

...

Biomechanische Grundlagen
für die optimale Gestaltung der Bewegungen im Karate

Technik: Gyaku-tsuki

Michael Canoy (6. Dan Shotokan)
Österreichischer JKA-Karateverband

Gumpendorfer Str. 63D, A-1060 Wien
office@oejkv.at

Wien, 10. Juni 2004

1 Einleitung

Die folgende Analyse der Technik „Gyaku-tsuki“ basiert auf einer Seminararbeit von Michael Canoy, die am Institut für Sportwissenschaften bei Prof. Dr. R. Sobotka im Sommersemester 1976 verfasst wurde. Der Titel lautete: „Natürliche Ausholbewegungen und deren Einfluss auf verschiedene Karatetechniken“.

Die folgenden Bildreihen wurden mit einem 8-Linsen-Fotoapparat aufgenommen (Polaphy, Japan), der nach dem Polaroid-System arbeitet und Bildreihen von acht Bildern in Ablaufgeschwindigkeit zwischen 0,1 und 7 Sekunden aufzunehmen erlaubt. Die Bildreihen wurden mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten aufgenommen. Da die Bilderzahl auf acht Bilder begrenzt ist, gab es anfänglich bei den „schnellen Techniken“ Schwierigkeiten, diese fotografisch festzuhalten. Dieses Problem konnte durch Koppelung zweier Kameras behoben werden. Die Aufnahmen wurden 1976 am Institut für Leibeserziehung der Universität Wien (Universitätssportzentrum Schmelz) durchgeführt.

Als Versuchspersonen dienten ein Anfänger (8. Kyu- zwei Monate Training), ein Fortgeschrittener (1. Dan – drei Jahre Training) und ein Spitzensportler (4. Dan – zwölf Jahre Training, Österreichischer Bundestrainer Yasuyuki Fujinaga). Allen dreien sei besonders für ihre geduldige Mitarbeit gedankt.

Die literarische Grundlage zu den folgenden Ausführungen stellt das Fachbuch dar: M. Nakayama, Karate-Do Dynamik-Karate, Sprengling bei Frankfurt am Main, 1969. Die zu den dargestellten Techniken gehörigen Kapitel werden bei den entsprechenden Übungen durch Seitenangaben gekennzeichnet.

Weiters wurde diese Arbeit im Jahre 1979 in der vom Deutschen Sportbund herausgegebenen Sportzeitschrift „Leistungssport, Informationen zum Training – Kampfsport II“ auszugsweise veröffentlicht. In der Folge wurde auch ein Skriptum für die Trainerausbildung in Österreich ausgearbeitet.

2 Charakteristik der Bewegungsausführung im Karate

Es gibt im Sport im Prinzip zwei Arten von Bewegungen, bei denen es auf Geschwindigkeit ankommt:

- **Bewegungsart I: hohe Endgeschwindigkeit ohne Rücksicht auf die Beschleunigungsdauer**

Bei der Art der Bewegung soll eine maximale Endgeschwindigkeit des Körpers oder des Gerätes erreicht werden ohne Rücksicht auf die Zeit, die bis zum Erreichen dieser maximalen Endgeschwindigkeit vergeht. In diesem Fall werden die Bewegungen mit Ausholbewegungen ausgeführt, da die dadurch gegebene Verbesserung der Kontraktionsfähigkeit (größere Kraft auf Grund der Vorspannung des Muskels) und die Verlängerung des Arbeitsweges (=Beschleunigungsweges) eine Vergrößerung der maximalen Endgeschwindigkeit erreichen lässt.

- **Bewegungsart II: hohe Endgeschwindigkeit in kürzester Zeit**

Bei der Art der Bewegung wird eine hohe Schnelligkeit innerhalb eines möglichst kurzen Zeitraumes gewünscht. Daher müssen die Ausholbewegungen unterdrückt bzw.

weggelassen werden, da ansonsten eine zeitliche Verzögerung des Bewegungseffektes eintritt. Man muss sich klar sein, dass ein Weglassen der Ausholbewegung immer eine Verringerung der maximalen Endgeschwindigkeit (Wucht etc.) mit sich bringt. Hier entscheidet neben der Größe der Kraft mehr als im ersten Fall der plötzliche Anstieg der Muskelkraft über das Bewegungsergebnis. Die Fähigkeit, in möglichst kurzer Zeit im Muskel die maximale Kontraktion zu erreichen, ist möglicherweise nur beschränkt trainierbar.

Die Bewegungen im Karate werden häufig (vor allem in der Grundschule) nach der Bewegungsart II. gestaltet. Normale Ausholbewegungen sind in jedem Fall ungünstig, da sie ein frühzeitiges Erkennen der Bewegungsabsicht ermöglichen und damit dem Gegner Zeit für Abwehrreaktionen lassen. Ausholbewegungen werden daher durch Finten verschleiert.

Noch ungünstiger als Ausholbewegungen sind einleitende Bewegungen, die keinen oder nur einen geringen Bewegungseffekt haben. Eine Ausholbewegung in der entgegen gesetzten Richtung z.B. vor dem Armstoß hat, obwohl sie ungünstig ist, wenigstens den Effekt der Verstärkung dieses Stoßes. Beginnt man Bewegungen mit Heben des Kopfes, der Schultern oder sonstiger Bewegungen, dann ist nur der negative Effekt der frühzeitigen Erkennung ohne positiven Einfluss auf den Bewegungsablauf vorhanden.

Hypothese

Werden die Aktionsmuskeln (Agonisten) vor der Bewegung mäßig kontrahiert (vorgespannt), was nur bei gleichzeitiger Kontraktion der Antagonisten möglich ist, so kann eine größere Aktionsgeschwindigkeit erwartet werden, wenn es gelingt, die Antagonisten gleichzeitig mit der Hauptkontraktion der Agonisten völlig zu entspannen. Es handelt sich bei diesem Gedanken um eine Annahme (Hypothese) auf Grund des Prinzips der Anfangskraft. (Vergl. G. HOCHMUTH, Biomechanik sportlicher Bewegungen, Berlin 1967, S. 187)

3 Wichtige Grundgesetze für Muskelkräfte

Eine Schwierigkeit bei der Analyse jeder sportlichen Bewegung liegt darin, dass die Kraft als Ursache der sichtbaren Geschwindigkeit der Bewegung nicht unmittelbar wahrgenommen werden kann und ihre Einwirkung aus dem Ablauf der Bewegung nur schwer zu erschließen ist. Daher ist es wichtig, die Grundgesetze zu kennen, die für alle Kräfte (auch Muskelkräfte) gelten, und sie auf die konkrete Bewegung anwenden zu können.

Für die Karatebewegungen sind vor allem folgende Gesetze wichtig:

3.1 Trägheitssatz

„Jede Masse verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung auf geradliniger Bahn, solange keine äußeren Kräfte auf sie einwirken.“

Die Anwendung dieser Gesetzmäßigkeit ist klar ersichtlich. Um den Bewegungszustand meines Körpers oder von Körperteilen zu ändern, muss ich Kräfte auf den Körper wirken lassen. Das Gesetz gilt jedoch nicht nur für das Beschleunigen (Einleiten, Hervorrufen) von Bewegungen sondern ist genauso wichtig beim Abbremsen der Bewegungen, denn auch hier ist eine Änderung des Bewegungszustandes des Körpers vorzunehmen.

Die Karatebewegung führt häufig aus einer Ruhestellung über eine rasche Bewegung wieder zu einer Ruhestellung. Dies bedeutet, dass am Beginn der Bewegung hoher Krafteinsatz notwendig

ist, um die nötige Beschleunigung für die rasche Bewegung zu erzeugen, dass aber am Ende in der gleichen Weise ein Krafteinsatz notwendig ist, um die Bewegung wieder abzubremsen.

Am Beispiel „Auto“:

- Anfahren = Beschleunigung (Motorkraft)
- Rollen = keine (wenig) Krafteinwirkung; die Geschwindigkeit ist aber hier am höchsten.
- Bremsen = Verzögerung (Bremskraft)

Bei der menschlichen Bewegung werden Antriebskraft und Bremskraft vom Muskel aufgebracht. Das Problem des muskulären Abbremsens der Bewegung ist derzeit noch nicht ganz geklärt. Es ist durch Untersuchungen belegt, dass dieses Abbremsen durch Muskelkontraktionen der Antagonisten (Gegenwirkungsmuskeln) geschieht. Man nimmt an, dass dadurch Verletzungen der Gelenke durch die Wucht der rasch bewegten Gliedmaßen verhindert werden.

Es ist möglich, dass es neurologische (von den Nerven hergegebene) Begrenzungen für die maximale Geschwindigkeit der Bewegungen gibt, die durch Training (bewusst oder unbewusst) des Abbremsens der Bewegung aufgehoben werden können.

Mit diesen Überlegungen kann erklärt werden, dass die Karatebewegungen unterschiedlich ausgeführt werden, je nachdem, ob sie gegen ein Widerlager (Trefffläche) geübt und ausgeführt werden oder ob sie vom Athleten selbst abgebremst werden müssen. Von der Theorie her könnte man eine unterschiedliche Art des Verspannens am Ende der Bewegung in diesen beiden Fällen postulieren. Ein Beweis für diese Annahme kann nur durch konkrete Untersuchungen der Bewegungsabläufe geliefert werden.

3.2 Gegenwirkungssatz (actio = reactio)

„Jeder Aktion entspricht eine gleich große und entgegen gesetzte Reaktion“.

Dieser Satz besagt, dass eine Kraft wirkt immer zwischen zwei Körpern. Dabei ist die Kraft, die von Körper A auf Körper B wirkt, negativ gleich (gleich groß und entgegengesetzt gerichtet) der Kraft von B auf A.

Dieses mechanische Grundgesetz, das auch für die körperlichen Bewegungen gilt, sagt aus, dass Bewegungen nur von einem Widerlager aus hervorgerufen und wieder abgebremst werden können. Es sind zwei unterschiedliche Anwendungsformen zu beachten:

(a) Die Bewegung eines Körperteiles gegen einen anderen Körperteil.

Dabei ändert der Schwerpunkt des Gesamtkörpers seinen Bewegungszustand nicht. Für die Bewegung des Körperteils wird kein äußeres Widerlager (Boden u.ä.) benötigt. Da keine Bewegung des Gesamtkörpers hervorgerufen wird, muß am Ende auch keine abgebremst werden. Da der Körperteil (Restkörper), der das Widerlager abgibt , nicht fixiert ist, wird er durch die Krafteinwirkung reaktiv entgegen der Richtung des aktiven Körperteils bewegt. Beispiel: Startsprung ins Wasser von einem kleinen Boot aus.

(b) Die Bewegung des gesamten Körpers eingeleitet von einem Widerlager aus

Die Beine stoßen den Körper in irgendeine Weise und Richtung vom Boden ab. Am Ende der Aktion muss der in Bewegung befindliche Körper durch Bodenkontakt abgebremst werden, wobei der Bodenkontakt eine Krafteinwirkung in entgegen gesetzter Richtung

ermöglichen muss. Bei Drehbewegungen des gesamten Körpers muss die Drehung am Ende wieder abgebremst werden.

Dieses Gesetz, hier für Translationsbewegungen (geradlinige Bewegungen) erklärt, gilt in ähnlicher Weise auch für Drehbewegungen. Bei diesen wird im Fall a) der Restkörper oder ein Teil davon gegen die Drehrichtung des aktiven Körperteils bewegt, während im Fall b) der gesamte Körper sich dreht und die Drehung am Ende wieder abgebremst werden muß.

3.3 Die Kraft

3.3.1 Kraft ist „Masse mal Beschleunigung“

Aus diesem Grundgesetz geht klar hervor, dass bei gegebener Masse, die bewegt werden soll (z. B. Arm), die Beschleunigung, die dieser Masse erteilt werden kann, abhängig ist von der Größe der Kraft. Bei der konkreten Anwendung dieses Gesetzes ist zu beachten, dass im menschlichen Körper an sehr verschiedenen Stellen sehr ungleich große Kräfte entwickelt werden können.

Die Kraft bestimmter Muskelgruppen muss immer in der Relation zur Masse der bewegten Körperteile gesehen werden. Die Bein- und Hüftmuskulatur bewegt den gesamten Rumpf, die Schulter- und Armmuskulatur bewegt nur die Masse des Armes.

Es ist ungünstig, wenn eine gegebene Kraft größere Massen als notwendig bewegt, weil damit die Beschleunigung kleiner werden muss. Beispiel: Die Beinkraft des Standbeines bewegt für den Beinstoß nicht nur die Hüfte, sondern den gesamten Rumpf.

3.3.2 Kraft ist ein Vektor

Jede Kraft ist eine gerichtete Größe (Vektor). Damit ist ausgedrückt, dass eine Kraft nicht nur durch ihre Größe charakterisiert ist, sondern auch durch ihre Richtung (Wirkungslinie). Eine Kraft kann auch Wirkungen in einer anderen Richtung als die ihrer Wirkungslinie entwickeln (Beispiel Schwerkraft auf der schiefen Ebene). Je weiter aber die tatsächliche Wirkungsrichtung von der Krafrichtung (Wirkungslinie) abweicht, umso geringer wird die Wirkung (Kräftezerlegung).

Die Wirkungslinie der Beinstreckung im Kniegelenk bei Bodenkontakt ist grob gesprochen die Linie Fuß-Becken. Will man, dass die Kraft dieser Beinstreckung nach vorwärts oder rückwärts wirkt, so muss man das Bein schräg einstellen. Bei einem senkrecht stehenden Bein liegt auch die Wirkungslinie der Kniestreckung senkrecht. Das bedeutet: für rasche Ortsveränderungen vorwärts und rückwärts ist die Lage des Abstoßbeines zum Rumpf wichtig. Nur wenn das Abstoßbein weit vor bzw. hinter dem Schwerpunkt (Rumpf) liegt, und nicht ganz gestreckt ist, kann ein rasches Vor- bzw. Rückschnellen erfolgen. Ist das Abstoßbein unter dem Körperschwerpunkt, so können Bewegungen vor und zurück nur passiv eingeleitet werden (vor- oder zurückfallen lassen) und erfolgen damit langsamer. Die breite Beinstellung ist daher nicht nur aus Gründen des Gleichgewichts wichtig.

Diese Gesetzmäßigkeit kann leicht durch einen Versuch (ein kleines Experiment) einsichtig gemacht werden. Der Versuch besteht darin, aus verschiedenen Ausgangsstellungen jeweils einen großen Schritt vorwärts auf Kommando möglichst rasch durchzuführen.

Die verschiedenen Ausgangsstellungen sind:

- Zehenstand auf einem Bein
- Stand auf beiden geschlossenen Beinen
- Mittlere Bereitschaftsstellung mit gestreckten Beinen
- Mittlere Bereitschaftsstellung mit gebeugten Beinen

Bei der Ausführung (z.B. als Wettübung gegeneinander mit Wechseln der Übung) merkt man deutlich Unterschiede in der Geschwindigkeit, mit der der Schritt ausgeführt werden kann.

3.4 Weitere Gesetzmäßigkeiten für die Ausführung von Karatebewegungen

Obwohl es sich beim Karate um einen „kontaktlosen“ Sport handelt, hat die Wucht für das Durchbrechen der Abwehntechniken und für die Abwehrtechniken selbst große Bedeutung.

3.4.1 Vergrößerung der Wucht durch Addition der Teilimpulse

Egal mit welchem mechanischen Begriff die Wucht der Bewegung definiert wird (entweder Impuls $p=m*v$ oder Energie $E=\frac{1}{2}*m*v^2$), in jedem Fall kann eine Vergrößerung der Wucht erwartet werden, wenn die Geschwindigkeiten mehrerer an der Aktion beteiligter Körperteile addiert werden. Bewegt man den Oberkörper in der Hüfte und den Arm gleichzeitig nach vor, so ist die Endgeschwindigkeit v der Faust (und damit der Impuls) größer.

Wird im Moment des Auftreffens die Muskulatur verspannt, so geht die Wucht der bewegten Körpermasse m in die Wucht des Fauststoßes mit ein. Für die Ausführung der Karatebewegungen ist es wichtig, wie kräftig die Bewegungen vom Gesamtkörper her unterstützt sind. Wird der Gesamtkörper oder ein massiger Körperteil in die Richtung der Aktion bewegt und der aktive Körperteil (Arm oder Bein) durch Muskelkontraktion mit diesem Gesamtkörper oder Körperteil verbunden, so trägt die Wucht des Gesamtkörpers zur Verstärkung des Effektes bei. Je größer die Körpermassen sind, die bei einer Bewegung eingesetzt werden, desto mehr Muskelmasse arbeitet an der Bewegung mit. Ist die gesamte Körpermasse in Bewegung, so muss sie allerdings wieder abgebremst werden.

Beispiel: Viele Bewegungen mit Hüfteinsatz.

3.4.2 Vergrößerung der Wucht bei einer Teil- (Einzel-)bewegung

Bereits im Kapitel 3.4.1. wurde darauf hingewiesen, dass die Wucht eines bewegten Körperteiles von der Geschwindigkeit abhängt, mit der der Körperteil bewegt wird. Die Frage lautet daher, wie kann mit der dem Athleten zur Verfügung stehenden Kraft eine möglichst große Endgeschwindigkeit erreicht werden:

Für die Wucht einer Bewegung ist bei gegebener Kraft (z.B. bei maximal eingesetzter Kraft) die Länge des Beschleunigungsweges entscheidend. Je länger der Weg, über den die Kraft kontinuierlich wirken kann, desto längere Zeit wirkt (= beschleunigt) sie uns umso höher ist daher die Endgeschwindigkeit. Beispiel: Rakete - Je länger das Raketentriebwerk eingeschaltet bleibt, umso höher wird ihre Geschwindigkeit.

Eine Verlängerung des Beschleunigungsweges durch Ausholen ist ungünstig, daher werden die Aktionsgliedmaßen schon frühzeitig zurückgenommen (Beispiel Arme).

Man muss aber klar sehen, dass durch das Zurücknehmen die Zeit zwischen Beginn und Ende der Aktion verlängert wird. Die Endgeschwindigkeit und damit die Wucht der Bewegung wird größer, aber die Aktion selbst dauert etwas länger. Bei allen Treffern, die nur markieren und keine echte Wirkung hervorrufen sollen, ist daher zu starkes Zurücknehmen des Körperteiles, mit dem die Aktionsbewegung durchgeführt wird, ungünstig. Wird von dem Schlag oder Stoß eine große „echte“ Wirkung (d.h. große Wucht) erwartet, dann kann eine stärker zurückgenommene Ausgangsposition wegen des längeren Beschleunigungsweges günstig sein. (Vergleich dazu Bewegungsart II)

3.4.3 Vergrößerung der Bewegungsgeschwindigkeit durch Verkleinern des Trägheitsmomentes

Eine besondere mechanische Gesetzmäßigkeit wird bei den Karatebewegungen dann berücksichtigt, wenn Arme oder Beine im angewinkelten Zustand (mit gebeugtem Knie oder Ellbogen) bewegt werden. Je näher bei gleicher Muskelkraft die Masse des Körperteiles an den Drehpunkt (Schulter oder Hüftgelenk) gebracht wird, umso rascher wird die Drehung und das heißt die Bewegung in diesem Gelenk durchgeführt. Dieser Gesichtspunkt gilt für Bewegungen in jeder Richtung, sowohl für die Bewegung vor dem Kontakt als auch das Zurückführen nach dem Kontakt (also aufwärts, abwärts und seitwärts).

Dieses Phänomen kann folgendermaßen erklärt werden: Die Bewegungen in einzelnen Gelenken können im wesentlichen nur Drehbewegungen sein. Für Drehbewegungen gilt die Beziehung: Drehmoment (Drehkraft) ist gleich Trägheitsmoment mal Winkelbeschleunigung ($M=J*\alpha$). Das Drehmoment kann bei maximaler Kontraktion als gegeben angenommen werden, da die Ansatzstellen der Muskel räumlich fixiert sind.

Das Trägheitsmoment ist ein Maß dafür, wie weit die bewegte Masse von der Drehachse entfernt ist ($J=m*r^2$). Daraus folgt, dass wenn man die Masse des Körperteiles nahe an die Drehachse bringt, so bewirkt ein gegebenes Drehmoment eine größere Drehbeschleunigung.

Man kann also das Bein rascher hochreißen, wenn es während des Hochreißens im Knie abgewinkelt und der Fuß angezogen wird, da dadurch das Trägheitsmoment verkleinert wird. Beispiel: Mae-geri

Dieselbe Gesetzmäßigkeit ist verantwortlich dafür, dass Drehungen um die Längsachse (Ushiro-geri) rascher ausgeführt werden können, wenn durch aufrechten Oberkörper und angelegte Arme die Masse des Körpers sich nahe der Drehachse befindet.

4 Komplexcharakter der Karatetechniken

Beim Karate können bei ein und derselben Übung mehrere Gesetzmäßigkeiten gleichzeitig auftreten. Dies erschwert die Analyse der Bewegungen.

Der Einsatz der Hüfte kann folgende positive Einflüsse auf den Bewegungsablauf haben:

- eine Vorspannung der Hüftmuskulatur, die eine stärkere Reaktion dieser Muskulatur zur Folge hat
- Impulsübertragung der Vorwärts- (oder Seitwärts)-bewegung der Hüfte auf den aktiven Körperteil, das heißt, Übertragung der Wucht der Hüftbewegung durch Verspannung der Muskeln
- Die Erhöhung der Reichweite der Bewegung, indem mit der Hüfte der aktive Körperteil näher an den Gegner gebracht wird.

Auch für die Grundstellung sprechen mehrere Argumente:

- Breite Beinstellung bringt stabiles Gleichgewicht
- Die Wirkungslinien der Beinstellung sind er Horizontalen angenähert
- Der volle Sohlenstand verbessert das Gleichgewicht, stellt über die Reibung einen Kraftschluß zwischen Fuß und Boden her und spannt die Fußgelenksstrecker (Wadenmuskeln) vor.

4.1 Als Analysen ausgewählter Grundtechniken des Karate: Gyaku-tsuki

Japanisch: Gyaku-tsuki

Deutsch: Gegengleicher Fauststoß (Nakayama, Seite 106 – 113, Abbildung 1 – 3)

Diese Technik, vorwiegend als Kontertechnik verwendet, wird im Stand oder im freien Kampf auch im Vorgehen ausgeführt. Da fast keine Vorwärtsbewegung des Körpers stattfindet, ist das Eindrehen der Hüfte von ausschlaggebender Bedeutung für die Wirkung des Fauststoßes; im freien Wettkampf wird damit die Verteidigung durchbrochen.

Der Stoß soll in der Hüfte beginnen. Um eine optimale Koordinierung der Teilimpulse zu erreichen ist es dabei notwendig, das die einzelnen Impulse (Hüfteinsatz, Armstreckung und Streckung des hinteren Beines) gleichzeitig enden.(Kapitel 3.4.1).

Die Spannung am Ende des Stoßes ist besonders zu beachten, da dadurch der stabile Stand erreicht wird und die Gelenke fixiert werden; das Verletzungsrisiko wird dadurch gemindert (Kapitel 3.1).

Ausholbewegungen und einleitende Bewegungen bei Gyaku-tsuki:

- Beim Gyaku-tsuki ist häufig das Vorseilen der Stoßschulter zu beobachten, wodurch der Hüfteinsatz wirkungslos und das Gleichgewicht und die Treffsicherheit durch das anschließende Vorlehnen des Oberkörpers beeinträchtigt werden.
- Auch ist das übertriebene Abbiegen des Ellbogens unmittelbar vor dem Fauststoß als eine Störung des Bewegungsflusses anzusehen (Gekrümmte Bahn der Faust).

Der Hüfteinsatz kann nur dann kraftvoll ausgeführt werden, wenn das hintere Bein kräftig abdrückt. Dies bedeutet, das dieses Bein etwas gebeugt sein **muss** und mit dem Vorbringen der Hüfte gestreckt wird; es muß aber nicht gestreckt bleiben.

Bewegungsanalyse:

- Anfänger
Beim Anfänger beginnt die Bewegung in der Schulter (Wegneigen des Kopfes, Muskelverspannung); die Hüfte bleibt fast unbewegt. Auch ist eine gekrümmte Bahn (von außen zur Mitte) der Faust anzunehmen; der Ellbogen entfernt sich zu früh vom Rumpf.

- Fortgeschrittene
Beim Beginn des Stoßes (rechte Bildreihe) hebt sich die Faust zu früh nach oben. In der linken Reihe eilt die Schulter extrem voraus; dies wird jedoch durch starkes Verspannen der Schulter- und Rückenmuskeln und durch das Senken des Beckens kompensiert, weil dadurch die Hüfte noch „nachgeschoben“ wird.
- Spitzensportler
Eine klassische Technik mit gerader Faustbahn, stark eingedrehter Hüfte und optimaler Koordinierung. Das Anheben der Ferse des hinteren Beines wird häufig bei Dan-Trägern beobachtet, und es stellt sich daher die Frage, welchen Einfluss diese Bewegung auf die entsprechende Technik hat. Eine Verstärkung des Hüfteinsatzes durch die aktive Fußgelenkstreckung ist möglich.

