

FACHBEREICH SPORT

DER JOHANNES GUTENBERG UNIVERSITÄT MAINZ

DIPLOMARBEIT

zum Thema

Technikanalyse des weiten Rückhandwurfes im Ultimate Frisbee - Eine empirische Untersuchung zur Strukturierung und zur Identifikation von Einflußgrößen mit Ableitung von konkreten Bewegungsanweisungen

vorgelegt von

Robert Pesch

im Sommersemester 1999

Referenten:

1. Univ.-Prof. Dr. Dieter Augustin
2. Wiss. MA Ronald Burger

INHALTSVERZEICHNIS

1.	PROBLEMHINFÜHRUNG.....	1
2.	FORSCHUNGSSTAND .....	3
2.1	ULTIMATE FRISBEE .....	3
2.1.1	<i>Spielbeschreibung</i> .....	3
2.1.2	<i>Regeln</i> .....	4
2.1.3	<i>Wurfarten</i> .....	7
2.1.3.1	Rückhandwurf.....	8
2.1.3.2	Vorhandwurf.....	10
2.1.3.3	Überkopfwurf.....	11
2.1.4	<i>Spielsysteme</i> .....	12
2.1.4.1	Spielsystem Stack .....	12
2.1.4.2	Spielsystem 4:1:2.....	14
2.2	ALLGEMEINE UNTERSUCHUNGEN ZUM WEITEN RÜCKHANDWURF .....	16
2.2.1	<i>Terminologie</i> .....	16
2.2.2	<i>Anforderungen an einen guten Wurf</i> .....	16
2.2.3	<i>Bewegungsbeschreibungen</i> .....	17
2.3	MORPHOLOGISCHE BESCHREIBUNG .....	18
2.4	BIOMECHANISCHE BESCHREIBUNG .....	19
2.4.1	<i>Biomechanische Bewegungsbeschreibung</i> .....	19
2.4.2	<i>Mechanische Einflußgrößen auf den Scheibenflug und dessen Erklärung</i> .....	20
2.4.2.1	Das Sportgerät Scheibe.....	21
2.4.2.2	Biomechanische Zielgrößen der Bewegung.....	23
2.4.2.3	Erklärung des Scheibenfluges durch physikalische Einflußgrößen.....	26
2.4.2.3.1	Schwerkraft .....	27
2.4.2.3.2	Dynamischer Auftrieb .....	27
2.4.2.3.3	Auftrieb durch Form und Grenzschicht.....	28
2.4.2.3.4	Luftwiderstand.....	28
2.4.2.3.5	Scheibenumdrehungseffekt .....	29
2.4.2.3.6	Wind.....	30
2.5	PROBLEMSTELLUNG.....	31
3.	METHODIK.....	32
3.1	MERKMALSSTICHPROBE.....	32
3.1.1	<i>Situationen und Bedeutung</i> .....	33

3.1.2	<i>Morphologische Merkmale</i>	33
3.1.3	<i>Biomechanische Merkmale</i>	34
3.1.3.1	Biomechanische Einflußgrößen der Bewegung	35
3.1.3.2	Biomechanische Einflußgrößen des Scheibenfluges	36
3.1.3.3	Biomechanische Zielgrößen	37
3.2	BEFRAGUNG	38
3.2.1	<i>Konzeption des Fragebogens</i>	38
3.2.1.1	Ziele des Fragebogens	38
3.2.1.2	Auswahl der Stichprobe	38
3.2.1.3	Aufbau des Fragebogens	38
3.2.1.4	Versandverfahren	39
3.2.1.5	Rücklauf	39
3.2.2	<i>Auswertung des Fragebogens</i>	40
3.3	MERKMALE DES FRAGEBOGENS	40
3.3.1	<i>Morphologische Merkmale der Bewegung</i>	40
3.3.2	<i>Biomechanische Zielgrößen</i>	41
3.4	BEOBACHTUNG	42
3.4.1	<i>Untersuchungsziel</i>	42
3.4.2	<i>Untersuchungsrahmen</i>	43
3.4.3	<i>Auswahl der Probanden</i>	45
3.4.4	<i>Untersuchungsablauf</i>	46
3.4.5	<i>Aufgabenstellung</i>	46
3.4.6	<i>Untersuchungsprotokoll</i>	47
3.4.7	<i>Auswertung</i>	47
3.4.7.1	Biomechanische Zielgrößen des Scheibenfluges	48
3.4.7.2	Auswahl der untersuchten Würfe	52
3.4.7.3	Morphologische Auswertung durch Videobetrachtung	53
3.4.7.4	Biomechanische Auswertung mit „Simi Motion“	53
3.4.8	<i>Verwertung der Daten</i>	55
3.4.9	<i>Fehlerbetrachtung</i>	55
3.4.9.1	Systematischer Fehler	55
3.4.9.2	Statistischer Fehler	58
3.5	METHODENKRITIK	59
4.	ERGEBNISDARSTELLUNG	61
4.1	TERMINOLOGIE	61

4.2	BEDEUTUNG DES WEITEN RÜCKHANDWURFES IN VERSCHIEDENEN SPIELSYSTEMEN .....	62
4.2.1	<i>Bedeutung für die angreifende Mannschaft</i> .....	62
4.2.2	<i>Anwendbarkeit in verschiedenen Situationen</i> .....	63
4.2.3	<i>Bedeutung für die verteidigende Mannschaft</i> .....	65
4.3	MORPHOLOGISCHE BEWEGUNGSBESCHREIBUNG .....	65
4.4	BIOMECHANISCHE BETRACHTUNG DES WEITEN RÜCKHANDWURFES .....	72
4.4.1	<i>Biomechanische Einflußgrößen des Scheibenfluges</i> .....	73
4.4.2	<i>Ausholbewegung</i> .....	76
4.4.3	<i>Ausholposition</i> .....	80
4.4.4	<i>Abwurfbewegung</i> .....	84
4.4.5	<i>Abwurfposition</i> .....	92
4.4.6	<i>Ausschwungbewegung</i> .....	95
4.4.7	<i>Gesamtausführung</i> .....	97
4.4.8	<i>Flug</i> .....	100
5.	ZUSAMMENFASSUNG .....	102
6.	KONKRETE BEWEGUNGSANWEISUNGEN .....	105
7.	LITERATUR .....	109
	ANHANG .....	111
	Abbildungsverzeichnis .....	111
	Tabellenverzeichnis .....	114
	Eidesstattliche Erklärung .....	115

## 1. Problemhinführung

Der weite Rückhandwurf im Ultimate Frisbee findet immer mehr Anwendung bei leistungsstarken Teams.

Um die Scheibe in die gegnerische Endzone zu bekommen, muß man sie durch Pässe über das 64 Meter lange Hauptspielfeld bringen. Wird von der angreifenden Mannschaft der weite Rückhandwurf nicht beherrscht, so kann sich die verteidigende Mannschaft auf den Spielraum in Scheibennähe konzentrieren. Spieler, die sich weit von der Scheibe entfernt aufhalten, sind nicht anspielbar und stellen somit auch in der Endzone keine Gefahr dar. Sowohl beim klassischen Stack- System als auch beim modernen 4:1:2- System muß eine gute Mannschaft Spieler in ihren Reihen haben, die einen sicheren Paß über 50 Meter werfen können. Daraus ergibt sich die These, daß der Wurf einen große Bedeutung für die Leistung hat.

Der weite Rückhandwurf wird weltweit immer noch von wenigen Spielern beherrscht. Über die optimale Ausführung besteht noch keine Übereinstimmung. Über die Ausführung und Einsetzbarkeit des weiten Rückhandwurfes im Ultimate Frisbee gibt es keine expliziten Untersuchungen. Verschiedene Autoren (GEIBLER 1995, KALB / KENNEDY 1982, NAPIERALSKI 1994) machen allgemeine Angaben zu Würfen, die ihre Gültigkeit auch beim weiten Rückhandwurf haben. Teilweise äußern sie sich die zum weiten Wurf mit kurzen, konkreten Bewegungshinweisen.

Bisherige Veröffentlichungen über die Sportart Ultimate Frisbee können einerseits dem Bereich der Populärliteratur zugeordnet werden, andererseits gibt es im Bereich Sportpädagogik einige Arbeiten, die sich mit Ultimate Frisbee beschäftigen. Eine Analyse einer Technik gibt es noch nicht.

Die vorliegende Arbeit untersucht diesen Wurf nach 2 der 4 von WILLIMCZIK und ROTH (1983) dargelegten Betrachtungsweisen.

Im ersten Schritt wird anhand von Expertenbefragungen (Nationalspielern, Trainern, Deutschen Meistern) und über Literaturrecherche ein Außenkriterium für eine gute Ausführung ermittelt (morphologische Beschreibung). Zudem wird die Leistungsrelevanz geklärt, worin der Sinn der Untersuchung begründet wird. Dazu wurde ein Fragebogen erstellt.

Mit diesen Erkenntnissen erfolgt im zweiten Schritt über Videoaufnahmen die morphologische Beschreibung. Mit der Methode der Beobachtung wurde durch

Computeranalysen die biomechanische Beschreibung der Technik angefertigt und nach einer biomechanischen Begründung der Technik gesucht.

Mit Bildreihen und Handlungsanweisungen werden im letzten Teil der Arbeit Verbesserungsvorschläge für die Optimierung dieses Wurfes nach Lehrbuchcharakter gegeben.

## 2. Forschungsstand

### 2.1 *Ultimate Frisbee*

Ultimate Frisbee ist eine relativ junge Sportart. Sie entstand erst 1967 und hat seitdem einen enormen Aufschwung erlebt (vgl. NAPIERALSKI 1994, 7f.). Zu Beginn des folgenden Kapitels wird diese Sportart vorgestellt. Das ist notwendig, um den weiten Rückhandwurf im Ultimate Frisbee (im folgenden auch nur Ultimate genannt) als leistungsrelevante Technik einordnen zu können.

#### 2.1.1 Spielbeschreibung

Ultimate ist eine Mannschaftssportart, bei der zwei Mannschaften mit je sieben Spielern plus Auswechselspieler gegeneinander spielen. Das Hauptspielfeld ist 65 Meter lang und 35 Meter breit. An jedem Ende des Hauptspielfeldes befindet sich eine 22 Meter lange Endzone, in der die Punkte erzielt werden. Jede vom Mitspieler in der Endzone gefangene Scheibe ergibt einen Punkt. Das Spiel endet je nach Wettkampf bei einer bestimmten Punktzahl (17,19 oder 21) oder nachdem die Spielzeit abgelaufen ist.

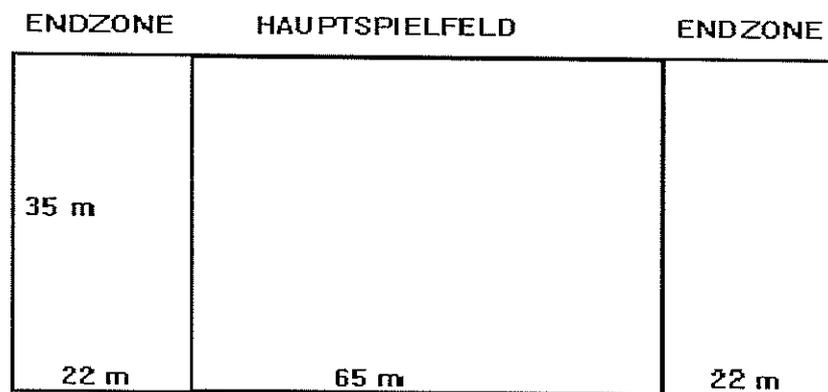


Abbildung 1: Spielfeld Ultimate Frisbee

Das Spiel beginnt mit dem Anwurf. Vor dem Anwurf stehen sich die Spieler 65 Meter entfernt gegenüber. Ein Spieler der verteidigenden Mannschaft wirft die Scheibe der gegnerischen Mannschaft von der eigenen Grundlinie aus zu. Diejenige Mannschaft, die die Scheibe empfängt, darf sie aufnehmen und bringt diese ins Spiel. Der scheibenbesitzende Spieler darf mit der Scheibe nicht laufen, die Scheibe darf also nur dadurch bewegt werden, indem sie von Spieler zu Spieler geworfen wird. Wenn die Scheibe von einem Spieler gefangen wird, muß dieser schnellstmöglich stehenbleiben und darf sich nur noch mittels eines Sternschrittes um seinen Standfuß herum bewegen. Nun hat er zehn Sekunden Zeit, die Scheibe weiter zu passen. Sein Gegenspieler, der

Marker<sup>1</sup>, zählt ihn dabei an und versucht gleichzeitig den Paß im Rahmen der Regeln zu verhindern. Berührt die Scheibe während des Fluges den Boden oder wird sie abgeschlagen, fängt der Mitspieler die Scheibe im Aus oder läßt der Fänger die Scheibe fallen, kommt es zum „turnover“<sup>2</sup>. Dadurch kommt die gegnerische Mannschaft in Scheibenbesitz. Nach einem Punktgewinn einer Mannschaft wird das Spiel durch einen neuen Anwurf fortgesetzt. (vgl. GEIBLER 1995, 64f.; KALB / KENNEDY 1982, 19f.; WFDF 19.03.1999, URL; ZIMMERMANN / BATTANTA 1995, 109f.)

Im Ultimate Frisbee spiegeln sich Charakteristika anderer Mannschaftssportarten wieder. Die Feldeinteilung geschieht in Anlehnung an die Sportart American Football, jedoch besteht eine ununterbrochene Paßfolge bis zum Punkt oder „turnover“. Ein Spieler, der im Besitz der Scheibe ist, hat mindestens 10 Sekunden (wenn er sofort angezählt wird) Zeit, die Scheibe wieder abzuspielen. Während dieser Zeit hat er die Autonomie über die Scheibe, sie darf ihm nicht aus der Hand genommen oder geschlagen werden. Diese relativ lange Zeit läßt dem erfahrenen Spieler die Möglichkeit zur überlegten, ruhigen Ausführung des Wurfes, was zu einer hohen Wurfgenauigkeit führt (vgl. WFDF 19.03.1999, URL, 404.10; GEIBLER 1995, 64f.; NAPIERALSKI 1994, 24).

### 2.1.2 Regeln

Wie in jedem Sportspiel gibt es auch im Ultimate Frisbee ein Regelwerk. Aus diesem internationalen Regelwerk des WFDF (World Flying Disc Federation) wird eine Auswahl an Regeln beschrieben, die zum Verständnis der Sportart beitragen, sowie die Technik des weiten Rückhandwurfes bedingen.

#### Spirit of the game

Die erste und oberste Regel im Ultimate Frisbee wird mit „Spirit of the game“ überschrieben.

Ultimate hat seit seiner Entstehung auf Sportsgeist vertraut, wodurch die Verantwortung für Fair play dem Spieler selbst gegeben wird. Es wird hoher kämpferischer Einsatz zwar gefördert, dieser darf aber niemals auf Kosten der Verpflichtung der Spieler zum gegenseitigen Respekt, des Festhaltens an den vereinbarten Spielregeln oder der Freude am Spiel gehen. Die Ultimate-Regeln stellen Richtlinien dar, die beschreiben, wie das Spiel durchgeführt wird. Es wird davon ausgegangen, daß kein Ultimatespieler die Regeln absichtlich verletzt;... (GEIBLER 1995, 186)

---

<sup>1</sup> engl.: to mark = bewachen

<sup>2</sup> engl.: turn over = umdrehen, die Spielrichtung und das Angriffsrecht wechselt.

(vgl. auch Kalb / Kennedy 1982, 20; WFDF 19.03.1999, URL, 401)

Diese Regel erfordert „fair-play“ beim Ultimate Frisbee. Der Respekt vor dem Gegner und seine Gesundheit stehen vor dem Sieg und dem Foulspiel. Da es keinen Schiedsrichter gibt, sind die Spieler gefordert, selbst auf die Einhaltung der Regeln zu achten. Während der Wurfbewegung darf der Marker nicht berührt oder geschlagen werden. Die Wurfbewegung muß also so ausgeführt werden, daß die gesamte Bewegung nicht in den Bereich des Markers fällt.

### Anwurf

Mit dem Anwurf beginnt jeder neue Punkt. Der Spieler bringt die Scheibe von der Stelle aus ins Spiel, an der sie liegengeblieben ist. Erlaubt ist auch das Fangen der angeworfenen Scheibe, dann muß an diesem Punkt angefangen werden zu spielen. Fliegt die Scheibe ins Aus, so gibt es mehrere Möglichkeiten des Spielbeginns.

- Die Scheibe wird an dem Punkt ins Spiel gebracht, an dem sie das Spielfeld verlassen hat oder diesem Punkt nächstgelegener Stelle auf der Grundlinie.
- Die Scheibe wird mit der Mitteregel in der Mitte des Spielfeldes in Höhe des Punktes ins Spiel gebracht, an dem sie das Spielfeld verlassen hat oder diesem Punkt nächstgelegener Stelle auf der Grundlinie.
- Die Scheibe wird im Rahmen der Brickregel 10 yards (ca. 9 Meter) vor der Grundlinie in der Mitte des Spielfeldes vom Brickpunkt aus ins Spielfeld gebracht.
- Der Anwurf wird wiederholt.

(WFDF 19.03.1999, URL, 404.05 D)

Seit dem 1. April 1999 wird mit einer zusätzlichen Regel gespielt, bei der an jeder Ecke des Hauptspielfeldes je eine Scheibe bereitliegen soll, die sofort anstelle der ins Aus geflogenen Scheibe nach den oben genannten Regeln ins Spiel gebracht werden kann. Außerdem wird der Brickpunkt von 10 auf 20 Yards vor die Grundlinie verlegt (WFDF 18.04.1999, URL).

Aus diesen Regeln wird ersichtlich, daß der anwerfende Spieler versuchen wird, die Scheibe möglichst weit in Richtung der gegnerischen Mannschaft ins Spielfeld zu werfen. Gleichzeitig wird er versuchen, immer das Spielfeld zu treffen, da seine Mannschaft ansonsten Nachteile in Kauf nehmen muß. Je weiter der Anwurf in die gegnerische Endzone fliegt, desto mehr Distanz hat die angreifende Mannschaft zu überbrücken, und desto mehr Zeit bleibt der verteidigenden Mannschaft, sich

aufzustellen (GEISLER 1995, 107). Abweichend von dem im Spiel verwendeten weiten Rückhandwurf ist es beim Anwurf erlaubt, Anlauf zu nehmen, da es keine „travelling“ Regel (siehe nächster Absatz) gibt.

### travelling

Ein Schrittfehler ist ein Regelverstoß, den man als „travelling“<sup>3</sup> bezeichnet. Nachdem der Paßempfänger die Scheibe erhalten hat, muß er möglichst schnell stehenbleiben und seinen Standfuß setzen, der dann in ständigem Bodenkontakt gehalten werden muß. Jeder Schritt, jedes Ziehen des Standfußes ist ein Regelverstoß und unterliegt dem „travelling“ (WFDF 19.03.1999, URL, 404.16 C). Dem Werfer ist ähnlich wie im Basketball nur noch ein Sternschritt erlaubt. Somit reduziert sich der Abwurfspielraum auf den Ausfallschritt und das Ausstrecken des Armes. Dies kann der Spieler zu beiden Seiten durchführen, wodurch er die Möglichkeit erhält, aus einem Handlungsspielraum mit einem Radius von 3 Metern zu werfen (KALB / KENNEDY 1982, 24f.).



Abbildung 2: Handlungsspielraum des Werfers (KALB / KENNEDY 1982, 24)

### Marker

Als Marker wird derjenige Spieler bezeichnet, der gegen den Werfer verteidigt. Das Bewachen beginnt, sobald sich der Spieler in einem Abstand von drei Metern zum Werfer befindet. Zu jeder Zeit ist es nur einem Verteidigungsspieler erlaubt, den scheibenbesitzenden Spieler zu bewachen. Der Werfer wird vom Marker angezählt. Der Abstand des Markers zum Werfer beträgt mindestens einen Scheibendurchmesser. Der

<sup>3</sup> engl.: to travel = wandern, reisen

Verteidiger darf den Werfer nicht am Ausfallschritt zur Seite hindern (WFDF 19.03.1999, URL, 404.11 A,B).

Durch die Position des Markers ist der Werfer in seinem Bewegungsspielraum eingeschränkt (KALB / KENNEDY 1982, 27). Der Marker versucht Würfe in die Richtung zu verhindern, die seine Mannschaft spieltaktisch vorgegeben hat. Spieltaktisch verhindern die Marker immer den Wurf auf eine Spielfeldseite. Sie decken „rechts auf“ oder „links auf“<sup>4</sup>. Dabei steht der Marker ungefähr in einem Winkel von 45° zur Spielfeldlängsrichtung. Er versucht, eine Spielfeldseite mit hoher Sicherheit zu decken.

### 2.1.3 Wurfarten

Im Ultimate finden drei Wurftechniken regelmäßige Anwendung. Dies sind:

- der Rückhandwurf (oder engl. „backhand“)
- der Vorhandwurf (oder engl. „sidearm“)
- der Überkopfwurf (oder engl. „overhead“)

(vgl. GEIBLER 1995, 67; KALB / KENNEDY 1982, 2)

Die Würfe ergeben sich aus der Tatsache, daß am Marker links oder rechts vorbei oder über den Marker hinweg geworfen werden soll (KALB / KENNEDY 1982, 27). Der Sternschritt wird benutzt, um dem Spieler einen Übergang zwischen den einzelnen Wurfpositionen zu ermöglichen (KALB / KENNEDY 1982, 24) und um die Reichweite der Wurfhand über die maximale Reichweite der Armlänge zu erhöhen (GEIBLER 1995, 69). Um das Gleichgewicht zu halten, wird der freie Fuß beim Sternschritt nahe am Boden gehalten (KALB / KENNEDY 1982, 24). Der Sternschritt eignet sich auch hervorragend, um den Gegner zu täuschen (ebd. 35). Täuscht der Werfer beispielsweise auf der Vorhand einen Wurf an, kann er dadurch freie Wurfmöglichkeit auf der Rückhandseite bekommen.

Andere Wurftechniken sind Exoten, die selten zu sehen sind und daher auch nicht beschrieben werden. Sie stellen sich in der Praxis meist als unzweckmäßig heraus. Der weite Rückhandwurf ist eine Spezialform des Rückhandwurfes.

Die Technikbeschreibungen gelten jeweils für einen Rechtshänder. Für Linkshänder gelten die Anweisungen entsprechend seitenverkehrt.

---

<sup>4</sup> Bei „rechts auf“ wird die rechte Spielfeldseite der Verteidigung für den Wurf offengelassen, dadurch kann der Werfer aus seiner Sicht die Scheibe mit dem Rückhandwurf links am Gegner vorbei werfen. Bei „links auf“ gilt dies entsprechend seitenverkehrt.

### 2.1.3.1 Rückhandwurf

Der Rückhandwurf ist der bekannteste Wurf und wird auch von vielen Einsteigern beherrscht. Er wird verwendet, um am Marker in Spielrichtung auf der linken Seite vorbeizuwurfen (vgl. KALB / KENNEDY 1982, 27; GEIBLER 1995, 67).

Es gibt verschiedene Arten, die Scheibe beim Rückhandwurf zu halten. Zum einen ist dabei das persönliche Gefühl ausschlaggebend, zum anderen kommt es auf die Einsatzmöglichkeit an.

Beim Basisgriff liegt der Zeigefinger auf dem Scheibenrand, der Daumen auf der Scheibenoberseite und die drei restlichen Finger unterhalb der Scheibe. Die drei restlichen Finger greifen in den Scheibenrand. Alternativ gibt BRENNAN (07.03.1999, URL) die Möglichkeit, den Mittelfinger in Scheibenmitte zu strecken, damit die Scheibe mehr Stabilität erhält. Somit würden nur noch zwei Finger in den Scheibenrand greifen. Der Zeigefinger auf dem Rand hilft bei der Richtungsbestimmung und der Zielerreichung (vgl. BARTEL 1991, 204; BRENNAN 07.03.1999, URL; GEIBLER 1995, 18; KALB / KENNEDY 1982, 5).

Beim Powergriff greifen alle vier Finger in den Rand der Scheibe, der Daumen liegt auf der Oberfläche. Der Vorteil bei diesem Griff ist, daß man mit 4 Fingern Kraft auf die Scheibe ausüben kann. Allerdings verliert man dadurch etwas an Wurfkontrolle im Vergleich zum Basisgriff. „This is the most popular grip among experienced throwers, and is the one used by almost all disc golfers“ (BRENNAN 07.03.1999, URL).

(vgl. auch GEIBLER 1995, 18; KALB / KENNEDY 1982, 5).

Der Kontrollverlust kann durch vermehrtes Training sehr gut kompensiert werden. Gelegentlich sieht man auch Mischformen beider Griffe (BRENNAN 07.03.1999, URL). Der erfahrene Spieler hält die Scheibe für jeden Wurf individuell angepaßt.

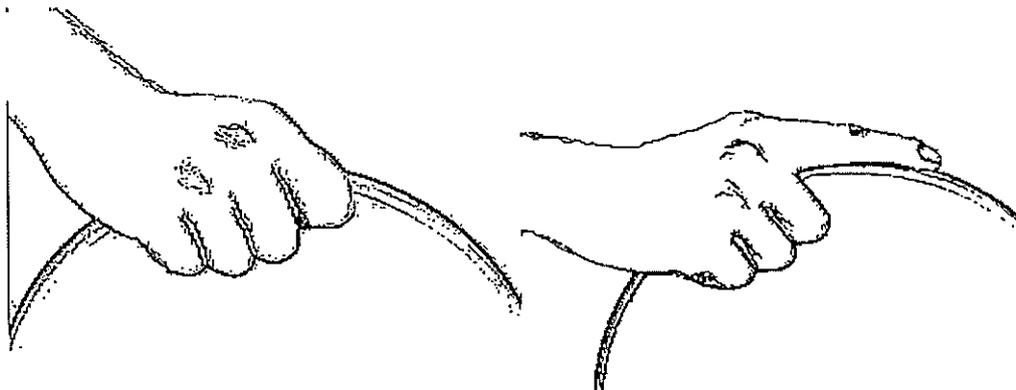


Abbildung 3: Powergriff und Basisgriff (BRENNAN 07.03.1999, URL)

Ausgehend von der frontalen Ausrichtung zum Ziel hin beginnt die Wurfbewegung mit einem leichten bis weiten Ausfallschritt des rechten Fußes (je nach Bedrängnis durch den Marker) überkreuz nach links vom Wurfziel weg (etwa  $60^\circ - 70^\circ$ ). Die rechte Schulter zeigt nun nach links vorne. Daraus erfolgt der Handlungsspielraum für den Wurfarm. Das Gewicht ist auf beiden Füßen verteilt, der Blick auf das Wurfziel gerichtet.

Der rechte Arm wird mit der Scheibe in Schulter- bis Hüfthöhe nach hinten zurückgenommen. Es verringern sich Schulter-, Ellbogen- und Handgelenkwinkel, bis das Handgelenk geschlossen<sup>5</sup> ist. Dabei dreht der Oberkörper mit. Das Gewicht bleibt gleichmäßig auf beiden Füßen verteilt, kann sich aber individuell etwas verschieben. Der Arm wird in einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung nahe am Körper nach vorne geführt, sukzessiv lösen sich erst der Schulterwinkel, dann der Ellbogenwinkel und erst ganz zum Schluß mit einer Schnapperbewegung der Handgelenkwinkel auf. Während dieser Bewegung verlagert sich das Gewicht auf den vorderen Fuß. In dem Moment, in dem der Arm auf das Ziel zeigt, öffnet sich die Hand zum Loslassen der Scheibe. Die Scheibe bewegt sich auf einer relativ geraden Bahn von hinten nach vorne. Durch das Zeigen auf das Ziel nach Verlassen der Hand entsteht eine hohe Wurfgenauigkeit (vgl. BARTEL 1991, 205; GEIBLER 1995, 18f.; KALB / KENNEDY 1982, 6f.; NAPIERALSKI 1994, 67f.; ZIMMERMANN / BATTANTA 1995, 33ff.).

Die Position des Verteidigers verhindert gewöhnlich eine komplette Körperbewegung (KALB / KENNEDY 1982, 23).

Alternativ kann der Handgelenkwinkel in der Ausholposition geöffnet<sup>6</sup> sein und die Scheibe beschreibt mit ihrem Durchmesser die Verlängerung des Armes (NAPIERALSKI 1994, 67). Der Winkel schließt sich erst mit der Wurfbewegung und löst sich im Abwurf auf (Handgelenksschnapper). Durch diese reaktive Bewegung kann mehr Eigenrotation in die Scheibe gebracht werden.

---

<sup>5</sup> Geschlossen ist das Handgelenk, wenn die Handfläche dem Unterarm angenähert wird (vgl. GEIBLER 1995, 21).

<sup>6</sup> Geöffnet ist das Handgelenk, wenn der Handrücken an den Unterarm angenähert wird (vgl. GEIBLER 1995, 21).



Abbildung 4: Wurfbewegung des einfachen Rückhandwurfes im Ausfallschritt (GEIBLER 1995, 70)

### 2.1.3.2 Vorhandwurf

Der Vorhandwurf (oder Dreifingergriff) wird verwendet, um in Spielrichtung am Marker rechts vorbeizuworfen (GEIBLER 1995, 67; KALB / KENNEDY 1982, 27). Er wird von Einsteigern oft nicht beherrscht, weil er auf einer reaktiven Bewegung beruht.

Auch bei der Vorhand unterscheidet man zwischen Basis- und Powergriff. Da hier der Powergriff viel schwerer zu lernen ist, werfen viele Spieler mit dem Basisgriff.

Beim Basisgriff zeigt der Zeigefinger in Richtung Scheibenzentrum, der Mittelfinger drückt in den Rand und der Daumen liegt auf der Oberfläche der Scheibe. Die restlichen Finger berühren die Scheibe nicht. Sie verschwinden im Innern der Hand und haben keinen Kontakt zur Scheibe (vgl. BARTEL 1991, 206; BRENNAN 07.03.1999, URL; GEIBLER 1995, 22). Alternativ kann der Ringfinger beim Powergriff ebenfalls noch in den Rand gedrückt werden, um den Druck auf diesen zu erhöhen. Stabilität geht hierdurch verloren, dies kann aber ebenfalls durch Training ausgeglichen werden (vgl. BRENNAN 07.03.1999, URL; GEIBLER 1995, 71; KALB / KENNEDY 1982, 9).

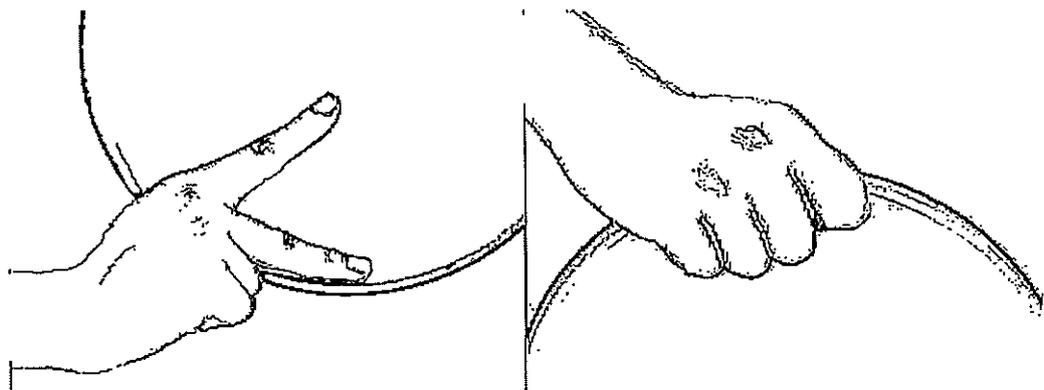


Abbildung 5: Basisgriff und Powergriff Vorhand- und Überkopfwurf (BRENNAN 07.03.1999, URL)

Ausgangsposition ist wieder die frontale Ausrichtung zum Ziel. Der rechte Fuß macht einen leichten Ausfallschritt nach rechts vorne. Das Körpergewicht bleibt auf beiden Füßen verteilt. Das rechte Bein knickt leicht im Kniegelenk ein, der Oberkörper bleibt aufrecht. Die Ausholbewegung des Armes beginnt damit, daß der Arm zum Ziel hin zeigt. In einer reaktiven Bewegung zieht der Unterarm nach hinten bis knapp hinter die Körperquerachse und schnappt sofort wieder nach vorne. Der Ellbogen geht dieser Bewegung voraus und somit spannt sich das Handgelenk in eine überstreckte Position. Das Auflösen des Handgelenkwinkels und ein schnelles Zurückführen des Handgelenks verleiht der Scheibe die Eigenrotation. Das gleichzeitige Öffnen der Hand bewirkt den Abflug. Der Druck auf die Scheibe erfolgt über die Finger im Scheibenrand. Ganzkörperbewegungen sind beim Basiswurf zu vermeiden, sie dienen nur der Kompensation und verschlechtern den Scheibenflug (vgl. BARTEL 1991, 206f.; GEIBLER 1995, 23ff; KALB / KENNEDY 1982, 10f.; NAPIERALSKI 1994, 68; ZIMMERMANN / BATTANTA 1995, 42f.).



Abbildung 6: Wurfbewegung des einfachen Vorhandwurfes im Ausfallschritt (GEIBLER 1995, 71)

### 2.1.3.3 Überkopfwurf

Dieser Wurf wird dazu verwendet, um über den Marker hinwegzuwerfen (KALB / KENNEDY 1982, 27).

Der Überkopfwurf (oder engl. overhead) ähnelt im Prinzip dem Vorhandwurf. Die Griffhaltung ist dieselbe und auch die Wurfbewegung gleicht der des Vorhandwurfes. Die Unterschiede ergeben sich aus der Zielstellung. Die Wurfbewegung erfolgt nicht seitlich, sondern über dem Kopf. Der Ausfallschritt erfolgt leicht nach hinten, um besser über den Marker werfen zu können. (BRENNAN 07.03.1999, URL; GEIBLER 1995, 32; KALB / KENNEDY 1982, 13ff.).

Der Arm wird so weit angehoben, bis sich die Scheibe über der Schulter neben dem Kopf befindet. Diese wird dann über dem Kopf abgeworfen. Im Augenblick des Abwurfes ist der Körper des Werfers ganz gestreckt (GEIBLER 1995, 33; KALB / KENNEDY 1982, 14f.; NAPIERALSKI 1994, 69).

Beim Überkopfwurf schwebt die Scheibe nicht so lange wie bei den anderen Würfeln. Das liegt daran, daß die Unterseite der Scheibe nicht nach unten, sondern nach oben zeigt<sup>7</sup>. Das Flugverhalten ändert sich aus diesem Grund erheblich. Der Überkopfwurf ist extrem anfällig für Wind.

#### 2.1.4 Spielsysteme

Die Angriffstaktik im Ultimate Frisbee wird von der Verteidigungstaktik des Gegners bestimmt. Hierbei hat der Gegner die Möglichkeit, sich für die Mann- Mann-Verteidigung oder für die Zonenverteidigung zu entscheiden (KALB / KENNEDY 1982, 53). Üblicherweise entscheidet sich das verteidigende Team für die Mann- Mann-Verteidigung (NAPIERALSKI 1994, 73). Bei dieser Verteidigungsart wird jedem Angriffsspieler ein direkter Verteidigungsspieler zugeordnet. Die Verteidiger sind in der Regel die gesamte Zeit, bis der Punkt erzielt ist, diesem Spieler zugeteilt (NAPIERALSKI 1994, 76).

Traditionell gibt es im Ultimate ein Spielsystemtyp (der Stack<sup>8</sup>), aus dem sich mehrere Spielsysteme (Schwedische offence, Box offence etc.) und Systemtypen (apple offence, give and go) herausgebildet haben (KALB / KENNEDY 1982, 61ff.). Seit einigen Jahren gibt es ein neues Spielsystem (4:1:2 System), das sich grundlegend von dem alten Spielsystem absetzt. Diese beiden Grundsysteme werden beschrieben, um die Notwendigkeit des weiten Rückhandwurfes in beiden Spielsystemen zu verdeutlichen.

##### 2.1.4.1 Spielsystem Stack

Das klassische, amerikanische System bezeichnet man im Ultimate als Stack- System oder als 3:2:2 System (KALB / KENNEDY 1982, 62). Die Angreifer werden spieltaktisch in 3 Aufbauspieler (oder engl. „handler“), 2 Mittenspieler (oder engl. „midfielder“) und 2 tiefe Spieler (oder engl. „deeps, longs“) eingeteilt (KALB / KENNEDY 1982, 62). Der Stack ist eine Aufstellungsform, in der sich notwendigerweise alle Spieler in einer Reihe in Längsrichtung in der Mitte des Spielfeldes aufstellen, um von dort aus durch cuts<sup>9</sup> auf

---

<sup>7</sup> Daher wird er häufig auch als „upside- down“ bezeichnet.

<sup>8</sup> engl.: stack = Haufen

<sup>9</sup> engl.: cut = Haken

eine der Seiten zu gelangen (LIU 07.03.1999, URL). Der erste Spieler mit der Scheibe steht ungefähr 14 Meter vom nächsten entfernt, die anderen folgen im gleichmäßigen Abstand von ungefähr 7 Metern (siehe Abbildung 7).

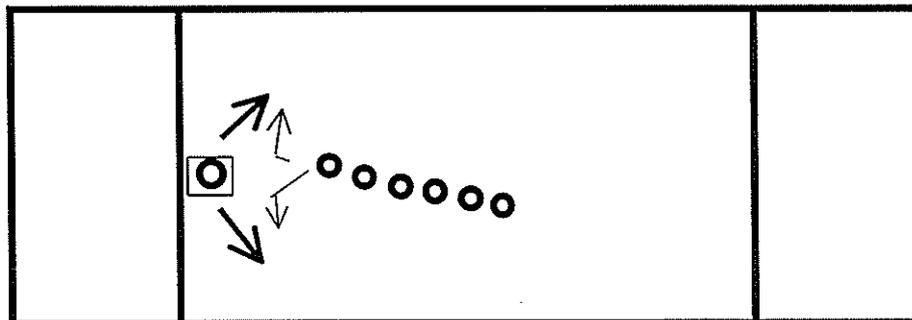


Abbildung 7: Grundaufstellung Stack (nach LIU 07.03.1999, URL)

Hinter dem Spielsystem „Stack“ steckt die Idee, freien Anspielraum zu bekommen. Der freie Anspielraum ist hier durch den Marker und durch die Wurffähigkeiten des Werfers bestimmt. Die Seitenbereiche des Spielfeldes sind dann aufgrund des Stacks der freie Anspielraum. Als generelle Angriffsregel gilt, daß der Fänger seine „cuts“ im V-Bereich, dem abgeschirmten Bereich des Markers macht. Durch diesen „cut“ erhält der Angreifer im allgemeinen einen kleinen Vorsprung vor dem Verteidiger (LIU 07.03.1999, URL). Wenn der Spieler den Paß im freien Anspielraum nicht erhält, begibt er sich unverzüglich wieder in den Stack zurück, um Platz für andere Spieler zu machen. Wenn die Scheibe weiter vorgespült wird, rückt der Stack nach. Werden die Pässe in einer kontinuierlichen, fortlaufenden Bewegung gespielt, wird dies „flow“ genannt. Der Stack ist eine Strategie, um das Feld zu öffnen und Paßmöglichkeiten zu geben (vgl. LIU 07.03.1999, URL; KALB / KENNEDY 1982, 64). Das Prinzip des Stacks ist demnach, durch „cuts“ in den freien Raum zu kommen und dort einen Paß zu erhalten.

Die Einsetzbarkeit des weiten Rückhandwurfes ergibt sich aus diesem Prinzip. Die sogenannte „apple“ offence enthält die Grundidee, so zu spielen, daß bei fast jedem Scheibenbesitz ein weiter Paß in die Endzone gespielt werden kann (KALB / KENNEDY 1982, 69). Der Laufweg wird auf eine Seite angetauscht und danach wird tief in die Endzone gegangen. Bei geschickter Aufteilung der restlichen Mannschaft kann ein direkter Punkt erzielt werden.

### 2.1.4.2 Spielsystem 4:1:2

Das Spielsystem 4:1:2 entwickelte sich Anfang der 90er Jahre durch die Münchner Mannschaft „Zamperl“. Über das noch recht junge Spielsystem wurde bisher noch keine Literatur verfaßt. Da sich das System aufgrund erfolgreicher Anwendung von Spitzenmannschaften vor allem in Europa in den letzten Jahren enorm verbreitet und durchgesetzt hat und es grundsätzlich vom klassischen System zu unterscheiden ist, wird es hier beschrieben.

Die Aufstellung besteht aus vier Kettespielern, einem Mittespieler und zwei tiefen Spielern.

Die Kettespieler stehen auf gleicher Spielfeldhöhe, wovon ein Spieler im Scheibenbesitz ist. Der Mittespieler steht in variablem, situativ angepaßten Abstand (variiert von 5 bis 20 Meter) vor der Viererkette. Die beiden tiefen Spieler bewegen sich in Richtung Endzone.

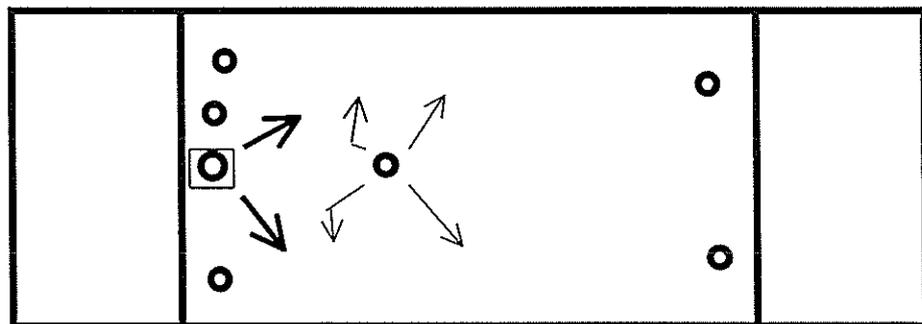


Abbildung 8: Grundaufstellung 4:1:2

Die klassische Idee ist, daß sich für den Mittespieler Anspielraum auf allen Seiten ergibt, in dem sich bei konsequenter Manndeckung außer seinem Gegenspieler kein anderer Spieler befindet. Nachdem der Mittespieler die Scheibe bekommen hat, spielt er sie mit beiden tiefen Spielern in die Endzone oder er wartet ab, bis die Viererkette aufrückt. Daraufhin bildet sich ein neuer Mittespieler und das System beginnt von vorne. Kann der Mittespieler nicht angespielt werden, so wird versucht, durch Pässe innerhalb der Kette eine neue Anspielsituation des Mittespielers zu erreichen.

Die Grundaufstellung resultiert aus der Überlegung, nur einen Spieler anspielen zu wollen, der nur von einem Gegenspieler verteidigt wird. Dies geschieht durch die Wegnahme der anderen Angreifer und somit ihren Verteidigern aus diesem Raum. Dadurch, daß um den Paßempfänger Anspielraum geschaffen wird, erschwert sich für den Gegenspieler des Mittespielers die Abwehr, da auf jeder der vier Seiten ausreichend

Anspielraum besteht. Je größer der gewünschte freie Anspielraum sowie die gewünschte Anspielrichtung ist, desto größer ist auch die Anspielmöglichkeit und desto schwieriger gestaltet sich die Deckung. Der Werfer muß sich nur auf einen Angriffsspieler konzentrieren und kann durch Interaktion mit diesem einen sicheren Paß erreichen. Zudem bleibt dem Werfer mehr Zeit bei der Wurfvorbereitung und er kann, falls der Fänger nicht durch einen „cut“ in den Anspielraum gelangt, seinen Wurfzeitpunkt quasi selbst bestimmen. Je größer der Mittespieler seinen gewünschten Anspielraum gestaltet, desto sicherer ist der Wurf. Kleine Wurfungenauigkeiten können erlaufen werden und führen nicht zu einem „turnover“.

Um im Anspielraum freizukommen, stehen dem Fänger 3 Möglichkeiten zur Verfügung.

- „cut“: durch eine Lauftäuschung in die andere Richtung hängt der Angreifer seinen Verteidiger ab und ist als erster an der Anspielstelle.
- Einfaches Weglaufen: der Angreifer hat eine bessere Position zur gewünschten Anspielstelle und läuft geradewegs dorthin. Dies kann vor und nach dem Wurf erfolgen.
- „Angucker“: Der Verteidiger konzentriert sich auf den Angreifer und sieht die Scheibe deshalb während des Fluges nicht. Das Werfen der Scheibe erfolgt hier vor dem Laufen zur Scheibe. Die Scheibe kann im freien Raum „abgeholt“ werden.

Die Verteidigung gegen dieses Spielsystem als reine Manndeckung hat sich in der Vergangenheit als äußerst schwierig erwiesen. Als Antwort wurde oft die Doppeldeckung des Mittespielers durch einen weiteren Verteidiger in Erwägung gezogen. Dieser wurde oft von einem tiefen Spieler abgezogen, wodurch eine Überzahlsituation in der Endzone von 2 zu 1 entstand. Verstehen es die tiefen Spieler darauf gut zu reagieren, so kann ein Spieler diesen poach<sup>10</sup> nutzen und sich frei stellen. Die Möglichkeit diesen freien Spieler anzuspielen setzt die Beherrschung des weiten Wurfes voraus. Sobald die verteidigende Mannschaft einige Punkte durch einen weiten Rückhandwurf bekommen hat, wird sie die Verteidigung umstellen und die klassische Idee des 4:1:2 kann wieder umgesetzt werden.

---

<sup>10</sup> poach: (engl.: to poach = wildern) beschreibt das Verlassen des zugeteilten Gegenspielers, um andere Verteidigungsaufgaben zu übernehmen.

## 2.2 *Allgemeine Untersuchungen zum weiten Rückhandwurf*

### 2.2.1 Terminologie

Der weite Wurf (und damit auch Rückhandwurf) im Ultimate Frisbee wird nach GEIBLER (1995, 56) als „Bomp“ oder „Huck“ bezeichnet und fordert eine Weite von mindestens 40 Metern. Die englischen Bezeichnungen wurden im deutschsprachigen Raum in „langes Teil“ übersetzt. Im Spiel wird „langes Teil“ vom Marker und von anderen Spielern ausgerufen, um die Verteidiger vor einem „Huck“ zu warnen (GEIBLER 1995, 56). Eine konventionelle Terminologie liegt wie bei den meisten Ultimate-spezifischen Begriffen nicht vor.

### 2.2.2 Anforderungen an einen guten Wurf

Die allgemeinen Anforderungen an den Werfer sind die nach KALB und KENNEDY (1982, 27) benannten Komponenten eines guten Wurfes:

- die Anwendbarkeit auf das Spielgeschehen
- die Anwendung einer Täuschung
- die geeignete Wurfart
- ein gutes Timing und eine hohe Genauigkeit

Die Anwendbarkeit besteht darin, daß der Werfer einen ständigen Überblick haben muß, um seine Mitspieler und Freiräume zu sehen (KALB / KENNEDY 1982, 27). Ist der Verteidiger vom Fänger zu weit entfernt, kann dieser versuchen, sich für einen weiten Paß in der Endzone anzubieten (GEIBLER 1995, 88). Der Raum, in den man hinein läuft, muß selbstverständlich frei sein (GEIBLER 1995, 88). Wenn diese Situation erkannt wird, kann der weite Rückhandwurf geworfen werden.

Mit einer Täuschung kann der Handlungsspielraum des Werfers vergrößert werden. Der Werfer kann sich in der Regel mit dem Sternschritt schneller bewegen, als der Verteidiger mit seiner Deckung nachkommt (KALB / KENNEDY 1982, 28). Dadurch kann der Werfer auf der Wurfseite „frei machen“.

Beim weiten Wurf wird von fast allen Spielern der Rückhandwurf angewendet (GEIBLER 1995, 107), da mit dieser Wurfart weiter und präziser geworfen werden kann. Dies kann nur geschehen, wenn vom Marker die Rückhandseite offen gelassen wird.

Die Elemente eines gut geworfenen Passes sind Geschwindigkeit und Genauigkeit (KALB / KENNEDY 1982, 28). Die Wurfgeschwindigkeit sollte an die läuferischen Fähigkeiten des Fängers angepaßt werden, so daß dieser ohne Probleme fangen kann.

Gleichzeitig darf der Verteidiger nicht vorher an die Scheibe kommen. Deshalb sollte der Paß immer vor den Fänger gespielt werden. Dadurch wird der Weg des Fängers zur Scheibe kürzer als der Weg des Verteidigers. Nur wenn die Scheibe ohne Kampf gefangen werden kann, ist der Wurf sicher geworfen worden (vgl. GEIBLER 1995, 85; KALB / KENNEDY 1982, 30). Dies erfordert das richtige Timing.

### 2.2.3 Bewegungsbeschreibungen

„Die sportliche Bewegung ist eine Ort- und Positionsveränderung des menschlichen Körpers (oder von Körperteilen) in seiner Umgebung“ (GROSSER u.a. 1987, 10). Bewegungstechnik ist das Idealmodell der sportlichen Bewegung einer Disziplin bzw. die jeweils individuelle Annäherung an eine spezifische Idealbewegung (ebd. 13). Die Beschreibungen dieser Bewegungstechnik können auf verschiedenen Betrachtungsebenen durchgeführt werden, je nach Zielsetzung der jeweiligen Beschreibung. Die Betrachtung kann von außen, von innen oder ganzheitlich geschehen (ebd. 21).

Da wenige Bewegungsbeschreibungen zum weiten Rückhandwurf im Ultimate Frisbee vorhanden sind, muß auf andere Möglichkeiten zurückgegriffen werden.

Über allgemeine Aussagen zu Wurftechniken kann auf den weiten Rückhandwurf geschlossen werden. Von Beschreibungen des weiten Wurfes aus anderen Discsportdisziplinen und des Anwurfes im Ultimate Frisbee können die für den weiten Rückhandwurf relevanten Teile übernommen werden.

Die in den folgenden Kapiteln beschriebenen Ausführungen über den weiten Rückhandwurf in den Disziplinen Disc Golf<sup>11</sup> und Weitwurf<sup>12</sup> sowie über den Anwurf im Ultimate Frisbee treffen ebenfalls für den weiten Rückhandwurf im Ultimate Frisbee zu, da nur die Eigenschaften festgehalten wurden, die im Rahmen der Ultimate Regeln relevant und im Rahmen der allgemeinen Wurfbedingungen vertretbar sind. Auch in diesen Disziplinen wurden keine expliziten Untersuchungen durchgeführt, sondern nur morphologische Bewegungsanweisungen aus der Praxis bezogen.

---

<sup>11</sup> Beim Disc Golf geht es darum, ähnlich wie beim normalen Golf eine Strecke vom Anfang (Abwurf) bis zum Ende (Ziel: Golfkorb) mit möglichst wenig Würfeln zu durchspielen (NAPIERALSKI 1994, 11).

<sup>12</sup> Weitwurf (engl. distance): Die geworfene Weite zwischen Abwurflinie und erstem Bodenkontakt wird gemessen (NAPIERALSKI 1994, 11).

### 2.3 Morphologische Beschreibung

Die morphologische Bewegungsbeschreibung dient dazu, dem Lehrenden alle Informationen des Bewegungsablaufes bezüglich Anleitung und Korrektur zu geben (WILLIMCZIK 1983, 17). Die wesentlichen Elemente einer morphologischen Bewegungsbeschreibung sind:

- differenzierte Beschreibung der Bewegung ohne quantitative Angaben
- Begründungen für die Bewegungsanweisungen
- Fehlerbeschreibung

(ebd. 18)

Es gibt mehrere Methoden der morphologischen Analyse:

- die Selbstbeobachtung mit Hilfe der Selbstwahrnehmung (Bewegungssinn)
- Fremdbeobachtung, unter anderem mit biomechanischen Methoden

(MEINEL 1960, 121, 127)

Für MEINEL (1960) ist die morphologische Betrachtungsweise in wissenschaftlicher Hinsicht nur eine Vorstufe. „In der morphologischen Untersuchung (werden) gerade jene Merkmale und Eigenschaften der Bewegung erfaßt, die einer analytischen Untersuchung im allgemeinen entgehen, z.B. die räumlich- zeitliche und dynamische Struktur, der Bewegungsfluß, die Bewegungselastizität usw.“ (ebd. 107).

Die morphologischen Beschreibungen in der Literatur beschreiben den weiten Rückhandwurf aus der Sicht von anderen Discsportarten, dem Disc Golf und dem Weitwurf sowie dem Anwurf im Ultimate Frisbee. Für die Beschreibung der Wurftechnik des weiten Rückhandwurfes im Ultimate Frisbee, der ohne Anlauf zu erfolgen hat, gibt es keine Angaben. Aufgrund der Bewegungsähnlichkeit der weiten Würfe mit Anlauf können Rückschlüsse über die Bewegungsausführungen des weiten Rückhandwurfes im Ultimate Frisbee gezogen werden.

Für den Anwurf im Ultimate schreibt GEIßLER:

In dem Augenblick, in dem der linke Fuß ‚eingehakt‘ hat [Anm. des Verfassers: entspricht dem Setzen des Standfußes im Ultimate Frisbee], wird die Scheibe weit nach hinten gebracht und der Oberkörper dreht sich so weit wie möglich nach links. Gleichzeitig mit dem Einstemmen des rechten Fußes (vor dem Körper, in Wurfriechung) wird die Scheibe nach vorne gebracht, der Oberkörper dreht sich rechts herum und die Scheibe wird aus dieser Bewegung heraus geworfen. Die gesamte Vorwärtsbewegung des Wurfs sollte kraftvoll sein und mit dem Schwung des Körpers, der aus dem Stemmschritt hervorgeht, koordiniert sein. Der Arm wird dann extrem durchgeschwungen. Die Scheibe sollte mit soviel spin [Anm. der Verf.: siehe hierzu Kapitel 2.4.2.2] wie irgend möglich abgeworfen werden. Also muß im Wurfansatz das

Handgelenk stark geknickt werden, um der Scheibe dann beim Abwurf durch schlagartiges Strecken des Handgelenkes genügend Spin geben zu können (GEIBLER 1995, 108).

GEIBLER (1995, 108) betont, daß für weite Würfe die Scheibe fester gehalten werden sollte. Die Wurfbewegung beginnt mit der Hüfte, es folgt die Schulter und zum Schluß die Armbewegung. Die größte Kraft entsteht, wenn man es schafft, den ganzen Körper in den Wurf zu stecken, nicht nur den Wurfarm (vgl. SDGO 16.06.98, URL).

## **2.4 Biomechanische Beschreibung**

### **2.4.1 Biomechanische Bewegungsbeschreibung**

„Biomechanik ist die Wissenschaft von der mechanischen Beschreibung und Erklärung der Erscheinungen und Ursachen von Bewegungen unter Zugrundelegen der Bedingungen des Organismus“ (WILLIMCZIK 1983, 22). Die biologischen Voraussetzungen des Sportlers dürfen nicht ausgeschlossen werden (ebd. 22f.).

Die Biomechanik besitzt mit der biomechanischen Beschreibung und der biomechanischen Erklärung zwei Hauptforschungsbereiche. Die biomechanische Beschreibung unterscheidet sich von der morphologischen in der Exaktheit und Differenziertheit sowie in der Beschränkung auf das tatsächlich Beobachtbare. Die Bewegung wird in einzelne Merkmale zerlegt, die mit Hilfe der Kinematographie und der Dynamographie exakt gemessen werden (WILLIMCZIK 1983, 24f.). Außerdem können auch Aussagen über nicht direkt beobachtbare Merkmale wie z.B. der Position des Körperschwerpunktes (KSP) gemacht werden (ebd. 25). Die Biomechanik hat ein Interesse daran, mit hoher Genauigkeit Angaben über den Bewegungsablauf zu machen (GÖHNER 1992, 154).

Die Biomechanik antwortet auf folgende Fragen:

- Welche Faktoren beeinflussen das Bewegungsziel?
- Wie kann man die Bewegung optimieren?
- Welche Möglichkeiten der Fehlerbeseitigung gibt es?

(GROSSER u.A. 1987, 35).

Zu den Einflußgrößen, die der Werfer auf den Wurf ausübt, wird in der Ultimate Literatur wenig ausgesagt. Das liegt an der meist pädagogischen Zielsetzung der Werke.

Nach WAHRMANN (1990, 18) soll der Abwurfwinkel für weite Würfe 30° betragen, ohne daß dieser allerdings eine Begründung angibt.

GEIBLER (1995, 15) erläutert lediglich, daß die Abwurfneigung (siehe Kapitel 2.4.2.2) für weitere Würfe steiler werden muß. NAPIERALSKI (1994, 65) und BARTEL (1991, 203) geben an, je größer die zu erzielende Weite ist, desto stärker sind Abwurfgeschwindigkeit und seitliche Neigung. Mit zunehmender Flugdauer richtet sich die Scheibe aufgrund ihrer Eigenschaften (siehe Kapitel 2.4.2.3.5) auf und kommt so in eine optimale horizontale Fluglage.

## **2.4.2 Mechanische Einflußgrößen auf den Scheibenflug und dessen Erklärung**

Kenntnisse über das Verhalten des Spielgerätes bei unterschiedlicher Behandlung ist entsprechend anderen Spielgeräten wie bspw. des Balles beim Volleyball oder Fußball von grundlegender Wichtigkeit beim Erlernen und Erarbeiten von Wurftechniken bzw. Spieltechniken (NAPIERALSKI 1994, 62). Die aerodynamischen Eigenschaften der Scheibe erlauben eine nahezu unendliche Variationsvielfalt an Würfen und ebenso viele verschiedene Flugbahnen (NAPIERALSKI 1994, 62). Es ist sicherlich interessant, sich mit den Problemen dieser Flugeigenschaften auseinanderzusetzen, weil die Bewegung der Scheibe nicht durch einfache Flughyperbeln beschrieben werden kann, wie dies beim Ball möglich ist (SCHUURMANS 1985, 24).

Das Flugverhalten eines Körpers hat drei verschiedene Einflußdimensionen, die physikalischer Natur sind. Als erstes beeinflußt die Beschaffenheit des Gegenstandes an sich seinen Flug. Je nach Form und Gewicht wirken verschiedene Kräfte unterschiedlich stark. Die Flugbahn einer Kugel beim Kugelstoßen unterscheidet sich beispielsweise enorm von der Flugbahn eines Badmintonballes, sowohl aufgrund der Form als auch des Gewichtes.

Die zweite Einflußdimension auf die Flugbahn des Körpers wird vom Sportler ausgeübt und stellt die Abwurfbedingungen dar. Der Kraftstoß durch den Werfer kann nur solange auf die Scheibe wirken, solange die Scheibe in der Hand ist. Jede Änderung der Abwurfbedingungen ändert auch die Flugbahn des Körpers.

Nachdem der Flugkörper die Hand verlassen hat, wirken unabhängig vom Sportler ausschließlich die Umweltbedingungen auf das Fluggerät. Von nun an ist die Flugbahn quasi vorherbestimmt. Um den Flug zu verstehen und sich daraufhin auf eine zweckmäßige Ausführung festzulegen, müssen die wirkenden Kräfte geklärt werden sowie die physikalischen Grundlagen dargelegt werden.

### 2.4.2.1 Das Sportgerät Scheibe

Der zu werfende Gegenstand ist das Sportgerät Scheibe. Es gibt heutzutage eine Vielzahl von Sportscheiben (vgl. NAPIERALSKI 1994, 66). Man unterscheidet die unterschiedlichen Modelle im allgemeinen nach ihrer Einsetzbarkeit. Je nach Einsetzbarkeit variieren Größe, Form, Gewicht und Konsistenz (NAPIERALSKI 1994, 66). Diese Eigenschaften wirken sich dann wiederum auf die Flugeigenschaften aus. Für den Ultimate Sport wurden für das Spiel günstige, spezielle Ultimate Scheiben entwickelt.

Die mechanischen Eigenschaften der Ultimate Scheibe bieten die Möglichkeit, die Scheibe stabil zu werfen und ohne Verletzungsrisiko leicht zu fangen. Die Ultimate Scheiben, mit denen heute auf offiziellen Wettkämpfen gespielt und womit folglich auch trainiert wird, stellt die Firma Discraft aus Westland, Michigan, USA her. Das Modell heißt „Ultra Star“ und hat die ebenfalls hochwertige Wettkampfscheibe der Firma Wham-O verdrängt. Die Neuentwicklung der „Ultra Star“ ergab eine höhere Wurfstabilität und war somit weiter und einfacher zu werfen. Wham-O produziert seit ein paar Jahren mit der „The Ultimate Tool“ eine Weiterentwicklung der alten Ultimate Scheibe. Diese noch stabilere Scheibe konnte aber im Wettkampfbereich noch keinen Durchbruch erringen. Neben diesen großen Scheibenproduzenten drängen weitere Firmen wie z.B.. Innova auf den Markt (vgl. ZIMMERMANN / BATTANTA 1995, 120).

#### Form

Die Frisbeescheibe hat sich seit ihrer Entstehung nicht wesentlich verändert. Sie ist immer noch leicht, rund, ziemlich flach, und der Rand ist entweder heruntergebogen oder abgerundet (CISLUNAR 07.03.1999, URL). Der Rand ist etwas dicker als die übrige Fläche. Dadurch erhält sie ein hohes Trägheitsmoment und die Scheibe dreht sich länger (vgl. WAHRMANN 1990, 16). Zur Stabilisation sind im äußeren Bereich der Scheibe auf der Oberfläche Rillen in Form von konzentrischen Kreisen angebracht.

Die „Ultra Star“ Ultimate Scheibe hat einen Durchmesser von 27,5 cm und eine Höhe von 3,5 cm. Sie kann in drei verschiedene Formabschnitte geteilt werden. Der Rand ist in der Mitte 7 mm dick und insgesamt 22 mm hoch. In ihm vereinigt sich der Großteil der Masse. Er ist auf der Innenseite gerade und außen rund. Die Scheibenfläche ist ca. 1,55 mm dick und eben. Der Durchmesser der Fläche beträgt ca. 19 cm. Hierauf wird der individuelle Aufdruck angebracht. Der Übergang zum Rand beträgt weitere 3,5 cm und biegt sich leicht nach unten. In ihm sind die Stabilisierungsrillen eingebracht.



Abbildung 9: Eingesannter Querschnitt einer „Ultra Star“ Scheibe

### Gewicht und Material

Alle Sportscheiben bestehen aus dem Kunststoff Hochdruckpolyäthylen (SCHUURMANS 1985, 43).

Die Ultimate Scheibe wiegt 175 Gramm und hat ein Volumen von ca. 190 cm<sup>3</sup>. Dadurch ergibt sich ein spezifisches Gewicht von ca. 0,9 Gramm/cm für das Material. Die Scheibe ist also etwas leichter als Wasser.

### Trägheitsmoment

Das Trägheitsmoment ist definiert über das Verhältnis von wirkendem Drehmoment zu erzielter Winkelbeschleunigung. Es ist eine konstante Größe (vgl. z.B. KUCHLING 1994, 123). Daraus folgt, daß in einen rotierenden Körper mit hohem Trägheitsmoment relativ viel Energie hineingesteckt werden muß. Dadurch wird derselbe Körper widerstandsfähig gegenüber äußeren Kräften wie z.B. dem Luftwiderstand. Bei der Frisbeescheibe ist das Trägheitsmoment um die Hauptdrehachse, senkrecht zur Scheibenfläche, interessant. Durch die große Massenansammlung im Rand hat die Sportscheibe im Vergleich zu gleich großen und gleich schweren Körpern ein relativ großes Trägheitsmoment. Daraus folgt bei genügend Rotation eine hohe Wurfstabilität.

Die Größe des Trägheitsmomentes wird mit dem Symbol „J“ bezeichnet und in „Kilogramm mal Quadratmeter [kgm<sup>2</sup>]“ gemessen.

Das Trägheitsmoment eines symmetrischen Körpers mit homogener Dichte wie einer Sportscheibe läßt sich durch die Formel

$$J = \rho \int_{V_{ges}} r^2 \partial V$$

beschreiben. Sie beschreibt die Aufsummierung aller wirkenden Volumenteilchen auf das Gesamtträgheitsmoment.

Die Form der Scheibe läßt sich näherungsweise in eine Kreisscheibe sowie in einen Hohlzylinder aufteilen. „Das Trägheitsmoment eines zusammengesetzten Körpers ist

gleich der Summe der Trägheitsmomente seiner Teile bezüglich der gleichen Drehachse (KUCHLING 1994, 124)“. Hieraus läßt sich das Trägheitsmoment bestimmen mit einer dünnen Kreisscheibe (vgl. KUCHLING 1994, 126):

$$J_1(x) = \frac{m_k}{2} r_k^2$$

und einem Hohlzylinder (vgl. KUCHLING 1994, 127):

$$J_2(x) = \frac{m_H}{2} (r_{H1}^2 + r_{H2}^2)$$

Das Gesamtträgheitsmoment setzt sich aus beiden Teilen zusammen ( $J_{ges} = J_1 + J_2$ ).

Es ergibt sich ein Trägheitsmoment für die Scheibe von ca.

$$\underline{24200 \text{ g} \cdot \text{cm}^2}$$

#### 2.4.2.2 Biomechanische Zielgrößen der Bewegung

Die einzigen, vom Sportler zu beeinflussenden Größen sind die Ausgangsbedingungen für den Flug. Sie stellen gleichzeitig die Endbedingungen für den Wurf dar und entscheiden über die technische Güte des Wurfes. Sie werden biomechanische Zielgrößen der Bewegung (BALLREICH 1996, 6) oder biomechanische Einflußgrößen des Scheibenfluges genannt. Für jede Situation und jeden Wurf gibt es optimale Abwurfbedingungen, die der erfahrene Werfer antizipiert und zu erreichen versucht.

Zu den biomechanischen Zielgrößen der Bewegung gehören nach BARTEL (1991, 203), GEIBLER (1995, 11f.), KALB / KENNEDY (1982, 1), NAPIERALSKI (1994, 63f.) und WAHRMANN (1990, 17):

- Abwurfgeschwindigkeit
- Rotationsgeschwindigkeit
- Abwurfwinkel
- Anstellwinkel
- Neigung

Die genannten Einflußgrößen des Scheibenfluges werden von den verschiedenen Autoren teilweise unterschiedlich benannt und teilweise auch weggelassen. Mit diesen Faktoren wird die Flugbahn vorgegeben. Wären die Umweltbedingungen konstant, könnte man wie bspw. beim Kugelstoßen theoretisch die Flugbahn vorherbestimmen. Allerdings würde sich diese Berechnung aufgrund der aerodynamischen Kräfte enorm komplex gestalten.

### Abwurfgeschwindigkeit

Durch den Betrag der Abwurfgeschwindigkeit bekommt die Scheibe die notwendige Translation oder Vorwärtsbewegung, welche im wesentlichen über Wurfweite und Wurfhöhe sowie darüber, wie schnell sie zum Ziel gelangt, entscheidet (vgl. GEIBLER 1995, 11; HOWE 14.04.1999, URL; NAPIERALSKI 1994, 63). Anders als bei der Rotation ist es möglich, der Scheibe zu viel Fahrt mitzugeben, sodaß die Scheibe dann bei Rotationsmangel umkippen kann und dadurch der Scheibenflug abgebrochen wird (vgl. HOWE 14.04.1999, URL; KALB / KENNEDY 1982, 2).

Die Abwurfgeschwindigkeit wird durch die Rotation des Oberkörpers und durch die Vorwärtsbewegung des Wurfarms erreicht (vgl. GEIBLER 1995, 11; KALB / KENNEDY 1982, 2).

Die Richtung der Abwurfgeschwindigkeit ( horizontaler Abwurfwinkel) entscheidet darüber, ob die Scheibe in den Zielbereich kommt. Die Werte des horizontalen Abwurfwinkels müssen an die Neigung und den Betrag der Abwurfgeschwindigkeit angepaßt sein.

### Rotationsgeschwindigkeit

Die Rotationsgeschwindigkeit, auch Eigenbewegung oder Spin (engl.) genannt, meint die Bewegung der Scheibe um ihre eigene Vertikalachse (NAPIERALSKI 1994, 63). BARTEL (1991, 203) bezeichnet diese Rotation auch als Drall. Alle fliegenden Gegenstände brauchen etwas, um sie stabil zu machen (CISLUNAR 07.03.1999, URL). Die Scheibe bekommt ihre Flug- und Richtungsstabilität durch den Spin während der Flugphase (vgl. BARTEL 1991, 203; HOWE 14.04.1999, URL; ZIMMERMANN / BATTANTA 1995, 30). Je stärker der Drall ist, desto stabiler liegt die Scheibe in der Luft (WAHRMANN 1990, 16).

Der Spin wird durch das „Schnicken“ des Handgelenkes (das blitzartige Öffnen und Schließen) beim Loslassen der Scheibe erzeugt (vgl. BARTEL 1991, 203; GEIBLER 1995, 11; KALB / KENNEDY 1982, 2; NAPIERALSKI 1994, 63; ZIMMERMANN / BATTANTA 1995, 30).

Die Scheibe nutzt wie ein physikalischer Kreisel sein Trägheitsmoment zur Stabilisation (HOWE 14.04.1999, URL ). Der Kreisel tendiert durch den Drehimpuls zum Rotieren in derselben Ebene ohne sich zu verdrehen oder umzudrehen (HOWE 14.04.1999, URL), wenn keine äußere Kraft auf ihn wirkt (CISLUNAR 07.03.1999, URL). Wird er aus seiner Rotationsebene herausgebracht, so bringt ihn der Drehimpuls wieder in eine stabile

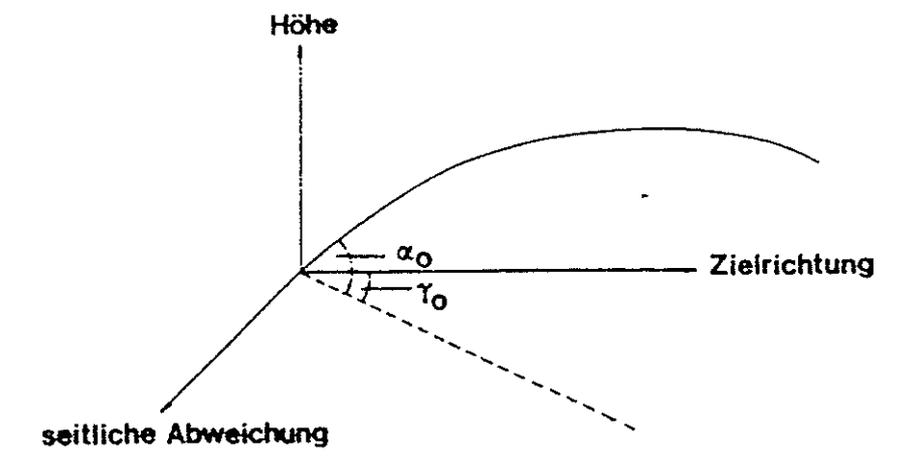
Lage. Je größer das Trägheitsmoment, desto stärker muß die äußere Kraft sein, die den Kreisel aus seiner Rotationsebene bringt. Daraus folgt, daß ohne Rotation der Scheibe schon kleinste Kräfte ein „Trudeln“ bewirken.

Zwischen Translation und Rotation besteht ein ungleiches Verhältnis (KALB / KENNEDY 1982, 2; NAPIERALSKI 1994, 64). Es ist nicht möglich, der Scheibe zuviel Rotationsgeschwindigkeit mitzugeben (KALB / KENNEDY 1982, 2). Das Verhältnis von Translationsgeschwindigkeit zu Rotationsgeschwindigkeit muß vor allem bei weiten Würfeln optimal verbunden sein (vgl. BARTEL 1991, 204). Deshalb benötigt ein weiter Wurf sowohl viel Spin als auch viel Geschwindigkeit (HOWE 14.04.1999, URL).

### Abwurfwinkel

Der Abwurfwinkel bezeichnet den Winkel, den die Flugbahn im Abwurfpunkt mit der Horizontalen in Wurfrichtung beschreibt (GEIBLER 1995, 12). Er wird auch als Horizontalwinkel (BARTEL 1991, 204) bezeichnet. Er beeinflusst Flughöhe und Flugweite (GEIBLER 1995, 12; NAPIERALSKI 1994, 66). Um ihn vom horizontalen Abwurfwinkel zu unterscheiden, wird er im folgenden mit vertikaler Abwurfwinkel bezeichnet.

Der richtige vertikale Abwurfwinkel wird mit zunehmender Spielpraxis automatisch entwickelt (BARTEL 1991, 204). Dieser sollte nach BARTEL (1991, 204) bei mittleren bis weiten Würfeln etwa 30 Grad betragen. Durch das Absenken der vorderen Kante erhält man eine flache Flugbahn mit relativ hoher Geschwindigkeit (HOWE 14.04.1999, URL).



$\alpha_0$  = vertikaler Abwurfwinkel

$\gamma_0$  = horizontaler Abwurfwinkel

Abbildung 10: vertikaler und horizontaler Abwurfwinkel (BALLREICH / KUHLW 1996, 61)

### Anstellwinkel

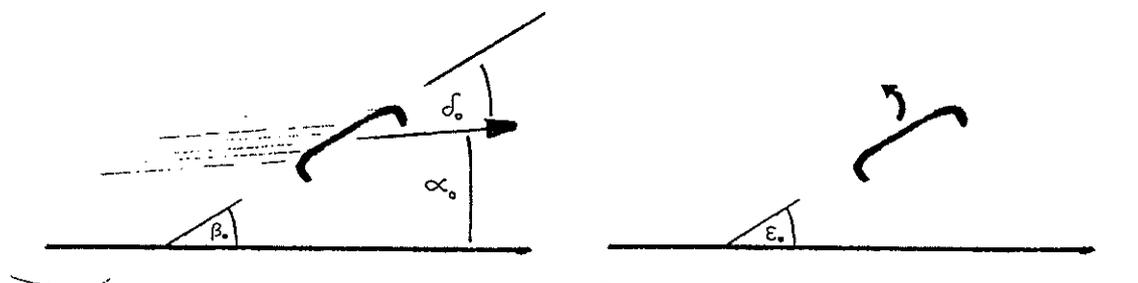
Der Anstellwinkel (vgl. MENZEL 1994, 114) bezeichnet den Winkel zwischen der Scheibe in Abwurfrichtung (Verbindungsline von Vorderkante zu Hinterkante) und der Horizontalen (vgl. GEIBLER 1995, 12). GEIBLER (1995, 12) bezeichnet diesen Winkel als Abwurfwinkel, allerdings verwirrt dies etwas. Zieht man vom Anstellwinkel den Abwurfwinkel ab, so ergibt sich der Angriffswinkel (vgl. MENZEL 1994, 114), an den die Luft angreift und der entscheidend den Auftrieb beeinflusst (siehe Kapitel 2.4.2.3.2).

HOWE (14.04.99, URL) erklärt, daß die Scheibe idealerweise keinen Anstellwinkel besitzt, sondern flach und ohne zu wackeln fliegen sollte.

### Neigung

Unter Neigung wird im folgenden der seitliche Winkel der Scheibe (Verbindung der höchsten und der niedrigsten Kantenpunkte) zur Horizontalen rechtwinklig zur Wurfrichtung im Moment des Abwurfes bezeichnet (GEIBLER 1995, 11). BARTEL (1991, 203) bezeichnet diesen Winkel als Abwurfwinkel, NAPIERALSKI (1994, 66) als lateralen Abwurfwinkel.

Die Neigung bestimmt den Radius der Bahnkurve (GEIBLER 1995, 11; NAPIERALSKI 1994, 66) und die Kurvenrichtung. Je steiler die Scheibe angestellt wird, desto enger ist der Radius. Die Scheibe fliegt in Richtung der niederen Kante (HOWE 14.04.1999, URL).



$\alpha_0$ : vertikaler Abwurfwinkel

$\beta_0$ : Anstellwinkel

$\delta_0 = \beta_0 - \alpha_0$ : Angriffswinkel

$\epsilon_0$ : Neigungswinkel (Scheibe fliegt ins Bild hinein)

Abbildung 11: Anstellwinkel und Angriffswinkel, Neigungswinkel

#### 2.4.2.3 Erklärung des Scheibenfluges durch physikalische Einflußgrößen

Um zu verstehen, wie die Scheibe fliegt, muß man sich mit deren Flugeigenschaften auseinandersetzen. Behandelt man Flugeigenschaften von Bällen, so handelt es sich um

den Wurf einer Kugel, der durch einfache Wurfhypeln beschrieben werden kann (SCHUURMANS 1985, 24). Auf die Kugel wirken Schwerkraft, Magnuseffekt und Bremswiderstand [Biomechanik von Fußball]. Bei einer Scheibe kommen weitere Kräfte wie der dynamische Auftrieb, der Auftrieb durch Form und Grenzschicht der Scheibe sowie der Scheibenumdrehungseffekt hinzu (vgl. SCHUURMANS 1985, 24ff.). Diese zusätzlichen Kräfte machen den Flug der Scheibe schwer berechenbar und es bedarf einer Menge an Erfahrung, den Scheibenflug vorauszuahnen. Die Scheibe kann auf beinahe unendlichen Bahnen geworfen werden (KALB / KENNEDY 1982, 2).

Vorwiegend hat sich SCHUURMANS (1985) mit den aerodynamischen Kräften beschäftigt.

#### 2.4.2.3.1 Schwerkraft

Auf alle Körper wirkt auf der Erde die Schwerkraft oder Gewichtskraft, die die Fallbeschleunigung hervorruft. Diese Kraft wirkt in Richtung Erde. Auf der Höhe des Meeresspiegels beträgt diese  $9,81 \text{ m/s}^2$ . (vgl. KUHLING 1994, 137). Auf einen Körper mit 1kg Masse wirkt eine Kraft  $F = m \cdot a$  von 9,81 N. Auf die Scheibe mit einer Masse von 175 Gramm wirkt folglich die Schwerkraft von ca. 1,72 N. Damit die Scheibe horizontal fliegen kann, muß die Gegenkraft zur Schwerkraft, der Auftrieb, die gleiche Kraftstärke aufweisen.

#### 2.4.2.3.2 Dynamischer Auftrieb

Die Form der Scheibe ist vergleichbar mit der Form eines Flügels. Daher besitzen beide ähnliche Eigenschaften. Flügel (und damit auch eine Scheibe) bekommen dadurch Auftrieb, daß sie eine längere Oberseite und eine kürzer Unterseite besitzen. Die Vorderkante der Scheibe spaltet den Luftstrom in einen Teil, der über der Scheibe hinwegfließt und in einen der unter der Scheibe hinwegfließt. Über die längere Oberseite des Flügels muß die Luft schneller hinweggleiten als unter der kürzeren Unterseite, damit die beiden Luftströme sich am hinteren Ende wieder vereinen können. Es ergibt sich dadurch nach dem Gesetz von *Bernoulli* ein höherer Druck auf der Unterseite und es wird Auftrieb produziert. Der Auftrieb ist proportional zum Quadrat der Luftgeschwindigkeit. Je schneller sich der Körper bewegt, um so größer ist der Druckunterschied (vgl. HOWE 14.04.1999, URL; CISLUNAR 07.03.1999, URL; SCHUURMANS 1985, 26; ZIMMERMANN / BATTANTA 1995, 30; WAHRMANN 1990, 16).

„Für den Anstellwinkel in dem Bereich, in dem Flugscheiben normalerweise fliegen, war der Auftrieb proportional zum Anstellwinkel“ (SCHUURMANS 1985, 26). Mit einer Vergrößerung des Anstellwinkel vergrößert sich auch die Distanz des Luftstromes über der Scheibe im Vergleich zum Luftstrom unter der Scheibe. Allerdings kann der Anstellwinkel nicht beliebig vergrößert werden, weil sonst eine günstige Strömung verhindert wird (SCHUURMANS 1985, 28).

#### 2.4.2.3.3 Auftrieb durch Form und Grenzschicht

Ergebnisse von Flugstudien aus den Vereinigten Staaten scheinen darauf hinzudeuten, daß eine rotierende Scheibe unabhängig vom Flugbahnvektor Auftrieb erhält. Das heißt, die Scheibe erzeugt ausschließlich durch ihre eigene Rotation Auftrieb.

SCHUURMANS (1985, 24) erklärt diesen Effekt so:

Wenn man den Frisbee „durch“ die Luft wirft, haftet Luft daran, aufgrund der Adhäsion<sup>13</sup> der Luft. Die dünne Luftschicht, die an der Scheibe klebt und sich mit der Scheibe durch die Luft bewegt, nennt man Grenzschicht. Die Luft in der Grenzschicht, die unmittelbar die Fläche berührt, klebt daran. Die übrige Luft der Grenzschicht bewegt sich wegen der Fliehkraft (Zentrifugalkraft) nach außen. Je näher die Luft an den Rand der Scheibe kommt, desto stärker wirkt die Zentrifugalkraft... Die Grenzschicht auf der Unterseite bewegt sich mit grosser Geschwindigkeit nach aussen und wird vom Rand nach unten abgelenkt... Die Grenzschicht auf der Oberseite des Frisbees wird ebenfalls nach aussen geschleudert. Sie folgt der Form der Scheibe, solange dies durch ihre Viskosität und Adhäsion möglich ist und trennt sich von der Oberfläche an einem Punkt, an dem sie bereits ein nach unten gerichteter Luftstrom ist.

Nach dem 3. Newton'schen Gesetz muß die Scheibe somit als Gegenkraft zu diesem Luftstrom einen Auftrieb erfahren. Dieser Auftrieb ist bei keinen anderen Sportgeräten zu beobachten und gilt daher speziell für Sportscheiben.

#### 2.4.2.3.4 Luftwiderstand

„Der gesamte Luftwiderstand, der auf die fliegende Scheibe wirkt, kann in 3 Anteile zerlegt werden: Reibungswiderstand, Druckwiderstand und induzierter Widerstand“ (SCHUURMANS 1985, 29).

Der Reibungswiderstand wirkt auf die gesamte Fläche der Scheibe und kommt dadurch zustande, daß die umströmende Luft an der Luft der mitgeführten Grenzschicht reibt

---

<sup>13</sup> Anm. des Verfassers: Kräfte zwischen den Molekülen zweier Körper nennt man Adhäsionskräfte (vgl. KUCHLING 1994, 170)

(innere Reibung<sup>14</sup>) und so den Flug der Scheibe bremst (SCHUURMANS 1985, 30). Der Reibungswiderstand steigt mit der Geschwindigkeit. Er beträgt bei kleinen Fluggeschwindigkeiten ca. 5% des Scheibengewichtes, kann bei hohen Geschwindigkeiten aber bis auf 23% ansteigen (SCHUURMANS 1985, 31). Eine glatte Fläche bewirkt einen geringeren Reibungswiderstand.

Der Druckwiderstand oder Strömungswiderstand ist vom Betrag her größer als der Reibungswiderstand. Durch den Abriß der Strömung an der Hinterkante, sowohl an der Oberseite als auch an der Unterseite der Scheibe, entsteht eine Niederdruckregion hinter der Scheibe. Diese wird von der Scheibe mitgezogen und bremst den Scheibenflug. Die Stabilisierungsrillen auf der Scheibe erhöhen zwar den Reibungswiderstand, bewirken aber gleichzeitig, daß die laminare Strömung schneller in eine turbulente übergeht und somit den Druckwiderstand reduziert (vgl. hierzu SCHUURMANS 1985, 31f.). Der Strömungswiderstand ist abhängig von der Form des Körpers, vom entgegenstehenden Körperquerschnitt und von der Dichte der Luft. Er steigt proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit an (vgl. KUHLING 1994, 167).

Dadurch, daß die Scheibe rund ist, strömt aus dem Überdruckgebiet unter der Scheibe über dem gesamten Rand Luft in das Unterdruckgebiet über der Scheibe. Dies hat zum einen einen Druckausgleich im Sinne einer Auftriebsverminderung zur Folge. Zum anderen erzeugt dies zusätzlich in Wechselwirkung mit der Luftströmung aufgrund der Scheibengeschwindigkeit Wirbelschleppen, die sich an die Scheibe anhängen. Dieses Mitschleppen erzeugt einen enormen Widerstand, der induzierter Widerstand genannt wird. Außerdem verbraucht das Erzeugen dieser Wirbelschleppen Energie, die aus der kinetischen Energie gezogen werden muß. Bei extrem großen Anstellwinkeln kann der induzierte Widerstand bis zu 68% des Scheibengewichtes ausmachen. Für weite Würfe mit geringen Anstellwinkeln reduziert er sich aber auf bis zu 11% des Scheibengewichtes (SCHUURMANS 1985, 32f.).

#### 2.4.2.3.5 Scheibenumdrehungseffekt

Die mit Drall fliegenden Scheiben haben in der Flugphase das natürliche Bestreben, in Drallrichtung abzukippen (vgl. BARTEL 1991, 203; GEIBLER 1995, 13; SCHUURMANS 1985, 34; ZIMMERMANN / BATTANTA 1995, 30). Die Scheibe kann als ein Kreisel

---

<sup>14</sup> Innere Reibung entsteht bei laminarer Strömung. Sie ist eine Folge der Kraftwirkungen zwischen den Molekülen. Man beobachtet sie nur im Inneren eines strömenden Mediums zwischen benachbarten Flüssigkeitsschichten verschiedener Geschwindigkeit (vgl. KUHLING 1994, 161).

bezeichnet werden. Zusätzlich zur Stabilisierungseigenschaft besitzt ein Kreisel eine Eigenschaft, die Präzession genannt wird. Diese besagt, daß ein rotierender Kreisel, auf den ein Drehmoment senkrecht zur Rotationsrichtung einwirkt, nicht in die gleiche Drehrichtung reagiert wie dieses Drehmoment, sondern in 90° versetzter Richtung. Bei einer Scheibe wirkt aufgrund ihrer Form der Auftrieb nicht genau in der Mitte, sondern es kommt zu einer Druckpunktverschiebung wie z.B. beim Flug des Speers in der Leichtathletik (vgl. auch MENZEL 1994, ). Wirkt der Auftrieb mehr im hinteren Teil der Scheibe, so wirkt quasi eine Kraft auf den vorderen Teil nach unten und die Scheibe kippt um 90° versetzt in Rotationsrichtung. Hat die Scheibe eine andere Form und wandert der Angriffspunkt des Auftriebs nach vorne, so kippt die Scheibe gegen die Rotationsrichtung. Gängige Scheiben, darunter auch die „Ultra Star“, kippen in Rotationsrichtung ab.

#### 2.4.2.3.6 Wind

Der Wind ist ein Faktor, der beim Spiel im Freien immer Berücksichtigung finden muß (NAPIERALSKI 1994, 64). Selten erlebt man windstille Tage.

Für das Werfen bei Wind gelten folgende Prinzipien:

##### Seitlicher Wind:

Seitlicher Wind hat den größten Einfluß auf Kurvenwürfe (HOWE 14.04.1999, URL).

Die Scheibe wird in Windrichtung abgetrieben. Je größer die Neigung in Windrichtung oder entgegen dieser beim Abwurf ist, desto mehr Angriffsfläche hat der Wind und kann die Scheibe aus der gewünschten Flugbahn tragen (NAPIERALSKI 1994, 65). Der Werfer muß seinen Wurf seitlich versetzt ansetzen, um sein Ziel zu erreichen. (vgl. BARTEL 1991, 203; WAHRMANN 1990, 18).

##### Rückenwind:

Die Scheibe wird nach unten gedrückt, wenn die Windgeschwindigkeit größer ist als die Eigengeschwindigkeit (Staudruck) (vgl. BARTEL 1991, 203; WAHRMANN 1990, 18). Bei langen Pässen im Ultimate muß die Scheibe höher angesetzt werden und braucht einen größeren Angriffswinkel als ohne Wind, damit die Scheibe nicht in den Boden gedrückt wird (BARTEL 1991, 203, HOWE 14.04.1999, URL; WAHRMANN 1990, 18).

##### Gegenwind:

Die relative Geschwindigkeit zum Wind nimmt zu, somit bekommt die Scheibe größeren Auftrieb und fängt an zu schweben. Die Scheibe benötigt also mehr Spin, um stabil zu bleiben (vgl. HOWE 14.04.1999, URL). Gleichzeitig verringert sich die absolute

Geschwindigkeit aufgrund der abbremsenden Kräfte. Die Scheibe wird angehoben und beginnt zu steigen (BARTEL 1991, 203). Gleichzeitig verringert sich die maximale mögliche Wurfweite (vgl. HOWE 14.04.1999, URL).

Für den erfahrenen Ultimate Spieler ist die Berechnung des Windes für die Bestimmung des Abwurfwinkels, der Abwurfgeschwindigkeit und der Flugbahn entscheidend (NAPIERALSKI 1994, 64) und kann auch im Groben durchweg abgeschätzt werden. Allerdings kann der Wind nicht in eine genaue Berechnung mit einbezogen werden, da dieser selten überall gleich stark ist.

## **2.5 Problemstellung**

Das Untersuchungsziel der Arbeit ist die biomechanische Analyse des weiten Rückhandwurfes im Ultimate Frisbee. Für eine biomechanische Untersuchung ist es sinnvoll, eine morphologische Beschreibung vorliegen zu haben, wonach der Wurf untersucht wird. Differenzierte morphologische Beschreibungen werden nur angefertigt, wenn die Technik leistungsrelevant ist. Über den weiten Rückhandwurf im Ultimate Frisbee wurde bisher in der Literatur wenig geschrieben. Es gibt weder eine morphologische Beschreibung noch biomechanische Untersuchungen. Über die Bedeutung des Wurfes werden nur bedingt Aussagen gemacht. Aus dieser Problematik ergeben sich Fragen in der forschungslogischen Reihenfolge:

- Welche Bedeutung hat der Wurf für die Spielleistung einer Mannschaft?
- In welchen Situationen wird der Wurf im Spiel eingesetzt?
- Welche morphologischen Bewegungsmerkmale braucht der Wurf für das Erreichen des sportmotorischen Ziels?
- Welche biomechanischen Zielgrößen ermöglichen das sportmotorische Ziel des weiten Rückhandwurfes?
- Welche biomechanischen Einflußgrößen bewirken die biomechanischen Zielgrößen?
- Wie kann die Idealtechnik biomechanisch beschrieben und begründet werden?
- Welchen Einfluß haben die biomechanischen Merkmale auf die Wurfleistung?
- Welche Fehler treten beim weiten Rückhandwurf auf?

Diese Fragen beantwortet die Literatur nicht ausreichend. Das Ziel der gesamten Untersuchung ist deshalb nicht alleine die biomechanische Technikanalyse, sondern schließt zudem die Klärung der Leistungsrelevanz, die morphologische Beschreibung sowie die konkreten Bewegungsanweisungen ein.

### 3. Methodik

Für diese Arbeit wurden zwei unterschiedliche methodische Vorgehensweisen benutzt: die Befragung und die Beobachtung.

Der weite Rückhandwurf wird im Ultimate in verschiedenen Situationen eingesetzt. Die unterschiedlichen Situationen können verschiedene biomechanische Zielgrößen des Scheibenfluges zur Folge haben, die erst identifiziert werden müssen. Dazu dient der erste Abschnitt der Befragung. Im zweiten Teilstück werden die morphologischen Einflußgrößen der Bewegung identifiziert und die für die biomechanische Untersuchung relevanten Bewegungsmerkmale ermittelt.

Anhand der Merkmale des Fragebogens wird die Beobachtung durchgeführt. Zuerst wird eine morphologische Beschreibung des Wurfs angefertigt. In nächsten Schritt werden die biomechanischen Merkmale, die zur Erreichung des sportmotorischen Ziels führen, mittels der Bestleistungen der Probanden analysiert und beschrieben. Mit Hilfe der biomechanischen und morphologischen Einflußgrößen werden die konkreten Bewegungsanweisungen beschrieben.

Die Untersuchungsrelevanz wurde hypothetisch vom Forscher als aktiven Sportler vorausgesetzt. Die Verifikation erfolgt durch den Fragebogen mit der Frage nach der Bedeutung dieses Wurfes im Ultimate Frisbee.

#### 3.1 Merkmalsstichprobe

Die zu untersuchenden Merkmale werden in drei Untersuchungsgruppen aufgeteilt:

- Randbedingungen: Situationen und Bedeutung
- Morphologische Merkmale
- Biomechanische Merkmale

Unter dem sportmotorischen Ziel versteht man den Sinn der Bewegung. Jede Bewegung im Sport hat eine bestimmte Ziel- und Aufgabenstellung (GROSSER u.A. 1987, 12). Beim weiten Rückhandwurf besteht das sportmotorische Ziel darin, einen Paß im Ultimate Frisbee über eine große Distanz zu werfen. Je nach Spielsituation muß der Flug der Scheibe verändert werden, damit das sportmotorische Ziel erreicht wird. Die idealen Eigenschaften des Wurfes aus der Sicht der Sportpraxis ergeben sich aus diesen Randbedingungen. Diese Situationen werden im ersten Schritt ermittelt.

Für die morphologische und die biomechanische Analyse müssen die entsprechenden Merkmale getrennt werden.

### 3.1.1 Situationen und Bedeutung

Anhand des Fragebogens soll ermittelt werden, in welchen Situationen Spitzenspieler einen weiten Paß im Ultimate Frisbee spielen und welche Bedeutung der Wurf für Spitzenmannschaften hat. Durch die direkte offene Fragestellung wurde die Möglichkeit gegeben, alle erdenklichen und im Spiel vorkommenden Situationen zu nennen. Die den Experten gestellte Frage (Frage 4) lautet:

„Wann setzt du einen weiten Rückhandwurf im Spiel ein? Beschreibe die Situationen, die dich zu einem weiten Rückhandwurf veranlassen (kann auch stichwortartig sein). Welches ist die optimale Situation?“

Die Ergebnisse wurden in Gruppen ähnlicher Charakteristika eingeteilt und sind nominalskaliert. Die optimale Situation besteht in der Gruppe mit der größten Anzahl an Nennungen.

Um die Leistungsrelevanz zu ermitteln, wurde den Experten eine weitere, offene Frage gestellt:

„Welche Bedeutung hat deiner Meinung nach der weite Rückhandwurf einer Spitzenmannschaft im Ultimate für die angreifende Mannschaft und für die verteidigende Mannschaft?“

Alle Antworten wurden bei dieser Frage berücksichtigt.

### 3.1.2 Morphologische Merkmale

Der weite Rückhandwurf ist die extreme Ausprägung des einfachen Rückhandwurfes. Aus der Literatur entnehmen wir folgende Bewegungsformen, die bei jedem Rückhandwurf vorkommen:

- Ausfallschritt
- Ausholbewegung
- Armzugbewegung
- Körpereinsatz
- Koordination
- Gleichgewicht
- Griff
- Handgelenkeinsatz

Die Frage 7 soll klären, welche dieser Bewegungsformen Merkmale beim weiten Rückhandwurf sind:

„Wie wichtig sind deiner Meinung nach die folgenden Faktoren in der Wurfbewegung des weiten Rückhandwurfes ? Füge eventuell weitere wichtige Faktoren hinzu. Bewerte die Faktoren mit den Noten 1-5 (1 =sehr wichtig, 2 = wichtig, 3 = gehört dazu, 4 = nicht wichtig, 5 = unnötig)“.

Hierzu wurden die Bewegungsformen Ausholbewegung, Armzugbewegung, Körpereinsatz, Ausfallschritt, Kopfsteuerung, Ausschwingbewegung, sicherer Stand und Handgelenkeinsatz aufgelistet. Es wurde Platz für Ergänzungen gelassen, damit Faktoren, die den Experten zusätzlich wichtig erscheinen, angefügt werden können.

Die zu untersuchenden morphologischen Merkmale der Bewegung wurden aus den Ergebnissen des Fragebogens ( Merkmale des Fragebogens) gewonnen.

### 3.1.3 Biomechanische Merkmale

Zur Strukturierung und der besseren Übersicht werden die zu untersuchenden biomechanischen Bewegungsmerkmale in 3 Kategorien unterteilt:

- Biomechanische Einflußgrößen der Bewegung
- Biomechanische Einflußgrößen des Scheibenfluges
- Biomechanische Zielgrößen des Scheibenfluges

Diese Merkmalsgruppen hängen unmittelbar zusammen.

Die morphologischen Bewegungsmerkmale werden zu biomechanischen Einflußgrößen, wenn sie mit biomechanischen Mitteln untersucht werden.

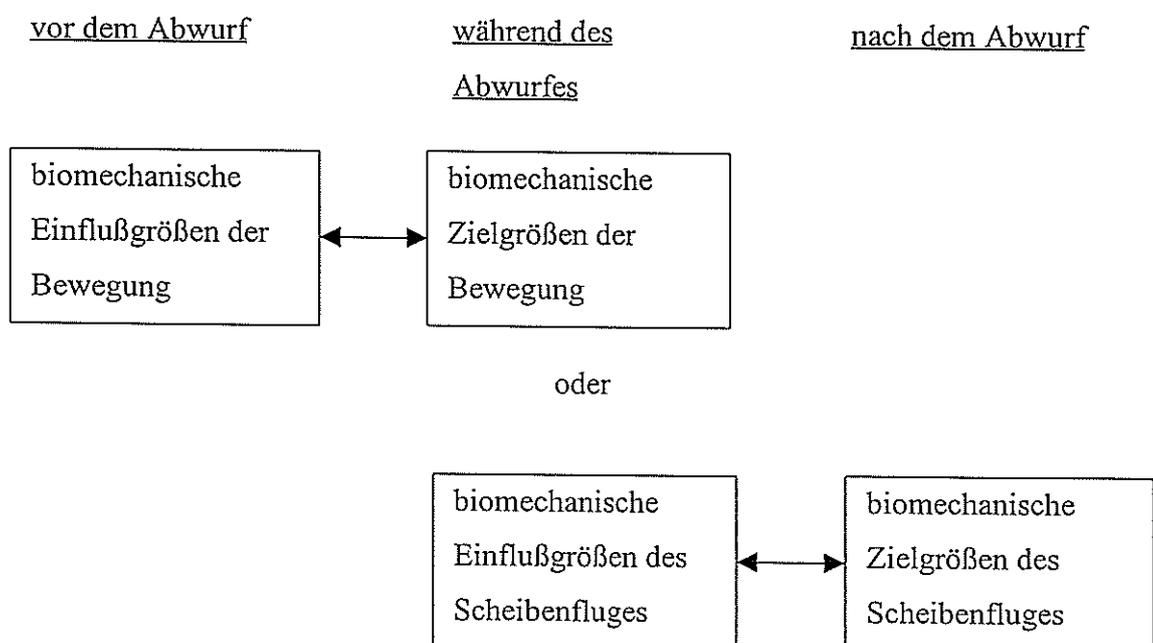


Abbildung 12: Zusammenhänge der biomechanischen Größen

### 3.1.3.1 Biomechanische Einflußgrößen der Bewegung

Bei der Bewegung des weiten Rückhandwurfes ist es sinnvoll, die kinematischen Merkmale aufzunehmen. Die meisten dynamische Merkmale können, wie bei allen Wurfen, nicht direkt aufgenommen werden. Kinematische Merkmale werden im cgs-System angegeben und beschreiben Positionen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen von Körperpunkten oder Körperwinkeln sowie des Sportgerätes.

Die Bewegungsformen der Körperteile wurden aus den morphologischen Beschreibungen entnommen. Sie dienen zur Ansteuerungen der optimalen Zielgrößen und wurden daraufhin mit biomechanischen Methoden untersucht.

Die Quantifizierung der Zeit- und Lagemerkmale wurde über die Beobachtung und die Kinematographie mit Hilfe des Computers erreicht. Aus den Ergebnissen lassen sich die Merkmale direkt ablesen.

Biomechanisch überprüft wurden die aus der Literatur entnommenen qualitativen Angaben sowie die morphologischen Ergebnisse des Fragebogens:

- Ausfallschritt:  
Bei einem großen Ausfallschritt kommt es durch die Flugkurve „airbounce“<sup>15</sup> zum Schweben der Scheibe. Dies führt zum Verlust der Weite (SDGO 16.06.98, URL).
- Körpereinsatz:  
Kraftvoller Einsatz bringt Weite, wenn er koordiniert zum Armzug erfolgt. Die Bewegung findet mit dem ganzen Körper statt (GEIBLER 1995, 108).
- Ausholbewegung:  
Wurfarm, Schulter und Scheibe sollten weit nach hinten genommen werden.(WAHRMANN 1990, 108)
- Ausschwingbewegung:  
Der Ausschwing erfolgt ohne Bremsbewegung. (GEIBLER 1995, 108).

---

<sup>15</sup> Der Ultimate- spezifische Begriff „airbounce“ setzt sich aus den englischen Begriffen air (= Luft) und to bounce (= hüpfen) zusammen (siehe Kapitel 3.4.7.1).

### 3.1.3.2 Biomechanische Einflußgrößen des Scheibenfluges

Zur Optimierung der Sporttechnik in der Praxis dient das Wissen über die optimalen biomechanischen Einflußgrößen des Scheibenfluges. Sie sind gleichzeitig die biomechanischen Zielgrößen der Bewegung, wenn der Bezug zur Bewegung hergestellt wird.

Die biomechanischen Einflußgrößen des Scheibenfluges werden bereits in der Literatur vollzählig genannt (siehe Kapitel 2.4.2.2). Es sind dies:

- Abwurfgeschwindigkeit (=Translationsgeschwindigkeit) mit Betrag und Richtung
- Abwurfwinkel
- Rotationsgeschwindigkeit
- Neigungswinkel
- Anstellwinkel

Die Werte der Einflußgrößen wurden aus der Computeranalyse der Videoaufzeichnungen gewonnen, indem im Moment des Verlassens der Scheibe aus der Hand oder kurz danach die notwendigen und abzulesenden Größen aufgenommen wurden. Diese können meist unmittelbar als kinematische Größen gemessen werden.

Der Betrag der Abwurfgeschwindigkeit wurde mit Hilfe der Bahngeschwindigkeitsaufnahme der Scheibenrandpunkte vorne, hinten, innen und außen im Abwurf und im ersten Bild nach dem Abwurf ermittelt (arithmetisches Mittel). Der Wert wird in der Einheit m/s festgehalten.

Die Zielgenauigkeit wird hauptsächlich durch den horizontalen Abwurfwinkel festgelegt. Sie wurde über die vier Scheibenrandpunkte durch zwei Bilder nach dem Abwurf aufgenommen. Der Winkel nach rechts von der Zielrichtung wird für Rechtshänder als positiv definiert.

Der vertikale Abwurfwinkel konnte durch das Anlegen einer Tangente an die Bahnbewegung der Hand ermittelt werden. Entscheidend ist der Winkel zwischen Tangente und Erdboden. Hierzu wurde der Winkel der Punkte der rechten Hand im Bild vor und während des Abwurfes mit der XY- Ebene einerseits sowie der Winkel der Punkte der rechten Hand im Bild während und nach dem Abwurf andererseits ermittelt und das arithmetische Mittel errechnet.

Die Rotationsgeschwindigkeit wird in 1/s angegeben. Sie konnte mit dieser Methode nicht ermittelt werden, da die optische (zeitliche und räumliche) Auflösung der Aufnahmen zu gering ist (siehe unten). Qualitativ kann über den stabilen Scheibenflug

die Aussage gemacht werden, ob die mit der Bewegung erreichte Rotationsgeschwindigkeit ausreichend war. Die Richtung der Rotationsgeschwindigkeit des weiten Rückhandwurfes ist bei Rechtshändern immer im Uhrzeigersinn.

Der Anstellwinkel konnte aus der Verbindung Vorderkante- Hinterkante direkt in Relation zum Erdboden in Grad abgelesen werden. Er wurde aus dem Bild nach dem Abwurf ermittelt.

Der Neigungswinkel konnte nicht über die Verbindung Innenkante- Außenkante abgelesen werden. Er hat beinahe den selben Winkel wie der Unterarm zum Erdboden.

### 3.1.3.3 Biomechanische Zielgrößen

Die biomechanischen Zielgrößen sind über das sportmotorische Ziel und über die Situationen festgelegt. Es werden gewisse Anforderungen an den Scheibenflug gestellt, die über den Fragebogen erst ermittelt wurden.

Wie lassen sich die biomechanischen Zielgrößen ermitteln? Zur Klärung diente als erstes die Frage 5 des Fragebogens:

„Wie sieht deiner Meinung nach ein guter weiter Rückhandwurf aus? Beschreibe und begründe die wichtigsten Eigenschaften, die dein Wurf haben soll, damit er einen Erfolg hervorruft? Denke z.B. an Weite, Flughöhe, Flugbahn, Zielerreichung, Geschwindigkeit, u.s.w.“

Die Experten wurden aufgefordert, sich mit ihren eigenen Worten zum erfolgreichen Wurf zu äußern. Damit klar ist, daß sie sich nicht zur Wurfbewegung äußern, wurden die wesentlichen Merkmale genannt, aber nicht zwingend vorgegeben. Aus der Praxis weiß man, daß nicht jedes Merkmal gleich wichtig ist.

Die Expertenbefragung sollte klären, wie diese Punkte ausgeprägt sein sollen.

Eine Möglichkeit der Identifikation und Priorisierung der Merkmale besteht in der logischen Überlegung aus den Situationen, die schon in Kapitel 4.2.2 geklärt wurden. Um die jeweiligen Spielsituationen zu lösen, müssen an den Scheibenflug spezielle Anforderungen gestellt werden. Die beiden Auswertungsmethoden liefern zusammen die biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges.

Anhand der Zielgrößen werden die besten Würfe zur weiteren Untersuchung ausgewählt.

## 3.2 Befragung

Die Befragung wurde nach der Methode der schriftlichen Befragung mit Hilfe eines Fragebogens durchgeführt. Der Vorteil des Fragebogens liegt darin, die Fragen überlegt und ohne Zeitdruck auszufüllen.

### 3.2.1 Konzeption des Fragebogens

#### 3.2.1.1 Ziele des Fragebogens

Der Fragebogen hatte drei große Untersuchungsziele:

- Die Ermittlung der Bedeutung des weiten Rückhandwurfes für verschiedene Taktiken und die Einsetzbarkeit in den Situationen.
- Die Ermittlung der biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges des weiten Rückhandwurfes.
- Die Ermittlung der idealen Bewegungstechnik des weiten Rückhandwurfes.

Ein Nebenuntersuchungsziel war die Ermittlung einer einheitlichen Bezeichnung des weiten Rückhandwurfes.

#### 3.2.1.2 Auswahl der Stichprobe

Die Auswahl der Stichprobe wurde vom Forscher aus logischen Gründen planvoll nach der bewußten Auswahl extremer Fälle getroffen.

„Die Auswahl extremer Fälle besteht aus der Selektion derjenigen Fälle, die in bezug auf ein bestimmtes Merkmal eine „extreme“ Ausprägung besitzen.“  
(SCHNELL/HILL/ESER 1988, 273)

Als Ausprägung „Experten“ wurden dem Forscher bekannte Spitzenspieler befragt. Die Befragten sind deutsche Nationalspieler, Deutsche Meister oder Schweizer Nationalspieler, von denen die meisten auch als Trainer arbeiten oder gearbeitet haben. Außerdem besitzen sie über mehrere Jahre Spielerfahrung, im Durchschnitt über 11 Jahre. Der persönlichen Einschätzung des Forschers zufolge werfen diese Personen einen guten weiten Rückhandwurf. Die Auswahl schien dem Forscher für diese Zwecke sinnvoll. Die Grundgesamtheit wurde hierdurch implizit undefiniert auf Experten.

Daraus ergab sich die kleine Anzahl der ausgegebenen Fragebögen (10 Stück).

#### 3.2.1.3 Aufbau des Fragebogens

Der Fragebogen ist dreiteilig gegliedert. Der erste Teil konzentriert sich auf die biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges sowie auf die Bedeutung des Wurfes im Spiel. Zusätzlich wird eine einheitliche Bezeichnung ermittelt. Der zweite Teil zielt

auf die morphologische Bewegungsbeschreibung. Der letzte Teil, sehr kurz gehalten, gibt Informationen über den Befragten.

Die Fragen sind je nach Zielstellung offen oder teilweise geschlossen gehalten. Da es sich um wenig ausgegebene Fragebögen handelte, konnten offene Fragen ausreichend schnell ausgewertet werden. Offene Fragen wurden bei Themen gestellt, bei denen die Befragten ihrer eigenen Meinung nach möglichst vollständig beantworten sollten und demnach auch die wichtigsten Aussagen trafen. Dies bot den Vorteil, daß die Befragten ohne Einfluß der Antwortvorgaben ihren Gedanken folgen konnten. Allerdings birgt diese Art der Fragestellung die Gefahr der Vernachlässigung von Antworten. Bei Wertfragen sollen vorher bestimmte Faktoren bewertet werden. Daher sind die Fragen geschlossen gehalten, allerdings mit der Möglichkeit, eigene Ergänzungen zu machen.

Die Fragen wurde an einen Kreis von Experten (siehe 3.2.1.2) gestellt. Infolgedessen wurde der Sprachstil auch diesen Experten angepaßt. Fachausdrücke konnten ohne Bedenken benutzt werden. Aufgrund des Eigeninteresses der Befragten konnten die Fragen auch komplex gestellt werden, ohne daß eine große Gefahr der Ablehnung des Fragebogen bestand. Für Rückfragen gab es Möglichkeiten und Gelegenheiten.

#### 3.2.1.4 Versandverfahren

Das Versandverfahren verlief zum Großteil über den Weg der elektronischen Post (e-mail). Dieses hat mehrere Vorteile:

- Die Befragten hatten die Möglichkeit, auf dem PC den Fragebogen auszufüllen und ihn über die elektronische Post schnell zurückzuschicken.
- Der Fragebogen wurde folglich leserlich ausgefüllt.
- Es spart Kosten, auch für die Befragten. Dadurch wurde die Rücklaufquote erhöht.
- Über größere Entfernungen werden die Daten im Internet genauso schnell verschickt wie über geringe Entfernungen.

Der Fragebogen wurde zum Teil an Personen ohne PC verteilt, die in persönlichem Kontakt zum Forscher stehen.

#### 3.2.1.5 Rücklauf

Die Rücklaufquote lag bei 100%. Bei der Auswahl wurde bedacht, daß es sich bei den Befragten um Ultimateenthusiasten handelt. Es handelt sich für die Befragten um ein Thema, das diese selbst interessiert. Zudem sind alle Befragten Akademiker, denen das

Ausfüllen eines Fragebogens bekannt ist. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß viele der Befragten persönlichen Kontakt zum Forscher haben.

Die Rücklaufzeit dauerte im längsten Fall 15 Tage, im Schnitt ca. 10 Tage. Allerdings enthielten viele Fragebögen „missing datas“.

### 3.2.2 Auswertung des Fragebogens

Die Auswertung erfolgt je nach Fragestellung und inhaltlichem Wert nach qualitativer und quantitativer Art. Bei den offenen Fragestellungen müssen Einzelaussagen auch ohne statistisches Verfahren herangezogen werden, da es sich um Expertenmeinungen handelt und sie somit für die Arbeit bedeutungsvoll sind. Mehrheitsmeinungen werden als höchst relevant eingestuft. Zudem kann bei den meisten offenen Fragen eine Zustimmung der Standpunkte der anderen Befragten erwartet werden.

Bei quantitativen Aussagen handelt es sich meist um nominalskalierte Werte. Es werden die Häufigkeiten der Antworten gezählt. Einzig die Antworten der Frage 7 nach der Wichtigkeit der Wurffaktoren sind ordinalskaliert. Die Faktoren werden nach ihrer Wichtigkeit geordnet.

### 3.3 Merkmale des Fragebogens

Der erste Teil der Ergebnisse des Fragebogens, der zur Ermittlung der fehlenden Merkmale dient, wird in diesem Kapitel dargestellt. Diese Merkmale des Fragebogens wurden für die weitere Untersuchung, die Ermittlung der Technik durch die Beobachtung, benötigt.

#### 3.3.1 Morphologische Merkmale der Bewegung

Aus den Faktoren der Wurfbewegung werden Merkmale des weiten Rückhandwurfes, wenn die Experten diesen Faktor als wichtig einstufen. Der Faktor wird als wichtiges Merkmal definiert, wenn das arithmetische Mittel der Benotung unter 3,0 (gehört dazu) liegt. Die Merkmale der Wurfbewegung sind in Tabelle 1 genannt.

Tabelle 1: Merkmale der Wurfbewegung mit Wichtigkeit

Merkm <sup>al</sup>	Note
Armzugbewegung	1,2
Handgelenkseinsatz	1,4
sicherer Stand	2,0

Ausholbewegung	2,3
Körpereinsatz	2,4
Ausfallschritt	2,6

Die Armzugbewegung sowie der Handgelenkeinsatz sind demnach als sehr wichtig einzustufen. Diese Bewegungsformen ergeben hauptsächlich Translation und Rotation. Die morphologische Merkmalsausprägung wird zum Teil über den Fragebogen ermittelt.

Die Griffhaltung wurde mit Frage 8 und 9 des Fragebogens geklärt. Es kann so ermittelt werden, mit wieviel Fingern in den Scheibenrand gegriffen wird, wo der Daumen aufliegt und wie fest dieser auf die Scheibe drückt.

Frage 10 dient zur qualitativen Beschreibung der Bewegungsmerkmale und deren Begründung in Form einer Bewegungsbeschreibung:

„Stell dir vor, du erklärst einem talentierten Einsteiger den weiten Rückhandwurf. Versuche die deiner Meinung nach optimale Bewegung des weiten Rückhandwurf mit deinen eigenen Worten zu beschreiben und wenn möglich, Begründungen dafür zu finden!“

Aus diesen Ausführungen der Experten wurden die Ausprägungen der morphologischen Merkmale entnommen.

Mit der Zeitlupenbetrachtung der ausgewählten Würfe werden diese Merkmale qualitativ beschrieben und die Antworten des Fragebogens überprüft.

Diese qualitativen Merkmale dienen zur morphologischen Bewegungsbeschreibung.

### 3.3.2 Biomechanische Zielgrößen

Biomechanische Zielgrößen des Scheibenfluges sind alle von den Experten genannten, biomechanisch meßbaren Größen. Die Ausprägung der biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges sind qualitativer und quantitativer Art und umfassen folgende räumliche (a) und zeitliche (b) Faktoren sowie Zielerreichungsfaktoren (c):

- (a) Weite
- (a) Höhe
- (a) Flugbahn
- (b) Geschwindigkeit der Scheibe

(b) Ausführungsgeschwindigkeit

(c) Genauigkeit der Zielerreichung

Aus dem Forschungsstand wird entnommen, daß die Weite über 40 Meter sein soll, damit von einem weiten Rückhandwurf gesprochen werden darf. Außerdem soll jeder Paß vor den Fänger in den Lauf gespielt werden. Die Geschwindigkeit eines Wurfes soll an die läuferischen Fähigkeiten des Mitspielers angepaßt sein. Ein guter Wurf besitzt „Genauigkeit“.

### **3.4 Beobachtung**

Als Beobachtungsform wird in der Biomechanik bevorzugt die Videobeobachtung durchgeführt (BALLREICH 1996, 96). Mit der optischen Abbildung kann eine Messung weitgehend rückwirkungsfrei ablaufen, da an den Probanden keine Geräte angebracht werden müssen (BALLREICH 1996, 88). Allerdings können dadurch nur kinematische Daten ermittelt werden. Für morphologische Untersuchungen besteht die Möglichkeit, bestimmte Merkmale mehrmals und in Zeitlupe genauer betrachten zu können.

#### **3.4.1 Untersuchungsziel**

Das Untersuchungsziel ist die Aufnahme des weiten Rückhandwurfes verschiedener Sportler. Ideale wäre die Aufnahme des Wurfes in einer Spielsituation. Für eine biomechanische Untersuchung ist dies in Sportspielen nur selten möglich, für diese Aktion unmöglich.

Die Idee, einen im Spiel zu tätigen weiten Rückhandwurf ins „Labor“ Leichtathletikhalle mit Videokameras zu übertragen, kann nur annähernd realisiert werden. Zum einen stellen die räumlichen Voraussetzungen keine spieladäquaten Bedingungen dar und zum anderen muß die Vorstellungskraft der Spielsituation bei allen Probanden die gleiche sein. Dies ist nicht gegeben.

Andererseits können sich die Spieler auf die isolierte Technik konzentrieren und somit ihr bestes Ergebnis erreichen. Eine optimale Technik kann ausgeführt werden, weil kein Zeitdruck besteht. Der Wurf kann zu jedem Zeitpunkt ausgeführt werden. Die Vereinfachung „ohne Marker“ stellt eine weitere Konzentrationsmöglichkeit auf die Wurfbewegung dar. Die Situation, ohne Marker und ohne Zeitdruck, gibt es im Ultimate Frisbee, allerdings kommen meistens eine oder beide Einschränkungen vor. Diese optimale Situation führt zur optimalen Technik, welche dann im Spielgeschehen auch unter Druck realisiert werden soll.

### 3.4.2 Untersuchungsrahmen

#### Kameras

Die Aufnahmen wurden mit zwei Super-8 Videokameras gemacht, die mit 25 Vollbildern pro Minute aufnehmen. Daraus lassen sich 50 Halbbilder über den Computer entwickeln, die von ausreichender Qualität sind, um sie abzutasten. Die Kameras wurden in einem Winkelverhältnis von  $90^\circ$  so positioniert, daß sie zum einen den Werfer von hinten aufnehmen und zum anderen von der Seite, die beim Rückhandwurf des Rechtshänders die Wurfseite ist. Somit ist beim Durchschwung die Frontalansicht zu sehen.

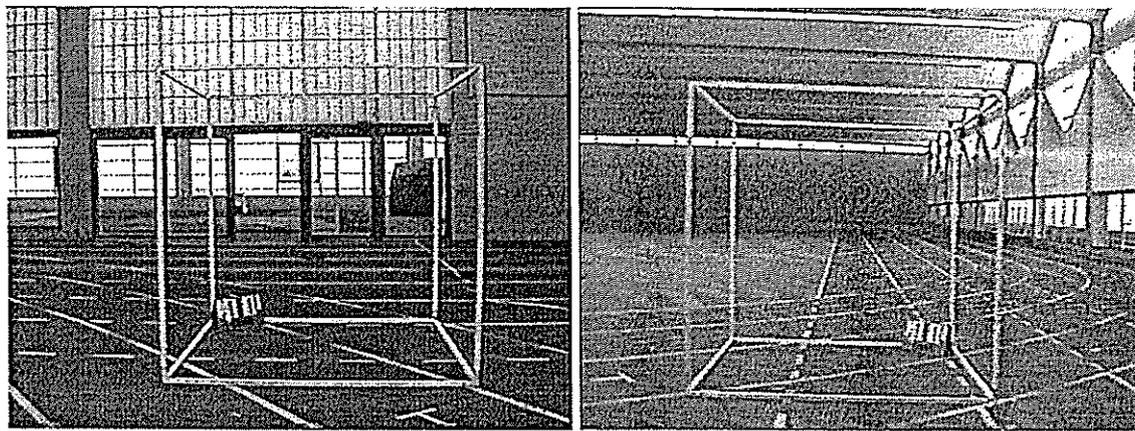


Abbildung 13: Kameraansicht von hinten und von der Seite mit Paßpunktsystem (Würfel)

Der Bildausschnitt der beiden Kameras wurde an einen aufgestellten Würfel mit der Seitenlänge von 2 Metern angepaßt, so daß die größtmögliche Abbildung der Versuchspersonen zusammen mit dem Würfel entstand. Der Würfel dient in der Computeranalyse als Paßpunktsystem. Nachdem der Würfel aufgenommen wurde, blieben die Kameras bis zum letzten Werfer unverändert.

Zusätzlich nahm eine weitere VHS- Videokamera die gesamte Flugbahn des Wurfes auf. Technische Probleme mit der Kamera ließen aber leider einige Würfe ohne Aufnahme. Die Position der 3. Kamera war in Längsrichtung in der Mitte der Halle und in Querrichtung am anderen Ende. Die aufnehmende Person stand auf einem Kleinkasten und führte die Kamera freihändig.

#### Ort

Damit die gleichen Bedingungen für alle Probanden herrschten, wurde in der Leichtathletikhalle der Universität Mainz untersucht. Dies sind Quasi-Laborbedingungen. Die Halle ist 80 Meter lang und 40 Meter breit. Die Höhe und die

Länge der Halle hatte auf das Wurfverhalten keinen Einfluß. Da das Experiment auf der einen Längsseite stattfinden mußte, störte die eine Wand allerdings einige Würfe und eventuell auch das Wurfverhalten der Personen. Der Boden der Leichtathletikhalle ist aus Beton mit darüberliegendem dünnen Tartan. Der Abwurf war ca. 5 Meter von der einen Wand entfernt, so daß theoretisch die Möglichkeit bestand, 75 Meter weit zu werfen. Der weiteste Wurf ging 72 Meter weit. Am Ende der Halle in Wurfrichtung gesehen befindet sich in einem Abstand von 16 Metern von der seitlichen Wand eine Kugelstoß- Mattenanlage. Der Bereich zwischen Anlage und Wand wurde zum Zielbereich erklärt. Dieser Bereich stimmt in etwa mit der Genauigkeit überein, mit der ein weiter Wurf im Ultimate Spiel geworfen werden sollte (siehe Kapitel 3.4.7.1).

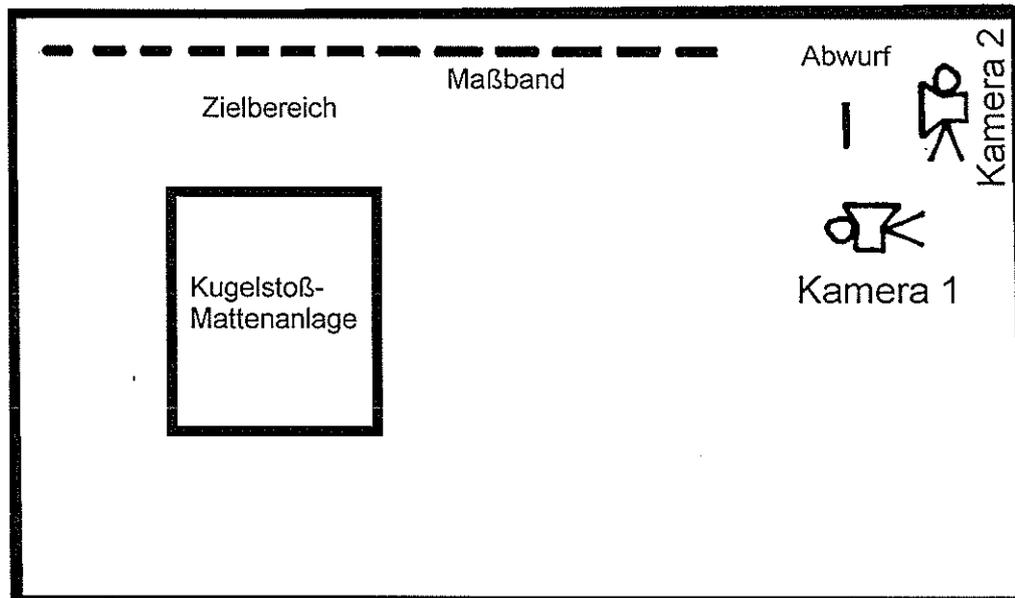


Abbildung 14: Skizze des Labors „Leichtathletikhalle“ mit Meßvorrichtungen

Die Vorteile der Leichtathletikhalle gegenüber dem freien Rasen liegen darin, daß keine externen Störgrößen wie Wind und Regen auftreten und somit die Wurferfolge verglichen werden können. Zum anderen besteht der Boden aus einer gleichmäßig ebenen Unterfläche. Darauf rutscht die Kunststoffscheibe mit einer gewissen negativen Beschleunigung. Über die Rutschweite konnte auf die Restgeschwindigkeit in X-Richtung geschlossen werden, sofern die Scheibe nicht an die hintere Wand schlug.

Zeit

Die gesamte Untersuchung dauerte ca. 100 Minuten. Die Testpersonen wurden in 2 Gruppen eingeteilt, so daß für jede Gruppe 50 Minuten beansprucht wurde. 2 Stunden vorher wurde begonnen, „das Labor“ aufzubauen. Die Kameras wurden aufgestellt und das Maßband verlegt, die Anschlüsse kontrolliert sowie der Würfel aufgebaut und aufgenommen.

### Helfer

Für die Untersuchung wurden 5 Helfer für folgende Aufgaben benötigt:

- Versuchsleiter
- Protokoll beim Abwurf
- Protokoll bei der Landung der Scheibe
- Weitenmessung
- Führung der freien Kamera

Die Gruppe der untersuchten Personen konnte in diesem Fall auch als Helfer eingesetzt werden, deshalb wurden immer 6 Personen (Helfer + Proband) gleichzeitig eingesetzt. Die Mitarbeiter brauchten keine speziellen Qualifikationen.

### **3.4.3 Auswahl der Probanden**

Die Probanden stammen alle aus dem Verein Feldrenner Discsport e.V.. Die Auswahl wurde gezielt von mir selbst als Trainer des Vereins und als Versuchsleiter vorgenommen. Zum einen wollte ich die Spieler aufnehmen, die meiner Meinung nach die besten weiten Rückhandwürfe werfen. Zum anderen wollte ich Probanden aufnehmen, von denen ich anhand der Ergebnisse weiß, daß sie keine optimale Technik haben und daher auch nicht so weit werfen können. Dadurch werden gravierende Technikunterschiede erhofft. Unter den Teilnehmern waren auch 2 weibliche Probanden.

Alle 7 männlichen Probanden spielen in der ersten Mannschaft des Vereins, die im gleichen Jahr den deutschen Meistertitel im Ultimate Frisbee errungen hat.

Aufgrund der Aufbauten war es nur sinnvoll, Rechtshänder aufzunehmen. Bei Linkshändern wäre der Hauptteil der Bewegung vom Körper des Probanden verdeckt worden.

### 3.4.4 Untersuchungsablauf

Es wurden von 9 Probanden weite Rückhandwürfe aufgenommen. Jeder Proband hatte 2-3 Probeversuche und 10 Versuche. Eine Ausnahme bildete eine Testperson, die zusätzlich weitere 5 Versuche ausführte. Von den ersten 10 Wüfren war ein Großteil mißglückt. Um die Chance nicht zu verpassen, von diesem guten Spieler einen sehr guten Wurf aufzunehmen, wurde der Versuchsplan entsprechend geändert. Alle Versuchspersonen waren aufgewärmt. Gegenüber dem weiten Rückhandwurf im Spiel traten folgende Störgrößen auf:

- Die Probanden warfen teilweise barfuß, teilweise mit Turnschuhen. Dies ergab sich daraus, daß die Teilnehmer aus dem auf dem Rasen stattfindenden Training geholt wurden. Normalerweise trägt der Ultimate Spieler Stollenschuhe.
- Die Rückkopplung durch die Kameras löst emotionale Änderungen hervor. Eine bewußte Beobachtung beeinflußt das Leistungsvermögen.
- Es fehlt die vollkommen konkrete Situationsvorstellung mancher Probanden: Je nach Situation wirft man im Ultimate Frisbee den weiten Rückhandwurf anders. Dadurch ergaben sich verschiedene Ausführungen.
- Die rechte Wand der Halle war relativ nahe. Diese Störgröße kann negativen Einfluß auf die freie Kurvengestaltung haben.

### 3.4.5 Aufgabenstellung

Den Probanden wurde folgende Aufgabe gestellt:

„Stell dir vor, du wirst an dieser Stelle „rechts auf“ gedeckt. Versuche nun einen möglichst weiten Rückhandwurf zu werfen, der im Zielgebiet landet. Mache auf jeden Fall einen Ausfallschritt. Schätze bitte nach dem Wurf ein, ob der Wurf gelungen ist (auf einer Skala von 1-5, 1= sehr gelungen, 5 = mißlungen)“.

Nicht jeder Teilnehmer konnte die von mir gewünschte Situation voll nachvollziehen. Somit sind einige Ergebnisse nicht hundertprozentig repräsentativ für das Untersuchungsziel. Beispielsweise hat ein Proband einen leichten Schritt Anlauf genommen.

### 3.4.6 Untersuchungsprotokoll

Das Untersuchungsprotokoll wurde in Form einer Tabelle mit folgenden Spalten erstellt:

- Versuchsnummer
- Name der Versuchsperson
- Wurde der Zielbereich getroffen?
- Subjektive Einschätzung des eigenen Wurfes nach Betrachtung der Flugbahn
- Weite in 0,5 Meter Schritten, Maßband bei 29 Metern angelegt.
- Rutschweite in 0,5 Meter Schritten
- Grobe Bestimmung der Flugbahn

Nr.	Tafel-Nr.	VP	Ziel erreicht?	Subjektive Einschätzung	Weite (in 0,5m)	Rutschweite	Flugzeit	Flugbahn (inside-gerade-outside)
1	0-1	Heiko	ja	2	26,6	7		out
2	0-2	Heiko	ja	3	21	43,5		out

Abbildung 15: Ausschnitt des Untersuchungsprotokolles

Die Spalte „Flugzeit“ wurde nicht ausgefüllt. Die Flugzeit läßt sich am besten über die Videoaufzeichnungen ermitteln.

Sobald ein Wurf nicht im Zielbereich gelandet ist, wurden die zu ermittelten Daten nicht festgehalten, da diese Würfe auch nicht in die Auswertung kommen. Der Datensatz ist beinahe komplett, fehlende Daten gab es nur in der Spalte „Flugbahn“. Diese konnten aber anhand der Videoaufzeichnungen nachträglich ergänzt werden.

### 3.4.7 Auswertung

Die Aufnahmen und das Untersuchungsprotokoll wurden herangezogen, um Auswertungen nach qualitativer und quantitativer Art zu tätigen. Qualitativ kann am Bildschirm (auch in Zeitlupe) die morphologische Betrachtung der Bewegung geschehen. Für die biomechanische Untersuchung werden die Aufnahmen in den Computer eingelesen und mit Hilfe des Programmes Simi-Motion (siehe unten) abgetastet. Das Programm liefert alle kinematischen Angaben, die zuvor bestimmt wurden.

Für die Auswahl der zu untersuchenden Würfe müssen die biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges bekannt sein, um den jeweils besten Wurf zu ermitteln. Da diese durch den Fragebogen erfaßt wurden, werden diese Ergebnisse vorweggenommen.

#### 3.4.7.1 Biomechanische Zielgrößen des Scheibenfluges

Durch das sportmotorische Ziel werden die biomechanischen Zielgrößen festgelegt. Sie erfüllen die Anforderungen an den Wurf in der Standardsituation. Für andere Spielsituationen wie z.B. der Situation „mismatch“<sup>16</sup>, weichen die Anforderungen geringfügig ab (Zur Erklärung der einzelnen Spielsituationen siehe Kapitel 4.2.2).

##### Weite

Die Weite ist beim weiten Rückhandwurf die entscheidende und namensgebende Größe. Erst oberhalb von 40 Metern (60 % der Experten) bezeichnet man den Rückhandwurf als „langes Teil“. Ein Experte spricht davon sogar erst oberhalb von 50 Metern.

50 % der Experten sind der Meinung, daß der Wurf mindestens so weit sein sollte, daß er bei der Standardsituation vor den Fänger gespielt wird und maximal so weit sein sollte, daß der Fänger ihn noch erlaufen kann. Dies nennt GEIBLER (1995, 85) einen maßgeschneiderten Paß. Eine weitere Obergrenze ist die hintere Auslinie des Spielfeldes.

Je weiter die Maximalweite ist, desto kontrollierter und zielgenauer können submaximale Würfe ausgeführt werden. Je weiter kontrollierte Würfe ausgeführt werden können, desto häufiger kann der Wurf auch angewendet werden. Deshalb ist die maximale Wurfweite das entscheidende Kriterium für die Güte des Werfers. Die extremste, sinnvollste Entfernung für einen kontrollierten Wurf liegt in den Begrenzungen des Spielfeldes, welches 110 Meter lang ist.

Die Fehler bei der Weite liegen logischerweise darin, daß der Paß zu weit (kann nicht erlaufen werden oder landet im Aus) oder zu kurz (landet beim Gegenspieler) ist.

Zur Unterscheidung von besseren und schlechteren Würfen muß die maximale Weite als Hauptfaktor in Betracht gezogen werden.

Die ideale, quantitative Merkmalsausprägung ist demnach:

- Maximierung

---

<sup>16</sup> engl.: unpassend kombiniert (die Situation wird im Kapitel 4.2.2 erklärt)

### Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit, mit der die Scheibe unterwegs sein soll, wird ebenfalls von der Situation bestimmt. „Der Situation angepaßt“ heißt, daß nicht immer voll durchgezogen werden muß, sondern auch einmal ein „floater“<sup>17</sup> geworfen werden kann (40% der Experten). Als Faustregel gilt, daß die Scheibe in den ersten drei Vierteln der Flugbahn schnell unterwegs sein soll und im letzten Viertel langsam werden soll. Diese Ansprüche ergeben sich aus der Situation. Zuerst soll die Scheibe schnell das Feld überbrücken. Wenn der Fänger wie in der Standardsituation vom Werfer wegläuft und die Scheibe im vollen Lauf fangen soll, so liegt die Endgeschwindigkeit der Scheibe etwas niedriger als die Laufgeschwindigkeit des Fängers. Die Scheibe soll in Fanghöhe schweben. Je schneller die Scheibe das Ziel erreicht, desto länger kann der Werfer bei jeder Situation den Wurfzeitpunkt hinauszögern. Daraus ergeben sich wieder mehr Einsatzmöglichkeiten. Je langsamer die Scheibe fliegt, desto mehr Zeit hat die Verteidigung, einen Vorsprung aufzuholen und dem Angreifer einen Luftkampf zu liefern.

Bei der Standardsituation sollte die Scheibe auf jeden Fall vor dem Fänger im vorderen Feld sein. Bei der Situation „mismatch“ spielt die Geschwindigkeit eine geringere Rolle. Dennoch sollte die Scheibe nicht zu lange schweben, da sonst andere Verteidiger, die das „mismatch“ aufheben, heraneilen könnten.

Ein Hauptfehler beim „langem Teil“ ist für 70% der Experten ein Schwebler, d.h. wenn die Scheibe zu lange in der Luft steht. Dies kommt durch einen zu großen Abwurfwinkel zustande.

Die idealen, quantitativen Merkmalsausprägungen sind demnach:

- Minimierung der relativen Flugzeit (Zeit/Meter)
- im Endabschnitt langsamere Fluggeschwindigkeit der Scheibe als Laufgeschwindigkeit des Fängers ( $< \sim 9 \text{ m/s}$ <sup>18</sup>)

### Höhe

Nach unten grenzt die Reichhöhe der Verteidiger die Flughöhe ein. Diese beträgt geschätzt mind. 3 Meter. Diese Höhe sollte schnell nach dem Abwurf erreicht werden.

---

<sup>17</sup> „floater“ (engl.: to float = treiben, schweben): ein Paß im Ultimate, der in einer größeren Höhe fliegt und nicht schnell unterwegs ist.

<sup>18</sup> Die Laufgeschwindigkeit der Spieler wurde mit 9 m/s geschätzt.

Nach oben wird die Flughöhe durch die Verringerung der Flugzeit und der Flugweite beschränkt. Zu hohe Scheiben stehen in der Luft und vergrößern die relative Flugzeit. Die Flugweite wird reduziert, weil die Scheibe durch die Höhe an Vorwärtsbewegung verliert und sogar umdrehen kann. Die Höhenangaben (maximal 5 Meter) aus den Fragebögen erscheinen etwas zu niedrig. Aus den Höhenangaben ergeben sich der Abwurfwinkel sowie der Anstellwinkel.

Die idealen, quantitativen Merkmalsausprägungen sind demnach:

- über der Reichhöhe der Verteidiger (ca. 3,5 Meter) nach minimaler Flugweite
- Zeitminimierung durch Höhenverminderung

### Flugbahn

Der Faktor Flugbahn zerlegt sich in zwei Teile. Einerseits kann die horizontale Ausprägung der Flugbahn die Eigenschaften „inside“, gerade oder „outside“<sup>19</sup> annehmen, andererseits kann die vertikale Ausprägung die Eigenschaften gerade oder „airbounce“ annehmen.

Die Flugbahn muß an die anderen Faktoren angepaßt werden. Als erstes sollte der Fänger nicht warten müssen, daher muß die Scheibe schnell unterwegs sein. Die horizontale Kurve sollte relativ gerade sein, kein „airbounce“, damit die Scheibe nicht in der Luft stehen bleibt und an Weite verliert. Anstellwinkel und Abwurfwinkel sind demnach identisch zu gestalten. Am Ende sollte die Scheibe langsamer werden und in Greifhöhe in der Luft „stehen“. Das bedeutet, die Scheibe sollte waagrecht sein und einen kleinen Angriffswinkel haben. Dies wird mit einer leichten Kurve „inside“ erreicht. Weil die Scheibe in Drallrichtung kippt, richtet sie sich auf und kommt in eine waagrechte Stellung. Das ist auch die optimale Fluglage in Bezug auf die Weite (WAHRMANN 1990, 114). Bei einem „outside“ kann die Scheibe zwar genauso schnell abgeworfen werden, allerdings richtet sich die Scheibe nicht auf und es kommt nicht zu einem Schweben in Greifhöhe. Statt dessen stürzt die Scheibe mit dem gleichen Neigungswinkel ab. Sie muß demnach viel genauer geworfen werden. Dies ist nach Meinung der Experten ein großer Fehler bei der Flugbahn.

---

<sup>19</sup> „Inside“ und „outside“ beschreiben Flugkurven. Beim „inside“ sind die Rotationsrichtungen der Scheibe und die Kurvenrichtung gegenläufig.



Abbildung 16: Flugbahn „airbounce“ (GEIBLER 1995, 30)

Optimale weite Würfe sollten demnach mit einer Kurve „inside ohne airbounce“ geworfen werden.

Die Scheibe darf nicht vom Fänger durch eine falsche Kurve wegfliegen.

Die idealen, qualitativen Merkmale sind demnach:

- leicht „inside“ werfen → am Ende möglichst gerade
- möglichst gerade werfen, kein „airbounce“

#### Präzision

Wie genau der Wurf sein soll, ist wiederum situationsabhängig. Als erste Bedingung sollte er so genau sein, daß die Scheibe nicht im Aus landet. Deshalb gibt es zur Seite und nach hinten eine regelbedingte Begrenzung. Wenn die Scheibe links oder rechts bis zu 8 Meter abweicht, ist es für einen mit Vorsprung laufenden Fänger (in der Standardsituation) kein Problem, die Scheibe vor dem Verteidiger zu bekommen, auch wenn der Vorsprung kleiner wird. Mit dieser Genauigkeit wird der Wurf als gelungen definiert. Über die Präzision in Wurfrihtung wurde bereits bei der Ausprägung „Weite“ berichtet.

Größere Präzisionsmängel bewirken, daß die Scheibe im Aus landet und es führt zu einem „turnover“.

Merkmale:

- Zielbereich in der Breite: ca. 15 Meter (+/- 8 Meter)

#### Überblick

Einen Überblick der Merkmale des Scheibenfluges gibt Tabelle 2.

Tabelle 2: Häufigkeiten der Antworten zu den biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges

Merkmal	Ausprägung	Nennungen
Weite	vor den Fänger	8
	der Situation angepaßt	3
Höhe	höher als Verteidigerreichweite	3
	nicht hoch (max. 5 m)	3
Flugbahn	relativ gerade, schnell unterwegs und erst spät langsam	3
	ohne „airbounce“	3
	leichte Kurve	2
	am Schluß in Reichhöhe stehen	2
Geschwindigkeit	der Situation angepaßt, nicht immer voll durchziehen	4
	3/4 schnell, 1/4 langsam	2

#### 3.4.7.2 Auswahl der untersuchten Würfe

Die Faktoren Geschwindigkeit, Weite und Zielerreichung mit den Werten „schnell, weit und genau“ sind nach logischen Gesichtspunkten prioritär zu behandeln. Danach wurden die sportmotorisch wertvollsten Würfe eines jeden Probanden ermittelt. Die Wahl der Würfe wurde durch die subjektive Einschätzung der Probanden (Noten 1-5, 1 = sehr gut, 5 = schlecht) nach dem Wurf und dessen Scheibenflug getätigt. Bei den erfahrenen Probanden spiegelte diese Einschätzung die Ergebnisse des Fragebogens hinsichtlich des sportmotorischen Ziels wieder. Die Würfe, die im Zielbereich landeten und am weitesten waren, wurden auch mit den besten Noten versehen und so für die Untersuchung ausgewählt.

Der interindividuelle Vergleich der Leistung eines jeden Probanden erfolgt nach dem Hauptkriterium, der Weite. Deshalb wird der Proband mit dem weitesten Wurf auch als der beste Werfer definiert. Die Probanden werden der Leistung nach durchnummeriert. Der Leistungsschwächste ist Proband 1, der Leistungstärkste ist Proband 8 (siehe unten).

Tabelle 3: Subjektive Einschätzung und Weite der Probanden

Proband Nr.	Subjektive Einschätzung	Weite in 0,5m
1	2	40 m
2	1	49 m
3	2	55,5 m
4	1	57 m
5	1	59 m
6	1	65,5 m
7	2	67,5 m
8	1	69 m
9	1	72 m

Die drei besten Würfe werden für die morphologische Beschreibung herangezogen. Die biomechanischen Betrachtung des Scheibenfluges und der Bewegung wurden mit den Würfeln der Probanden 2-9 ermittelt. Proband 1 paßt nicht in die ansonsten relativ homogene Gruppe.

#### 3.4.7.3 Morphologische Auswertung durch Videobetrachtung

Hierzu werden die drei besten Würfe nach den morphologischen Merkmalen des Fragebogens betrachtet. Zur genaueren Beobachtung werden die Würfe in Zeitlupe angeschaut. Es wird eine qualitative Beschreibung der drei Techniken mit den interindividuellen Unterschieden gegeben. Faktoren, die auffällig sind, aber nach dem Fragebogen keine Merkmale der Bewegung, werden ebenfalls erfaßt und beschrieben.

#### 3.4.7.4 Biomechanische Auswertung mit „Simi Motion“<sup>20</sup>

Das Programm „Simi Motion“ ist dazu geeignet, Bewegungen, die mit der Film- oder Videokamera aufgenommen wurden, kinematisch auszuwerten. Da es sich beim weiten Rückhandwurf um eine Bewegung im dreidimensionalen Raum handelt, muß der Wurf aus mindestens 2 Perspektiven aufgenommen werden. Dazu werden die Aufnahmen digitalisiert, d.h. in den Computer eingelesen.

Als erstes benötigt man die Punkte, die zur biomechanischen Aufklärung beitragen sollen. Dies geschieht in einer sogenannten Spezifikation. Es werden alle Punkte, Winkel und Verbindungen festgehalten, die für die spätere Auswertung erforderlich sind. Beim weiten Rückhandwurf werden alle Körperpunkte sowie die vier

<sup>20</sup> Simi Motion ist ein Computerprogramm der Firma Simi GmbH, 85716 Unterschleißheim

Scheibenpunkte hinten, vorne, innen und außen zum Abtasten bestimmt. Die für die Auswertung benötigten Verbindungen und Winkel werden ebenfalls festgelegt.

Die spezifizierten Punkte werden Bild für Bild am Computer abgetastet. Hierzu geht man mit der Maus in das digitalisierte Bild auf den abzutastenden Punkt (z.B. die rechte Schulter) und klickt einmal. Der Forscher ist gefordert, diese Punkte immer möglichst genau zu bestimmen. Dies geschieht mit allen Punkten, bei allen Bildern und allen Würfeln aus beiden Perspektiven.

Der zuvor aufgestellte Würfel wird ebenfalls abgetastet, um ein Bezugssystem der spezifizierten Punkte zu bekommen.

Für die dreidimensionale Berechnung benötigt man zwei gleich lange (gleiche Bilderanzahl), parallel ablaufende und gleich schnelle (gleiche Bildfrequenz) Bildfolgen aus zwei Perspektiven. Das Synchronisieren geschieht über das Zuschneiden der Bildfolgen, indem man die Bilder, in denen ein spezielles Synchronisationsmerkmal sichtbar ist, aus beiden Perspektiven angleicht. Es wurde der Fußaufsatz des Ausfallschrittes gewählt. Anschließend werden beide Bildfolgen auf dieselbe Länge geschnitten.

**Tabelle 4: Zuschneideverfahren für die Berechnung**

<b>Tätigkeit</b>	<b>Bilderfolge der seitlichen Kamera</b>	<b>Bilderfolge der hinteren Kamera</b>
1. Ausgangsdaten	105 Bilder, Fußaufsatz bei Bild 65	108 Bilder, Fußaufsatz bei Bild 64
2. Synchronisieren	Erstes Bild wird weggeschnitten → Fußaufsatz bei Bild 64, noch 104 Bilder	
3. Angleichung der Längen		Wegschneiden der letzten 4 Bilder, noch 104 Bilder

Die Aufnahmegeschwindigkeit war bei beiden Perspektiven 50 Hertz. Aus den gleichen Perspektiven benötigt man zudem noch den Bezug, den die Würfelaufnahmen geben. Dieser Würfel hat eine Kantenlänge von 2 Metern. Für den Würfel liegt eine spezielle Spezifikation vor. Aus diesen Daten berechnet der PC alle Punktkoordinaten, Strecken und Winkel mit den dazugehörigen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen.

Aus den Körperpunkten berechnet der PC zudem den Schwerpunkt.

Die Darstellung der errechneten Daten erfolgt bei diesem Programm auf drei Arten. Als erstes können die Daten in Textdarstellung dargestellt werden. Die genauen Werte der einzelnen Punkte können abgelesen werden. Über Diagrammkurven können Tendenzen und Vergleiche gut abgelesen werden. Als Strichmännchen mit Koordinatensystem werden die Daten zu Bewegungen, die der Vorstellungskraft dienen.

Für die verschiedenen Fragestellungen kann die geeignete Darstellung gewählt werden.

### 3.4.8 Verwertung der Daten

Die Idealtechnik wird über die Person definiert, deren Wurfausführung die besten biomechanischen Zielgrößen des Scheibenflugs ergibt. Sie beschreibt die ideale Norm. Anhand der Idealtechnik werden die Bewegungsabschnitte biomechanisch beschrieben. Die Mittelwerte der Gruppe werden als statistische Norm den besten Wurfleistungen gegenübergestellt. Bei den beiden Positionsbeschreibungen „Ausholposition“ und „Abwurfposition“ wird ein Vergleich zwischen den beiden Normen durchgeführt. Eine Gegenüberstellung der einzelnen Wurfbewegungen findet in der Betrachtung der Zugbahn der Hand statt.

### 3.4.9 Fehlerbetrachtung

Physikalische Messungen und damit auch biomechanische Messungen sind grundsätzlich mit Fehlern behaftet. Der wahre Wert  $x_w$  einer Größe liegt im Bereich des gemessenen Wertes  $x$  plus/minus des Fehlers  $\Delta x$ , da dieser auf beiden Seiten liegen kann.

$$x_w = x \pm \Delta x$$

Der Fehler  $\Delta x$  setzt sich aus dem systematischen Fehler und dem statistischen Fehler zusammen. Das Ziel einer Fehlerbestimmung ist es, abzugrenzen, in welchem Intervall um den gemessenen Wert der wahre Wert liegt (vgl. KUCHLING 1994, 594).

Aufgrund der Menge des Datenmaterials wird in der Arbeit auf eine Fehlerrechnung größtenteils verzichtet. Nachfolgend soll aufgeführt werden, welche Fehler sich bei der biomechanischen Beobachtung ergeben und wie diese abgeschätzt werden.

#### 3.4.9.1 Systematischer Fehler

Die Summe dieser Fehler wird auch als Meßungenauigkeit bezeichnet. Die systematischen Fehler kommen nicht in die Fehlerrechnung, sondern werden

abgeschätzt. Sie entstehen durch die Apparatur selbst und können nur durch eine Verbesserung dieser behoben werden (KUCHLING 1994, 594f.).

Der systematische Fehler bei der Beobachtung liegt vor:

- in den Aufbauten.
- im räumlichen Auflösungsvermögen der Aufnahmen.
- im zeitlichen Auflösungsvermögen der Aufnahmen.

#### Aufbauten

Das Paßpunktsystem „Würfel“ hat nicht genau die Größe von 2x2x2 Metern. Die Seitenlängen weichen „geschätzt“ etwa 1cm ab. Bei einer Länge von 2 Metern liegt dieser systematische Fehler bei  $\Delta x = 0,005 \cdot x$ .

Für die Weitemessung werden die Werte in 0,5 Meter Schritten aufgezeichnet. Für eine Weite von 50 Metern ergibt sich ein Fehler  $\Delta x_{\text{weite}} = 1\%$ . Durch die Vergrößerung der Skalierung der Messabschnitte wird der statistische Fehler der Einzelmessung klein gehalten, wodurch eine Verbesserung der Gütekriterien erreicht wird.

#### Räumliches Auflösungsvermögen

Das Auflösungsvermögen einer Videoaufnahme beträgt 700 Linien (horizontal). Die Höhe des aufgenommenen Bildes wird demnach in 700 Teile zerlegt. Bei der Umwandlung in ein digitales Bild auf dem PC werden Einstellungen vorgenommen, die das Bild in ein Punktraster aufteilen. Für das Programm „Simi Motion“ wurde das Videobild in 640 x 480 dots (engl.: Punkte) aufgeteilt (Standardeinstellung). Das Punktraster der digitalisierten Bilder ist gröber als das des Videobildes. Das Auflösungsvermögen wird deshalb nur über das Punktraster bestimmt.

Das Paßpunktsystem hat eine Seitenlänge von 2 Metern. Der Fehler durch das räumliche Auflösungsvermögen wird dadurch bestimmt, welchen Bildausschnitt des gesamten Punktrasters dieses System einnimmt. Mit zunehmendem Abstand von der Kamera wird der Fehler größer, da die abgebildete Strecke durch weniger Punkte abgebildet wird. Die Ausdehnung des einzelnen Punktes wird größer. Die untere Tabelle gibt die Berechnung und Ausdehnung der Bildpunkte wieder.

Tabelle 5: Berechnung der wahren Ausdehnung der Bildpunkte

	Eingenommener Bildausschnitt (horizontal)	Anzahl der Punkte pro Meter für die Breite (gesamt 640 Punkte)	Ausdehnung eines Punktes
seitliche Aufnahme, vordere Würfelkante	57,6 %	$N = \frac{57,6\% \cdot 640}{2} \approx 184$	0,55 cm
seitliche Aufnahme, hintere Würfelkante	40,1 %	$N = \frac{40,1\% \cdot 640}{2} \approx 128$	0,78 cm
Aufnahme von hinten, vordere Würfelkante	55,4%	$N = \frac{55,4\% \cdot 640}{2} \approx 177$	0,56 cm
Aufnahme von hinten, hintere Würfelkante	39,5 %	$N = \frac{39,5\% \cdot 640}{2} \approx 127$	0,79 cm

Die abtastbaren Punkte haben eine maximale Ausdehnung von 0,79 cm. Liegt der wahre Punkt bspw. in vertikaler Richtung genau zwischen zwei abtastbaren Punkte, so kann entweder der obere oder der untere Punkt ertastet werden. Der maximale, systematische Fehler  $\Delta x$  beträgt die Hälfte dieses Werte in beiden Richtungen.

Der wahre Wert liegt durch den Fehler durch das räumliche Auflösungsvermögen bei

$$x_w = x \pm 0,4 \text{ cm} .$$

Der Fehler erstreckt sich in alle Richtungen des Koordinatensystems.

#### Zeitliches Auflösungsvermögen

Das zeitliche Auflösungsvermögen ist über die Frequenz der Aufnahmen beschränkt. Die Aufnahmen wurden mit 25 Vollbildern pro Sekunde gemacht, woraus sich mit dem Computer 50 Halbbilder entwickeln lassen.

Der maximale, zeitliche Meßfehler liegt demnach bei  $\frac{1}{f} = \frac{1}{50} \text{ s} \approx \pm 0,01 \text{ s}$  (siehe oben)

Aufgrund des zeitlichen Auflösungsvermögens bekommen bewegte Punkte eine räumliche Ausdehnung, was zu einem größeren statistischen Fehler beim Abtasten führt. Bei maximalen Geschwindigkeiten von bis zu 20 m/s bekommen die Punkte eine Ausdehnung von 40 cm. Die Abbildung der Scheibe im Abflug erstreckt sich auf einen Meter (links und rechts der Scheibe 40 cm).

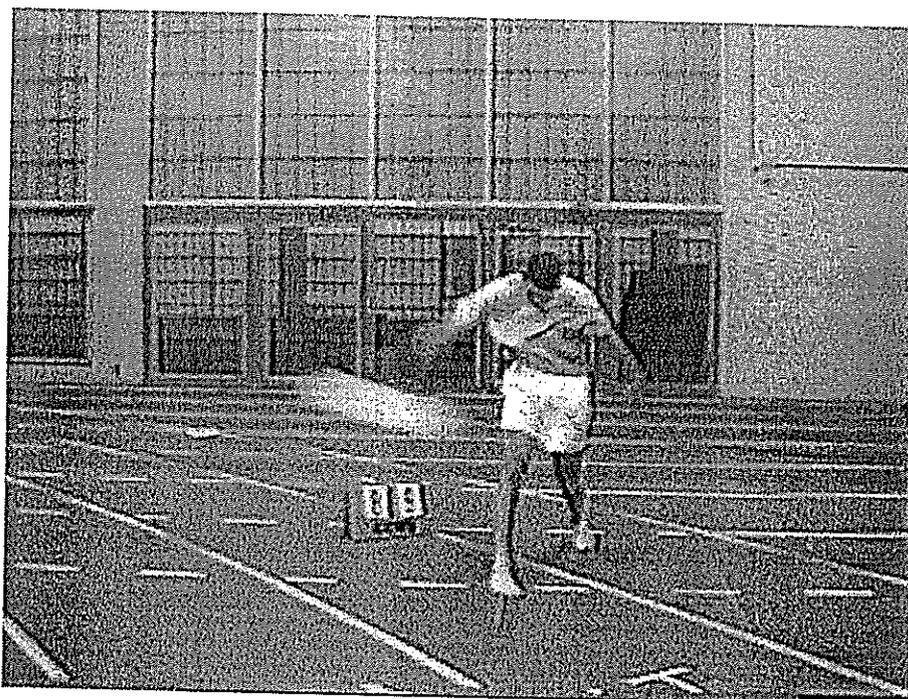


Abbildung 17: Verschwommenes Bild beim Abwurf

### 3.4.9.2 Statistischer Fehler

Der statistische Fehler wird durch den Wissenschaftler selbst begangen. Jeder gemessene Wert ist mit einer Ungenauigkeit behaftet. Wird ein Wert jedoch öfters gemessen, so ergibt sich ein mittlerer Fehler (Standardabweichung).

Beim Abtasten muß der zu erfassende Punkt möglichst genau getroffen werden. Da jeder Punkt nur einmal abgetastet wird, muß dieser Fehler geschätzt werden (vgl. KUCHLING 1994, 595). Dies läßt sich aus den Werten für einen festen Körperpunkt relativ gut durchführen. Nachdem der rechte Fuß den Ausfallschritt gemacht hat, bleibt die Fußspitze an einem Punkt. Exemplarisch sind in der Tabelle unten die Werte der rechten Fußspitze einer Testperson nach dem Fußaufsatz abgebildet. Diese sollten in jeder Zeile den gleichen Wert haben.

Tabelle 6: Verschiedene gemessene Werte für die rechte Fußspitze bei einer Testperson nach dem Fußaufsatz.

Bild Nr.	X- Wert	Y-Wert	Z-Wert
58	1,0695	0,4968	-0,0238
59	1,0694	0,4942	-0,0248
60	1,0736	0,4927	-0,0228

61	1,0756	0,4834	-0,0218
62	1,0782	0,4803	-0,0191
63	1,0722	0,4779	-0,0191
64	1,0634	0,478	-0,0167
65	1,0526	0,4803	-0,0213

Der statistische Fehler durch den Wissenschaftler liegt in der absoluten Ungenauigkeit. Dieser Fehler wird mit  $\pm 3$  cm geschätzt. Aus dieser Ungenauigkeit pflanzen sich die Fehler für die Winkel, (Winkel-) Geschwindigkeiten und (Winkel-) Beschleunigungen fort.

Bei der Auswertung der biomechanischen Größen werden die Mittelwerte mit der Standardabweichung der Gruppe nach der Formel der gängigen, deskriptiven Statistik ermittelt.

Für den Mittelwert wird nach WILLIMCZIK (1993, 35) das arithmetische Mittel der Meßwerte nach der Formel

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

gebildet. Für die Standardabweichung, die ein Maß der Streuung der Meßwerte um den Mittelwert ist, wird die Formel

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{nach WILLIMCZIK 1993, 45})$$

benutzt. Die Standardabweichung wird mit dem Buchstaben „s“ bezeichnet.

### 3.5 Methodenkritik

Für die morphologische Auswertung ist die Aufnahmequalität ausreichend. Alle zur Beschreibung notwendigen Teile der Bewegung können gesehen werden.

Für die biomechanische Betrachtung allerdings wäre vor allem für die biomechanischen Einflußgrößen des Scheibenfluges eine höhere Frequenz (z.B. einer 200 Hertz-Highspeed- Kamera) zur exakteren Bestimmung der Merkmale von Nöten. Die Bilder verschwammen aufgrund der zeitlichen Auflösung der Aufnahmen bei den gemessenen Geschwindigkeiten der Scheibe stark. Zudem war die Anzahl der Bilder im

Abwurfpunkt für eine exakte Messung der biomechanische Zielgrößen der Bewegung nicht ausreichend.

Als weitere Schwierigkeit erwies sich das Abtasten der Scheibe. Es wurde versucht, die Stellung der Scheibe von hinten und von der Seite mit vier Punkten aufzunehmen. Diese Scheibenrandpunkte sollten am höchsten und niedrigsten, sowie in Wurfrichtung gesehen am vordersten und hintersten Punkt gemessen werden. In der Abtastpraxis ergab dieser Versuch vor allem bei den Winkelbestimmungen teilweise Werte, die von abgeschätzten Werten völlig abwichen. Bei der Auswertung mußte auf andere Möglichkeiten zurückgegriffen werden, wie z. B. bei der Neigungsbestimmung.

Obwohl der Bildausschnitt an den Würfel angepaßt und eine maximale Größe gewählt wurde, sind die Abbildungen der Testpersonen auf dem Computer zum Abtasten nur annähernd halb so groß wie der Bildschirm. Um genauer abtasten zu können, sollten die Aufnahmen den ganzen Bildschirm ausfüllen. Daraus folgen einige Ungenauigkeiten beim Abtasten. Die räumliche Ausnutzung des Bildschirms sollte verbessert werden. Auch werden einige Körperpunkte von Körperteilen verdeckt, so daß der Punkt aus den vorherigen Bildern abgeschätzt werden muß. Wenn das Programm die Möglichkeit bieten würde, diese Punkte auszulassen, könnte der Computer die Werte interpolieren.

Ungenaueres Abtasten aufgrund der räumlichen und zeitlichen Auflösungsprobleme führt unweigerlich zu Fehlern (systematische Fehler) in der Berechnung der Werte. Teilweise weichen die ermittelten Werte über das doppelte von den erwarteten bzw. über die direkte Betrachtung geschätzten Werte ab.

Die Befragung enthielt teilweise Fragen, die besser über biomechanisch- und sportartspezifisch, logische Überlegungen hätten ermittelt werden können (z.B. die Frage nach den biomechanischen Zielgrößen des Scheibenflugs). Die offene Befragung von nur 10 Personen läßt wenig statistischen Schlüsse zu.

## 4. Ergebnisdarstellung

Im ersten Teil der Ergebnisdarstellung werden die Terminologie, die Bedeutung und die Einsetzbarkeit des weiten Rückhandwurfes beschrieben. Anschließend wird eine morphologische Beschreibung von guten Würfeln gegeben. Auf dieser Grundlage wird die biomechanische Beschreibung der Idealtechnik als Kernstück der Untersuchung mit Begründung und Technikunterschieden zu der statistischen Norm dargestellt.

Den Abschluß bildet in einem neuen Kapitel die konkrete Bewegungsanweisung für den weiten Rückhandwurf.

### 4.1 Terminologie

Der Name „Weiter Rückhandwurf“ wurde gewählt, weil er die Eigenschaften des Wurfes beschreibt und deshalb für Außenstehende verständlich ist. Es gibt viele mögliche Bezeichnungen für diesen Wurf. In der Ultimate Szene wird dieser Wurf meist mit „langem Teil“ bezeichnet. 80% der Experten sprechen dann von diesem Wurf. Allerdings kann ein „langes Teil“ auch mit der Vorhand geworfen werden. Erst ab einer gewissen Weite (siehe Kapitel 3.4.7.1) wird von einem „langen Teil“ gesprochen.

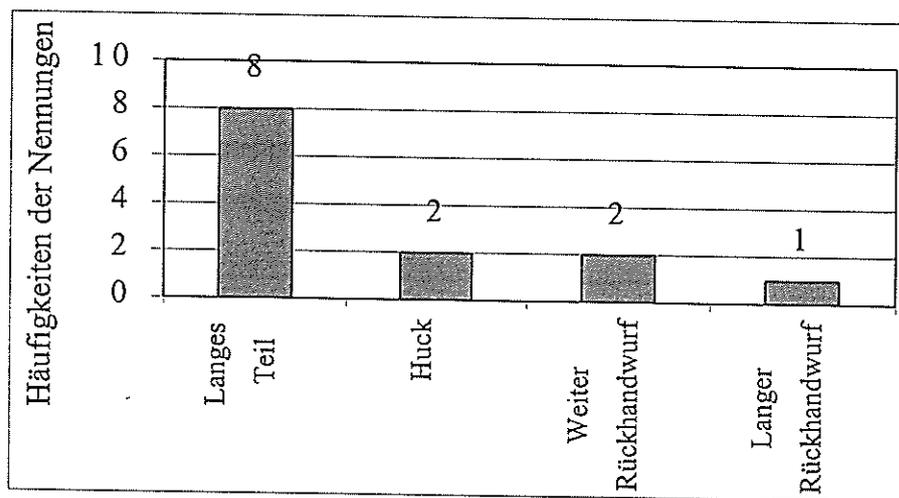


Abbildung 18: Bezeichnung des Wurfes nach den Experten

## **4.2 Bedeutung des weiten Rückhandwurfes in verschiedenen Spielsystemen**

Die Experten sprechen dem weiten Rückhandwurf im Ultimate Frisbee eine hohe Bedeutung für eine Spitzenmannschaft zu. Ohne diesen Wurf ist die angreifende Mannschaft viel berechenbarer und leichter zu verteidigen.

### **4.2.1 Bedeutung für die angreifende Mannschaft**

Die Beherrschung des „langen Teiles“ als Technik beeinflusst das taktische Verhalten im Angriff. Im Ultimate Frisbee wird dadurch gepunktet, daß in der Endzone die Scheibe vom Mitspieler gefangen wird. Die größte Bedeutung des „langen Teiles“ kann dem schnellen, direkten Punkten von jeder Stelle des Spielfeldes aus zugesprochen werden. Dies antworteten 50% der Experten. Weit weg vom Werfer entsteht zusätzlicher Anspielraum; der freie Anspielraum wird optimal genutzt. Der weite Paß ist eine 100% Alternative gegenüber dem Kurz- und Mittelpaßspiel und hat eine gleichwertige Bedeutung wie dieses. Das lange Teil ist eine Bedrohung und schafft mit all seinen motivationalen Implikationen und der Anpassung der Verteidigung an diese Gefahr mehr Raum in der Nähe des Werfers. Das Freilaufen wird einfacher und dadurch das Kurzpaßspiel sicherer.

Es besteht die Möglichkeit, in Bedrängnis (z.B. bei „stallcount neun“<sup>21</sup>) durch einen weiten Wurf den „turnover“ in der Nähe der gegnerischen Endzone zu produzieren. Dadurch erschwert sich der Angriff des Gegners im Vergleich zum „turnover“ durch „ausgezählt werden“, weil dadurch mehr Spielfeld überbrückt werden muß.

Fänger, die weit entfernt vom Werfer stehen, können ihre Verteidiger dadurch an sich binden, daß die Gefahr der Anspielmöglichkeit besteht. Die Gelegenheit zu „poachen“ wird erschwert. Beim 4:1:2- System erhält der Mittspieler genügend Raum, um seine Aufgaben umzusetzen.

Durch ein „langes Teil“ kann man Kraft sparen. Es muß nur ein Spieler werfen und ein Spieler laufen bzw. fangen. Gelingt dies, so verbraucht der Rest der Mannschaft keine Energie.

---

<sup>21</sup>stallcount: angezählte Zeit, in der der Werfer die Scheibe in der Hand hält. Bei stallcount zehn muß die Scheibe den Werfer verlassen haben, sonst kommt es zum „turnover“.

### 4.2.2 Anwendbarkeit in verschiedenen Situationen

Für 50% der Experten sollte der Marker weit genug entfernt ist. Der Wurf kann so ohne Zeitdruck und ohne Bewegungsstörung genau ausgeführt werden. Je nach Fähigkeiten des Werfers kann dieser Abstand aber auch verkleinert werden. Ebenso sollte das Wetter einen präzisen Wurf zulassen. Bei starkem Gegenwind ist dies kaum zu erreichen und das „turnover“- Risiko wächst.

Wann und wie ein „langes“ Teil geworfen wird, hängt nicht nur von der Fähigkeit des Werfers, des Fängers und den äußeren Bedingungen ab, sondern auch von speziellen Spielsituationen. Die Situationen sollten eindeutig sein, weil ein weiter Paß ungenauer gespielt wird und somit mit höherem Risiko versehen ist.

#### Tiefgehen in die freie Endzone

Als optimale Situation eingestuft (100% Nennungen) und demzufolge am häufigsten geworfen wird der Paß von erfahrenen Spielern, wenn ein Mitspieler mit Vorsprung in die Endzone läuft und das Feld vorne „frei ist“ (Prinzip des freien Raumes). Dies wird im folgenden als *Standardsituation* bezeichnet. Die Situation ist vergleichbar mit der Abseitssituation im Fußball, wenn der vorderste Angriffsspieler näher zum gegnerischen Tor steht als alle Verteidiger. Im Ultimate ist dies jedoch kein Regelverstoß. Zu der potentiellen Fangstelle in der Tiefe des Spielfeldes soll kein Gegenspieler schneller kommen als der anvisierte Fänger. Diese Situation kann aus einem kurzen Stack entstehen sowie aus dem 4:1:2- System, wenn Mittenspieler und Tiefspieler die Plätze tauschen.

Häufig passiert es auch, daß ein Verteidiger die Situation „verschläft“ und somit ein Mitspieler „tief“ frei kommt. Nach einem „turnover“ kann durch den weiten Rückhandwurf ein Schnellangriff gestartet werden, und es entsteht ein Überraschungsmoment. Die Situation des „Tiefgehens“ entsteht auch durch gutes Stellungsspiel des Fängers und durch das „Werfen vor dem Laufen“. Der Fänger läuft erst los, wenn die Scheibe in der Luft ist. Dadurch gibt er dem Werfer die Möglichkeit, selbst den Wurfzeitpunkt zu bestimmen und übt somit keinen Zeitdruck aus.

Auf diese *Standardsituation* wird in den folgenden Abschnitten häufig verwiesen.

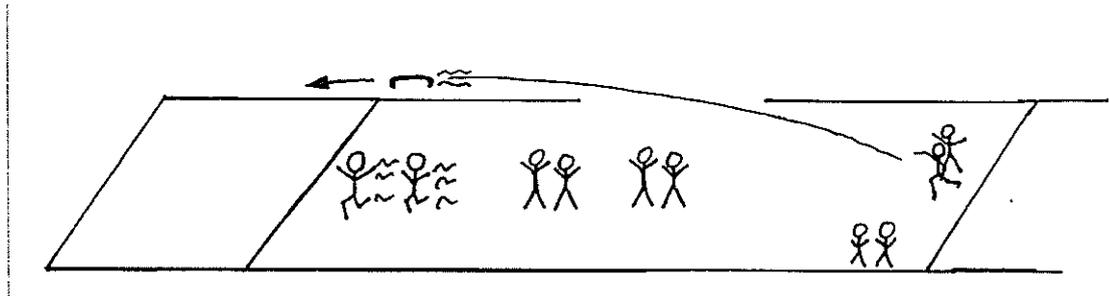


Abbildung 19: Standardsituation: Der letzte Spieler läuft in die freie Endzone und bekommt das „lange Teil“.

### mismatch

Eine andere Situation wird im Ultimate Frisbee gewöhnlich mit „mismatch“ bezeichnet. Wenn der Angreifer größer und sprunghafter als der direkte Verteidiger ist, so werden hohe Scheiben mit großer Wahrscheinlichkeit vom Angreifer gefangen. Falls die Verteidigung diesen Fehler begeht bzw. begehen muß, weil sie nicht genug große Spieler besitzt, so kann ein „langes Teil“ auch ohne Vorsprung des Angreifers geworfen werden. Man vertraut dann im Luftkampf auf dessen Stärke. 50% der befragten Spielern werfen bei dieser Situation ein „langes Teil“.

### Taktischer turnover

Der Wurf wird, ähnlich wie beim „ausgezählt werden“, benutzt, um bei Rückenwind die Scheibe in die gegnerische Richtung zu bringen, auch ohne die Möglichkeit, daß sie ein Mitspieler fängt. Dort wird dann durch gute Verteidigungsarbeit (meist mit Zonenverteidigung<sup>22</sup>) versucht, dem Gegner die Scheibe schnell abzunehmen, da dieser gegen den Wind angreifen muß. Hier wird der weit entfernte „turnover“ bewußt als taktisches Mittel eingesetzt.

### Spielzug

Das „lange Teil“ kann auch als Spielzug ausgemacht sein. In diesem Fall weiß sowohl der Fänger als auch der Werfer im vornherein, daß der Paß kommen soll. Dadurch kann die Konzentration länger auf die Situation gerichtet werden. Allerdings kann der Wurf dabei erzwungen werden. Die Spielzüge können eher der Situation „Tiefgehen in die freie Endzone“ oder „mismatch“ entsprechen. Es gibt verschiedene Spielzüge, auf die nicht weiter eingegangen wird.

<sup>22</sup> Verteidigungsart, bei der die "defence" durch Aufteilen ihrer Spieler in bestimmte Räume des Spielfelds versucht, den Anspielraum um den Werfer vermehrt abzudecken.

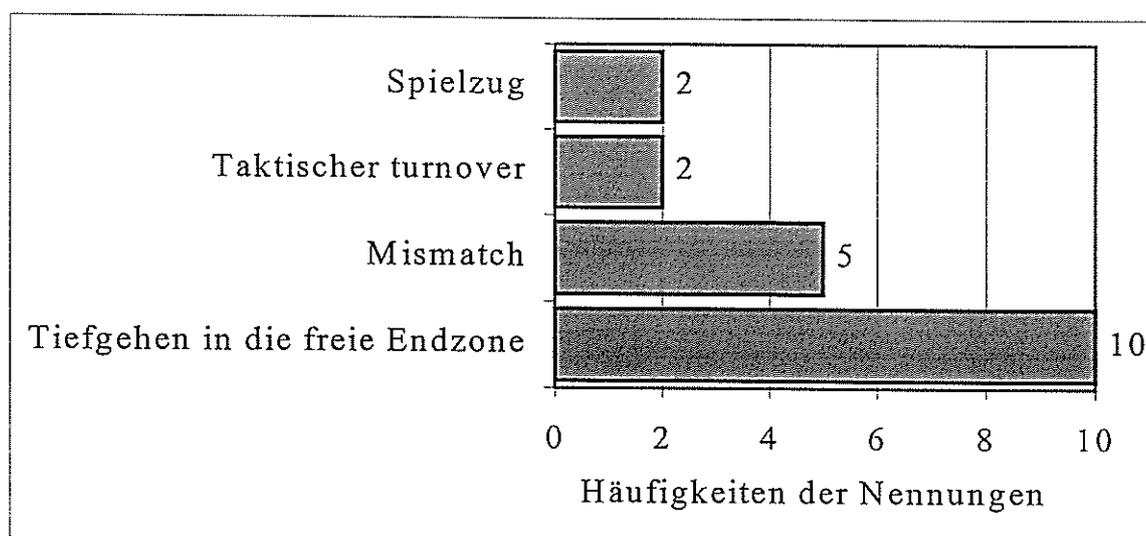


Abbildung 20: Situationen, in denen Experten ein "langes Teil" werfen

#### 4.2.3 Bedeutung für die verteidigende Mannschaft

Wenn von jeder Stelle des Spielfeldes ein direkter Punkt durch einen Wurf erzielt werden kann, so muß die Verteidigung sowohl zur Endzone hin als auch in der Nähe des Werfers decken. Das intensiviert und erschwert die Verteidigung. Dieser Meinung sind 70% der Experten. Es ist immer mit gefährlichen Situationen zu rechnen und deshalb wird mehr Konzentration gefordert. Als Reaktion auf eine Mannschaft, die Spieler mit guten weiten Rückhandwürfen besitzt, wird eventuell vermehrt die Rückhandseite abgedeckt und zur anderen Seite aufgemacht. Die Spieler an der sideline<sup>23</sup> müssen durch Zurufen mehr mithelfen. Die gesamte Verteidigungstaktik wird erschwert, da die Mannschaft sich nicht auf die Taktik des Gegner einstellen kann. Jeder Spieler auf dem Spielfeld ist dann potentieller Fänger und darf nicht alleine gelassen werden. Das fordert hohe konditionelle Ansprüche an die Verteidiger.

#### 4.3 Morphologische Bewegungsbeschreibung

Der weite Rückhandwurf ist eine azyklische Form, die bestimmten Regeln und Vereinbarungen unterliegt (vgl. GROSSER u.A.1987, 9). Das Bewegungsziel steuert der Sportler über die Wurfabschnitte „Ausholbewegung, Abwurfbewegung und

<sup>23</sup> Spieler außerhalb des Spielfeldes, die bei diesem Punkt nicht im Spiel sind und an der Seitenauslinie stehen.

Ausschwungbewegung“ (vgl. MENZEL 1992, 110). Die Bewegungsabschnitte werden durch die Ausholposition und durch die Abwurfposition getrennt.

Der Powergriff ist für diesen Wurf eher geeignet als der Basisgriff. Die Scheibe wird gehalten, als ob man jemandem die Hand gibt, vier Fingern in der Scheibe und der Daumen im Bereich der Stabilisierungsrillen. Die Experten sind sich nicht einig, ob der Daumen fest in die Scheibe drücken soll (40 % der Nennungen), um einen sichereren Griff zu bekommen, oder locker auf der Scheibe aufliegen soll (50 % der Nennungen), um mehr Gefühl beim Wurf zu haben. Deshalb kann die Scheibe auf beide Arten gehalten werden.

**Tabelle 7: Klärung der Griffhaltung**

<b>Griff</b>	<b>Nennungen</b>
mit 4 Fingern im Scheibenrand	8
mit 3 Fingern im Scheibenrand	2
Daumen im Bereich der Stabilisierungsrillen	8
Daumen im Bereich des Aufdrucks	1
Daumen liegt locker auf	4
Daumen drückt fest	5

Der Blick soll so lange wie möglich auf das Ziel hin gerichtet sein, und nach dem Wegblicken so schnell wie möglich wieder auf das Ziel gerichtet werden. Dadurch bekommt der Wurf Kontrolle und der Werfer behält das Spielgeschehen im Auge.

Die Bewegung des weiten Rückhandwurfes besitzt Merkmale, die über den Fragebogen ermittelt wurden. Tabelle 8 gibt die Merkmale mit den Ausprägungen wieder.

**Tabelle 8: Morphologische Merkmale des weiten Rückhandwurfes und Anzahl der Nennungen**

<b>Merkmal</b>	<b>Häufigkeit</b>
Abwurfbewegung: explosiv und kraftvoll die Scheibe nach vorne ziehen	6
Ausholbewegung: Oberkörper dreht nach hinten (Schultergürteldrehung)	4

Abwurfbewegung: kraftvolle Körperrotation	3
Ausholposition: Scheibe nach hinten gestreckt weghalten	3
Abwurfbewegung: starker Handgelenkseinsatz (Handgelenksschnapper)	3
Abwurfbewegung: Körperschwerpunkt nach vorne verlagern	2
Ausschwungbewegung: nach vorne oben; sofort abbremsen	2
Ausholbewegung: Ausfallschritt vorne links	2
Abwurfbewegung: nah am Körper ziehen	1
Abwurfbewegung: Arm strecken	1
Abwurfposition: Oberkörper leicht gebeugt	1

Die genannten Merkmale werden in der Bewegungsbeschreibung der drei Würfe **fett markiert**.

#### Beginn:

Die Werfer stehen in der Ausgangsstellung mit frontaler Ausrichtung aufs Ziel hin. Diese ist vergleichbar mit der offenen Schlagstellung im Tennis. Beide Hände halten die Scheibe vor dem Körper und der Blick ist aufs Ziel gerichtet. Mit der ersten Bewegung nach links beginnt die Ausholbewegung beim Rechtshänder.

#### Ausholbewegung

Der rechte Fuß zeigt in Abwurfrichtung, der linke Fuß wird über die Ferse nach links ausgedreht. Gleichzeitig rotiert der Oberkörper ruhig gegen den Uhrzeigersinn, wobei die Scheibe mit angewinkelten Armen nahe vor dem Körper bleibt. Dadurch bekommt der Körper wenig Rotation, die schnell wieder abgebremst werden kann. Das Gewicht verlagert sich auf das linke Bein, damit das rechte den Ausfallschritt vor dem Körper nach links vorne machen kann. Wenn der Oberkörper fast ganz vom Ziel weggedreht ist, wird dabei die Scheibe ruhig vor dem Körper nach oben genommen und der Arm senkrecht gestreckt. Die linke Hand verliert gleichzeitig den Scheibenkontakt. Die **Schultergürteldrehung** ist erst abgeschlossen, wenn die gesamte Vorderseite des Körpers weg von der Zielrichtung zeigt. Diese Drehung des Oberkörpers nach hinten unterstützt nach Meinung der Experten die Ausholbewegung des Armes. **Wenn der rechte Fuß vorne links aufsetzt**, ist der Oberkörper vom Ziel ganz weggedreht und der

gestreckte Arm mit der Scheibe wird in Schulterhöhe angehoben. Der Oberkörper ist leicht vorgebeugt. Die gesamte Ausholbewegung sollte ruhig erfolgen, damit nicht schon zu Beginn eine hohe Reproduzierbarkeit des Wurfes verhindert wird. Durch eine zu schnelle Ausholbewegung kann der Wurf „verrisen“ werden.

Proband X beginnt sein Anheben des Armes, sobald er den rechten Fuß am linken vorbeischwingt und der gesamte Körper rechtwinklig nach links orientiert ist. Er streckt seinen Arm weit nach oben über Kopfhöhe hinaus.

Bei Proband Z senkt die Scheibe vor dem Hochnehmen des Armes ab und der Oberkörper wird leicht nach vorne gebeugt. Die linke Hand behält zur erhöhten Kontrolle den Scheibenkontakt über die Ausholposition hinaus. Der Oberkörper beugt sich extrem nach hinten unten.

#### Ausholposition

In der Ausholposition zeigt **der rechte Arm ganz gestreckt nach hinten** vom Körper weg und die Scheibe befindet sich in Schulterhöhe. Das Strecken des Armes weg von der Zielrichtung vergrößert den Beschleunigungsweg. Die gesamte Brust ist jetzt wie der Blick ganz vom Ziel weggedreht. Alle drei Würfe weisen diese Merkmalsausprägung auf. Der Oberkörper ist nach vorne gebeugt. Das Handgelenk beschreibt eine offene Position. Der Ausfallschritt ist mittelgroß und zeigt nach links und leicht nach vorne, weg vom Gegenspieler. Die Beine sind etwas gebeugt und das Körpergewicht befindet sich noch zum Großteil auf dem linken Fuß. Dadurch kann die Gewichtsverlagerung in die Wurfbewegung eingebracht und noch mehr Schwung erzeugt werden.

Proband X hält die Scheibe über Kopfhöhe und der Oberkörper ist etwas weniger weggedreht. Sein Ausfallschritt zeigt weiter nach vorne.

Bei Proband Y ist der Oberkörper stärker in Rotationsrichtung gedreht, wodurch er mehr Schwung holen will. Der Oberkörper ist auffällig aufrecht, das Körpergewicht fast auf beide Beine verteilt.

Das Merkmal des maximal eingeklappten Handgelenks konnte bei keinem der Werfer erkannt werden. Ein Ausfallschritt leicht nach hinten, um mehr Platz vom Marker zu bekommen, war bei den guten Werfern ebenso nicht zu beobachten. Ein solcher Ausfallschritt kann den Schwung stören.

Proband Z zeigt eine extreme Oberkörperneigung. Die linke Hand stützt die Scheibe in ihrer Position. Der Ausfallschritt ist noch nicht abgeschlossen.

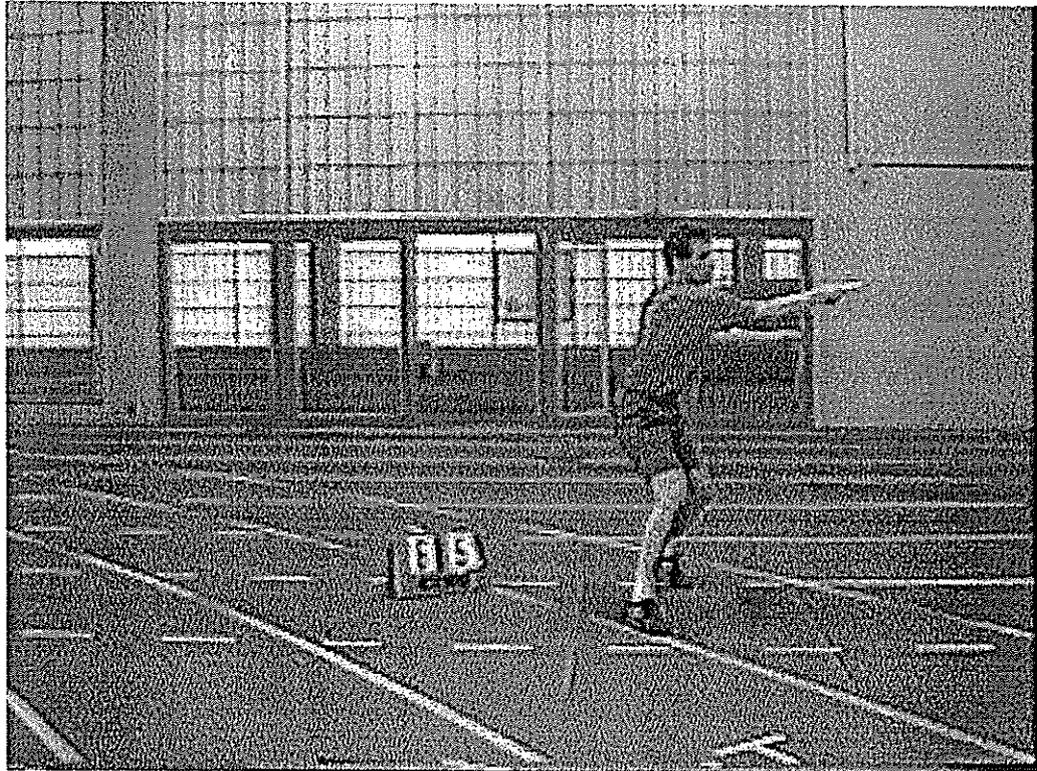


Abbildung 21: Ausholposition des Probanden Y (Ansicht von der Seite)

#### Abwurfbewegung

Die Abwurfbewegung wird durch das Absenken des Körperschwerpunktes und eine **Gewichtsverlagerung** auf das vordere rechte Bein eingeleitet. Zu beachten ist, daß der KSP weiter zwischen den Füßen bleibt, um einen sicheren Stand zu gewährleisten. Kurz darauf **rotiert der gesamte Körper kraftvoll** im Uhrzeigersinn, indem die linke Hüfte nach vorne gedrückt und das rechte Bein energisch gestreckt wird. Durch die so aufgebaute Körperspannung wird die Zuggeschwindigkeit des Wurfarmes erzielt. Währenddessen wird der linke Fuß auf die Fußspitze angehoben. Die Scheibe wird **nah am Körper** zwischen Hüfthöhe und Schulterhöhe auf einer relativ geraden Bahn mit **kräftigem Armschwung nach vorne** vorbeigezogen. Nacheinander schwingen Schulter, Ellbogen und Hand energisch nach vorne. Durch dieses Hintereinanderschalten der Muskelgruppen kann eine maximale Beschleunigung erzeugt werden. Der Ellbogenwinkel beugt und streckt sich in kurzer Zeit, indem der Ellbogen quasi nach vorne „gezogen“ wird. Diese Armzugbewegung ist der wichtigste Bewegungsabschnitt.

Der Arm wird nach vorne oben weiterschungen, sobald sich die Scheibe neben dem Körper befindet. Die letzte sehr wichtige Bewegung ist der **Handgelenksschnapper**, um der Scheibe die nötige Rotation mitzugeben. Der Blick ist immer noch vom Ziel abgewandt.

Bei Proband X senkt sich die Scheibe bis auf Hüfthöhe ab und wird sehr tief vorbeigezogen.

Die Abwurfbewegung wird bei Proband Y durch die Oberkörperrotation eingeleitet. Die Gewichtsverlagerung ist nicht so stark. Die Scheibe senkt sich nur leicht ab und wird in Brusthöhe vorbeigeschwungen. Dadurch erfolgt das Vorbeiziehen mit etwas mehr Körperabstand.

Zur Gewichtsverlagerung setzt Proband Z seinen Ausfallschritt erst in der Abwurfbewegung. Die linke Hand verliert den Scheibenkontakt. Durch das starke Vorbeugen des Oberkörpers wird der Arm zum Ausschwing extrem nach oben geschwungen.

#### Abwurfposition

Der Oberkörper zeigt zur Seite, das Gewicht ist deutlich auf das rechte Bein verlagert. Der Arm ist aufgrund der **Streckbewegung** nur noch leicht angewinkelt und zeigt nach unten. Der Werfer hält die Scheibe relativ parallel zum Boden in Brust- bis Hüfthöhe. Das vordere Bein ist fast gestreckt, das hintere leicht gebeugt und steht auf der Fußspitze. **Der Oberkörper ist leicht nach vorne gebeugt.**

Bei Proband Y ist der Oberkörper fast aufrecht und das Gewicht ist auf beide Beine verteilt. Der Arm zeigt weiter zur Seite und die Scheibe ist in Brusthöhe relativ waagrecht zum Boden.

Proband Z beugt seinen Oberkörper weiter nach vorne und sein Gewicht ist auf das vordere Bein verlagert. Dadurch zeigt der Arm stärker nach unten, wodurch die Scheibe einen größeren Neigungswinkel erreicht.



Abbildung 22: Abwurfposition des Probanden X (Ansicht von hinten)

#### Ausschwungbewegung

Nachdem die Scheibe die Hand verlassen hat, kommt der Oberkörper aus seiner leicht gebeugten Position in eine stärker gebeugte Position. Der **Arm schwingt nach vorne oben** in Schulterhöhe um den Körper aus. Der linke Arm wirkt durch eine Blockierbewegung (Verharren in einer Stellung) dem Ausschwing entgegen, so daß die hohe Rotationsgeschwindigkeit **abgebremst** wird. Der Blick ist jetzt wieder auf das Ziel gerichtet. Beim Ausschwing ist darauf zu achten, daß die ausschwingende Hand nicht in den Bereich des Markers gelangt, um kein Foul zu begehen.

Proband Y bleibt auch in der Ausschwingbewegung relativ aufrecht.

#### **4.4 Biomechanische Betrachtung des weiten Rückhandwurfes**

Das Ziel der Bewegung des optimalen „langen Teils“ ist es, die biomechanischen Zielgrößen der Bewegung zu erreichen. Maximierungen wie z.B. die Abwurfgeschwindigkeit sollen verbessert und Optimierungen (die Winkel) angestrebt werden. Diese wiederum bestimmen die biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges. Beides muß im Rahmen der Regeln geschehen.

Desweiteren soll der Bewegungsablauf eine hohe Reproduzierbarkeit aufweisen. Das heißt, die Scheibe soll nicht nur zufällig im Zielbereich landen, sondern mit einer gewissen Häufigkeit. Die aus der Praxis entwickelten Techniken steuern immer beide Ziele an, sonst hätte sich die Technik anders entwickelt. Es gibt demnach gewisse Einflußgrößen der Bewegung, die nicht die biomechanischen Zielgrößen bedingen, sondern deren Wiederholbarkeit. Diese bewirken die Zielpräzision. Hierunter fällt z.B. der sichere Stand oder das kontrollierte Rückführen in die Ausholposition.

Die biomechanische Beschreibung der Wurfbewegung erfolgt im dreidimensionalen Raum, dessen X- Richtung in Zielrichtung und dessen Z- Richtung nach oben zeigt. Wenn nicht anders beschrieben, beziehen sich die genannten Winkel immer auf die Wurfarmseite.

Die Schaubilder stammen aus der Programmgruppe „Simi Motion“ und zeigen gewöhnlich die Werte der Idealtechnik. Die X- Achse ist in die Zeitpunkte der Aufnahmebilder eingeteilt. Diese haben aufgrund der Aufnahmefrequenz von 50 Hertz einen Abstand von 0,02 Sekunden.

Die Grafiken entstammen ebenfalls demselben Programm. Hier zeigt die X- Achse der Wurfrichtung entgegen. Die Y- Achse zeigt in entgegengesetzte Richtung zur Richtung des Ausfallschrittes.

Der Wurf gliedert sich wie bei der morphologischen Beschreibung in drei Bewegungsabschnitte. Je zwei Positionen trennen diese. Da der Sportler versucht, mit der Bewegung deren biomechanische Zielgrößen zu erreichen, werden diese zuerst beschrieben und erläutert.

#### 4.4.1 Biomechanische Einflußgrößen des Scheibenfluges

Tabelle 9: Biomechanische Einflußgrößen des Scheibenfluges

Mittelwert, Standardabweichung (s), Maximalwert und Minimalwert der Gruppe;  
Idealwert

Variable	Mittelwert	s	Maximum	Minimum	Idealwert
Abfluggeschwindigkeit	17,29 m/s	1,39 m/s	19,2 m/s	15,0 m/s	20,2 m/s
Neigung des Unterarmes	29,0°	10,4°	45°	16°	45°
Abwurfwinkel	11,5°	7,1°	21°	3°	17°
Anstellwinkel	4,8°	5,7°	14°	-2°	7°
Abwurfriechung	-2,9°	6,2°	8°	-11°	9°
Angriffswinkel	-6,7°	10,0°	11°	-18°	-9°

#### Abwurfgeschwindigkeit

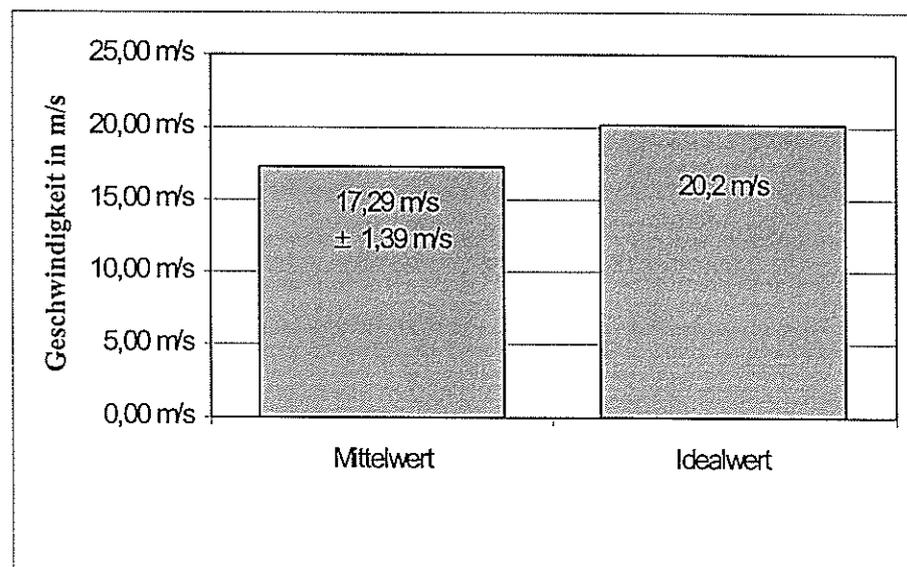


Abbildung 23: Mittelwert und Idealwert der Abfluggeschwindigkeit

Der Mittelwert der Abwurfgeschwindigkeit der Gruppe liegt mit 17,29 m/s  $\pm$  1,39 m/s um 2,93 m/s unter dem Wert des besten Wurfes. Auch absolut ist der Idealwert von 22,2 m/s um 1,0 m/s größer als der Maximalwert der Gruppe.

Logischerweise hat die Abwurfgeschwindigkeit einen großen Einfluß auf die Wurfweite. Dies wurde bereits in der Literatur erwähnt. Die Wurfweite war das Auswahlkriterium für den besten Wurf. Die Maximierung der Abwurfgeschwindigkeit entscheidet also maßgeblich über die Güte des Wurfes.

#### Rotationsgeschwindigkeit

Es wurde nur überprüft, ob die Scheibe nicht „eiert“. Die Kontrolle erfolgte rein qualitativ. Es kann davon ausgegangen werden, daß bei weiteren Würfen auch die Rotationsgeschwindigkeit steigt, da diese hauptsächlich aus der Handgelenksbewegung entsteht. Die Rotationsgeschwindigkeit wird bei einer hohen Armbewegung ebenfalls schneller (siehe Kapitel 4.4.5). Die untersuchten Würfe hatten genug Spin, da alle sehr stabil flogen und nicht zu früh abkippten.

#### Neigungswinkel und horizontaler Abwurfwinkel

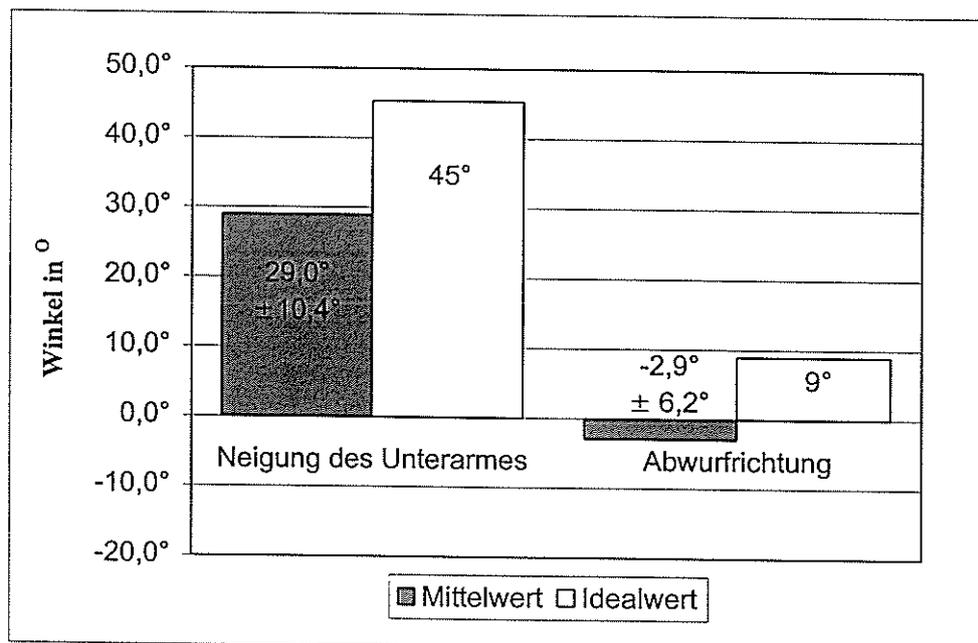


Abbildung 24: Mittelwert und Idealwert des Neigungswinkels des Unterarmes und der Abwurfrichtung der Scheibe

Der horizontale Abwurfwinkel kann je nach Neigungswinkel positive und negative Werte annehmen. Er kovariert mit dem Neigungswinkel. Das bedeutet, er muß an den Neigungswinkel angepaßt sein, sonst gelangt die Scheibe nicht ins Zielgebiet. Der Neigungswinkel konnte nicht bestimmt werden. In der Tabelle sind die Neigungswinkel des Unterarmes angegeben. Dieser entspricht in etwa dem Neigungswinkel der Scheibe.

Der Neigungswinkel soll aufgrund des sportmotorischen Ziel eine solche Ausprägung haben, daß die Scheibe am Flugende waagrecht in der Luft schwebt. Da die Scheibe nach rechts abkippt, sollte sie mit einem positiven Winkel abgeworfen werden. Dies ist bei der Idealnorm mit einem extremen Wert von  $45^\circ$  festzustellen. Auch der Abwurfwinkel hat einen positiven Wert mit  $9^\circ$ . Die statistische Norm hat eine negative Abwurfrichtung ( $-2,9^\circ \pm 6,2^\circ$ ) mit einer positiven Neigung des Unterarms ( $29,0^\circ \pm 10,4^\circ$ ). Dadurch müßten die Scheiben teilweise ganz im linken Bereich des Ziels landen. Eine andere Erklärung hierfür ist, daß die Neigung des Unterarmes gemessen wurde. Für „outside“- Würfe hebt man für gewöhnlich den Außenrand der Scheibe an. Dann bilden die Neigung der Scheibe und die Neigung des Unterarmes einen zusätzlichen Winkel. Dieses Anheben ist zu vermeiden, da ein Winkel von  $180^\circ$  zwischen Unterarm und Scheibe besser kontrolliert werden kann und zu mehr Wurfsicherheit führt.

#### Vertikaler Abwurfwinkel und Anstellwinkel

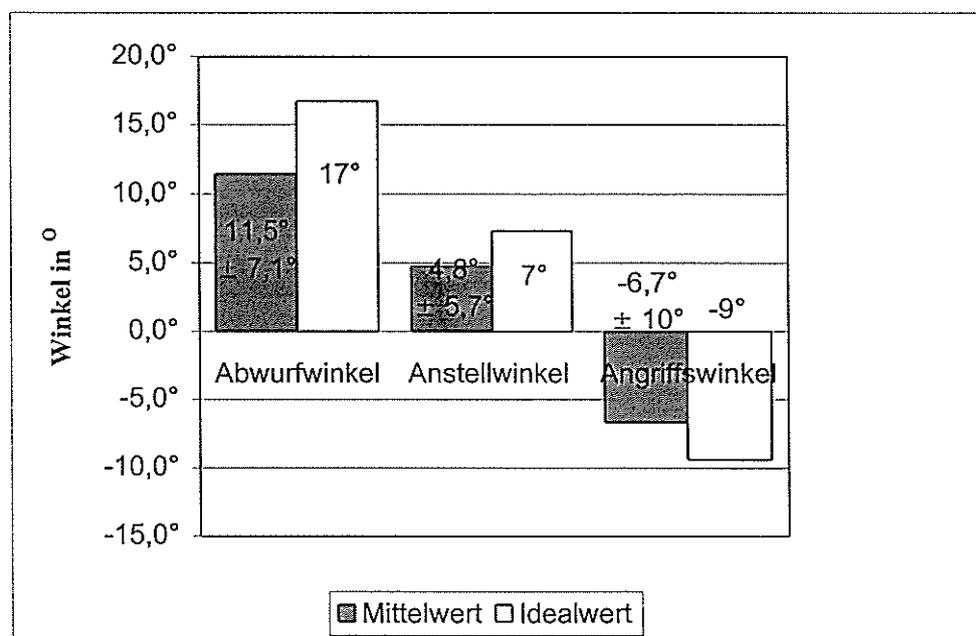


Abbildung 25: Mittelwert und Idealwert des Abwurfwinkels, des Anstellwinkels und des Angriffswinkels

Der Abwurfwinkel beeinflusst zusammen mit dem Anstellwinkel die Höhe und die Weite des Wurfes. Es wird eine Optimierung angestrebt. Der Abwurfwinkel liegt beim idealen Wurf bei  $17^\circ$ , bei der statistischen Norm bei  $11,5^\circ \pm 7,1^\circ$ . Daß auch mit kleinen Abwurfwinkeln relativ weit geworfen werden kann, beweist der Minimalwert von  $3^\circ$ . In

diesem Fall muß der Angriffswinkel relativ groß sein. Ein Abwurfwinkel von 30°, wie in der Literatur angegeben, konnte nicht festgestellt werden.

Negative Angriffswinkel sind im Ultimate Frisbee untypisch. Der Anstellwinkel kann im Prinzip keine kleineren Werte als der Abwurfwinkel haben. Daher ist es nicht möglich, den Anstell- und den Angriffswinkel zu interpretieren. Die Werte werden als Meßfehler bewertet.

#### 4.4.2 Ausholbewegung

##### Beginn:

Erste Körperbewegung in Richtung Wurfseite

##### Ende:

Maximale Entfernung der Hand entgegen der Zielrichtung

##### Ziel:

Gelangen in eine für die Abwurfbewegung optimale Ausholposition

Tabelle 10: Biomechanische Größen und Indikatoren der Ausholbewegung

Biomechanische Zielgrößen:	Biomechanische Einflußgrößen:	Indikatoren:
Maximale Ausholposition	Armstreckung weg vom Körper	Höhe der rechten Hand vertikaler Schulterwinkel Ellbogenwinkel
	Oberkörperneigung	Oberkörperwinkel zur XY- Ebene
	weite Körperdrehung	Winkel zwischen Schulterachse und YZ- Ebene
Ruhige Ausholposition	geringer Drehimpuls erst späte Armstreckung	vertikaler Schulterwinkel Ellbogenwinkel
Mittlerer Ausfallschritt weg vom Werfer nach links, leicht nach vorne	Gewichtsverlagerung auf den linken Fuß	

Gewichtsverlagerung auf den linken Fuß	Ausfallschritt	
--	----------------	--

**Erläuterung:**

Um in eine maximale Ausholposition zu kommen, muß zum einen nach der Drehung der Schulterachse vom Wurfziel weg der Wurfarm weit vom Körper gestreckt werden, zum anderen der Oberkörper weit vorgebeugt werden. Die Streckung des Wurfarmes wird über die Vergrößerung des Ellbogenwinkels und des vertikalen Schulterwinkels (Winkel zwischen Oberarm und Rumpf) erreicht. Die Höhe der Hand ist ein Maß für die Bahnbewegung in vertikaler Ausprägung. Eine Erweiterung der Ausholposition wird durch die Neigung des Oberkörpers erreicht. Der Winkel zwischen Oberkörper und Boden (XY- Ebene) bestimmt diese Oberkörperneigung.

Bei der Drehung sollte der Werfer bemüht sein, möglichst lange einen geringen Drehimpuls  $p = J \cdot \omega$  zu besitzen, damit er am Ende in eine ruhige Ausholposition gelangt. Ein kleines Trägheitsmoment  $J$  erreicht er dadurch, daß er seine Körperextremitäten nahe der Körperlängsachse läßt. Betrachtet man eine enge Scheibenhaltung am Körper, so erkennt man als optimale Werte einen kleinen Schulterwinkel sowie einen Ellbogenwinkel von ca. 90°. Erst zu einem späteren Zeitpunkt der Drehung werden Arm und Scheibe vom Körper weggenommen. Dies verlangsamt die Rotationsgeschwindigkeit.

Der Ausfallschritt nach rechts sowie die Gewichtsverlagerung auf den linken Fuß bedingen sich gegenseitig durch den Schritt nach links (vorne).

**Beschreibung und Interpretation:**

Ausgehend von einer frontalen Aufstellung zum Ziel hin mit beiden Händen an der Scheibe versucht der Werfer die optimale Ausholposition zu erreichen.

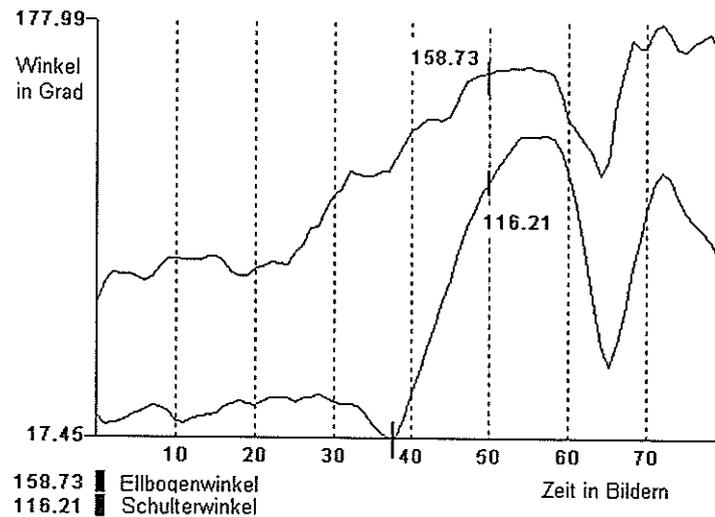


Abbildung 26: Schulter- und Ellbogenwinkel

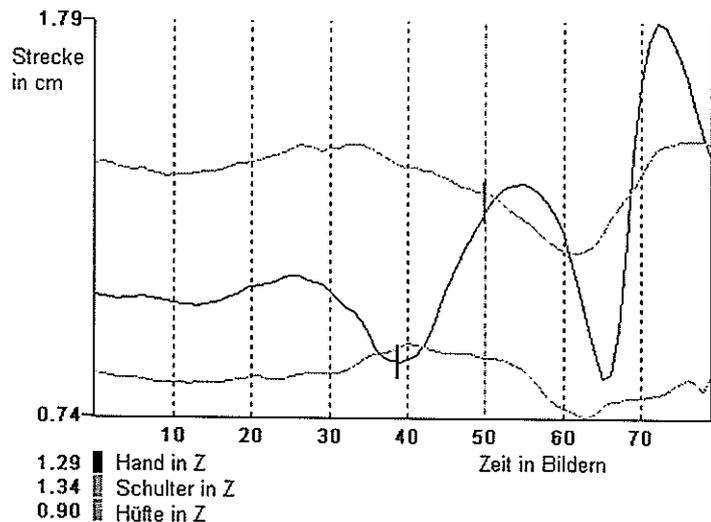


Abbildung 27: Höhe der Hand

Bei der Bewegung dreht der Sportler seinen Körper um die Körperlängsachse von oben betrachtet gegen den Uhrzeigersinn. Der vertikale Schulterwinkel ist bei der Idealtechnik bis zum Zeitpunkt des Anhebens relativ konstant und weist einen Wert von durchschnittlich  $28^\circ$  auf. Der Ellbogenwinkel bleibt bis zur Hälfte der Zeit zwischen  $79^\circ$  und  $86^\circ$ . Zu Beginn des Anhebens ist die Schulterachse schon um einen Winkel von  $148^\circ$  (90% der Gesamtdrehung) zur frontalen Ausrichtung vom Ziel weggedreht. Die Scheibe wird aufgrund des geringen Trägheitsmomentes bei der Drehung lange nah am Körper gelassen. Die Rotation kann schnell ausgeführt werden, ohne daß die

Ausholbewegung unkontrolliert wird. Somit erreicht der Werfer eine ruhige Ausholposition.

Ab der Mitte der Drehung beginnt der Ellbogenwinkel sich konstant bis zur Ausholposition zu strecken. Dadurch wird die Höhenposition der Hand abgesenkt und erreicht ihr Minimum unterhalb der Hüfte nach ca. 80 % der Gesamtausholzeit. Jetzt werden Arm und Scheibe vom Körper weggenommen und in die optimale Ausholposition angehoben. Das Anheben der Hand geschieht durch die konstante Streckung des vertikalen Schulterwinkels mit weiterer, konstanter Vergrößerung des Ellbogenwinkels bis zum Maximum in die Ausholposition. Die Scheibe und die Hand werden über die Ausholposition hinaus durch weitere Vergrößerung des Schulterwinkels auf ein Maximum von 11 cm über Schulterhöhe angehoben. Dann wird der Arm mit relativ konstanter Geschwindigkeit hochgeführt und gleichzeitig der Oberkörper vorgebeugt.

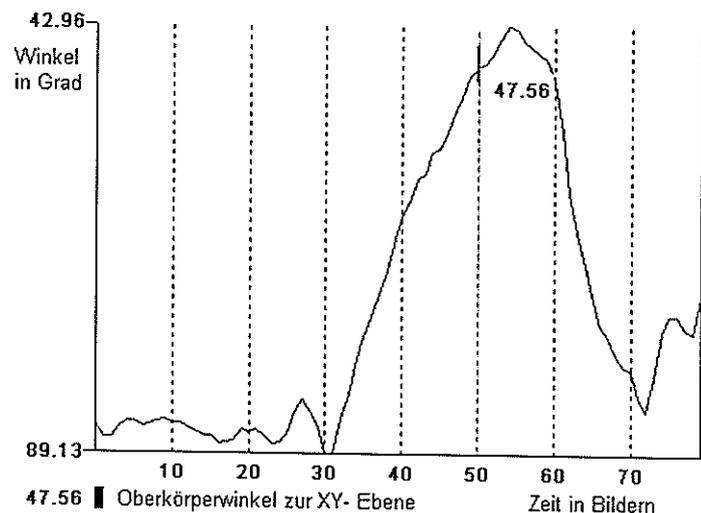


Abbildung 28: Winkel zwischen Oberkörper und XY- Ebene

Das Rückführen der Scheibe in die Ausholposition wird schon vor dem Heben des Armes durch die Neigung des Oberkörpers begonnen. Der Winkel beginnt, nachdem er ca. 0,6 Sekunden vollständig aufrecht war, sich mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit bis auf  $43^\circ$  zu verkleinern. Das Vorbeugen des Oberkörpers endet erst nach der Ausholposition. Um diese teilweise zu kompensieren, muß der Unterleib nach hinten herausgeschoben werden. Der KSP wird auf das linke Bein verlagert. Der Ausfallschritt wird leicht nach vorne gemacht, um in der Wurfbewegung durch eine Verlagerung des KSP's nach vorne mehr Geschwindigkeit in den Abwurf zu

bekommen. Mit Hilfe der Oberkörpervorlage und dem Strecken des Ellbogenwinkels und des vertikalen Schulterwinkels kommt der Werfer in eine optimale Ausholposition (siehe unten).

#### 4.4.3 Ausholposition

##### Definition:

Die Ausholposition wird definiert als die Position, in der die rechte Hand die weiteste Entfernung in Zielrichtung X einnimmt. Aus dieser Position startet der Werfer die Scheibenbewegung nach vorne zum Abwurf.

##### Biomechanischer Einfluß der Position:

Die Ausholposition hat biomechanischen Einfluß auf den kontrollierten Wurf durch eine ruhige Ausholposition. Eine kontrollierte Wurfbewegung ist nötig, um eine hohe Reproduzierbarkeit der Würfe zu bekommen. Die Haltung des Körpers ist optimal, wenn ein großer Beschleunigungsweg bis zum Abwurf erreicht wird. Durch maximales Ausholen des Armes und des Rumpfes sowie einer Gewichtsverlagerung auf das linke Bein werden optimale Voraussetzungen dafür geboten. Richtung und Winkel des Ausfallschrittes bewirken „Lösen“ vom Marker für eine ungestörte Bewegung.

##### Operationalisierung:

Tabelle 11: Operationalisierung der Ausholposition

Beschreibungsgröße	Indikator
Streckung des Armes	Ellbogenwinkel
Richtung der Streckung	horizontaler Schulterwinkel
Oberkörpervorlage	Oberkörperwinkel zur XY- Ebene
Oberkörper weggedreht	Schulterachse zur Ausgangsposition (YZ- Ebene)
Vorspannung des Körpers	Hüftverwringung (Winkel zwischen Schulterachse und Hüftachse)
Höhe des Armes der Ausholposition	relative Höhe der Hand (im Vergleich zur Schulterposition)
ruhige Ausholposition	Bahngeschwindigkeit der Hand
Ausfallschritt	- Winkel der Verbindungslinie der Fußspitzen

	- Länge der Verbindungslinie der Fußspitzen
--	---

### Beschreibung und Interpretation:

**Tabelle 12:** Positionen und Winkel in der Ausholposition  
Mittelwert, Standardabweichung (s), Maximalwert und Minimalwert der Gruppe;  
Idealwert

Variable	Mittelwert	s	Maximum	Minimum	Idealwert
Ellbogenwinkel	146,4°	18,4°	164°	121°	160°
Oberkörperwinkel zu XY-Ebene	62,0°	6,8°	71°	54°	47°
Schulterachse zu YZ-Ebene	4,3°	14,6°	24°	-16°	14°
horizontaler Schulterwinkel	104,3°	13,7°	128°	88°	95°
Hüftverwringung	41,7°	3,0°	34°	60°	15°
relative Höhe der Hand	3,7 cm	12,9 cm	26 cm	-15 cm	-2 cm
Bahngeschwindigkeit der Hand	1,89 m/s	1,06 m/s	3,1 m/s	0,6 m/s	2,3 m/s
Winkel des Ausfallschrittes	57,1°	23,6°	87°	21°	70°
Größe des Ausfallschrittes	94,3 cm	6,5 cm	101 cm	81 cm	100 cm

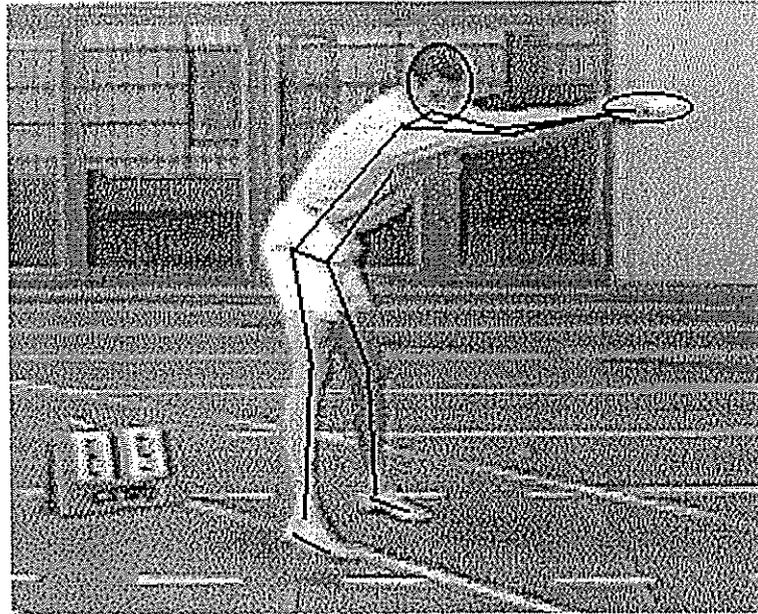


Abbildung 29: Maximale Ausholposition der Idealnorm

#### Idealnorm:

Der Ellbogenwinkel beschreibt einen Winkel von  $160^\circ$  und ist somit nicht ganz gestreckt. Der Oberkörper ist mit  $47^\circ$  zum Erdboden weit vorgebeugt und erweitert somit die Scheibenposition entgegen der Wurfrichtung. Die Schulterachse beschreibt einen Winkel von  $14^\circ$  mit der Ausgangsposition. Der Oberkörper drehte sich um  $166^\circ$ . Der vertikale Schulterwinkel beträgt  $95^\circ$  und zeigt fast senkrecht vom Oberkörper weg. Die Hüftverwringung (Winkel zwischen Schulterachse und Hüftachse) von  $15^\circ$  zeigt, daß kaum Vorspannung im Oberkörper vorhanden ist. Die Hand befindet sich relativ zur Schulter beinahe gleich hoch (2 cm tiefer) und bewegt sich mit einer Bahngeschwindigkeit von 2,3 m/s. Der Ausfallschritt ist noch nicht abgeschlossen. Dieser zeigt bei Fußaufsatz  $70^\circ$  zur Zielrichtung und hat eine Länge von 100 cm.

#### Statistische Norm

Die Gruppe streckt im Mittel den Arm nicht so stark. Der Ellbogenwinkel beträgt  $146,4^\circ \pm 18,4^\circ$ . Auch der Oberkörper bleibt aufrechter mit einem Oberkörperwinkel zur XY-Ebene von  $62,0^\circ \pm 6,8^\circ$ . Im Schnitt dreht sich der Oberkörper um  $175,7^\circ$  weiter von der Zielrichtung weg, auf einen Winkel, der mit der YZ-Ebene  $4,3^\circ \pm 4,6^\circ$  einschließt. Extrem weit dreht die Person mit dem Maximum über die Parallele hinaus auf  $-16^\circ$ . Der horizontale Schulterwinkel zeigt aber mit  $104,3^\circ \pm 13,8^\circ$  eine geringere Ausprägung. Eine sehr starke Vorspannung im Oberkörper zeigt sich durch den Winkel zwischen

Hüfte und Schulter mit  $41,7^\circ \pm 3,0^\circ$ . Die Hand befindet sich  $3,7 \text{ cm} \pm 12,9 \text{ cm}$  oberhalb der Schulterhöhe und bewegt sich mit einer Bahngeschwindigkeit von  $1,89 \text{ m/s} \pm 1,06 \text{ m/s}$ . Die Person mit der ruhigsten Ausholbewegung bewegt die Hand mit  $0,6 \text{ m/s}$ . Der Ausfallschritt ist  $94,3 \text{ cm} \pm 6,5 \text{ cm}$  lang und die Richtung zeigt nach links vorne mit einem Winkel von  $57,1^\circ \pm 23,6^\circ$  zur Zielrichtung.

### Vergleich

Die Gegenüberstellung zeigt zwei große Auffälligkeiten. Ein Unterschied zwischen der Gruppe und der Idealnorm liegt im vorgebeugten Oberkörper. Der beste Werfer beugt sich mit  $15^\circ$  um 24,2% weiter nach unten als der Schnitt der restlichen Gruppe. Eine große Differenz besteht in der Vorspannung. Die ideale Norm hat kaum Vorspannung, während die Gruppe um  $36,7^\circ$  fast das dreifache an Vorspannung aufweist. Erst später, in der Abwurfbewegung (siehe nächstes Kapitel), erreicht die ideale Norm einen Wert von  $54^\circ$ . Hieraus läßt sich schließen, daß eine weite Ausholposition einen großen Einfluß auf die Wurfweite hat. Die Vorspannung im Oberkörper sollte erst später entwickelt werden.

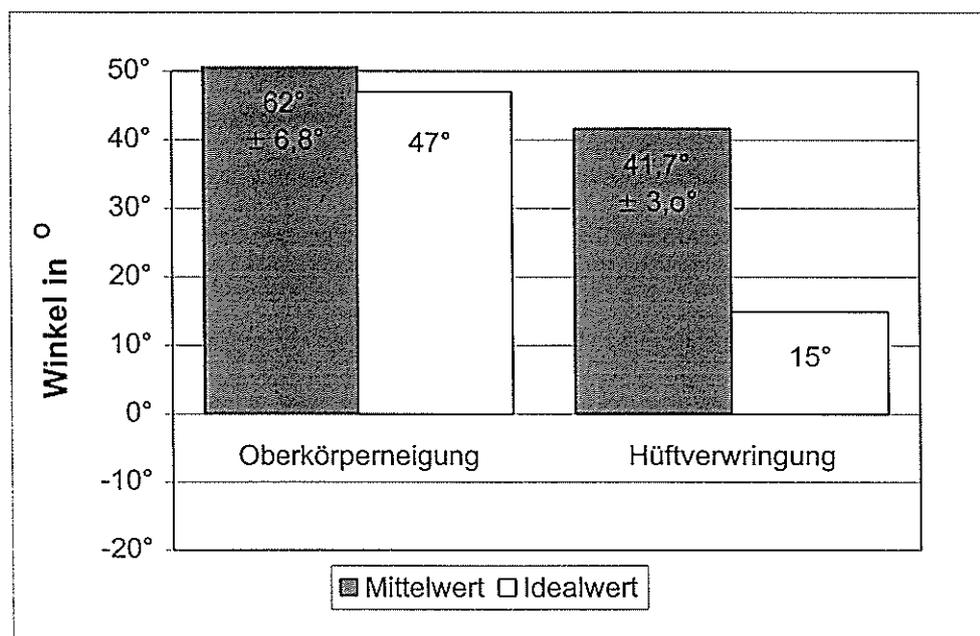


Abbildung 30: Mittelwert und Idealwert der Oberkörperneigung und Hüftverwringung in der Ausholposition

#### 4.4.4 Abwurfbewegung

##### Beginn:

Ausholposition

##### Ende:

Letzter Kontakt zwischen Scheibe und Hand

##### Ziel:

Abwurfposition mit den biomechanischen Zielgrößen der Bewegung aus 4.4.1

Tabelle 13: Biomechanische Größen und Indikatoren der Abwurfbewegung

Biomechanische Zielgrößen	Biomechanische Einflußgrößen:	Indikatoren:
Maximale Abwurfgeschwindigkeit	Beschleunigungsweg	Differenz der Wegstrecke der Hand in X- Richtung und des KSP in X- Richtung
	Gewichtsverlagerung in Wurfrihtung	KSP in X- Richtung
	Beuge- Streckbewegung des Wurfarmes	- Ellbogenwinkel - Schulterwinkel
	Körperstreckung beim Abwurf	- Kniewinkel - Hüftwinkel
	Hoch- Tief- Bewegung	KSP in Z- Richtung
	Körpereinsatz durch Oberkörperrotation	Hüftverwringung
	Impulsübertragung der Körpersegmente	Geschwindigkeitsverlauf von Schulter, Ellbogen und Hand
	Optimale Zugebene des Armes	Winkel des Oberarms zur XY- Ebene zum Zeitpunkt des Vorbeischwingens am

		Körper
		Betrachtung des Unterarmverlaufs aus einer geeigneten Perspektive
Optimaler Neigungswinkel	Veränderung der Stellung des Unterarmes zur Zugebene	
optimaler vertikaler Abwurfwinkel	Position des Loslassens der Scheibe in X- Richtung	
	Zugebene	
optimaler Anstellwinkel	Pronation und Supination des Unterarmes	
optimale Abwurfrichtung	optimaler, individueller Ausfallschritt	

### **Erläuterung:**

#### Maximale Abwurfgeschwindigkeit

Die Länge des Beschleunigungsweges in X- Richtung ist ein Indikator für das Prinzip des optimalen Beschleunigungsweges. Sie wird bestimmt durch die zum KSP relative Handbewegung in X- Richtung.

Um die Scheibe schnell nach vorne zu ziehen, müssen möglichst viele Muskelgruppen aktiviert werden. Für eine hohe Beschleunigung wird der Arm angewinkelt und dann wieder gestreckt. Dadurch erreicht man einen relativ geraden Armzug nah am Körper entlang. Die Beuge- Streckbewegung des Wurfarmes wird über die Aufnahme der Winkelpositionen und der Winkelgeschwindigkeiten von Ellbogen und vertikalem Schulterwinkel identifiziert.

Die gesamte Wurfbewegung wird durch eine Gewichtsverlagerung in Wurfrichtung unterstützt. Diese kann nur erreicht werden, wenn der Ausfallschritt etwas nach vorne gemacht wird. Die Aufnahme des KSP in Wurfrichtung gibt Aufschluß über einen weitenunterstützenden Einsatz.

Das Aufrichten des Körpers vor dem Abwurf unterstützt die Armgeschwindigkeit. Dies geschieht mittels der Streckung des Beins und des Rumpfes. Die Körperstreckung wird über die Aufnahme des Knie- und Hüftwinkels ermittelt. Die vertikale Ausprägung der KSP- Bahn zeigt die Hoch- Tiefbewegung des Gesamtkörpers. Die Bewegung kann über die Winkelaufnahme sowie deren Änderung von Knie- und Hüftwinkel erklärt werden.

Indikator für die unterstützende Körperrotation ist der zeitliche Verlauf der Hüftverwringung. Der weite Rückhandwurf soll aus einer Ganzkörperbewegung geschehen. Damit folgt die Bewegung dem Prinzip der Anfangskraft.

Durch das Prinzip der zeitlichen Koordination der Teilimpulse wird eine Geschwindigkeitszunahme der äußeren Segmente erreicht. Die Geschwindigkeitsverläufe der Drehpunkte Schulter, Ellbogen und Hand zeigen die zeitliche Entwicklung.

Für die optimale Ausnutzung der Muskeln soll der Arm in einer Ebene geschwungen werden, die für den Sportler günstig ist. In einer Ebene kann sich die Streckmuskulatur gut entfalten. Den Winkel dieser Fläche mit der XY- Ebene gibt der Oberarm zu dem Zeitpunkt des Vorbeischwingens am Oberkörper an. Wird diese Ebene steil angestellt, kann die Schwerkraft armschwungunterstützend wirken.

Durch die Stellung des Unterarmes zur Zugebene und durch die Veränderung der Zugebene selbst wird die Abwurfneigung bestimmt. Je später die Scheibe losgelassen wird, desto höher fliegt sie. Bei gleicher Zugebene wird über die Position des Loslassens der Scheibe in X- Richtung der vertikale Abwurfwinkel verändert. Wird die Scheibe in Verlängerung des Unterarms gehalten, haben Anstellwinkel und vertikaler Abwurfwinkel die gleiche Größe. Durch Pronation und Supination des Unterarmes kann der Anstellwinkel entsprechend verändert werden.

### Beschreibung und Interpretation:

Tabelle 14: Zurückgelegte Wegstrecke in X- Richtung der Hand und des KSP's  
Mittelwert, Standardabweichung (s), Minimalwert und Maximalwert der Gruppe;  
Idealwert

Variable	Mittelwert	s	Maximum	Minimum	Idealwert
Hand	124,1 cm	15,9 cm	150 cm	100 cm	128cm
KSP	19,7 cm	12,6 cm	41 cm	3 cm	11 cm
Wegstrecke der Hand	104,4 cm	3,3 cm	121 cm	96 cm	117 cm

Der Idealwert der relativen Wegstrecke liegt bei 117 cm, der Mittelwert bei 104,4 cm  $\pm$  3,3 cm. Die Gruppe hat einen um mehr als 10 cm kürzeren Beschleunigungsweg. Darin ist der Weitenunterschied des Gruppenmittelwerts von der Idealnorm zu sehen. Der KSP wird bei der Bestleistung um 11 cm nach vorne verschoben. Zusammen mit der Schwerpunktverlagerung zum Ziel hin konnte von einem Probanden ein maximaler Wert von 1,5 Metern erreicht werden. Der Ausfallschritt muß in diesem Fall weit nach vorne gemacht werden, was den Wurf zum einen durch den Marker stören kann, zum anderen den Armschwung stört. Vom Ausholzzeitpunkt 50 bis zum Fußaufsatzpunkt 57 ist die Kurve relativ flach, dann fällt sie steil ab und der KSP wird schnell und gleichmäßig nach vorne über den Abwurf hinaus verschoben. Wenn der Fuß aufsetzt, kann der Werfer über die Haftung am Boden seinen KSP nach vorne beschleunigen.

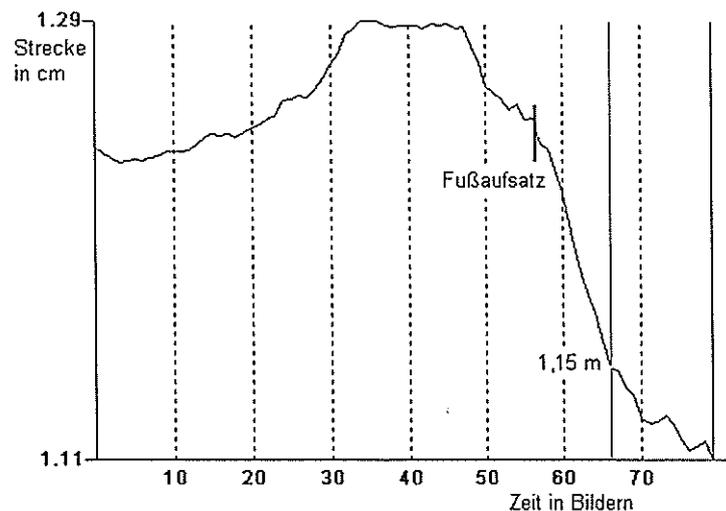


Abbildung 31: KSP- Verlauf in X- Richtung

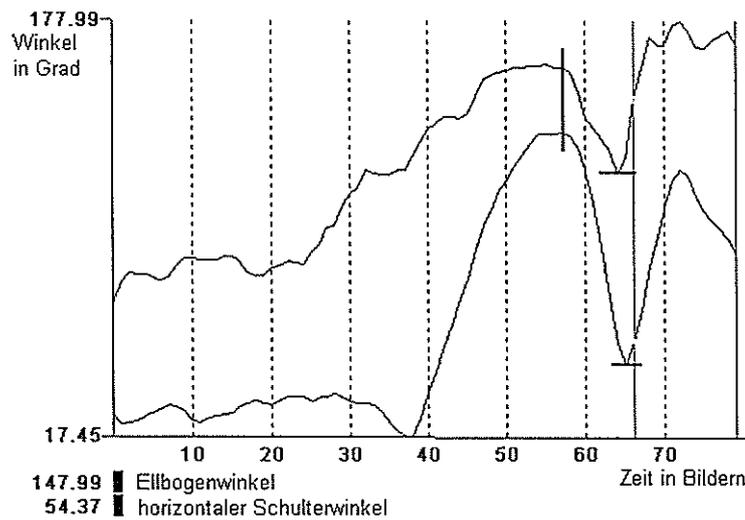


Abbildung 32: Schulter- und Ellbogenwinkel

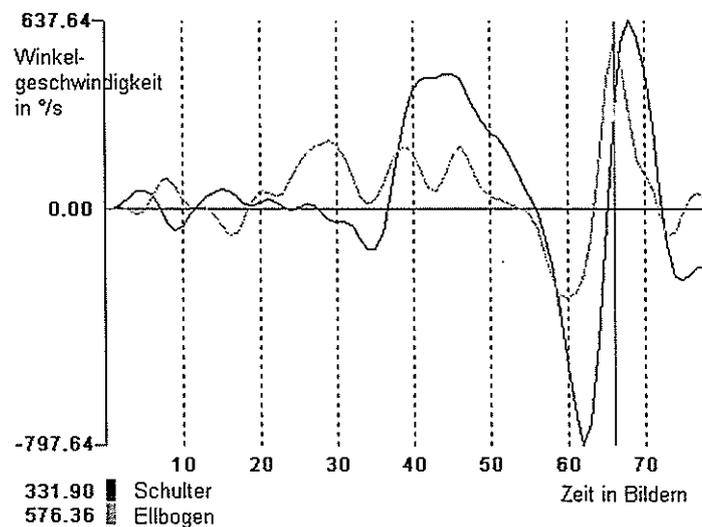


Abbildung 33: Winkelgeschwindigkeit des Schulter- und Ellbogenwinkels

Der Ellbogenwinkel ist in der Ausholposition in seiner maximalen Streckung und bleibt in dieser bis zum Bild 58. Dann winkelt er sich an und erreicht noch vor dem Abwurf seinen minimalen Wert von  $119^\circ$ . Daraufhin streckt er sich wieder bis in die maximale Streckung. Dies bewirkt die Impulsübertragung auf die äußeren Segmente. Die Bewegung ist des vertikalen Schulterwinkels gleichläufig. Er erreicht seinen Tiefpunkt mit  $45^\circ$  zum gleichen Zeitpunkt, wenn der Arm am Körper vorbeiswingt. Kurz vor Abwurf werden beide Winkel immer kleiner. Der Einwinkel- und Streckvorgang ist im Schaubild gut zu Erkennen. Dadurch erreicht der Werfer eine nahe Scheibenführung am

Körper und zusammen mit der optimalen Zugebene (siehe unten) die beste Ausnutzung seiner Muskelgruppen.

Am Geschwindigkeitsverlauf kann man erkennen, daß der Ellbogenwinkel im Abwurf beinahe seine größte Geschwindigkeit  $\omega$  von  $576^\circ/\text{s}$  hat. Diese maximale Geschwindigkeit der Ellbogenstreckung trägt maßgeblich zum Erreichen der maximalen Wurfweite bei. Die Geschwindigkeitsspitze des vertikalen Schulterwinkels nach dem Abwurf zeigt, daß der Werfer seinen Arm noch nach oben ausschwingt.

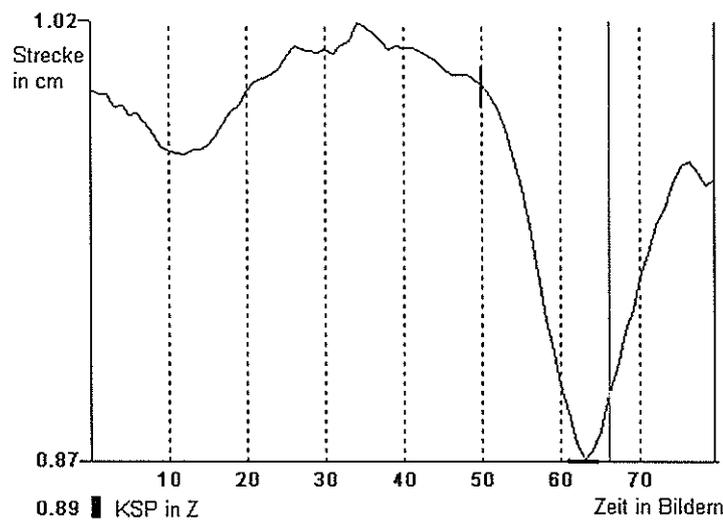


Abbildung 34: KSP in Z- Richtung

Die Abwurfbewegung wird von einem Senken und Heben des KSP begleitet. Der KSP senkt sich von der Ausholposition bis kurz vor dem Abwurf relativ stark um 15 cm von 102 cm bis auf 87 cm über der Standfläche. Zur Geschwindigkeitserhöhung wird eine optimale Ausnutzung der Schwerkraft eingesetzt. Die Senkung folgt dem Prinzip der Anfangskraft. Bis zum Abwurf wird er nur um 2 cm wieder angehoben. Obwohl der KSP noch abgesenkt wird, fangen Knie und Hüftwinkel im Bild 59 an, sich synchron zu strecken. Die Winkelgeschwindigkeiten in diesem Bereich sind beinahe identisch. Die Streckung der beiden Gelenke findet ihr Maximum genau im Abwurfzeitpunkt. Die Körperstreckung mit Anhebung des KSP's von Bild 59 bis zum Abwurf in Bild 66 bewirkt eine hohe Geschwindigkeit der Schulter in Z- Richtung von  $1,48 \text{ m/s}$ , die sich wiederum auf die Armbeschleunigung auswirkt.

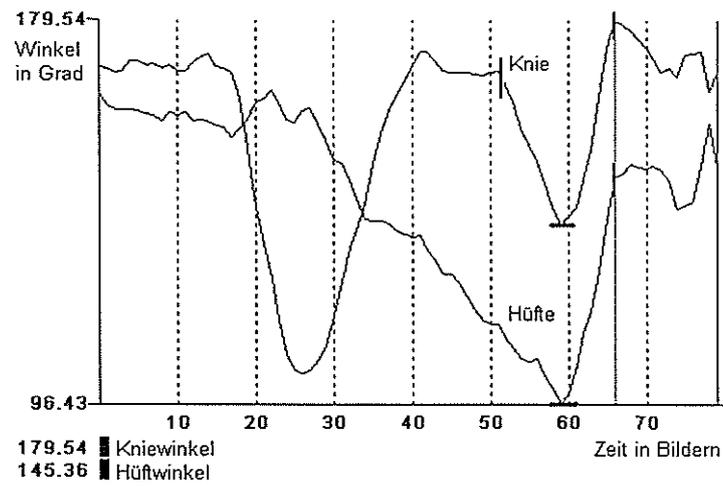


Abbildung 35: Knie- und Hüftwinkel

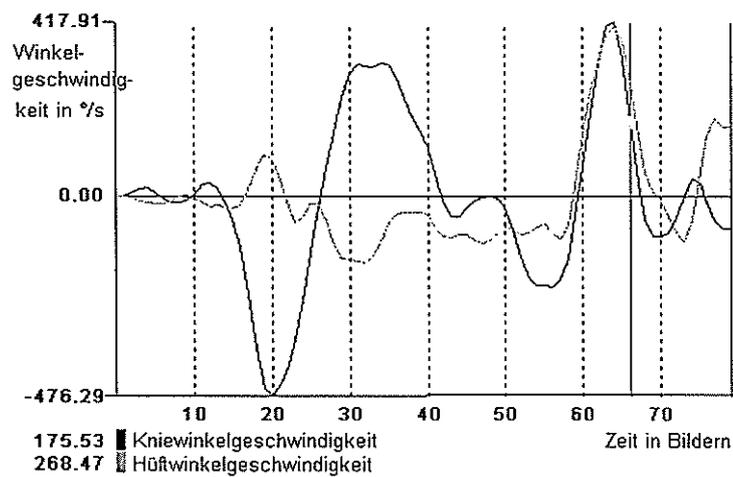


Abbildung 36: Knie- und Hüftwinkelgeschwindigkeit

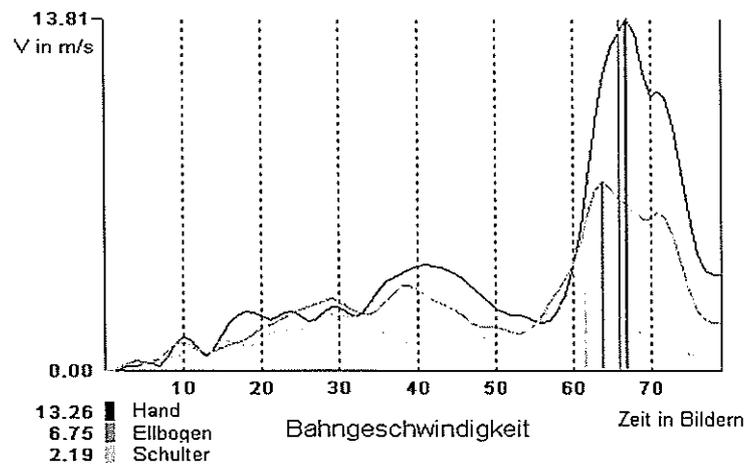


Abbildung 37: Impulsübertragung

Bei der Wurfbewegung findet eine Impulsübertragung der Geschwindigkeiten auf die äußeren Segmente statt. Die Bewegung folgt damit dem biomechanischen Prinzip der zeitlichen Koordination der Teilimpulse. Diese Tatsache kann aus dem Schaubild sehr gut erkannt werden. Die unterste Bahngeschwindigkeitskurve der Schulter findet ihr Maximum vor dem Ellbogen, und dieser wiederum vor der Hand. Durch das Abbremsen der vorderen Glieder der Bewegungskette erfolgt die Geschwindigkeitszunahme der hinteren Glieder. Daraus kann geschlossen werden, daß sich die Kette auf das Handgelenk fortsetzt. Die Handgelenksbewegung wird durch das Abbremsen der oberen Segmente ausgelöst. Diese Impulsübertragung ist im oberen Schaubild gut zu erkennen.

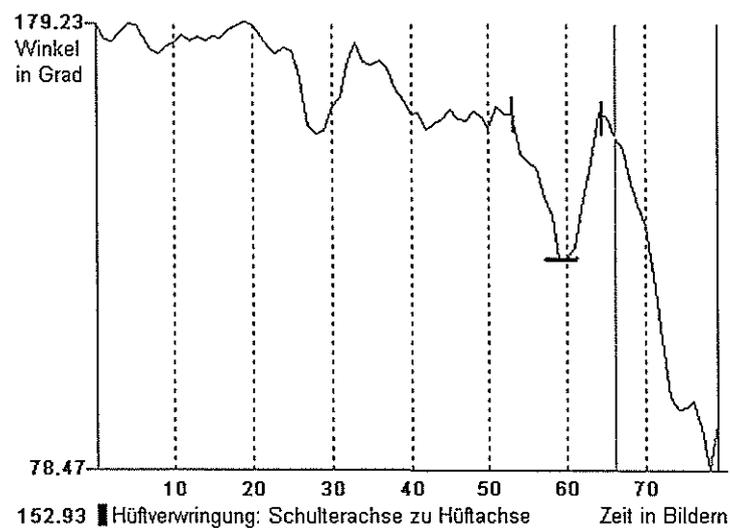


Abbildung 38: Hüftverwringung

In dem Moment, in dem sich Knie- und Hüftwinkel zu strecken beginnen, ist auch die Hüftverwringung mit  $54^\circ$  maximal. Von dem Zeitpunkt 59 an wird diese Körperspannung schnell aufgelöst und kommt im Abwurfzeitpunkt zur parallelen Position ( $0^\circ$ ). Dieser Körpereinsatz wirkt weitenunterstützend. Die parallele Haltung im Abwurf kann als kontrollierender Einfluß auf die Zielerreichung interpretiert werden.

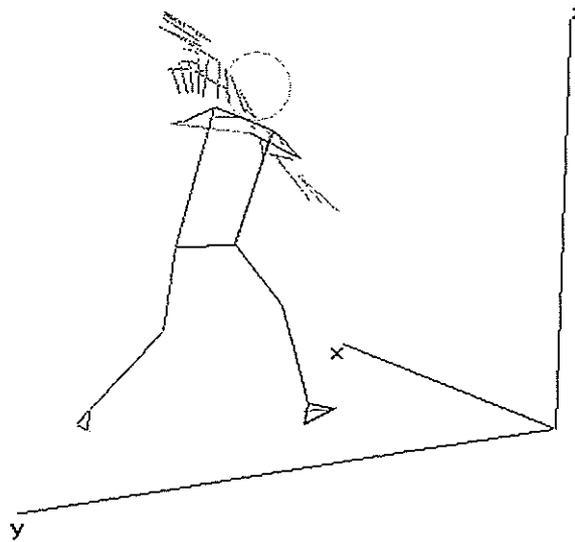


Abbildung 39: Ausholposition mit der Armzugebene (verdeutlicht durch eine Überlagerung der Unterarmpositionen)

Die Idealnorm zeigt einen Winkel zwischen Armzugebene und XY- Ebene von  $45^\circ$ . Im Bild ist zu erkennen, daß der Unterarm ziemlich genau in einer Ebene schwingt. Daher folgt der Werfer den Vorteilen einer steilen und geraden Zugebene.

#### 4.4.5 Abwurfposition

##### Definition:

Körperposition des Werfers zum Zeitpunkt des letzten Handkontaktes zur Scheibe

##### Biomechanischer Einfluß:

Die Abwurfposition hat durch die Oberkörpervorlage Einfluß auf die Neigung der Scheibe. Je weiter der Arm nach vorne durchgeschwungen wird, desto größer wird der vertikale Abwurfwinkel. Die optimale Ausnutzung der Körperstreckung wird zur Geschwindigkeitsmaximierung verwendet. Ein sicherer Stand im Abwurf bewirkt Wurfkontrolle und wird zur Kraftübertragung verwendet.

**Operationalisierung:****Tabelle 15: Operationalisierung der Abwurfposition**

Beschreibungsgröße	Indikator
sicherer Stand	KSP zwischen Füßen in Y- Richtung
Oberkörperneigung	Oberkörper zur XY- Ebene
Streckung der Beine	Kniewinkel rechts
Zielorientierung	Schulterachse zur XZ- Ebene
Abwurfposition	X- Position der Hand zum KSP
Abwurfhöhe	Z- Position der Hand
Armstreckung	Ellbogenwinkel

**Beschreibung und Interpretation****Tabelle 16: Positionen und Winkel in der Abwurfposition**

Mittelwert, Standardabweichung (s), Maximalwert und Minimalwert der Gruppe;  
Idealwert

Variable	Mittelwert	s	Maximum	Minimum	Idealnorm
Oberkörper zur XY- Ebene	74,3°	7,1°	84°	66°	75°
Kniewinkel	154,4°	13,4°	172°	135°	180°
Schulterachse zur XZ- Ebene	7,0°	21,1°	22°	-36°	9°
X- Position der Hand zum KSP	42,3 cm	10,6 cm	58 cm	26 cm	41 cm
Z- Position der Hand	106,1 cm	14,0 cm	118 cm	82 cm	85 cm
Ellbogenwinkel	141,6°	12,2°	158°	125°	148°

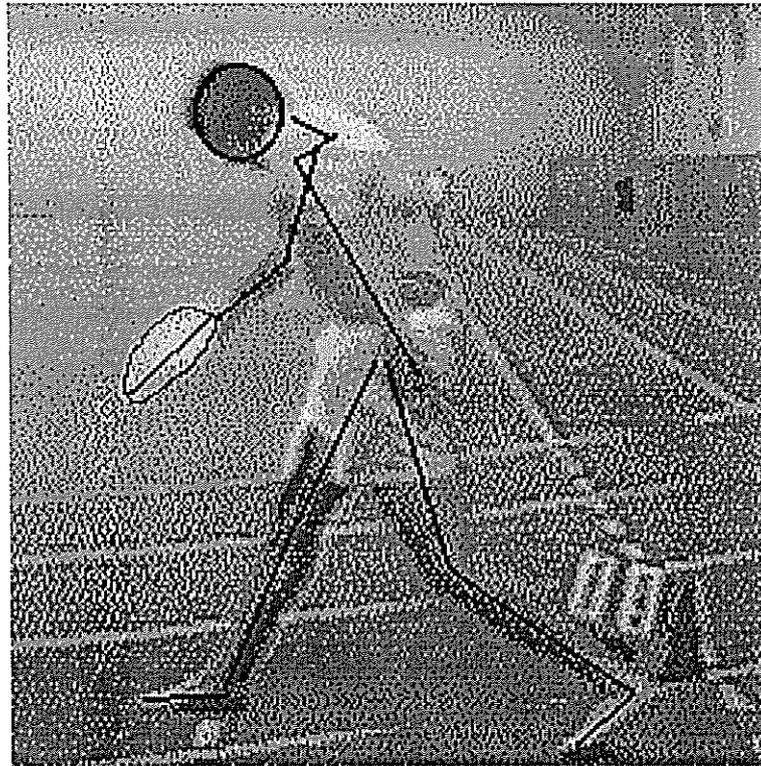


Abbildung 40: Abwurfposition der Idealnorm

#### Idealnorm

Die Oberkörperneigung beträgt  $75^\circ$ . Diese Vorlage ermöglicht eine positive Abwurfneigung der Scheibe. Mit  $180^\circ$  ist der Kniewinkel vollständig gestreckt. Dies deutet auf eine optimale Ausnutzung der Körperstreckung hin. Der linke Kniewinkel beträgt  $149^\circ$ . Die Schulterachse hat sich etwas über die Zielrichtung hinaus gedreht und zeigt in die gleiche Richtung wie die Abwurfgeschwindigkeit ( $9^\circ$ ). Es ist also anzunehmen, daß diese Achse die Wurfrichtung hauptsächlich steuert. Die Hand befindet sich 41 cm vor dem KSP in einer Höhe von 85 cm über dem Boden (7 cm über der Höhe der rechten Hüfte). Der Ellbogenwinkel befindet sich mit  $148^\circ$  noch in der Streckung, die bei  $171^\circ$  vollendet ist.

#### Statistische Norm

Mit  $74,3^\circ \pm 7,1^\circ$  liegt die Oberkörperneigung nahe an der idealen Norm. Das rechte Bein ist mit einem Kniewinkel von  $154,4^\circ \pm 13,4^\circ$  etwas gewinkelt, die Körperstreckung wird nicht ausgenutzt. Die Schulterachse beschreibt einen Winkel von  $7,0^\circ \pm 21,1^\circ$ , zeigt aber nicht in die Richtung der Abfluggeschwindigkeit ( $-2,9 \pm 6,2$ ). Der Unterschied beträgt  $9,9^\circ$ . Die Scheibe wird in Wurfrichtung  $42,3 \text{ cm} \pm 10,6 \text{ cm}$  vor dem

KSP abgeworfen. Dort befindet sie sich in einer Höhe von  $106,1 \text{ cm} \pm 14,0 \text{ cm}$ . Der Arm ist mit  $141,6^\circ \pm 12,2^\circ$  nicht so stark gestreckt wie die Idealnorm.

### Vergleich

Die größten Unterschiede zeigen der Kniewinkel und die Schulterachsenrichtung. Die Werfergruppe nutzt die Körperstreckung nicht so gut aus. Dadurch kann die geringere Abfluggeschwindigkeit teilweise erklärt werden. Der Unterschied zwischen Schulterachse und Abflugrichtung deutet auf eine andere Zielansteuerung hin. Auch der geringere Ellbogenwinkel deutet darauf hin, daß die Gruppe ihre Zielerreichung, die bei jedem Paß das oberste Ziel ist, über den Blickkontakt steuert. Dies behindert aber den vollen Durchschwung.

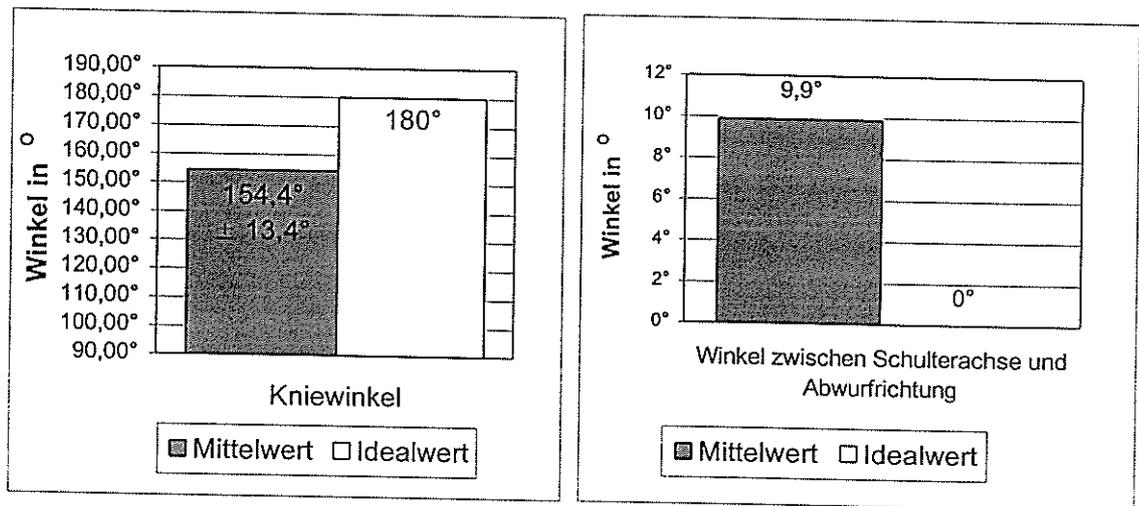


Abbildung 41 Mittelwert und Idealwert des Kniewinkels und des Winkels zwischen Schulterachse und Abwurfrichtung in der Abwurfposition

#### 4.4.6 Ausschwingbewegung

**Beginn:**

Abwurfposition

**Ende:**

Wenn der Sportler bereit ist, eine neue Bewegung auszuführen (Laufen).

Tabelle 17: Biomechanische Größen und Indikatoren der Ausschwingbewegung

Biomechanische Zielgrößen:		Indikatoren:
Ausschwingung nicht in den Bereich des Markers		Kreuzen der Bahnbewegung der Hand und der Markerlinie

**Erläuterung:**

Der Ausschwingung sollte so erfolgen, daß er nicht in den Bereich des Markers kommt (siehe 2.1.2). Dies kann über einen weiten Ausfallschritt sowie über ein „Hochziehen“ des Armes erreicht werden. Wird der Ausschwingung abgebremst, so beeinflusst er den Armschwung negativ. Durch die Projektion der Handbewegung in die XY- Ebene in Verbindung mit der Abbildung der Markerlinie (Linie, auf der der Marker verteidigen darf) kann ermittelt werden, ob der Ausschwingung in diesen Bereich fällt. Dies geschieht, wenn sich die Schwungkurve und die Markerlinie kreuzen.

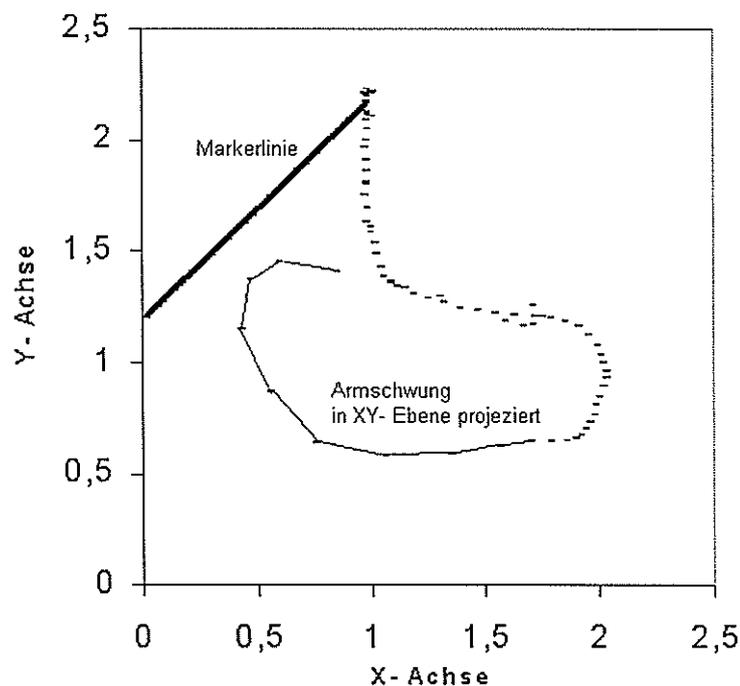
**Beschreibung und Interpretation:**

Abbildung 42: Projektion der Hand in die XY- Ebene

In der oberen Abbildung ist zu erkennen, daß die projizierte Linie des Armschwungs nicht mit der Linie des Markers kreuzt. Mit der Bewegung der Ideallnorm verletzt man

den Verteidigungsraum des Markers nicht, wenn dieser mit einem Winkel von 45 zur Wurfrichtung „rechts auf“ deckt.

#### 4.4.7 Gesamtausführung

##### Beginn:

Beginn der Ausholbewegung

##### Ende:

Abwurfzeitpunkt mit anschließendem Ausschwing

##### Biomechanische Zielgröße:

- Zeitminimierung bis zum Abwurfzeitpunkt

##### Erläuterung:

Die Ausführung von der ersten Bewegung bis zum Abwurf sollte schnell erfolgen, aber dennoch kontrolliert. Je mehr Zeit für die Ausführung benötigt wird, desto mehr Zeit hat der Verteidiger für die Verhinderung des Wurfes. Wird vor dem weiten Rückhandwurf eine Wurf täuschung gemacht, so verlängert sich die Ausführungsgeschwindigkeit. Jedoch braucht der Verteidiger mehr Zeit, um den eigentlichen Wurf zu verhindern. Eine längere Ausführungszeit bedeutet aber, daß in dieser Zeit der Fänger in der Standardsituation noch weiter von der Scheibe wegläuft oder die Verteidigung zu einem freien Spieler aufschließen kann. Somit muß der Wurf noch weiter und noch schneller geworfen werden. Die Ausführungszeit hat ebenfalls situativ angepaßt zu erfolgen.

##### Beschreibung:

Der beste Werfer braucht für den Wurf 1,32 s Zeit. Mit 1,35 s  $\pm$  0,21 s weicht die Gruppe davon statistisch nicht ab. Bei der längeren Ausführungszeit des Probanden mit dem Maximalwert (1,66 s) wird es dem Verteidiger erleichtert, den Wurf zu verhindern.

**Tabelle 18:** Ausführungszeit  
Mittelwert, Standardabweichung (s), Maximalwert und Minimalwert der Gruppe;  
Idealwert

Variable	Mittelwert	s	Maximum	Minimum	Idealwert
Ausführungszeit	1,35 s	0,21 s	1,66 s	0,98 s	1,32 s

### Vergleich der Wurfbewegungen:

Werden die einzelnen Zugbewegungen betrachtet, können diverse Unterschiede aufgezeigt werden. Die Darstellung der Probanden geschieht in Form von Strichmännchen in der Ausholposition.

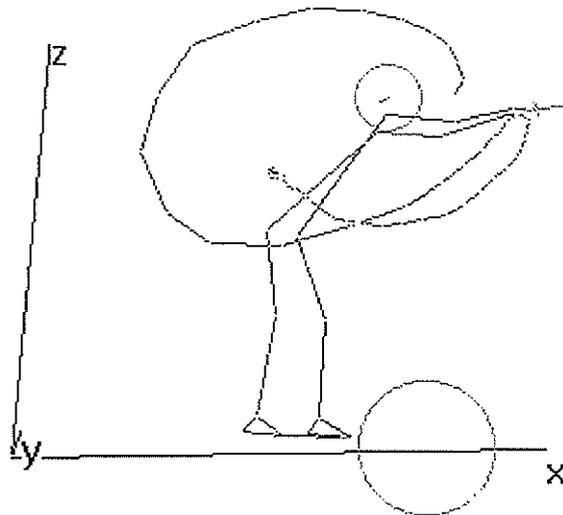


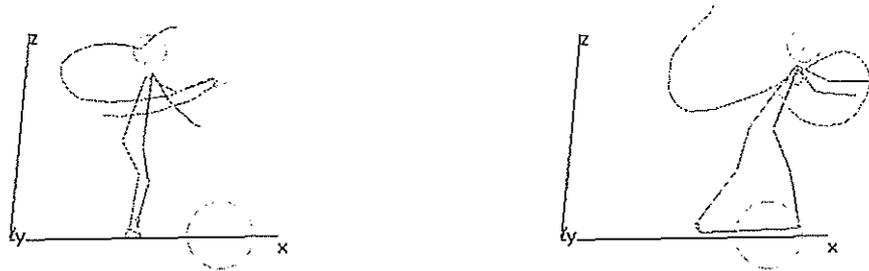
Abbildung 43: Wurf der Idealnorm

Man erkennt einen gleichmäßigen Auf- und Abschwung. Die Ausholposition liegt leicht über der Schulterhöhe. Die Zugbahn verläuft unterhalb der Hüfte und schwingt weit nach oben aus.



Abbildung 44: Würfe mit hoher und flacher Schwungkurve

Die Wurfbewegungen in der oberen Abbildung zeigen zwei Probanden mit extrem hoher (28 cm über Schulterhöhe) und extrem flacher Ausführung (20 cm unterhalb). Bei der flachen Verbindungskurve der Hand kommt die Hand wesentlich höher hinaus als bei der hohen Ausholbewegung.



**Abbildung 45:** Würfe mit rechtwinkligem Ausfallschritt und mit Ausfallschritt weit nach vorne

Der Umfang der Handbewegung zeigt sich durch die Art des Ausfallschrittes. Die linke Person macht einen Ausfallschritt weit zur Seite ( $87^\circ$  zur Wurfrichtung) und hat einen Bewegungsumfang in X- Richtung von 1,11 m, während die rechte diesen in Wurfrichtung orientiert ( $34^\circ$ ) und einen Umfang von 1,50 m hat.



**Abbildung 46:** Würfe mit geringer und starker Hüftverwringung

Abgebildet sind zwei Werfer mit geringer ( $39^\circ$ , links) sowie mit starker Hüftverwringung ( $60^\circ$ , rechts). Beide erzielen gute Wurfresultate, der Proband mit der starken Hüftverwringung erreicht einige Meter mehr an Wurfweite.

Die unterschiedlichen Eigenschaften der Wurfbewegungen der Probanden können durch andere Eigenschaften teilweise kompensiert werden. Die Abweichungen der

Ausführungen müssen aber nicht unbedingt individuelle Eigenschaften der Testpersonen sein. Eine unterschiedliche Auffassung über die Erreichung des sportmotorischen Ziels kann ebenfalls die Bewegung beeinflussen.

#### 4.4.8 Flug

##### **Beginn:**

Nach dem letzten Scheibe- Hand- Kontakt

##### **Ende:**

Fangen der Scheibe des Mitspielers

##### **Ziel:**

Erreichen der biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges aus Kapitel 3.4.7.1

**Tabelle 19: Biomechanische Größen des Scheibenfluges**

<b>Biomechanische Zielgrößen</b>	<b>Biomechanische Einflußgrößen</b>
Maximierung der Wurfweite	Maximale Abwurfgeschwindigkeit Optimale Verbindung von Anstell- und vertikalem Abwurfwinkel
Flugkurve leicht „inside“	Optimaler Neigungswinkel
Flach über Reichhöhe der Verteidiger	Optimale Verbindung von Anstell- und vertikalem Abwurfwinkel
Verminderung der relativen Flugdauer	Optimale Verbindung von Anstell- und vertikalem Abwurfwinkel
Möglichst genau in einen Bereich von ca. 15 Meter Breite	Optimale Verbindung von Neigungs- und horizontalem Abwurfwinkel

**Die Indikation** wurde bereits in Kapitel 3.1.3.2 und **die Erläuterung** in Kapitel 3.4.7.1 beschrieben.

##### **Beschreibung und Interpretation:**

Alle Würfe landeten aufgrund der Auswahl im Zielbereich und erfüllen daher diese biomechanische Ausprägung. Die qualitative Betrachtung der Flughöhe ergab Höhen von ca. vier bis acht Metern. Je weiter die Würfe werden, desto höher werden sie bei

gleichem Abwurfwinkel. Die Flugkurven variieren von „stärker inside“ bis „leicht outside“. „Starke outside“- Würfe wurden von den Probanden mit schlechten Noten belegt.

**Tabelle 20: Biomechanische Zielgrößen des Scheibenfluges**  
Mittelwert, Standardabweichung (s), Maximalwert und Minimalwert der Gruppe;  
Idealwert

Variable	Mittelwert	s	Maximum	Minimum	Idealwert
Weite	60,4 m	7,4 m	69,5 m	49 m	72 m
mittlere Fluggeschwindigkeit	11,10 m/s	0,88 m/s	12,3 m/s	9,9 m/s	12,6 m/s

Die Weite der statistischen Norm variiert von einem Minimum bei 49 m bis zu einer Weite von 69,5 m. Der Mittelwert liegt bei  $60,4 \text{ m} \pm 7,4 \text{ m}$ . Der Idealwert hat logischerweise die größte Weite, andernfalls wäre der Wurf nicht als Idealnorm definiert worden. Mit der Idealbewegung erreicht man eine Weite von 72 m. Bei der mittleren Fluggeschwindigkeit liegt die statistische Norm bei  $11,10 \text{ m/s} \pm 0,88 \text{ m/s}$ . Sie liegt dabei um  $1,5 \text{ m/s}$  unterhalb der Idealnorm von  $12,6 \text{ m/s}$ . Mit der Wurfbewegung der Idealnorm kann also nicht nur weiter geworfen werden, sondern auch später abgeworfen werden. Das ermöglicht eine höhere Einsetzbarkeit des Wurfes.

## 5. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war die technische Analyse des weiten Rückhandwurfes im Ultimate Frisbee. Da bisher keine Forschungsergebnisse speziell zu diesem Wurf vorlagen, der weite Rückhandwurf aber im Spiel häufig zu sehen ist, wurde er auf zwei Betrachtungsweisen untersucht. Die morphologische Beschreibung diente zum einen als erstes praxisnahes Ergebnis, zum anderen als Vorstufe zur biomechanischen Betrachtung.

Die Vorgehensweise der Untersuchung war mit einer Befragung und einer Beobachtung zweifach gestuft. Für die Beobachtung wurden Ergebnisse der Befragung benötigt.

Zuerst wurden mittels eines Fragebogens, der an zehn Experten des deutschsprachigen Raumes verteilt wurde, die Rahmenbedingungen der Anwendbarkeit und der Bedeutung dieses Wurfes ermittelt. Die befragten Experten sprachen dem weiten Rückhandwurf eine hohe Bedeutung zu, sodaß die Theorie der Untersuchungsrelevanz bestätigt wurde.

Durch die Befragung wurde außerdem festgestellt, welche biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges der Wurf beschreiben soll. Mit einer morphologischen Beschreibung des Wurfes wurden die in der Beobachtung zu untersuchenden Merkmale festgelegt.

Die biomechanische Beobachtung wurde standardisiert durchgeführt. Neun Probanden des Ultimate Frisbee- Vereins „Feldrenner“ Mainz wurden in der Leichtathletikhalle der Universität Mainz mit zwei Kameras auf Videoband aufgenommen. Unter Zuhilfenahme des Computers wurden die Aufnahmen mit dem Programm „Simi- Motion“ kinematisch ausgewertet.

Mit dem besten Wurf der drei Werfer wurde anschließend die morphologische Beschreibung angefertigt.

Bei der biomechanischen Auswertung wurde der beste Werfer als Idealnorn definiert. Der Wurf dieser Person erfüllte am besten die biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges. Die biomechanische Beschreibung des Wurfes erfolgte anhand dieser Idealtechnik.

Ein Vergleich der idealen Norm mit einer statistischen Norm, die aus dem Mittel von sieben weiteren Probanden gewonnen wurde, wurde bei den Wurfpositionen und den biomechanischen Zielgrößen vorgenommen. Es ergaben sich Unterschiede, aus denen auf Einflußgrößen in der Wurfleistung geschlossen werden konnte.

Bei der Auswertung der Videoaufnahmen wurde festgestellt, daß eine Aufnahmefrequenz von 50 Hertz für die biomechanische Auswertung in Grenzfällen zu gering war. Die Bilder verschwammen bei Geschwindigkeiten der Scheibe von ca. 20 m/s sehr. Die Ermittlung der Neigungswinkel aus den Daten der Scheibenrandpunkte ergab widersinnige Ergebnisse. Das Abtasten der Scheibe mit dem Computer stellte sich als äußerst ungenau heraus.

Für die Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit im Abwurf müssen andere Verfahren eingesetzt werden.

Die Untersuchungsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Der weite Rückhandwurf wird im Ultimate Frisbee häufig mit „langem Teil“ benannt. Er stellt eine hohe Bedeutung für eine Spitzenmannschaft dar, da die Mannschaftstaktik variabler gestaltet werden kann. Ohne das „lange Teil“ sind gegnerische Mannschaften leichter zu verteidigen. Als angreifende Mannschaft kann bei Beherrschung des Wurfes von jeder Stelle aus ein direkter Punkt gemacht werden.

Der Wurf wird vor allem in einer Standardsituation geworfen, die mit „Tiefgehen in die freie Endzone“ bezeichnet wird.

Der Wurf gliedert sich in die drei Abschnitte Ausholbewegung, Abwurfbewegung und Ausschwingbewegung. Der wichtigste Abschnitt ist die Abwurfbewegung, in der die Scheibe durch schnellen, kräftigen Armschwung mit Unterstützung der Körperrotation aus der weiten Ausholposition zum Abwurf gebracht wird.

Die wichtigsten, biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges sind Zielerreichung, Weite und Geschwindigkeit. Die Idealnorm erreicht das Ziel mit einer Weite von 72 Metern und einer mittleren Scheibengeschwindigkeit von 12,6 m/s. Die Gruppe weist einen mittleren Wert von 60,4 m (Weite) und 11,10 m/s (Geschwindigkeit) auf.

Die Scheibe soll mit maximaler Geschwindigkeit unter Einhaltung der optimalen Winkel abgeworfen werden. Bei der idealen Norm wird eine Abfluggeschwindigkeit von 20,2 m/s erreicht.

Die biomechanische Betrachtung des Wurfes gliedert sich in dieselben Abschnitte wie die morphologische.

Beim Rechtshänder dreht der Oberkörper bei der Ausholbewegung mit einer Drehung gegen den Uhrzeigersinn um  $166^\circ$  vom Ziel weg. Die Scheibe wird nach 80% der Ausholbewegung mit konstanter Geschwindigkeit nach hinten oben genommen.

Die Ausholposition der idealen Norm zeigt gegenüber der statistischen zwei extreme Unterschiede. Der Oberkörper ist mit  $47^\circ$  sehr viel weiter nach vorne gebeugt, als dies im Mittel die Gruppe der Fall ist ( $62,0^\circ$ ). Außerdem besitzt die Gruppe ( $41,7^\circ$ ) eine beinahe dreimal so große Hüftverwringung (Winkel zwischen Schulter und Hüfte) wie die ideale Norm ( $15^\circ$ ).

Bei der Wurfbewegung werden die biomechanischen Prinzipien der zeitlichen Koordination der Teilimpulse durch die Überlagerung der Geschwindigkeitskurven der Schulter, des Ellbogens und der Hand deutlich (siehe Abbildung 37). Zudem zeigt sich durch mehrere Schaubilder, daß die Armbewegung durch einen enormen Körpereinsatz sowohl in X- Richtung, als auch in Z- Richtung unterstützt wird.

In der Abwurfposition zeigt die Schulterachse der Idealnorm mit  $9^\circ$  genau in die Richtung der Abwurfgeschwindigkeit. Es scheint, als ob die Wurfrichtung darüber gesteuert wird. Die statistische Norm hat sich  $9,9^\circ$  darüber hinausgedreht und steuert die Zielerreichung teilweise über den Blickkontakt. Ein weiterer Unterschied besteht in der Streckung des Körpers. Der Kniewinkel ist mit  $180^\circ$  beim besten Werfer völlig gestreckt, während sich die Gruppe im Mittel noch nicht ganz gestreckt hat ( $154,4^\circ$ ).

Mit der Ausschwingbewegung schwingt der Werfer mit der idealen Norm nicht in den Bereich des Markers, wenn dieser mit einem Winkel von  $45^\circ$  „rechts auf“ deckt.

Im nachfolgenden Kapitel werden konkrete Handlungsanweisungen angegeben, die auf den Ergebnissen der Untersuchung beruhen.

## 6. Konkrete Bewegungsanweisungen

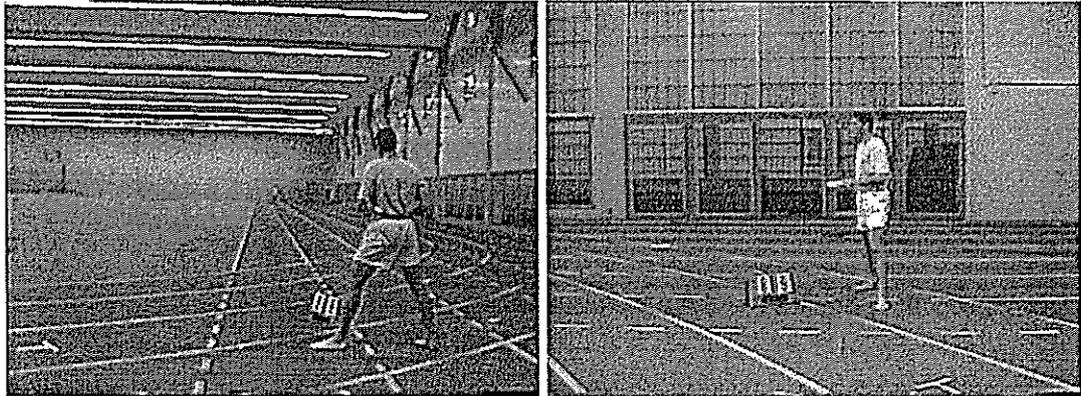


Abbildung 47: Ausgangsposition

Stehe aufrecht mit frontaler Ausrichtung zum Ziel hin. Halte die Scheibe vor deinen Körper so, als ob du jemandem die Hand gibst. Greife also mit 4 Fingern in den Scheibenrand. Konzentriere dich auf den Wurf. Du mußt überlegen, ob deine Wurf Fähigkeiten dem Paß entsprechen, also, ob du dein Ziel erreichen kannst. Wenn dein Fuß noch nicht ausgedreht ist, führst du eine Drehung über die Fußspitze aus.

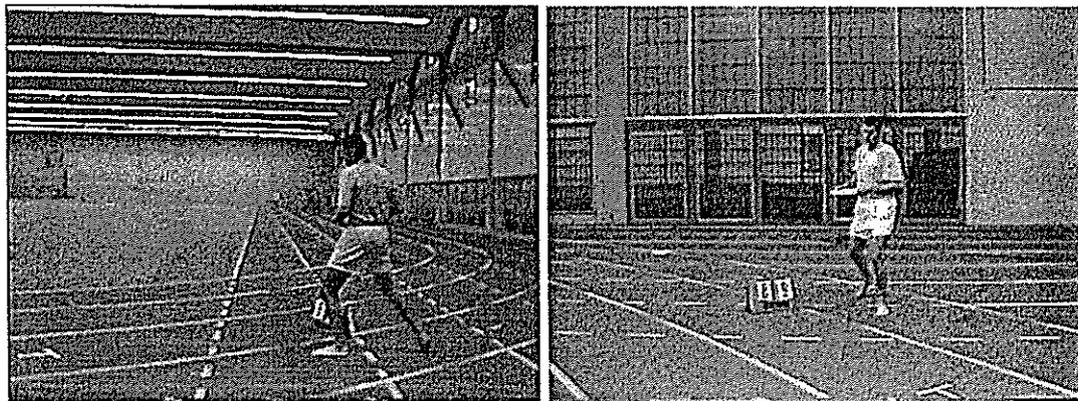


Abbildung 48: Beginn der Drehung nach hinten

Jetzt beginnst du mit der Drehung nach links. Verlagere das Gewicht auf das linke Bein und beginne den Schritt mit dem rechten Bein nach links vorne. Halte die Scheibe weiterhin nahe am Körper. Du kannst schon damit beginnen, deinen Arm zu strecken. Versuche bei der Körperrotation die Schulterachse parallel zur Hüfte zu lassen, damit die Ausholbewegung nicht unruhig wird.

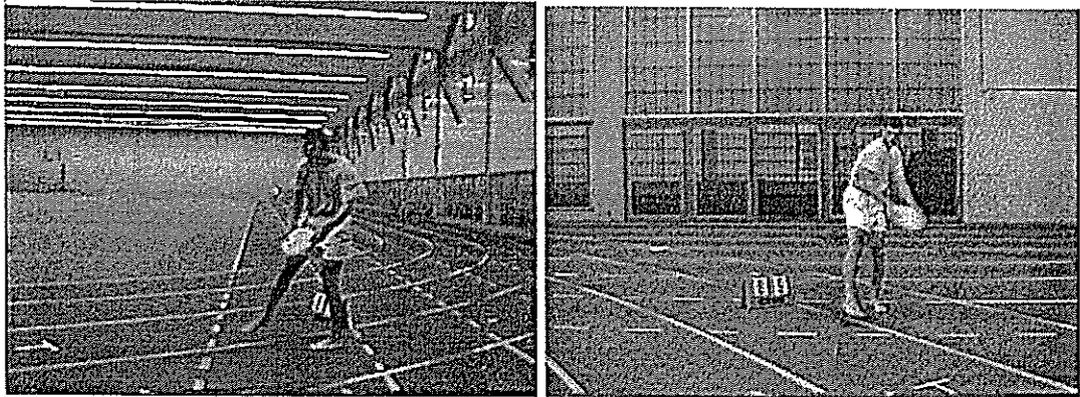


Abbildung 49: Beginn des Anhebens der Scheibe

Wenn dein Körper sich ganz vom Ziel weggedreht hat, beginnst du Arm und Scheibe anzuheben. Gleichzeitig streckst du dein Becken nach hinten hinaus, um das Gewicht immer noch auf dem linken Bein zu halten. Schulter und Hüfte sind immer noch parallel. Versuche so lange wie möglich Blickkontakt mit dem Ziel zu halten, um den Wurf eventuell noch abbrechen zu können. Jetzt kommst du langsam in die Ausholposition.



Abbildung 50: Maximale Ausholposition

Strecke die Hand so weit wie möglich nach hinten und beuge den Oberkörper nach vorne. Um eine stabile Position zu haben, kannst du die linke Hand an der Scheibe lassen, bis die Vorwärtsbewegung beginnt. Strecke die Hand in die entgegengesetzte Wurfrichtung. Die Hüfte und die Schulterachse sind relativ parallel. Den Handgelenkwinkel läßt du genauso geöffnet wie die anderen Armwinkel, um das Handgelenk später blitzartig ein- und wieder ausklappen zu können.

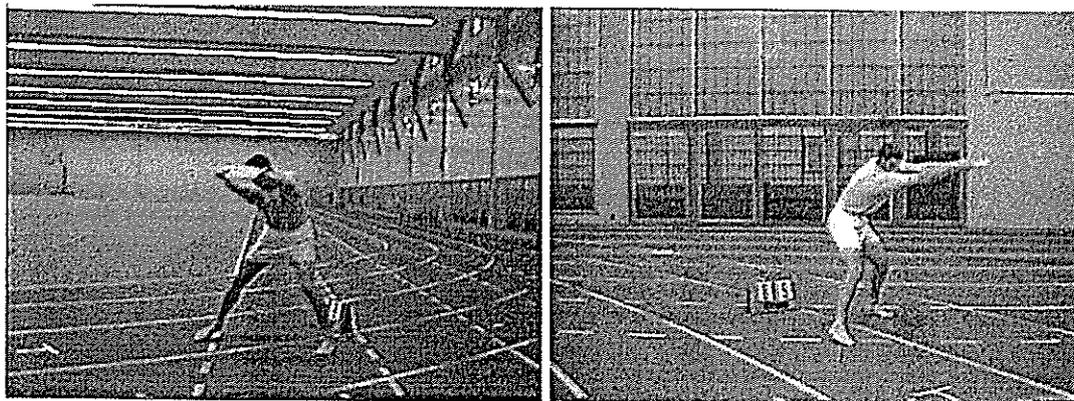


Abbildung 51: Fußaufsatz

Dein Fuß setzt auf. Den Ausfallschritt machst du leicht nach links vorne, um gut am Marker vorbei zu kommen. Die Scheibe wird leicht über Schulterhöhe angehoben. Die Arme bleiben nach hinten oben gestreckt. Die Wurfbewegung leitest du über ein Senken des Körperschwerpunktes ein. Während des Fußaufsatzes gehst du in die Knie.

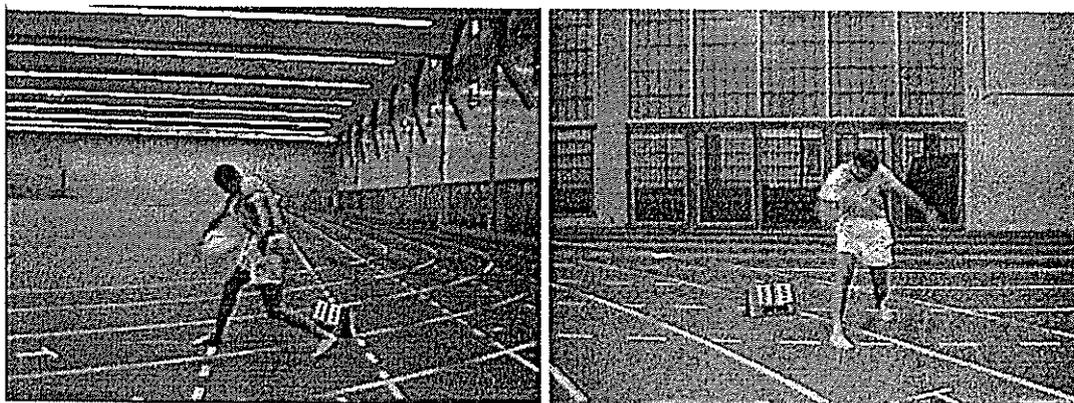


Abbildung 52: Dynamik kurz vor dem Abwurf

Jetzt kommt der entscheidende Teil der Wurfbewegung. Laß deinen Oberkörper nach vorne geneigt. Ziehe den Ellbogen nach vorne, als ob du gegen einen Gegenstand schlägst. Schwinde den Arm in der Ebene, in der du die meiste Kraft entwickeln kannst. Schiebe gleichzeitig die linke Hüfte nach vorne, um durch die Körperrotation noch mehr Schwung in den Arm zu bekommen. Versuche bis zum Abwurf eine vollständige Streckung der Beine zu erreichen und den Oberkörper zu heben. Die Körperstreckung unterstützt den Armschwung zusätzlich. Gleichzeitig bekommst du eine stabile Körperposition, die eine hohe Anzahl an erfolgreichen Würfen zuläßt.

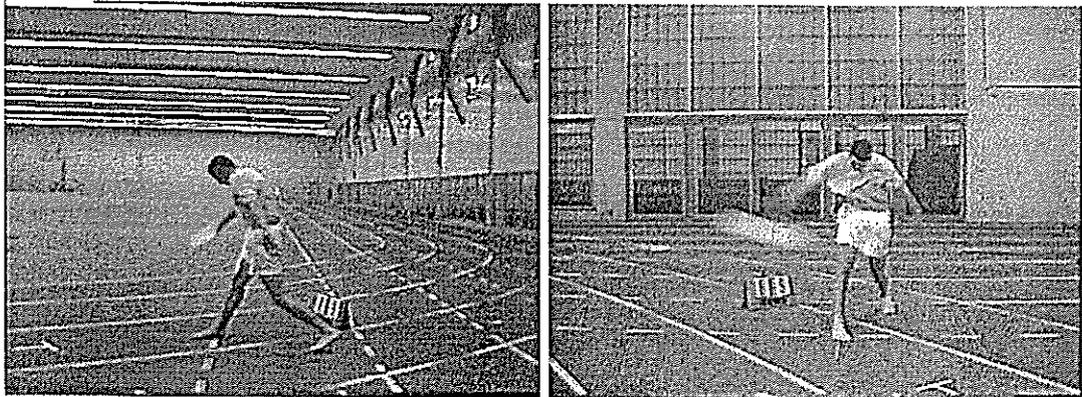


Abbildung 53: Abwurf

Im Abwurf ist dein rechtes Bein dann völlig gestreckt. Laß den Blick vorerst zum Boden gesenkt, damit du den Wurf nicht „verreißt“ und die Scheibe im Aus landet. Bremse die Schulterdrehung ab, sodaß die Schulterachse im Abwurf in die Abwurfriechung zeigt. Der Ellbogenwinkel ist schon beinahe gestreckt. Den letzten Impuls auf die Scheibe gibt die Streckung deines Handgelenkes. Entscheidend ist nun, daß du die Scheibe im richtigen Moment losläßt, sodaß die Scheibe mit einer leichten Linkskurve zum Ziel fliegt. Achte darauf, daß die Scheibe für die Neigung die Verlängerung deines Armes beschreibt und einen geringen Anstellwinkel hat.

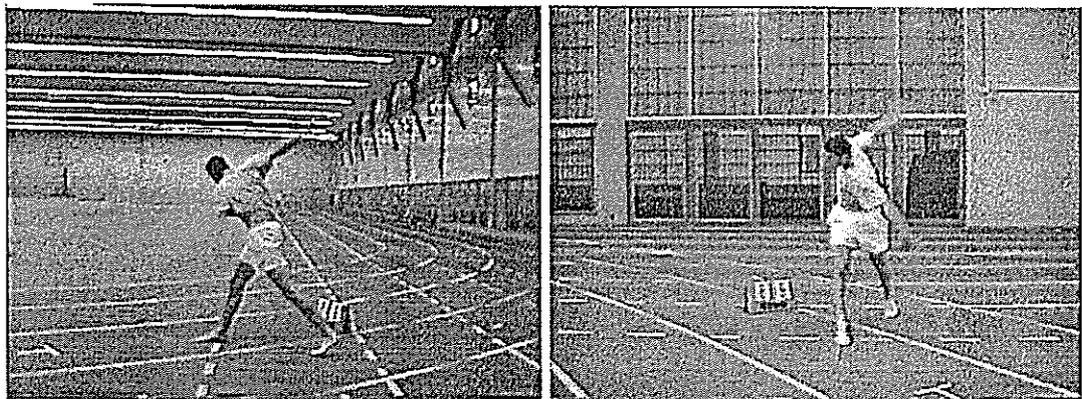


Abbildung 54: Ausschwing

Wenn du vorher deinen Oberkörper weit nach vorne gebeugt hast, wirst du nicht in den Bereich des Markers kommen. Du kannst den Armschwung ohne Bedenken durchziehen. Achte darauf, mit dem linken Fuß am Boden zu bleiben, um keinen Schrittfehler zu begehen. Wenn dein Ausfallschritt groß genug war, bleibt dein Körpergewicht zwischen den Beinen und dir unterläuft kein „travelling“.

## 7. Literatur

- BALLREICH, R. / BAUMANN, W. [HRSG.]: Grundlagen der Biomechanik. Stuttgart: Enke, 1996.
- BALLREICH, R. / KUHLOW, A.[HRSG.]: Biomechanik der Leichtathletik. Stuttgart: Enke, 1986.
- BALLREICH, R. / KUHLOW, A.[HRSG.]: Biomechanik der Sportspiele. Stuttgart: Enke, 1992.
- BARTEL, WOLFGANG: Frisbee – die Technik des Werfens und Fangens. In: Körpererziehung 41 (1991), 5, 203-208.
- BRENNAN, TOM: Grips. Online in Internet: URL: <http://www.upa.org/upa/grips/grips.htm> [Abrufdatum: 07.03.1999].
- CISLUNAR AEROSPACE: Aerodynamics in Sports Equipment – The Frisbee. Online in Internet: URL: <http://muttley.ucdavis.edu/Book/Sports/instructor/frisbee-01.html> [Abrufdatum: 07.03.1999].
- GEIBLER, ACHIM: Ultimate Frisbee. Eine Einführung in den Frisbee-Sport & Technik + Taktik im Ultimate. Karlsruhe 1995/3.
- GÖHNER, ULRICH: Bewegungsanalyse im Sport. Schorndorf: Hoffmann, 1979.
- GROSSER, MANFRED / HERMANN, H. / TUSKER, F. / ZINTL, F.: Die sportliche Bewegung. Anatomische und Biomechanische Grundlagen. München; Wien; Zürich: Bv Verlag, 1987.
- HOWE, STEVE: The Physics of Disc Flight. Online in Internet: URL: <http://www.acay.com.au/~afda/skills/physics.htm> [Abrufdatum: 14.04.1999].
- KALB, IRV / KENNEDY, TOM: Ultimate. Fundamentals of the sport. Santa Barbara (CA): Revolutionary Publications 1982.
- KUCHLING, HORST: Taschenbuch der Physik. Leipzig; Köln: Fachbuchverlag 1994.
- LIU, GODWIN: Ultimate; Beginner's Notes – The Stack.. Online in Internet: URL: <http://www.sunnybrook.utoronto.ca:8080/~liu/ultimate/strategy/stack.html> [Abrufdatum: 07.03.1999].
- MEINEL, KURT: Bewegungslehre. Versuch einer Theorie der sportlichen Bewegung unter pädagogischem Aspekt. Berlin 1960.

- NAPIERALSKI, THOMAS: Ultimate Frisbee in Deutschland – der aktuelle Stand unter besonderer Berücksichtigung einer didaktisch-methodischen Konzeption für den Schulsportunterricht. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Mainz, Fachbereich Sport 1994.
- SCHUURMANS, MACE: Frisbee: Geschichte und Aerodynamik. Schweiz 1985.
- SDGO: The flying Disc Academy: The 360 Run-up. Online in Internet: URL: <http://www.algonet.se/~sdgo96/engelska/frisbee/skola/turn.htm> [Abrufdatum: 16.06.98].
- WAHRMANN, HARTMUT: Frisbee. Freizeitspaß und Wettkampfsport. München: Copress, 1990.
- WFDF: 1998 Wfdf Rulebook Article IV (Ultimate). Online in Internet: URL: <http://www.wfdf.org/art4.htm> [Abrufdatum: 19.03.1999].
- WFDF: Rule Changes for 1999. Online in Internet: URL: <http://www.utilinks.com/wucc99/newrules.html>[Abrufdatum: 18.04..1999].
- WILLIMCZIK, KLAUS / ROTH, K.: Bewegungslehre. Grundlagen – Methoden – Analysen. Rheinbek bei Hamburg: Rowohlt 1983.
- WILLIMCZIK, KLAUS: Statistik im Sport: Grundlagen, Verfahren, Anwendungen. Hamburg: Czwalina 1993.
- ZIMMERMANN, RETO / BATTANTA, PAMELA: Frisbee 1: Technik – Methodik – Spiel. Ein Lehrbuch für Schulen und Vereine. Bern: Eigenverlag 1995.

## Anhang

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Spielfeld Ultimate Frisbee	3
Abbildung 2: Handlungsspielraum des Werfers (KALB / KENNEDY 1982, 24)	6
Abbildung 3: Powergriff und Basisgriff (BRENNAN 07.03.1999, URL)	8
Abbildung 4: Wurfbewegung des einfachen Rückhandwurfes im Ausfallschritt (GEIBLER 1995, 70)	10
Abbildung 5: Basisgriff und Powergriff Vorhand- und Überkopfwurf (BRENNAN 07.03.1999, URL)	10
Abbildung 6: Wurfbewegung des einfachen Vorhandwurfes im Ausfallschritt (GEIBLER 1995, 71)	11
Abbildung 7: Grundaufstellung Stack (nach LIU 07.03.1999, URL)	13
Abbildung 8: Grundaufstellung 4:1:2	14
Abbildung 9: Eingescannter Querschnitt einer „Ultra Star“ Scheibe	22
Abbildung 10: vertikaler und horizontaler Abwurfwinkel (BALLREICH / KUHLOW 1996, 61)	25
Abbildung 11: Anstellwinkel und Angriffswinkel, Neigungswinkel	26
Abbildung 12: Zusammenhänge der biomechanischen Größen	34
Abbildung 13: Kameraansicht von hinten und von der Seite mit Paßpunktsystem (Würfel)	43
Abbildung 14: Skizze des Labors „Leichtathletikhalle“ mit Meßvorrichtungen	44
Abbildung 15: Ausschnitt des Untersuchungsprotokolles	47
Abbildung 16: Flugbahn „airbounce“ (GEIBLER 1995, 30)	51
Abbildung 17: Verschwommenes Bild beim Abwurf	58
Abbildung 18: Bezeichnung des Wurfes nach den Experten	61
Abbildung 19: Standardsituation: Der letzte Spieler läuft in die freie Endzone und bekommt das „lange Teil“.	64

Abbildung 20: Situationen, in denen Experten ein "langes Teil" werfen	65
Abbildung 21: Ausholposition des Probanden Y (Ansicht von der Seite)	69
Abbildung 22: Abwurfposition des Probanden X (Ansicht von hinten)	71
Abbildung 23: Mittelwert und Idealwert der Abfluggeschwindigkeit	73
Abbildung 24: Mittelwert und Idealwert des Neigungswinkels des Unterarmes und der Abwurfriechtung der Scheibe	74
Abbildung 25: Mittelwert und Idealwert des Abwurfwinkels, des Anstellwinkels und des Angriffswinkels	75
Abbildung 26: Schulter- und Ellbogenwinkel	78
Abbildung 27: Höhe der Hand	78
Abbildung 28: Winkel zwischen Oberkörper und XY- Ebene	79
Abbildung 29: Maximale Ausholposition der Idealnorn	82
Abbildung 30: Mittelwert und Idealwert der Oberkörperneigung und Hüftverwringung in der Ausholposition	83
Abbildung 31: KSP- Verlauf in X- Richtung	87
Abbildung 32: Schulter- und Ellbogenwinkel	88
Abbildung 33: Winkelgeschwindigkeit des Schulter- und Ellbogenwinkels	88
Abbildung 34: KSP in Z- Richtung	89
Abbildung 35: Knie- und Hüftwinkel	90
Abbildung 36: Knie- und Hüftwinkelgeschwindigkeit	90
Abbildung 37: Impulsübertragung	90
Abbildung 38: Hüftverwringung	91
Abbildung 39: Ausholposition mit der Armzugebene (verdeutlicht durch eine Überlagerung der Unterarmpositionen)	92
Abbildung 40: Abwurfposition der Idealnorn	94
Abbildung 41: Mittelwert und Idealwert des Kniewinkels und des Winkels zwischen Schulterachse und Abwurfriechtung in der Abwurfposition	95
Abbildung 42: Projektion der Hand in die XY- Ebene	96
Abbildung 43: Wurf der Idealnorn	98

<b>Abbildung 44: Würfe mit hoher und flacher Schwungkurve</b>	<b>98</b>
<b>Abbildung 45: Würfe mit rechtwinkligem Ausfallschritt und mit Ausfallschritt weit nach vorne</b>	<b>99</b>
<b>Abbildung 46: Würfe mit geringer und starker Hüftverwringung</b>	<b>99</b>
<b>Abbildung 47: Ausgangsposition</b>	<b>105</b>
<b>Abbildung 48: Beginn der Drehung nach hinten</b>	<b>105</b>
<b>Abbildung 49: Beginn des Anhebens der Scheibe</b>	<b>106</b>
<b>Abbildung 50: Maximale Ausholposition</b>	<b>106</b>
<b>Abbildung 51: Fußaufsatz</b>	<b>107</b>
<b>Abbildung 52: Dynamik kurz vor dem Abwurf</b>	<b>107</b>
<b>Abbildung 53: Abwurf</b>	<b>108</b>
<b>Abbildung 54: Ausschwingung</b>	<b>108</b>

## **Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1: Merkmale der Wurfbewegung mit Wichtigkeit.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabelle 2: Häufigkeiten der Antworten zu den biomechanischen Zielgrößen des Scheibenfluges.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabelle 3: Subjektive Einschätzung und Weite der Probanden.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabelle 4: Zuschneideverfahren für die Berechnung.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabelle 5: Berechnung der wahren Ausdehnung der Bildpunkte.....</b>	<b>57</b>
<b>Tabelle 6: Verschiedene gemessene Werte für die rechte Fußspitze bei einer Testperson nach dem Fußaufsatz.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabelle 7: Klärung der Griffhaltung.....</b>	<b>66</b>
<b>Tabelle 8: Morphologische Merkmale des weiten Rückhandwurfes und Anzahl der Nennungen.....</b>	<b>66</b>
<b>Tabelle 9: Biomechanische Einflußgrößen des Scheibenfluges .....</b>	<b>73</b>
<b>Tabelle 10: Biomechanische Größen und Indikatoren der Ausholbewegung.....</b>	<b>76</b>
<b>Tabelle 11: Operationalisierung der Ausholposition.....</b>	<b>80</b>
<b>Tabelle 12: Positionen und Winkel in der Ausholposition .....</b>	<b>81</b>
<b>Tabelle 13: Biomechanische Größen und Indikatoren der Abwurfbewegung....</b>	<b>84</b>
<b>Tabelle 14: Zurückgelegte Wegstrecke in X- Richtung der Hand und des KSP´s .....</b>	<b>87</b>
<b>Tabelle 15: Operationalisierung der Abwurfposition .....</b>	<b>93</b>
<b>Tabelle 16: Positionen und Winkel in der Abwurfposition.....</b>	<b>93</b>
<b>Tabelle 17: Biomechanische Größen und Indikatoren der Ausschwingbewegung .....</b>	<b>96</b>
<b>Tabelle 18: Ausführungszeit .....</b>	<b>97</b>
<b>Tabelle 19: Biomechanische Größen des Scheibenfluges .....</b>	<b>100</b>
<b>Tabelle 20: Biomechanische Zielgrößen des Scheibenfluges .....</b>	<b>101</b>

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere, daß ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig verfaßt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Mainz, den 22.06.99

---

Robert Pesch