

- NITSCH, J. R.: Zur handlungspsychologischen Grundlegung der Sportpsychologie. In: GABLER, H./NITSCH, J. R./SINGER, R.: Einführung in die Sportpsychologie. Schorndorf 1986a, 188-271.
- NITSCH, J. R. (Hg.): Anwendungsfelder der Sportpsychologie. Köln 1986b.
- NOOTH, J.: Motorische Lerntheorien - Neurophysiologische Korrelate. Hypothesen zur Funktion des Kleinhirns und der Basalganglien. In: DVS (Hg.): Aspekte der Bewegungs- und Trainingswissenschaft. Motorisches Lernen - Leistungsdiagnostik - Trainingssteuerung. DVS-Protokolle. Bd. Clausthal-Zellerfeld 1986a, 25-38.
- Ost, F.: Faktorenanalyse. In: FAHRMEIR, L./HAMERLE, A. (Hg.): Multivariate statistische Verfahren. Berlin/New York 1984, 575-633.
- PAULTON, E. C.: Anticipation in open and closed sensorimotor skills. Cambridge 1950.
- PETERSEN, T.: Qualitative Bewegungsforschung. Beiträge zur Bewegungsforschung im Sport. Bd. 8. Bad Homburg 1985.
- ROGERS, C. R.: Die nicht-direktive Beratung. Frankfurt 1985.
- SCHMIDT, R. A.: A schema theory of discrete motor skill learning. In: Psychological review, 82 (1975), 225-260.
- SCHMIDT, R. A.: Motor Control and Learning. A Behavioral Emphasis. Champaign, Illinois 1982.
- SCHWENKMEZGER, P.: Experiment versus subjektive Erfahrung oder: Wider die Vernachlässigung des Experiments in der Sportpsychologie. In: JANSSEN, J. P./SCHLICHT, W./STRANG, H.: Handlungskontrolle und soziale Prozesse im Sport. Köln 1987, 107-118.
- SCHWENKMEZGER, P.: Sportpsychologische Diagnostik, Intervention und Verantwortung. Köln 1988.
- SIMONS, H.: Handlungstheoretisch geleitete Überlegungen über Notwendigkeit und Möglichkeit der Erfassung subjektiver Theorien. In: DVS (Hg.): Handeln im Sport. Kongreßbericht. Clausthal-Zellerfeld 1985, 42-60.
- SOBOTKA, R.: Formgesetze der Bewegungen im Sport. Schorndorf 1974.
- SONNENSCHNIG, I.: Wahrnehmung und taktisches Handeln im Sport. Entwicklung von Konzepten zur Verbesserung der Wahrnehmungsfähigkeit. Köln 1987.
- THOLEY, P.: Sensumotorisches Lernen als Organisation des Gesamtfeldes. In: HAHN, E./RIEDER, H. (Hg.): Sensumotorisches Lernen und Sportpsychologie. Köln 1984, 11-26.
- THOMAS, A. (Hg.): Psychologie der Handlung und Bewegung. Meisenheim 1976.
- THOMAS, A. (Hg.): Sportpsychologie. Ein Handbuch in Schlüsselbegriffen. München/Wien/Baltimore 1982.
- TREUTLEIN, G./FUNK, J./SPERLE, N. (Hg.): Körpererfahrung in traditionellen Sportarten. Bd. 10 der Schriftenreihe Sport & Lernen des ADH. Wuppertal 1985.
- WAGNER, u. a.: Die Analyse von Unterrichtsstrategien mit der Methode des „Nachträglichen Lauten Denkens“ von Lehrern und Schülern zu ihrem unterrichtlichen Handeln. In: Unterrichtswissenschaft (1977) 5, 244-250.
- WAHL, D./SCHLEE, J./KREUTH, J./MURECK, J.: Naive Verhaltenstheorie von Lehrern. Oldenburg 1983.
- WEIDLE, R./WAGNER, A. C.: Die Methode des Lauten Denkens. In: HUBER, G. L./MANDL, H. (Hg.): Verbale Daten. Eine Einführung in die Grundlagentheorie. Weinheim/Basel 1982.
- WEINBERG, P.: Bewegung, Handlung, Sport. Handlungsorientierte Bewegungsforschung. Sport - Arbeit - Gesellschaft. Bd. 24. Köln 1985.
- WEIZÄCKER, V.: Der Gestaltkreis. Stuttgart 1950.
- WERBIK, H.: Handlungstheorien. Stuttgart 1978.
- WILKENS, M.: Schilaufen lernen aus handlungstheoretischer Sicht. In: SPERLE, N./SCHULKE, H. J. (Hg.): Handeln im Hochschulsport. Ahrensburg 1985, 100-127.
- WILLIMCZIK, K.: Interdisziplinäre Sportwissenschaft - Forderungen an ein erstarrtes Konzept. In: Sportwissenschaft 15 (1985) 1, 9-32.
- WOTTAWA, H.: Psychologische Methodenlehre. Grundfragen der Psychologie. München 1977, 1981.
- WOTTAWA, H.: Testtheorie. Grundfragen der Psychologie. München 1980.
- ZELLINGER, E.: Die empirischen Humanwissenschaften im Umbruch. Vom Behaviorismus zu einer adäquaten Erforschung des Menschen. J. Berchmans. München 1979.
- ZIMMER, A.: Studien beim Erwerb komplexer Bewegungen. In: Sportwissenschaft 13 (1983) 3, 287-299.

E. Müller, W. Nachbauer

Zur Anpassung der menschlichen Motorik an unterschiedliche Meereshöhen

1. Problem- und Aufgabenstellung

Beigibt sich der Mensch in ungewohnte Meereshöhen, so reagiert sein Körper auf die veränderten Klimabedingungen mit zahlreichen Anpassungsvorgängen. Bedingt durch den verringerten Sauerstoffpartialdruck mit Zunahme der Meereshöhe, kommt es zu Umstellungen im Bereich des Sauerstofftransportes und der Energiebereitstellung. Zu den physiologischen Mechanismen liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Gute Zusammenfassungen bieten die Publikationen von DEETJEN/HUMPEL (1981), ASTRAND (1986), JENNY (1986) oder RIVOLIER/CERRETELLI/FORAY/SEGANTINI (1985). Zunächst kommt es zur Mehratmung. Das Herz-Kreislauf-System reagiert mit verstärkter Herzauswurfleistung und Weiterstellung der Gefäße, wodurch der Sauerstofftransport von der Lunge zum Gewebe verbessert wird. Einerseits wird der rote Blutfarbstoff, der für den Sauerstofftransport verantwortlich ist, vermehrt gebildet und vermehrt in die roten Blutkörperchen eingelagert. Andererseits wird die Bindung des Sauerstoffs an den roten Blutfarbstoff dahingehend verändert, daß durch die Zunahme von 2,3-Diphosphoglycerat im roten Blutkörperchen eine verbesserte Entkoppelung des Sauerstoffs vom roten Blutfarbstoff erreicht wird. Nach einigen Tagen Aufenthalt in mittleren Höhen, wie wir sie in den Alpen vorfinden, ist die Adaptionsphase abgeschlossen. Anpassungsreaktionen wie Mehratmung oder verstärkte Herzauswurfleistung werden wieder abgebaut, während Veränderungen im Blut (Zunahme von rotem Blutfarbstoff und 2,3-Diphosphoglycerat) als Zeichen erfolgter Akklimatisation bestehen bleiben.

Im Hochleistungssport wird schon seit einiger Zeit durch gezieltes Training in mittleren Höhen um 2000 bis 2500 m versucht, diese Akklimatisationsphänomene zur Leistungssteigerung zu nutzen. Höhenttraining soll einerseits zur Vorbereitung auf bevorstehende Wettkämpfe in ähnlicher Höhenlage und andererseits zur Leistungssteigerung bei Wettkämpfen in gewohnten Meereshöhen dienen. Vor allem bei Sportarten, die im Bereich der allgemeinen aeroben Ausdauer hohes Leistungsvermögen benötigen, hat sich Höhenttraining nachweislich bewährt. Hingegen sind die Auswirkungen von Höhenttraining auf andere motorische Eigenschaften wie Kraft, Schnelligkeit, Gleichgewicht, Gewandtheit u. a. nur unzureichend erforscht.

Von besonderer Bedeutung können die Auswirkungen von Aufenthalt in Meereshöhen von über 1500 m auf die menschliche Motorik im Bereich des Breitensports sein. Neben ca. acht Millionen Alpenbewohnern sucht jährlich eine Vielzahl von Urlaubern die Alpen zur Erholung auf. Dabei erfreuen sich sportliche Aktivitäten wie Wandern, Klettern, Schifahren, Langlaufen, Paragliten, Drachenfliegen etc. größter Beliebtheit. Zahlreiche Personen verbringen somit ihren Urlaub in für sie ungewohnten Meereshöhen, betreiben zum Teil sehr umfangreich Sport, ohne über die Auswirkungen der ungewohnten Meereshöhe auf ihr Leistungsvermögen Bescheid zu wissen. Es muß jedoch besonders in der akuten Adaptionsphase während der ersten zwei bis drei Tage des Aufenthalts in ungewohnter Höhenlage damit gerechnet werden, daß neben der motorischen Ausdauer auch andere motorische Eigenschaften Leistungseinbußen erleiden. Dies könnte sowohl auf das Unfallrisiko als auch auf das subjektive Wohlbefinden der Urlauber entsprechende Auswirkungen haben. Werden beispielsweise die Reaktionsschnelligkeit, das Gleichgewichtsvermögen oder die koordinativen Grundfähigkeiten negativ beeinflusst, müßten sich die Urlauber in ihrer sportlichen Aktivität entsprechend darauf einstellen, um gesundheitliche Risiken möglichst klein zu halten. Dieses Problem stellt sich vor allem beim in jüngster Zeit immer aktueller werdenden Aktiv-Kurzaufenthalt, in den Bergen Sport zu betreiben, unabhängig von der Jahreszeit, dazu benützt, in den Bergen Sport zu betreiben. Um die wenige zur Verfügung stehende Freizeit entsprechend zu nutzen, wird vom ersten Tag an so intensiv und umfangreich wie möglich Ski gefahren, geklettert, etc.

Es scheint daher dringend notwendig, den Einfluß jener Meereshöhen, in denen Bergsport betrieben wird, auf die für die Bergsportarten leistungsbestimmenden motorischen Eigenschaften zu prüfen. Im vorliegenden Beitrag sollen die Auswirkungen von Kurzaufenthalt von drei Tagen in verschiedenen ungewohnten Meereshöhen zwischen 1800 m und 3500 m auf sportmotorische Eigenschaften, die bei Bergsportarten leistungsbestimmend sind, untersucht werden.

2. Untersuchungsmethodik

2.1. Untersuchungsplan

Das Leistungsniveau in ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten wird mittels sportmotorischer Tests, die, soweit vorhanden, übernommen, ansonsten entwickelt werden, überprüft.

Die Versuchsgruppe begibt sich, jeweils drei Tage lang, auf folgende Stationen, um sich dort den Tests zu unterziehen:

St. Christoph am Arlberg: 1800 m,

Rudolfshütte (Sbg): 2315 m,

Jungfraujoch (Ch): 3454 m.

Während der Höhenaufenthalte werden im Abstand von einem Tag die Tests zweimal absolviert, um das Anpassungsverhalten zu ermitteln. Vor den Höhenaufenthalten werden die Tests in gewohnter Tallage (Innsbruck, 500 m) durchgeführt. Als Kriterium für die Auswirkungen der ungewohnten Meereshöhen auf die menschliche Motorik wird die Differenz zwischen den Testleistungen in Tallage und den jeweiligen Höhenaufenthaltsorten herangezogen. Insgesamt hat sich die Versuchsgruppe neunmal der gesamten Testserie zu unterziehen.

Durch das oftmalige Wiederholen der Testserie sind zumindest bei einigen motorischen Eigenschaften Leistungsfortschritte zu erwarten. Um diese durch das oftmalige Testen entstehenden Veränderungen des Leistungsniveaus von jenen, durch die ungewohnten Meereshöhen bedingten, unterscheiden zu können, hat eine Kontrollgruppe die Aufgabe, sich ebenfalls neunmal der Testserie in gewohnter Meereshöhe in Tallage (Innsbruck, 500 m) zu unterziehen. Der insgesamt mit neun Tagen doch relativ lange dauernde Aufenthalt der Versuchsgruppe in zum Teil von der Außenwelt abgeschlossenen Stationen könnte zu gruppendynamischen Prozessen führen, die die Stimmung und damit indirekt das Leistungsvermögen beeinflussen. Daher wird während der Höhenaufenthalte die Befindlichkeit der Versuchsgruppe mittels eines genormten Verfahrens mehrmals überprüft.

2.2. Personenstichprobe

Versuchsgruppe: 20 Personen; 11 weiblich; 9 männlich; Sportstudent(inn)en; keine Hochleistungssportler

Kontrollgruppe: 19 Personen; 10 weiblich; 9 männlich; Sportstudent(inn)en; keine Hochleistungssportler

2.3. Sportmotorische Testverfahren

Bei der Auswahl der sportmotorischen Tests wird versucht, die wichtigsten motorischen Eigenschaften, die bei Bergsportarten von Bedeutung sind, zu berücksichtigen. Nicht miteinbezogen wird die allgemeine aerobe Ausdauer, da diese in zahlreichen sportmedizinischen Untersuchungen bereits erfaßt wurde. Neben testökonomischen Gesichtspunkten mußten bei der Zusammenstel-

lung der Testserie auch die speziellen Gegebenheiten der Höhenaufenthaltsorte berücksichtigt werden. Nachfolgend sind die durchgeführten Tests beschrieben.

2.3.1. Krafttests

Beidbeiniger vertikaler Sprung mit Ausholbewegung

(Standhochsprung)

Vorrangig beanspruchte motorische Eigenschaft: Schnellkraft der Beinmuskulatur

Testanweisung: Die Testperson stellt sich auf die Kraftmeßplatte (KISTLER) und versucht, beidbeinig mit maximalem Kräfteinsatz nach einleitender Gebewegung nach oben zu springen. Die Landung erfolgt beidbeinig neben der Meßplatte.

Der Testperson stehen drei Versuche zu, der beste wird gewertet.

Die vertikale Flughöhe wird anhand der Formel

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

$$h \dots \dots \dots \text{Flughöhe}$$

$$g \dots \dots \dots \text{Erdbeschleunigung}$$

$$v \dots \dots \dots \text{Absprunggeschwindigkeit}$$

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

Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,81$

Handgriffkraft

Vorrangig beanspruchte motorische Eigenschaft: statische Maximalkraft der Fingerbeuger

Testanweisung: Ein Dynamometer wird in der bevorzugten Hand gehalten und soll, ohne daß der Arm den Körper berührt, mit größtmöglicher Kraft gedrückt werden. Die Griffbreite des Dynamometers ist der Fingerlänge der Testperson angepaßt. Die Testperson führt mit der bevorzugten Hand drei Versuche durch, zwischen denen eine Pause von mindestens einer Minute liegt. Der beste Versuch wird gewertet.

Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,95$

2.3.2. Schnelligkeitstests

15-m-Sprint

Vorrangig beanspruchte motorische Eigenschaft: Kraftschnelligkeit

Testanweisung: Aus der Hochstartstellung ist eine 15 m lange Strecke möglichst rasch zu durchlaufen. Der Start erfolgt 2 m vor der ersten Lichtschranke. Aus drei Versuchen wird der beste Wert als Testergebnis genommen.

Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,96$

Reaktionstest (KORNEXL 1980)

Vorrangig beanspruchte motorische Eigenschaft: Reaktionsschnelligkeit auf optische Signale

Testanweisung: Am Reaktometer leuchtet in unregelmäßigen Abständen (durchschnittliches Zeitintervall: 1,25 s) ein Lämpchen auf. Die Testperson hat

die Aufgabe, auf jedes Aufleuchten durch Drücken einer Stopptaste möglichst rasch zu reagieren. Gestoppt wird die Zeit vom Aufleuchten der Lampe bis zum Drücken der Taste. Nach zehnmaligem Aufleuchten der Lampe und Drücken der Taste ergibt sich die Gesamtreaktionszeit. Der Testperson stehen nach einem Vorversuch sechs gültige Versuche zu, aus denen das arithmetische Mittel vermerkt wird.

Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,86$

Reaktionsdauerstest (KORNEXL 1980)

Vorrangig beanspruchte motorische Eigenschaft: Reaktionsschnelligkeitsdauer auf optische Signale

Testanweisung: Am Reaktometer leuchtet in unregelmäßigen Abständen (durchschnittliches Zeitintervall: 1,25 s) ein Lämpchen auf. Die Testperson hat die Aufgabe, auf jedes Aufleuchten durch Drücken einer Stopptaste möglichst rasch zu reagieren. Nach fünfzigmaligem Aufleuchten der Lampe und Drücken der Taste ergibt sich die Gesamtreaktionszeit. Der Testperson stehen nach einem Vorversuch zwei gültige Versuche zu, aus denen das arithmetische Mittel gebildet wird.

Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,88$

2.3.3. Gleichgewichtstests

Schwebegehen (FETZ 1987)

Vorrangig beanspruchte motorische Eigenschaft: dynamisches Gleichgewicht
 Testanweisung: Die Testperson hat die Aufgabe, auf einem 4,5 cm breiten und 2 m langen Balken in 45 s möglichst oft barfuß hin- und herzubalancieren. Gemessen wird die zurückgelegte Strecke. Wird der Boden vor Testende berührt, wird die bis dahin zurückgelegte Strecke gewertet. Nach einer Minute Vorgewöhnung hat die Testperson drei Versuche, aus den beiden besseren Versuchen dient das arithmetische Mittel als Testergebnis.

Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,90$

Blindgang (FETZ 1987)

Testanweisung: Die Testperson hat die Aufgabe, mit geschlossenen Augen, einen Fuß vor den anderen setzend, einer 4 m langen Geraden zu folgen. Gemessen wird nach 4 m die seitliche Abweichung von der Geraden. Von zwei Versuchen wird das arithmetische Mittel als Testergebnis gewertet.

Equilibrium-Meter (FETZ 1987)

Vorrangig beanspruchte motorische Eigenschaft: quasistatisches Gleichgewicht

Testanweisung: Die Testperson hat die Aufgabe, auf einer Meßplattform, auf der die Standflächen der Füße vorgezeichnet sind, 30 s möglichst ruhig zu stehen. Nach einer Minute Gewöhnung stehen der Testperson drei Versuche zu. Die Summe aller Abweichungen vorwärts, rückwärts und seitwärts wird registriert. Das arithmetische Mittel der beiden besseren Versuche wird gewertet.

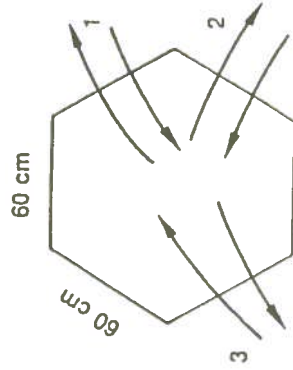
Reliabilitätskoeffizient: 0,91

2.3.4. Gewandtheitstests

Sternspringen (KORNEXL 1980)

Vorrangig beanspruchte motorische Eigenschaft: Sprunggewandtheit
 Testanweisung: Im Uhrzeigersinn sollen zwölf beidbeimige Sprünge über die durch das Testgerät vorgegebene Markierung hin und zurück absolviert werden, ohne sich um die Längsachse zu drehen. Nach drei Vorversuchen sind fünf Hauptversuche zu absolvieren. Das arithmetische Mittel aus den Hauptversuchen wird als Testergebnis gewertet.
 Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,88$

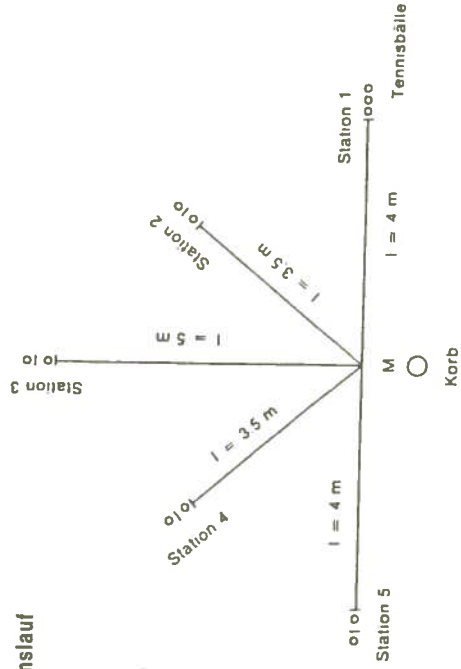
Abb. 1: Sternspringen



Stationslauf

Vorrangig beanspruchte motorische Eigenschaft: Laufgewandtheit
 Testanweisung: Die Testperson läuft vom Mittelpunkt (M) zur Station 1, nimmt den dort liegenden Tennisball auf, läuft zu M zurück, legt den Ball in den 50 cm hinter M liegenden Korb, läuft zu Station 2 usw. Gemessen wird die Zeit, bis der Ball der Station 5 im Korb liegt. Von zwei Versuchen wird der bessere gewertet.
 Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,89$

Abb. 2: Stationslauf



2.3.5. Kraftausdauer test

Wechelseitiges Springen

Vorrangig beanspruchte motorische Eigenschaft: lokale Kraftausdauer der Bein Streckmuskulatur
 Testanweisung: Die Testperson hat die Aufgabe, zwischen zwei mit Klebeband markierten Linien wechselbeinig hin- und herzuspringen. Dabei muß das äußere Bein die mit Klebeband markierten Linien deutlich überspringen. Das innere Bein wird beigezogen und, ohne belastet zu werden, neben dem Außenbein aufgesetzt. Der innere Abstand der Aufsprungflächen wird der Beinlänge der Versuchsperson angepaßt und beträgt das Eineinviertelfache der Beinlänge. Vermerkt wird die Anzahl der ordnungsgemäß ausgeführten Sprünge innerhalb von 90 s. Mit einem Metronom wird die Sprungfrequenz von 60 Sprüngen in der Minute vorgegeben. Gleich anschließend soll die Versuchsperson in den noch verbleibenden 30 s möglichst viele Sprünge ordnungsgemäß absolvieren. Als Ergebnis wird die Summe aller regulär absolvierten Sprünge innerhalb der 90 s vermerkt.
 Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,88$

2.3.6. Sensomotorische Koordinationstests

SMK – Auge/Fuß (WERNER 1989)

Testanweisung: Die Testperson sitzt vor einem Computerbildschirm, vor sich am Boden ein Steuergerät (Computer-Maus), mit dem sie ein kleines Kreuz am Bildschirm durch Bewegungen des Steuergerätes in einer Ebene (Boden) gleichsinnig mitbewegen kann. Die Sitzhöhe wird so gewählt, daß der Vorfuß des dominanten Beines ohne Druck auf dem Steuergerät aufliegen kann. Am Bildschirm erscheint ein kleines Rechteck in zufälliger Position. Die Testperson hat die Aufgabe, mit dem Fuß das Steuergerät am Boden so zu verschieben, daß das Kreuz am Bildschirm in das Rechteck trifft. Daraufhin springt das Ziel (Rechteck) in eine neue zufällige Position und soll wieder getroffen werden. Die Zeit für 15 solcher Treffer wird gestoppt. Nach einem Vorversuch (genaue Einstellung der Sitzhöhe) werden fünf Versuche absolviert. Das Mittel der erreichten Zeiten gilt als Testwert.
 Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,70$

SMK – Auge/Hand (WERNER 1989)

Testanweisung: Die Testperson sitzt vor einem Computerbildschirm, in ihrer dominanten Hand ein Steuergerät (Computer-Maus), mit dem sie durch Verschieben auf einer ebenen Fläche (Tisch) ein kleines Kreuz am Bildschirm gleichsinnig mitverschieben kann. Am Bildschirm erscheint ein Lichtbalkenkreuz in zufälliger Position. Die Testperson hat die Aufgabe, das kleine Kreuz in den Schnittpunkt der Lichtbalken zu steuern. Sobald die Testperson glaubt, gut zu treffen, wird durch Drücken eines Knopfes am Steuergerät die genaue Position des kleinen Kreuzes registriert. Das Lichtbalkenkreuz erscheint daraufhin in einer anderen zufälligen Position, und die Aufgabe beginnt von neuem, mit dem Steuergerät das kleine Kreuz genau in den Schnittpunkt der Lichtbalken steuern und den „Treffer“ auszulösen.

Es wird einerseits die Zeit für 20 solcher Treffer und andererseits die mittlere Abweichung vom eigentlichen Zielpunkt erfaßt. Die Testperson hat die Aufgabe so genau und so schnell wie möglich zu absolvieren. Das Mittel der Zeit für zehn Versuche wird als Testwert genommen. Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,92$

Zeitliche Bewegungsgenauigkeit

Testanweisung: Die Testperson sitzt vor einem Computerbildschirm und soll einen über den Bildschirm imaginär laufenden Bildpunkt an einer bestimmten Zielmarke mittels Tastendrucks stoppen. Der Punkt läuft während eines Versuchs mit konstanter Geschwindigkeit, von Versuch zu Versuch aber unterschiedlich schnell. Das vorliegende Computerprogramm beinhaltet drei verschiedene Geschwindigkeitsstufen. Die Abweichung zwischen tatsächlichem Durchlaufzeitpunkt an der markierten Stelle und Zeitpunkt des Tastendrucks wird in ms gemessen.

Nach zwei Serien zu je zehn Versuchen zur Gewöhnung folgen fünf Serien zu ebenfalls zehn Versuchen. Gewertet wird das arithmetische Mittel aus den fünf Serien der Hauptversuche.

Reliabilitätskoeffizient: $r = 0,84$

2.4. Statistische Analyseverfahren

Die deskriptive Statistik umfaßt für Versuchs- und Kontrollgruppe jeweils Stichprobengröße (n), arithmetisches Mittel (x) und Standardabweichung der Meßwerte (s) für jede Testdurchführung sowie absolute (abs) und relative (rel) Veränderungen der arithmetischen Mittelwerte zum jeweiligen Ausgangstest in Innsbruck. Den Tabellen sind Abbildungen beigefügt, in denen die relativen Veränderungen zum jeweiligen Ausgangstest in Innsbruck dargestellt werden. Zur interferenzstatistischen Analyse der Mittelwertunterschiede wurden mehrfaktorielle Kovarianzanalysen mit Meßwiederholungen durchgeführt. Das angewandte Untersuchungsdesign liefert folgendes Datenschema:

	b ¹ (1800 m)	b ² (2300 m)	b ³ (3400 m)	
	Faktor B: Höhenstufen			
	Faktor C: Aufenthaltsdauer			
	c ¹ (1. Test)	c ² (2. Test)	c ³ (1. Test)	c ³ (2. Test)
	Faktor A: Versuchs-(Höhen-) und Kontroll-(Tal-)Gruppe			
a ¹ (Höhengruppe)	x	y ¹	x	y ¹
a ² (Talgruppe)	x	y ²	x	y ²

Die zu insgesamt neun verschiedenen Zeitpunkten erfaßten motorischen Fähigkeiten sind die abhängigen Variablen (x, y¹, y²), deren Varianz mittels der Kovarianzanalyse untersucht werden soll. Dabei soll der Einfluß der dreimal gemessenen Kontrollvariablen (x) aus den abhängigen Variablen (y¹, y²) herauspartialisiert werden. Die Kontrollvariable (x) kontrolliert die Leistungsfähigkeit

higkeit in den Testaufgaben zu Beginn der drei Testblöcke und soll so gewährleisten, daß Leistungsänderungen aufgrund von Übungseffekten eliminiert werden.

Folgende unabhängige Variablen bzw. Faktoren werden als varianzgenerierende Quelle untersucht:

Faktor A stellt die unabhängige Variable „unterschiedliche Behandlung“ der Stichproben dar: Die Versuchsgruppe wurde in Höhenlage (1800 m–3400 m) und die Kontrollgruppe in Tallage (500 m) getestet (a¹ ... Höhenlage, a² ... Tallage).

Der dreistufige **Faktor B** umfaßt die Meßwiederholung auf den drei verschiedenen Höhenstufen (b¹ ... 1800 m, b² ... 2300 m und b³ ... 3400 m) der Höhengruppe und die entsprechenden Meßwiederholungen der Kontrollgruppe in Innsbruck. Der Haupteffekt von Faktor B ist nicht interpretierbar. Als varianzgenerierende Quelle ist die **Interaktion der Faktoren A x B** von Interesse. Diese Interaktion gibt über die unterschiedliche Beeinflussung der erfaßten motorischen Merkmale (motorischen Leistungsfähigkeit) in den drei Höhenlagen Auskunft.

Um die Beeinflussung der Motorik in Abhängigkeit von der Aufenthaltsdauer in der Höhe zu erfassen, wurden pro Höhenstufe zwei Testreihen absolviert (= **Faktor C**). Signifikante **Interaktionen A x C** weisen auf unterschiedliche Anpassungsvorgänge zwischen Test 1 und Test 2 in Höhen- und Tallage hin. Sind die **Interaktionen A x B x C** signifikant, so sind die Anpassungsmechanismen zwischen Test 1 und Test 2 in den erfaßten Höhenstufen unterschiedlich. Es wurden insgesamt drei Kovarianzanalysen durchgeführt:

1. Die Motorik (= abhängige Variable) der Höhen- und Talgruppe (= Faktor A) wird unter den Kombinationen aus drei Höhenstufen (= Faktor B) und zwei (erstem und drittem Aufenthaltstag) Aufenthaltslängen (= Faktor C) geprüft. Dabei findet die Testleistung zu Beginn der drei Testblöcke als Kovariante Berücksichtigung. Dies entspricht einer dreifaktoriellen Kovarianzanalyse mit Meßwiederholungen auf zwei Faktoren.

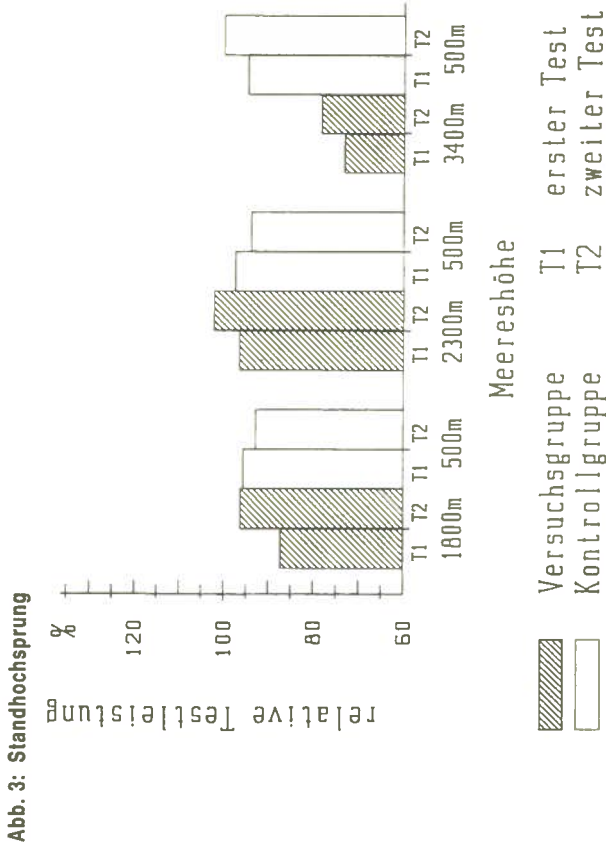
2. Die Motorik (= abhängige Variable) der Höhen- und Talgruppe (= Faktor A) wird jeweils am ersten Tag auf den drei Höhenstufen (= Faktor B) geprüft. Dabei findet ebenfalls die Testleistung zu Beginn der drei Testblöcke als Kovariante Berücksichtigung. Dies entspricht einer zweifaktoriellen Kovarianzanalyse mit Meßwiederholungen auf einem Faktor.

3. Die Motorik (= abhängige Variable) der Höhen- und Talgruppe (= Faktor A) wird jeweils am dritten Tag auf den drei Höhenstufen (= Faktor B) geprüft. Dabei findet ebenfalls die Testleistung zu Beginn der drei Testblöcke als Kovariante Berücksichtigung. Dies entspricht wiederum einer zweifaktoriellen Kovarianzanalyse mit Meßwiederholungen auf einem Faktor.

3. Ergebnisse und Interpretation

3.1. Motorische Kraft

Beidbeiniger vertikaler Sprung mit Ausholbewegung (Standhochsprung)



Tab. 1: Standhochsprung

	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	18	17	18	15	15	15	14	14	18	18	17	17
x (cm)	39.4	43.4	38.1	41.2	43.6	41.6	40.1	36.3	38.8	39.9	42.1	42.1
s (cm)	7.6	8.6	10.9	7.0	12.3	8.7	15.7	8.1	9.7	4.5	10.8	10.8
Veränderung bezogen auf abs (cm)	-5.8	-1.7	-1.8	-1.5	0.9	-1.1	-2.6	-13.3	-10.8	-2.2	0.0	0.0
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	87.2	96.2	95.6	92.8	96.5	102.1	97.5	93.9	73.1	78.2	94.8	100.0

Der Unterschied der Mittelwerte aller Testzeitpunkte zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe (Faktor A) ist fast signifikant ($p = 0,08$). Wird nur der jeweils erste Test, der unmittelbar nach Ankunft auf der jeweiligen Meereshöhe durchgeführt wurde, zur Prüfung des Mittelwertunterschiedes herangezogen, werden die Mittelwertunterschiede zwischen den Gruppen stark signifikant ($p = 0,01$). Die Meereshöhe dürfte offensichtlich einen erheblichen Einfluß auf den Ausprägungsgrad der Sprungkraft haben. Die Versuchsgruppe konnte als Durch-

Tab. 2: Standhochsprung - Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	P
Faktor A (ges)	365.3	1	365.3	3.39	0.075
Fehler	3450.4	32	107.83		
A x B	480.4	2	240.2	5.49	0.006
Fehler	2845.6	65	43.8		
A x C	169.2	1	169.2	3.87	0.058
Fehler	1442.9	33	43.7		
A x B x C	70.9	2	35.5	0.67	0.52
Fehler	3514.3	66	53.2		
Faktor A (1. Tg)	482.9	1	482.9	7.84	0.009
Fehler	1970.9	32	61.6		
A x B	94.8	2	47.4	1.09	0.34
Fehler	2821.8	65	43.4		
Faktor A (3. Tg)	25.5	1	25.5	0.28	0.604
Fehler	2915.8	32	91.1		
A x B	456.6	2	228.3	4.20	0.019
Fehler	3537.3	65	54.4		

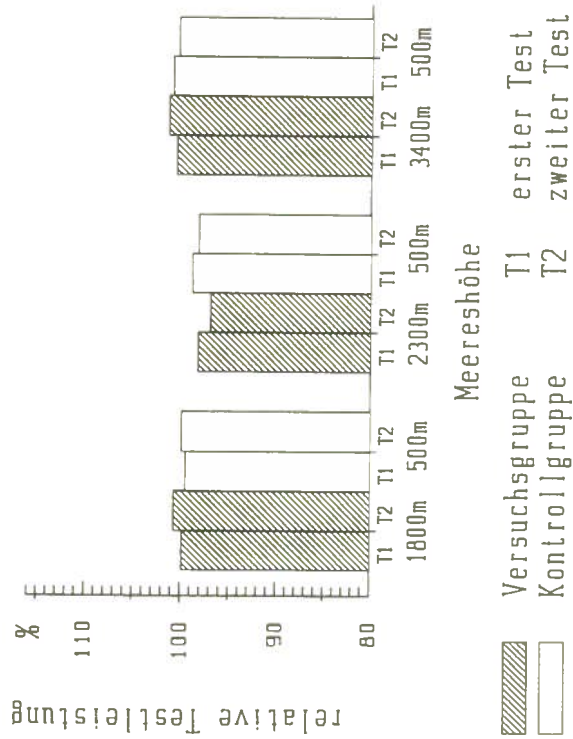
schnittswert aller Tests in allen Höhenlagen nur 88,8% der Sprunghöhe des jeweiligen Ausgangstests erreichen, während der Durchschnittswert der Kontrollgruppe bei 95,8% des jeweiligen Ausgangswertes liegt. Beim ersten Test auf den jeweiligen Meereshöhen ist der Unterschied zwischen den beiden Gruppen noch wesentlich größer. Die Versuchsgruppe erreicht hier nur 85,6% der Ausgangstestleistung, während die Kontrollgruppe mit 96,0% nahe an den Ausgangswert herankommt.

Die Interaktion der Faktoren A (Versuchs- und Kontrollgruppe) und B (unterschiedliche Meereshöhen) ist ebenfalls stark signifikant ($p = 0,006$). Folglich wirken sich die unterschiedlichen Meereshöhen auch unterschiedlich auf den Ausprägungsgrad der Sprungkraft aus. Die größte Differenz zwischen den Gruppen tritt beim Test der Versuchsgruppe am Jungfrauoch (3400 m) auf. Hier erreicht die Versuchsgruppe nur 75,5% des Ausgangswertes, die Kontrollgruppe hingegen kommt mit 97,4% nahe an den Ausgangswert heran.

Die Interaktion zwischen den Faktoren A (Versuchs- und Kontrollgruppe) und C (Aufenthaltsdauer) ist ebenfalls signifikant. Die Sprungkraftfähigkeit hat sich bei der Versuchsgruppe im Verlaufe des dreitägigen Aufenthaltes auf allen untersuchten Meereshöhen verbessert. In St. Christoph a. A. (1800 m) wurde mit einer Steigerung von 87,2% auf 96,2% des Ausgangstestwertes die größte Verbesserung erreicht. Auf der Rudolfshütte erfolgte eine Leistungssteigerung von 96,5% auf 102,1% des Ausgangstestwertes und am Jungfrauoch von 73,1% auf 78,2%. Die unterschiedlich starke Auswirkung der Aufenthaltsdauer von drei Tagen auf die Sprungkraft in Abhängigkeit von der jeweiligen Meereshöhe ist statistisch jedoch nicht signifikant.

Handgriffkraft

Abb. 4: Handgriffkraft



Tab. 3: Handgriffkraft

	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	18	18	18	18	17	17	14	14	19	19	17	16
x (kp)	49.3	49.8	47.7	47.9	51.2	50.9	49.9	49.5	51.3	51.7	49.3	49.0
s (kp)	11.6	11.6	12.8	14.7	12.4	11.8	14.9	15.7	11.7	12.3	14.4	14.5
Veränderung bezogen auf abs (kp)	-0.1	0.3	-0.3	-0.1	-0.9	-1.6	-0.6	-0.9	0.3	0.7	0.4	0.2
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	99.8	100.7	99.5	99.9	98.2	96.9	98.8	98.2	100.5	101.3	100.9	100.3

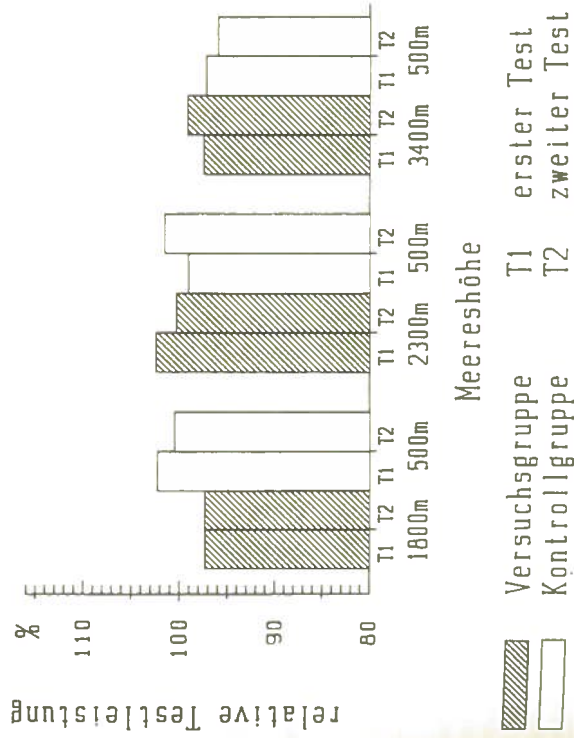
Die Meereshöhe dürfte keine Auswirkungen auf den Ausprägungsgrad der Maximalkraft der Fingerbeuger haben. Zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe können keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Tab. 4: Handgriffkraft – Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	p
Faktor A (ges)	9.58	1	9.58	0.96	0.33
Fehler	329.08	33	9.97		
A x B	8.48	2	4.24	1.03	0.36
Fehler	275.6	67	4.11		
A x C	0.66	1	0.66	0.32	0.58
Fehler	69.88	34	2.06		
A x B x C	9.13	2	4.56	1.16	0.32
Fehler	266.6	68	3.92		
Faktor A (1. Tg)	2.19	1	2.19	0.48	0.49
Fehler	149.82	33	4.54		
A x B	3.95	2	1.97	0.41	0.66
Fehler	319.69	67	4.77		
Faktor A (3. Tg)	8.39	1	8.39	1.14	0.29
Fehler	242.94	33	7.36		
A x B	12.96	2	6.48	2.03	0.14
Fehler	213.99	67	3.19		

**3.2. Motorische Schnelligkeit
15-m-Sprint**

Abb. 5: 15-m-Sprint



Tab. 5: 15-m-Sprint

	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	15	14	19	19	14	13	18	18	16	16	19	19
x (s)	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5
s (s)	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
Veränderung bezogen auf abs (s)	0.07	0.07	-0.05	-0.01	-0.07	-0.01	0.02	-0.04	0.07	0.02	0.06	0.09
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	97.3	97.4	102.3	100.5	102.4	100.3	99.1	101.6	97.5	99.2	97.2	96.0

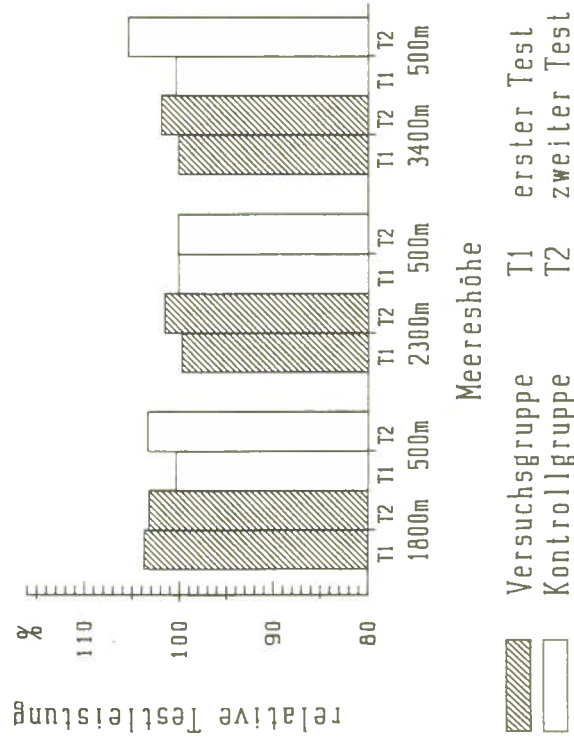
Tab. 6: 15-m-Sprint - Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	P
Faktor A (ges)	0.01	1	0.01	0.55	0.465
Fehler	0.30	32	0.01		
A x B	0.12	2	0.06	16.11	0.000
Fehler	0.24	65	0.004		
A x C	0.00	1	0.00	0.01	0.918
Fehler	0.10	33	0.003		
A x B x C	0.08	2	0.04	17.28	0.000
Fehler	0.15	66	0.002		
Faktor A (1. Tg)	0.002	1	0.002	0.25	0.62
Fehler	0.20	32	0.01		
A x B	0.17	2	0.09	29.10	0.000
Fehler	0.19	65	0.003		
Faktor A (3. Tg)	0.004	1	0.004	0.63	0.43
Fehler	0.20	32	0.006		
A x B	0.01	2	0.005	0.17	0.019
Fehler	0.20	65	0.003		

Für die Sprintschnelligkeit kann keine signifikante Beeinträchtigung durch einen dreitägigen Aufenthalt auf den getesteten ungewohnten Meereshöhen nachgewiesen werden.

Reaktionsschnelligkeit

Abb. 6: Reaktionsschnelligkeit



Aufenthalte in Meereshöhen bis 3400 m dürften auf den Ausprägungsgrad der gemessenen einfachen Reaktionsschnelligkeit keinen besonderen Einfluß ausüben. Zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe (Faktor A) können keine überzufälligen Unterschiede nachgewiesen werden.

Tab. 7: Reaktionsschnelligkeit

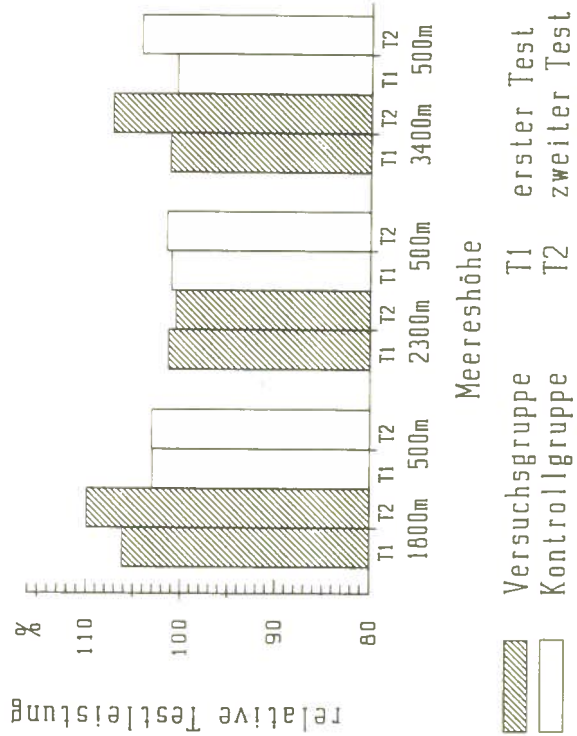
	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	18	18	23	23	18	18	20	20	19	19	21	21
x (ms)	186.3	187.3	206.3	200.0	179.4	176.2	180.7	180.6	180.1	176.7	192.6	182.8
s (ms)	17.4	18.6	17.5	18.0	17.0	17.5	14.5	17.4	16.6	14.1	20.9	15.0
Veränderung bezogen auf abs (ms)	-7.2	-6.3	-0.7	-7.0	0.4	-2.9	-0.2	-0.3	-0.2	-3.6	-0.8	-10.5
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	103.7	103.2	100.4	103.4	99.8	101.6	100.1	100.1	100.1	102.0	100.4	105.4

Tab. 8: Reaktionsschnelligkeit – Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	p
Faktor A (ges)	64.2	1	64.2	0.2	0.65
Fehler	11584.2	37	313.1		
A x B	988.3	2	494.2	5.16	0.008
Fehler	7188.6	75	95.8		
A x C	184.0	1	184.0	4.90	0.033
Fehler	1427.9	38	37.6		
A x B x C	403.2	2	201.6	2.78	0.07
Fehler	5512.8	76	72.5		
Faktor A (1. Tg)	205.0	1	205.0	1.22	0.28
Fehler	6207.9	37	167.8		
A x B	1064.0	2	532.0	5.72	0.005
Fehler	6.971.1	75	92.9		
Faktor A (3. Tg)	8.9	1	8.9	0.05	0.83
Fehler	6798.9	37	183.8		
A x B	176.1	2	88.1	1.20	0.31
Fehler	5504.7	75	73.4		

Reaktionsdauer

Abb. 7: Reaktionsdauer



Tab. 9: Reaktionsausdauer

	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	18	18	23	23	18	17	20	20	19	19	21	21
x (ms)	208.2	199.7	215.6	215.4	198.8	200.4	197.5	205.7	192.9	205.0	197.2	197.2
s (ms)	18.9	16.4	20.2	23.0	21.8	24.7	22.9	22.5	18.4	18.2	21.0	14.0
Veränderung bezogen auf abs (ms)	-13.5	-22.0	-6.6	-6.7	-2.7	-1.1	-2.1	-3.0	-2.5	-15.3	-1.1	-8.9
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	106.1	109.9	103.0	103.0	101.3	100.5	101.0	101.5	101.2	107.3	100.5	104.3

Tab. 10: Reaktionsausdauer – Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	p
Faktor A (ges)	1090.3	1	1090.3	4.82	0.035
Fehler	8375.1	37	226.4		
A x B	1350.9	2	675.4	5.38	0.007
Fehler	9411.3	75	125.5		
A x C	186.4	1	186.4	4.47	0.041
Fehler	1584.2	38	41.7		
A x B x C	246.3	2	123.1	1.77	0.18
Fehler	5288.5	76	69.6		
Faktor A (1. Tg)	189.5	1	189.5	1.57	0.22
Fehler	4474.9	37	120.9		
A x B	265.3	2	132.7	1.39	0.26
Fehler	7178.7	75	95.7		
Faktor A (3. Tg)	1084.5	1	1084.5	7.35	0.010
Fehler	5458.7	37	147.5		
A x B	1344.5	2	672.3	6.86	0.002
Fehler	7351.5	75	98.0		

Die Fähigkeit, über relativ lange Zeiträume auf optische Signale möglichst rasch zu reagieren, scheint von der Meereshöhe beeinflusst zu werden. Die Mittelwertunterschiede aller Testwerte zwischen Versuchsgruppe (Höhengruppe) und Kontrollgruppe (Talgruppe) sind statistisch signifikant. Die Testwerte der Versuchsgruppe sind mit durchschnittlich 104,4% der Ausgangstestwerte in Tallage besser als jene der Kontrollgruppe, die durchschnittlich bei 102,2% der Meereshöhe liegen, so daß angenommen werden kann, daß die untersuchten Meereshöhen sich positiv auf die Reaktionsschnelligkeit auswirken. Die Interaktion zwischen den Faktoren A (Versuchs- und Kontrollgruppe) und B (unterschiedliche Meereshöhen) ist stark signifikant. Dies bedeutet, daß die unterschiedlichen Höhen sich auf die Variable Reaktionsschnelligkeit unter-

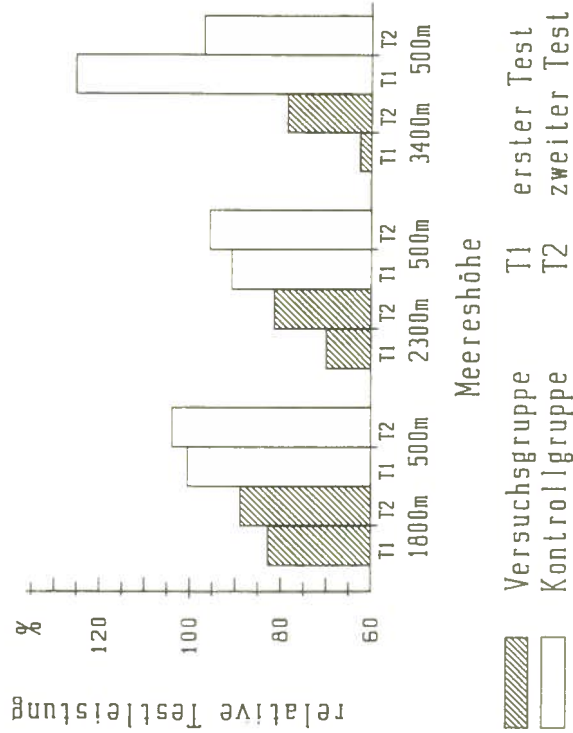
schiedlich auswirken. Die Unterschiede zwischen der Berg- und Talgruppe sind auf der Meereshöhe von 1800 m am größten und auf der Meereshöhe von 2300 m am geringsten.

Auch die Interaktion zwischen den Faktoren A (Versuchs- und Kontrollgruppe) und C (Aufenthaltsdauer) ist signifikant. Die Aufenthaltsdauer auf den ausgewählten Meereshöhen beeinflusst offensichtlich das Testergebnis. Vor allem auf den Meereshöhen von 1800 m und 3400 m kommt es innerhalb der drei Aufenthaltstage zu beachtlichen Leistungsverbesserungen. Die Versuchsgruppe konnte sich beim zweiten Test in St. Christoph (1800 m) auf 109,9% (Kontrollgruppe: 103%) und auf dem Jungfraujoch (3400 m) auf 107,3% (Kontrollgruppe: 104,3%) der Reaktionszeiten beim Ausgangstest in Innsbruck steigern. Diese Verbesserung der Reaktionsdauer in der Höhe reiht sich gut in Untersuchungsergebnisse von FLEISCH aus dem Jahre 1948 ein, der für nervöse Funktionssysteme wie etwa Geschmackssinn, Tastsinn, motorische und sensible Reizschwelle, ... in der Höhe nicht etwa eine Leistungsminde rung, sondern Erhöhung feststellt (DEBRUNNER 1981).

3.3. Motorisches Gleichgewicht

Schwebegehen

Abb. 8: Schwebegehen



Tab. 11: Schwebegehen

	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	17	17	19	19	17	17	17	17	19	19	18	17
x (m)	13.9	15.0	14.7	15.2	12.6	14.7	14.4	15.1	10.7	13.4	15.3	11.8
s (m)	4.9	6.8	6.3	5.5	5.9	6.8	4.2	4.3	6.3	6.2	4.9	4.2
Veränderung bezogen auf abs (m)	-2.9	-1.9	0.1	0.6	-5.4	-3.4	-1.5	-0.7	-6.4	-3.7	3.1	-0.4
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	82.7	88.8	100.4	103.8	70.0	81.4	90.7	95.5	62.6	78.6	125.3	96.9

Tab. 12: Schwebegehen - Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	P
Faktor A (ges)	457.6	1	457.6	9.55	0.004
Fehler	1628.3	34	47.9		
A x B	12.0	2	6.0	0.28	0.076
Fehler	1493.4	69	21.6		
A x C	92.5	1	92.5	7.27	0.011
Fehler	445.4	35	12.7		
A x B x C	96.2	2	48.1	2.99	0.057
Fehler	1126.6	70	16.1		
Faktor A (1. Tg)	483.4	1	483.4	18.38	0.000
Fehler	894.39	34	26.3		
A x B	73.2	2	36.6	2.06	0.14
Fehler	1228.3	69	17.8		
Faktor A (3. Tg)	68.3	1	68.3	1.97	0.17
Fehler	1176.1	34	34.6		
A x B	34.8	2	17.4	0.86	0.43
Fehler	1390.4	69	20.2		

Das mit dem Test Schwebegehen erfaßte dynamische Gleichgewicht wird von ungewohnt hohen Meereshöhen stark signifikant negativ beeinflusst. Die durchschnittliche Testleistung aller sechs Tests der Kontrollgruppe beträgt 102,1% des jeweiligen Ausgangstestwertes, jene der Versuchsgruppe jedoch nur 77,3%.

Die Interaktion der Faktoren A und B ist fast signifikant. Es besteht die Tendenz, daß sich unterschiedliche Meereshöhen auch unterschiedlich stark auf das dynamische Gleichgewicht auswirken. Je höher der Aufenthaltsort, desto schlechter die Testergebnisse der Versuchsgruppe. Die durchschnittlichen Testleistungen der Versuchsgruppe liegen in St. Christoph (1800 m) bei 85,7% des

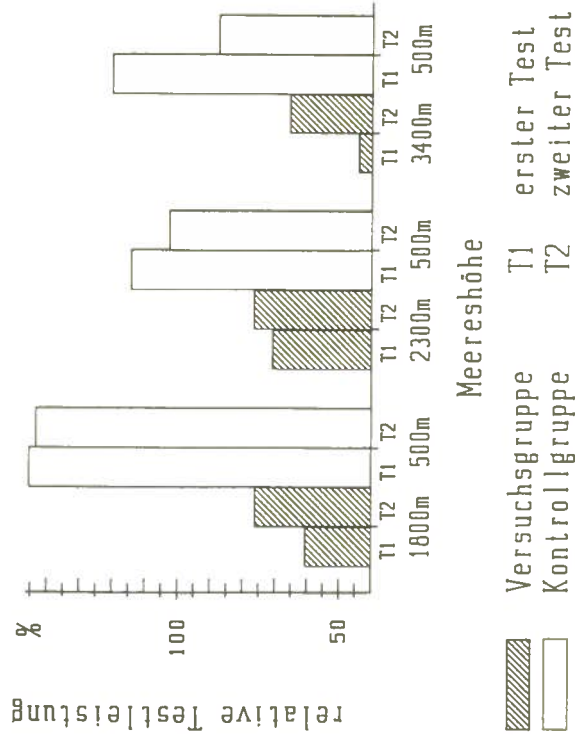
Ausgangstests, auf der Rudolfshütte (2300 m) bei 75,7% und am Jungfraujoch (3400 m) bei 70,6%.

Die Aufenthaltsdauer wirkt sich, wie die stark signifikante Interaktion der Faktoren A und C zeigt, auf das dynamische Gleichgewicht ebenfalls aus. Innerhalb des dreitägigen Aufenthaltes kann auf allen drei untersuchten Meereshöhen eine Leistungsverbesserung festgestellt werden.

Mit zunehmender Meereshöhe nimmt die Anpassung, wie die signifikante Interaktion der Faktoren A, B und C zeigt, zu. In St. Christoph (1800 m) erfolgt sie von 82,7% der Ausgangstestleistung auf 88,8%, auf der Rudolfshütte (2300 m) von 70,0 auf 81,4% und am Jungfraujoch (3400 m) von 62,6 auf 78,6%.

Blindgang

Abb. 9: Blindgang



Tab. 13: Blindgang

	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	18	18	19	19	18	18	17	17	19	19	18	17
x (cm)	38.83	34.50	22.42	23.26	22.28	21.28	27.94	31.76	35.9	31.0	23.3	32.8
s (cm)	23.57	20.72	14.43	15.55	17.32	12.90	19.69	19.69	30.5	21.3	12.0	17.9
Veränderung bezogen auf abs (cm)	11.0	6.67	-18.63	-17.79	5.04	4.04	-4.65	-0.83	12.1	8.0	-5.9	3.6
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	61.5	96.0	145.4	143.3	71.7	76.5	114.3	102.5	44.1	65.5	120.2	87.60

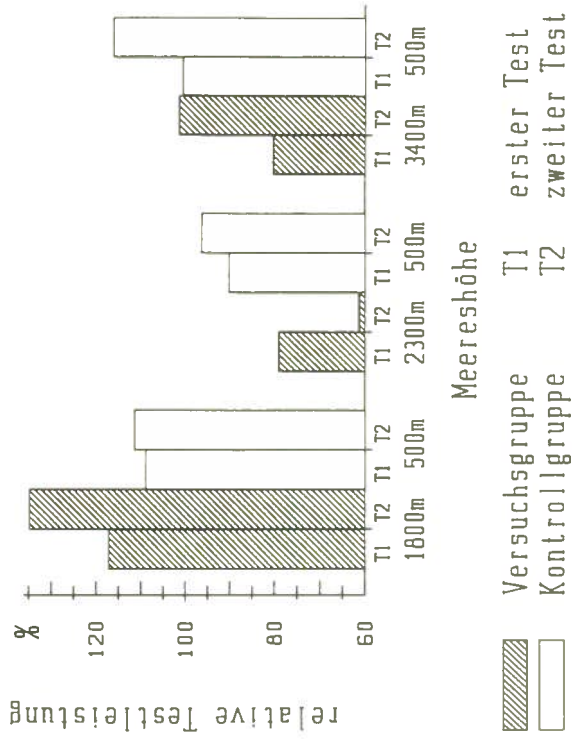
Tab. 14: Blindgang - Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	p
Faktor A (ges)	1258.4	1	1258.4	3.69	0.06
Fehler	11942.6	35	341.2		
A x B	4553.3	2	2276.7	6.92	0.002
Fehler	23354.5	71	328.9		
A x C	945.2	1	945.2	2.08	0.16
Fehler	16353.1	36	454.3		
A x B x C	282.2	2	141.1	0.40	0.67
Fehler	25149.4	72	349.3		
Faktor A (1. Tg)	2308.4	1	2308.4	5.16	0.029
Fehler	15661.4	35	447.5		
A x B	2645.4	2	1322.7	3.43	0.038
Fehler	27370.7	71	385.5		
Faktor A (3. Tg)	4.5	1	4.5	0.01	0.91
Fehler	12522.0	35	357.8		
A x B	2253.6	2	1126.8	3.83	0.026
Fehler	20882.5	71	294.1		

Auch die mit dem Test Blindgang erfaßte Form des motorischen Gleichgewichts wird von der Meereshöhe beeinflusst. Unmittelbar nach Ankunft auf ungewohnten Meereshöhen ist das motorische Gleichgewichtsvermögen signifikant schlechter ausgeprägt als in gewohnter Tallage. Die durchschnittliche Testleistung der Versuchsgruppe unmittelbar nach Ankunft auf der jeweiligen Höhenstufe ist um 41,5% schlechter als beim Ausgangstest, während der Vergleichswert der Kontrollgruppe um 26,7% besser als der Ausgangstestwert ist. Das Ausmaß der Beeinträchtigung des motorischen Gleichgewichts ist, wie die signifikante Interaktion der Faktoren A und B zeigt, zudem von der Höhe des jeweiligen Aufenthaltsortes abhängig. Die absolut schlechtesten Leistungen erreicht die Versuchsgruppe auf der höchsten Station, dem Jungfraujoch (3400 m), gefolgt von St. Christoph und der Rudolfshütte. Die größten Unterschiede zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe sind beim ersten Aufenthaltsort St. Christoph a. A. (1800 m) festzustellen. Die Kontrollgruppe kann den erwarteten, übungsbedingten Leistungsfortschritt nach dem Ausgangstest sehr ausgeprägt (über 40%) vollziehen, während die Versuchsgruppe sich um fast 40 Prozent verschlechtert. Die im Verlaufe des dreitägigen Aufenthaltes auf allen drei Stationen erzielten Leistungsfortschritte sind allerdings statistisch nicht signifikant.

Equilibrium-Meter

Abb. 10: Equilibrium-Meter



Für die mit dem Test Equilibrium-Meter erfaßte Form des motorischen Gleichgewichts kann keine statistisch signifikante Beeinträchtigung durch Kurzaufenthalte in ungewohnten Meereshöhen festgestellt werden.

Tab. 15: Equilibrium-Meter

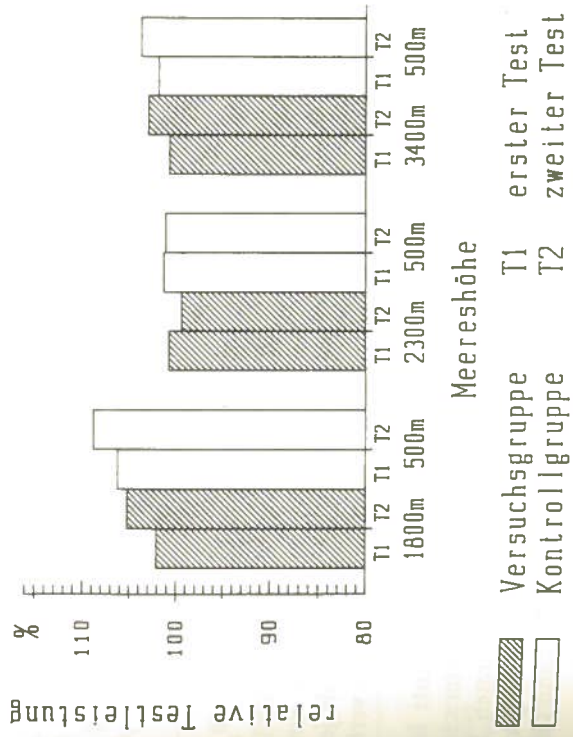
	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	18	20	20	19	18	17	19	18	19	19	20	20
x	0.66	0.52	0.79	0.77	0.60	0.69	0.81	0.80	0.81	0.66	0.73	0.62
s	0.22	0.20	0.59	0.58	0.41	0.46	0.40	0.37	0.40	0.33	0.54	0.40
Veränderung bezogen auf Ausgangstest in Innsbruck	-0.13	-0.27	-0.07	-0.09	0.1	0.19	0.14	0.03	-0.01	-0.01	-0.01	-0.12
abs (mm)	117.1	134.7	108.8	111.3	79.0	63.3	90.1	96.3	80.3	101.5	100.6	116.1

Tab. 16: Equilibrium-Meter – Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	p
Faktor A (ges)	0.005	1	0.005	0.06	0.81
Fehler	2.936	36	0.082		
A x B	0.604	2	0.302	6.52	0.003
Fehler	3.377	73	0.046		
A x C	0.000	1	0.000	0.01	0.94
Fehler	1.159	37	0.031		
A x B x C	0.149	2	0.075	2.30	0.11
Fehler	2.407	74	0.033		
Faktor A (1. Tg)	0.012	1	0.012	0.25	0.62
Fehler	1.640	36	0.046		
A x B	0.388	2	0.194	6.03	0.004
Fehler	2.349	73	0.032		
Faktor A (3. Tg)	0.000	1	0.000	0.00	0.96
Fehler	2.209	36	0.061		
A x B	0.352	2	0.176	3.74	0.028
Fehler	3.434	73	0.047		

3.4. Motorische Gewandtheit Sternsprünge

Abb. 11: Sternsprünge



Tab. 17: Sternsprungen

	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	16	15	18	19	14	13	18	18	16	16	19	19
x (s)	7.3	7.1	6.7	6.5	6.5	6.6	6.2	6.2	6.8	6.6	6.4	6.3
s (s)	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
Veränderung bezogen auf abs (s)	-0.16	-0.39	-0.46	-0.63	-0.05	0.04	-0.08	-0.07	-0.04	-0.02	-0.13	-0.25
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	102.1	105.2	106.2	108.8	100.7	99.4	101.3	101.1	100.7	103.0	101.9	103.7

Tab. 18: Sternsprungen - Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	p
Faktor A (ges)	0.86	1	0.86	7.33	0.01
Fehler	3.74	32	0.12		
A x B	0.44	2	0.22	7.97	0.001
Fehler	1.81	65	0.03		
A x C	0.00	1	0.00	0.02	0.890
Fehler	0.94	33	0.03		
A x B x C	0.05	2	0.03	1.06	0.351
Fehler	1.63	66	0.02		
Faktor A (1. Tg)	0.48	1	0.48	7.85	0.009
Fehler	1.94	32	0.06		
A x B	0.36	2	0.18	6.03	0.004
Fehler	1.96	65	0.03		
Faktor A (3. Tg)	0.38	1	0.38	4.49	0.042
Fehler	2.74	32	0.09		
A x B	0.13	2	0.06	3.05	0.054
Fehler	1.36	65	0.02		

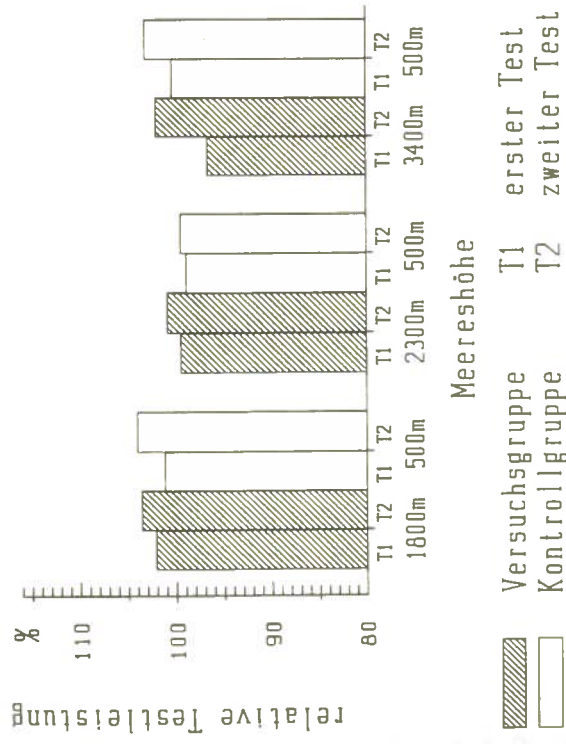
Die ungewohnte Meereshöhe wirkt sich stark signifikant negativ auf die mit dem Test Sternsprungen erfaßte Sprunggewandtheit aus. Die durchschnittliche Testleistung aus allen sechs Tests auf den drei Höhenstationen der Versuchsgruppe ist mit 101,9% der Ausgangsleistung deutlich schlechter als jene der Kontrollgruppe, die ihre Leistung auf 103,9% der Ausgangswerte verbessern konnte.

Die unterschiedlichen Meereshöhen wirken sich, wie die signifikante Interaktion der Faktoren A und B zeigt, auf die Sprunggewandtheit unterschiedlich aus. Die größten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen treten bei der ersten Erhebung, bei der sich die Versuchsgruppe in St. Christoph a. A. (1800 m) aufhält, auf. Bedingt durch den starken Übungseffekt kann die Kon-

trollgruppe ihre Leistung beim ersten Test auf 106,2% des Ausgangswertes verbessern, während bei der Versuchsgruppe der Übungseffekt weit geringer ist und der Testwert nur auf 102,1% verbessert werden kann. Bei den weiteren Erhebungen wirkt sich der Übungseffekt nur mehr sehr gering aus. Die Unterschiede zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe werden wesentlich geringer, wenngleich die Versuchsgruppe bei allen drei Stationen schlechtere Leistungen erbringt als die Kontrollgruppe. Bezüglich der Auswirkungen der Aufenthaltsdauer in den ungewohnt hohen Stationen auf die Sprunggewandtheit ergeben sich keine signifikanten Unterschiede.

Stationslauf

Abb. 12: Stationslauf



Tab. 19: Stationslauf

	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	15	15	18	19	14	13	18	18	16	16	19	19
x (cm)	13.6	13.4	13.4	13.0	12.9	12.7	12.7	12.6	13.7	13.0	12.9	12.5
s (s)	0.8	0.9	1.0	1.3	0.7	0.8	1.1	1.0	0.7	0.7	1.1	1.1
Veränderung bezogen auf abs (s)	-0.3	-0.5	-0.1	-0.5	0.1	-0.1	0.2	0.1	0.5	-0.3	0.0	-0.4
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	102.1	103.6	101.1	104.0	99.4	100.8	98.8	100.6	96.6	102.0	100.3	103.1

Tab. 20: Stationslauf - Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	P
Faktor A (ges)	0.17	1	0.17	0.6	0.44
Fehler	8.89	32	0.28		
A x B	1.53	2	0.77	4.03	0.022
Fehler	12.37	65	0.19		
A x C	0.29	1	0.29	5.14	0.03
Fehler	1.86	33	0.06		
A x B x C	0.35	2	0.18	1.36	0.26
Fehler	8.53	66	0.13		
Faktor A (1. Tg)	0.54	1	0.54	4.31	0.046
Fehler	3.98	32	0.12		
A x B	1.56	2	0.78	5.6	0.006
Fehler	9.05	65	0.14		
Faktor A (3. Tg)	0.02	1	0.02	0.12	0.73
Fehler	6.45	32	0.20		
A x B	0.38	2	0.19	1.18	0.31
Fehler	10.55	65	0.16		

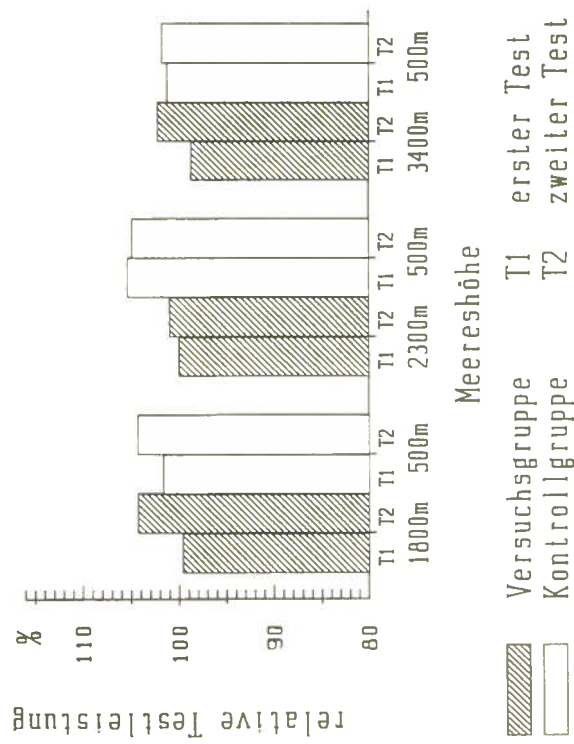
Die Meereshöhe wirkt sich auf die mit dem Test Stationslauf überprüfte Laufgewandtheit, vor allem am Beginn des Aufenthaltes in ungewohnten Meereshöhen, signifikant negativ aus. Die stark signifikante Interaktion zwischen den Faktoren A und B am Beginn des Höhentages zeigt, daß sich unterschiedliche Meereshöhen auch unterschiedlich auf die Laufgewandtheit auswirken. Vor allem der Aufenthalt am Jungfrauoch (3400 m) wirkt sich am ersten Tag stark signifikant negativ auf die Laufgewandtheit aus. Die durchschnittliche Laufzeit der Kontrollgruppe beträgt 100,3% des Ausgangstestwertes, jene der Versuchsgruppe verschlechterte sich beim ersten Test am Jungfrauoch auf 96,6% des Ausgangstestwertes.

Die Interaktion der Faktoren A und C ist ebenfalls signifikant. Die Laufgewandtheit verbessert sich im Verlaufe des Aufenthaltes von drei Tagen in ungewohnter Meereshöhe, erreicht allerdings nicht die Ausprägung in gewohnter Höhenlage. Sowohl bei Versuchs- als auch Kontrollgruppe kann eine durch den Übungseffekt bedingte Verbesserung zwischen dem ersten und dem zweiten Test innerhalb der drei Versuchstage festgestellt werden. Diese ist mit durchschnittlich 2,1% bei der Kontrollgruppe etwas geringer als bei der Versuchsgruppe, die sich durchschnittlich um 2,7% verbessern konnte. Die größte Verbesserung ergab sich jedoch auf dem Jungfrauoch, wo sich die Versuchsgruppe innerhalb des dreitägigen Aufenthaltes von 96,6% der Ausgangsleistung auf 102,0% steigern konnte.

3.5. Motorische Kraufausdauer

Wechselbeiniges Springen

Abb. 13: Wechselbeiniges Springen



Tab. 21: Wechselbeiniges Springen

	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	17	16	18	17	13	12	14	13	16	16	17	16
x (Anzahl)	111.5	116.7	118.2	121.3	125.4	126.4	137.4	136.8	117.2	121.3	127.9	128.6
s (Anzahl)	7.6	6.2	4.4	5.7	7.4	7.1	8.6	10.8	6.0	6.7	7.5	7.1
Veränderung bezogen auf abs (Anzahl)	-0.4	4.8	1.8	4.9	0.0	1.2	7.0	6.3	-1.6	2.5	1.4	2.2
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	99.6	104.2	101.6	104.2	100.0	100.9	105.3	104.8	98.7	102.2	101.2	101.7

Tab. 22: Wechselbeiniges Springen – Ergebnisse der Kovarianzanalysen

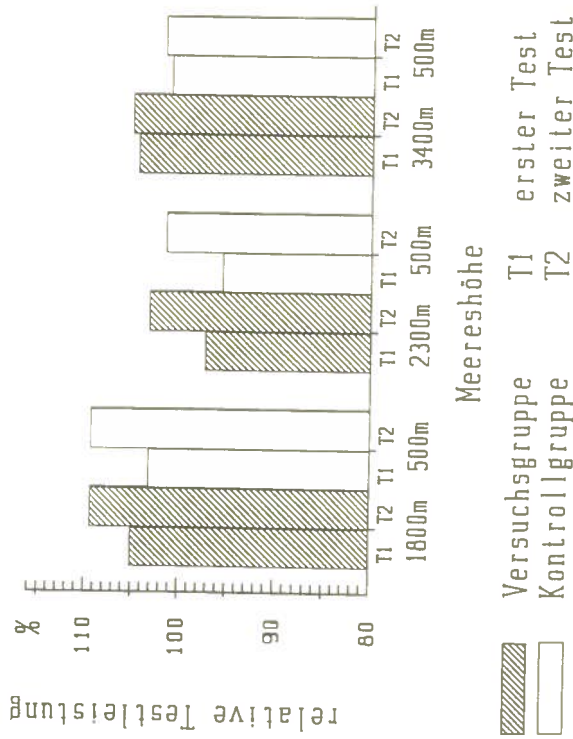
Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	P
Faktor A (ges)	341.3	1	341.3	6.6	0.015
Fehler	1499.7	29	51.7		
A x B	231.6	2	115.8	6.82	0.002
Fehler	1001.4	59	17.0		
A x C	78.7	1	78.7	11.34	0.002
Fehler	208.0	30	6.9		
A x B x C	10.2	2	5.1	0.68	0.51
Fehler	447.1	60	7.5		
Faktor A (1. Tg)	368.9	1	368.9	14.0	0.001
Fehler	763.7	29	26.3		
A x B	94.1	2	47.0	4.05	0.023
Fehler	685.5	59	11.6		
Faktor A (3. Tg)	47.9	1	47.9	1.47	0.234
Fehler	941.4	29	32.5		
A x B	146.2	2	73.1	5.67	0.006
Fehler	759.7	59	12.9		

Die lokale Ausdauer (Kraftausdauer) der Beinstreckmuskulatur wird durch den Aufenthalt in ungewohnten Meereshöhen stark signifikant negativ beeinflusst. Die durchschnittliche, auf den jeweiligen Ausgangstest relativisierte Leistung der Versuchsgruppe ist um 2,2% schlechter als jene der Kontrollgruppe. Besonders am ersten Aufenthaltstag ist die Kraftausdauer stark beeinträchtigt. Das Ausmaß der Beeinträchtigung der Kraftausdauer in ungewohnter Meereshöhe hängt stark signifikant von der jeweiligen Meereshöhe des Aufenthaltsortes ab. Am geringsten ist die Leistungseinbuße in St. Christoph a. A. (1800 m), am größten auf der Rudolfshütte (2300 m). Im Verlaufe des dreitägigen Aufenthaltes kann jedoch eine, ebenfalls stark signifikante, positive Anpassung festgestellt werden. Auf allen drei Stationen kann sich die Versuchsgruppe im Durchschnitt zwischen erstem und zweitem Test steigern, während die Kontrollgruppe keine besonderen Leistungsveränderungen zwischen den beiden Erhebungen aufweist.

3.6. Sensomotorische Koordinationsfähigkeit

SMK – Auge/Fuß

Abb. 14: SMK – Auge/Fuß



Tab. 23: SMK – Auge/Fuß

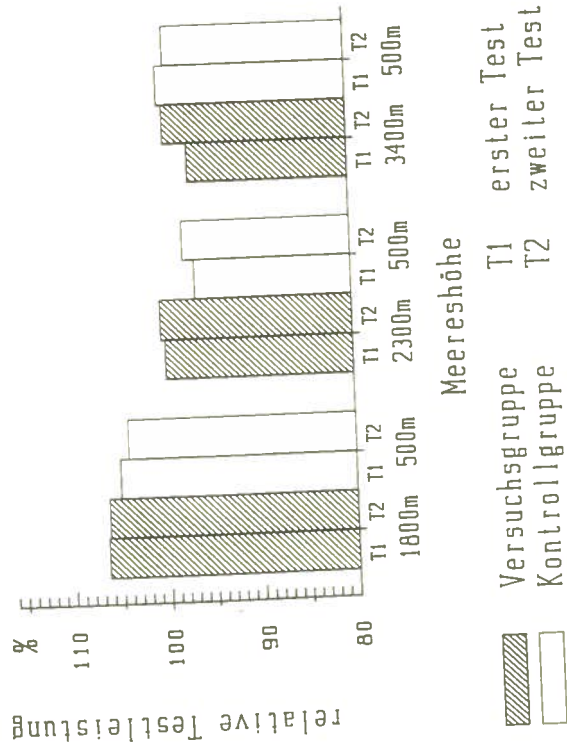
	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	17	18	18	19	17	18	19	19	19	19	19	19
x (s)	21.2	20.2	21.8	20.4	19.2	18.1	19.2	18.1	18.7	18.5	19.5	19.4
s (s)	2.1	2.4	2.1	1.7	1.7	1.5	1.9	1.4	1.5	1.6	1.7	2.0
Veränderung bezogen auf abs (s)	-1.1	-2.1	-0.7	-2.1	0.5	-0.6	0.8	-0.3	-0.9	-0.1	2.8	-0.3
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	105.0	109.3	103.2	109.3	97.2	103.2	95.4	101.4	104.5	105.1	101.0	101.7

Tab. 24: SMK - Auge/Fuß - Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	P
Faktor A (ges)	8.69	1	8.69	3.15	0.08
Fehler	96.46	35	2.76		
A x B	4.68	2	2.34	1.60	0.21
Fehler	103.61	71	1.46		
A x C	0.23	1	0.23	0.29	0.60
Fehler	29.34	36	0.82		
A x B x C	0.39	2	0.20	0.14	0.87
Fehler	99.18	72	1.38		
Faktor A (1. Tg)	5.88	1	5.88	2.72	0.11
Fehler	75.50	35	2.16		
A x B	2.10	2	1.05	0.75	0.47
Fehler	98.79	71	1.39		
Faktor A (3. Tg)	3.04	1	3.04	2.12	0.15
Fehler	50.26	35	1.44		
A x B	2.96	2	1.48	1.01	0.37
Fehler	103.85	71	1.46		

SMK - Auge/Hand

Abb. 15: SMK - Auge/Hand



Tab. 25: SMK - Auge/Hand

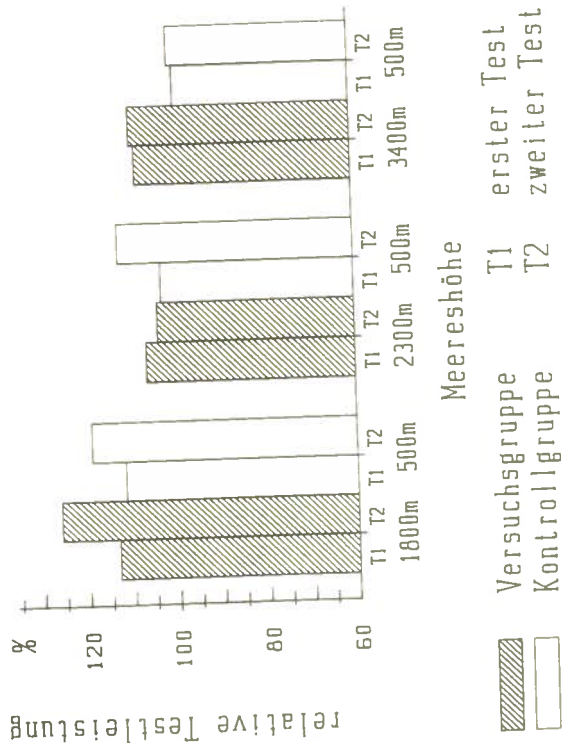
	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	18	18	19	19	18	18	19	19	19	19	19	19
x (s)	36.1	36.1	37.9	38.3	36.6	36.4	37.6	37.6	37.8	36.9	37.5	37.8
s (s)	4.2	4.1	5.7	6.4	3.0	2.7	6.8	6.8	3.8	2.6	7.0	7.0
Veränderung bezogen auf abs (s)	-2.5	-2.4	-2.0	-4.7	0.0	-0.1	1.1	1.1	0.2	0.2	0.0	0.3
Ausgangstest rel (%) in Innsbruck	106.4	106.3	105.0	104.1	99.9	100.4	96.6	97.8	97.0	99.5	100.0	99.2

Tab. 26: SMK Auge/Hand - Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	p
Faktor A (ges)	14.60	1	14.60	0.70	0.41
Fehler	731.53	35	20.90		
A x B	25.10	2	12.55	1.68	0.19
Fehler	531.85	71	7.49		
A x C	2.53	1	2.53	0.99	0.33
Fehler	91.71	36	2.55		
A x B x C	5.75	2	2.87	0.89	0.41
Fehler	231.39	72	3.21		
Faktor A (1. Tg)	2.33	1	2.33	0.21	0.65
Fehler	372.63	35	10.65		
A x B	26.17	2	13.08	2.35	0.10
Fehler	395.77	71	5.57		
Faktor A (3. Tg)	15.29	1	15.29	1.20	0.28
Fehler	447.91	35	12.80		
A x B	5.04	2	2.52	0.51	0.60
Fehler	349.63	71	4.92		

Zeitliche Bewegungsgenauigkeit

Abb. 16: Zeitliche Bewegungsgenauigkeit



Für die mit den Tests SMK – Auge/Fuß, SMK – Auge/Hand und zeitliche Bewegungsgenauigkeit erfasste sensomotorische Koordinationsfähigkeit kann kein statistisch signifikanter Einfluß der Meereshöhe auf die Leistungsfähigkeit nachgewiesen werden.

Tab. 27: Zeitliche Bewegungsgenauigkeit

	Versuchsgruppe 1800 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 2300 m		Kontrollgruppe 500 m		Versuchsgruppe 3400 m		Kontrollgruppe 500 m	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
n	18	17	19	19	18	18	19	19	19	19	18	18
x (ms)	29.2	24.9	31.8	29.1	21.4	22.0	26.2	23.6	24.6	24.3	26.3	26.0
s (ms)	7.0	5.6	6.1	8.3	4.2	3.6	5.1	5.0	5.8	5.1	7.5	7.0
Veränderung bezogen auf Ausgangstest in Innsbruck	-4.5	-8.7	-4.2	-6.8	-1.5	-0.9	-0.8	-3.3	-2.2	-2.5	0.2	-0.1
abs rel (%)	113.3	125.9	111.6	119.0	106.4	103.8	102.9	112.4	108.1	109.2	99.2	100.2

Tab. 28: Zeitliche Bewegungsgenauigkeit – Ergebnisse der Kovarianzanalysen

Quelle der Varianz	Quadratsumme	FG	Varianz	F	p
Faktor A (ges)	101.83	1	101.83	1.82	0.19
Fehler	1954.26	35	55.84		
A × B	9.69	2	4.85	0.31	0.73
Fehler	1098.22	71	15.47		
A × C	9.83	1	9.83	0.83	0.37
Fehler	425.09	36	11.81		
A × B × C	41.99	2	20.99	2.01	0.14
Fehler	751.89	72	10.44		
Faktor A (1. Tg)	83.48	1	83.48	3.14	0.09
Fehler	929.64	35	26.56		
A × B	16.62	2	8.31	0.61	0.54
Fehler	959.96	71	13.52		
Faktor A (3. Tg)	26.36	1	26.36	0.64	0.43
Fehler	1446.80	35	41.34		
A × B	28.78	2	14.39	1.19	0.31
Fehler	855.34	71	12.05		

3.7. Zusammenfassung der Ergebnisse

Bei einer zusammenfassenden Betrachtung der Ergebnisse muß festgehalten werden, daß eine Reihe motorischer Fähigkeiten, die für sportliche Aktivitäten in den Bergen von wesentlicher Bedeutung sind, während Kurzaufenthalten von drei Tagen in ungewohnten Meereshöhen beeinträchtigt sind. Vor allem das motorische Gleichgewicht, die motorische Gewandtheit (Sprung- und Laufkoordination) und die Kraftausdauer der Beinmuskulatur, die für Bergsteigen und Schifahren sowie auch für andere Bergsportarten wesentliche leistungsbestimmende Faktoren darstellen, sind unmittelbar nach der Ankunft im Gebirge schlechter ausgeprägt als in gewohnter Umgebung. Je höher der Aufenthaltort, umso größer ist der negative Einfluß der Meereshöhe auf diese motorischen Fähigkeiten. Obwohl es im allgemeinen im Verlaufe des dreitägigen Aufenthaltes zu einer Anpassung der Leistungsfähigkeit kommt, sind die Testergebnisse auch am dritten Tage des Aufenthaltes noch immer schlechter als beim Ausgangstest in Tallage.

Während der ersten Tage eines Aufenthaltes in ungewohnten Höhenlagen sollte bei der Gestaltung der sportlichen Tätigkeit die eingeschränkte motorische Leistungsfähigkeit berücksichtigt werden. Vor allem die Sicherheit und das subjektive Wohlbefinden während der Ausübung sportlicher Aktivitäten dürfen stark beeinträchtigt sein, wenn das motorische Gleichgewicht, die motorische Gewandtheit und die motorische Ausdauer in einem Ausmaß beansprucht werden, welches Spitzenleistungen in gewohnten Tallagen entspricht.

Tab. 29: Zusammenfassung der Kovarianzanalysen

Test	Faktor A (Höheneinfluß)			A x B (unterschiedliche Höhe hat unterschiedlichen Einfluß auf Motorik)	A x C (Aufenthaltsdauer wirkt sich auf Motorik aus)	A x B x C (Aufenthaltsdauer wirkt sich bei unterschiedlichen Höhen unterschiedlich auf Motorik aus)
	ges.	1. Tg.	3. Tg.			
Standhochsprung	f.s.	s.s.	n.s.	s.s.	s.	n.s.
Handgriffkraft	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
15-m-Sprint	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	s.s.
Reaktionsschnelligkeit	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	s.	f.s.
Reaktionsdauer	s.	n.s.	s.s.	s.s.	s.	n.s.
Schwebegehen	s.s.	s.s.	n.s.	f.s.	s.s.	s.
Blindgang	f.s.	s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.
Equilibrium-Meter	n.s.	n.s.	n.s.	s.s.	n.s.	n.s.
Sternspringen	s.s.	s.s.	s.	s.s.	n.s.	n.s.
Stationslauf	n.s.	s.	n.s.	s.	s.	n.s.
Wechselseitiges Springen	s.s.	s.s.	n.s.	s.s.	s.s.	n.s.
SMK - Auge/Fuß	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SMK - Auge/Hand	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	s.
Zeitliche Bewegungsgenauigkeit	n.s.	f.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. . . . nicht signifikant: $p > 0.10$
 f.s. . . . fast signifikant: $0.05 < p < = 0.10$
 s. . . . signifikant: $0.01 < p < = 0.05$
 s.s. . . . stark signifikant: $p < = 0.01$

4. Literatur

ASTRAND, P.-O.; K. RHODAL, Textbook of Work Physiology, New York 1986
 BORTZ, J., Lehrbuch der Statistik, Berlin 1985
 DEBRUNNER, H., 50 Jahre Hochalpine Forschungsstation Jungfrauojoch, Bern 1981
 DEETJEN, P.; E. HUMPELER (Hrsg.), Medizinische Aspekte der Höhe, Stuttgart 1981
 FETZ, F., Sensomotorisches Gleichgewicht im Sport, Wien 1987
 JENNY, E. (Red.), Höhenmedizinisches Symposium 1985, Innsbruck 1986
 KORNEHL, E., Das sportmotorische Eigenschaftsniveau des alpinen Schirennläufers, Innsbruck 1980
 RIVOLIER/CERRETELLI/FORAY/SEGANTINI, High Altitude Deterioration, Basel 1985
 WERNER, I., Zum Einfluß unterschiedlicher Belastungen auf die Bewegungsgenauigkeit, unveröffentlichter Arbeitsbericht, Innsbruck 1989
 Dr. Erich MÜLLER
 Dr. Werner NACHBAUER
 Institut für Sportwissenschaften der Universität Innsbruck
 Fürstenweg 185
 6020 Innsbruck