

renzierten Unterrichts- bzw. Trainingsgestaltung bei den einzelnen Gruppen der Hebel angesetzt werden, um die jeweiligen spezifischen Stärken zu fördern bzw. vorhandene Schwächen auszugleichen.

Literaturnachweis

- ARMINGER, G., Faktorenanalyse, Stuttgart 1979.
- BALLREICH, R., Grundlagen sportmotorischer Tests, Frankfurt/Main 1970.
- BÖS, K./MECHLING, H., Dimensionen sportmotorischer Leistungen, Schorndorf 1983.
- FETZ, F./BALLREICH, R., Die Schnelligkeit, in: NEUMANN, O. (Hrsg.): Die sportliche Leistung im Jugendalter 1967, S. 63-67.
- FREY, G., Zur Terminologie und Struktur physischer Leistungsfaktoren und motorischer Fähigkeiten, in: Leistungssport (1977) 5: 339-362.
- GIGERENZER, G., Messung und Modellbildung in der Psychologie, München 1981.
- KAUFMANN, H./PAPE, H., Clusteranalyse, in: FAHRMEYER, L./HAMERLE, L. (Hrsg.): Multivariate statistische Verfahren, Berlin-New York 1984, S. 371 f.
- LIENERT, G. A., Testaufbau und Testanalyse, Weinheim-Berlin-Basel 1969 (3).
- MARTIN, D., Grundlagen der Trainingslehre, Schorndorf 1977.
- MAYER, W., Strukturanalysen sportmotorischer Leistungen unter Berücksichtigung interindividueller Unterschiede, in: FETZ, F. (Hrsg.): Sportmotorische Diagnoseverfahren, in Druck.
- MOOSBRUGGER, H., Multivariate statistische Analyseverfahren, Stuttgart u. a. 1978.
- OPITZ, O., Numerische Taxonomie, Stuttgart-New York 1980.
- ORTH, B., Einführung in die Theorie des Messens, Stuttgart u. a. 1974.
- SODEUR, W., Empirische Verfahren zur Klassifikation, Stuttgart 1974.
- STEINHAUSEN, D./LANGER, K., Clusteranalyse, Berlin-New York 1977.
- WISHART, D., CLUSTAN-Benutzerhandbuch, Deutsche Ausgabe übersetzt von J. B. SCHÄFFER, Stuttgart-New York 1984 (3).
- WOLFE, J. H., Pattern clustering by multivariate mixture analysis, in: Multivariate Behavioral Research (1970) 5: 329-350.

E. MÜLLER; E. WACHTER

Trainingsmethoden zur Verbesserung der speziellen Sprungkraft von Schispringern

1. Problem- und Aufgabenstellung

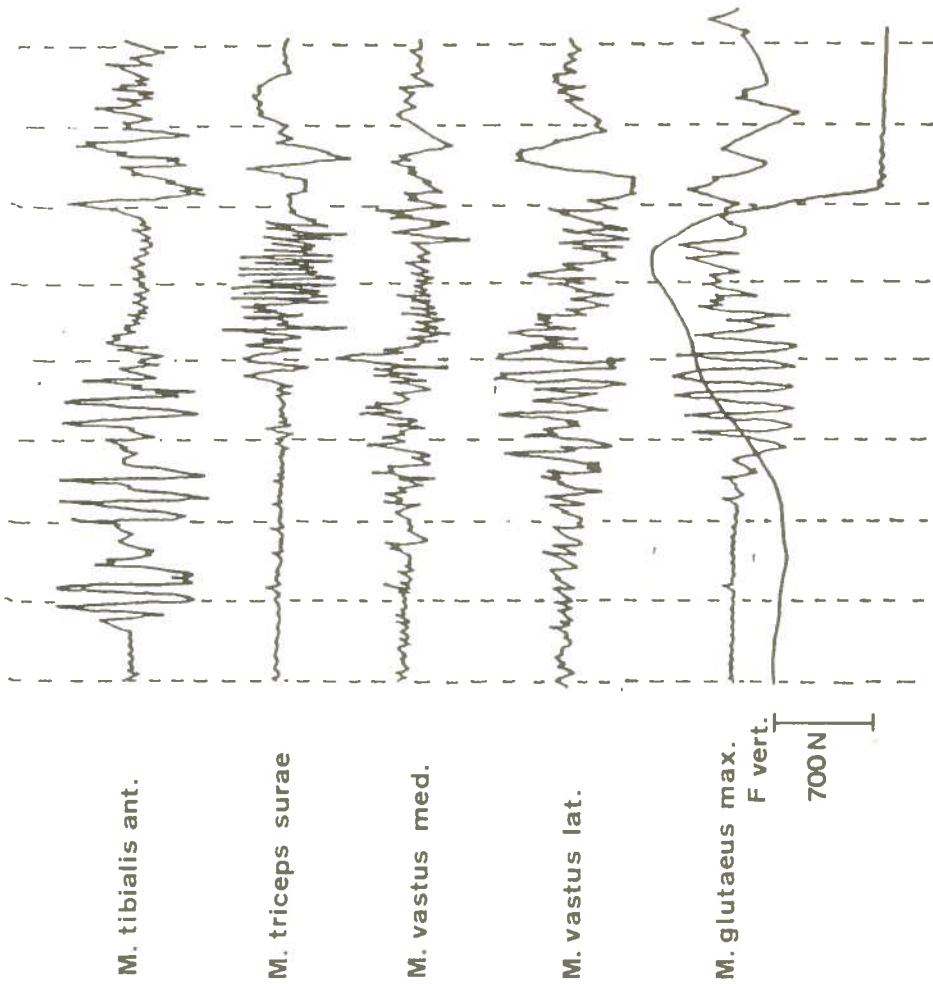
Auch im Schisprungsport sind Spitzenleistungen nur noch nach jahrelangem, umfangreichem Training möglich geworden. Im Hochleistungsabschnitt kommt der konditionellen Vorbereitung ein besonders hoher Stellenwert zu, wobei der Verbesserung der Sprungkraft das größte Augenmerk geschenkt wird. Für den Schisprungstrainer ist es daher von grundlegender Bedeutung, optimale Trainingsmethoden zur Verbesserung der schisprungspezifischen Sprungkraft zur Verfügung zu haben.

In der trainingswissenschaftlichen Literatur wird zur Zeit eine sehr breite Diskussion über die Optimierung von Trainingsmethoden zur Verbesserung der Schnellkraftfähigkeit geführt (vgl. BÜHRLE 1985, 1986; SCHMIDTBLEICHER 1986; LETZELTER/LETZELTER 1986; HÄKKINEN/KOMI 1986; BOSCO 1985). Nach einheitlicher Ansicht zahlreicher Autoren kann die motorische Schnellkraft nur auf der Basis einer gut ausgeprägten Maximalkraft optimal entwickelt werden. Hohes Maximalkraftniveau soll einereits durch Hypertrophie des schnellzuckenden Faseranteils der Muskulatur und andererseits durch intramuskuläre Koordinationsverbesserung erreicht werden.

Die allgemeine Verbesserung der Schnellkraftfähigkeit der einzelnen Muskeln bzw. Muskelgruppen reicht jedoch nicht aus. Denn für die Schnellkraftleistungsfähigkeit im Wettkampf ist das spezielle, sportartspezifische Schnellkrafttraining von entscheidender Bedeutung. In zahlreichen Untersuchungen konnte aufgezeigt werden, daß die durch allgemeines Krafttraining erzielten großen Schnellkraftverbesserungen bei einzelnen Muskeln nur geringe wett-

kampfspezifische Schnellkraftverbesserungen bewirken konnten. Andere Untersuchungen (Bosco 1982, 1985; HÄKKINEN/KOMI 1985) konnten jedoch be- weisen, daß durch sorgfältig ausgewähltes, sportartspezifisches Schnellkraft- training auch bei Sportlern hohen Leistungsniveaus große Verbesserungen möglich sind.

Abb. 1: EMG einer Schisprung-imitation



Gerade anhand des Sprungkrafttrainings kann aufgezeigt werden, wie notwen- dig es ist, bei der Wahl der Trainingsmethoden auf die spezielle Art des Ab- sprungvorgangs der Wettkampfübung einzugehen. Wie Arbeiten von SCHMIDBLEICHER (1986), GOLLHOFER (1987), KOMI (1985) u. a. zeigen, variiert das Innervationsverhalten in Abhängigkeit von der gewählten Sprungform. Sprünge aus der Kauerstellung ohne Ausholbewegung (Squat Jump, SJ) unter- scheiden sich deutlich von solchen mit ausgeprägter Ausholbewegung (Counter

Movement Jump, CMJ) und diese wiederum deutlich von Prellsprüngen (Drop Jump, DJ).

Beim Schispringen handelt es sich um Sprünge aus der Kauerstellung (SJ), wobei es vorwiegend zu konzentrischen Kontraktionen nach vorangegangener Haltearbeit kommt (vgl. Abb. 1).

Im Hochleistungsabschnitt stehen dem Trainer in der Vorbereitungsperiode ca. 10 bis 12 Wochen für den Trainingsschwerpunkt Sprungkraftverbesserung zur Verfügung. Es gilt daher, eine Kombination von Trainingsprogrammen zu fin- den, mit der es gelingt, innerhalb dieses Zeitraumes sowohl die allgemeine als auch die spezielle schisprungspezifische Sprungkraft optimal zu entwickeln. Die Effizienz dieser Trainingsprogramme soll in einem zehnwöchigen Experi- ment mit Schispringern mittels sportmotorischer und anthropometrischer Tests überprüft werden.

2. Untersuchungsmethodik

2.1. Versuchspersonen

Das zehnwöchige Trainingsprogramm wurde mit 16 jugendlichen Schisprin- gern des Schigymnasiums Stams durchgeführt. Sie trainierten in zwei Trai- ningsgruppen (Gruppe A, Gruppe B) zu je 8 Personen.

Tab. 1: Arithmetisches Mittel (\bar{x}) und Standardabweichung (s) des Alters (Angabe in Jahren), der Größe (Angabe in m) und des Körpergewichts (Angabe in N) der Probanden zum Zeit- punkt des Eingangstests

Gruppe	Alter (Jahre)		Größe (m)		Gewicht (N)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
A	8	17,1	0,6	1,76	0,1	670
B	8	16,4	0,5	1,75	0,1	632
A + B	16	16,7	0,7	1,76	0,1	649

Tab. 2: Kaderzugehörigkeit der Probanden der Trainingsgruppen (A, B, A + B)

Gruppe	A-Kader		B-Kader		C-Kader		Landeskader	
	n	n	n	n	n	n	n	n
A	8	-	1	3	4			
B	8	-	2	2	4			
A + B	16	-	3	5	8			

2.2. Trainingsprogramm

2.2.1. Trainingsmethoden

Bei der Zusammenstellung des Trainingsprogramms wurde versucht, eine Kombination von Maximal- und Schnellkrafttrainingsmethoden zu finden, die die optimale schisprungspezifische Sprungkraftverbesserung gewährleisten. Auf der Grundlage muskel- und neurophysiologischer Überlegungen wurden in das zehnwöchige Trainingsprogramm Methoden aus den Bereichen Muskel- aufbautraining sowie inter- und intramuskuläres Koordinationstraining aufgenommen.

Die Vergrößerung des physiologischen Muskelquerschnitts (des Absolutkraftpotentials) wurde mit der Methode der wiederholten submaximalen Kontraktionen angestrebt. Die Verbesserung der willkürlichen Aktivierungsfähigkeit des angelegten Kraftniveaus (die Reduzierung des Kraftdefizits) sollte durch intramuskuläres Koordinationstraining mit kurzzeitigen maximalen Kraftsätzen und plyometrischen Trainingsmethoden erreicht werden. Die Umsetzung des Kraftpotentials in die wettkampfspezifische Sprungkraftbewegung sollte durch spezifisches Schnellkrafttraining erfolgen.

2.2.1.1. Methode der wiederholten submaximalen Kontraktionen

Große Maximalkraftleistungen setzen einen entsprechend großen physiologischen Muskelquerschnitt voraus. Der maximal mögliche Trainingseffekt hinsichtlich der Muskelquerschnittsvergrößerung ist nach BÜHRLE (1985) und SCHMIDTBLEICHER (1985) nur unter maximaler Auslastung des Muskels durch hohe Kontraktionsspannungen (60–90%) in Verbindung mit einer gewissen Reizdauer realisierbar. Die Effektivität der Methode der wiederholten submaximalen Kontraktionen bis zur Erschöpfung, die schon seit geraumer Zeit im Bodybuilding ihre Anwendung findet, ist mit einiger Wahrscheinlichkeit durch die ATP-Mangeltheorie zu erklären. Auf diesem physiologischen Phänomen beruht die Forderung nach einer Belastungshöhe, die die vollständige Ausschöpfung des Muskels noch im Zeitraum der anaerob-alaktiziden Phase der Energiebereitstellung gewährleistet (vgl. BÜHRLE, 1985, S. 95). Die Reizdauer von 20 bis 25 sec bedingt in optimaler Form den Verbrauch der energetischen Substrate Adenosintriphosphat (ATP), das den primären Energiespeicher der Muskelzelle darstellt, und von Kreatinphosphat (KP). Letzteres zeigt sich für die Resynthese von ATP verantwortlich.

Aus diesen Prozessen resultiert in erster Linie eine Vergrößerung der Muskelmasse, die von nur geringen neuronalen Anpassungserscheinungen begleitet ist. Somit erstreckt sich die Trainingswirkung der genannten Methode hauptsächlich auf die Ebene der Maximalkraft, ohne nennenswerte Verbesserungen im Bereich der Startkraft und Explosivkraft zu bewirken (vgl. SCHMIDTBLEICHER, 1985, S. 28).

Die Trainingsmethode wird durch folgende Parameter charakterisiert:

Reizintensität:	70%–80%	Serienhäufigkeit:	3
Reizhäufigkeit:	6–10	Pausenlänge:	3–5 min

Je nach Trainingshäufigkeit und individuellen Erfordernissen wurden aus nachstehendem Übungsangebot die Trainingsinhalte ausgewählt.

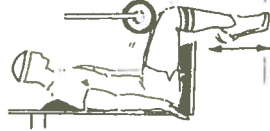
Abb. 2: Darstellung der Kraftübungen mit der vorrangig beanspruchten Muskulatur
 * ... Übungsausführung an der Kraftmaschine
 ○ ... Gewicht



Beinschlehen *
 M. quadriceps femoris
 M. gluteus maximus



Beugen im Kniegelenk *
 M. biceps femoris



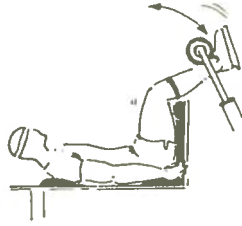
Strecken im Fußgelenk *
 M. gastrocnemius



Strecken im Hüftgelenk *
 M. gluteus maximus
 M. biceps femoris



Situps
 M. rectus abdominis



Strecken im Kniegelenk *
 M. quadriceps femoris



Rumpfheben rückwärts
 M. erector spinae

2.2.1.2. Methode der kurzzeitigen maximalen Kräfteinsätze

Maximale, kurzzeitige Kräfteinsätze bewirken eine verbesserte neuronale Aktivität der motorischen Einheiten und führen damit zu einer Erhöhung der willkürlichen Aktivierungsfähigkeit. Die kurzen intensiven Reize haben keine besonderen Hypertrophiereize für die Muskelfasern, sondern bedingen auf neuronaler Ebene Veränderungen hinsichtlich der Rekrutierung und Entladungsfrequenz der motorischen Einheiten. Letztere steht mit Modifikationen in den propriozeptiven Rückkoppelungsmechanismen in Verbindung, die die Entladung der α -Motoneurone entweder hemmen oder verstärken (HÄÄKKINEN/VIITASALO/KOMI, 1980, S. 379).

Die Belastungsreize dürfen bei dieser Methode nicht in ermüdetem Zustand der Muskulatur gesetzt werden, da die koordinativen Trainingsgewinne nur unter den Bedingungen der völligen Wiederherstellung lohnend sind (BÜHRLE, 1985, S. 98).

Als Trainingseffekt kann daher die Erhöhung der Explosivkraft und der willkürlichen Aktivierungsfähigkeit erwartet werden.

In der vorliegenden Untersuchung wird diese Methode in Form einer „progressiven Pyramide“ durchgeführt.

Reizintensität:	90%	95%	97%	100%
Reizhäufigkeit:	4	3	2	1
Serienhäufigkeit:	2	2	2	2
Pausenlänge:	jeweils 3 min			

Die bei dieser Methode verwendeten Trainingsübungen sind im wesentlichen mit jener der Methode der wiederholten submaximalen Kontraktionen identisch (vgl. Kap. 2.2.1.1.).

2.2.1.3. Reaktive (plyometrische) Trainingsmethoden

Im Rahmen von reaktiven (plyometrischen) Trainingsmethoden werden Übungen verwendet, bei denen es sich um eine Kombination von exzentrischer und konzentrischer Muskelkontraktionsform handelt. Sie wird als Dehnungs-Kürzungs-Zyklus bezeichnet. Bei reaktiven Sprungübungen geht es darum, aus einer exzentrischen, abbremsenden Bewegung heraus in sehr kurzer Zeit einen möglichst hohen konzentrischen Kraftstoß realisieren zu können.

Durch die bei der exzentrischen Muskelarbeit auftretende Dehnung des Muskel-Sehnen-Systems werden die passiven Elastizitätskräfte des Muskels wirksam. Zusätzlich wird über die Muskeldehnung die reflektorische Innervation der motorischen Einheiten über die sensiblen Muskelspindeln initiiert.

Bedingt durch den Dehnungsreflex wird in der Muskulatur erhöhte elektrische Aktivität und in der Folge hohe Muskelspannung erreicht, die zum einen durch die Rekrutierung möglichst vieler motorischer Einheiten, zum anderen durch eine tetanische Verschmelzung und Addierung der maximal verwertbaren effektorischen Impulse realisiert wird. Die Größe der Reflexaktivität bei exzentrischer Belastung gestaltet sich in Abhängigkeit von der zum Zeitpunkt

der einsetzenden Muskeldehnung vorherrschenden Aktivität des Muskels und von der Geschwindigkeit der Muskeldehnung.

Die Ursache für die Leistungspotenzierung in der Muskulatur liegt nun einerseits im elastischen Verhalten des Muskels während und kurz nach der exzentrischen Kontraktion, andererseits in der Reflexaktivität, die durch Propriozeptoren hervorgerufen wird.

Nachstehende Tabelle zeigt eine Auswahl plyometrischer Trainingsformen mit spezifischen Belastungsparametern.

Reizhäufigkeit:	Hüpfen	Tiefsprünge
Serienhäufigkeit:	30	6
Pausenlänge:	3	3-5
Belastungshöhe:	5 min	5-10 min
	ohne Zusatzlast	

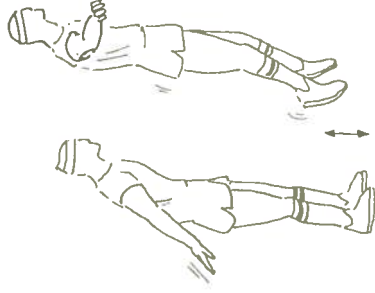


Abb. 3: Trainingsübung – beidbeiniges Hüpfen auf der Stelle
Musculus gastrocnemius

Das Hüpfen auf der Stelle wird durchwegs beidbeinig im Eigenrhythmus mit maximaler Bewegungsfrequenz oder maximal hoch durchgeführt (vgl. SCHMIDTBLEICHER, 1984, S. 29).

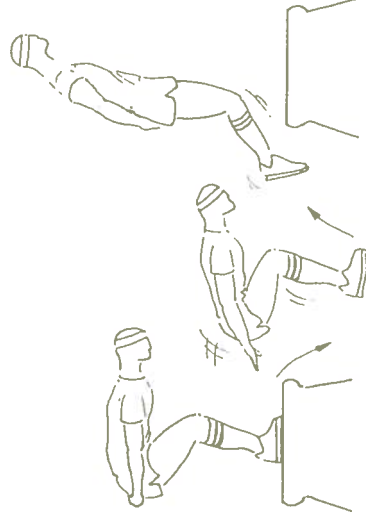


Abb. 4: Trainingsübung – reaktiver Tiefsprung
Musculus gluteus maximus
Musculus quadriceps femoris
Musculus gastrocnemius

Die Tiefsprünge finden in Form von Hock-Fallsprüngen statt, wobei die Versuchsperson die Arme an den Rücken anlegt, um unterstützende Armbewegungen zu vermeiden. Der anschließende Hochsprung wird auf einen Kasten, dessen Höhe der Fallstanz von 50 cm entspricht, durchgeführt. Sportmatten werden wegen ihres hohen Dämpfungsgrades nicht verwendet (vgl. BOSCO/PIT-TERA, 1982, S. 36-38). Absprung und Landung werden in der Hocke bei einem Kniewinkel von ca. 90° durchgeführt. Bei diesem Kniewinkel sind sehr ungünstige Hebelverhältnisse gegeben, wodurch die Muskulatur zu hohen Spannungswerten gezwungen wird. Zudem steht ihr nur ein kurzer Zeitraum zur Kontraktion zur Verfügung. Infolge der geringen Winkelveränderung wird kaum kinetische Energie neutralisiert, so daß nahezu das gesamte gespeicherte energetische Potential in der nachfolgenden Kontraktionsphase verwertet werden kann.

2.2.1.4. Schisprungspezifisches Schnellkrafttraining

Unter spezifischem Schnellkrafttraining versteht man Belastungsformen, deren Anforderungscharakteristik bezüglich Kraftverlauf, Geschwindigkeitsverlauf, Wegverlauf und Leistungsverlauf der wettkampftypischen Struktur von Schnellkraftleistungen weitgehend angenähert ist und die zur Ausbildung wettkampfspezifischer Schnellkraftfähigkeiten dient (HARRE/LOTZ, 1984, S. 452). Bei der Auswahl der Übungen und der Belastungsdosierung sind folgende Richtlinien zu beachten:

- Verwendete Zusatzlasten sind so zu wählen, daß dem Sportler eine explosive Bewegungsausführung gelingt;
- die Wiederholungen in einer Serie sind dann abzubrechen, wenn aufgrund von Ermüdung die Schnelligkeit der Bewegung leidet;
- Serienpausen sind in ihrer Dauer so anzusetzen, daß eine ausreichende Wiederherstellung auch in der nachfolgenden Serie optimale Bewegungsgeschwindigkeiten zuläßt (LETZELTER, 1986, S. 230).

Durch das spezifische Schnellkrafttraining soll das im allgemeinen Krafttraining verbesserte Kraftniveau in den Wettkampfbewegungen umgesetzt werden. Die im vorliegenden Programm verwendete Methode ist durch folgende Parameter charakterisiert:

Reizhäufigkeit: 6-10

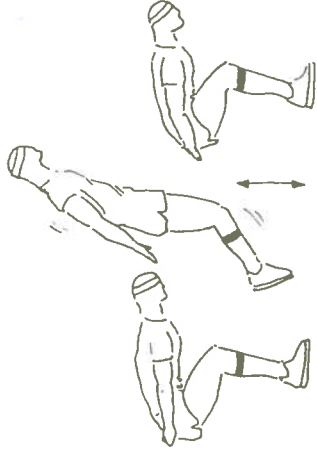
Serienhäufigkeit: 6-10

Belastungshöhe: erleichterte Bedingungen, ohne Zusatzlast bzw. Zusatzlast beträgt maximal 5% des Körpergewichts

Pausenlänge: 2 min

Aus nachstehendem Übungsgut werden unter Berücksichtigung der speziellen Zielsetzung die Trainingsinhalte für die einzelnen Trainingseinheiten ausgewählt. Die Übungen beanspruchen durchwegs die Explosivkraft der Sprungmuskulatur und stellen mehr oder weniger wettkampfnaher Technikelemente dar. Sie werden in Abhängigkeit von der Trainingsabsicht unter erleichterten Bedingungen, ohne oder mit Zusatzbelastung ausgeführt.

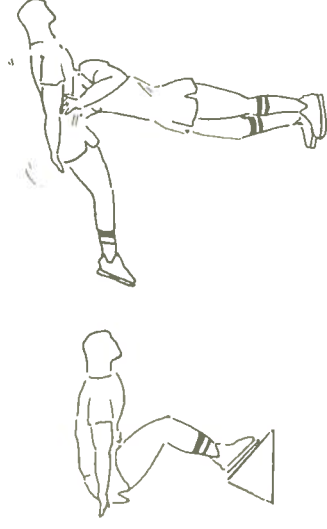
- Sprünge aus der Anfahrhocke (Kniewinkel 90°) ohne einleitende Gegenbewegung (Abb. 5)



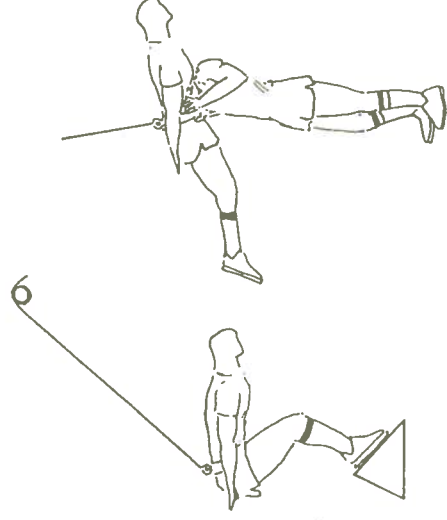
- Schrittsprünge; 3er Hop; 5er Hop

- Hürdensprünge aus der Anfahrhocke

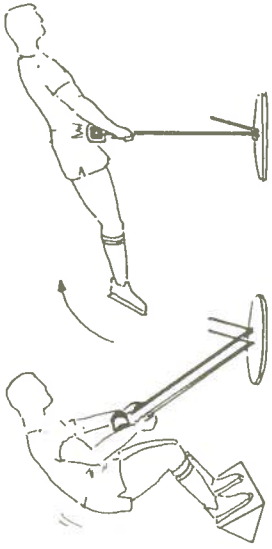
- Absprungimitationen mit Partner (Abb. 6)



- Absprungimitation mit Gummizug (Abb. 7)



Absprünge am Imitationsgerät (Abb. 8)



Gerät: höhenverstellbarer Schwungbügel mit Sperrmechanismus, Absprun-
keil

2.2.2. Beanspruchte Muskelgruppen

Spezifisches Krafttraining erfordert den Einsatz zielgerichteter Trainingsinhalte und konzentriert sich vorrangig auf die am sportlichen Bewegungsablauf beteiligten Muskeln oder Muskelgruppen. Gemäß der Zielsetzung vorliegenden Trainingsplanes werden schwergewichtig die Sprungmuskulatur und damit die Muskelschlingen der Beinstrecker beansprucht. Um die erforderliche Rumpfstabilität während des Krafttrainings aufrechterhalten zu können, werden zusätzlich die Bauch- und Rückenmuskeln belastet.

Nachstehende Abbildung zeigt die im Training beanspruchten Hauptmuskeln mit ihren für die Sprungkraft relevanten Funktionen.

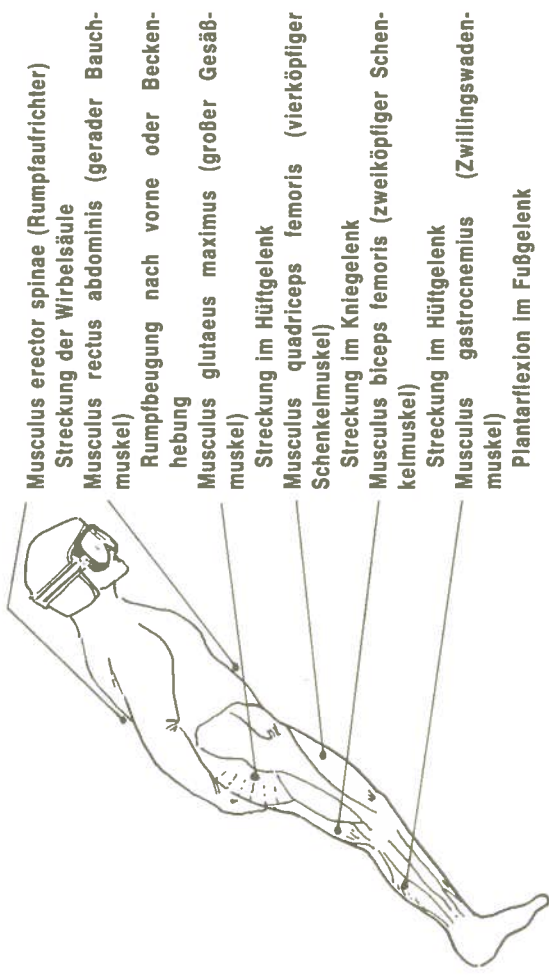


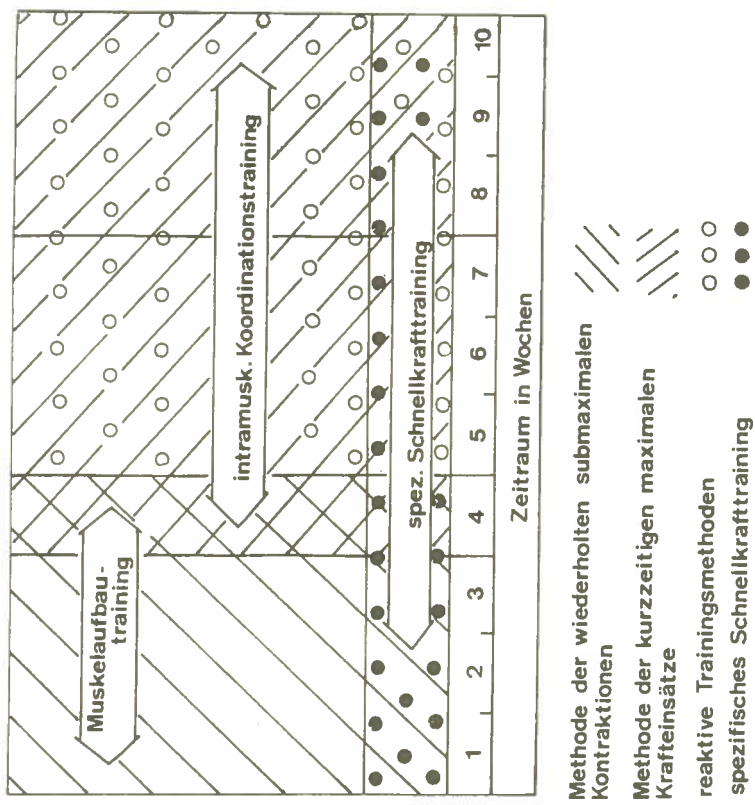
Abb. 9: Darstellung der beanspruchten Muskelgruppen mit ihren für die Sprungkraft relevanten Funktionen

2.2.3. Trainingszeitplan

Das Trainingsprogramm erstreckte sich über den Zeitraum von 10 Wochen während der Vorbereitungsperiode in den Monaten Mai und Juni 1987. Pro Woche sollten 4 Trainingseinheiten durchgeführt werden. Von den insgesamt 40 vorgesehenen Trainingseinheiten konnten 33 auch absolviert werden. Die einzelnen Trainingsmethoden wurden so aufeinander abgestimmt, daß die 10 Wochen in drei sich etwas überlappende Blöcke unterschieden werden können. Im ersten, vier Wochen dauernden Block stand Muskelaufbautraining nach der Methode der wiederholten submaximalen Kontraktionen zur Vergrößerung des physiologischen Muskelquerschnitts im Mittelpunkt. Ab der vierten Trainingswoche wurde schwerpunktmäßig intramuskuläres Koordinationstraining betrieben. Dabei wurden zwischen der 4. und 7. Woche vorrangig die Methode der kurzzeitigen maximalen Kräfteinsätze und zwischen der 8. und 10. Woche die Methode der reaktiven Kräfteinsätze angewandt.

Das spezifische Schnellkrafttraining fand während des gesamten zehnwöchigen Krafttrainings in jeder Trainingseinheit im Anschluß an den thematischen Hauptteil im Sinne des kumulativen Trainingseffektes (SARTORI/TSCIENE, 1987) statt.

Abb. 10: Zeitliche Anordnung der Trainingsmethoden im zehnwöchigen Trainingsprozeß



2.3. Anthropometrische und sportmotorische Tests zur Überprüfung der Wirksamkeit des Trainingsprogramms

Zur Überprüfung der Wirksamkeit des Trainingsprogramms wurden unmittelbar vor der Trainingsperiode (Eingangstest), in der 5. Trainingswoche (Zwischentest) und unmittelbar nach der Trainingsperiode (Endtest) folgende anthropometrische und sportmotorische Tests durchgeführt.

2.3.1. Anthropometrische Messungen

- Körpergewicht
- Körperhöhe
- Beinlänge: Abstand zwischen Trochanter maior und Standfläche
- Ober- und Unterschenkelumfang

2.3.2. Sportmotorische Tests

- Beidbeiniger Hochsprung aus dem Stand (FETZ/KORNEXL, 1978, S. 22-24)
- Standweitsprung (FETZ/KORNEXL, 1978, S. 25-27)
- Hürdensprung

Testanweisung: Der Proband hat die Aufgabe, nach 3 m Anlauf eine Hürde im Sprung zu überwinden. Sowohl Absprung als auch Landung erfolgen beidbeinig. Der Versuch ist gültig, wenn keine Berührung mit dem Gerät stattfindet. Gemessen wird jeweils die größte vorschriftsmäßig übersprungene Höhe in cm. Für jede Hürdenhöhe sind maximal zwei Versuche erlaubt. Reliabilitätskoeffizient: 0,92

Schisprungimitation

Testanweisung: Der Proband tritt vorlings an das Gerät (höhenverstellbarer Schwungbügel mit Sperrmechanismus) und faßt es am seitlichen Gestänge. Er begibt sich in die Anfahrthocke auf einem Absprunkeil und stößt sich beidbeinig möglichst explosiv ab. Dabei kommt er mit dem Bügel in Schisprunghaltung bis zu dessen Anschlag nach vorne oben. Die letztbewältigte Höhe des Bügels, die es dem Probanden noch ermöglicht, diesen bis zum Anschlag durchzuschwingen, wird in cm gemessen und auf die Beinlänge der Versuchsperson relativiert. Für jede Bügelhöhe sind maximal zwei Versuche erlaubt.

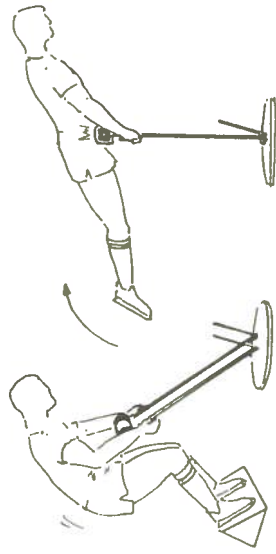


Abb. 11: Schisprung-imitationstest

Reliabilitätskoeffizient: 0,86

Beidbeiniger vertikaler Sprung mit Ausholbewegung von der Kraftmeßplatte (KISTLER)

Testanweisung: Der Proband stellt sich auf die Kraftmeßplatte und versucht, beidbeinig mit maximalem Kräfteinsatz nach einleitender Gegenbewegung nach oben zu springen. Die Landung erfolgt beidbeinig neben der Meßplatte. Dem Probanden stehen drei Versuche zu, der beste wird gewertet. Die vertikale Flughöhe wird anhand der Formel

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

h Flughöhe

v Geschwindigkeit

v Beschleunigungsstoß

m Masse

g Endbeschleunigung

ermittelt, die sich aus der Gleichsetzung der kinetischen mit der potentiellen Energie ableiten läßt.

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h$$

Reliabilitätskoeffizient: 0,81

Isometrische Maximalkraft der Knie- und Hüftgelenksstreckmuskulatur

Testanweisung: Der Proband stellt sich mit einem Kniewinkel von 100° rücklings zu einem Meßgerät und drückt mit maximaler Kraft gegen die auf Schulterhöhe fixierte Last nach oben. Die Übungsausführung erfolgt beidbeinig, die verfügbare Maximalkraft soll dabei zügig freigesetzt werden. Jedem Probanden stehen drei Versuche zu.

Gemessen wird die Maximalkraft in N.

Reliabilitätskoeffizient: 0,89

Für die statistische Überprüfung der Trainingswirksamkeit werden Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Die Daten werden auf Normalverteilung geprüft. Die Mittelwertunterschiede zwischen Eingangstest und Zwischentest, Zwischentest und Endtest bzw. zwischen Eingangstest und Endtest werden bei normalverteilten Daten mit einer einfachen Varianzanalyse geprüft. Bei nicht normalverteilten Daten wird der WILCOXON-Test verwendet. Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Parametern werden vor und nach dem Trainingsprogramm mit Hilfe des KENDALL-Rangkorrelationskoeffizienten ermittelt.

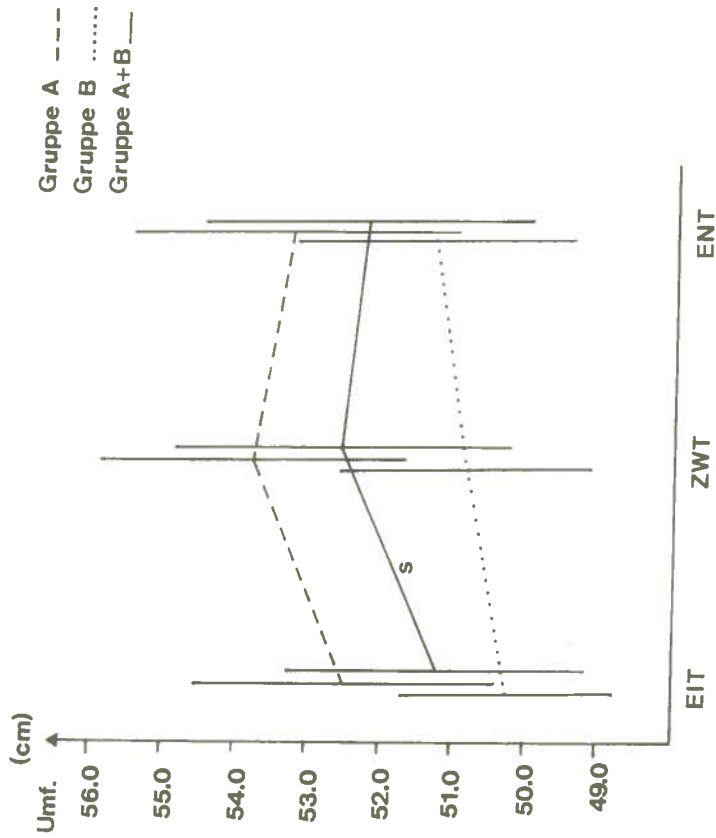
3. Untersuchungsergebnisse und Interpretation

Die Testergebnisse werden anhand von Tabellen und Diagrammen dargestellt, wobei sowohl die Daten der beiden Trainingsgruppen A und B getrennt als auch der gesamten Versuchsgruppe (A + B) berücksichtigt werden. Die statistische Prüfung der Mittelwertunterschiede erfolgt jedoch nur bei der gesamten Versuchsgruppe, da die Probandenzahl der beiden Trainingsgruppen zu gering ist.

3.1. Anthropometrische Messungen

Körpergröße, Körpergewicht und Unterschenkelumfang haben sich während der zehnwöchigen Trainingsperiode nicht wesentlich verändert, so daß diese Parameter bei der Ergebnisdarstellung nicht gesondert berücksichtigt werden.

Abb. 12: Oberschenkelumfang



Tab. 1: Arithmetische Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) des Oberschenkelumfangs (cm) der Trainingsgruppen

Gruppe	n	Eingangstest		Zwischentest		Endtest	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
A	7	52,4	2,1	53,8	2,1	53,1	2,2
B	6	50,2	1,5	50,8	1,7	51,2	1,9
(A + B)	13	51,2	2,1	52,5	2,4	52,1	2,2

Tab. 2: Prozentuelle Veränderung des Oberschenkelumfangs während der einzelnen Trainingsabschnitte

Gruppe	n	EiT : ZWT		ZwT : EnT		EiT : EnT	
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
A	7	2,6	-1,4	1,3			
B	6	1,2	+0,7	1,9			
(A + B)	13	2,5 (s)	-0,7	1,7			

Während der ersten 5 Trainingswochen hat die Trainingsgruppe einen signifikanten Zuwachs des Oberschenkelumfangs von 2,5% (1,3 cm) zu verzeichnen. Der im zweiten Trainingsabschnitt gemessene Rückgang des Oberschenkelumfangs von 0,7% liegt im Zufallsbereich.

3.2. Sportmotorische Tests

3.2.1. Isometrische Maximalkraft der Knie- und Hüftgelenksstrecker

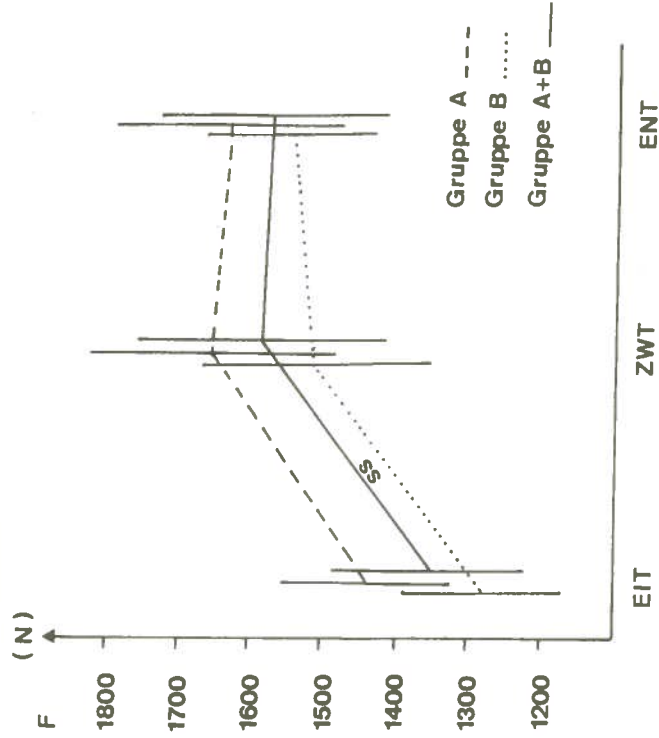
Tab. 3: Arithmetische Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen der isometrischen Maximalkraft der Knie- und Hüftgelenksstrecker

Gruppe	n	Eingangstest		Zwischentest		Endtest	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
A	7	1429,0	123,2	1653,2	167,3	1620,8	166,4
B	8	1283,8	105,1	1500,6	172,9	1531,9	129,9
(A + B)	15	1348,7	131,1	1582,0	181,7	1573,4	149,7

Tab. 4: Prozentuelle Veränderung der isometrischen Maximalkraft der Knie- und Hüftgelenksstrecker während der einzelnen Trainingsabschnitte

Gruppe	n	EiT : ZwT (%)	ZwT : EnT (%)	EiT : EnT (%)
A	7	15,6	-2,2	13,4
B	8	16,9	+2,4	19,3
(A + B)	15	17,3 (ss)	-0,7	16,6 (ss)

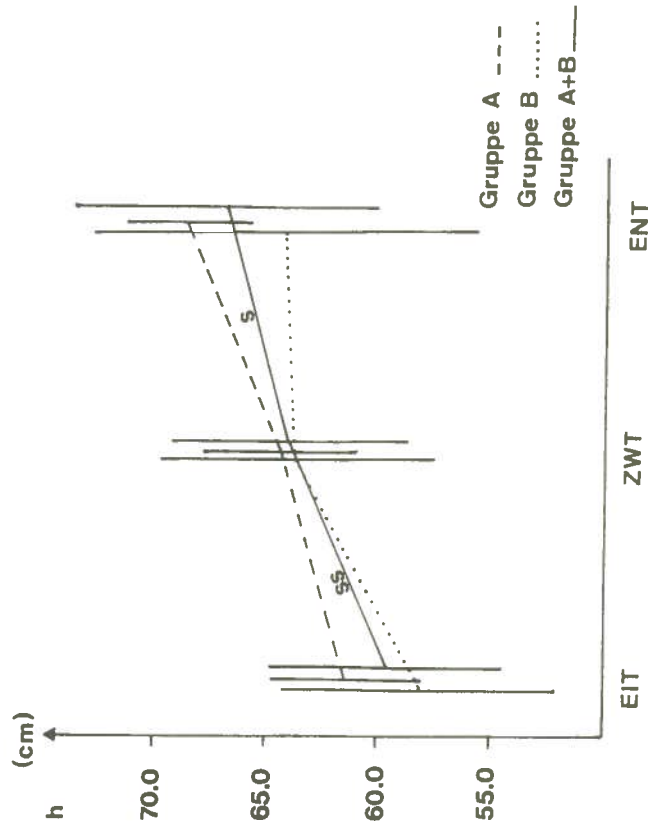
Abb. 13: Isometrische Maximalkraft



Die isometrische Maximalkraft der Knie- und Hüftgelenksstrecker verbesserte sich innerhalb der 10 Trainingswochen stark signifikant um durchschnittlich 16,6 Prozent (224,7 N). Während der ersten 5 Trainingswochen konnte sogar eine ebenfalls stark signifikante Verbesserung um 17,3 Prozent erzielt werden. Im zweiten Trainingsabschnitt wurden jedoch keine weiteren Kraftanstiege erreicht. Innerhalb der Versuchsgruppe gab es zum Teil beträchtliche Unterschiede. Während die Trainingsgruppe A sich nur um 13,4 Prozent steigern konnte, erreichte die Trainingsgruppe B eine Verbesserung von 19,3 Prozent. Dieser Unterschied ergab sich vor allem im zweiten Teil des Trainingsprogramms. Während die Maximalkraft der Trainingsgruppe A in dieser Phase um 2,2 Prozent zurückging, konnte jene der Trainingsgruppe B um 2,4 Prozent gesteigert werden.

3.2.2. Jump and Reach

Abb. 14: Jump and Reach



Tab. 5: Arithmetische Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen der Sprunghöhen beim Test Jump and Reach

Gruppe	n	Eingangstest (cm)		Zwischentest (cm)		Endtest (cm)	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
A	7	61,4	3,5	64,5	3,2	68,3	3,6
B	8	57,9	6,3	64,0	5,8	64,4	8,1
(A + B)	15	59,5	5,4	64,3	4,5	66,2	6,5

Tab. 6: Prozentuelle Veränderung der Sprunghöhe beim Test Jump and Reach während der einzelnen Trainingsabschnitte

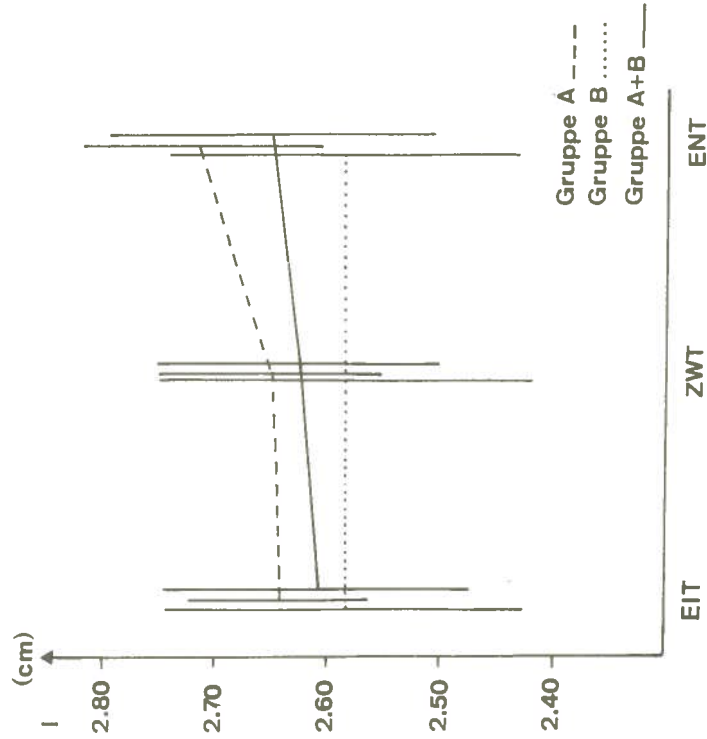
Gruppe	n	EiT : ZwT (%)		ZwT : EnT (%)		EiT : EnT (%)	
		EiT : ZwT (%)	ZwT : EnT (%)	EiT : EnT (%)	ZwT : EnT (%)		
A	7	5,1	5,9	11,2	11,2		
B	8	10,5	0,7	11,2	11,2		
(A + B)	15	8,1**	3,1*	11,2**	11,2**		

Die gesamte Versuchsgruppe erzielte im Verlauf des zehnwöchigen Trainings eine statistisch stark signifikante Verbesserung der Sprunghöhe von 11,2 Prozent.

Im ersten Abschnitt verbesserte sich die Gruppe (stark signifikant) um 8,1 Prozent (4,8 cm), im zweiten Abschnitt (signifikant) um 3,3 Prozent (1,9 cm). Zwischen den beiden Trainingsgruppen treten interessante Unterschiede auf. Beide Gruppen konnten sich zwischen Eingangs- und Endtest durchschnittlich um 11,2 Prozent verbessern. Bei der Trainingsgruppe A, die sich durch höheres Ausgangsniveau und höheres Trainingsalter von der Trainingsgruppe B unterscheidet, verteilt sich die Leistungszunahme annähernd gleichmäßig über den gesamten Trainingsabschnitt. Die Trainingsgruppe B hingegen erreicht mit 10,5 Prozent den Großteil der gesamten Verbesserung bereits im ersten Trainingsabschnitt und kann sich im zweiten Abschnitt mit 0,7 Prozent nur noch geringfügig verbessern.

3.2.3. Standweitsprung

Abb. 15: Standweitsprung



Tab. 7: Arithmetische Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen der Sprungleistungen beim Test Standweitsprung

Gruppe	n	Eingangstest		Zwischentest		Endtest	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
A	7	2,64	0,08	2,65	0,09	2,71	0,10
B	8	2,58	0,16	2,58	0,17	2,58	0,15
(A + B)	15	2,61	0,13	2,62	0,13	2,64	0,15

Tab. 8: Prozentuelle Veränderungen der Sprungleistungen beim Test Standweitsprung während der einzelnen Trainingsabschnitte

Gruppe	n	EiT : ZWT (%)		ZwT : EnT (%)		EiT : EnT (%)	
A	7		0,3		2,3		2,6
B	8		0,0		0,0		0,0
(A + B)	15		0,2		0,8		1,1

Beim Test Standweitsprung konnte sich die Versuchsgruppe während des gesamten Trainingsabschnitts nur um 1,1 Prozent (3 cm) steigern, wobei diese Leistungszunahme statistisch nicht signifikant ist. Während die Trainingsgruppe A, die über ein geringfügig besseres Ausgangsniveau verfügte, sich um 2,6 Prozent (7 cm) verbessern konnte, blieb das Leistungsniveau der Trainingsgruppe B praktisch unverändert. Die Leistungsverbesserung der Trainingsgruppe A erfolgte fast zur Gänze erst im zweiten Trainingsabschnitt.

3.2.4. Beidbeiniger vertikaler Sprung mit Ausholbewegung von der Kraftmeßplatte

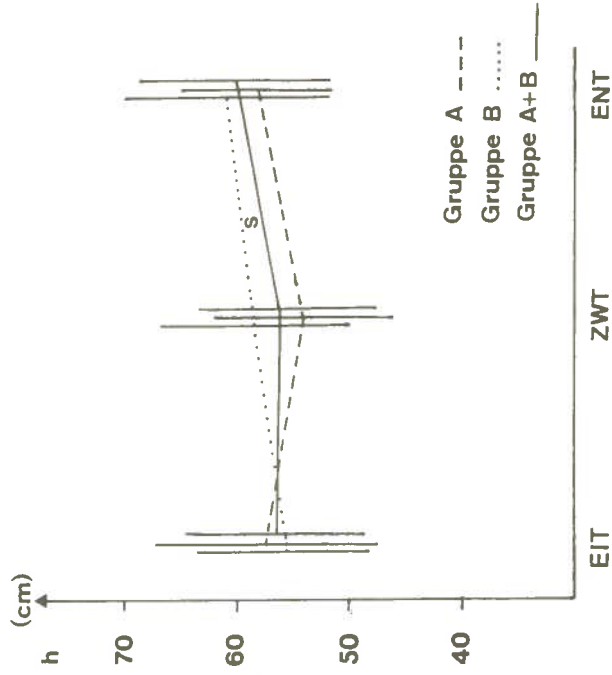
Tab. 9: Arithmetische Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen der Sprunghöhe beim Test Sprung von der Kraftmeßplatte

Gruppe	n	Eingangstest		Zwischentest		Endtest	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
A	7	57,0	10,0	54,0	8,0	58,0	6,0
B	8	55,0	7,0	58,0	8,0	61,0	9,0
(A + B)	15	56,0	8,0	56,0	8,0	60,0	8,0

Tab. 10: Prozentuelle Veränderung der Sprunghöhe beim Test Sprung von der Kraftmeßplatte während der einzelnen Trainingsabschnitte

Gruppe	n	EiT : ZwT (%)	ZwT : EnT (%)	EiT : EnT (%)
A	7	-5,3	7,4	1,7
B	8	5,4	5,2	10,9
(A + B)	15	0,0	7,1 (s)	7,1 (s)

Abb. 16: Sprung von der Kraftmeßplatte



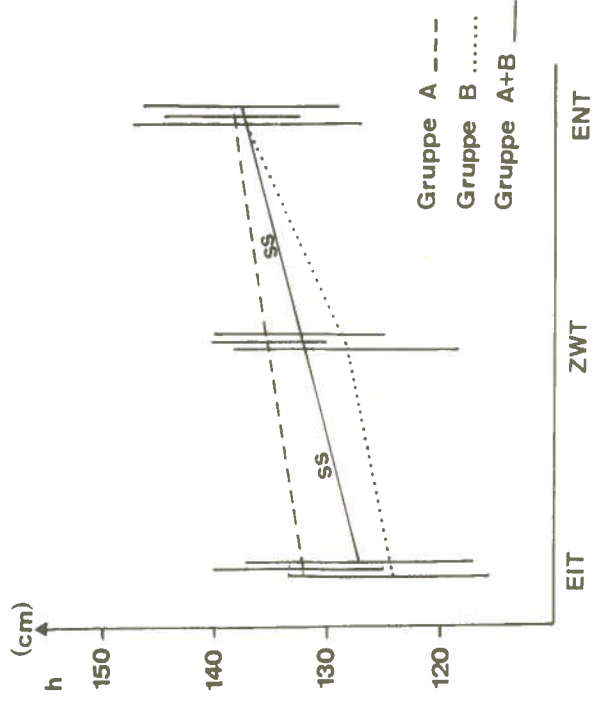
Die gesamte Versuchsgruppe konnte ihre Flughöhe beim beidbeinigen vertikalen Sprung mit Ausholbewegung von der Kraftmeßplatte im Verlauf des zehnwöchigen Trainings signifikant um durchschnittlich 7,1 Prozent (4 cm) steigern. Diese Verbesserung findet beim Großteil der Versuchspersonen erst im zweiten Trainingsabschnitt statt.

Die Trainingsgruppe A verzeichnet im ersten Trainingsabschnitt sogar eine Verschlechterung der Testleistung von 5,3 Prozent, steigert sich im zweiten Abschnitt um 7,4 Prozent und kann sich insgesamt zwischen Eingangstest und Endtest um 1,7 Prozent verbessern.

Die Trainingsgruppe B kann hingegen in beiden Trainingsabschnitten eine durchschnittliche Verbesserung ihrer Ausgangsleistung von etwas über 5 Prozent erzielen.

3.2.5. Hürdensprung

Abb. 17: Hürdensprung



Tab. 11: Arithmetische Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen der Sprunghöhe beim Test Hürdensprung

Gruppe	n	Eingangstest		Zwischentest		Endtest	
		\bar{x} (m)	s	\bar{x} (m)	s	\bar{x} (m)	s
A	7	1,31	0,09	1,35	0,05	1,38	0,06
B	8	1,24	0,09	1,28	0,10	1,36	0,11
(A + B)	15	1,27	0,10	1,31	0,09	1,37	0,09

Tab. 12: Prozentuelle Veränderung der Sprunghöhe beim Test Hürdensprung

Gruppe	n	EiT : ZwT (%)		ZwT : EnT (%)		EiT : EnT (%)	
		EiT : ZwT (%)	ZwT : EnT (%)	EiT : ZwT (%)	ZwT : EnT (%)	EiT : EnT (%)	ZwT : EnT (%)
A	7	3,0	2,2	2,2	5,3	5,3	9,6
B	8	3,2	6,2	6,2	9,6	9,6	7,8 (ss)
(A + B)	15	3,2 (ss)	4,6 (ss)	4,6 (ss)	7,8 (ss)	7,8 (ss)	7,8 (ss)

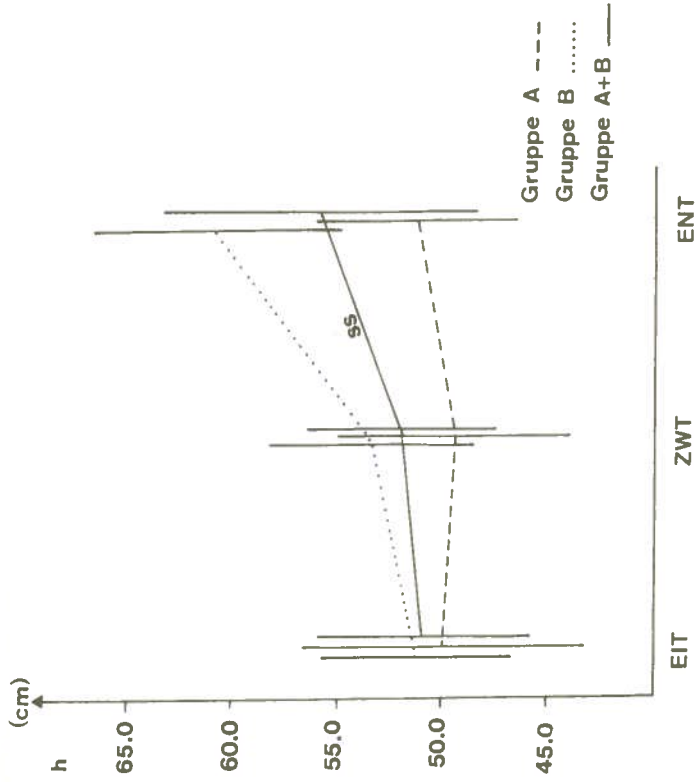
Im Verlauf des zehnwöchigen Trainings gelang es der Versuchsgruppe, die Sprunghöhe beim Test Hürdensprung stark signifikant um durchschnittlich 7,8 Prozent (10 cm) zu verbessern. Während des ersten Trainingsabschnitts betrug

die Leistungssteigerung 3,2 Prozent, im zweiten Abschnitt bereits 4,6 Prozent. In beiden Trainingsabschnitten sind die Mittelwertunterschiede stark signifikant.

Die Trainingsgruppe B konnte sich mit 9,6 Prozent wesentlich stärker verbessern als die Trainingsgruppe A mit 5,3 Prozent. Während der Mittelwertunterschied zwischen den beiden Trainingsgruppen zu Beginn der Untersuchung 7 cm (5,6%) betrug, lag er nach dem zehnwöchigen Training nur noch bei 2 cm (1,5%). Bei der Trainingsgruppe B war die Leistungsverbesserung im zweiten Trainingsabschnitt doppelt so groß wie im ersten.

3.2.6. Schisprung-Imitation

Abb. 18: Schisprung-Imitation



Tab. 13: Arithmetische Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen der Sprunghöhe beim Test Schisprung-Imitation

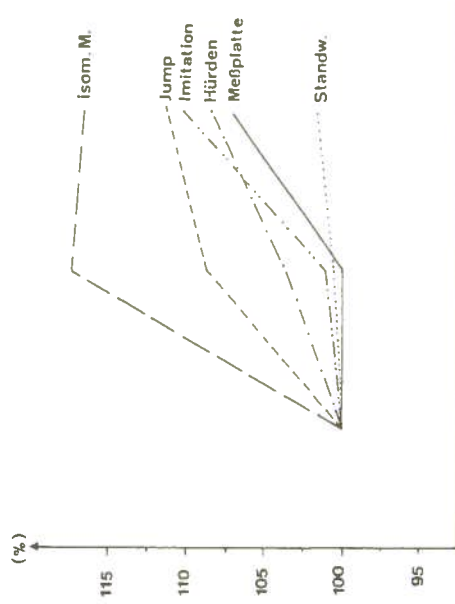
Gruppe	n	Eingangstest		Zwischentest		Endtest	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
A	7	50,0	6,0	49,8	6,1	50,7	5,2
B	8	51,3	4,0	53,4	4,7	60,3	6,1
(A + B)	15	50,7	4,8	51,4	5,6	55,8	7,8

Tab. 14: Prozentuelle Veränderung der Sprunghöhe beim Test Schisprung-Imitation während der einzelnen Trainingsabschnitte

Gruppe	n	EiT : ZWT (%)	ZWT : EnT (%)	EiT : EnT (%)
A	7	-0,4	1,8	1,4
B	8	4,1	12,9	17,5
(A + B)	15	1,4	8,6 (ss)	10,0 (ss)

Die Schisprung-Imitationsleistung konnte von der Versuchsgruppe während des zehnwöchigen Trainingsabschnitts stark signifikant um 10,0 Prozent (5,1 cm) gesteigert werden. Die Leistungssteigerung erfolgte vor allem in der zweiten Trainingsphase, in der eine 8,6prozentige Verbesserung erzielt werden konnte. Zwischen den beiden Trainingsgruppen gab es große Unterschiede in der Leistungssteigerung. Während sich die Trainingsgruppe A nur um 1,4 Prozent verbessern konnte, erzielte die Trainingsgruppe B eine beeindruckende Leistungssteigerung von 17,5 Prozent (9 cm). Dabei gab es zwischen den beiden Gruppen zu Beginn des Trainings nur geringfügige Leistungsunterschiede.

Abb. 19: Prozentuelle Veränderung der Trainingsleistungen im Verlauf des Trainings



	EiT %	ZWT %	ENT %
Isometr. Maximalkraft	100	117,3	116,6
Jump a. Reach	100	108,1	111,2
Schisprung-imitation	100	101,4	110,0
Hürdensprung	100	103,2	107,8
Sprung von der Kraftmeßplatte	100	100,0	107,1
Standweitsprung	100	100,2	101,1

Die in Abb. 19 aufgetragene prozentuelle Entwicklung des Leistungsniveaus gibt einen guten Überblick über die unterschiedliche Wirksamkeit des zehnwöchigen Trainingsprogramms. Die im ersten Abschnitt beabsichtigte Muskelquerschnittsvergrößerung konnte ebenso erreicht werden wie die anschließende schwerpunktmäßig betriebene intramuskuläre Koordinationsverbesserung durch die Maximalkraftmethode. Die dadurch erreichte Verbesserung der isometrischen Maximalkraft der Beinstreckmuskulatur von 17,3 Prozent zeigt dies deutlich auf.

Erwartungsgemäß konnten die Sprungkraftleistungen während des ersten Trainingsabschnitts nicht wesentlich gesteigert werden. Während bei den Tests Hüdensprung mit 3,2 Prozent und Jump and Reach mit 8,1 Prozent relativ gute Verbesserungen erzielt werden konnten, war bei den Tests Sprung von der Kraftmeßplatte und Schisprung-Imitation keine Veränderung des Leistungsniveaus möglich.

Im anschließenden zweiten Abschnitt, in dem vorwiegend plyometrische und sportartspezifische Schnellkraftmethoden zur Anwendung kamen, stellten sich auch die erhofften Verbesserungen in den Sprungkrafttests ein. So konnte bei der Schisprung-Imitation eine erfreuliche Leistungsverbesserung von 10 Prozent erreicht werden. Nur beim Test Standweitsprung konnte während des gesamten Trainingsprogramms keine Leistungssteigerung festgestellt werden. Unter anderem dürfte dies auch darauf zurückzuführen sein, daß beim Schnellkrafttraining keine Übungen verwendet wurden, die dem Bewegungsablauf beim Test Standweitsprung ähnlich sind. Insgesamt dürfte die Versuchsgruppe das schisprungspezifische Sprungkraftniveau mit dem zehnwöchigen Trainingsprogramm um durchschnittlich 10 Prozent gesteigert haben.

Literarnachweis

- Bosco, C., Physiologische Betrachtungen zum Explosivkrafttraining unter Hyperschwerkraftbedingungen, in: *Leistungssport*, 15 (1985) 2: 19–24.
- Bosco, C., Kontrolle des Krafttrainings durch das Kraft-Geschwindigkeits-Verhältnis, in: *Leistungssport*, 13 (1983) 6: 23–28.
- Bosco, C.; C. PITTERA, Zur Trainingswirkung neu entwickelter Sprungübungen auf die Explosivkraft, in: *Leistungssport*, 12 (1982) 1: 36–39.
- BÜHRLE, M. (Hrsg.), u. a., Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings, Bd. 56 der Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, 1. Aufl., Schorndorf 1985.
- BÜHRLE, M., Zum Grundkonzept des Kraft- und Sprungkrafttrainings, in: *Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Zur Praxis des Sprungkrafttrainings*, Köln 1986, S. 16–26.
- BÜHRLE, M.; E. WERNER, Das Muskelquerschnittstraining der Bodybuilder, in: *Leistungssport*, 14 (1984) 3: 5–9.
- DIETZ, V., Neurophysiologische Grundlagen des Kraftverhaltens, in: *Martin BÜHRLE (Hrsg.), Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*, Bd. 56 der Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, 1. Aufl., Schorndorf 1985, S. 16–34.
- EHLENZ, H.; M. GROSSER; E. ZIMMERMANN, Krafttraining. Grundlagen – Methoden – Übungen – Trainingsprogramme, München 1983.
- FETZ, F.; E. KORNEKT, Sportmotorische Tests, 2. Auflage, Innsbruck 1978.

- GOLLOFFER, A., Komponenten der Schnellkraftleistungen im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus, Bd. 1 der Reihe Sportwissenschaft und Trainingspraxis, hrsg. von ST. STARISCHKA, 1. Aufl., Erlensee 1987.
- GROSSER, M.; H. EHLENZ; E. ZIMMERMANN, Richtiges Muskeltraining, Grundlagen und Trainingsprogramme, München 1984.
- HÄKKINEN, K.; P. KOMI, Changes in Electrical and Mechanical Behaviour of Leg Extensor Muscles During Heavy Resistance Strength Training, in: *Scand. J. Sports Sci.*, 7 (1985) 2: 55–64.
- HÄKKINEN, H.; J. T. VIITASALO; P. V. KOMI, Die Wirkung unterschiedlich kombinierter konzentrischer und exzentrischer Muskelarbeit auf Kraft-Zeit-Merkmale der Beinstreckmuskulatur, in: *Leistungssport*, 10 (1980) 5: 374–381.
- HARRE, D.; M. HAUPTMANN, Kraftfähigkeiten und Krafttraining, in: *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 32 (1983) 3: 205–213.
- HARRE, D.; I. LOTZ, Schnellkrafttraining, in: *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 33 (1984) 6: 452–460.
- HOWALD, H., Morphologische und funktionelle Veränderungen der Muskelfasern durch Training, in: *Schweiz. Zeitschrift für Sportmedizin*, 31 (1984) 1: 5–14.
- JAKOWLEW, N., Biochemische und morphologische Veränderungen der Muskelfasern in Abhängigkeit von der Art des Trainings, in: *Medizin und Sport*, 18 (1978) 6: 161–163.
- KOMI, P. V., Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus bei Bewegungen mit sportlicher Leistung, in: *Martin BÜHRLE (Hrsg.), Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*, Bd. 56 der Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, 1. Aufl., Schorndorf 1985, S. 254–270.
- KOMI, P. V., Faktoren der Muskelkraft und Prinzipien des Krafttrainings, in: *Leistungssport*, 5 (1975) 1: 3–16.
- LEHNERTZ, K., Mechanismen der Kraftregulierung im Skelettmuskel, in: *Leistungssport*, 15 (1985) 4: 33–40.
- LETZELTER, H. u. M., Krafttraining. Theorie – Methoden – Praxis, Hamburg 1986.
- MÜLLER, K.-J., Statische und dynamische Muskelkraft. Eine empirische Grundlagenuntersuchung, Bd. 7 der Beiträge zur Sportwissenschaft, hrsg. von H. ALTENBERGER und E. RÜMMELE, Frankfurt am Main, 1987.
- NOTH, J., Neurophysiologische Aspekte der Muskelelastizität, in: *Martin BÜHRLE (Hrsg.), Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*, Bd. 56 der Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, 1. Aufl., Schorndorf 1985, S. 238–253.
- SARTORI, J.; P. TSCHIENE, Die Fortentwicklung der Theorie des Trainings, in: *Leistungssport*, 17 (1987) 2: 7–16.
- SCHMIDTBLEICHER, D., Welche Absprunghöhen bei Tiefsprüngen?, in: *Lehre der Leichtathletik*, 34 (1983) 2: 47–49.
- SCHMIDTBLEICHER, D., Diagnose des Maximal- und Schnellkraftverhaltens, in: *Martin BÜHRLE (Hrsg.), Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*, Bd. 56 der Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, 1. Aufl., Schorndorf 1985, S. 112–120.
- SCHMIDTBLEICHER, D.; A. GOLLOFFER, Einflußgrößen des reaktiven Bewegungsverhaltens und deren Bedeutung für die Sportpraxis, in: *Martin BÜHRLE (Hrsg.), Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*, Bd. 56 der Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, 1. Aufl., Schorndorf 1985, S. 271–281.
- SCHMIDTBLEICHER, D., Neurophysiologische Aspekte des Sprungkrafttrainings, in: *Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Zur Praxis des Sprungkrafttrainings*, Köln 1986, S. 56–73.
- SCHMIDTBLEICHER, O., Maximalkraft und Bewegungsschnelligkeit, Bd. 3 der Beiträge zur Bewegungsforschung im Sport, hrsg. von H. RIEDER, 1. Aufl., Bad Homburg 1980.
- SCHMIDTBLEICHER, D.; A. GOLLOFFER, Neuromuskuläre Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgrößen für ein Tiefsprungtraining, in: *Leistungssport*, 12 (1984) 4: 298–307.
- TIHANYI, J., Die physiologischen und mechanischen Grundprinzipien des Krafttrainings, in: *Leistungssport*, 17 (1987) 2: 38–45.
- VIITASALO, J. T.; O. AURA; K. HÄKKINEN; J. NIKULA, Untersuchungen von Trainingswirkungen auf die Kraftezeugung und Sprunghöhe, in: *Leistungssport*, 2 (1981) 6: 278–281.
- WEINECK, J., Optimales Training, Bd. 10 der Beiträge zur Sportmedizin, 5., überarb. und erw. Aufl., Erlangen 1986.