicine 19 (1985) 1: 41-42
- DANZEBRINK, H.-U.: Lichtspurverfahren zur Bewegungsanalyse schneller Kampfsporttechniken. In: Leistungssport 6 (1990): 29-31
- DEBRUNNER, H.: Biomechanik des Fußes. 2. Aufl. Stuttgart 1998
- DELAVIER, F.: Muskel-Guide: gezieltes Krafttraining, Anatomie. München/ Wien/ Zürich 2000
- Dietl, T.: Allgemeine Anmerkungen zum leistungsbezogenen Training im Jugend- und Juniorenbereich der Sportart Karate. In: Karate-Magazin 2 (1987) 4: 18-19
- DONSKOI, D. D.: Grundlagen der Biomechanik. Berlin/ München/ Frankfurt a.M. 1975
- EULER, E.: Das Becken: Anatomie, Biomechanik, Frakturversorgung und Tumorprothetik. Berlin/ Heidelberg 1996
- EVANS, B.: Get to grips with karate. London 1995
- FELD, M. S./ MCNAIR, R. E./ WILK, S. R.: Die Physik des Karateschlags. In: H. NICKEL (Hrg.): Kampfsport II. Trainingswissenschaftliche und biomechanische Beiträge zum Boxen, Fechten, Judo, Karate, Ringen. Berlin 1979, 68-78
- FETZ, F. (Hrg.): Biomechanik des alpinen Skilaufs. Stuttgart 1991
- GLASER, R.: Grundriss der Biomechanik. 2. Aufl. Berlin 1989
- GRESSMANN, M.: Fahrradphysik und Biomechanik: Technik, Formeln, Gesetze. Kiel 1987
- GRUPP, J.: Shotokan-Karate: Technik, Training, Prüfung. Aachen 2000
- GUTEWORT, W. (Hrg.): Aktuelle Hauptforschungsrichtungen der Biomechanik sportlicher Bewegungen. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft 55. Sankt Augustin 1992
- HABERSETZER, R.: Karate für Meister: mit Körper und Geist. Berlin 1994
- HAWKINS, J. D.: Corpus of hieroglyphic Luwian inscriptions. Bd. 1: Text : Introduction, Karatepe, Karkamis, Tell Ahmar, Maras, Malatya, Commagene. Berlin/ New York 2000
- HIRTZ, P. (Hrg.): Bewegungskoordination und sportliche Leistung integrativ betrachtet. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft 87. Hamburg 1997

- HISATAKA, M. K.: Essential Shorinjiryu Karatedo. Rutland ,Vt. 1994
- HOBUSCH, F./ MCCLELLAN, T.: The karate roundhouse kick. In: Nat. Strength Condit. Assoc. J. 12 (1991) 6: 6-9, 83-89
- HOCHMUTH, G.: Biomechanik sportlicher Bewegungen. 4. Aufl. Berlin 1981
- HOFFMANN-WEIß, M.: Koordination und Ermüdung: experimentelle Untersuchungen zur Veränderung der Bewegungskoordination unter dem Einfluß von Ermüdung. München 2001
- HOFMANN, G. O.: Die Biomechanik des femopatellaren Gleitlagers unter besonderer Berücksichtigung der Kniegelenksendoprothetik. Schorndorf 1989
- JAKHEL, R.: Modernes Sport-Karate: technische und taktische Grundlagen. Wuppertal 1989
- JAKOB, R. P.: Kniegelenk und Kreuzbänder: Anatomie, Biomechanik, Klinik, Rekonstruktion, Komplikationen, Rehabilitation. Berlin 1990
- JOHNSON, N.: Zen Shaolin karate: the complete practice, philosophy and history, Rutland, Vt. 1994
- JUNGHANNS, H.: Die Wirbelsäule unter den Einflüssen des täglichen Lebens, der Freizeit, des Sportes. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis 100. Stuttgart 1986
- KASSAT, G.: Biomechanik für Nicht-Biomechaniker: alltägliche bewegungstechnisch-sportpraktische Aspekte. Bünde 1993
- KÖNIG, H. E.: Anatomie und Propädeutik des Geflügels. Stuttgart 2001
- KONO, T./ VON OEHSEN, E.: Karate: Training, Technik, Taktik. Reinbek 1986
- KÖSTERMEYER, G.: Bestimmung, Bedeutung und Training der lokalen Kraftausdauer der Fingerbeuger im Sportklettern. Neuried 2000
- KRUG, J./ MINOW, H.-J. (Hrg.): Sportliche Leistung und Training. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft 70. Sankt Augustin 1995
- KULEŠ, B./ MEJOVŠEK, M.: Kinematic and Dynamic Analysis of the Ushiro Mawashi Geri. In: Kinesiology 29 (1997) 2: 42-48
- LIND, W.: Okinawa Karate. Geschichte und Tradition der Stile. Berlin 1997a
- LIND, W.: Klassisches Karate-dô: Gesundheits- und Vitalpunktlehre, Trainingsführung, Selbstverteidigung. Berlin 1997b
- LOCZI, J.: Biomechanics of the oi-tsuki in zenkutsu-dachi. In: Biomechanics in Sports. ISBS Proceedings, hrg. von J. TERAUDS/J. N. BARHAM. 1985
- LOOSCH, E.: Allgemeine Bewegungslehre. Wiebelsheim 1999
- MARLOVITS, A. M.: Über die Einheit von Empfinden und Sich-Bewegen: eine Einführung in die phänomenologische Bewegungstheorie von Erwin Straus. Sportwissenschaft und Sportpraxis 123. Hamburg 2001
- MARTIN, K./ ELLERMANN, U.: Rhythmische Vielseitigkeitsschulung: eine praktische Bewegungslehre. Schorndorf 1998
- MCLATCHIE, G. R.: Analysis of karate injuries sustained in 295 contents. In: Injury 8 (1976) 2: 132-134
- MEINEL, K./ SCHNABEL, G.: Bewegungslehre – Sportmotorik: Abriß einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt. 9. Aufl. Berlin 1998
- MENZEL, H.-J.: Zur Biomechanik von Schlagwurfbewegungen: empirische Untersuchungen am Beispiel des Speerwurfs. Beiträge zur Sportwissenschaft 9. Frankfurt/M. 1988
- MITCHELL, D.: Karate in a week. Sevenoaks 1992
- MOEGLING, K.: Ganzheitliche Bewegungserziehung: pädagogische Bewegungslehre und pädagogische Bewegungspraxis. Butzbach-Griedel 1999

- NACHTIGALL, W.: Biomechanik: Grundlagen, Beispiele, Übungen. Wiesbaden 2000
- NAKAYAMA, M.: Best Karate 2: Fundamentals. Tokio/ New York/ San Francisco 1978
- NAKAYAMA, M.: Karateperfekt 3. Kumite 1: Kampfübungen. Niedernhausen 1980
- NAKAYAMA, M.: Karateperfekt 4. Kumite 2: Kampfübungen. Niedernhausen 1981
- NICK, Ch.: Belastung des Bewegungsapparates durch Karate. Dissertation. Bonn 1981
- NICOL, K.: Apparative Biomechanik - Methodik und Anwendungen. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft 115. Hamburg 2000
- NORRIS, CH.: Meine Karatetechnik: erfolgreich in Angriff und Abwehr. Niedernhausen 1994
- OKAZAKI, T./ STRICEVIC, M. V.: Modernes Karate. Niedernhausen 1987
- OYAMA, M.: Advanced Karate. 6. Aufl. Tokio 1977
- PAWLIK, R.: Biomechanik des Radfahrens: Untersuchungen der maximalen menschlichen Leistungsabgabe. Dissertationen der Technischen Universität Wien 57. Wien 1995
- PFLÜGER, A.: 25 Shotokan-Katas : auf einen Blick: Karate-Katas für Prüfungen und Wettkämpfe. Niedernhausen 1998
- PFLÜGER, A.: Karate-Do: Das Handbuch des modernen Karate. Niedernhausen 1975
- PROHL, R. (Hrg.): Bewegung verstehen: Facetten und Perspektiven einer qualitativen Bewegungslehre. Schorndorf 1995
- QUEEN, J. A.: Complete Karate. New York 1993
- QUEEN, J. A.: Karate basics. New York 1992
- ROHEN, J. W.: Funktionelle Histologie: kurzgefaßtes Lehrbuch der Zytologie, Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen nach funktionellen Gesichtspunkten. 4. Aufl. Stuttgart/ New York 2000
- ROSE, CH.: Vergleichende Untersuchungen zur Morphologie, Biomechanik und Physiologie antennaler Sensillen von Phasmiden. Diplomarbeit. Konstanz 1990
- ROTH, K./ WILLIMCZIK, K.: Bewegungswissenschaft. Reinbek 1999
- RÖTHIG, P. (Hrg.): Trainingslehre: Kursbuch für die Sporttheorie in der Schule. 7. Aufl. Wiesbaden 1998
- SCHMIDT, R. J./ HESSON, J. L.: Karate. Glenview, Il./ Boston/ London 1989
- SCHMIDTBLEICHER, D./MÜLLER, A. F. (Hrg.): Leistungsdiagnostische und präventive Aspekte der Biomechanik. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft 59. Sankt Augustin 1994
- SCHNEIDER, E. (Hrg.): Biomechanik des menschlichen Bewegungsapparates: Erkenntnisse, Methoden und Perspektiven. Berlin/ Heidelberg 1997
- SCHNEIDER, E.: Krafttraining für Kung Fu und Karate. 9. Aufl. Burg/Fehmarn 1991
- SCHÖNBERGER, G.: Karate: Ursprünge, geschichtliche Entwicklung und Tradition einer fernöstlichen Kampfkunst. Frankfurt/M. 1992
- ŠEBEJ, F.: Goju-Ryu Karate für Einsteiger. Berlin 1990
- SMITH, P. K./HAMILL, J.: Selected Impact Characteristics of Karate and Boxing Gloves. Dissertation. Southern Illinois University, Carbondale, IL 1984
- SOBOTKA, R./CANOY, M.: Die optimale Gestaltung der Grundtechniken in Karate unter biomechanischem Aspekt. In: H. Nickel (Hrg.): Kampfsport II. Trainingswissenschaftliche und biomechanische Beiträge zum Boxen, Fechten, Judo, Karate, Ringen. Berlin 1979, 52-67
- STØRE, G.: Karate Kata Training. London 1994

- THEISS, P.: Belastungskontrolle des passiven Bewegungsapparates durch die Skelettmuskulatur: eine empirische Untersuchung zum Zusammenhang von Rückenbeschwerden und Muskelkraft bei Kunstturnerinnen auf hohem Leistungsniveau. Arbeiten zur angewandten Trainings- und Bewegungswissenschaft 11. Köln 2001
- TRIMBLE, A.: Fundamental Karate. London 1993
- VIETEN, M./ DIETRICH, T./ RIEHLE, H.: Muscle Energy of tennis-Stops with Different Movement Patterns. In: BAUER, T. (Hrg.): Proceedings of the XVI ISBS Symposium, Bd. 1. Konstanz 1998, 387-390
- VIETEN, M./ RIEHLE, H.: Energy Expenditure during Running Calculated from Cinematographic Data. In: RIEHLE, H./ VIETEN, M. (Hrg.): Proceedings of the XIII ISBS Symposium. Thunder Bay, Ontario 1995, 202-205
- VIETEN, M./ RIEHLE, H.: Calculation of metabolic Power in Level Surface Running using the Joint Power method. In BARABAS, A. (Hrg.): Proceedings of the XII ISBS Symposium. Budapest 1994, 248-251
- VIETEN, M./ RIEHLE, H.: Movement Quality of Martial Art Outside Kicks. In:
- WANG, N./LIU, Y.-H.: The Effect of Karate Stance on attack-Time: Part I – Jab. In: Gianikellis, K.E. (Hrg.): Scientific Proceedings of the XXth International Symposium on Biomechanics in Sports. Cáceres 2002a, 210-213
- WANG, N./LIU, Y.-H.: The Effect of Karate Stance on attack-Time: Part II – Reverse Punch. In: Gianikellis, K.E. (Hrg.): Scientific Proceedings of the XXth International Symposium on Biomechanics in Sports. Cáceres 2002b, 214-217
- WICHMANN, W.-D.: Richtig Karate. München/ Wien. 2. Aufl. Zürich 2001
- WIEMEYER, J. (Hrg.): Forschungsmethodologische Aspekte von Bewegung, Motorik und Training im Sport. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft 105. Hamburg 1999
- WILLIMCZIK, K. (Hrg.): Biomechanik der Sportarten: Grundlagen, Methoden, Analysen. Reinbek 1989
- WIRHED, R.: Sportanatomie und Bewegungslehre. 3. Aufl. Stuttgart 2001
- ZAHRAN, K.: Computersimulation zur biomechanischen Diagnostik des Gewichthebens. Dissertation Universität Konstanz 2003

8 Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Das nationale Niveau von 1982 bis 2000	7
Abb. 2: Das Gürtelsystem im Karate der Schüler	19
Abb. 3: Alle Gürtelstufen des Erwachsenen. Aus: KONO/VON OEHSEN 1986, 21-23).	20
Abb. 4: Vorder- und Rückansicht der Muskulatur (PFLÜGER 1975, 20)	23
Abb. 5: Einzelne konditionelle Fähigkeiten (KONO/ VON OEHSEN 1986, 29)	23
Abb. 6: Gruppen-Kata (Männer - Frauen)(www.karate-online.de/wm2000)	26
Abb. 7: Europameisterschaft 2003 in Bremen. (www.karate-online.de)	27
Abb. 8: Seiken	28
Abb. 9: Tettsui	28
Abb. 10: Uraken	28
Abb. 11: Hiraken	28
Abb. 12: Nihon-Nukite	29
Abb. 13: Ippon-Nukite	29
Abb. 14: Ippon-Ken	29
Abb. 15: Nakadaka-Ken	29
Abb. 16: Ga-Ha-Na-Sh	29
Abb. 17: Haito	29
Abb. 18: Kumade	29
Abb. 19: Keito	30
Abb. 20: Kakuto	30
Abb. 21: Washide	30
Abb. 22: Seiryuto	30
Abb. 23: Teisho	30
Abb. 24: Empi/Hiji	30
Abb. 25: Hiza	31
Abb. 26: Teisoku/Kakato	31
Abb. 27: Haisoku/Ashi no ko	31
Abb. 28: Sokuto	31
Abb. 29: Koshi	31
Abb. 30: Heisoku-dachi (OKAZAKI/ STRICEVIC 1987, 60)	32
Abb. 31: Musubi-dachi	32
Abb. 32: Heiko-dachi	32
Abb. 33: Hachihi-dachi	33
Abb. 34: Zenkutsu-dachi	33
Abb. 35: Koutsu-dachi	34
Abb. 36: Kiba-dachi	34
Abb. 37: Shiko-dachi	35
Abb. 38: Hangetsu-dachi	35
Abb. 39: Sanchin-dachi	36
Abb. 40: Sagi Ashi-dachi	36
Abb. 41: Neko Ashi-dachi	37
Abb. 42: Age Uke	38
Abb. 43: Soto Uke	39
Abb. 44: Gedanbarai	39
Abb. 45: Shuto-Uke	40
Abb. 46: Oi-zuki	40
Abb. 47: Gyaku-zuki	41

Abb. 48: Uraken	41
Abb. 49: Mawaschi-geri	42
Abb. 50: Mai-geri	42
Abb. 51: Yoko-geri	43
Abb. 52: Ushiero-geri	43
Abb. 53: Kizami-zuki mit gleichzeitiger Abwehr	44
Abb. 54: Kizami-zuki mit bester Gelegenheit	44
Abb. 55: zwei Probanden beim ersten Pilotprojekt	49
Abb. 56: Ein Proband des zweiten Pilotprojektes mit allen Markern	50
Abb. 57: Proband 4	51
Abb. 58: Kameraposition	52
Abb. 59: Markerpunkte am Probanden	1
Abb. 60: Kubus	53
Abb. 61: Phase des Synchronisierens und Abschneidens	55
Abb. 62: Markerposition am Ende der Digitalisierungssequenz	55
Abb. 63: APAS: Transfer der Daten durch das Transfermodul im APAS	56
Abb. 64: Datenkonvertierung als APA-File im APAS-System	56
Abb. 65: Datenbank der Anthropometrie in Human Builder	57
Abb. 66: Datenkonvertierung als APA-File im APAS-System	58
Abb. 67: Filter der Daten	59
Abb. 68: Grafik-Phase für einen Punkt	59
Abb. 69: Datenbank des Project Centers in Human Builder	60
Abb. 70: Modellierung des Kizami-zuki	60
Abb. 71: Geschwindigkeitskurve	64
Abb. 72: Beziehung zwischen Hand- und Körpergeschwindigkeit	65
Abb. 73: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 1.	68
Abb. 74: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke bei Proband 2.	69
Abb. 75: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 3.	70
Abb. 76: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 4.	71
Abb. 77: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 5.	72
Abb. 78: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 6.	73
Abb. 79: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 7.	74
Abb. 80: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 1.	75
Abb. 81: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 2.	76
Abb. 82: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 3.	77
Abb. 83: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 4.	78
Abb. 84: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 5.	79
Abb. 85: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 6.	80
Abb. 86: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 7.	81
Abb. 87: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der kinetischen Energie für jeden Probanden.	82
Abb. 88: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der Körperschwerpunkte für jeden Probanden.	83
Abb. 89: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der Körperschwerpunkte für jeden Probanden.	84
Abb. 90: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 1.	85
Abb. 91: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 2.	86
Abb. 92: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 3.	87
Abb. 93: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 4.	88
Abb. 94: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 5.	89
Abb. 95: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 6.	90

Abb. 96: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 7.	91
Abb. 97: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 1.	92
Abb. 98: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 2.	93
Abb. 99: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 3.	94
Abb. 100: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 4.	95
Abb. 101: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 5.	96
Abb. 102: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 6.	97
Abb. 103: Die Beziehung zwischen den Mittelwerten der schnellsten Gelenke für Proband 7.	98
Abb. 104: Korrelation zwischen Hand- und Faustgelenk.	100
Abb. 105: Korrelation zwischen Hand- und Sprunggelenk.	101
Abb. 106: Die Beziehung zwischen Minimum und Maximum der schnellsten Gelenke für 70 Versuche.	103
Abb. 107: Die Beziehung zwischen Minimum und Maximum der schnellsten Gelenke bei 70 Versuchen.	104
Abb. 108: Die Beziehung zwischen Minimum und Maximum der schnellsten Gelenke bei 70 Versuchen.	105
Abb. 109: Die Beziehung zwischen Minimum und Maximum der schnellsten Gelenke bei 70 Versuchen.	106
Abb. 110: zeigt der Technik Phase(Hauptphase)	107
Abb. 111: zeigt der Technik Phase(Hauptphase)	107
Abb. 112: zeigt der Technik Phase(Endphase)	107
Abb. 113: Technikphase bei der Handgeschwindigkeit.	108
Abb. 114: Kinetische Energie während der Ausführungsphase.	109
Abb. 115: Körperschwerpunkt während der Ausführungsphase.	110
Abb. 116: Winkelveränderung während der Ausführungsphase.	111
Abb. 117: Winkelveränderung während der Ausführungsphase.	112
Abb. 118: Winkelveränderung während der Ausführungsphase.	113
Abb. 119: Handflugbahn während der Ausführungsphase.	114
Abb. 120: Hüftflugbahn in der Ausführungsphase.	115
Abb. 121: Knieflugbahn während der Ausführungsphase.	116
Abb. 122: multiple Regression für die Handgeschwindigkeit.	117

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ergebnisse (Medaillen) der internationalen Karate-Weltmeisterschaften 1982-2000...	6
Tab. 2: Typen der Skelettmuskelfasern und physiologische Merkmale	22
Tab. 3: Struktur des shotokan-stilspezifischen Kata	27
Tab. 4: Linke und rechte Gelenke der Probanden.....	53
Tab. 5: Alle 55 mechanischen Variablen der vorliegenden Arbeit	61
Tab. 6: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	68
Tab. 7: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min =niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	69
Tab. 8: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	70
Tab. 9: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	71
Tab. 10: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	72
Tab. 11: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	73
Tab. 12: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	74
Tab. 13: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	75
Tab. 14: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	76
Tab. 15: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	77
Tab. 16: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	78
Tab. 17: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	79
Tab. 18: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	80
Tab. 19: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	81
Tab. 20: Die beschreibende Statistik der Probanden (1-7 = Gesamtzahl der Probanden, χ Mittelwert der kinetischen Energie, Min = niedrigster Wert, Max = höchster Wert, σ = Standardabweichung).....	82
Tab. 21: Die beschreibende Statistik der Probanden, MW= Mittelwert der N (Anzahl der Versuche), KSP, Min = niedrigster Wert, Max = höchster Wert, σ = Standardabweichung	83

Tab. 22: Die beschreibende Statistik der Probanden, MW= Mittelwert der N (Anzahl der Versuche), KSP, Min = niedrigster Wert, Max = höchster Wert, σ = Standardabweichung).....	84
Tab. 23: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	85
Tab. 24: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	86
Tab. 25: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	87
Tab. 26: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	88
Tab. 27: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	89
Tab. 28: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	90
Tab. 29: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	91
Tab. 30: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	92
Tab. 31: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	93
Tab. 32: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	94
Tab. 33: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	95
Tab. 34: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	96
Tab. 35: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	97
Tab. 36: Beschreibende Statistik aller Gelenke (N = Gesamtzahl der Versuche; X = Mittelwert; Min = niedrigster Wert; Max = höchster Wert; σ = Standardabweichung)	98
Tab. 37: Signifikante Korrelation ($P < 0.5$) zwischen Hand-Faust-Ellbogen-Schulter-Hüfte-Sprunggelenk-Fuß	99
Tab. 38: Signifikante Korrelation ($P < 0.5$) zwischen Hand-Faust-Ellbogen-Schulter-Hüfte-Sprunggelenk	100
Tab. 39: Signifikante Korrelation ($P < 0.5$) zwischen Hand-Faust-Ellbogen-Schulter-Hüfte-Sprunggelenk	102

Tab. 40: Beschreibende Statistik der Höhe der Mittelwerte, der Gelenke sowie die Standardabweichung (σ)	103
Tab. 41: Beschreibende Statistik der Höhe der Mittelwerte, der Gelenke sowie die Standardabweichung (σ)	104
Tab. 42: Beschreibende Statistik der Höhe der Mittelwerte, der Gelenke sowie die Standardabweichung (σ)	105
Tab. 43: Beschreibende Statistik der Höhe der Mittelwerte, der Gelenke sowie die Standardabweichung (σ)	106

9 Abkürzungsverzeichnis

APAS Ariel Performance Analysis System

E_{kin} Kinetische Energie

J Joule

KSP Körperschwerpunkt

L Links

m/s Meter/Sekunde

MW Mittelwert

N Anzahl der Probanden

R Rechts

s Sekunde

SDS Solid Dynamic System

10 Verzeichnis chinesischer und japanischer Begriffe

Chinesische Begriffe

Bagua	eine der "inneren" Schulen des Quanfa
Baihaoquan	„Faust des weißen Kranichs“ - eine der „äußeren“ Schulen des Quanfa
KUNG-FU	allgemeine Gewandtheit, Sachkenntnis, Fähigkeit – falsch verwendete Bezeichnung für Quanfa
Li	Kraft (physische)
Neijia	“innere” oder “weiche” Schule des Quanfa
Qi	„Lebensenergie“
Qigong	Kultivierung der „Qi“, psycho-physisches Training
Quanfa	“Weg der Faust” – Sammelbezeichnung für die chinesische KARATE-Schule
Quanshu	“Kunst der Faust” – das gleiche wie Quanfa
Quinna	Kunst des Ergreifens
Shaolinsi	buddhistisches Kloster, in dem nach der Legende Quanfa und KARATE entstand
Shiba Luohan Shou	“achtzehn Hände von Lohan” – achtzehn Übungen, die die legendäre Grundlage des Quanfa und des KARATE bilden
Shuaijiao	chinesische Form des Ringkampfes
Taijiquan	eine der “inneren” Schulen des Quanfa
Waijia	“äußere” oder “harte“ Schule des Quanfa
Wushu	Sammelbezeichnung für die klassischen Kampfkünste in China
Xingyiquan	eine der “inneren” Schulen des Quanfa
Yang, Yin	aktiv und passiv, männlich und weiblich und ähnliche dialektische Widersprüche – Begriffe aus der chinesischen Philosophie
Yaoshu	Ringkampf

Japanische Begriffe

allgemein:

AIKIDO	„Weg der Harmonie KI“, eine der Kampfkünste
CHI, GO, ROKU	vier, fünf, sechs
CHI, NI, SAN	eins, zwei, drei
CHUDAN	mittlere Angriffsstufe, Schultern bis Gürtellinie
DAN	Meistergrad der technischen Reife
DO	„Weg“, Methode, Hervorhebung der geistigen, tieferen Bedeutung eines gewissen Könnens
DOJO	Ort, Gebäude, in dem trainiert wird
GEDAN	untere Angriffsstufe, von der Gürtellinie

GI, KARATEGI	abwärts Kleidung, in der trainiert wird – fälschlicherweise als „Kimono“ bezeichnet
HIDARI	nach links
JIYU-KUMITE	freier Trainingskampf
JODAN	obere Angriffsstufe, Hals und Kopf
JU-JUTSU	„sanfte Kunst“ – Kampfmethode, aus der Jigoro Kano das heutige Judo entwickelte
JUTSU	Kunst, Können
KARATE	„leere Hand“ – Bezeichnung der Kampfkunst
KATA	Gesamtübung, Zusammenstellung, festgelegte Form
KENDO	„Weg des Schwertes“ – Bezeichnung des sportlichen Fechtens mit einem Bambusschwert
KI	vitale Kraft, Energie – das gleiche wie das chinesische „Qi“
KIAI	Kampfschrei, Konzentration der gesamten Energie des Körpers in einem Augenblick
KIHON	Grundschule, grundlegende Technik
KIHON-IDO	Übung der grundlegenden Technik in der Bewegung
KIME	„Brennpunkt der Energie“ – Augenblick der simultanen Einschaltung und der schnellen Kontraktion aller aktiven Muskeln im Moment des Auftreffens eines Schlages/Stoßes oder Fußtritts
KOHAI	„jüngerer Bruder“ – jüngerer Schüler, Anfänger
KUMITE	Übung mit einem Partner
KUSEI	Schüler
KYU	Grad der technischen Reife der Schüler
KYUDO	„Weg des Bogens“ - Bogenschießen
MAE-MYO	nach vorn
MIGI	nach rechts
OBI	Gürtel, verwendet mit dem KARATEGI
RANDORI	Trainingskampf
REI	Gruß, Verneigung
RITSU-REI	Stellungsverneigung, stehende Verneigung
SEIZA	typisch japanischer Sitz auf den Fersen
SEMPAI	„älterer Bruder“ – älterer, fortgeschrittener Schüler
SENSEI	Lehrer
SHICHI, HACHI, KYU, JU	sieben, acht, neun, zehn
SHIHAN	Meister
TATAMI	Matte, verwendet zur Bedeckung des Fußbodens in japanischen Häusern; Matte, die beim Judotraining verwendet wird
TE	Hand, diese Bezeichnung verwendete man zur Bezeichnung des klassischen KARATE auf Okinawa

USHIRO	nach hinten
YAKU-SOKU-KUMITE	vorher festgelegtes Üben mit einem Partner
YOKO	zur Seite
ZA-REI	zeremonielles Verneigen im Sitzen auf den Fersen
Termini und Befehle im sportlichen Wettkampf:	
AI-UCHI	beide Gegner schlagen gleichzeitig und wirksam; es gilt keine Technik
AKA	rot
ATOSHIBARAKU	„Es bleiben noch 30 Sekunden bis zum Ende des Kampfes!“
ENCHO-SEN	Verlängerung, bei der derjenige siegt, der zuerst einen Punkt erzielt
FUKUSHIN	Hilfskampfrichter
FUKUSHIN-SHUGO	Beratung der Kampfrichter
HANSOKU	Foul, Disqualifikation wegen eines Fouls
HANSOKU-CHUI	Ermahnung wegen eines Fouls
HIKI-WAKE	unentschieden
IPPON	gültige, effektive Technik; Bewertung mit einem ganzen Punkt
JIKAN	Zeit
JOGAI-CHUI	Ermahnung wegen Verlassens des Wettkampfplatzes
KANSA	überwachender Hauptkampfrichter
KEIKOKU	Ermahnung
MA-AI	richtige Entfernung
MUBOBI-CHUI	Ermahnung wegen Passivität; Ausweichen vor dem Kampf
OTAGENI-REI	Befehl zur gegenseitigen Begrüßung
SAI-SHIAI	erneuter Kampf
SANBON	drei IPPONs
SANBON-SHOBU-HAJIME	“Kampf nach drei Punkten beginnen!” – Befehl zum Beginn des Kampfes
SEN-JUTSU	Strategie des Kampfes
SHIKKAKU	Disqualifikation
SHIMPAN	Schiedsrichter (allgemein)
SHIMPAN-NI-REI	Befehl zur Begrüßung des Kampfrichters
SHIRO	weiß
SHIRO(AKA)-NO-KACHI	Weiß (Rot) gewinnt
SHOMEN-NI-REI	frontaler Gruß, Begrüßung des Publikums
SHUSHIN	Kampfrichter
SORE-MADE	Ende des Kampfes
TORIMASEN	ungültige, ungenügende Technik
TSUZUKETE-HAJIME	„Weitermachen!“ – Befehl, den Kampf nach einer Unterbrechung wieder aufzunehmen
WAZA-ARI	gültige, effektive Technik; Bewertung mit einem halben Punkt
YAME	„Halt!“ – Befehl, den Kampf zu unterbrechen
Schlagflächen:	
EMPI	Ellenbogen

HAISHU	Handrücken
HAISOKU	Fußbrist (Spann)
HAITO	Handkante auf der Zeigefingerseite
HIRAKEN	Gelenke zwischen Mittel- und Grundgliedern des Zeigefingers, des Mittelfingers, des Ringfingers und des kleinen Fingers der geschlossenen Faust
HIZA	Knie
IPPON-KEN	Einknöchelfaust; Gelenk zwischen Mittel- und Grundglied des Zeigefingers der geschlossenen Faust
KAKATO	Ferse
KAKUTO	oberer, äußerer Teil des gebeugten Handgelenks
KEITO	Daumengelenk
KOKO	Spitzen des Zeigefingers und des Daumens und Gelenk zwischen Grund- und Mittelglied des Mittelfingers
KOSHI	vorderer Teil des Fußes
KUMADE	„Bärentatze“ - Hand
MEN	KOPF
NAKADAKA-IPPON-KEN	Mittelfinger-Einknöchelfaust; Gelenk zwischen Mittel- und Grundglied des Mittelfingers der geschlossenen Faust
NUKITE	„Speerhand“ – Spitzen der ausgestreckten Finger
SEIKEN	Knöchel des Zeige- und Mittelfingers am Mittelhandknochen
SEIRYUTO	Ende der Kleinfingerkante der Hand, vor dem Handgelenk
SHIKYO	Spitze des Zeigefingers und des Daumens und die Innenhandkante dazwischen
SHOMEN	Stirn
SHUTO	Handkante auf der Kleinfingerseite
SOKUTEI	Fußsohle
SOKUTO	äußere Fußkante
TEISHO (SHOTEI)	Handballen, Handwurzelballen
TETSUI (KENTSUI)	Kleinfingerseite auf der geschlossenen Faust
TSUMASAKI	Spitzen der geschlossenen Zehen
UDE (WAN)	Unterarm
URAKEN (RIKEN)	Faustrücken
WASHIDE	zusammengehaltene Fingerspitzen
System der Techniken im KARATE:	
AGE-EMPI-UCHI	Ellenbogenschlag nach oben
AGE-TSUKI	„Heber“, Fauststoß von unten nach oben
ASHI-BARAI	„Wegfegen“ des Beines
ASHI-SABAKI	Beinarbeit
BOGYO-WAZA	Abwehrtechniken der Beine
CHOKU-TSUKI	gerader Fauststoß, Drehung der Fäuste um 180°
CHO-UKE	„Schmetterlings“-Abwehr

DA-ASHI	Ortsveränderung durch geringes Verschieben der Füße
DACHI-WAZA	Technik der Stellungen
DE-ASHI-BARAI	Form von ASHI-BARAI
DO-HASAMI	HASAMI-WAZA in Gürtelhöhe
EMPI-UCHI (HIJI-ATE)	Schlag mit dem Ellenbogen
FUMIKOMI	Stampftritt
GAMMEN-SHUTO-UCHI	SHUTO-UCHI nach vorn - waagrecht
GEDAN-BARAI	Abwehr mit dem Unterarm nach unten
GEDAN-SOKUTO	Art von FUMIKOMI mit der Fußaußenkante
GERI-WAZA	Technik der Fußstöße/-tritte
GYAKU-TSUKI	„verkehrter“ Fauststoß (z.B. Stoß rechts, linkes Bein vorn)
HAITO-UCHI	Schlag mit der Daumenseite der Faust (HAITO)
HANKUTSU-DACHI	Übergangsstellung zwischen SANCHIN-DACHI und ZENKUTSU-DACHI
HARAI-OTOSHI-UKE	„Fege“-Abwehr nach unten und zur Seite
HARAI-WAZA	„Fege“-Technik
HARAI-WAZA	„Fege“-Technik
HARI-UKE	Abwehr in der „Bogensützenstellung“
HASAMI-TSUKI	„Scheren“-Stoß
HASAMI-WAZA	Werfen mit „Scheren“-Technik der Beine
HEIKO-DACHI	paralleler Stand, Füße stehen in Schulterbreite entfernt
HEIKO-TSUKI	Stoß mit beiden Armen zugleich (die Arme liegen in gleicher Höhe)
HEISOKU-DACHI	ruhiger Stand; Innenriststellung
HIKI-ASHI	Schieben nach hinten, Ausgangsstellung der Beine beim Treten
HIKI-TE	Ausgangslage des Armes vor dem Stoß
HINERI-GERI	Tritt mit dem hinteren Bein mit Hüftdrehung
HINERI-HANMI	Ausweichen durch Drehung um 90°
HIRAKI-MI	Ausweichen durch Drehung um 90°
HIZA-GERI	Kniestoß
HIZA-HASAMI	HASAMI-WAZA in Kniehöhe
HOKO	Schritt, Gehen (allgemein)
IBUKI, NOGARE	Atemübungen
JODAN-UKE (AGE-UKE)	Abwehr nach oben
JOGE-UKE	Kombination von UCHI-UKE und GEDAN-BARAI
JOSHI-WAZA	Armtechnik
JUJI-UKE	„X“-Abwehr
JUN-TSUKI	andere Bezeichnung für OI-TSUKI
KAGI-TSUKI	Hakenstoß
KAITEN-GARI	Umwerfen mit Drehung um 360°
KAKATO-GERI	Stoß mit der Ferse
KAKE-UKE	„Halte“-Abwehr
KAKIWAKE-UKE	Doppelabwehr von innen nach außen
KAMAE	Lauer-, Kampfstellung
KARI-WAZA	Techniken des Umwerfens, Umstoßens

KASHI-WAZA	Beintechniken
KAWASHI-WAZA	Technik des Ausweichens
KEAGE	Pendeltritt, Tritt von unten nach oben
KEKOMI	direkter „gestreckter“ Fußtritt aus der Hüfte
KIBA-DACHI (NAIFANCHI)	Reiterstellung
KIZAMI-TSUKI	kurzer Fauststoß mit vorgeschobener Schulter auf der Seite des vorderen Beines
KOGEKI-WAZA	Angriffstechniken der Beine
KOKUTSU-DACHI	lange Stellung, Rückwärtsstellung
KOSA-DACHI	Stand mit gekreuzten Beinen
KO-SOTO-GARI	Art des Umwerfens
KOTAI-HOKO	Schritt rückwärts
KO-UCHI-GARI	Art des Umwerfens
KUZUSHI	Ablenken des Gegners
MAE-GERI	Fußtritt nach vorn
MAE-HIZA-GERI	Kniestoß nach vorn
MAE-KAGA-MI	Ausweichen durch Vorbeugen
MAE-SORI-MI	Ausweichen durch ein Abwenden nach hinten
MAWASHI-EMPI-UCHI	Halbkreissschlag mit dem Ellenbogen
MAWASHI-GERI	bogenförmiger Fußstoß
MAWASHI-HIZA-GERI	bogenförmiger Stoß mit dem Knie
MAWASHI-TSUKI	bogenförmiger Stoß
MAWASHI-UKE	bogenförmige Abwehr mit beiden Armen
MAWASHI-USHIRO-GERI	bogenförmiger Fußtritt mit einer Körperdrehung um 360°
MAWATE (MAWARI-ASHI)	Drehung um 180°
MIKATSUKI	„Sensen“-Fußstoß, großer bogenförmiger Fußstoß
MOROTE-KAKE-UKE	Doppel-KAKE-UKE
MOROTE-OTOSHI-UKE	Doppel-OTOSHI-UKE
MOROTE-SUKUI-UKE	Doppel-SUKUI-UKE
MOROTE-TSUKI	doppelter Fauststoß, Stoß mit beiden Armen gleichzeitig
MOROTE-UKE	Abwehr mit beiden Armen, hintere Faust am Ellenbogen des vorderen Armes
MUSUBI-DACHI	Normalstellung, Fersen berühren sich, Zehen zeigen 45° nach außen
NAGASHI-TSUKI	Stoß mit dem vorderen Arm, verbunden mit TAI-HIRAKI
NAGASHI-UKE	Fegesperre, „Fegen“ des Angriffs nach der Seite
NAGE-WAZA	Wurftechniken
NEKO-ASHI-DACHI	Katzenfußstellung
OI-TSUKI	gleichseitiger Fauststoß, stoßende Faust und gleichseitiges Bein sind vorn
OKURI-ASHI	Form von TSURI-ASHI; gleitender Sprung, die Bewegung beginnt mit dem hinteren Bein
OKURI-ASHI-BARAI	Form von ASHI-BARAI
OKURI-GERI	Fußtritt mit dem vorderen Bein mit vorausgehendem Beugen des hinteren Beines
OSAE-UKE	Abwehr mit TEISHO und UKE in der

O-SOTO-GARI	Waagerechten
OTOSHI-EMPI-UCHI	Art des Umwerfens
OTOSHI-MI	Ellenbogenschlag nach unten
	Ausweichen durch Beugen der Beine in den Knien
OTOSHI-SHUTO-UCHI	SHUTO-UCHI nach unten
OTOSHI-UKE	Abwehr durch „Abschmettern“ der angreifenden Extremität nach unten
O-UCHI-GARI	Art des Umwerfens
REN-GERI	Mehrfachtritt
RENIJI-DACHI	aus der „T“-Stellung abgeleiteter Stand
SAGI-ASHI-DACHI	Stand auf einem Bein
SANCHIN-DACHI	Stellung der „Sanduhr“, genannt nach den nach innen „geknickten“ Knien
SAYU-URAKEN-UCHI	URAKEN-UCHI zur Seite (Handfläche der Faust zeigt nach oben)
SHIKO-DACHI	Stellung des „Reiters auf einem Pferd“
SHIZEN-TAI	natürliche Grundstellung
SHOMEN-URAKEN-UCHI	URAKEN-UCHI nach vorn (Handfläche zeigt nach oben)
SHUTO-UCHI	Handkantenschlag, Schlag mit SHUTO
SHUTO-UKE	Handkanten-Abwehr mit der SHUTO-Fläche
SOCHIN-DACHI (FUDO-DACHI)	von KIBA-DACHI abgeleitete Stellung, der Rumpf ist um 45° gedreht
SOE-UKE (SASAE-UKE)	Abwehr, bei der der zweite Arm (durch Druck) unterstützt
SONOBA-MAWATE	Drehung, bei der die Füße am Ort verbleiben
SOTO-HACHIJI-DACHI	Stand in Schulterbreite, Zehen nach außen gerichtet
SOTO-UKE	Abwehr mit dem Unterarm von außen nach innen
SUKUI-UKE	„Unterfaß“(-griff)-Abwehr
TAI-HIRAKI (HIRAKI-ASHI)	„Öffnen des Körpers“, Drehung des Körpers um 90°
TAI-SABAKI	Körperbewegung, Ausweichen
TATE-TSUKI	Stoß mit einer Faustdrehung um 90°
TEIJI-DACHI	„T“-Stellung
TEISHO-AWASE-UKE	Abwehr mit den Handflächen nach unten
TEISHO-UKE	Abwehr mit der TEISHO-Fläche
TETTSUI-UCHI	Schlag mit der Kleinfingerseite der Faust (TETTSUI)
TOBI-GERI	Fußtritt im Sprung
TOBI-MI	Ausweichen durch einen Sprung
TOME-WAZA	„Halte“-Technik
TORI-WAZA	Technik des „Ergreifens“
TSUKI-WAZA	Stoßtechnik
TSURI-ASHI	Schieben, ohne Veränderung der Stellung der Beine
UCHI-HACHIJI-DACHI	breiterer Stand, Zehen nach innen gedreht
UCHI-UKE	Abwehr mit dem Unterarm von innen nach außen

UCHI-WAZA	Schlagtechnik
UKE-MI	Fallen, Ausweichen durch Fallen auf den Boden
UKE-WAZA	Abwehrtechnik mit den Armen
URAKEN-UCHI	Schlag mit dem Fastrücken
URA-MAWASHI-GERI	bogenförmiger Fußtritt mit der Ferse
URA-TSUKI	Stoß ohne Drehung der Faust
URA-UKE	Abwehr mit dem Handrücken
USHIRO-EMPI-UCHI	Ellenbogenschlag nach hinten
USHIRO-GERI	Fußtritt nach hinten
YAMA-TSUKI	Stoß mit beiden Armen (der eine zielt auf JODAN, der andere auf CHUDAN)
YAMA-UKE	Doppelabwehr mit den Ellenbogen von oben nach unten
YOKO-EMPI-UCHI	Ellenbogenschlag zur Seite
YOKO-FURI-MI	Ausweichen durch Beugen zur Seite
YOKO-GERI	Fußtritt zur Seite
YOKOMEN-SHUTO-UCHI	SHUTO-UCHI zur Seite
YOKOMEN-URAKEN-UCHI	URAKEN-UCHI zur Seite (mit senkrechter Faust)
YORI-ASHI	Schieben nach vorn
ZENKUTSU-DACHI	Lange Vorwärtsstellung
ZENSHIN-HOKO	Schritt vorwärts
ZURI-ASHI-DACHI	parallele Stellung mit vorgeschobenem Bein

11 Anhang

Die Anthropometrie für alle Probanden

Proband 1

Anthropometry		
Name	Middle Name	Surname
Ried	maller	Andreas
Date of Birth	Gender	Race
06.01.69	<input checked="" type="radio"/> male <input type="radio"/> female	Caucasian
BMI:	Mass-height	Date of Measurement
23.5478		09.11.02
body mass [kg]		Legend Measuring Instruments Anthropometer Bow Caliper Caliper Scale Tape Measure 100 cm = 1 m
78		
height [cm]		
182		
height of sternum [cm]		
129.402		
height in sitting position [cm]		
97.37		
width of hips [cm]		
30.394		
depth of waist [cm]		
22.204		
depth of buttock [cm]		
27.846		
width of chest [cm]		
34.216		
depth of chest [cm]		
21.476		
circumference of head [cm]		
58.604		
Right	height of shoulder [cm]	Left
149.786		149.786
Right	height of hip joint [cm]	Left
93.184		93.184
Right	height of knee [cm]	Left
50.96		50.96
Right	height of ankle [cm]	Left
8.372		8.372
Right	length of upper arm [cm]	Left
34.58		34.58
Right	length of forearm [cm]	Left
26.208		26.208
Right	length of foot [cm]	Left
27.664		27.664
Right	circumf. of upper arm [cm]	Left
32.942		32.942
Right	circumf. of elbow [cm]	Left
29.12		29.12
Right	circumf. of wrist [cm]	Left
18.382		18.382
Right	circumf. of fist [cm]	Left
30.212		30.212
Right	circumf. of thigh [cm]	Left
65.156		65.156
Right	circumf. of knee [cm]	Left
39.676		39.676
Right	circumf. of ankle [cm]	Left
24.388		24.388

Proband 2

Anthropometry		
Name	Middle Name	Surname
pitikuodis	kar2	Anastasios
Date of Birth	Gender	Race
01.01.65	<input type="radio"/> male <input type="radio"/> female	Caucasian
BMI:	Mass-height	Date of Measurement
25.3515		09.11.02

body mass [kg]	75
height [cm]	172
height of sternum [cm]	122.292
height in sitting position [cm]	92.02
width of hips [cm]	28.724
depth of waist [cm]	20.984
depth of buttock [cm]	26.316
width of chest [cm]	32.336
depth of chest [cm]	20.296
circumference of head [cm]	55.384

Legend		
Measuring Instruments		
Anthropometer		
Bow Caliper		
Caliper		
Scale		
Tape Measure		
100 cm = 1 m		

55.384		
Right	height of shoulder [cm]	Left
141.556		141.556
Right	height of hip joint [cm]	Left
88.064		88.064
Right	height of knee [cm]	Left
48.16		48.16
Right	height of ankle [cm]	Left
7.912		7.912
Right	length of upper arm [cm]	Left
32.68		32.68
Right	length of forearm [cm]	Left
24.768		24.768
Right	length of foot [cm]	Left
26.144		26.144
Right	circumf. of upper arm [cm]	Left
31.132		31.132
Right	circumf. of elbow [cm]	Left
27.52		27.52
Right	circumf. of wrist [cm]	Left
17.372		17.372
Right	circumf. of fist [cm]	Left
28.552		28.552
Right	circumf. of thigh [cm]	Left
61.576		61.576
Right	circumf. of knee [cm]	Left
37.496		37.496
Right	circumf. of ankle [cm]	Left
23.048		23.048

Proband 3

Anthropometry		
Name	Middle Name	Surname
Ried	maller	Andreas
Date of Birth	Gender	Race
06.01.69	<input checked="" type="radio"/> male <input type="radio"/> female	Caucasian
BMI:	Mass-height	Date of Measurement
23.5478		09.11.02

body mass [kg]	78
height [cm]	182
height of sternum [cm]	129.402
height in sitting position [cm]	97.37
width of hips [cm]	30.394
depth of waist [cm]	22.204
depth of buttock [cm]	27.846
width of chest [cm]	34.216
depth of chest [cm]	21.476
circumference of head [cm]	58.604
Right height of shoulder [cm]	Left
58.604	
Right height of shoulder [cm]	Left
149.786	149.786
Right height of hip joint [cm]	Left
93.184	93.184
Right height of knee [cm]	Left
50.96	50.96
Right height of ankle [cm]	Left
8.372	8.372
Right length of upper arm [cm]	Left
34.58	34.58
Right length of forearm [cm]	Left
26.208	26.208
Right length of foot [cm]	Left
27.664	27.664
Right circumf. of upper arm [cm]	Left
32.942	32.942
Right circumf. of elbow [cm]	Left
29.12	29.12
Right circumf. of wrist [cm]	Left
18.382	18.382
Right circumf. of fist [cm]	Left
30.212	30.212
Right circumf. of thigh [cm]	Left
65.156	65.156
Right circumf. of knee [cm]	Left
39.676	39.676
Right circumf. of ankle [cm]	Left
24.388	24.388

Legend
Measuring Instruments
Anthropometer
Bow Caliper
Caliper
Scale
Tape Measure
100 cm = 1 m

Proband 4

Name	Middle Name	Surname
Dieter	kar4	Ruh
Date of Birth	Gender	Race
26.11.56	<input checked="" type="radio"/> male <input type="radio"/> female	Caucasian
BMI:	Mass-height	Date of Measurement
24.4535		09.11.02

body mass [kg]	Legend Measuring Instruments Anthropometer Bow Caliper Caliper Scale Tape Measure 100 cm = 1 m
81	
height [cm]	
182	
height of sternum [cm]	
129.402	
height in sitting position [cm]	
97.37	
width of hips [cm]	
30.394	
depth of waist [cm]	
22.204	
depth of buttock [cm]	
27.846	
width of chest [cm]	
34.216	
depth of chest [cm]	
21.476	
circumference of head [cm]	
58.604	
Right height of shoulder [cm] Left	
149.786	149.786
Right height of hip joint [cm] Left	
Right height of hip joint [cm] Left	
93.184	93.184
Right height of knee [cm] Left	
50.96	50.96
Right height of ankle [cm] Left	
8.372	8.372
Right length of upper arm [cm] Left	
34.58	34.58
Right length of forearm [cm] Left	
26.208	26.208
Right length of foot [cm] Left	
27.664	27.664
Right circumf. of upper arm [cm] Left	
32.942	32.942
Right circumf. of elbow [cm] Left	
29.12	29.12
Right circumf. of wrist [cm] Left	
18.382	18.382
Right circumf. of fist [cm] Left	
30.212	30.212
Right circumf. of thigh [cm] Left	
65.156	65.156
Right circumf. of knee [cm] Left	
39.676	39.676
Right circumf. of ankle [cm] Left	
24.388	24.388

Proband 5

Anthropometry		
Name	Middle Name	Surname
Igwenzor	kar5	frince
Date of Birth	Gender	Race
06.05.67	<input type="radio"/> male <input type="radio"/> female	Negro
BMI:	Mass-height	Date of Measurement
271706.		09.11.02

body mass [kg]	90		
height [cm]	1.82		
height of sternum [cm]	1.29402		
height in sitting position [cm]	0.9737		
width of hips [cm]	0.30394		
depth of waist [cm]	0.22204		
depth of buttock [cm]	0.27846		
width of chest [cm]	0.34216		
depth of chest [cm]	0.21476		
circumference of head [cm]	0.58604		
Right height of shoulder [cm]	1.49786	Left	1.49786
Right height of hip joint [cm]	0.93184	Left	0.93184
Right height of knee [cm]	0.5096	Left	0.5096
Right height of ankle [cm]	0.08372	Left	0.08372
Right length of upper arm [cm]	0.3458	Left	0.3458
Right length of forearm [cm]	0.26208	Left	0.26208
Right length of foot [cm]	0.27664	Left	0.27664
Right circumf. of upper arm [cm]	0.32942	Left	0.32942
Right circumf. of elbow [cm]	0.2912	Left	0.2912
Right circumf. of wrist [cm]	0.18382	Left	0.18382
Right circumf. of fist [cm]	0.30212	Left	0.30212
Right circumf. of thigh [cm]	0.65156	Left	0.65156
Right circumf. of knee [cm]	0.39676	Left	0.39676
Right circumf. of ankle [cm]	0.24388	Left	0.24388

Legend	
Measuring Instruments	
Anthropometer	
Bow Caliper	
Caliper	
Scale	
Tape Measure	
100 cm = 1 m	

Proband 6

Anthropometry		
Name	Middle Name	Surname
yelber	kar6	Geci
Date of Birth	Gender	Race
24.09.72	<input checked="" type="radio"/> male <input type="radio"/> female	Caucasian
BMI:	Mass-height	Date of Measurement
21.2244		09.11.02

body mass [kg]	Legend Measuring Instruments <input type="checkbox"/> Anthropometer <input type="checkbox"/> Bow Caliper <input type="checkbox"/> Caliper <input type="checkbox"/> Scale <input type="checkbox"/> Tape Measure 100 cm = 1 m
65	
height [cm]	
175	
height of sternum [cm]	
124.425	
height in sitting position [cm]	
93.625	
width of hips [cm]	
29.225	
depth of waist [cm]	
21.35	
depth of buttock [cm]	
26.775	
width of chest [cm]	
32.9	
depth of chest [cm]	
20.65	
circumference of head [cm]	
56.35	
Right height of shoulder [cm] Left	
144.025	144.025
Right height of hip joint [cm] Left	
89.6	89.6
Right height of knee [cm] Left	
49	49
Right height of ankle [cm] Left	
8.05	8.05
Right length of upper arm [cm] Left	
33.25	33.25
Right length of forearm [cm] Left	
25.2	25.2
Right length of foot [cm] Left	
26.6	26.6
Right circumf. of upper arm [cm] Left	
31.675	31.675
Right circumf. of elbow [cm] Left	
28	28
Right circumf. of wrist [cm] Left	
17.675	17.675
Right circumf. of fist [cm] Left	
29.05	29.05
Right circumf. of thigh [cm] Left	
62.65	62.65
Right circumf. of knee [cm] Left	
38.15	38.15
Right circumf. of ankle [cm] Left	
23.45	23.45

Proband 7

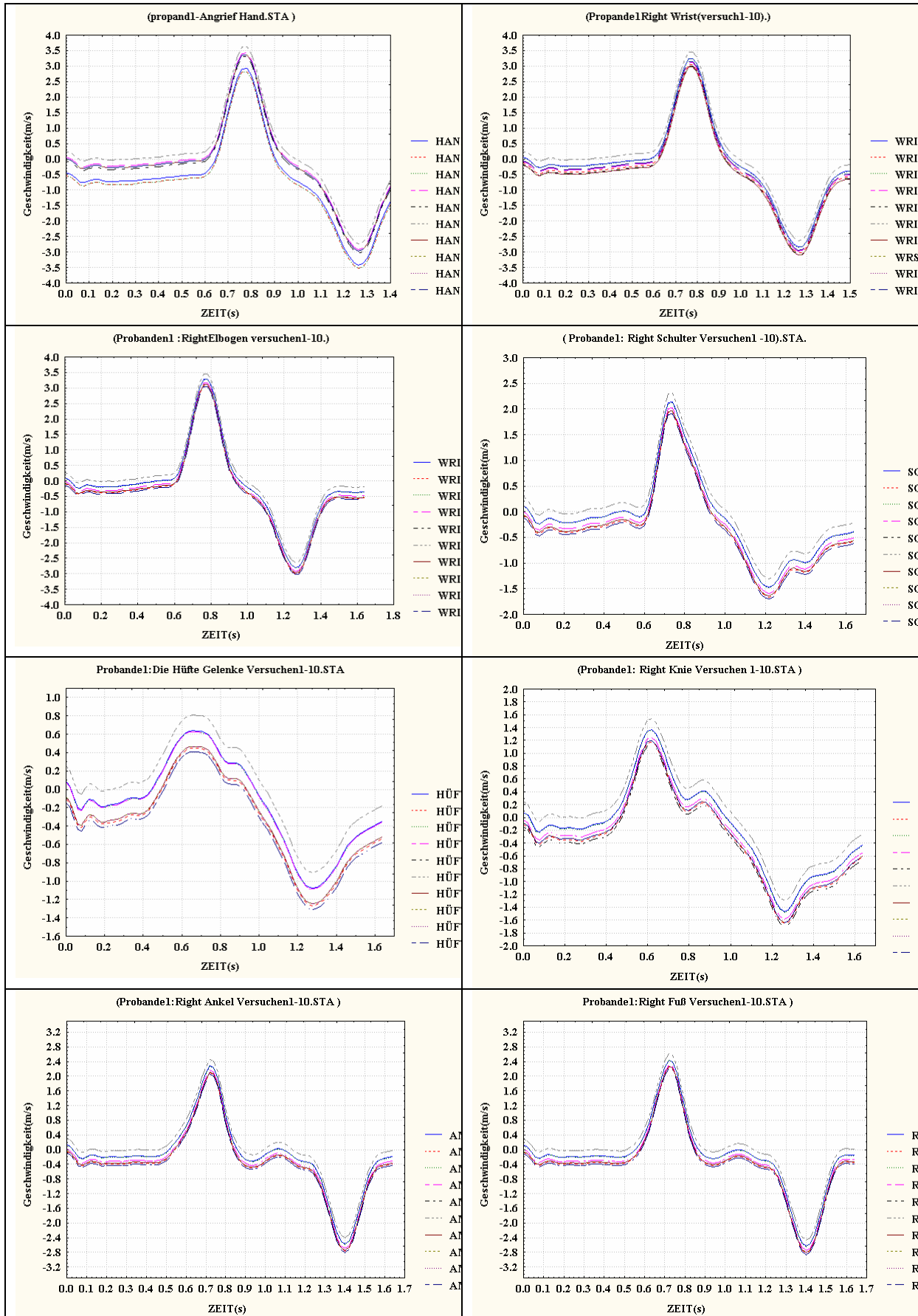
Anthropometry		
Name	Middle Name	Surname
Kopp	kar7	Bjorn
Date of Birth	Gender	Race
18.01.83	<input checked="" type="radio"/> male <input type="radio"/> female	Caucasian
BMI:	Mass-height	Date of Measurement
18.7327		09.11.02

body mass [kg]	51	
height [cm]	165	
height of sternum [cm]	117.315	
height in sitting position [cm]	88.275	
width of hips [cm]	27.555	
depth of waist [cm]	20.13	
depth of buttock [cm]	25.245	
width of chest [cm]	31.02	
depth of chest [cm]	19.47	
circumference of head [cm]	53.13	
Right height of shoulder [cm]	135.795	Left
Right height of hip joint [cm]	84.48	Left
Right height of knee [cm]	46.2	Left
Right height of ankle [cm]	7.59	Left
Right length of upper arm [cm]	31.35	Left
Right length of forearm [cm]	23.76	Left
Right length of foot [cm]	25.08	Left
Right circumf. of upper arm [cm]	29.865	Left
Right circumf. of elbow [cm]	26.4	Left
Right circumf. of wrist [cm]	16.665	Left
Right circumf. of fist [cm]	27.39	Left
Right circumf. of thigh [cm]	59.07	Left
Right circumf. of knee [cm]	35.97	Left
Right circumf. of ankle [cm]	22.11	Left

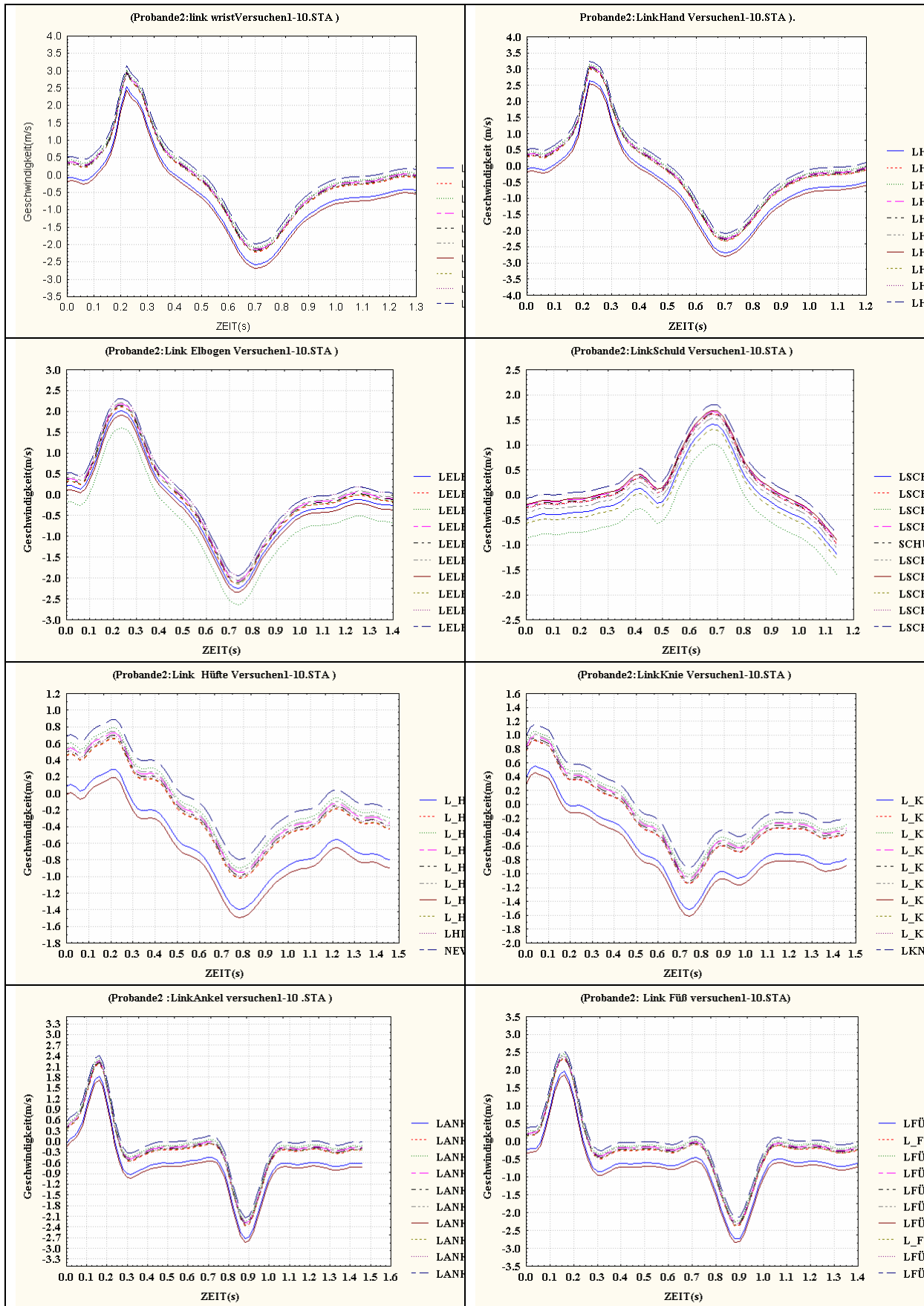
Legend	
Measuring Instruments	
Anthropometer	
Bow Caliper	
Caliper	
Scale	
Tape Measure	
100 cm = 1 m	

2-Die Kurven Geschwindigkeit beim alle Gelenke für alle Probanden
 Jeden gelenk mit 10 versuchen.

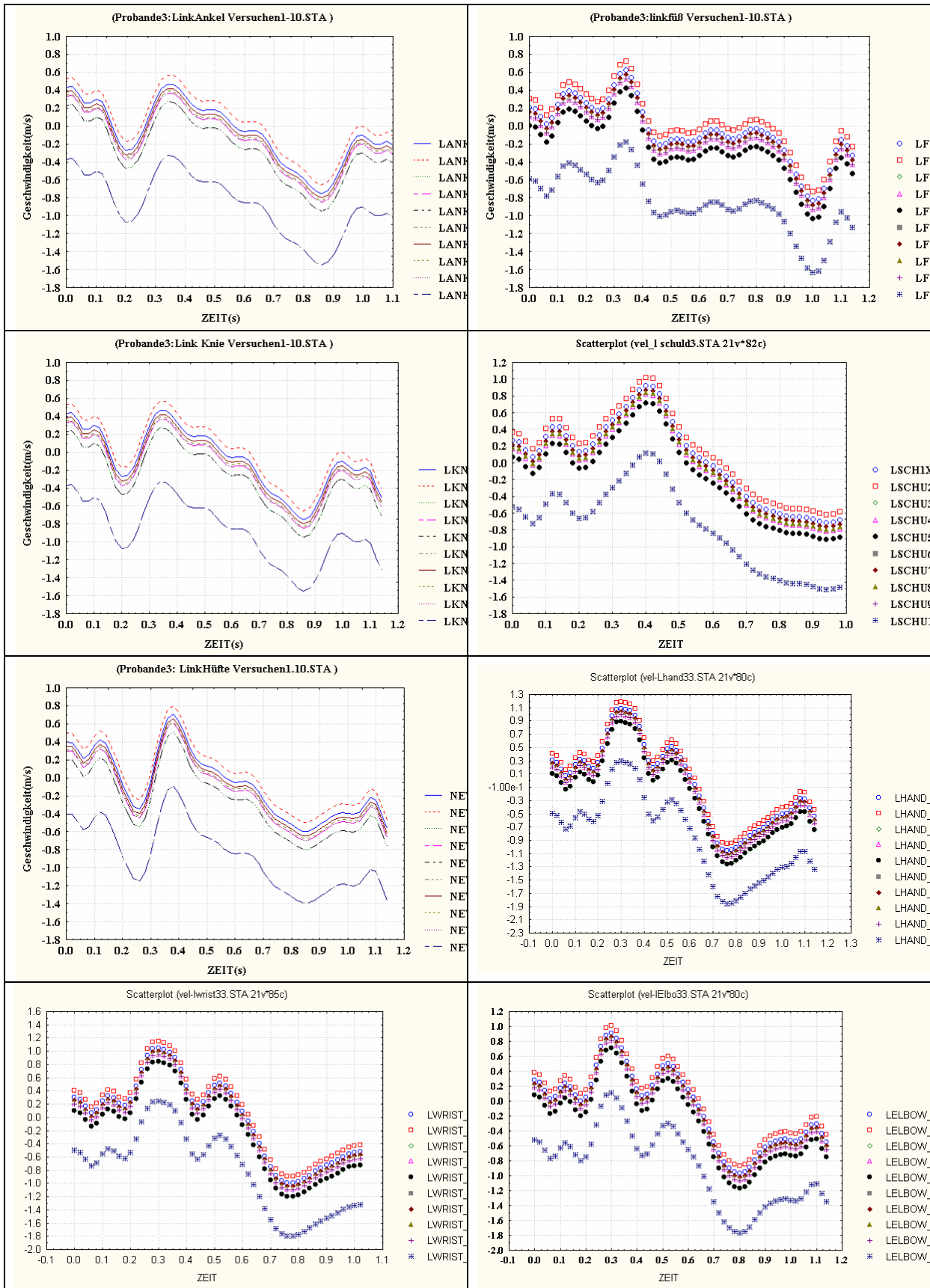
Proband 1



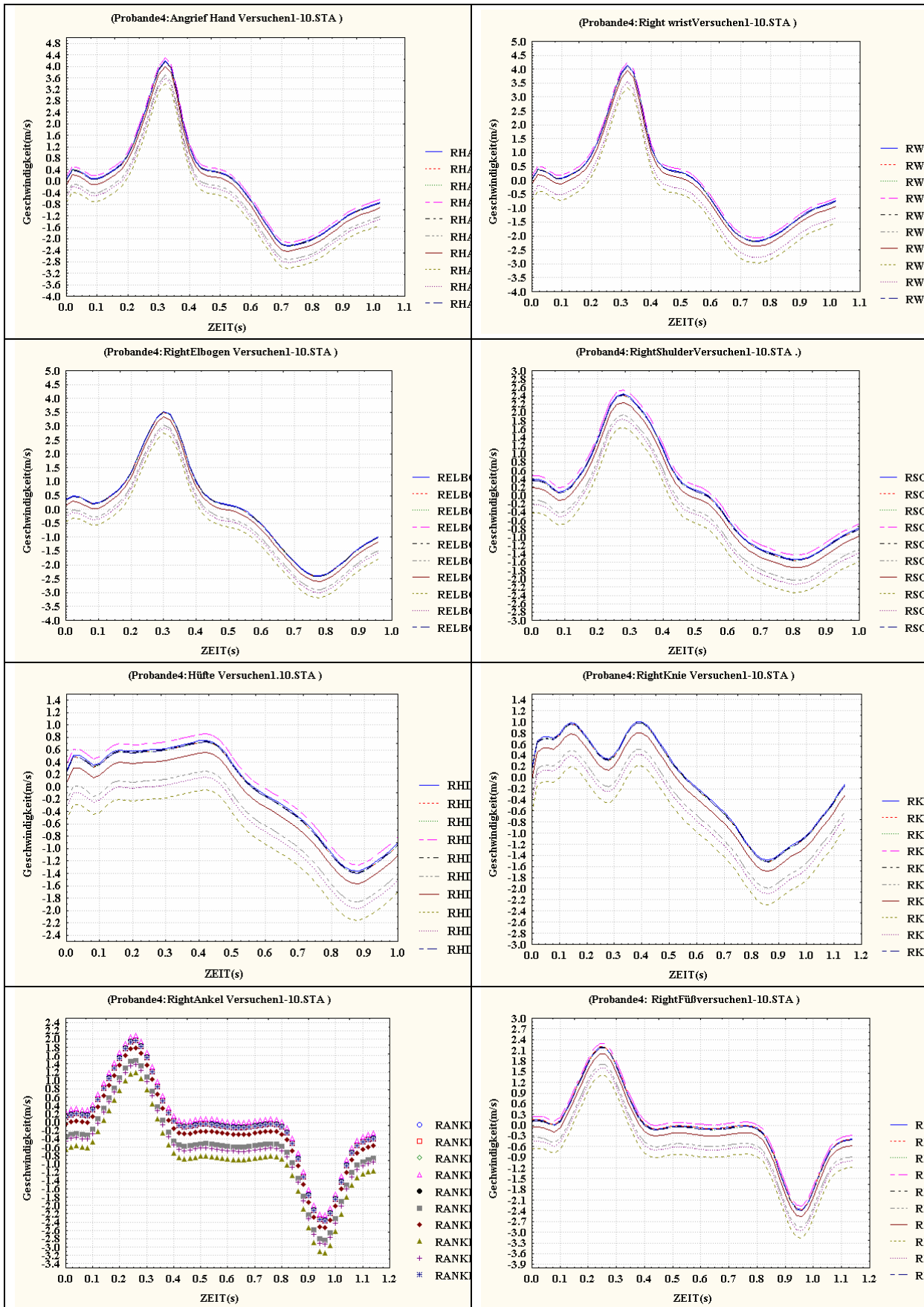
Proband 2



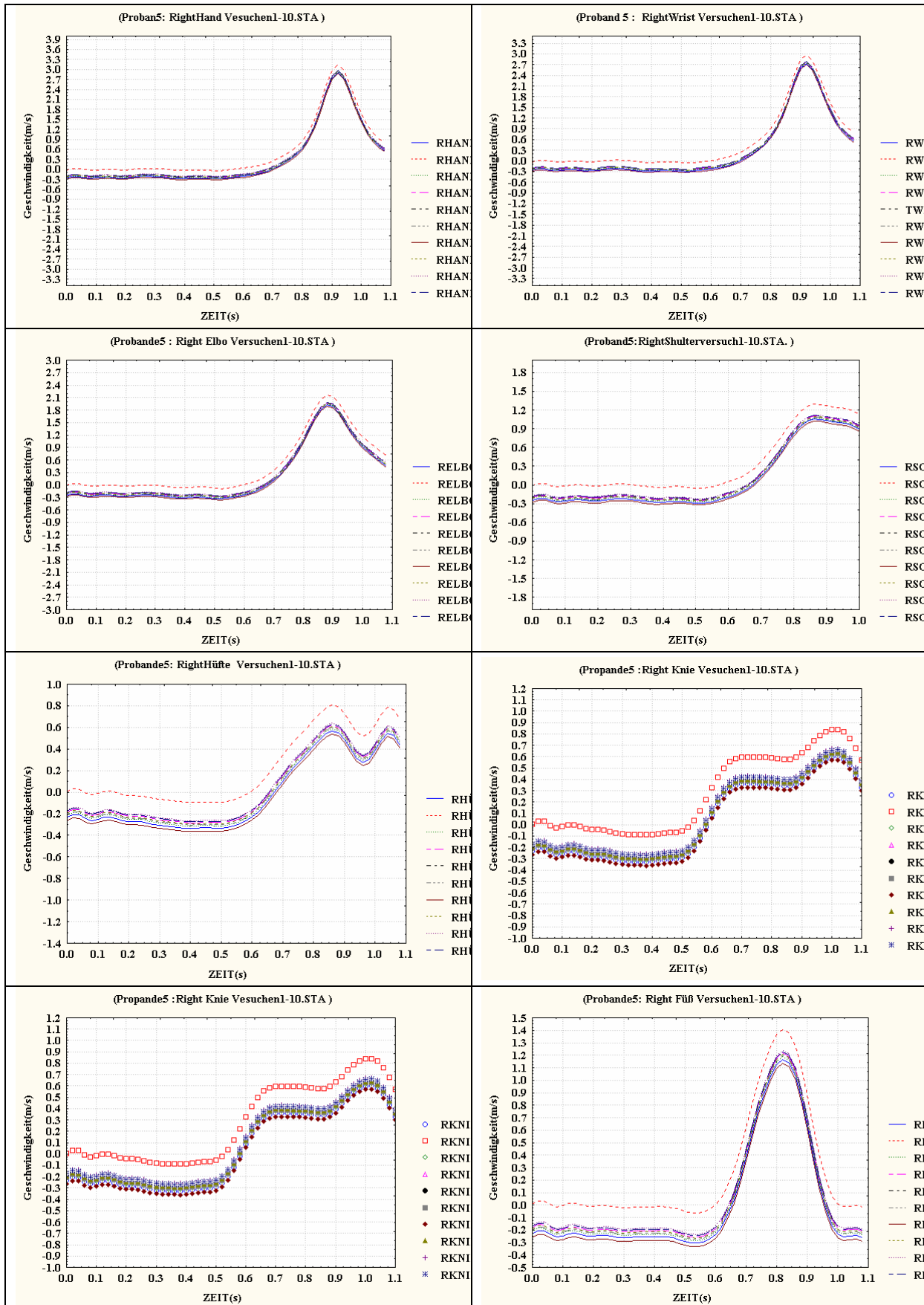
Proband 3



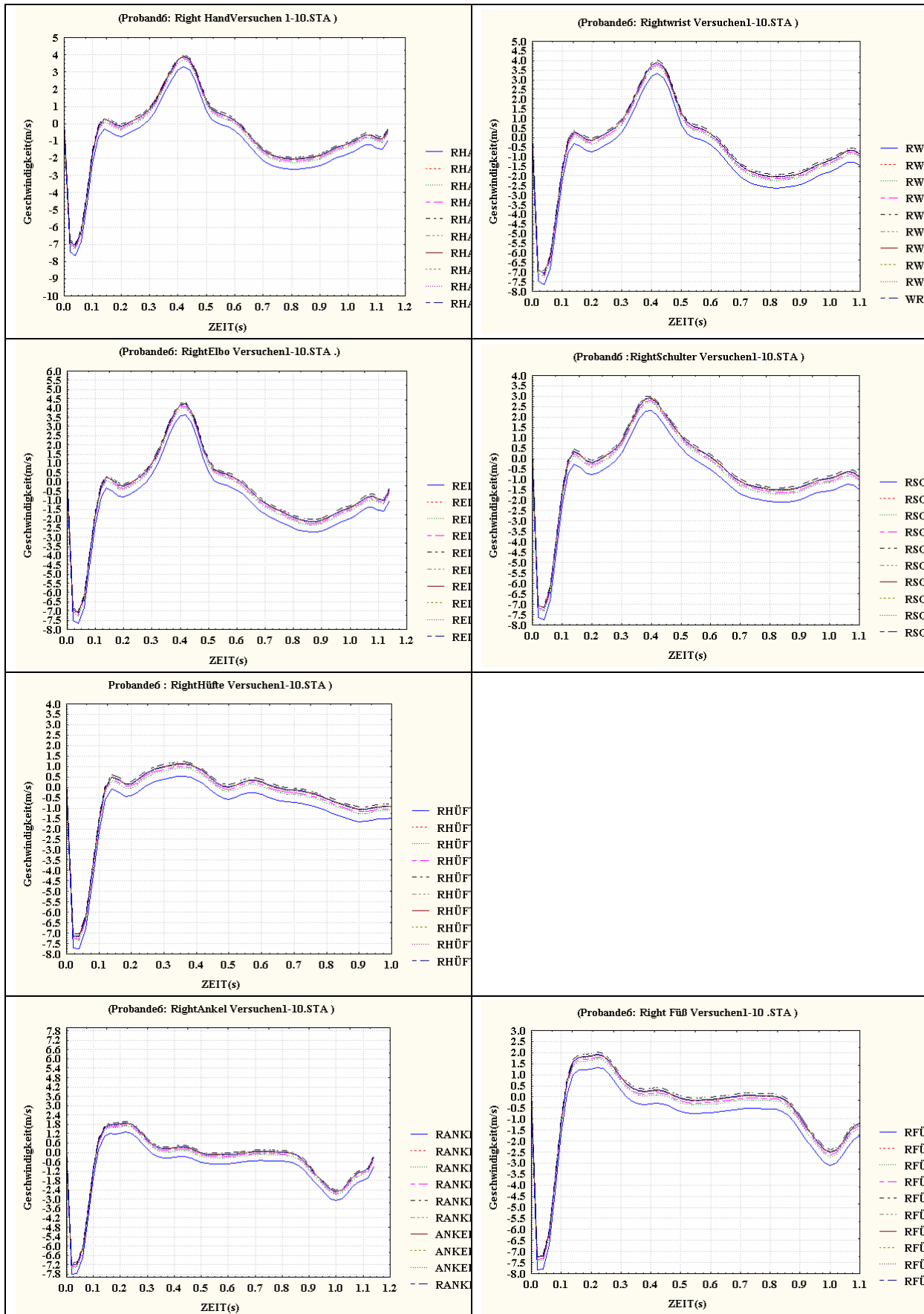
Proband 4



Probands5



Proband 6



Proband 7

