

Lehrstuhl und Poliklinik
für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin
der Technischen Universität München
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. D. Jeschke)

**Kardiovaskuläre, metabolische und energetische Beanspruchung durch Golfsport -
Analysen an gesunden jüngeren und älteren, partiell chronisch kranken Golfspielern**

Alexandra Dierig

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität
München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. D. Jeschke
2. apl. Prof. Dr. G. Schmidt

Die Dissertation wurde am 01.10.2002 bei der Technischen Universität München ein-
gereicht und durch die Fakultät für Medizin am 11.12.2002 angenommen.

Alphabetisches Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

Abb.	Abbildung
BHB	β -Hydroxybutyrat
Ca	Calcium
CK	Creatinkinase
cm	Zentimeter
DGV	Deutscher Golfverband
dl	deziliter
Eem	Energieumsatz
EKG	Elektrokardiogramm
F	weibliche Probandin
Fe	Eisen
FFS	freie Fettsäuren
fl	Femtoliter
g	Gramm
GOT	Glutamat-Oxalazetat-Transaminase
GPT	Glutamat-Pyruvat-Transaminase
h	Stunde
Hb	Hämoglobin
HDL	High-Density-Lipoprotein
HF	Herzschlagfrequenz
Hkt	Hämatokrit
K	Kalium
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
km	Kilometer
KM	Körpermasse
l	Liter
LDL	Low-Density-Lipoprotein
m	Meter

M	männlicher Proband
Max.	Maximum
Mill.	Millionen
Min.	Minimum
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
MCH	mittleres korpuskuläres Hämoglobin
MCHC	mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration
MCV	mittleres korpuskuläres Volumen
Mg	Myoglobin
n	Anzahl
Na	Natrium
n.s.	nicht signifikant
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
RRS	Blutdruck systolisch
RRD	Blutdruck diastolisch
s	Standardabweichung
S/min	Schläge pro Minute
Std.Dev.	Standardabweichung
SZ	Süddeutsche Zeitung
T	Tendenz
Tab.	Tabelle
Trig.	Triglyzeride
Tsd.	Tausend
V	Volt
VE	Ventilation
VO ₂	Sauersoffaufnahme
WHO	Welthilfsorganisation
x	arithmetisches Mittel
y-GT	Gamma-Glutamyl-Transferase
Zn	Zink

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung und Fragestellung
- 2 Methodik
 - 2.1. Probandengut und Spielorganisation
 - 2.1.1 Versuchsreihe I
 - 2.1.2 Versuchsreihe II
 - 2.2 Voruntersuchungen
 - 2.2.1 Klinische Untersuchung
 - 2.2.2 Medikamentenanamnese
 - 2.2.3 Laufbandergometrie
 - 2.2.4 Bestimmung der Laktatwerte
 - 2.2.5 Spiroergometrie
 - 2.2.6 Sinn und Zweck der gesamten Laufbandergometrie
 - 2.3 Feldversuch
 - 2.3.1 Auswahl der Golfplätze
 - 2.3.2 Begleituntersuchungen
 - 2.3.3 Untersuchungsablauf und Meßmethoden beim Feldversuch
 - 2.3.3.1 Körpermasse
 - 2.3.3.2 Messung des Gesamtkörperfettanteils
 - 2.3.3.3 Herzfrequenz
 - 2.3.3.4 Blutdruck
 - 2.3.3.5 Laktat
 - 2.3.3.6 Spirometrie und Bestimmung des Kalorienverbrauchs
 - 2.3.3.7 Laborparameter
 - 2.4 Statistik
- 3 Ergebnisse
 - 3.1 Versuchsreihe I
 - 3.1.1 Laufbandergo(spiro)metrie
 - 3.1.1.1 Maximale Leistung, maximale Herzfrequenz, maximale Laktatwerte
 - 3.1.1.2 Aerobe, anaerobe und anaerobe individuelle Schwelle
 - 3.1.2 Feldversuch
 - 3.1.2.1 Golfplatz Sagmühle

- 3.1.2.1.1 Körpermasse
- 3.1.2.1.2 Blutdruck
- 3.1.2.1.3 Herzfrequenz
- 3.1.2.1.4 Laktat
- 3.1.2.1.5 Ventilation, Sauerstoffaufnahme und Energieumsatz
- 3.1.2.1.6 Blutparameter
- 3.1.2.2 Golfplatz Brunnwies
 - 3.1.2.2.1 Körpermasse
 - 3.1.2.2.2 Blutdruck
 - 3.1.2.2.3 Herzfrequenz
 - 3.1.2.2.4 Laktat
 - 3.1.2.2.5 Ventilation, Sauerstoffaufnahme und Energieumsatz
 - 3.1.2.2.6 Blutparameter
- 3.1.2.3 Golfplatz Lederbach
 - 3.1.2.3.1 Körpermasse
 - 3.1.2.3.2 Blutdruck
 - 3.1.2.3.3 Herzfrequenz
 - 3.1.2.3.4 Laktat
 - 3.1.2.3.5 Ventilation, Sauerstoffaufnahme und Energieumsatz
 - 3.1.2.3.6 Blutparameter
- 3.1.2.4 Vergleich der drei Plätze
 - 3.1.2.4.1 Gewicht
 - 3.1.2.4.2 Herzfrequenz
 - 3.1.2.4.3 Ventilation
 - 3.1.2.4.4 Sauerstoffaufnahme
 - 3.1.2.4.5 Energieumsatz
 - 3.1.2.4.6 Gesamt-Energieumsatz
 - 3.1.2.4.7 Laktat
 - 3.1.2.4.8 Laborparameter
- 3.2 Versuchsreihe II
 - 3.2.1 Laufbandergometrie
 - 3.2.1.1 Maximale Leistung, maximale Herzfrequenz, maximale Laktatkonzentration

- 3.2.1.1.1 Senioren gesamt
- 3.2.1.1.2 Vergleich von gesunden und kranken Senioren
- 3.2.1.2 Aerobe, Anaerobe und individuelle Schwelle
 - 3.2.1.2.1 Senioren gesamt
 - 3.2.1.2.2 Vergleich von gesunden und kranken Senioren
- 3.2.2 Feldversuch Senioren gesamt
 - 3.2.2.1 Körpermasse
 - 3.2.2.2 Blutdruck
 - 3.2.2.3 Herzfrequenz
 - 3.2.2.4 Laktat
 - 3.2.2.4.1 Senioren gesamt
 - 3.2.2.4.2 Vergleich von gesunden und kranken Senioren
 - 3.2.2.5 Laborparameter
- 3.3 Vergleich der Versuchsreihe I mit der Versuchsreihe II
 - 3.3.1 Laufbandergometrie
 - 3.3.2 Vergleich von Körpergewichtsveränderungen, Herzkreislauf und metabolischer Beanspruchung
 - 3.3.2.1 Körpermasse
 - 3.3.2.2 Herzkreislaufbeanspruchung
 - 3.3.2.3 Metabolismus
 - 3.3.2.3.1 Laktat
 - 3.3.2.3.2 Laborparameter
- 4 Diskussion
 - 4.1 Versuchsaufbau und –durchführung
 - 4.1.1 Probandengut
 - 4.1.2 Feldversuch
 - 4.2 Ergebnisse
 - 4.2.1 Vergleich der Leistungsfähigkeit der jüngeren und älteren Probanden mit Normwerten
 - 4.2.1.1 Laufbandergometrie
 - 4.2.1.1.1 Maximalleistung
 - 4.2.1.1.2 Max. Sauerstoffaufnahme

- 4.2.2 Kardiovaskuläre Beanspruchung und Risikoeinschätzung beim Golfspiel
- 4.2.3 Kardiale und metabolische Beanspruchung im Hinblick auf mögliche Trainingseffekte
- 4.2.4 Effekte durch ein Golfspiel
 - 4.2.4.1 Effekte auf Körpermasse
 - 4.2.4.2 Effekte auf den Blutdruck
 - 4.2.4.3 Effekte auf Blutbild und Blutplasma
 - 4.2.4.4 Effekte auf den Substratmetabolismus
 - 4.2.4.5 Effekte auf Creatinkinase und Myoglobin
 - 4.2.4.6 Effekte auf den Elektrolythaushalt und den Eisenstoffwechsel
- 4.3 Effekte regelmäßigen Trainings – gesundheitliche, präventive Aspekte
 - 4.3.1 Kalorienverbrauch
 - 4.3.2 Prävention
 - 4.3.3 Kardiologische Vorerkrankungen
 - 4.3.3.1 Rehabilitation
 - 4.3.3.2 Einfluß von Herz-Kreislauf-Medikamenten
 - 4.3.4 Psychologische Einflüsse
- 5 Zusammenfassung
- 6 Literaturverzeichnis
- 7 Tabellen- und Abbildungsverzeichnis
- 8 Anhang
- 9 Lebenslauf
- 10 Danksagung

Is golf enough?

Sir,- In a recent issue (27 Nov 1976, p. 1330) you published six obituary notices with an average age at death of 61 years. In each case golf was mentioned as leisure activity and one doctor was said to have died shortly after a game of golf. If doctors could be persuaded to give up golf in favour of running, cycling or swimming, then we would be more likely to live long enough to enjoy retirement. Or, if we must play golf, why not a jog round the course before each round?

(A.W. Fowler 1977)

1 Einleitung

Wie im Vorwort skizziert, wird Golf heutzutage von Medizinern und Nichtgolfern kritisch betrachtet. Es gilt als ein Sport für die „ältere Generation“ und als ein Sport für Wohlhabende („Haben Sie noch Sex oder spielen Sie jetzt auch Golf?“). Dabei wurde schon frühzeitig von bemerkenswerten Medizinern der sportliche Aspekt des Golfspielens erkannt, so von dem Zahnarzt Dr. Lowell, der 1924 „Tee“ patentieren ließ, oder vom „Vater der plastischen Chirurgie“ Dr. Harold Gilles, der zu Beginn des letzten Jahrhunderts zahlreiche bekannte Turniere in Schottland gewann. 1890 wurden sogar schottische Golfclubs gegründet, deren Mitglieder ausschließlich aus Ärzten bestanden, wie der „Royal Colleges Golf Club“ (Brunette, 1997, S. 25 - 26). Viele Ausdrücke aus dem Golfsport wurden auch auf medizinische Fachgebiete übertragen. In der Anästhesie gebraucht man die Floskel „to carry a full set of clubs“, was bedeuten soll, daß der Anästhesist seine notwendige Ausrüstung für die Operation vollständig vorhanden hat (Brunette, 1997, S.28).

Die Sportart Golf erfreut sich heutzutage nicht mehr nur in Schottland einer großen Beliebtheit. Auch in Deutschland lassen sich immer mehr Bürger von dieser Sportart begeistern. Die Zahl der deutschen Golfclubs hat sich seit der Gründung des Deutschen Golfverbandes (DGV) im Jahre 1907 mehr als verdreifacht. Im deutschen Sportbund ist der DGV einer der Sportfachverbände mit den höchsten jährlichen Zuwachsraten. Die Zahl der Mitglieder betrug 1997 296.370 (DGV; 1997). Golfen ist die weltweit am dritthäufigsten verbreitete Sportart mit in Deutschland zweistelligen Zuwachsraten (Bathe, P., 1996 S. 50).

Es deuten auch viele Anzeichen darauf hin, daß sich Golf weiter zu einer Volkssportart entwickeln wird. Im Tourismus werden immer mehr Golfreisen angeboten. Andere Volkssportarten verlieren Mitglieder zugunsten des Golfsports. So verzeichnete der Deutsche Tennisbund 1995 seinen Zenit mit 451.814 Mitgliedern. Seither sanken die Zahlen 1998 auf 431.105 ab (Münchener Merkur Nr. 68/12.Woche 23. März 1999). Viele Tennishallenbesitzer stehen vor dem finanziellen Ruin, wohingegen immer mehr neue Golfplätze gebaut werden.

Aus diesen Gründen stellt sich die Frage, ob Golf neben sportlichen auch positive gesundheitsfördernde Aspekte beinhaltet. Im Hinblick auf das Hauptproblem in allen zivilisierten Gesellschaften, die artherosklerotischen Erkrankungen, ist die Frage, ob Golf zur Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen, wie z.B. der koronaren Herz-

krankheit, empfohlen werden kann, von besonderem Interesse.

In dieser Studie versuchten wir darauf durch die Beantwortung folgender Fragestellungen eine Antwort zu finden:

1. In welchem Ausmaß wird ein Golfer beim Spiel kardiovaskulär und metabolisch im Vergleich zu seinem Leistungsvermögen beansprucht?
2. Sind Platzprofile für unterschiedliche Beanspruchungen maßgebend?
3. Spielen Geschlecht und Alter sowie kardiovaskulärer Gesundheitszustand eine Rolle?
4. Welche metabolischen Veränderungen sind durch ein Golfspiel zu erwarten?
5. Erfüllt Golfspielen auf Grund seiner qualitativen und quantitativen Beanspruchung die Bedingungen einer präventiv wie rehabilitativ wirksamen Sportart?

Die Untersuchungen wurden auf dem Golfgelände der Firma Hartl, Bad Griesbach, und mit deren Unterstützung durchgeführt.

2 Methodik

2.1 Probandengut und Spielorganisation

2.1.1 Versuchsreihe I

An der Versuchsreihe I der Studie beteiligten sich fünf weibliche und sechs männliche Probanden. Die anthropometrischen Grunddaten sind in Tabelle 1 dargestellt. Alle elf Personen waren gesunde, geübte Freizeitgolfer im Alter von 22 bis 45 Jahren ($31,9 \text{ Jahre} \pm 6,9$) mit einem mittleren Handicap von 27 ± 19 . Neben dem Golfsport, den sie regelmäßig mindestens 1–2 mal pro Woche ausübten, waren sie zudem sportlich aktiv.

Tabelle 1: Anthropometrische Daten der „Junioren“ (Mittelwerte mit Standardabweichung)

Probanden	Gesamt (n = 11)	Frauen (n=5)	Männer (n=6)
Alter (J)	$31,9 \pm 6,9$	$32,4 \pm 6,5$	$31,5 \pm 9$
Körpermasse (kg)	$76,2 \pm 13,8$	$64,5 \pm 5,9$	$85,9 \pm 9,9$
Körpergröße (cm)	$175,9 \pm 6,3$	$171,0 \pm 3,5$	$180 \pm 5,1$
BMI (kg/m^2)	$24,5 \pm 3,5$	$22,0 \pm 1,3$	$26,5 \pm 3,4$
Handicap	27 ± 19	40 ± 21	16 ± 19
Spielpraxis (J)	5 ± 5	5 ± 5	6 ± 3
Häufigkeit/Woche	$2,3 \pm 1,8$	$1,7 \pm 2,0$	$2,8 \pm 1,5$

Die Probanden mussten auf jeweils drei verschiedenen anspruchsvollen Golfplätzen in Zweier Flights spielen. Die Ausrüstung musste von jedem mit einem standardisierten Trolley selbst gezogen werden. Gestartet wurde entweder zwischen 8.00 und 9.00 Uhr morgens oder zwischen 14.00 und 15.00 Uhr nachmittags. Zur Verpflegung erhielten die Probanden während des Golfspiels eine Flasche Edelholzener Mineralwasser (= 0,7 l), das auf vier definierte Pausen verteilt wurde (nach Loch 5, 9, 13 und 16) und eine Banane an Loch 9. Die Witterung wechselte in dieser Jahreszeit (April/Mai) von regnerisch und kühl bis sonnig und warm. Die Temperaturen schwankten zwischen 6°C und 31°C .

2.1.2 Versuchsreihe II

An der Versuchsreihe II, die in den ersten zwei Augustwochen stattfand, beteiligten sich vier weibliche und 24 männliche Golfer im Seniorenalter. Die anthropometrischen Grunddaten sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Von diesen 28 Probanden waren acht Personen (6 Männer und 2 Frauen) gesund, 20 (18 Männer und 2 Frauen) litten an folgenden dominanten Erkrankungen:

- Hypertoniker (n = 7)
- Zustand nach Herzinfarkt (n = 4)
- Diabetes mellitus (n = 1)
- Rhythmusstörungen (n = 5)
- Kardiomyopathie (n = 1)
- Tiefe Beinvenenthrombose und überstandene Lungenembolie (n = 1)
- Halswirbelsäulensyndrom (n = 1)

Tabelle 2: Anthropometrische Grunddaten der „Senioren“ (Mittelwerte mit Standardabweichung)

Untersuchungsgut	Gesamt (n = 28)	Kranke (n = 20)	Gesunde (n = 8)
Alter (J)	62,0 ± 5,3	60,9 ± 4,4	64,6 ± 6,3
Körpermasse (kg)	62,0 ± 5,4	60,9 ± 4,5	64,6 ± 6,4
Körpergröße (cm)	174,3 ± 7,5	174,5 ± 7,9	173,8 ± 6,8
BMI (kg/m ²)	27,1 ± 2,9	27,3 ± 2,9	26,3 ± 3,1
Handicap	26,6 ± 12,9	26,1 ± 14,3	27,8 ± 8,2
Spielpraxis (J)	7,2 ± 6,9	7,7 ± 8,3	6,2 ± 1,2
Häufigkeit/Woche	1 – 3	2 – 3	1 – 2
Fettanteil (%)	26 ± 5	26 ± 5	25 ± 5

Im Durchschnitt übten diese Golfer den Sport seit 7,1 Jahren aus (Maximum: 30 Jahre; Minimum ein halbes Jahr; s. Tabelle 2). Die Spieldauer und Turnier Erfahrung variierten zum Teil erheblich. Der Großteil (n=19) spielte im Sommer durchschnittlich 2 – 4 mal/Woche. Bei dieser Probandengruppe wurden nur bei einem Golfspiel auf dem Golf-

platz Brunnwies Untersuchungen durchgeführt. Es wurde dafür der mittel-hügelige Platz ausgewählt. Auch diese Gruppe mußte ihre Ausrüstung mit einem standardisierten Trolley selbst ziehen.

Aufgrund der sehr warmen und schwülen Witterung (Temperaturen von 16°C bis 40°C) durften die Probanden soviel Adelholzener Mineralwasser trinken, wie und wann sie wollten. Im Durchschnitt waren es 980 ml. An Loch 9 gab es wiederum eine Banane.

2.2 Voruntersuchungen

2.2.1 Klinische Untersuchung

Alle Probanden wurden vor dem Spiel ärztlich auf ihre Sporttauglichkeit und aktuelle Belastbarkeit geprüft. Es wurde eingehend internistisch (Anamnese und Klinik) wie auch orthopädisch untersucht. Danach wurde eine Laufbandergometrie durchgeführt.

2.2.2 Medikamentenanamnese

Von den Probanden der Versuchsreihe I nahm keiner Medikamente ein, die Auswirkungen auf die sportliche Leistungsfähigkeit oder auf den Lipidhaushalt haben konnten.

In der Versuchsreihe II wurden folgende Medikamente regelmäßig eingenommen:

A) Herzmedikamente:

- β -Blocker: n = 1
- β -Blocker + ACE-Hemmer: n = 1
- β -Blocker + ACE-Hemmer + Kalziumantagonist + α -Blocker: n = 1
- Kalziumantagonist: n = 5
- Kalziumantagonist + ACE-Hemmer: n = 1
- ACE-Hemmer: n = 1
- β -Blocker + ACE-Hemmer + Isosorbitmono-bzw.dinitrat: n = 2

2.2.3 Laufbandergometrie

Die ergometrische Leistungsprüfung auf dem Laufband (Gerät Woodway bei den Junioren, Heelige Cardio Sys V2.0 und Quasaar Cosmos bei den Senioren) wurde nach folgendem Belastungsschema durchgeführt: Beginn mit langsamen Gehen (3 km/h) in der Ebene, nach drei Minuten Steigerung der Geschwindigkeit auf 6 km/h, anschließend Erhöhung der

Steigung nach jeweils drei Minuten um jeweils 2,5 %; Belastung bis zur subjektiven Erschöpfung oder bis zu dem Auftreten objektiver Abbruchskriterien. In Ruhe und am Ende jeder Belastungsstufe wurde mit einer 20 µl Kapillare am Ohrläppchen arterialisiertes Blut (Hyperämie mit Finalgon) für die Laktatbestimmung abgenommen, in einen mit 1 ml Systemlösung gefüllten Behälter gegeben und mehrmals geschüttelt. Die Systemlösung bewirkt eine Hämolyse der Blutzellen und verhindert eine nachträgliche Laktatbildung.

Die Belastung erfolgte unter EKG-Kontrolle (EKG der Fa. Schwarz, CD 3000). Anhand des EKG's wurde die Herzfrequenz am Ende jeder Belastungsstufe bestimmt. Der Blutdruck wurde nach Riva-Rocci vor und nach jeder Stufe kontrolliert.

Der Belastungstest wurde nach subjektiven und/oder objektiven Kriterien abgebrochen.

Als subjektive Kriterien galten:

1. Erschöpfung der Beinmuskulatur
2. Atemnot
3. Schwindel oder Kopfschmerz
4. Stenokardien

Als objektive Kriterien galten (Hollmann, Hettinger, 1990, S. 678):

1. Auftreten von ST-Senkungen (mehr als 0,2 mV),
2. Rhythmusstörungen, die mit der Belastungsstufe zunehmen, z.B. gehäufte bzw. salvenartige Extrasystolen, besonders polytopen Ursprungs, oder „vulnerable“ Extrasystolen,
3. Auftreten von Erregungsausbreitungs- und Überleitungsstörungen,
4. Absinken der Pulsfrequenz bei zunehmender Belastungsstufe,
5. Überschreiten eines systolischen Blutdrucks von 250 und/oder eines diastolischen Drucks von 120 mmHg, ferner Absinken des systolischen Drucks bei Steigerung der Belastungsintensität

Von den Probanden der Versuchsreihe I konnten zehn der elf Probanden (1 x Abbruch aufgrund eines pathologischen EKG's) bis zur subjektiven Erschöpfung ausbelastet werden. Bei den älteren Golfern mussten zwei Probanden den Belastungstest vorzeitig abbrechen, einer aufgrund von überschießendem Blutdruckverhalten und der andere aufgrund von

starken, nicht ermüdungsbedingten Schmerzen in den Beinen.

2.2.4 Bestimmung der Laktatwerte

Das Laktat wurde im Anschluß an die Ergometrie mit dem Eppendorf Laktatanalyser ESAT 6001 bestimmt. Es gibt Auskunft über die muskuläre Stoffwechsellistung. Milchsäure ist das Endprodukt der anaeroben Glykolyse. Bei geringer Intensität gewinnt der Muskel seine Energie ausschließlich durch oxidativen Umsatz von Glukose und Fettsäuren. Bei Überschreiten seiner oxidativen Leistungsfähigkeit wird zusätzlich Energie produziert, indem aus der Glykolyse verstärkt anfallendes Pyruvat zu Laktat umgebaut und damit eine erhöhte Glykolyserate aufrechterhalten wird. Durch die Laktatmessung läßt sich die Energieproduktion aus Glykolyse und deren Oxidation auf indirektem Wege bestimmen. Die Laktatproduktion fällt bei gegebener Intensität umso geringer aus, je besser die oxidative Kapazität entwickelt ist (Schürch, 1987, S. 16 - 18).

Aus den Daten der Laufbandergometrie können über eine Laktat-Leistungskurve (mit dem Computerprogramm „Laktat 4,5“-Berechnung einer Exponentialfunktion) individuelle Leistungsschwellen ermittelt werden. Die Laufbandleistungen jeder Stufe wurden nach der Jäger-Formel ($\text{Watt} = [v \cdot \text{KM} \cdot (2,05 + \text{Steig.} \cdot 0,29) - 0,26 \cdot \text{KM} - 151] / 10,5$) in Watt umgerechnet (v = Geschwindigkeit in km/h; Steigung = Steigung in %; KM = Körpermasse in kg). Diese Schwellen spielen in der Sportmedizin insofern eine Rolle, da man anhand ihrer Werte die Ausdauerleistungsfähigkeit der Beinmuskulatur überprüfen und das Ausdauertraining mit Leistung bzw. korrespondierender Herzfrequenz steuern kann.

Bei der Untersuchung wurden drei Schwellen bestimmt:

- die fixe 2-mmol-Schwelle (= aerobe Schwelle) = Leistung bei einem fixen Laktatwert von 2 mmol/l
- die fixe 4-mmol-Schwelle nach Mader (= anaerob-aerobe Schwelle – heute als anaerobe Schwelle bezeichnet) = Leistung bei einem fixen Laktatwert von 4 mmol/l
- die individuelle anaerobe Schwelle nach Simon (45°-Tangente) = Leistung bei der stärksten Krümmung der Laktatleistungskurve

Die Schwellen nach Mader und Simon versuchen diejenige Belastungsintensität zu definie-

ren, bei welcher die Laktatbildung und –elimination gerade noch im Gleichgewicht stehen, was als maximales „Laktat-steady-state“ bezeichnet wird (Schürch., 1987, S. 20 - 24). Neben der anaeroben Schwelle besitzt auch die aerobe Schwelle einen hohen Stellenwert im Trainingsprozeß. Diese entspricht in etwa einem Laktatwert von 2 mmol/l. Aus den Ergometriedaten wurden die der anaeroben bzw. aeroben Schwelle zugehörigen Herzfrequenzen ermittelt.

Der Bereich des Übergangs von der rein aeroben zur partiell anaeroben, laktazid gedeckten muskulären Energiestoffwechsellleistung besitzt eine große praktische Bedeutung, da ein Ausdauertraining in diesem Bereich eine optimale Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit bewirkt. Die aerobe Schwelle stellt die minimale (= unterste Grenze) Intensität dar, welche zu einer Ausdauerverbesserung führt. Der Intensitätsbereich für ein sinnvolles präventives Ausdauertraining liegt zwischen der aeroben und anaeroben Schwellenleistung (Schürch, 1987, S. 24).

2.2.5 Spiroergometrie (VE, VO₂/kg, Energieumsatz)

Bei 5 der 6 männlichen Probanden (Sagmühle 4 von 6) der Versuchsreihe I wurden zusätzlich mittels dem tragbaren Messgerät K4 der Firma Cosmed Ventilation, Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidgehalt der Ausatemungsluft bestimmt. Die Daten wurden kontinuierlich telemetrisch auf Anzeige- und Speichergerät übermittelt. Nach der Laufbandbelastung wurden diese auf einem PC übertragen und ausgewertet.

Die erzielten Maximalwerte wurden in Relation zu den nachfolgend auf dem Golfplatz gemessenen Werten gesetzt.

Bei den übrigen männlichen Probanden und den fünf Probandinnen der Versuchsreihe I und den 38 Probanden und Probandinnen der Versuchsreihe II wurde die maximale Sauerstoffaufnahme indirekt nach der Formel $VO_2 (l) = 350 \text{ ml} + 12 \text{ ml} \times \text{Watt}$ berechnet werden (D. Clasing, Siegfried I., 1990, S. 44). Da diese Formel aber für die Fahrradergometrie gilt, sind die Ergebnisse nur als grobe Annäherung an den tatsächlichen Wert anzusehen.

2.2.6 Sinn und Zweck der Laufbandergometrie

Sinn und Zweck der gesamten Laufbandergometrie war in dieser Studie

- a) die Überprüfung der Probanden auf ihre kardiovaskuläre Belastbarkeit
- b) die Beurteilung der aktuellen energetischen Leistungsfähigkeit für Dauerbelastungen der Golfer und
- c) um kardiovaskuläre und metabolische Bezugswerte für die beim Golfspiel erhobenen Messgrößen zu erhalten. Nur dieser Vergleich ermöglicht eine individuelle Beurteilung der maximalen und submaximalen Beanspruchung durch Golf.

2.3 Feldversuch

2.3.1 Auswahl der Golfplätze

Für die Versuchsreihe I wurden drei Golfplätze ausgewählt, die sich in ihrem Geländeprofil deutlich unterscheiden sollte. Es galt festzustellen, ob es eindeutige Unterschiede in der Beanspruchung beim Spielen gibt. Aus diesem Grund wählten wir die Golfplätze Sagmühle (flach, ca. 30 Höhenmeterdifferenz, Platzlänge: Herren 5979m; Damen 5222m), Brunnwies (mittel-hügelig, ca. 195 Höhenmeterdifferenz, Platzlänge: Herren 5701m; Damen 5005m) und Lederbach (sehr hügelig, ca: 320 Höhenmeterdifferenz, Platzlänge Herren 5744m; Damen 5083m).

In Versuchsreihe II wurde nur in Brunnwies Golf gespielt. Hierbei stand die Frage der Beanspruchung bei älteren und kranken Golfern und der Vergleich zu jüngeren im Vordergrund.

2.3.2 Begleituntersuchungen

Jeder Proband bekam zu Beginn einen Schrittzähler, der genau vermerkte, wieviel Schritte ein Golfspieler pro 18-Loch-Runde macht. Zusätzlich wurde am Trolley ein Tacho installiert, der anzeigte, wieviel Meter real zurückgelegt wurden. Da jeder Golfer seinen Wagen nicht ständig bei sich führt, wurde mit einem handgezogenem Rad die zusätzlich zurückgelegte Wegstrecke bestimmt. Auf diese Weise wurde die durchschnittliche Wegstrecke in km für jeden Golfplatz festgestellt. Außerdem wurden die Spielzeit, Gehgeschwindigkeit, Steh- und Wartezeit an den einzelnen Löchern mit Hilfe eines Tachometers und einer

Stoppuhr gemessen. Die Befunde und Ergebnisse wurden in einer anderen Arbeit (Zulassungsarbeit des Sportstudenten Jörg Müller-Gesser) dargestellt.

2.3.3 Untersuchungsablauf und Meßmethoden beim Feldversuch

Vor der Ankunft der Probanden war bereits folgendes vorbereitet

- Probandendaten (Name, Alter, Handicap, Spielhäufigkeit)
- Beschriftung der Blutröhrchen
- Essenvorbereitung
- Notierung des Luftdrucks, der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur

Zudem standen für jeden teilnehmenden Probanden ein Trolley und eine Golftasche (welche vor dem Start gewogen wurde) bereit.

2.3.3.1 Körpermasse

Vor der Golfrunde wurden die Probanden nach dem Wasserlassen und entkleidet bis auf die Unterhose gewogen. Nach dem Spiel wurde das Gewicht auf die gleiche Weise überprüft.

2.3.3.2 Messung des Gesamtkörperfettanteils

In der Versuchsreihe II wurde zusätzlich zum Körpergewicht der Fettanteil bestimmt. Mit der Caliper-Zange (Fa. Wilkins) wurde an sechs verschiedenen Körperpartien (Oberarm, Brustmuskel, Rücken, Taille, Bauch, Oberschenkel) die Hautfaltendicke gemessen. Die Werte wurden addiert. Anhand von Nomogrammen wurde der Fettanteil in % unter Berücksichtigung von Geschlecht und Alter ermittelt.

2.3.3.3 Herzfrequenz

Die Herzfrequenz wurde mit dem Polar[®] Sporttester (Kempele, Finnland) während der gesamten Golfrunde kontinuierlich gemessen. Dazu erhielten die Probanden einen Brustgurt als Sender und eine Armbanduhr als Empfänger. Die Herzfrequenz konnte auf diese Weise zu jeder Zeit problemlos abgelesen werden. Zusätzlich wurde die Herzfrequenz alle 15 Sekunden in der Uhr gespeichert und war damit einer anschließenden Computerauswertung zugänglich. Am Abschlag und bei Erreichen des Grüns wurde ein Marker gesetzt, damit bei der Computerauswertung erkennbar war, in welcher Phase des Spiels der Golfer sich befand.

Individuell wurde die mittlere und maximale Herzfrequenz für jedes einzelne Loch ermittelt. Die so erhaltenen Werte wurden auf den individuellen maximalen Herzfrequenzwert der Ergometrie bezogen und in Prozent angegeben.

2.3.3.4 Blutdruck

In der Versuchsreihe I wurde der Blutdruck vor den Blutabnahmen (s. 2.3.3.7) nach Riva-Rocci bestimmt. In der Versuchsreihe II wurde er zusätzlich an allen „Grüns“ des Golfplatzes gemessen, an denen Laktat abgenommen wurde (Loch 5, 9, 13, 15). Dies entsprach den Löchern, die vor dem Grün den steilsten bzw. längsten Anstieg aufwiesen.

2.3.3.5 Laktat

Zu Beginn der Golfrunde wurde ein Ohrläppchen jedes Probanden mit Finalgon Salbe hyperämisiert. Wie bei der Ergometrie beschrieben, wurden 20 µl Blut mittels einer Kapillare entnommen. In der Versuchsreihe I wurde in Brunnwies neunmal am Abschlag von Loch 1, 5, 9, 12 und am Grün von Loch 5, 9, 12, 13, 18, in Lederbach achtmal am Abschlag von Loch 1, 9, 13, 17 und am Grün von Loch 9, 13, 17, 18 und in Sagmühle viermal am Abschlag von Loch 1 und am Grün von Loch 5, 9, 18 Laktat bestimmt. In der Versuchsreihe II wurde während des Spiel fünfmal (Loch 1, 5, 9, 13, 15) Laktat abgenommen. Die Probenaufbewahrung und -bestimmung erfolgte während und nach der Golfrunde wie unter dem Punkt 2.2.4 ausgeführt.

2.3.3.6 Spirometrie und Bestimmung des Kalorienverbrauchs

Bei fünf (vier in Sagmühle) der sechs männlichen Golfern der Versuchsreihe I wurde auf den drei Plätzen mit Hilfe des Spirometrieerätes K4 der Firma Cosmed spirometrische Daten erhoben. Die Daten wurden kontinuierlich telemetrisch zu einem vom Versuchsleiter mitgeführtem Anzeige- und Speichergerät übermittelt. Nach dem Spiel wurden diese auf einen PC übertragen und später ausgewertet. Unter Berücksichtigung des RQ wurde der Energieumsatz ermittelt. Ventilation, Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe während des Golfspiels wurden mit den maximalen Werten der Spiroergometrie verglichen.

2.3.3.7 Laborparameter

Vor und sofort nach der Golfrunde wurden jedem Probanden mit dem Saarstedt-System

drei Röhrrchen venöses Blut entnommen. Daraus wurden folgende Parameter untersucht:

- Glukose, Harnstoff, Harnsäure, Kreatinin, Gesamteiweiß
- Triglyzeride, Ges.-Cholesterin, HDL- und LDL-Cholesterin,
- freie Fettsäuren, Glyzerin, β -Hydroxybutyrat
- Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn
- Creatinkinase, Myoglobin
- Bilirubin
- Cortisol, Insulin
- Blutbild (automatisch, teilweise mit Semidifferenzierung)

Das kleine Blutbild wurde nach dem Spiel in Kliniken von Bad Griesbach mit dem Sysmex K-1000 bestimmt. Weitere Parameter wurden im Labor der Poliklinik für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin und im Institut für Klinische Chemie und Pathobiochemie der Technischen Universität München analysiert. Aus diesem Grund wurden die Röhrrchen nach der Blutabnahme für zwanzig Minuten zentrifugiert, das Serum abpipettiert und eingefroren. Im Labor in München wurde nach folgenden Verfahren bestimmt:

1. mit Technicon Reagenzien von Bayer Diagnostics (Methodenprogramme)

- Substrate: Cholesterin, Triglyzeride, Glukose und Harnsäure mit enzymatischen Farbttests
Harnstoff: Kinetischer UV-Test
Gesamteiweiß, Kreatinin: einfache Farbttests
- Enzyme: GOT, GPT, CK mit kinetischen UV-Tests
 γ -GT mit einem optimierten kinetischen Farbttest
- Elektrolyte:
 - anorganisches Phosphat: enzymatischer Farbttest
 - Eisen, Magnesium: Farbttests

2. mit Reagenzien von Boehringer Mannheim

- HDL: manuelle Fällung des Restcholesterins
- Glyzerin: UV-Test, 2 – Reagenz – Methode

3. mit Reagenzien von Sigma Diagnostics

- β -Hydroxybutyrat: UV-Test, 2 – Reagenz- Methode

4. mit Reagenzien von Wako

- NEFA: enzymatischer Farbttest
- Zink: photometrischer Farbttest

5. Flammenphotometrisch (Efox, Eppendorf)

Natrium, Kalium, Calcium

6. Insulin/ Cortisol

Radioimmunoassay

LDL wurde nach der Friedewald-Formel ($LDL = \text{Gesamt-Cholesterin} - \text{Triglyzeride}/5 - HDL$) in mmol/l berechnet.

Folgende Nachwerte wurden aufgrund des Flüssigkeitsverlustes nach dem Golfspiel korrigiert: GOT, GPT, γ -GT, CK, HST, Creatinin, HSA, Bilirubin, Gesamt-Protein, Cholesterin, HDL, LDL und Triglyzeride.

Diese Parameter verlassen nicht das Plasma und haben außerdem einen Stoffwechsel, der länger als die vier auf dem Golfplatz gegangenen Stunden dauert. Der Korrekturfaktor wurde aus den Vor- und Nachwerten der Konzentrationen von Hämoglobin, Hämatokrit und Erythrozyten ermittelt.

Aufgrund von organisatorischen Schwierigkeiten konnte in der Versuchsreihe I dieser Korrekturfaktor bei einer bestimmten Anzahl von Probanden ($n = 5$ in Sagmühle, $n = 3$ in Brunnwies und $n = 1$ in Lederbach) nicht bestimmt werden. Für diese Fälle wurde ein Korrekturfaktormittelwert von 0,97 aus den Werten der anderen Probanden berechnet. Die Nachwerte der zu korrigierenden Blutwerte wurden mit diesem Korrekturfaktor multipliziert. Diese korrigierten Werte gingen in die Ergebnisse ein.

Das Plasmavolumen wurde aus dem Mittelwert der Quotienten der Konzentrationen von Erythrozyten, Hämoglobin und Hämatokrit vor und nach der Golfrunde ermittelt.

2.4 Statistik

Bei der Auswertung der gewonnenen Untersuchungsergebnisse kamen folgende statisti-

sche Verfahren zur Anwendung:

1. Deskriptive Verfahren

arithmetisches Mittel (\bar{x})

Standardabweichung ($\pm s$)

Median (χ)

2. Testverfahren

Die Prüfung auf Signifikanz von Mittelwertunterschieden erfolgte bei abhängigen Stichproben und quantitativen Merkmalen mit dem Friedmann-Test für mehr als zwei Stichproben (Vergleich der drei Plätze; bei Signifikanz wurde zudem der Wilcoxon-Test herangezogen, damit gewährleistet wurde, daß das globale Signifikanzniveau eingehalten wurde) und dem Wilcoxon Test für zwei verbundene Stichproben (Vor- und Nachwert). Bei verbundenen und unabhängigen Stichproben kam der Mann-Whitney-Test zur Anwendung.

Für alle Testverfahren gelten einheitlich folgende Signifikanzschranken für die Irrtumswahrscheinlichkeit p bei zweiseitiger Testung:

$p > 0,10$ nicht signifikant

$p > 0,05$ und $< 0,10$ Tendenz zur Signifikanz

$p \leq 0,05$ signifikant

$p \leq 0,01$ hochsignifikant

3 Ergebnisse

3.1 Versuchsreihe I

3.1.1 Laufbandergo(spiro)metrie

Von den 11 Probanden konnten nur 9 bis zur subjektiven Erschöpfung ausbelastet werden. Bei einem Probanden musste aufgrund von ST-Senkungen im EKG vorzeitig abgebrochen werden. Ein zweiter Proband konnte nur bis zu einer Steigung von 25 % gehen, da das Laufband keine weitere Steigung zuließ. Es konnten bei allen Probanden die drei metabolischen Schwellen ermittelt werden.

3.1.1.1 Maximale Leistung, maximale Herzfrequenz, maximale Laktatwerte

Aus Gehgeschwindigkeit und maximaler Steigung errechnete sich eine maximale Leistung von $269,9 \pm 69,2$ Watt. Dies entspricht $3,61 \pm 0,93$ W/kgKG. Nach Geschlechtern getrennt schafften die männlichen Probanden $310,7 \pm 69,2$ Watt = $3,72 \pm 0,93$ W/kgKG. Die fünf Frauen wiesen einen Wert von $220,8 \pm 60,7$ Watt = $3,48 \pm 1,18$ W/kgKG.

Im Mittel liegen die Leistungen über den mit 3,0 W/kgKG für untrainierte Männer und 2,5 W/kgKG für untrainierte Frauen bekannten altersbezogenen Normwerten.

Die maximal ermittelte Herzfrequenz und Laktatwerte gehen aus folgender Tabelle 3 hervor.

Tabelle 3: Maximalwerte von Herzfrequenz, Laktat und Leistung bei der Laufbandergometrie

	Herzfrequenz (S/min)		Laktat (mmol/l)		Leistung (W/kgKG)	
	Mean	Std.Dev.	Mean	Std.Dev.	Mean	Std.Dev.
Gesamt (n=11)	189	8	8,76	2,34	3,61	0,93
Frauen (n=5)	188	7	9,51	1,31	3,48	1,18
Männer (n=6)	189	8	8,15	2,34	3,72	0,93

Bei Abbruch zeigten sich keine eindeutigen Unterschiede hinsichtlich der Herzfrequenz bzw. des Blutlaktats zwischen Frauen und Männern.

3.1.1.2 Aerobe, anaerobe und individuelle anaerobe Schwelle

Die Männer wiesen an jeder Schwelle eine signifikant höhere relative Leistung und eine signifikant höhere Herzfrequenz als die Frauen auf. Im Laktatleistungsdiagramm war somit die Laktatkurve der Männer nach rechts verschoben. In den Tabellen 4 - 6 sind die an den drei Schwellen bestimmten Parameter dargestellt.

Tabelle 4: Aerobe Schwelle (2 mmol/l): Absolute und relative Leistung sowie korrespondierende Herzfrequenz

	Watt	Watt/kgKG	Herzfrequenz (S/min)
Gesamt (n=11)	162,6 ± 57,4	2,16 ± 0,76	143 ± 16
Frauen (n=5)	121,9 ± 40,3	1,91 ± 0,79	141 ± 10
Männer (n=6)	196,5 ± 58,7	2,38 ± 0,79	145 ± 20

Tabelle 5: Anaerobe Schwelle (4 mmol/l): Absolute und relative Leistung sowie korrespondierende Herzfrequenz

	Watt	Watt/kgKG	Herzfrequenz (S/min)
Gesamt (n=11)	218,8 ± 64,9	2,91 ± 0,85	169 ± 12
Frauen (n=5)	170,2 ± 49,0	2,66 ± 0,90	166 ± 5
Männer (n=6)	259,3 ± 46,4	3,12 ± 0,82	171 ± 16

Tabelle 6: Individuelle anaerobe Schwelle: Absolute und relative Leistung sowie korrespondierende Herzfrequenz und Laktat

	Watt	Watt/kgKG	Herzfrequenz (S/min)	Laktat (mmol/l)
Gesamt (n=11)	200,7 ± 71,2	2,66 ± 0,91	160 ± 16	3,09 ± 0,52
Frauen (n=5)	145,7 ± 54,5	2,28 ± 0,95	152 ± 13	3,39 ± 0,42
Männer (n=6)	246,4 ± 47,4	2,97 ± 0,82	166 ± 16	2,72 ± 0,38

3.1.2 Feldversuch

In den drei folgenden Kapiteln wird zunächst auf die auf jeden Platz erhobenen Parameter einzeln eingegangen. Im Anschluss werden diese Ergebnisse verglichen.

3.1.2.1 Golfplatz Sagmühle

Dieser Golfplatz ist, wie bereits beschrieben, der flachste Platz. Man findet nur dort Anstiege, wo ein breiter Bach überquert werden muss. Da dieser Platz aber sehr viel Wasser und sehr weite Abschlänge aufweist, ist er vom psychologischen Aspekt her als schwierig und als eine Herausforderung an die Konzentration anzusehen. Zwei der 11 Probanden (ein Mann und eine Frau) mussten auf diesem Platz sieben Löcher auslassen, da plötzlich ein Dauerregen einsetzte und ein Weiterspielen unmöglich machte. Drei Probandengruppen mussten im Regen auf nassem Boden spielen. Die Temperatur betrug durchschnittlich 14 °C und die Luftfeuchtigkeit wies Werte von 44,7 % bis 53,8 % auf.. Ansonsten war es überwiegend bewölkt, vereinzelt sonnig und der Boden war trocken.

Die durchschnittliche Spieldauer betrug 218 ± 36 min.

3.1.2.1.1 Körpermasse

Alle männlichen Probanden verloren an Gewicht, im Durchschnitt um 0,3 kg (min. -0,2 kg, max. -1,5 kg). Die Frauen nahmen insgesamt um 0,1 kg zu. Dabei variierte die Streubreite von -0,6 kg bis zu +0,7 kg. Diese Gewichtsveränderungen waren jedoch nach dem Wilcoxon-Test nicht signifikant (p = 0,26).

3.1.2.1.2 Blutdruck

Im Blutdruckverhalten konnten keine eindeutigen Veränderungen festgestellt werden. Es kam bei den Männern zu einer Blutdrucksenkung um 11 mmHg systolisch und 4 mmHg diastolisch. Bei den Frauen nahm der systolische Wert leicht zu, wohingegen der diastolische Blutdruck ebenso wie bei den Männern abnahm (Tabelle 7).

Tabelle 7: Blutdruckmittelwerte systolisch und diastolisch vor und nach der Golfrunde

	Mean vor		Std. Dev. vor		Mean nach		Std. Dev. nach	
	RRS	RRD	RRS	RRD	RRS	RRD	RRS	RRD
Gesamt	125	79	± 12	± 9	120	77	± 15	± 5
Männer	130	81	± 7	± 4	119	77	± 4	± 5
Frauen	118	77	±13	± 14	121	76	±23	± 5

3.1.2.1.3 Herzfrequenz

a) Mittlere und maximale Herzfrequenz

Wie bereits beschrieben wurden aus der kontinuierlichen Herzfrequenzaufzeichnung die Mittel- und Maximalwerte für jedes einzelne Loch ermittelt. Daraus wurden zunächst jeweils ein Mittelwert für die gesamte mittlere und maximale Frequenzbeanspruchung gebildet. Zusätzlich wurde die absolute maximale Herzfrequenz berücksichtigt. Die so erhaltenen Werte wurden auf die maximalen Herzfrequenzwerte bei der Ergometrie bezogen und in Prozent angegeben (Tabelle 8).

Tabelle 8: Mittlere Mittel- bzw. Maximalwerte der Herzfrequenz an jedem Loch und absolute Maximalwerte. Diese Werte wurden in Relation zu den maximalen Herzfrequenzen der Laufbandbelastung gesetzt und in % angegeben.

	Mittelwert der Mittelwerte		Mittelwert der Maximalwerte		Maximalwert	
	Absolut	relativ (%)	Absolut	relativ (%)	Absolut	relativ (%)
Gesamt (n=11)	107 ± 18	57 ± 9	125 ± 19	66 ± 10	137 ± 18	72 ± 9
Männer (n=6)	98 ± 12	53 ± 9	114 ± 12	60 ± 9	128 ± 15	68 ± 8
Frauen (n=5)	117 ± 19	57 ± 5	135 ± 20	72 ± 6	145 ± 19	77 ± 7

Tendenziell ist eine stärkere Frequenzbeanspruchung bei Frauen ersichtlich.

b) Herzfrequenz und 4 mmol/l Laktatschwelle

Um festzustellen, ob die Golfspieler während ihrer sportlichen Belastung über den aero-anaeroben Schwellenbereich beansprucht waren, wurde überprüft, ob die mittleren Mittelwerte und die absoluten Maximalwerte der Herzfrequenzen jedes Probanden die Herzfrequenz aus der Ergometrie erreichten, die mit 4 mmol/l Laktat korrespondierten.

Die Belastung erwies sich als so gering, dass keiner der 11 Probanden mit seinem mittleren Mittelwert diese Schwelle überschritt. Nur eine Person (= 9%) hatte mindestens einen Maximalwert, der diese Schwelle überstieg.

c) Herzfrequenzverlauf während des Spiels

An den Einzelverläufen lässt sich erkennen (Abb. 1), dass die mittleren Herzfrequenzen an den einzelnen Löchern bei Männern und Frauen keinen großen Schwankungen unterworfen waren, sondern relativ konstant über die 18-Loch-Golfrunde blieben. Diese Konstanz spiegelt die Struktur des flachen Platzes wieder. Die Unterschiede zwischen den Personen betragen allerdings über 50 Schläge pro Minute.

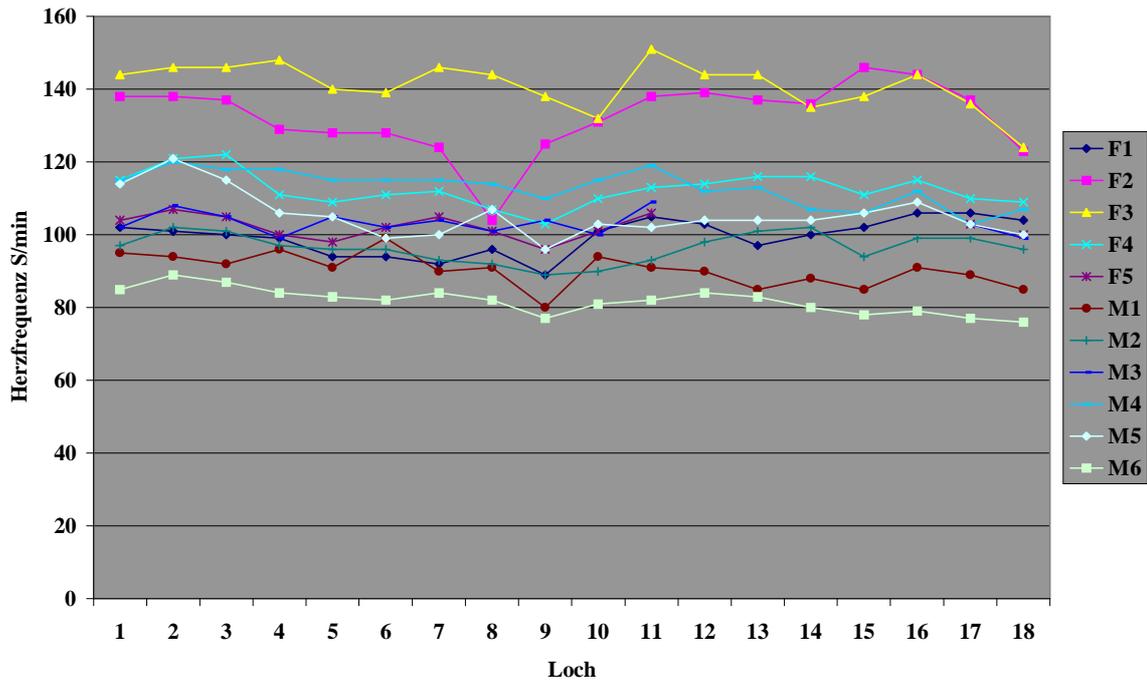


Abbildung 1: Herzfrequenzverlauf der mittleren Mittelwerte an den einzelnen Löchern der weiblichen (=F) und der männlichen (=M) Probanden während der gesamten Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle

Die mittleren Maximalwerte, die in Abbildung 2 dargestellt sind, lassen ebenso eine relative Konstanz erkennen. Frauen, besonders F2 und F3, wiesen im Mittel höhere Maximalwerte pro Loch als Männer auf.

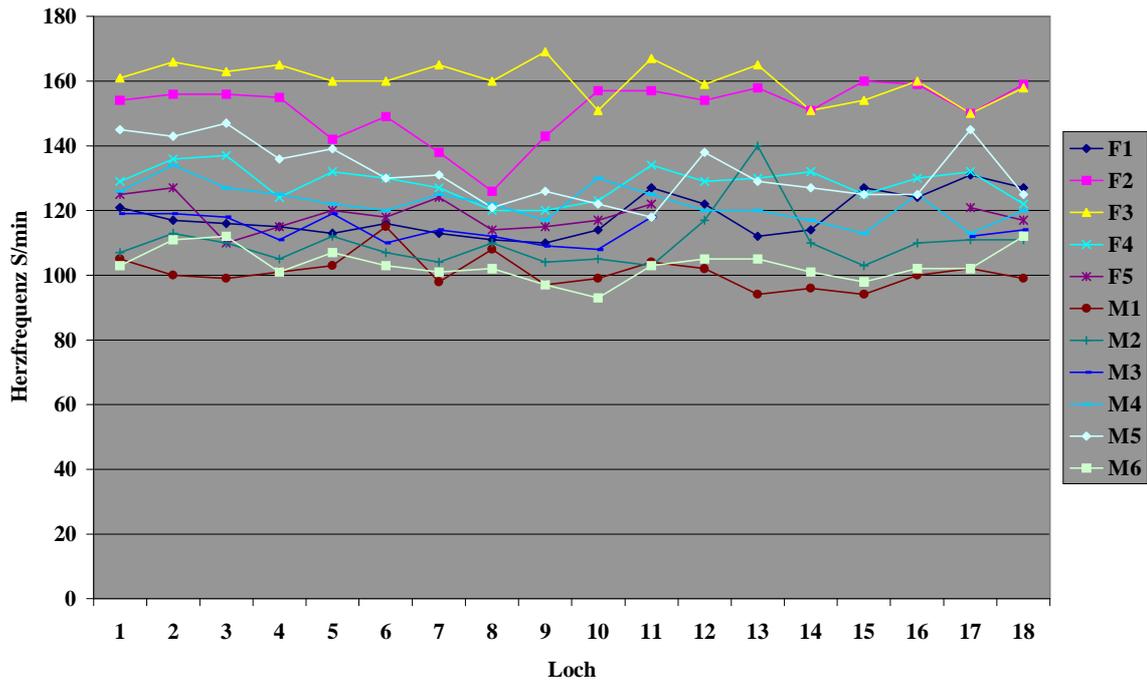


Abbildung 2: Herzfrequenzverlauf der mittleren Maximalwerte der weiblichen (=F) und der männlichen (=M) Probanden während der gesamten Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle

Der höchste absolute Maximalwert betrug bei den Frauen 169 S/min und bei den Männern 147 S/min.

3.1.2.1.4 Laktat

Der Laktatspiegel, der sich aus den pro Proband über 18 Loch gemittelten Werten ergab, betrug bei den Frauen $1,22 \pm 0,19$ mmol/l (Minimum 0,86 mmol/l, Maximum 1,74 mmol/l). In Relation zu den jeweiligen maximalen Laktatwerten der Ergometrie entsprach dieser Wert 13 ± 5 %. Der Mittelwert der absoluten Maximalwerte lag bei $1,50$ mmol/l $\pm 0,10 = 16 \pm 4$ %.

Die Werte der Männer lagen etwas niedriger: $1,13 \pm 0,13$ mmol/l (Minimum 0,95, Maximum 1,28), absoluter Maximalwert: $1,38 \pm 0,22$ mmol/l (Minimum 1,12, Maximum 1,72). Diese Werte entsprachen 16 ± 8 % bzw. 22 ± 11 % der maximalen Laktatwerte während der Laufbandergometrie.

3.1.2.1.5 Ventilation, Sauerstoffaufnahme und Energieumsatz

Mittels des Cosmed K4 konnten die drei interessierenden Größen VE, VO₂/kg, Ener-

gieumsatz bei 4 männlichen Probanden auf allen Plätzen gemessen werden. Für alle vier Golfer wurden diese Parameter (VE, VO₂/kg, Eem) für jedes der 18 Löcher berechnet. Aus diesen Angaben wurden dann die durchschnittlichen Mittelwerte und die Maximalwerte bestimmt. Anschließend wurden sie in Relation zu den in der Laufbandergometrie erreichten Maximalwerten gesetzt. Tabelle 9 stellt die Ergebnisse dar.

Da die Auswertungen Gegenstand der Diplomarbeit von Fr. Iris Herwald-Schulz waren, werde ich in meiner Arbeit für jeden Platz getrennt nur eine kurze Zusammenfassung in Form einer Tabelle geben. Im Vergleich der drei Plätze wird genauer auf die Werte eingegangen.

Tabelle 9: Mittelwerte, gemittelte Maximalwerte und absolute Maximalwerte von VE, VO₂/kg und Energieumsatz auf dem Golplatz Sagmühle in Relation zu spiroergometrischen Maximaldaten

	Mittelwerte der Mittelwerte (n=4)	Mittelwerte der Maximalwerte (n=4)	Maximalwerte (absolut) (n=4)
VE			
Absolut (l/min)	33,6 ± 3,1	41,8 ± 3,5	49,2 ± 2,8
Relativ (%)	31 ± 1	38 ± 2	45 ± 3
VO₂/kg			
Absolut (ml/min/kg)	16,4 ± 1,3	21,5 ± 1,9	25,7 ± 2,5
Relativ (%)	38 ± 5	49 ± 5	59 ± 5
Energieumsatz			
Absolut (kJ/min)	28,6 ± 3,7	37,2 ± 2,8	44,8 ± 3,1
Relativ (%)	37 ± 4	47 ± 4	57 ± 4

3.1.2.1.6 Blutparameter

Unter dem Punkt 2.3.3.7 wurde dargelegt, welche Blutwerte untersucht wurden. Da mehrere Messgrößen von untergeordneter Bedeutung für die Fragestellung der Arbeit sind, wird in diesem Abschnitt nur auf wesentliche eingegangen. Alle übrigen Werte sind im Anhang dargestellt.

Kleines Blutbild

Es wurde nach der Golfrunde nur eine eindeutige Zunahme der Leukozyten sowie Abnahme des MCV's festgestellt. Die übrigen Veränderungen fielen minimal aus. Sie zeigten beim Hämoglobin, beim Hämatokrit und beim MCH eine Tendenz zur Signifikanz. Das

Plasmavolumen nahm um ca. 2,1 % zu. Die Konzentrationen der Erythrozyten, des Hämoglobins und der Hämatokrit nahmen ab.

Tabelle 10: Mittelwerte und Standardabweichungen des weißen und roten Blutbildes vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Leukozyten (Tsd./ µl)	\bar{x}	6,32	7,28	0,97	0,003
	\bar{x}	6,35	7,00	0,70	
	s	1,79	2,38	1,24	
Erythrozyten (Mill./µl)	\bar{x}	4,65	4,57	-0,08	n.s. ^c
	\bar{x}	4,57	4,49	-0,08	
	s	0,38	0,38	0,13	
Thrombozyten (Tsd./ µl)	\bar{x}	221	221	-1	n.s. ^c
	\bar{x}	221	225	-2	
	s	55	50	10	
Hämoglobin (g/dl)	\bar{x}	14,0	13,7	-0,3	T ^d
	\bar{x}	13,9	13,5	-0,3	
	s	1,0	1,0	0,3	
Hämatokrit (%)	\bar{x}	40,6	39,7	-0,9	T ^d
	\bar{x}	40,2	39,9	-0,9	
	s	3,3	3,1	1,1	
MCV (fl)	\bar{x}	87,4	86,9	-0,6	0,027
	\bar{x}	87,7	87,2	-0,5	
	s	2,4	2,4	0,5	
MCH (pg)	\bar{x}	30,2	30,1	-0,2	T ^d
	\bar{x}	30,4	30,3	-0,1	
	s	0,7	0,7	0,2	
MCHC (g/dl)	\bar{x}	34,6	34,6	0,0	n.s. ^c
	\bar{x}	34,5	34,7	0,2	
	s	0,6	0,6	0,3	

^aA = Mittelwerte vor dem Spiel; B = Mittelwerte nach dem Spiel

^b = B - A

^c = nicht signifikant

^d = Tendenz zur Signifikanz

Fettstoffwechselfparameter (Tab. 11)

Während der knapp vierstündigen Belastung wurde die Lipolyse eindeutig bei allen Pro-

banden aktiviert. Die Konzentrationen der freien Fettsäuren, des β -Hydroxybutyrats, des Glycerins und der Triglyzeride, die vor und nach dem Spiel gemessen wurden, machen dies deutlich. Die Konzentrationen der freien Fettsäuren und die des Glycerins stiegen um das 2,7-fache an. Die Konzentration des β -Hydroxybutyrats erreichte Werte, die über dem vierfachen der Ausgangswerte lagen. Analog dazu fielen die Serumtriglyzeridwerte signifikant ab. Tabelle 11 und Abbildung 3 sollen diese Werte optisch veranschaulichen. Die Konzentrationen von Gesamt-Cholesterin, LDL und HDL zeigten keine signifikanten Veränderungen.

Tabelle 11: Mittelwerte, Median und der Standardabweichungen von den Konzentrationen der FFS, des Glycerins, der BHB und der Triglyzeride vor und nach der Golfrunde (n = 11)

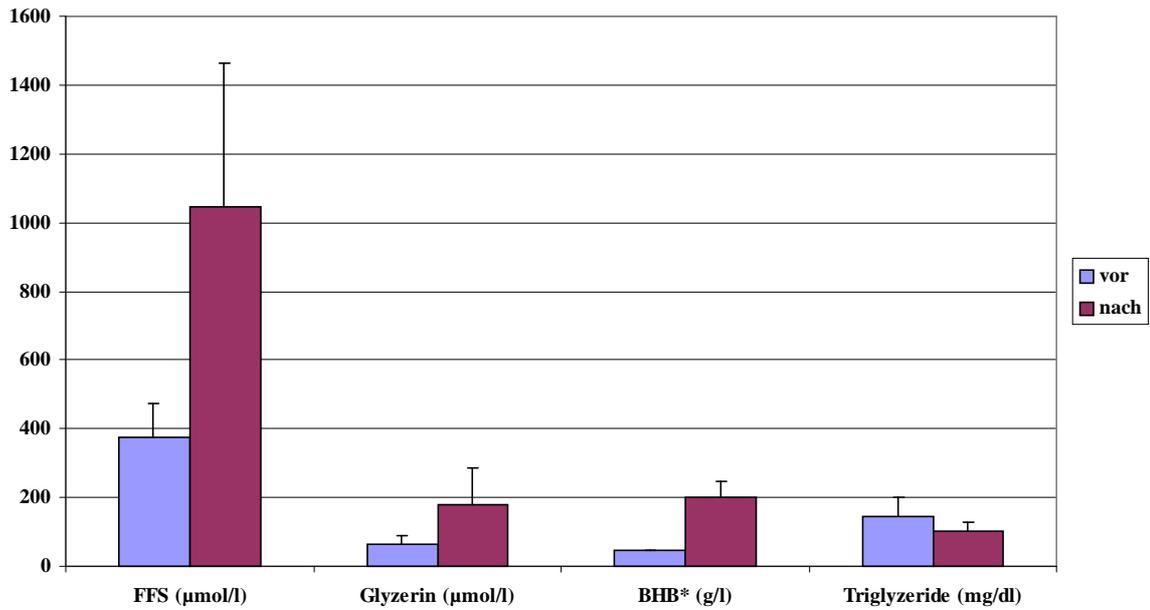
		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
FFS ($\mu\text{mol/l}$)	\bar{x}	376	1047	671	0,003
	\bar{x}	347	994	543	
	s	97	415	438	
Glycerin ($\mu\text{mol/l}$)	\bar{x}	64	180	97	0,003
	\bar{x}	56	180	100	
	s	25	105	44	
β -Hydroxybutyrat (mg/dl)	\bar{x}	0,48	2,00	1,52	0,003
	\bar{x}	0,38	1,87	1,59	
	s	0,29	1,36	1,15	
Triglyzeride (mg/dl)	\bar{x}	143	104	-40	0,010
	\bar{x}	132	104	-27	
	s	56	27	41	
Gesamt-Cholesterin (mg/dl)	\bar{x}	227	227	0	n.s. ^c
	\bar{x}	230	230	0	
	s	24	28	8	
LDL-Cholesterin (mg/dl)	\bar{x}	139	143	4	n.s. ^c
	\bar{x}	140	145	5	
	s	16	20	11	
HDL-Cholesterin (mg/dl)	\bar{x}	60	63	3	T ^d
	\bar{x}	70	58	2	
	s	17	16	4	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B – A

^c = nicht signifikant

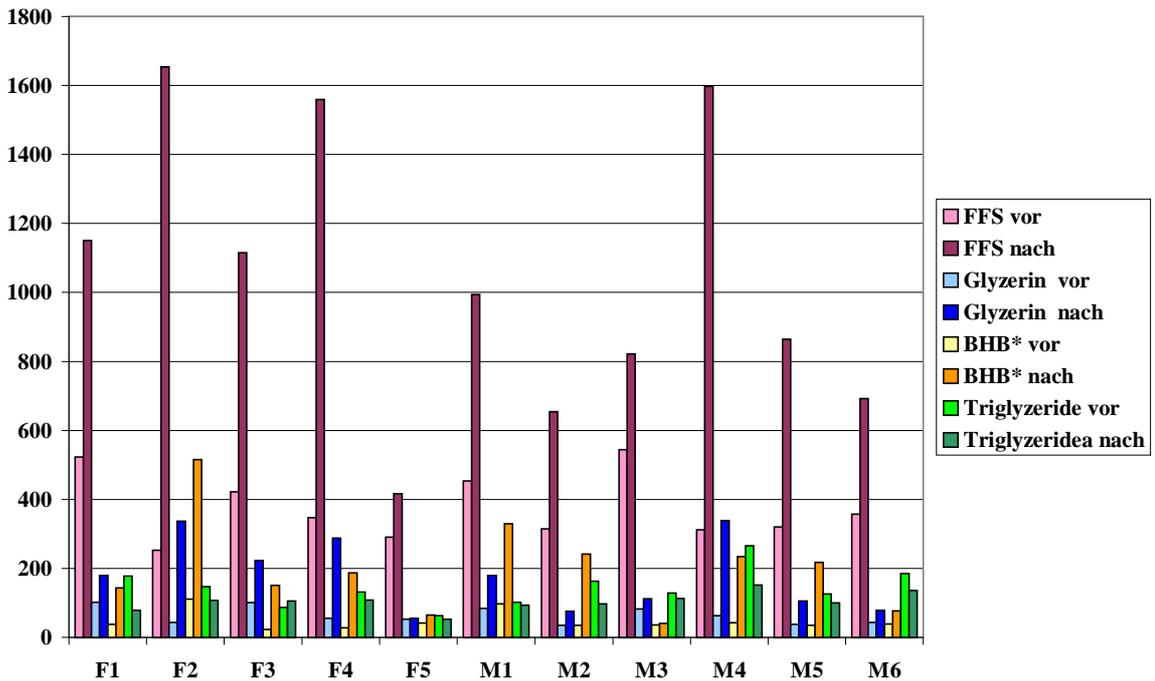
^d = Tendenz zur Signifikanz



*= Werte wurden mit dem Faktor 100 multipliziert

Abbildung 3: Fettstoffwechselfparameter vor und nach dem Spiel auf dem Golfplatz Sagmühle

Individuelle Veränderungen sind aus Abbildung 4 ersichtlich.



*= Werte wurden mit dem Faktor 100 multipliziert

Abbildung 4: Konzentrationen der FFS, des Glycerins, des BHB's und der Triglyzeride von den fünf weiblichen (=F) und sechs männlichen (=M) Probanden vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle

Creatinkinase und Myoglobin

Die Mittelwerte vor und nach der Runde sind in Abb. 5 dargestellt.

Anhand der aus Abbildung 6 ersichtlichen individuellen Werte erkennt man eine deutliche Streubreite der Ausgangskonzentrationen der Creatinkinase: von 20 U/l bei einer Probandin bis auf 240 U/l bei einem Probanden, der in seiner Freizeit fast täglich Golf spielte. Die Probandin mit dem Wert von 20 U/l betrieb in ihrer Freizeit verhältnismäßig wenig Sport und übte ihren Beruf in sitzender Tätigkeit aus. Die Zunahme der CK-Konzentrationen durch das Golfspiel war mit $p = 0,003$ (Wilcoxon-Test) eindeutig. Er betrug durchschnittlich 21 %.

Myoglobin zeigte hingegen nur geringe Veränderungen. Bei der Bestimmung des Myoglobins ist jedoch anzumerken, daß Konzentrationen $< 50 \mu\text{g/l}$ nicht gemessen werden können. In der Graphik sind diese Proben mit $50 \mu\text{g/l}$ berücksichtigt. Insgesamt lagen vor und nach dem Spiel nur zwei Probanden über dieser Erfassungsgrenze.

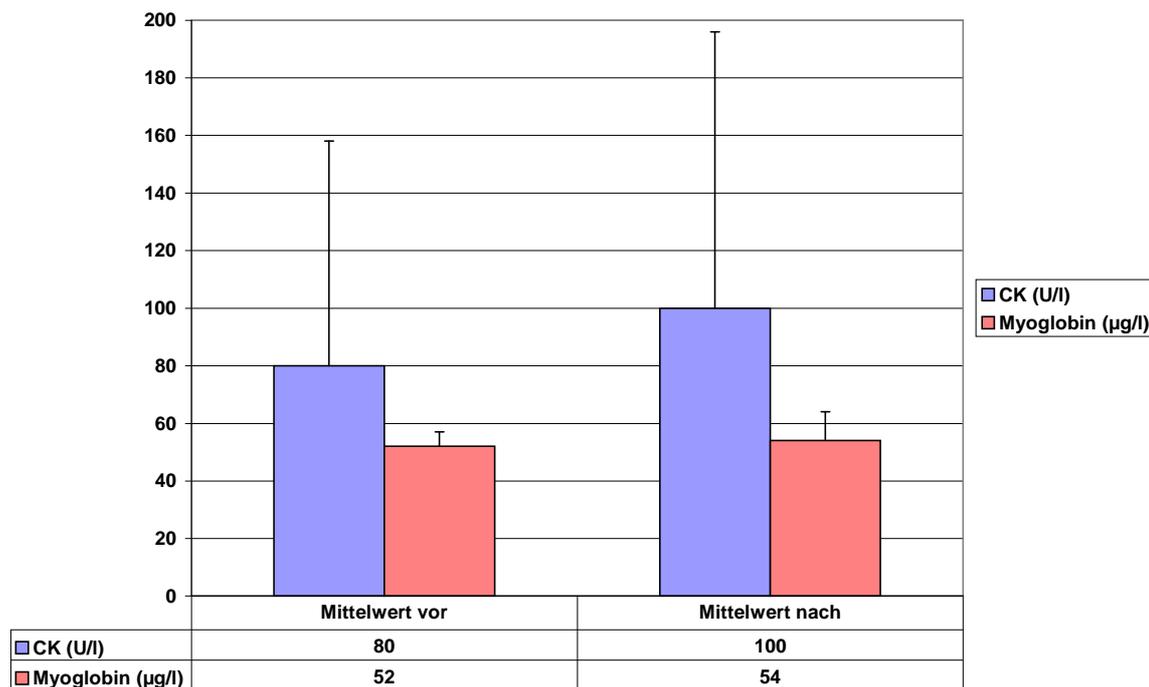


Abbildung 5: CK und Myoglobin vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Sigmühle

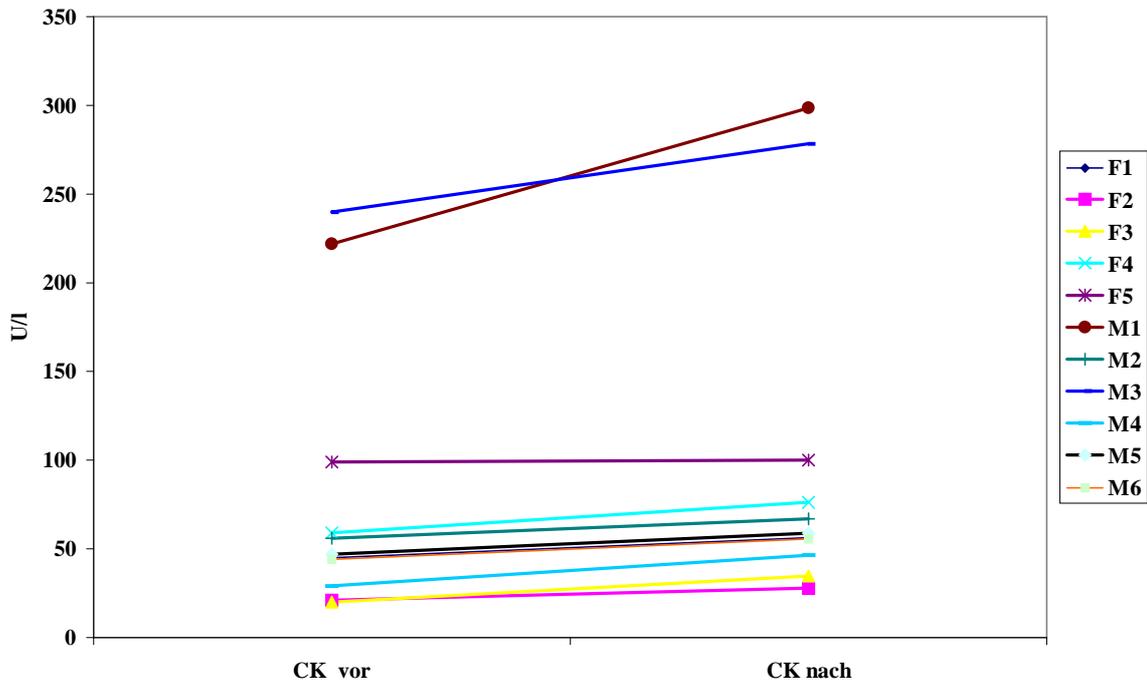


Abbildung 6: Vor- und Nachwerte der Creatinkinase-Aktivität von den fünf weiblichen (=F) und den sechs männlichen (=M) Probanden

Glukose und Gesamt-Protein

Die Glukose-Konzentration blieb trotz der vierstündigen sportlichen Belastung relativ konstant (Tabelle 12). Sie fiel lediglich im Durchschnitt von 98 mg/dl auf 96 mg/dl ab. Diese Abnahmetendenz war nicht signifikant. Drei der elf Probanden hatten Glukose-Nachbelastungskonzentrationen, die über ihren Ausgangswerten lagen. Zwei von ihnen hatten mit 56 mg/dl bzw. 57 mg/dl einen unter dem Normbereich gelegenen Wert zu Beginn der Belastung, der aber im Laufe des Golfspiels auf Werte von 88 mg/dl bzw. 101 mg/dl anstieg. Anhand der Abb. 7 sieht man, dass die Glukosekonzentrationen vor der sportlichen Belastung untereinander sehr stark differierten. Nach der gegangenen Golfrunde zeigten die Werte unter den Probanden eine relative Übereinstimmung.

Die Konzentration des Proteins nahm um 0,15 g/dl (= 2 %) signifikant zu.

Tabelle 12: Glukose- und Proteinkonzentrationen der Junioren vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle (n=11)

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Glukose (mg/dl)	\bar{x}	98	96	-2	n.s. ^c
	\bar{x}	105	98	-11	
	s	10	9	23	
Protein (g/dl)	\bar{x}	7,46	7,61	0,15	0,033
	\bar{x}	7,48	7,57	0,13	
	s	0,47	0,50	0,19	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B - A

^c = nicht signifikant

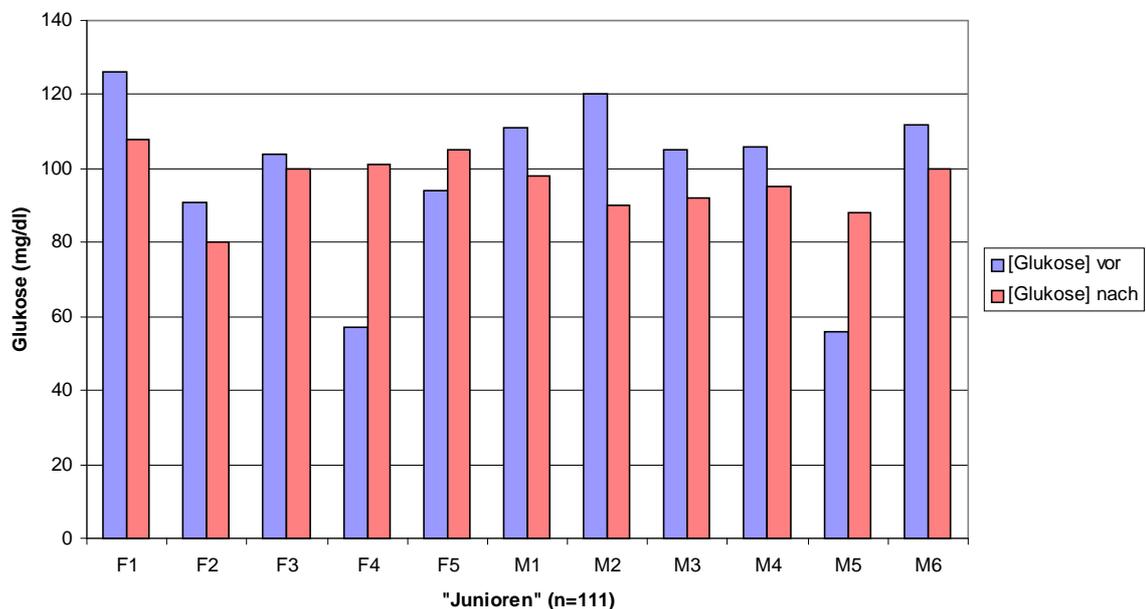


Abbildung 7: Glukosekonzentrationen von den elf Probanden vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle

Insulin und Cortisol

Die Insulin- und Cortisolkonzentrationen sanken im Mittel eindeutig ab (Tabelle 13). Das Insulin fiel auf 1/3 der Ausgangskonzentration und das Cortisol auf knapp die Hälfte ab. Eine Abnahme der Insulinkonzentration zeigten alle elf Probanden, wohingegen beim Cortisol ein Proband einen höheren Endwert gegenüber Beginn aufwies.

Tabelle 13: Insulin- und Cortisolkonzentrationen vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Insulin (µU/ml)	\bar{x}	23,2	7,3	- 15,9	0,003
	\bar{x}	17,7	6,3	- 12,9	
	s	15,5	3,7	14,5	
Cortisol (µg/dl)	\bar{x}	11,0	5,9	- 5,1	0,004
	\bar{x}	11,3	5,2	- 4,9	
	s	4,0	2,8	4,5	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B – A

Weitere Blutparameter

Im Elektrolyt- und Mineralstoffhaushalt wiesen die Konzentrationen von Natrium und Magnesium nach der Belastung niedrigere Werte auf. Demgegenüber nahmen die Konzentrationen von Kalium, Calcium, Eisen und Phosphat zu. Eine Signifikanz zeigte sich für [Magnesium] und [Eisen].

Kreatinin und Harnsäure nahmen unwesentlich ab. Der Harnstoff ergab eine Zunahme von 2,81 mg/dl mit Tendenz zur Signifikanz.

Die Enzyme GPT und GOT zeigten nach dem Spiel eine geringere Aktivität, während sich die γ -GT-Aktivität mit einer Tendenz zur Signifikanz um 0,32 U/l erhöhte.

Die Mittelwerte, Mediane, Standardabweichungen und Signifikanzen sind im Anhang dargestellt (Tabellen I und II).

3.1.2.2 Golfplatz Brunnwies

Dieser Golfplatz ist im Hinblick auf die Geländestruktur zwischen dem Golfplatz Sagmühle und dem Golfplatz Lederbach einzuordnen. Er wird als mittel-hügelig eingestuft. Alle elf Probanden gingen über die volle Distanz von 18-Loch. Die Außentemperatur betrug im Durchschnitt 10,3 °C bis 16,3 °C. Es herrschte eine Luftfeuchtigkeit von 45 % - 54 %. Der Himmel zeigte sich überwiegend bewölkt, aber es regnete nicht. Bei sechs Probanden bzw. -innen war der Boden aufgrund von Morgentau feucht. Die Spieldauer betrug im Durchschnitt 246 ± 31 min.

3.1.2.2.1 Körpermasse

Insgesamt verloren die Männer 1,2 kg. Der Mittelwert betrug vor der Golfrunde $86,0 \pm 9,5$ kg und danach $84,7 \pm 9,5$ kg. Der minimale Gewichtsverlust betrug 0,7 kg und der maximale 2,1 kg.

Die Frauen hatten einen geringeren Gewichtsverlust aufzuweisen. Ihr mittlerer Ausgangswert betrug $65 \pm 6,4$ kg und ihr Endwert $64 \pm 6,5$ kg, insgesamt eine Gewichtsänderung von $-0,1$ kg. Das Minimum lag in dieser Gruppe bei einer Zunahme von 0,20 kg und das Maximum bei einer Abnahme von 0,4 kg.

Der Gewichtsverlust von insgesamt 0,7 kg (Männer und Frauen) war nach dem Wilcoxon-Test mit $p < 0,01$ eindeutig.

3.1.2.2.2 Blutdruck

Das Blutdruckverhalten zeigte auf diesem Platz keine nennenswerten Veränderungen (Tabelle 14).

Tabelle 14: Systolische und diastolische Blutdruckmittelwerte in mmHg vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies

	Mean vor		Std. Dev. Vor		Mean nach		Std. Dev. nach	
	RRS	RRD	RRS	RRD	RRS	RRD	RRS	RRD
Gesamt	128	83	± 9	± 12	125	82	± 12	± 8
Männer	130	83	± 7	± 7	128	83	± 13	± 7
Frauen	126	83	± 12	± 17	120	81	± 7	± 9

3.1.2.2.3 Herzfrequenz

a) Mittlere und maximale Herzfrequenz

In den ermittelten Mittelwerten und in den mittleren Maximalwerten wiesen Männer und Frauen ähnliche Herzfrequenzen auf. Aus der Relation zur maximalen Herzfrequenz der Laufbandbelastung wird deutlich, dass die kardiale Beanspruchung für Frauen kaum höher als für die Männer einzustufen ist (Tabelle 15).

Tabelle 15: Mittelwerte, Maximalwerte und absolute Maximalwerte der Herzfrequenzen von Männern und Frauen auf dem Golfplatz Brunnwies

	Mittelwert der Mittelwerte (S/min)		Mittelwert der Maximalwerte (S/min)		Maximalwert (S/min)	
	Absolut	relativ (%)	Absolut	relativ (%)	Absolut	relativ (%)
Gesamt (n=11)	112 ± 18	60 ± 10	137 ± 7	73 ± 8	158 ± 1	84 ± 7
Männer (n=6)	112 ± 19	59 ± 9	135 ± 8	72 ± 8	159 ± 16	84 ± 7
Frauen (n=5)	113 ± 19	60 ± 11	139 ± 8	74 ± 9	158 ± 15	84 ± 8

b) Herzfrequenz und 4 mmol/l Laktatschwelle

Vier Probanden (zwei weibliche und zwei männliche; 36 %) überschritten mit mindestens einem ihrer absoluten Maximalwerte die anaerobe Schwelle. Jedoch keiner dieser Probanden erreichte diese Schwelle mit ihren mittleren Mittel- bzw. mittleren Maximalwerten.

c) Herzfrequenzverlauf während des Spiels

Anhand der Abbildungen 8 und 9 wird deutlich, auf welchem unterschiedlichen Niveau sich die Herzfrequenzen der einzelnen Probanden bewegen. So unterschied sich das Probandengut der Frauen untereinander in den mittleren Mittelwerten von Minimum 95 S/min (=F2) bis Maximum 136 S/min (=F3). Das männliche Probandengut zeigte sich nicht ausgeglichener als das der Frauen. Ihr Minimum betrug 90 S/min (=M6) und ihr Maximum 140 S/min (=M4).

Die Mittelwerte der Herzfrequenzen blieben wiederum über die gesamte Strecke hinweg relativ konstant. Es konnten keine größeren Zu- bzw. Abnahmen bei den einzelnen Probanden festgestellt werden. Die Maximalwerte verliefen im Vergleich zu den Mittelwerten ungleichmäßiger und größerer Streubreite.

Die Herzfrequenzkurven spiegeln den Geländetyp dieses Platzes wieder. An den Löchern, an denen es bergauf ging (Loch 5, 9, 13,15), stiegen die Mittelwerte an, und an den Stellen, wo das Gelände sehr flach oder sogar bergab ging (Loch 7,14), erholte sich die Herzfrequenz wieder.

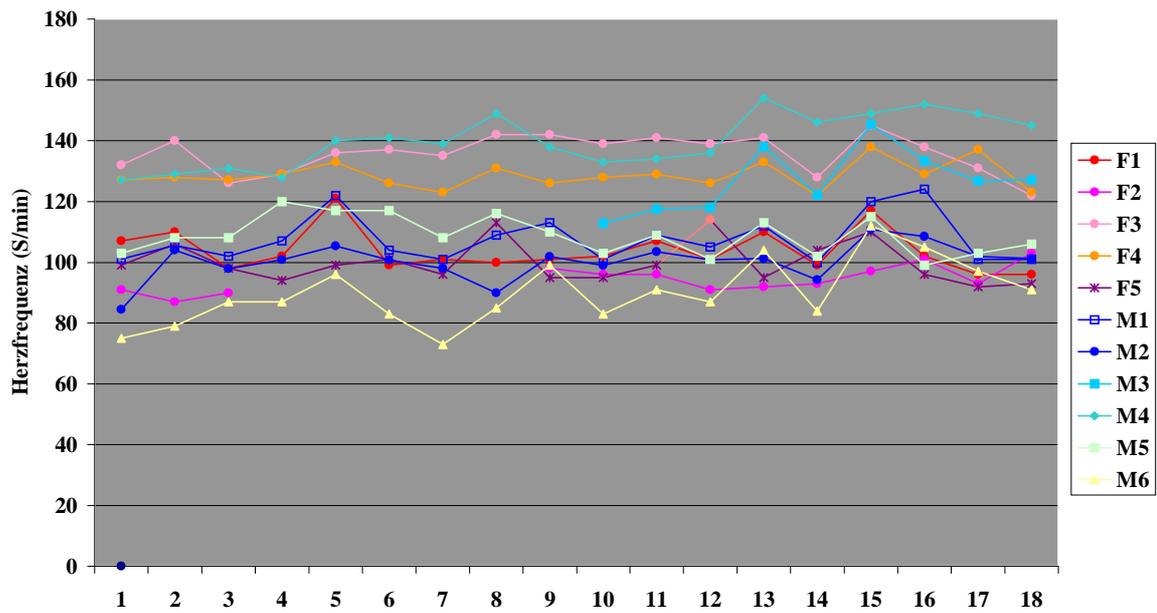


Abbildung 8: Verlauf der mittleren Herzfrequenzen der weiblichen (=F) und der männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Brunnwies

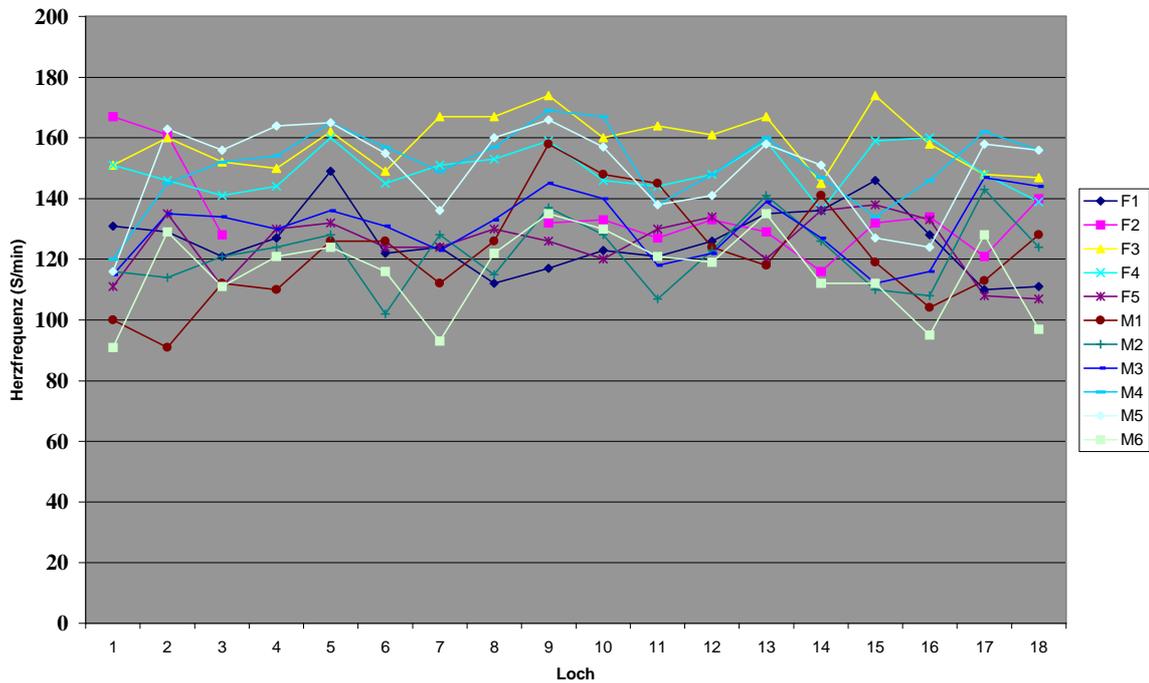


Abbildung 9: Verlauf der mittleren maximalen Herzfrequenzen der weiblichen (=F) und der männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Brunnwies

3.1.2.2.4 Laktat

Der durchschnittliche Laktatspiegel, der von jedem Probanden pro Runde gemittelten Einzelwerte, lag bei den Frauen bei $1,43 \pm 0,31$ mmol/l. Das Minimum betrug 0,86 mmol/l und das Maximum 1,74 mmol/l. Der absolute Maximalwert wurde mit $2,26 \pm 0,69$ mmol/l gemessen (Min.: 1,15 mmol/l; Max.: 2,96 mmol/l). Bei den Männern ergab sich im Durchschnitt eine etwas höhere Laktatkonzentration: Mittelwert $1,77 \pm 0,51$ mmol/l (Min.: 1,20 mmol/l; Max.: 2,18 mmol/l), absoluter Maximalwert $2,78 \pm 0,63$ mmol/l (Min.: 1,91 mmol/l; Max.: 3,59 mmol/l). Anhand dieser Konzentrationen ist ersichtlich, dass die anaerobe Schwelle von 4 mmol/l bei keinem Probanden erreicht wurde.

3.1.2.2.5 Ventilation, Sauerstoffaufnahme und Energieumsatz

Es konnten fünf männliche Probanden mit dem Cosmed K4 gemessen werden. Die Daten wurden auf dieselbe Art gewonnen, wie schon im Kapitel Golfplatz Sagmühle beschrieben. Tabelle 16 gibt über die gewonnenen Ergebnisse einen Überblick.

Tabelle 16: Mittelwerte, gemittelte Maximalwerte und absolute Maximalwerte von VE, VO₂/kg und Energieumsatz auf dem Golfplatz Brunnwies

	Mittelwerte der Mittelwerte	Mittelwerte der Maximalwerte	Maximalwerte (absolut)
VE			
absolut (l/min)	$36,5 \pm 3,5$	$49,5 \pm 4,9$	$64,6 \pm 4,6$
relativ (%)	33 ± 3	44 ± 3	58 ± 4
VO₂/kg			
absolut (ml/min/kg)	$17,2 \pm 2,9$	$24,7 \pm 4,5$	$32,0 \pm 5,7$
relativ (%)	40 ± 8	47 ± 11	74 ± 10
Energieumsatz			
absolut (kJ/min)	$29,6 \pm 3,9$	$42,2 \pm 5,3$	$54,6 \pm 4,8$
relativ (%)	38 ± 7	54 ± 9	70 ± 10

3.1.2.2.6 Blutparameter

Kleines Blutbild

Die Anzahl der Leukozyten nahm um 49 % signifikant zu. Die Konzentration der Erythrozyten (5 %), des Hämoglobins (2,9 %) und des Hamatokrits (4,8 %) nahmen hingegen ab.

Diese Konzentrationsänderungen erwiesen sich im Wilcoxon-Test als signifikant.

Auf diesem Platz nahm das Plasmavolumen um ca. 1,1 % zu.

Tabelle 17: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Parameter des kleinen Blutbildes vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Leukozyten (Tsd/ μ l)	\bar{x}	3,40	6,65	3,25	0,017
	\bar{x}	3,00	7,45	2,30	
	s	1,34	3,37	3,27	
Erythrozyten (Mill./ μ l)	\bar{x}	4,84	4,62	-0,21	0,028
	\bar{x}	4,66	4,51	-0,18	
	s	0,50	0,39	0,26	
Thrombozyten (Tsd./ μ l)	\bar{x}	168	202	34	n.s. ^c
	\bar{x}	166	213	15	
	s	49	63	64	
Hämoglobin (g/dl)	\bar{x}	14,5	14,1	-0,4	0,035
	\bar{x}	14,5	14,1	-0,5	
	s	0,4	1,3	0,4	
Hämatokrit (%)	\bar{x}	42,8	40,8	-2,0	0,021
	\bar{x}	41,2	40,5	-1,9	
	s	4,2	3,5	1,9	
MCV (fl)	\bar{x}	88,5	88,4	-0,2	n.s. ^c
	\bar{x}	88,3	88,1	-0,2	
	s	2,43	2,81	1,1	
MCH (pg)	\bar{x}	29,9	30,4	0,5	n.s. ^c
	\bar{x}	29,7	30,3	0,2	
	s	1,42	1,04	0,93	
MCHC (g/dl)	\bar{x}	33,8	34,4	0,6	0,027
	\bar{x}	33,9	34,3	0,4	
	s	1,2	0,6	0,71	

^aA = Mittelwerte vor dem Spiel; B = Mittelwerte nach dem Spiel

^b= A – B

^c= nicht signifikant

Fettstoffwechselfparameter

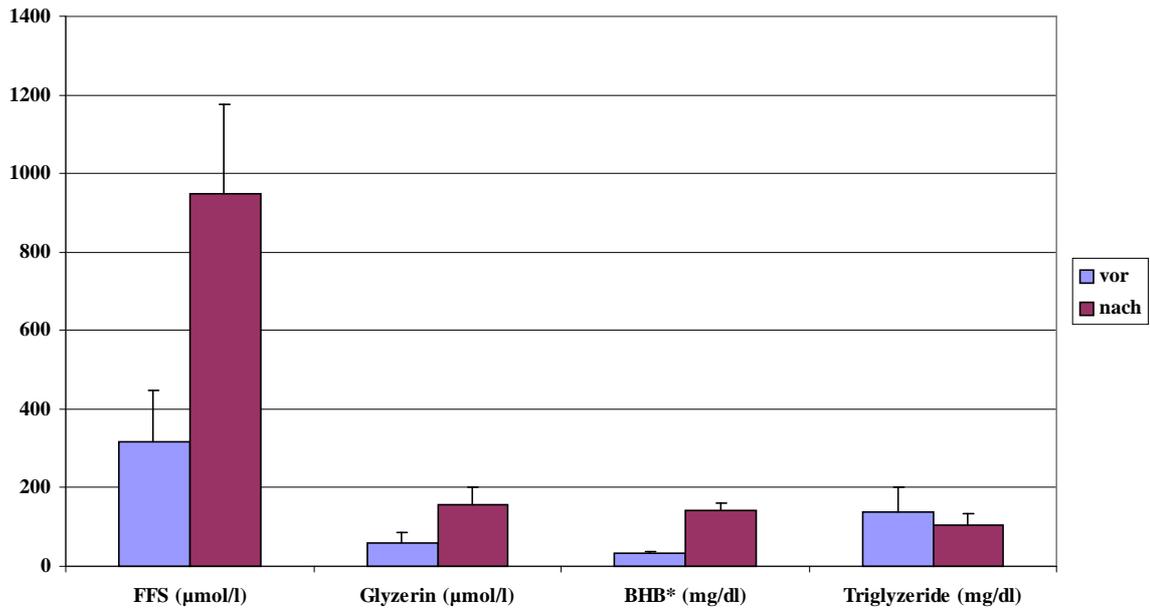
Wie schon für den Golfplatz Sagmühle beschrieben, kam es auch auf diesem Platz zu einem deutlichen Anstieg der freien Fettsäuren, des β -Hydroxybutyrats und des Glycerins, und zu einer Abnahme der Triglyzeride (Abb. 10). Anhand der Tabelle 18 wird ersichtlich, dass sich die Konzentrationen der freien Fettsäuren und des Glycerins fast verdreifachten und die des β -Hydroxybutyrats sogar vervierfachen. Die Konzentration der Triglyzeride nahm um mehr als 1/3 ab. Außerdem nehmen die Konzentrationen des Gesamt-Cholesterins, des HDL's und des LDL's signifikant zu, jedoch prozentual nur geringfügig (+8,9% bei LDL, sonst geringer), nicht vergleichbar mit den freien Fettsäuren, dem Glycerin und dem β -Hydroxybutyrat.

Tabelle 18: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen von Parametern des Fettstoffwechsels vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	P
FFS (μ mol/l)	\bar{x}	317	947	631	0,003
	\bar{x}	270	918	647	
	s	131	230	217	
Glycerin (μ mol/l)	\bar{x}	59	157	97	0,003
	\bar{x}	56	152	100	
	s	27	47	44	
β -Hydroxybutyrat (mg/dl)	\bar{x}	0,35	1,43	1,08	0,003
	\bar{x}	0,36	1,28	0,90	
	s	0,08	0,69	0,71	
Gesamt-Cholesterin (mg/dl)	\bar{x}	231	241	10	0,33
	\bar{x}	231	246	12	
	s	27	24	13	
HDL (mg/dl)	\bar{x}	66,1	70,5	4,4	0,004
	\bar{x}	66,5	72,5	4,3	
	s	17,6	18,7	3,3	
LDL (mg/dl)	\bar{x}	137	149	12	0,008
	\bar{x}	143	151	12	
	s	22	24	13	
Triglyzeride (mg/dl)	\bar{x}	139	105	-33	0,050
	\bar{x}	126	117	-16	
	s	64	30	51	

^aA = Mittelwerte vor dem Spiel; B = Mittelwerte nach dem Spiel

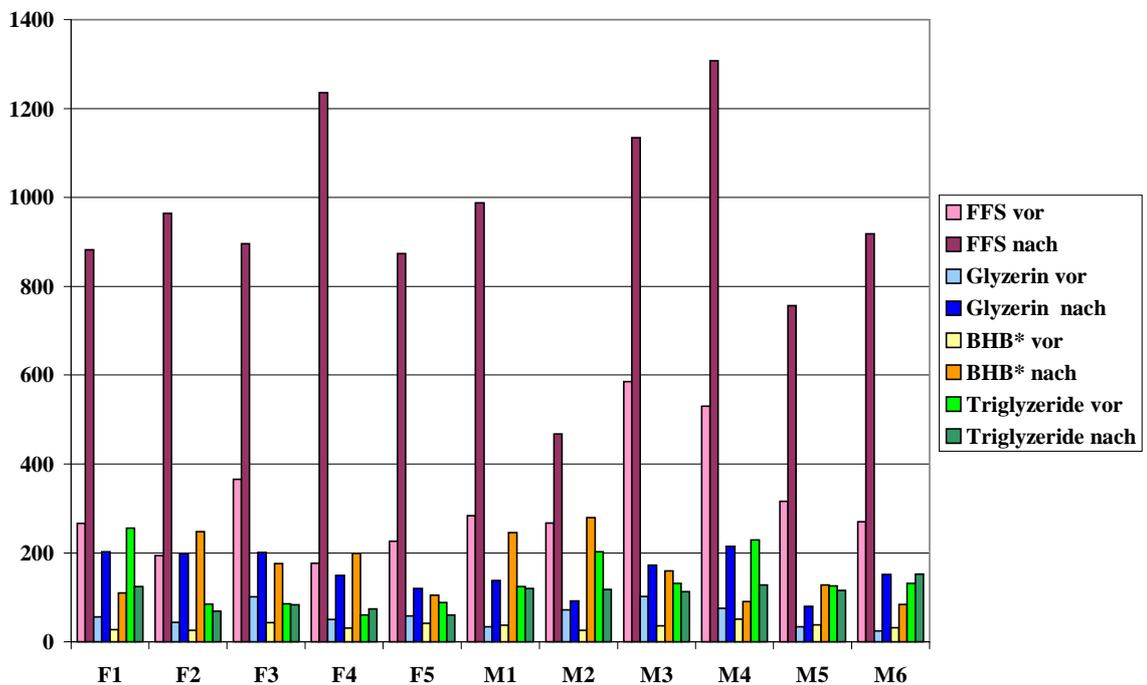
^b= B - A



*= Werte wurden mit dem Faktor 100 multipliziert

Abbildung 10: Mittelwerte von [FFS], [Glycerin], [BHB] und [Triglyceride] vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies

Die nachfolgende Darstellung (Abbildung 11) soll wiederum verdeutlichen, inwieweit sich die Belastung auf den Fettstoffwechsel jedes einzelnen Probanden auswirkte.



*= Werte wurden mit dem Faktor 100 multipliziert

Abbildung 11: Konzentrationen der FFS, des Glycerins, der BHB's und der Triglyceride von den weiblichen (=F) und den männlichen (=M) Probanden vor und nach der Golfrunde auf dem Golf-

platz Brunnwies

Creatinkinase und Myoglobin

Die Creatinkinase (CK) nahm im Mittelwert von 69 ± 52 U/l auf 98 ± 87 U/l zu ($p = 0,003$) (Abb.14). Anhand der hohen Standardabweichungen lässt sich erkennen, dass die Ausgangswerte der Probanden vor der Golfrunde wiederum stark differierten (siehe Abbildung 12: Minimum 13 U/l, Maximum 188 U/l). Zwei der fünf Probandinnen und zwei der sechs Probanden hatten schon Ausgangswerte, die über dem Referenzbereich lagen. Im Durchschnitt nahm die Aktivität um 30 % zu (Minimum 12 %; Maximum 52 %). Die Probandin mit dem niedrigsten Ausgangswert hatte auch den niedrigsten Nachbelastungswert von 27 U/l aufzuweisen, aber mit +52% den prozentual höchsten Anstieg. Das gleiche gilt für den Probanden mit dem höchsten Ausgangswert. Sein Nachbelastungswert war mit 254 U/l auch der höchste (Anstieg + 28 %).

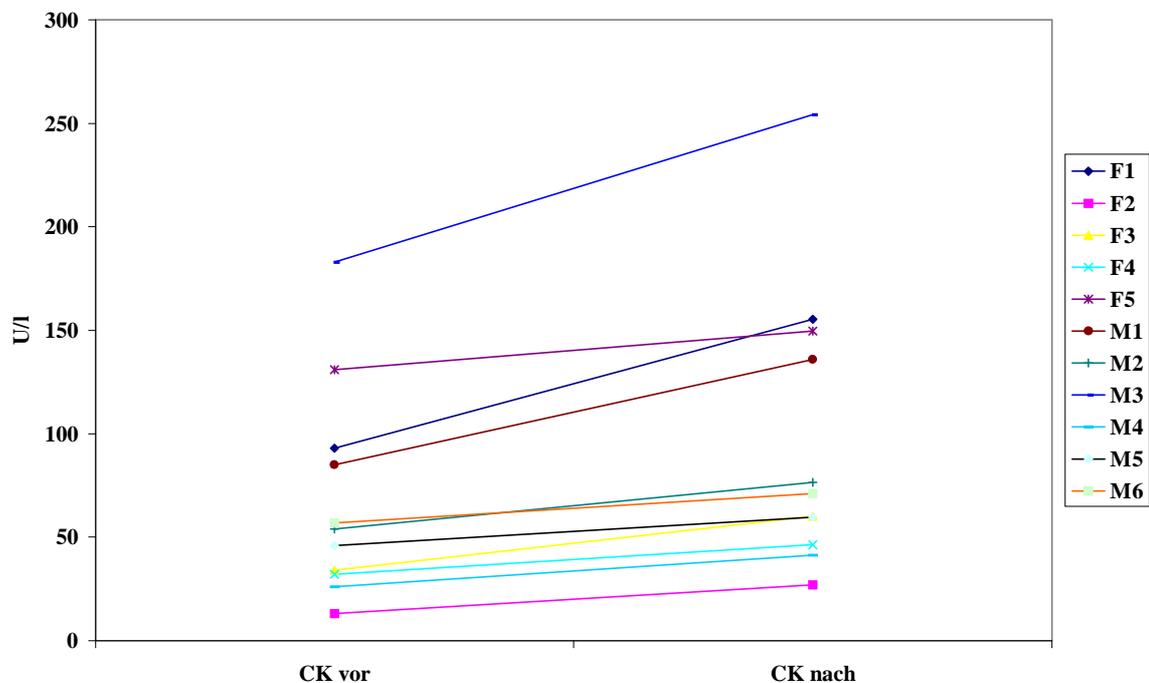


Abbildung 12: Vor- und Nachwerte der Konzentration der Creatinkinase von den fünf weiblichen (=F) und den sechs männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Brunnwies

Vor der Golfrunde wiesen vier der elf Probanden Myoglobinkonzentrationen auf, die mit $> 50 \mu\text{g/l}$ im messbaren Bereich lagen. Nach dem Spiel waren sieben Golfer über diesem Konzentrationsbereich. Eine Probandin wies einen überdurchschnittlich hohen Ausgangswert und einen starken Anstieg auf. Diese Golferin fiel schon durch ihre hohe CK-

Ausgangskonzentration auf. Abbildung 13 soll dies verdeutlichen.

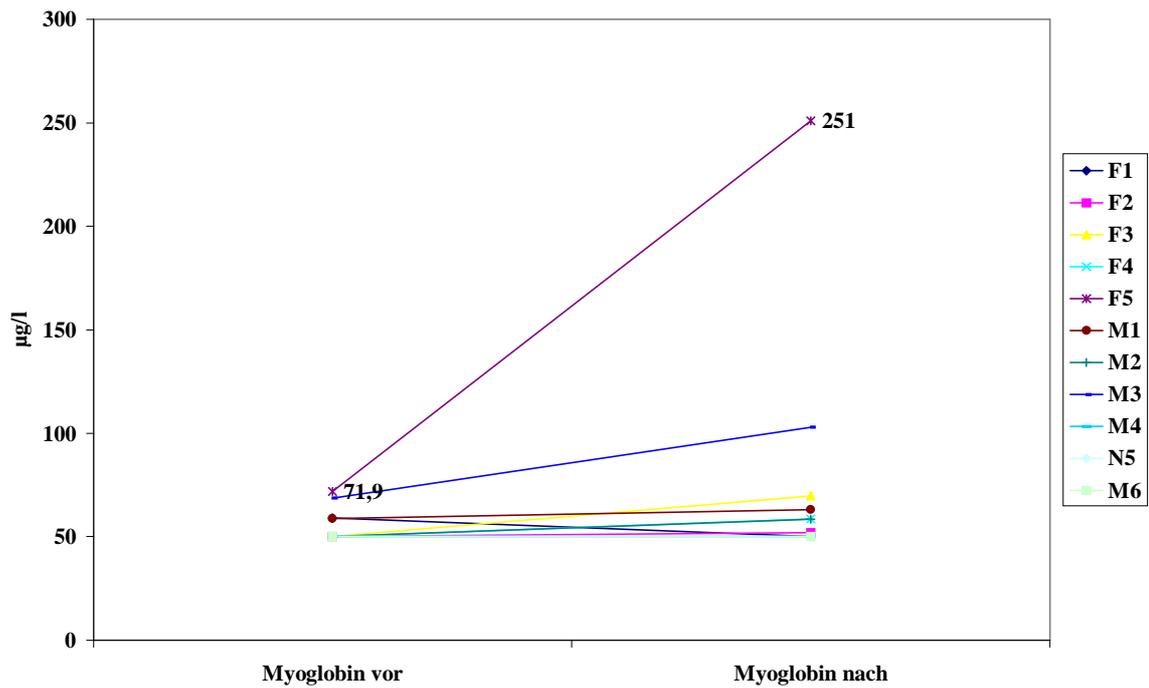


Abbildung 13: Vor- und Nachwerte der Myoglobinkonzentrationen der fünf weiblichen (=F) und der sechs männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Brunnwies

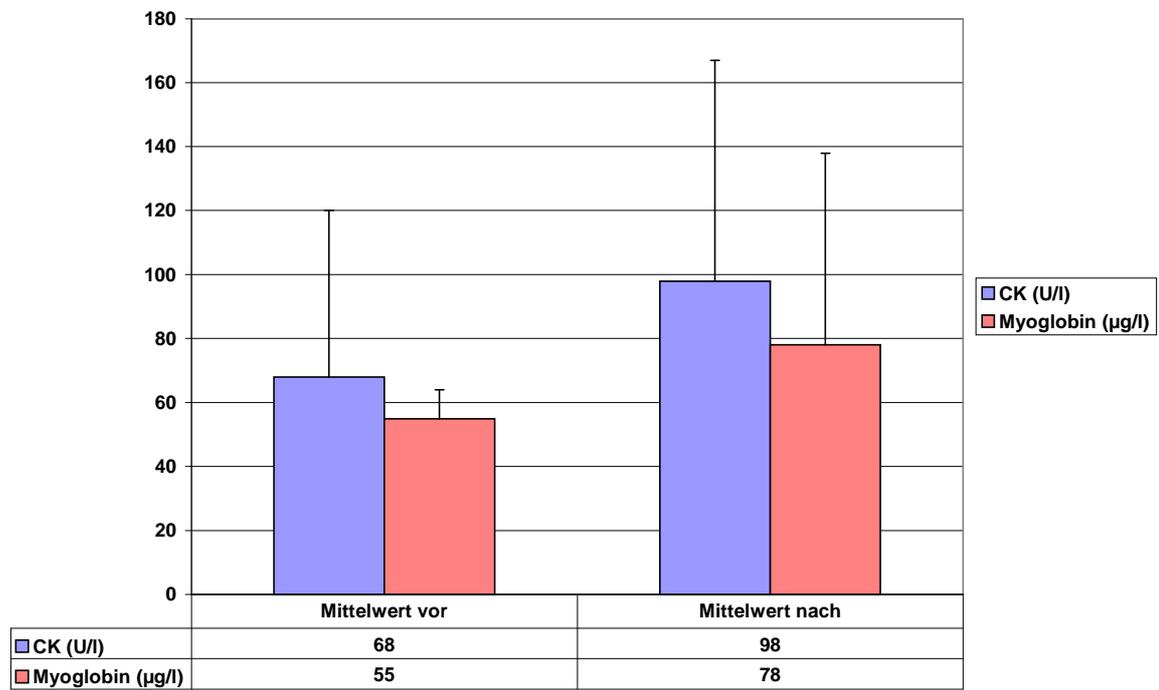


Abbildung 14: CK und Myoglobin vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies

Glukose und Gesamt-Protein

Die Glukosekonzentrationen erwiesen sich relativ konstant. Bei sechs der elf Probanden nahm sie leicht zu und bei den übrigen fünf nahm sie ab. Dies geschah aber insgesamt in einem Bereich von 29 mg/dl und nicht signifikant. Das Verhalten der Blutzuckerkonzentrationen spiegelt Abbildung 15 wieder.

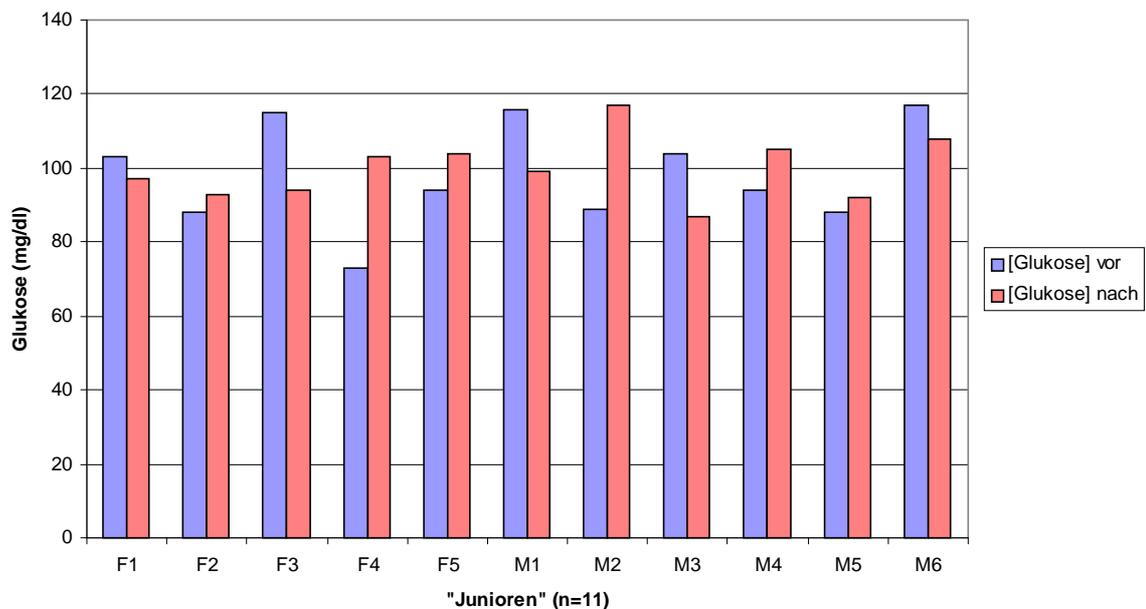


Abbildung 15: Glukosekonzentrationen von den elf Probanden vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies

Bei der Proteinkonzentration kam es zu einer Zunahme von 0,39 g/dl (= 5 %). Ein Proband wies eine Abnahme auf. Tabelle 19 stellt die Mittelwerte, den Median und die Standardabweichungen der Glukose und des Proteins dar.

Tabelle 19: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Glukose- und Proteinkonzentration vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Glukose (mg/dl)	\bar{x}	98	100	2	n.s. ^c
	\bar{x}	94	99	5	
	s	15	9	18	
Protein (g/dl)	\bar{x}	7,45	7,84	0,39	0,008
	\bar{x}	7,25	7,86	0,34	
	s	0,45	0,62	0,36	

^aA = Werte vor der Golfrunde; B = Werte nach der Golfrunde

^b = B - A

^c = nicht signifikant

Insulin und Cortisol

Die Insulinkonzentration nahm wiederum bei allen Probanden signifikant ab ($p = < 0,01$). Von einem Mittelwert von $24,0 \pm 6,8 \mu\text{U/ml}$ vor der Belastung auf einen mittleren Nachwert von $7,3 \pm 5,0 \mu\text{U/ml}$.

Das [Cortisol] zeigte dieselbe Tendenz wie das [Insulin]. Jeder der Probanden hatte einen im Vergleich zum Ausgangswert ($10,1 \pm 2,7 \mu\text{g/dl}$) niedrigeren Nachbelastungswert ($5,4 \pm 2,1 \mu\text{g/dl}$). Die Differenz betrug $4,9 \pm 2,7 \mu\text{g/dl}$ ($p = < 0,01$).

Tabelle 20: Insulin- und Cortisolkonzentrationen vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Insulin ($\mu\text{U/ml}$)	\bar{x}	24,0	7,3	-17,4	0,008
	\bar{x}	25,4	5,3	-20,5	
	s	6,8	5,0	7,3	
Cortisol ($\mu\text{g/dl}$)	\bar{x}	10,1	5,4	- 4,9	0,008
	\bar{x}	9,5	6,1	- 4,8	
	s	2,7	2,1	2,7	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B - A

Weitere Blutparameter

Der Elektrolyt- und Mineralstoffhaushalt zeigte bis auf die Konzentrationsabnahme des

Magnesiums keine signifikanten Veränderungen. Geringe Konzentrationszunahmen verzeichneten Kalium, Calcium und Phosphat, eine Abnahme Natrium und Eisen.

Die Konzentration des Harnstoffs nahm zu, die der Harnsäure ab und die des Kreatinins blieb unverändert. Eine Signifikanz konnte nicht festgestellt werden.

Die GOT und die GPT blieben unverändert.. Nur die γ -GT stieg wiederum minimal an (+ 1 U/l, $p < 0,01$). Alle Mittelwerte, Mediane, Standardabweichungen und Signifikanzen sind im Anhang aufgelistet (Tabellen III und IV).

3.1.2.3 Golfplatz Lederbach

Dieser Golfplatz war der hügeligste unter den drei in dieser Studie vorgestellten Golfplätzen. Insgesamt sind 320 Höhenmeter zu bewältigen. Auch auf diesem Golfplatz spielten alle Probanden über die volle Distanz von 18 Löchern. Die Außentemperatur betrug im Durchschnitt 15,5 °C – 19 °C. Das Wetter war überwiegend sonnig und der Boden trocken. Die Luftfeuchtigkeit lag bei 63 % - 66 %. Es wurde eine Spielzeit von durchschnittlich 240 ± 20 min benötigt.

3.1.2.3.1 Körpermasse

Die männlichen Probanden verloren durchschnittlich 0,8 kg an Gewicht (von 86,0 ± 9,9 kg auf 85,2 ± 9,8 kg). Das Minimum an Gewichtsverlust betrug 0,1 kg und das Maximum 1,6 kg.

Im Gegensatz dazu nahm von den Probandinnen eine um 0,1 kg zu, eine blieb mit ihrem Gewicht konstant und die übrigen drei Frauen nahmen ab. (Maximum – 1,6 kg). Insgesamt nahm diese Gruppe um 0,4 kg ab (von 64,7 ± 5,6 kg auf 64,4 ± 5,8 kg).

Insgesamt (Frauen und Männer zusammen) nahm diese Probandengruppe um 0,6 ± 0,6 kg im Vergleich zum Ausgangswert eindeutig ($p = 0,008$) ab.

3.1.2.3.2 Blutdruck

Im Blutdruckverhalten ließen sich keine eindeutigen Veränderungen feststellen. Der systolische Wert nahm bei den Männern im Durchschnitt ab, wohingegen er bei den Frauen eine geringe Zunahme erkennen ließ. Der diastolische Druck zeigte keine Veränderungen.

Eine Tendenz zur Signifikanz zeigt sich nur im systolischen Blutdruckverhalten der Frauen. Alle übrigen Blutdruckmittelwerte, die in Tabelle 21 aufgelistet wurden, waren nicht

verschieden.

Tabelle 21: Blutdruckverhalten der Versuchsgruppe I auf dem Golfplatz Lederbach: Mittelwerte vor und nach der Golfrunde

	Mean vor		Std. Dev. vor		Mean nach		Std. Dev. nach	
	RRS	RRD	RRS	RRD	RRS	RRD	RRS	RRD
Gesamt	121	79	± 11	± 7	120	80	± 12	± 8
Männer	124	82	± 10	± 7	117	83	± 11	± 9
Frauen	118	77	± 12	± 7	124	77	± 14	± 6

3.1.2.3.3 Herzfrequenz

a) Mittlere und maximale Herzfrequenz

Die durchschnittliche Herzfrequenz während Belastung lag bei allen Probanden bei 110 S/min. Dies entsprach einer relativen Belastung von 60 % bezogen auf die maximale Herzfrequenz der Laufbandergometrie. Der gemittelte Maximalwert lag bei 137 S/min. Dies waren relativ gesehen 75 %. Der absolute Maximalwert erreichte mit 156 S/min 85 % der Leistung auf dem Laufband. Im Durchschnitt hatten die Frauen absolut und relativ eine um 10 Schläge bzw. 10 % höhere mittlere und maximale Herzfrequenz als die männlichen Probanden (Tabelle 22).

Innerhalb der Gruppe der Frauen und der Gruppe der Männer konnten wiederum deutliche Differenzen festgestellt werden. So lag bei den Frauen das Minimum der mittleren Frequenz bei 89 S/min (=F5) und das Maximum bei 135 S/min (=F3). Der mittlere Maximalwert hatte Werte zwischen 117 S/min (=F5) und 161 S/min (=F3). Die männlichen Probanden wiesen eine mittlere Frequenz von 88 S/min (=M6) bis 131 S/min (=M4) auf. Das Minimum des gemittelten Maximalwertes betrug 116 S/min (=M6) und das Maximum 151 S/min (=M4).

Die höchste erreichte Herzfrequenz betrug 180 S/min bei den Frauen und 169 S/min bei den Männern. Sie wurde am Loch 9 erreicht, das den steilsten Anstieg des gesamten Platzes zu verzeichnen hat.

Tabelle 22: Mittlere- bzw. maximale Herzfrequenz an jedem Loch und absoluter Maximalwert der Probanden auf dem Golfplatz Lederbach

	Mittelwert der Mittelwerte (S/min)		Mittelwert der Maximalwerte (S/min)		Maximalwert (S/min)	
	Absolut	relativ (%)	Absolut	relativ (%)	Absolut	relativ (%)
Gesamt (n=11)	109 ± 17	58 ± 8	136 ± 17	72 ± 8	156 ± 15	83 ± 6
Männer (n=6)	105 ± 15	56 ± 7	132 ± 16	70 ± 7	153 ± 14	81 ± 5
Frauen (n=5)	114 ± 18	61 ± 9	142 ± 18	76 ± 8	159 ± 18	85 ± 7

b) Herzfrequenz und 4 mmol/l Laktatschwelle

Keiner der Probanden erreichte durchschnittlich in den mittleren Herzfrequenzen die 4 mmol/l Laktatschwelle. Bei den Maximalwerten überschritten zwei der elf Golfer diese anaerobe Schwelle.

c) Herzfrequenzverlauf während des Spiels

Anhand der Abbildung 16 ist erkennbar, dass die Mittelwerte/Loch relativ konstant verliefen. Die Streubreite lag individuell unter 30 S/min. Eine Ausnahme stellte der Proband M1 dar. Seine Herzfrequenzkurve war sehr unruhig und von deutlichen Höhen und Tiefen begleitet. Aus der Darstellung der jeweiligen Maximalwerte (Abbildung 17) kann man auf die Geländestruktur des Platzes schließen. Eine deutliche Herzfrequenzzunahme war an den Löchern 2, 9, 13 und 17 erkennbar. Dies sind auch die steilsten Löcher des Golfplatzes. An Loch 3 und 7 hingegen sanken die Schläge/min auf niedrigere Werte ab. Diese Beobachtung stimmt wiederum mit dem Geländeprofil überein. Noch deutlicher wird dies bei Loch 13 bis Loch 16. Ab dem 13. Grün geht es kontinuierlich bergab bis zum Loch 16. Die Streubreite der maximalen Herzfrequenzen ist deutlich größer als bei den Mittelwerten/Loch.

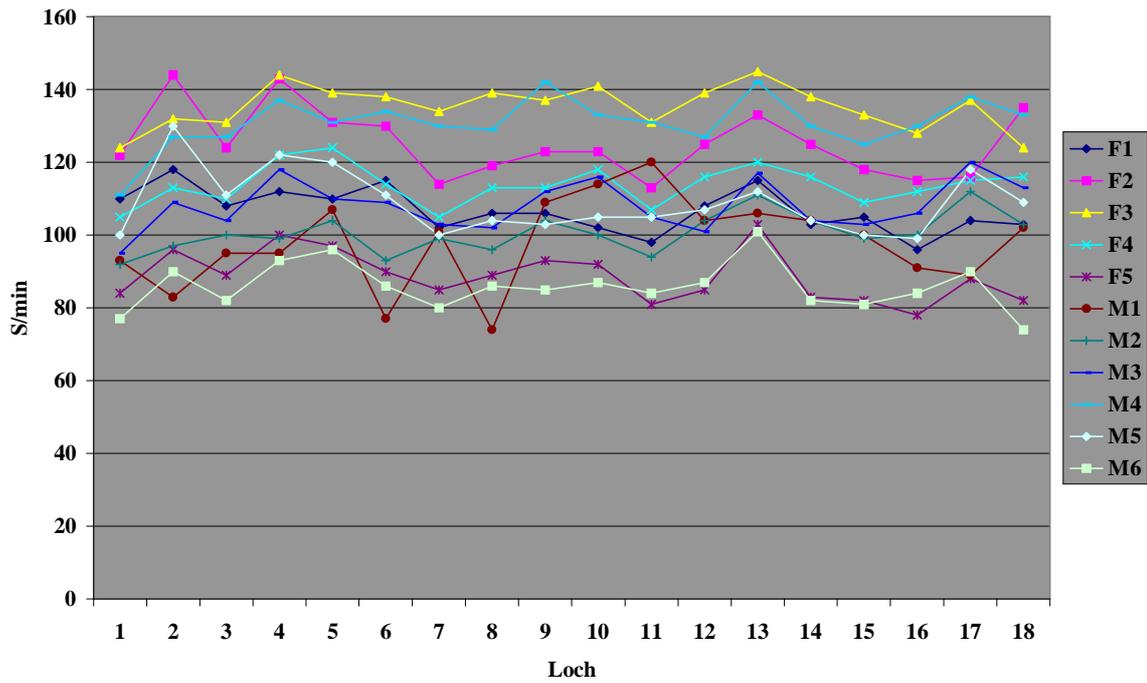


Abbildung 16: Verlauf der mittleren Herzfrequenzwerte/Loch der fünf weiblichen (=F) und der sechs männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Lederbach

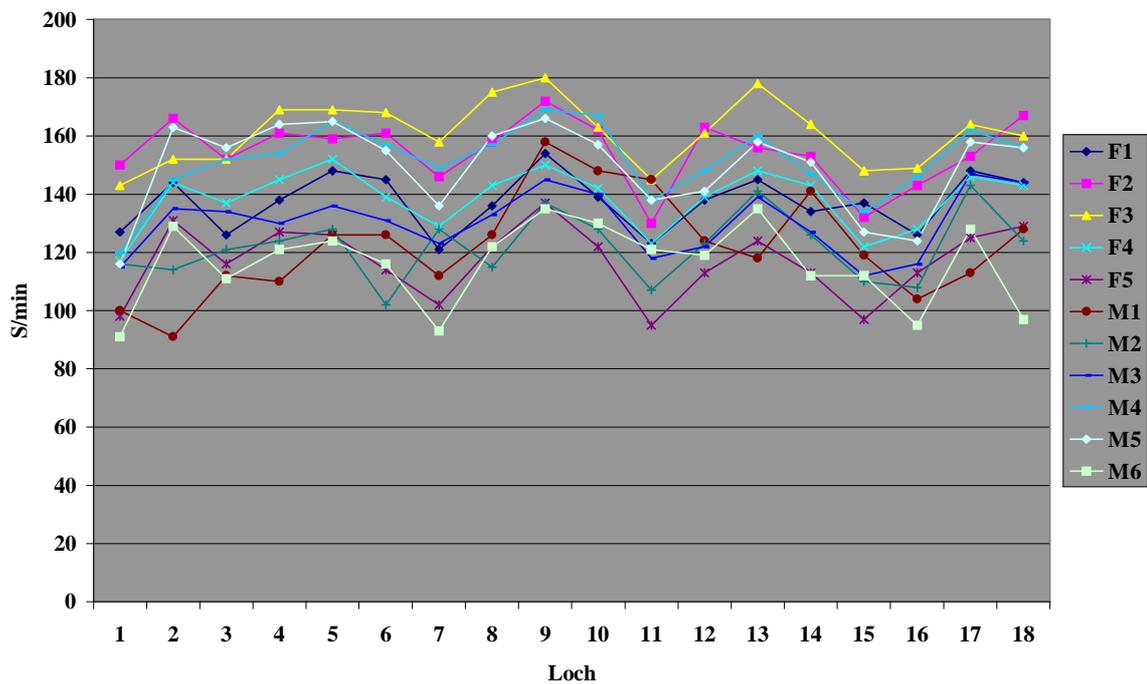


Abbildung 17: Verlauf der Herzfrequenzmaximalwerte/Loch der fünf weiblichen (=F) und der sechs männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Lederbach

3.1.2.3.4 Laktat

Die Frauen wiesen einen durchschnittlich Laktatspiegel von $2,04 \pm 0,34$ mmol/l und einen Maximalwert von $3,11 \pm 0,56$ mmol/l auf. Der höchste Wert auf diesem Golfplatz wurde mit 3,35 mmol/l gemessen. Die Männer hatten etwas niedrigere Mittelwerte. So lag der Mittelwert bei $1,97 \pm 0,71$ mmol/l und der Maximalwert bei $2,89 \pm 0,95$ mmol/l. Der absolute Maximalwert betrug 4,15 mmol/l.

Bezogen auf die Laufbandbelastung bedeutet dies für die Frauen 22 % bzw. 34 % und für die Männer 24 % bzw. 38 % der Maximalwerte.

3.1.2.3.5 Ventilation, Sauerstoffaufnahme und Energieumsatz

Auch auf diesem Platz trugen vier Probanden das Cosmed K4. Es kam zu keinen Ausfällen. Tabelle 23 gibt die gewonnenen Daten wieder.

Tabelle 23: Mittelwerte, gemittelte Maximalwerte und absolute Maximalwerte von VE, VO₂ und Energieumsatz auf dem Golfplatz Lederbach

	Mittelwerte der Mittelwerte	Mittelwerte der Maximalwerte	Maximalwerte (absolut)
VE			
Absolut (l/min)	$35,0 \pm 2,2$	$50,0 \pm 4,0$	$71,7 \pm 8,9$
Relativ (%)	33 ± 3	44 ± 2	58 ± 7
VO₂/kg			
absolut (ml/min/kg)	$17,4 \pm 1,5$	$26,0 \pm 2,2$	$34,2 \pm 4,8$
relativ (%)	40 ± 5	47 ± 6	74 ± 7
Energieumsatz			
absolut (kJ/min)	$30,5 \pm 2,0$	$45,2 \pm 2,7$	$60,2 \pm 4,1$
relativ (%)	$39 \pm 4,1$	58 ± 5	70 ± 7

3.1.2.3.6 Blutparameter

Kleines Blutbild

Auf diesem Platz konnte von einem Probanden kein kleines Blutbild gewonnen werden.

Die weißen Blutkörperchen nahmen um 25 % und die Thrombozyten um 10,79 Tsd./ μ l zu. Außerdem kam es zu einer Abnahme des MCV's. Das MCHC verzeichnete hingegen eine Zunahme um 0,5 g/dl. In Tabelle 21 sind die einzelnen Werte dargestellt. Es lässt sich auch anhand dieser Tabelle erkennen, dass sich auf diesem Platz bei einzelnen Parametern der Mittelwert deutlich vom Median unterscheidet. Daraus lässt sich schließen, dass sich die Probanden in ihren Werten doch deutlich unterscheiden.

Das Plasmavolumen nahm auf diesem Platz um 1,0 % zu.

Tabelle 24: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Parameter des kleinen Blutbildes vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach (n = 10)

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Leukozyten (Tsd./ μ l)	\bar{x}	5,85	7,82	1,97	0,005
	\bar{x}	6,65	9,15	2,05	
	s	2,13	2,84	0,93	
Erythrozyten (Mill./ μ l)	\bar{x}	4,55	4,48	-0,07	n.s. ^c
	\bar{x}	4,53	4,41	-0,08	
	s	0,44	0,46	0,15	
Thrombozyten (Tsd./ μ l)	\bar{x}	228	239	11	0,032
	\bar{x}	243	251	15	
	s	48	52	11	
Hämoglobin (g/dl)	\bar{x}	13,8	13,6	-0,2	n.s. ^c
	\bar{x}	13,6	13,3	-0,1	
	s	1,3	1,3	0,5	
Hämatokrit (%)	\bar{x}	40,6	39,4	-1,3	n.s. ^c
	\bar{x}	40,7	39,1	-1,0	
	s	3,7	3,5	1,7	
MCV (fl)	\bar{x}	89,3	88,0	-1,3	0,005
	\bar{x}	88,9	88,0	-0,9	
	s	4,6	3,7	1,5	
MCH (pg)	\bar{x}	30,3	30,4	0,1	n.s. ^c
	\bar{x}	30,0	30,1	0,0	
	s	1,3	1,3	0,4	
MCHC (g/dl)	\bar{x}	34,0	34,6	0,6	0,012
	\bar{x}	33,9	34,3	0,5	
	s	0,9	0,8	0,7	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B - A

^c = nicht signifikant

Fettstoffwechselfparameter

Auch auf diesem Platz wird deutlich, dass das Golfspielen zu einer deutlichen Stimulation des Fettstoffwechsels führt. So stieg die Konzentration der freien Fettsäuren um das 3,4-fache, die Konzentration des Glycerins um das 3,1-fache und die Konzentration des β -Hydroxybutyrats sogar um das 6-fache der Ausgangskonzentration an. Die Triglyzeridkonzentration fiel hingegen deutlich um 25 % ab. [LDL] und [Gesamt-Cholesterin] nahmen im

Vergleich zu diesen Werten nur gering zu (Tabelle 25).

Tabelle 25: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Parameter des Fettstoffwechsels vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach

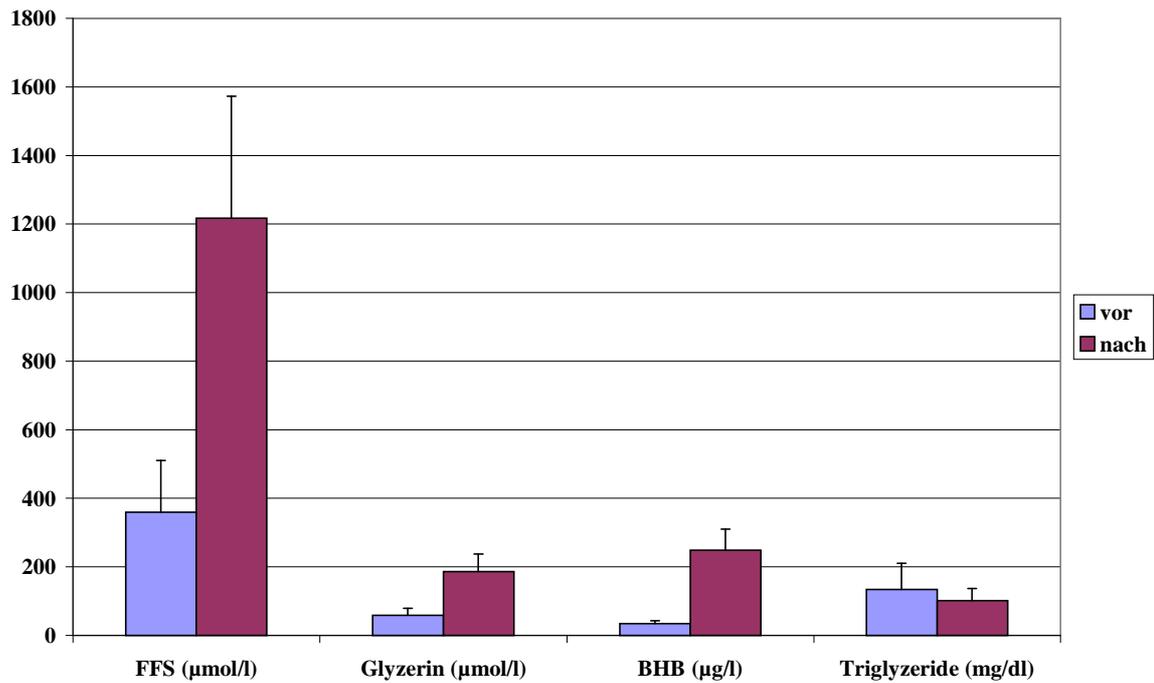
		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
FFS ($\mu\text{mol/l}$)	\bar{x}	359	1217	858	0,003
	\bar{x}	334	1159	923	
	s	151	356	305	
Glyzerin ($\mu\text{mol/l}$)	\bar{x}	59	187	127	0,003
	\bar{x}	51	167	121	
	s	21	52	37	
BHB (mg/dl)	\bar{x}	0,32	2,28	1,96	0,003
	\bar{x}	0,30	2,16	1,83	
	s	0,07	1,36	1,35	
Gesamt-Cholesterin (mg/dl)	\bar{x}	227	232	5	0,033
	\bar{x}	232	237	5	
	s	26	30	7	
HDL (mg/dl)	\bar{x}	66,5	67,3	0,8	n.s. ^c
	\bar{x}	66,4	67,7	1,3	
	s	19,0	19,1	4,5	
LDL (mg/dl)	\bar{x}	134	145	11	0,026
	\bar{x}	140	151	7	
	s	24	28	14	
Triglyzeride (mg/dl)	\bar{x}	134	101	-33	T ^d
	\bar{x}	129	95	-16	
	s	77	36	58	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B - A

^c = nicht signifikant

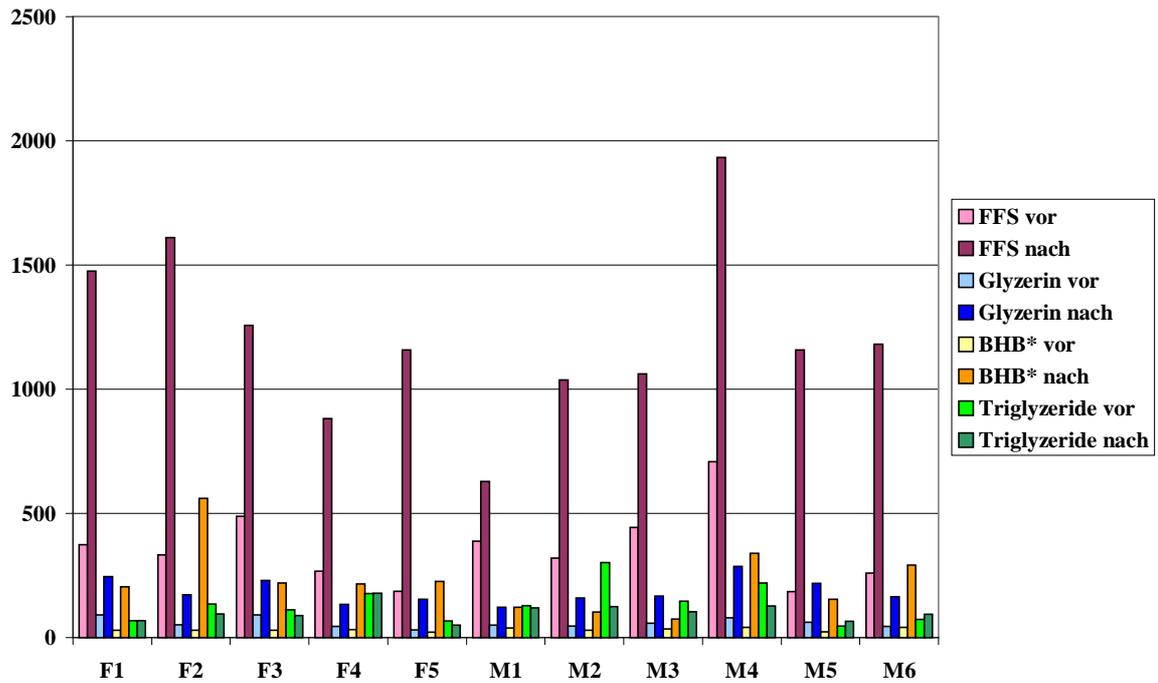
^d = Tendenz zur Signifikanz



*= Werte wurden mit Faktor 100 multipliziert

Abbildung 18: Darstellung der Mittelwerte und der Standardabweichungen der Konzentrationen des FFS, des Glycerins, des BHB's und der Triglyzeride vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach

Die nachfolgende Darstellung 19 soll verdeutlichen, inwieweit sich die Belastung auf den Fettstoffwechsel jedes einzelnen Probanden auswirkte.



*= Werte wurden mit dem Faktor 100 multipliziert

Abbildung 19: Konzentrationen der FFS, des Glycerin, des BHB's und der Triglyzeride vor und nach der Golfrunde von den weiblichen (=F) und den männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Lederbach

Creatinkinase und Myoglobin

Die Werte vor und nach der Belastung sind in der Abbildung 20 dargestellt. Sehr deutlich wird, daß sich im Vergleich zum Myoglobin die Konzentration der Creatinkinase durch die sportliche Belastung deutlicher erhöhte ($p < 0,01$).

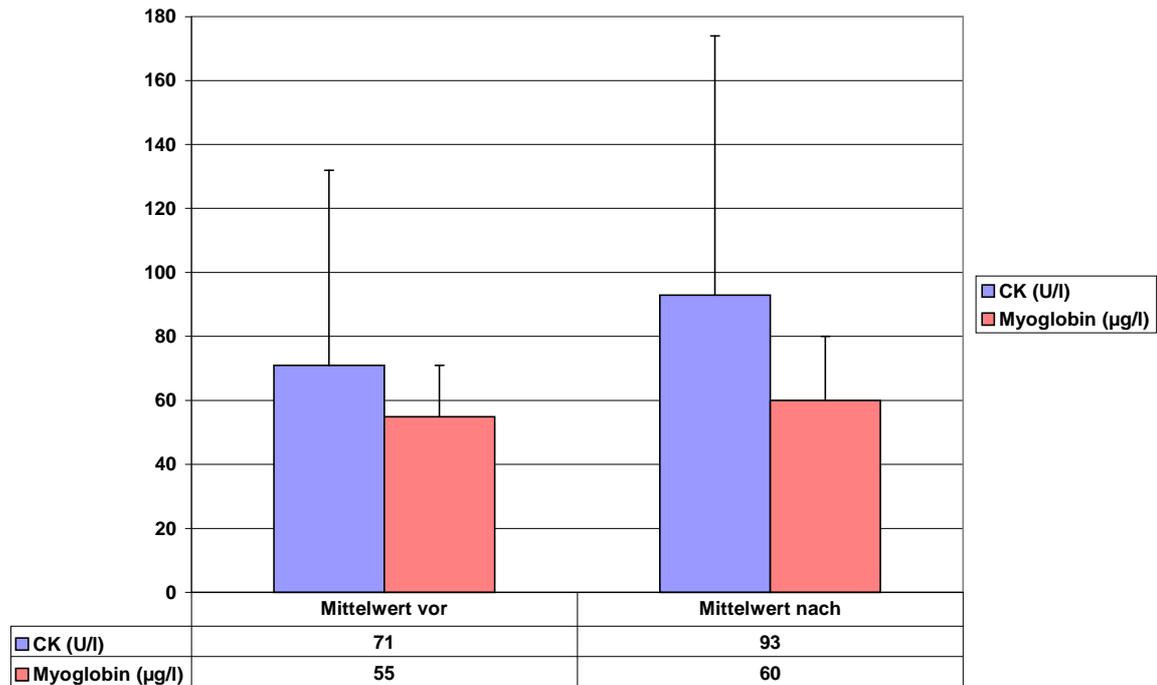


Abbildung 20: CK und Myoglobin vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach

Auf diesem Platz blieb die Creatinkinasekonzentration bei 10 der 11 Probanden vor und nach der sportlichen Betätigung relativ konstant (Abb. 21.). Eine Ausnahme bildete wiederum (siehe Golfplatz Sagmühle) der Proband M3, dessen Ausgangswert von 240 U/l weit über dem der anderen Probanden lag und weit oberhalb des Normbereiches. In Relation zu dem Nachbelastungswert lag der Konzentrationsanstieg mit 25 % jedoch im Normbereich (mittlerer Konzentrationsanstieg der 11 Probanden = 29 %).

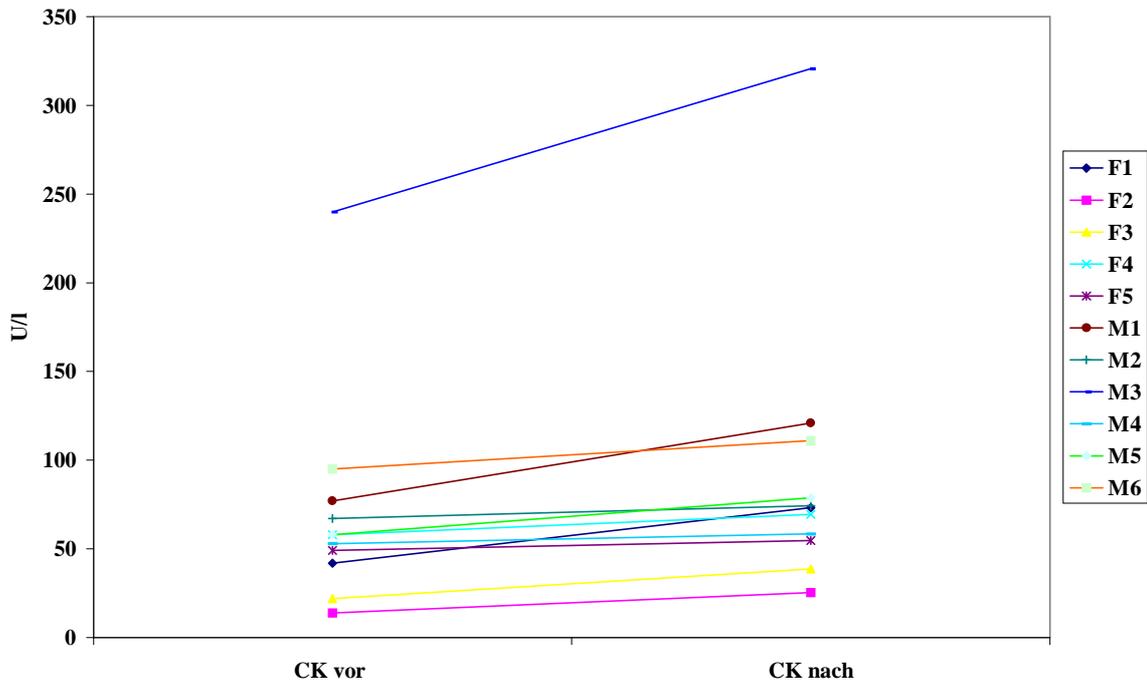


Abbildung 21: Verlauf der CK-Konzentration der fünf weiblichen (=F) und der sechs männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Lederbach

Der Proband, der eine hohe Creatinkinase-Ausgangskonzentration aufwies, besaß mit 100 $\mu\text{g/l}$ auch die höchste Myoglobin-Ausgangskonzentration. Nur zwei der elf Probanden hatten Ausgangswerte im messbaren Bereich ($>50 \mu\text{g}$). Ein eindeutiger Anstieg war nicht zu belegen.

Glukose und Gesamt-Protein

Insgesamt fiel die Glukosekonzentration mit $4 \pm 26 \text{ mg/dl}$ nur gering ab. Dies lag daran, dass fünf Probanden eine Zunahme zu verzeichnen hatten. Außerdem variierten die Zu- bzw. Abnahmen unter den Probanden erheblich. So ist einer maximalen Zunahme von 38 mg/dl eine maximale Abnahme von 51 mg/dl gegenüberzustellen. Umgekehrt betrug die minimale Zunahme 3 mg/dl und die minimale Abnahme 6 mg/dl . Abbildung 22 lässt aber erkennen, dass sich die Glukosekonzentration nach der sportlichen Belastung bei allen elf Probanden innerhalb einer kleinen Spannungsbreite einpendelte, obwohl die Ausgangskonzentrationen deutliche Differenzen unter den Probanden aufwiesen.

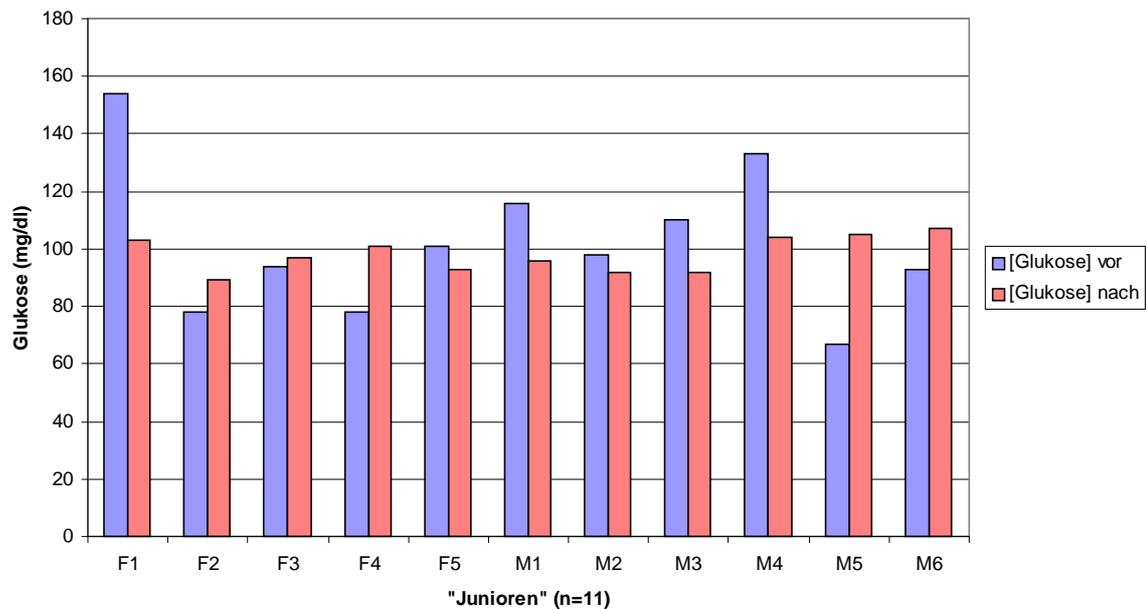


Abbildung 22: Glukosekonzentrationen der elf Probanden vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach

Gesamtprotein veränderte sich gering und nicht eindeutig. Die Konzentration nahm um 0,15 g/dl ab (= 2 %). Tabelle 26 fasst die Veränderungen der Glukose- und Proteinkonzentrationen kurz zusammen.

Tabelle 26: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Glukose- und Proteinkonzentrationen vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	P
Glukose (mg/dl)	\bar{x}	102	98	-4	n.s. ^c
	\tilde{x}	98	97	-6	
	s	26	7	26	
Protein (g/dl)	\bar{x}	7,47	7,62	0,15	n.s. ^c
	\tilde{x}	7,47	7,91	0,19	
	s	0,47	0,49	0,28	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B - A

^c = nicht signifikant

Insulin und Cortisol

Alle Probanden zeigten sowohl was die Insulinkonzentration als auch die Cortisolkon-

zentration betrifft eine eindeutige Abnahme. Die Insulinkonzentration fiel von einem Mittelwert von $26,0 \pm 15,6 \mu\text{U/ml}$ auf eine Nachbelastungskonzentration von $7,5 \pm 4,5 \mu\text{U/ml}$. Die Cortisolkonzentration sank um $5,2 \mu\text{g/dl}$ von $9,7 \pm 4,5 \mu\text{g/dl}$ auf $4,5 \pm 1,7 \mu\text{g/dl}$. Die Abnahmen zeigten mit $p = 0,003$ eine hohe Signifikanz (Tabelle 27).

Tabelle 27: Insulin- und Cortisolkonzentrationen vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Insulin ($\mu\text{U/ml}$)	\bar{x}	26,0	7,5	- 18,5	0,003
	\bar{x}	19,1	6,3	- 15,0	
	s	15,6	4,5	11,7	
Cortisol ($\mu\text{g/dl}$)	\bar{x}	9,7	4,5	- 5,2	0,003
	\bar{x}	10,6	4,0	- 5,7	
	s	4,5	1,7	2,7	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B - A

Weitere Blutparameter

Die Elektrolyte nahmen alle bis auf die Natrium- und Phosphatkonzentrationen durch die sportliche Belastung ab. Eine Signifikanz ($p < 0,05$) erwies sich nur bei der Abnahme des Magnesiums. Dieses fiel um $0,12 \text{ mg/dl}$ von $2,00 \pm 0,17 \text{ mg/dl}$ auf $1,89 \pm 0,13 \text{ mg/dl}$ ab.

Das Kreatinin blieb unverändert und die Harnsäure nahm um $0,20 \text{ mg/dl}$ ab. Die Harnstoffkonzentration nahm hingegen um $2,82 \text{ mg/dl}$ zu ($p < 0,1$).

Alle Leberenzyme GOT, GPT und γ -GT veränderten sich nicht signifikant.

Im Anhang sind für diese Werte die Mittelwerte, Mediane, Standardabweichungen und Signifikanzen dargestellt (Tabellen V und VI).

3.1.2.4 Vergleich der drei Plätze

Im Folgenden wird analysiert, ob sich das Geländeprofil der Plätze im Beanspruchungsprofil der Spieler niederschlug. Vorauszuschicken ist, dass die Spieldauer: Sagmühle: 218 ± 36 , Brunnwies 246 ± 31 und Lederbach 240 ± 20 min sich nicht eindeutig unterschied.

3.1.2.4.1 Gewicht

Den höchsten Gewichtsverlust mit -1,2 kg erreichten die Männer auf dem Golfplatz Brunnwies (=Platz 2) und die Frauen mit -0,4 kg auf dem Golfplatz Lederbach (=Platz 3). Beide Geschlechter nahmen auf dem flachsten Golfplatz Sagmühle (=Platz 1) im Vergleich zu den anderen zwei Golfplätzen am wenigsten ab (-0,6 kg) oder sogar zu (+0,1 kg). Die Frauen konnten auch auf dem steilsten Platz nicht die Gewichtsabnahme erreichen, die die Männer auf dem flachsten Platz erzielten (siehe Abbildung 23).

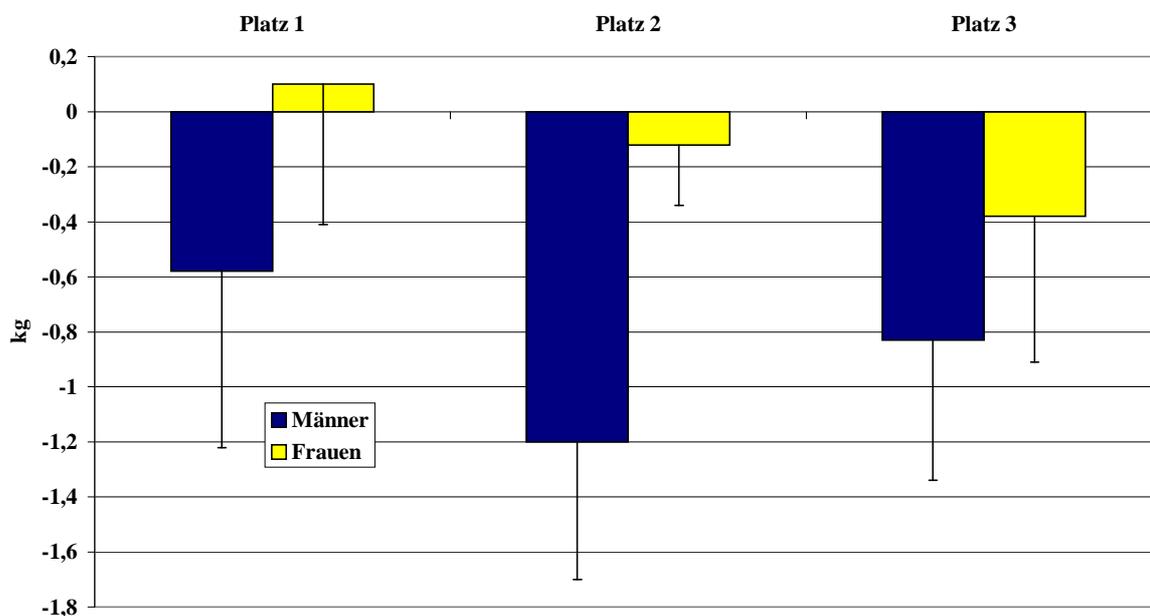


Abbildung 23: Gewichtsunterschiede mit Standardabweichungen der fünf weiblichen und sechs männlichen Probanden auf dem Golfplatz Sagmühle (=1), auf dem Golfplatz Brunnwies (=2) und auf dem Golfplatz Lederbach (=3)

3.1.2.4.2 Herzfrequenz

Bei den Herzfrequenzmittelwerten hatte bei den Frauen der Golfplatz keinen großen Einfluss. Nicht der hügelige Platz 3 führte zu den höchsten Herzfrequenzen, sondern der sehr flache Platz 1. Die Unterschiede zwischen den drei Plätzen sind aber insgesamt mit max. 6 S/min im Mittelwert gering. Bei den Männern dagegen wurde eindeutig auf dem flachsten Platz auch die niedrigste Herzfrequenz gemessen. Obwohl Lederbach als der steilste Platz gilt, wurde auch bei den Männern der höchste Mittelwert nicht dort, sondern auf dem Golfplatz Brunnwies erreicht (Abbildung 24).

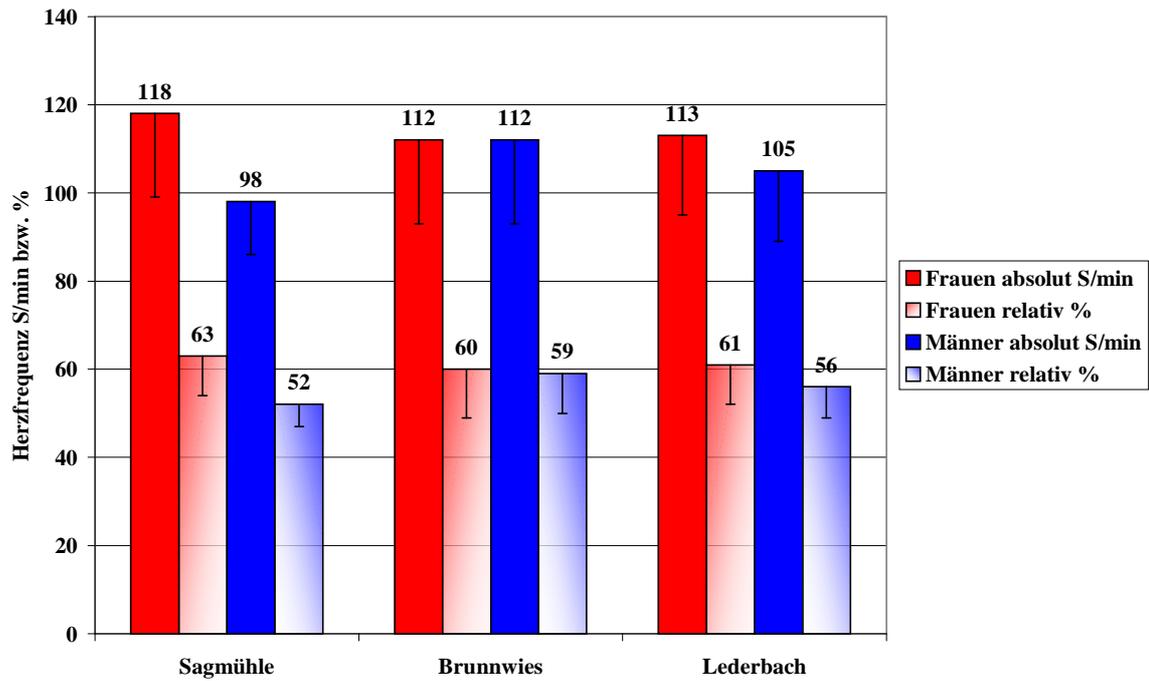


Abbildung 24: Mittlere absolute und relative Herzfrequenzmittelwerte (in % der ergometrischen Maximalwerte) der fünf Frauen und der sechs Männer auf den drei Golfplätzen

Die gemittelten Herzfrequenzmaximalwerte wiesen bei den Frauen im Gegensatz zu den Mittelwerten eine gewisse Tendenz auf. So stieg die Schlagzahl leicht an, je hügeliger und steiler der Platz wurde. Bei den männlichen Probanden war dieser Effekt nicht nachweisbar. Wiederum war Brunnwies der Platz, an dem die höchste Herzfrequenz erreicht wurde (Abbildung 25).

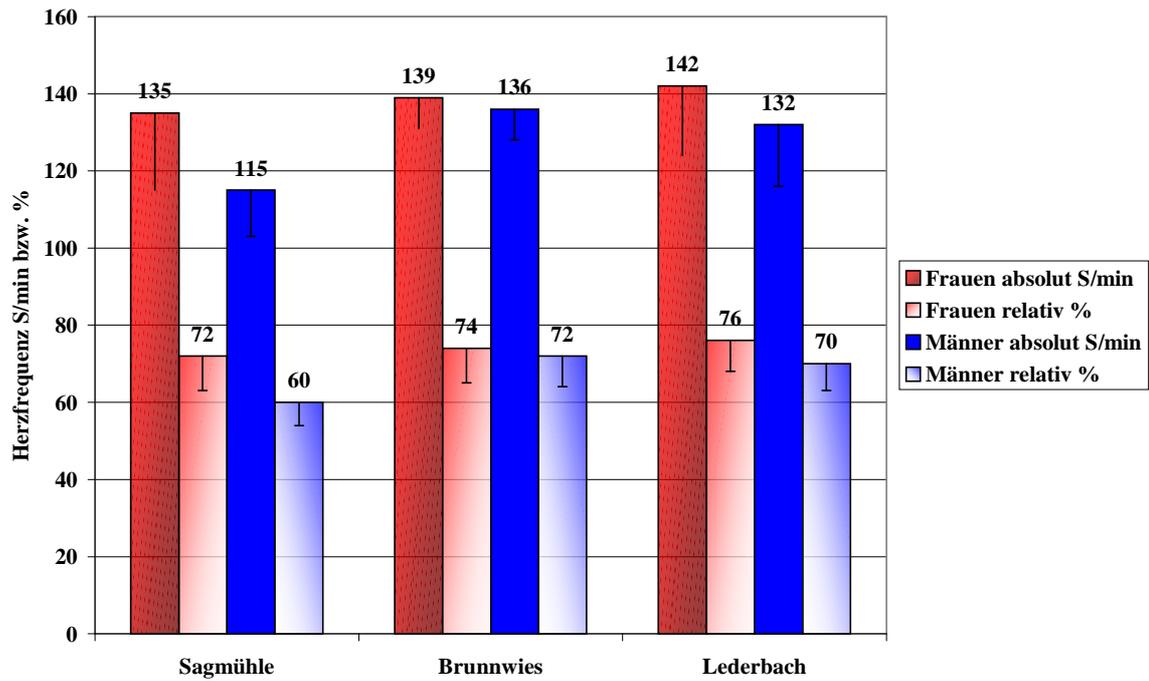


Abbildung 25: Mittlere absolute und relative Herzfrequenzmaximalwerte (in % der ergometrischen Maximalwerte) der fünf weiblichen und der sechs männlichen Probanden auf den drei Golfplätzen

Der Vergleich der absoluten Maximalwerte ergab keine weiteren Informationen. Tendenziell wurde der höchste Maximalwert bei den Frauen auf dem steilsten und hügeligsten Platz und der niedrigste Maximalwert auf dem flachsten Golfplatz erreicht. Die Männer erreichten (auch nur tendenziell) ihren größten absoluten Maximalwert wiederum auf dem Golfplatz Brunnwies und den kleinsten auf dem Golfplatz Sagmühle (Abbildung 26).

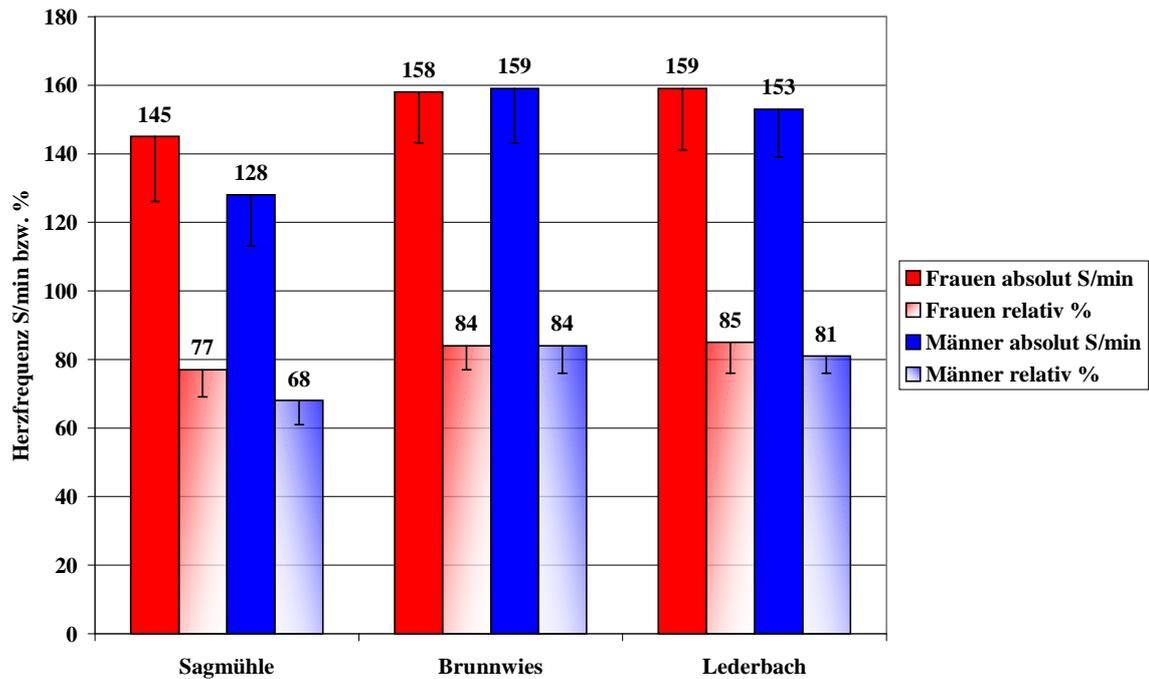


Abbildung 26: Absolute und relative Herzfrequenzmaximalwerte (in % der ergometrischen Maximalwerte) der fünf weiblichen und sechs männlichen Probanden auf den drei Golfplätzen

Zusammenfassend ergibt sich, dass anhand der Herzfrequenzprofile tendenziell zwischen flachem und hügeligem Platz unterschieden werden kann, eine weitere Differenzierung aber in mehr oder weniger steiles Gelände nicht möglich ist. Auf dem flachen Platz zeigte sich auch ein deutlicher Unterschied in der relativen, am ergometrischen Maximalwert gemessenen Herzfrequenzbeanspruchung zwischen den Geschlechtern: Frauen beanspruchten sich stärker. Die durchschnittliche Herzfrequenzbelastung betrug 58 % auf den Plätzen bei Frauen und Männern. Die Spitzenwerte lagen bei 85 % der individuellen maximalen Herzfrequenz.

3.1.2.4.3 Ventilation

An dieser Stelle ist noch einmal daraufhin hingewiesen, dass sich die folgenden Vergleiche von Ventilation, Sauerstoffaufnahme und Energieumsatz nur auf die fünf männlichen Probanden beziehen, die mit Cosmed K4 untersucht wurden. Alle anderen Probanden, die in der Versuchsreihe I mitgewirkt haben, werden nicht berücksichtigt.

Die Werte der Ventilation, die im folgenden Abschnitt angegeben werden, sind in Relation zu den maximalen Werten der Laufbandergometrie gesetzt und somit in Prozent angegeben.

Auf allen drei Golfplätzen lag das über die gesamte Spielzeit gemittelte Atemminutenvolumen bei einem Mittelwert von 31 – 33 % der maximal möglichen Ventilation dieser Probanden. Bei dem Vergleich der mittleren Maximalwerte an jedem Loch wies der flache Golfplatz Sagmühle mit 38 % gegenüber 44 % der beiden anderen Plätze den niedrigsten Wert auf. Auf Lederbach und Brunnwies wurden die gleichen Ventilationswerte erreicht. Sehr deutlich unterschieden sich die Plätze hinsichtlich der absoluten Maximalwerte. Auf dem stark-hügligen Platz Lederbach wurde ein Spitzenwert von 64 % erreicht, wohingegen Sagmühle mit 45 % fast 20 % darunter lag. Brunnwies mit 58 % siedelte sich in der Mitte an (Abb. 27).

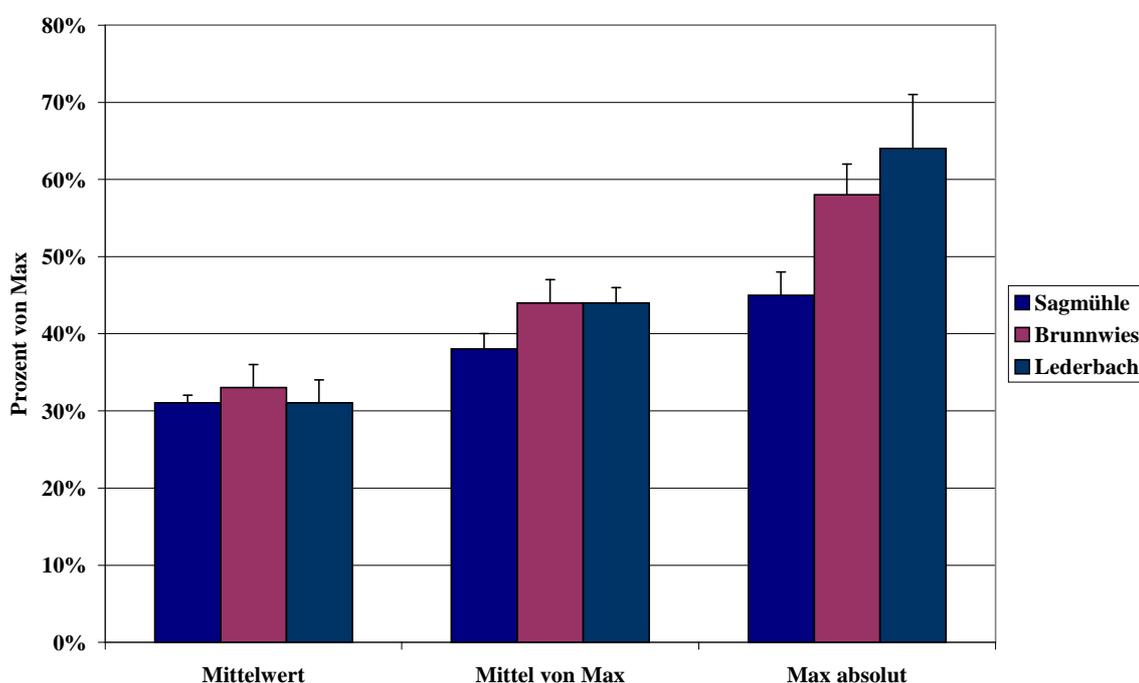


Abbildung 27: Ventilation auf den drei Golfplätzen in Prozent zum spiroergometrischen Maximalwert (n=5)

3.1.2.4.4 Sauerstoffaufnahme

Der Vergleich der Sauerstoffaufnahme wird ebenso, wie unter 3.1.2.4.3 erwähnt, in Relation zu den Maximalwerten der Ergometrie gesetzt und in Prozent angegeben.

Die Mittelwerte lagen wiederum sehr homogen zwischen 38 und 41 % der maximal möglichen Sauerstoffaufnahme der Probanden. Jedoch ließ sich tendenziell ein Anstieg der Sauerstoffaufnahme entsprechend der Schwierigkeit der Geländestruktur erkennen (flach –

mittel-hügelig – stark-hügelig). Im Vergleich der mittleren Maximalwerte wurde dieser Zusammenhang noch deutlicher und erreichte beim Vergleich der absoluten Maximalwerte ihren Höhepunkt. Auf dem Platz Sagmühle wurden maximal 59 % und in Lederbach bis 79 % der maximalen O₂-Aufnahme erreicht.

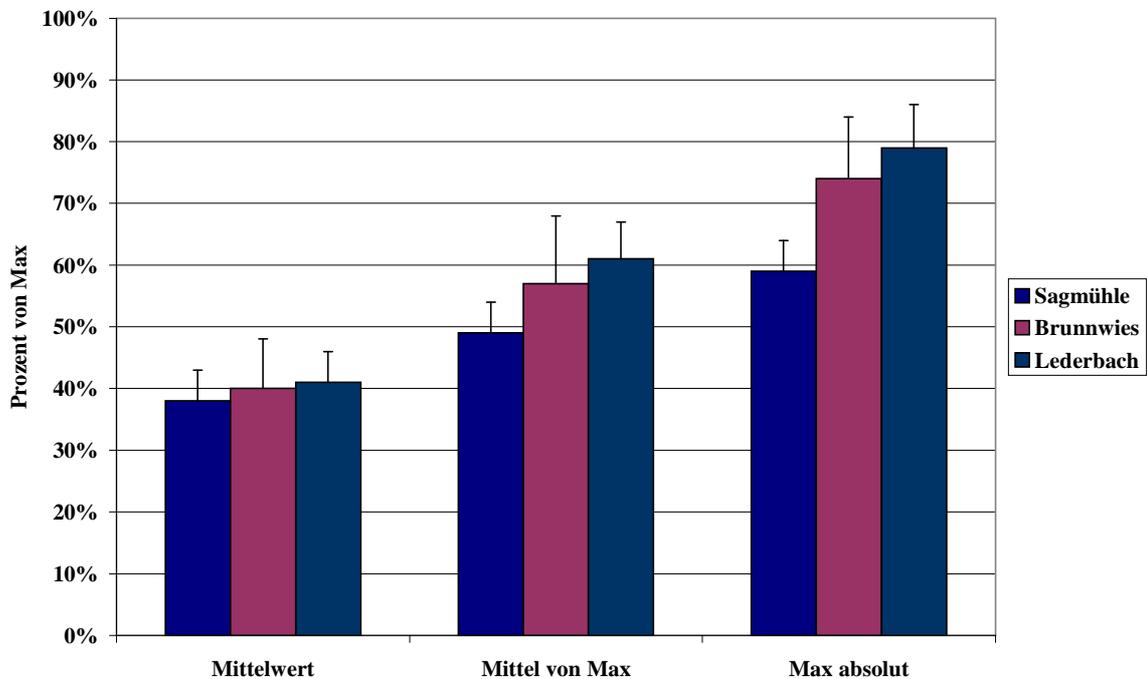


Abbildung 28: Sauerstoffaufnahme in % des spiroergometrischen Maximalwerts auf den drei Golfplätzen (n=5)

3.1.2.4.5 Energieumsatz

Die aus der O₂-Aufnahme unter Berücksichtigung des RQ berechneten Energieumsätze waren bei allen drei Golfplätzen in etwa gleich. Sie bewegten sich innerhalb einer schmalen Spannbreite von 6,9 bis 7,3 kcal/min (= 28,8 bis 30,5 kJ/min). Bei den mittleren Maximalwerten zeigten sich wieder deutliche Differenzen, die durch die verschiedenen Geländestrukturen bedingt waren. So wurde auf dem flachen Platz Sagmühle ein mittlerer Maximalwert von 8,9 kcal/min (= 37,2 kJ/min) erreicht, auf dem mittel-hügeligen Platz Brunnwies schon 10,1 kcal/min (= 42,2 kJ/min) und auf dem hügeligsten Golfplatz Lederbach sogar 10,7 kcal/min (= 44,7 kJ/min). Die absoluten Maximalwerte entsprechen einem Umsatz von 10,7 kcal/min (= 44,7 kJ/min) in Sagmühle, 13,1 kcal/min (= 54,8 kJ/min) in Brunnwies und 14,4 kcal/min (= 60,2 kJ/min) in Lederbach (Abb. 29).

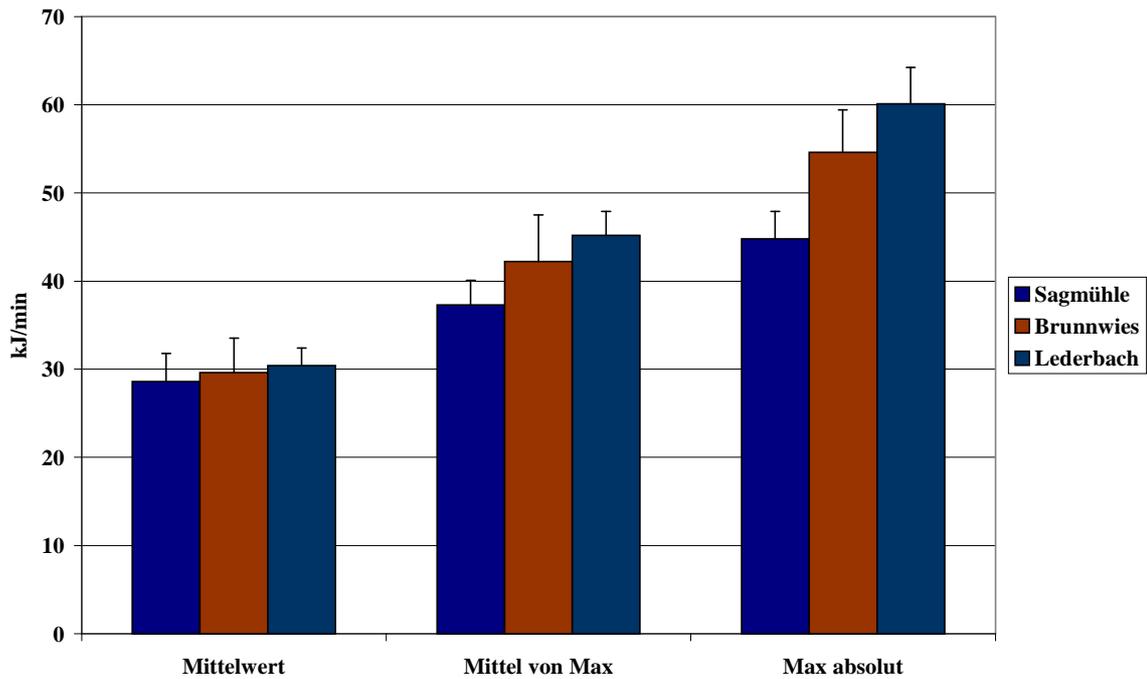


Abbildung 29: Absolute Mittelwerte der Energieumsätze auf den drei Golfplätzen.

Da mit dem Cosmed K4 auch sehr gut der Verlauf des Energieumsatzes über die gesamte Zeit des Golfspiels aufgezeichnet werden kann, ist überprüfbar, inwieweit sich Geländebedingungen eines Platzes auf den Energiehaushalt auswirken. Folgende Abbildungen sollen das Energieumsatzprofil für jeden Platz wiedergeben.

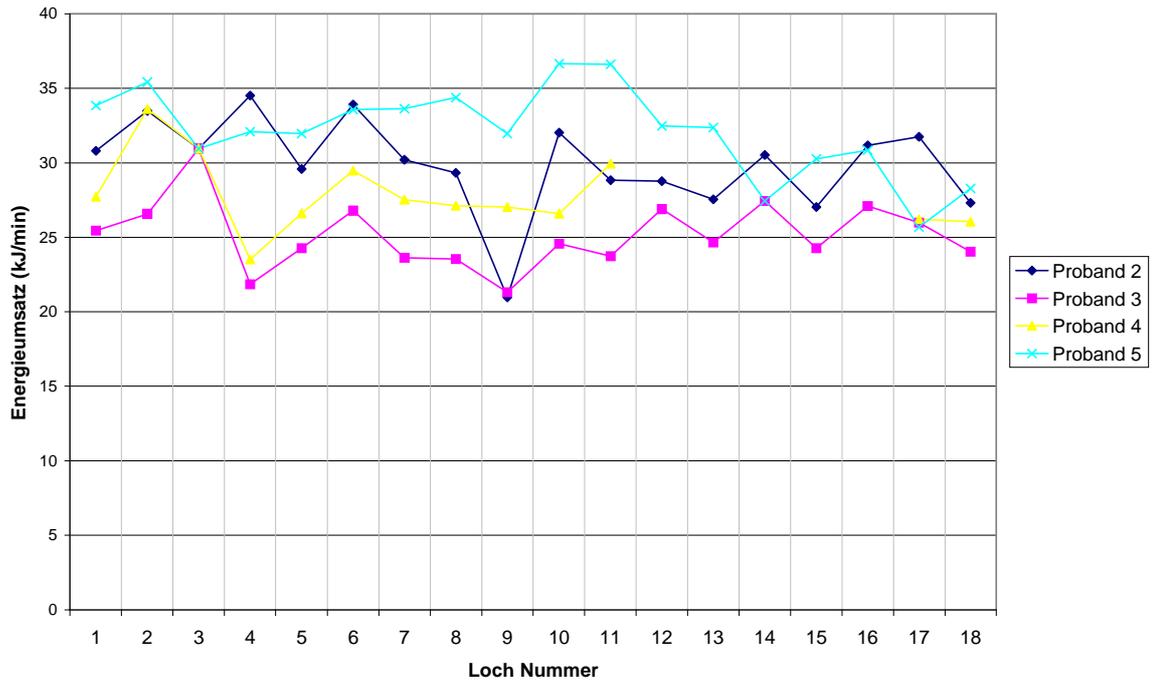


Abbildung 30: Verlauf des individuellen Energieumsatzes auf dem Golfplatz Sagmühle

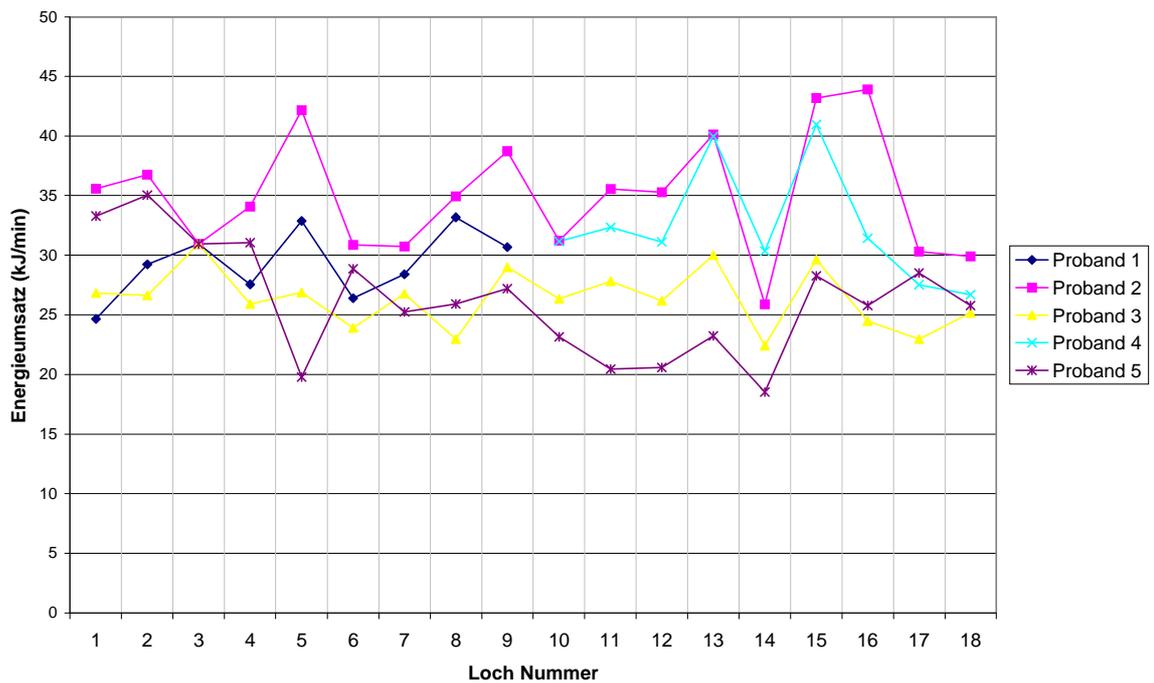


Abbildung 31: Verlauf des individuellen Energieumsatzes auf dem Golfplatz Brunnwies

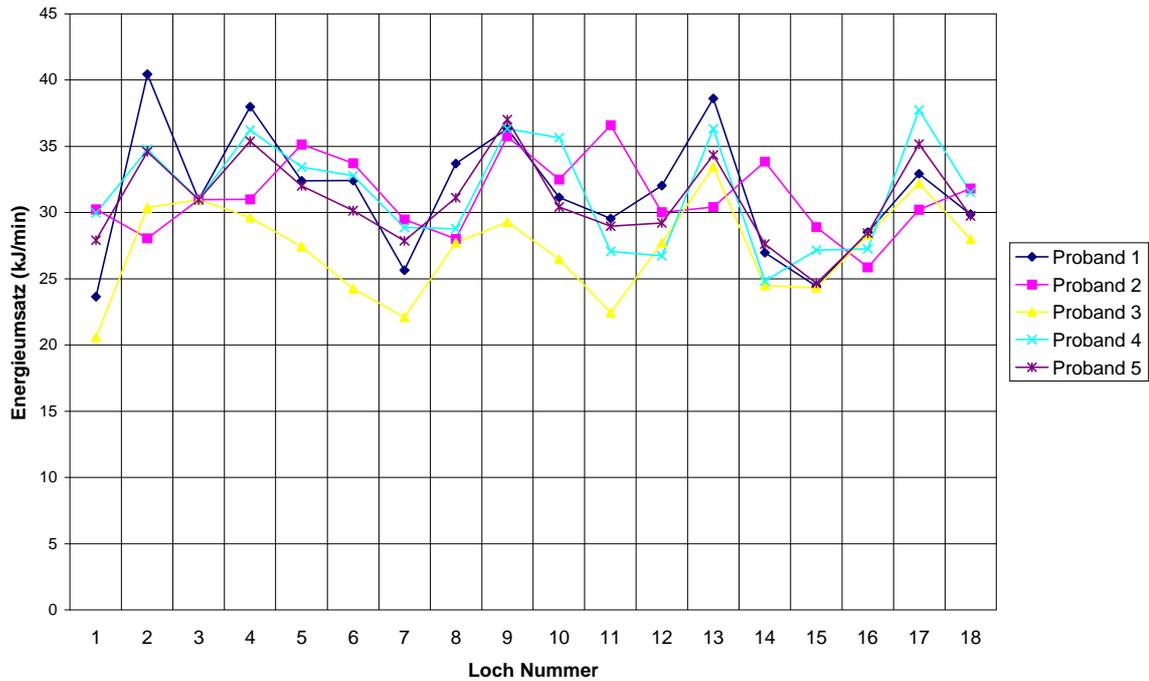


Abbildung 32: Verlauf des individuellen Energieumsatzes auf dem Golfplatz Lederbach

Das einheitlichste Bild bot der Platz Lederbach, bei dem sich bei allen Probanden Anstiege in einem erhöhten Umsatz niederschlugen.

3.1.2.4.6 Gesamt-Energieumsatz

Als nächstes wird auf den Gesamtenergieumsatz eingegangen, da dieser im Hinblick auf die Prävention und Rehabilitation von besonderer Bedeutung ist. Der Umsatz jeder Spielminute wurde über die Gesamtdauer des Spiels für jeden Probanden addiert. In Abbildung 33 sind der Mittelwert des Gesamtumsatzes der fünf Probanden und die Einzelwerte auf den drei Golfplätzen im Vergleich dargestellt. Wie bereits erwähnt, konnten auf dem Golfplatz Brunnwies aufgrund eines technischen Defektes für zwei Probanden nur Werte für jeweils neun Loch erhoben werden. Für sie wurde der Gesamtumsatz, unter Einbeziehung der Verhältnisse des Energieumsatzes (Loch 1-9/10-18) der anderen Probanden aus dem gemessenen Umsatz extrapoliert.

Im Gegensatz zur Herzfrequenz wurde der höchste Mittelwert des Gesamtenergieumsatzes mit 7382 kJ auf dem steilsten und hügeligsten Golfplatz in Lederbach erreicht. Anhand der individuellen Mittelwerte kann aber nicht pauschal festgestellt werden, dass je steiler und

hügeliger der Platz ist, um so höher auch der Energieumsatz ausfällt (Abbildung 33).

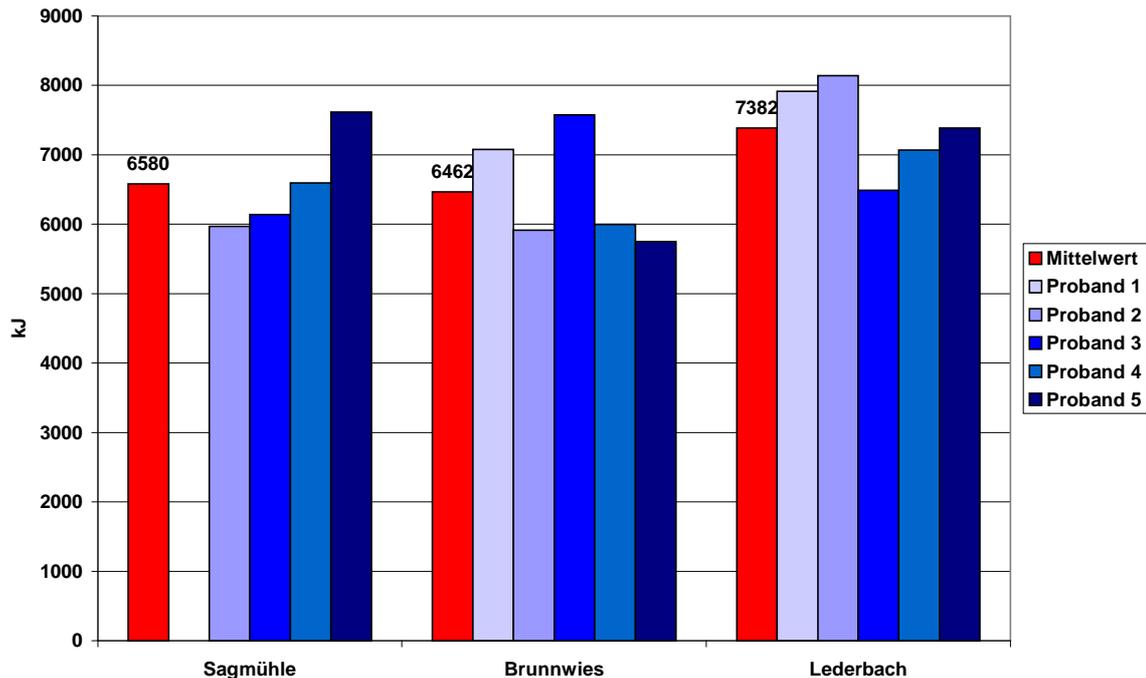


Abbildung 33: Gesamtenergieumsatz und individuelle Wert auf den drei Plätzen

3.1.2.4.7 Laktat

Der Vergleich der Laktatwerte von allen Probanden der Gruppe I bestätigt die in den Kapiteln Ventilation, Sauerstoffaufnahme und Energieumsatz tendenzielle Beobachtung, dass die Belastungsintensität mit der Zunahme der Geländevielfalt stärker wird. Der Golfplatz Sagmühle wies in den Mittel- und Maximalwerten die niedrigsten Werte auf und der Golfplatz Lederbach die höchsten (Abbildung 34). Im Vergleich zu den maximalen Laktatwerten bei der Ergometrie wurde das Maximum mit 70 % von einem Probanden aber nicht auf dem hügeligsten Platz sondern in Brunnwies erzielt. Ansonsten entsprachen die mittleren Mittel- bzw. Maximalwerten in etwa der Geländestruktur: je hügeliger, desto höher wurde die Belastungsintensität.

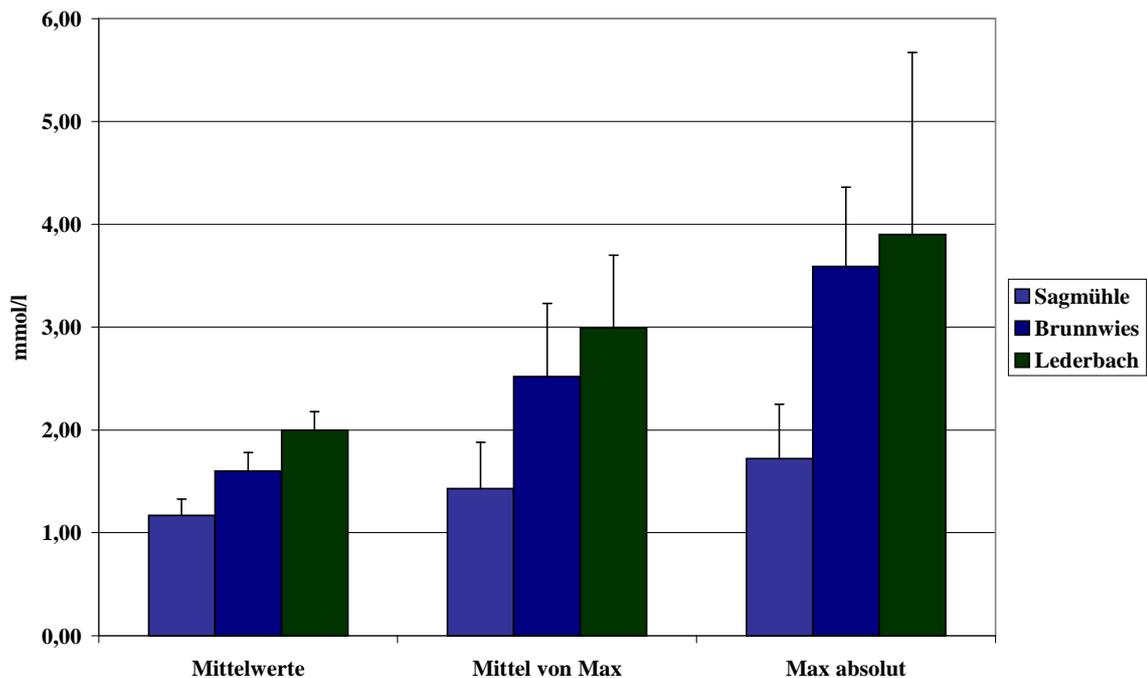


Abbildung 34: Laktat: Mittel-, gemittelte Maximalwerte und absolute Maximalwerte auf den drei Golfplätzen

3.1.2.4.8 Laborparameter

Im folgenden Abschnitt wird nur auf die Parameter eingegangen, die im Vergleich der drei Golfplätze deutliche bzw. signifikante Unterschiede aufzeigten.

Die Parameter des roten Blutbildes: Erythrozyten, Hämoglobin und Hämatokrit wiesen alle drei auf dem mittel-hügeligen Platz die höchste Konzentrationszunahme auf. Es konnte jedoch nach dem Friedmann-Test kein eindeutiger Unterschied zu den anderen Plätzen herausgearbeitet werden.

Hinsichtlich der drei Parameter des Fettstoffwechsels ließ sich eine Tendenz erkennen. Die Zunahme der Konzentrationen der freien Fettsäuren, des Glycerins und des β -Hydroxybutyrats war jeweils auf dem stark-hügeligen Platz am stärksten und auf dem mittel-hügeligen Platz am schwächsten ausgeprägt. Der flache Golfplatz lag im Vergleich dieser Parameter in der Mitte. Nach dem Friedmann-Test ergab sich im Vergleich der FFS-Differenzen eine Tendenz zur Signifikanz ($p=0,1$). Abbildung 35 stellt diese Differenzen graphisch dar. Die Konzentrationen der Triglyzeride fallen nicht in Korrelation mit der zunehmenden Anstrengung durch die Geländestruktur ab, im Gegenteil, die stärkste Differenz der Konzentrationsabnahme ergab sich auf dem flachen Platz Sagmühle, die geringste

auf dem hügeligen Platz Lederbach. Es ließen sich jedoch keine Signifikanzen nachweisen.

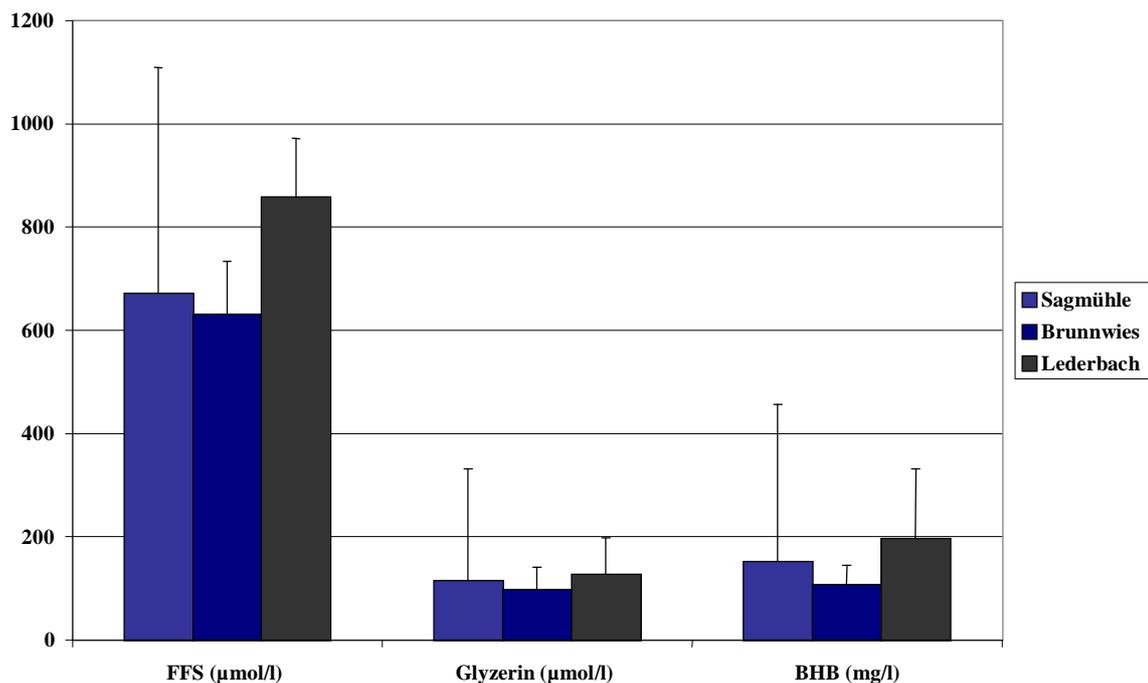


Abbildung 35: Konzentrationsdifferenzen der FFS, des Glycerins und des BHB auf den drei Plätzen

Die Aktivität der Creatinkinase nahm auf dem mittel-hügeligen Platz am stärksten und auf dem flachen Platz am wenigsten zu. Signifikanzen waren nicht festzustellen.

Myoglobin erwies sich im Konzentrationsdifferenzvergleich der drei Plätze ähnlich wie die Creatinkinase: größte Zunahme auf Platz 2, niedrigste auf Platz 1, jedoch nicht signifikant.

3.2 Versuchsreihe II

In diesem Kapitel werden zunächst die Ergebnisse der gesamten Versuchsreihe der Senioren erläutert, ohne näher auf den Unterschied zwischen den kranken und den gesunden Golfspielern einzugehen. Dieser Vergleich erfolgt im Anschluss an den Abschnitt 3.2.1.1.2.

3.2.1 Laufbandergometrie

Von den 28 Golfern konnte bei zwei Golfern die Ergometrie nicht bis zur kardialen oder metabolischen Ausbelastung durchgeführt werden. Einer aus subjektiven Gründen:

Schmerzen im linken Bein aufgrund einer AVK II. Grades. Dennoch konnten alle Schwellen bestimmt werden. Der andere Proband aus objektiven Gründen: überschießendes Blutdruckverhalten. Bei diesem Golfer konnte aufgrund von zu wenigen Werten aus der Ergometrie keine Auswertung durchgeführt werden. Beide Probanden gehörten zu der Gruppe der Patienten.

3.2.1.1 Maximale Leistung, maximale Herzfrequenz, maximale Laktatkonzentrationen

3.2.1.1.1 Senioren gesamt

Die 27 Probanden mit auswertbarer Ergometrie erreichten im Durchschnitt einen Maximalwert von 224 ± 54 Watt. Dieser Wert entspricht $2,7 \pm 0,6$ Watt/kgKG. Die 23 Männer wiesen im Durchschnitt eine Maximalbelastung von $235 \text{ Watt} \pm 49 = 2,79 \text{ W/kgKG} \pm 0,60$, die vier Frauen von $158 \text{ Watt} \pm 27 = 2,39 \text{ W/kgKG} \pm 0,25$ auf.

Die Spitzenleistung betrug bei den männlichen Probanden $4,07 \text{ W/kgKG}$ und bei den weiblichen Probanden $2,63 \text{ W/kgKG}$.

Die maximalen Herzfrequenzen und Laktatkonzentrationen sind in Tabelle 25 aufgeführt.

Tabelle 28: Maximalwerte der Senioren von Herzfrequenz, Laktat und Leistung bei der Laufbandergometrie (Mittelwerte und Standardabweichungen)

	Herzfrequenz (S/min)		Laktat (mmo/l)		Leistung (Watt/kgKG)	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std.Dev.	Mean	Std. Dev.
Gesamt (n=27)	152	20	7,36	2,86	2,70	0,60
Männer (n=23)	151	22	7,26	2,98	2,79	0,60
Frauen (n=4)	159	9	7,97	1,97	2,39	0,25

3.2.1.1.2 Vergleich von gesunden und kranken Senioren

Anhand der Anamnese und des klinischen Befundes erwiesen sich nur acht der 28 Probanden als gesund. In ihrer Maximalleistung unterschieden sich die 20 kranken Golfer ($223 \pm 56 \text{ Watt} = 2,68 \pm 0,54 \text{ Watt/kgKG}$) nicht wesentlich von den gesunden ($226 \pm 52 \text{ Watt} =$

2,84 ± 0,68 Watt/kgKG).

Auch betreffend maximaler Herzfrequenz und maximaler Laktatkonzentration ergaben sich allenfalls geringe Unterschiede (Tabelle 29).

Tabelle 29: Maximalwerte von Herzfrequenz, Laktat und Leistung von kranken und gesunden Senioren (Mittelwerte und Standardabweichungen)

	Herzfrequenz (S/min)		Laktat (mmo/l)		Leistung (Watt/kgKG)	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std.Dev.	Mean	Std. Dev.
Kranke (n=20)	152	21	7,58	2,95	2,68	0,54
Gesunde (n=8)	152	19	6,85	2,81	2,84	0,68

3.2.1.2 Aerobe, anaerobe und individuelle anaerobe Schwellen

3.2.1.2.1 Senioren gesamt

Es wurden Leistungen und Herzfrequenzen an den drei Schwellen und Laktatkonzentrationen an der individuellen anaeroben Schwelle ermittelt. Alle Werte sind getrennt nach Schwellen in Tabelle 30, Tabelle 31 und Tabelle 32 aufgelistet.

Tabelle 30: Aerobe Schwelle (2 mmol/l): Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Senioren

	Watt	Watt/kgKG	Herzfrequenz (S/min)
Gesamt (n=27)	108,8 ± 48,4	1,33 ± 0,57	110 ± 18
Männer (n=23)	115,7 ± 47,0	1,38 ± 0,56	109 ± 19
Frauen (n=4)	68,9 ± 40,7	1,04 ± 0,62	115 ± 9

Tabelle 31: Anaerobe Schwelle (4 mmol/l): Durchschnittswerte und Standardabweichung der Senioren

	Watt	Watt/kgKG	Herzfrequenz (S/min)
Gesamt (n=27)	181,8 ± 52,2	2,21 ± 0,56	135 ± 18
Männer (n=23)	192,5 ± 47,7	2,28 ± 0,55	135 ± 20
Frauen (n=4)	120,3 ± 30,7	1,82 ± 0,47	137 ± 8

Tabelle 32: Individuelle anaerobe Schwelle: Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Senioren

	Watt	Watt/kgKG	Herzfrequenz (S/min)	Laktat (mmol/l)
Gesamt (n=27)	176,4 ± 61,5	2,13 ± 0,64	133 ± 17	3,61 ± 0,82
Männer (n=23)	190,1 ± 57,2	2,24 ± 0,60	134 ± 18	3,79 ± 0,79
Frauen (n=4)	97,6 ± 26,9	1,47 ± 0,41	127 ± 7	2,81 ± 0,30

3.2.1.2.2 Vergleich von gesunden und kranken Senioren

Bei der Betrachtung der drei Leistungsschwellen aus dem Stufentest wiesen die gesunden Golfer, trotz des höheren Durchschnittsalters, eine höhere Leistung bei geringfügig höheren Herzfrequenzen auf. Eine Übersicht bieten Tabelle 33, Tabelle 34 und Tabelle 35.

Tabelle 33: Aerobe Schwelle (2 mmol/l): Durchschnitte und Standardabweichungen der kranken und gesunden Golfer

	Watt	Watt/kgKG	Herzfrequenz (S/min)
Kranke (n=19)	102,3	1,2	109
	± 53,8	± 0,6	± 20
Gesunde (n=8)	124,1	1,6	112
	± 29,6	± 0,4	± 14

Tabelle 34: Anaerobe Schwelle (4 mmol/l): Durchschnitte und Standardabweichungen der kranken und gesunden Golfer

	Watt	Watt/kgKG	Herzfrequenz (S/min)
Kranke (n=19)	176,7	2,1	134
	± 53,1	± 0,6	± 21
Gesunde (n=8)	193,9	2,4	139
	± 51,3	± 0,5	± 10

Tabelle 35: Individuelle Schwelle: Durchschnitte und Standardabweichungen der kranken und gesunden Golfer

	Watt	Watt/kgKG	Herzfrequenz (S/min)
Kranke (n=19)	172,3	2,1	132
	± 57,2	± 0,6	± 19
Gesunde (n=8)	186,0	2,3	134
	± 74,1	± 0,7	± 14

3.2.2 Feldversuch Senioren gesamt

3.2.2.1 Körpermasse

27 der 28 Probanden und Probandinnen verloren trotz Flüssigkeitszufuhr ad libidum auf der 18-Loch-Runde im Durchschnitt über 1 kg an Gewicht. Eine Probandin hielt genau ihr Ausgangsgewicht bei (Tabelle 36).

Tabelle 36: Körpergewicht der Senioren in kg vor/nach dem Golfspiel

	A ^a		B ^a		Differenz	Sig.
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	
Gesamt (n=28)	82,8	± 11,7	81,3	± 11,4	-1,5	S (0,000)
Männer (n=24)	85,1	± 10,1	83,8	± 9,9	-1,3	S (0,000)
Frauen (n=4)	67,1	± 9,2	66,5	± 9,2	-0,6	S (0,109)

^a A = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

3.2.2.2 Blutdruck

a) Vor und nach dem Golfspiel

Da mehrere der Patienten (n = 9) unter Bluthochdruck litten, lag der Ausgangswert im Sitzen mit 143/86 systolisch leicht über dem von der WHO mit 140/90 mmHg festgelegten Wert für Grenzwerthypertonie (Tabelle 33). Nach der Golfrunde lag der systolische Wert mit durchschnittlich 138 mmHg niedriger. Der diastolische Wert blieb unverändert. Die Tendenz zur Abnahme war aber nicht signifikant. Die Hypertoniker (n = 7) zeigten eine stärkere Blutdruckabnahme (systolisch) als die Normotoniker. Bei beiden Gruppen war der nach dem Spiel gemessene systolische Blutdruck leicht unter den Ausgangswert abgesunken: Hypertoniker – 10 mmHg; Normotoniker – 3 mmHg. Da die Abnahme aber nur geringfügig war und auch Fehler durch das manuelle Messen einschließt, zeigte sich keine Signifikanz.

Der diastolische Blutdruck zeigte in beiden Gruppen nur sehr geringfügige Veränderungen.

Tabelle 37: Blutdruckverhalten der Senioren vor und nach der 18-Loch-Golfrunde in mmHg

	A ^a $\bar{x} \pm s$		B ^a $\bar{x} \pm s$		p
	RRS	RRD	RRS	RRD	
Gesamt (n=28)	143 ± 20	86 ± 11	138 ± 18	86 ± 11	n.s. ^b
Hypertoniker (n=7)	157 ± 26	94 ± 11	147 ± 21	91 ± 8	n.s. ^b
Normotoniker (n=19)	138 ± 16	84 ± 10	135 ± 16	85 ± 11	n.s. ^b

^a A = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = nicht signifikant

b) Verlauf der Blutdruckwerte im Spiel

Die Blutdruckwerte, die während des Golfspiels an den Löchern mit Geländeanstieg im Stehen gemessen wurden, zeigten insgesamt im Verlauf des Golfspiels eine deutlichere Tendenz zur Abnahme, vor allem hinsichtlich des systolischen Blutdrucks, was bereits aus a) hervorging (Abb. 36). Die verstärkte kardiovaskuläre Belastung durch den Anstieg wurde in der nachfolgenden Abbildung an Blutdruckspitzen von bis zu 230 mmHg systolisch (der Wert zu Beginn betrug bei diesem Probanden 148 mmHg) ersichtlich. Das Verhalten des diastolischen Blutdrucks war weitaus homogener. Die Endwerte ähnelten den Ausgangswerten. Dennoch wurden in bei einer Person Spitzendrücke bis zu 120 mmHg gemessen bei einem Ausgangswert von 88 mmHg.

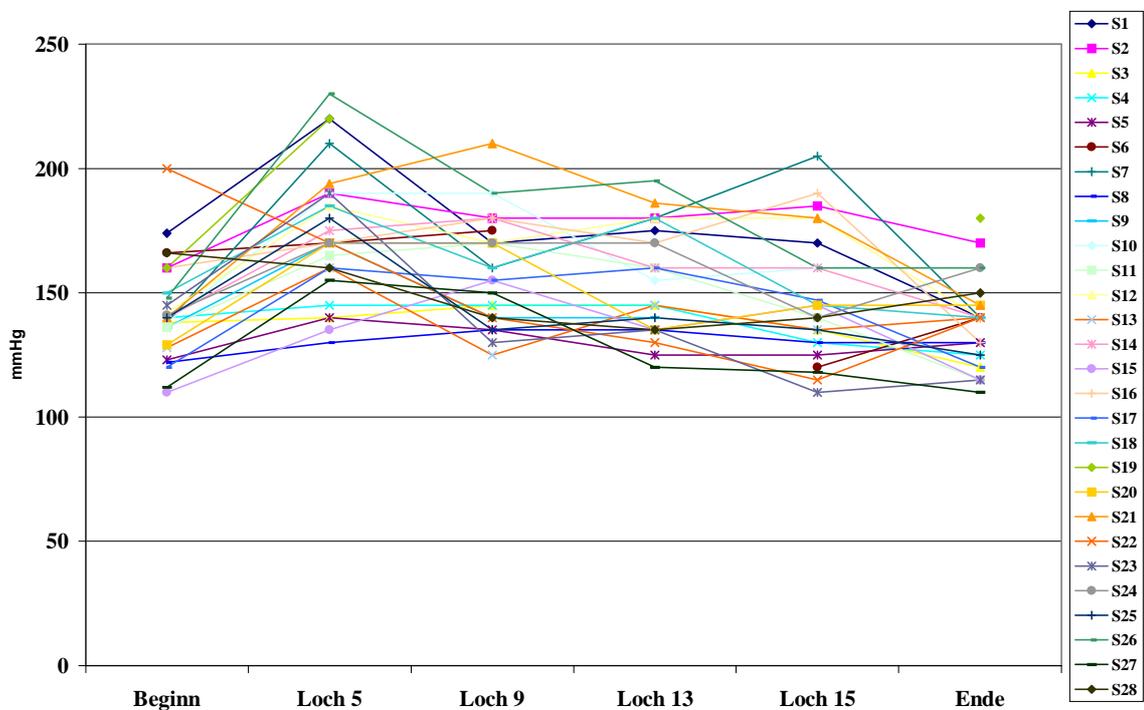


Abbildung 36: Verlauf der systolischen Blutdrücke der Senioren an Loch 5, 9, 13 und 15

3.2.2.3 Herzfrequenz

a) Mittlere und maximale Herzfrequenz

Von den 28 Probanden konnten nur 26 Mittelwerte gebildet werden, da 2 Herzfrequenzaufzeichnungen zu viele Artefakte aufwiesen.

Für jeden der 26 Probanden wurde, wie bereits erwähnt, der mittlere Mittel- und Maxi-

malwert für jedes der 18 Löcher ermittelt und aus diesen 18 Werten wurde dann summarisch ein Mittel- bzw. Maximalwert berechnet. Zudem wurde der jeweils absolute Maximalwert gesondert betrachtet. Alle drei Endwerte wurden in Relation zu der individuellen maximalen Herzfrequenz bei der Laufbandbelastung gesetzt.

In Tabelle 38 sind die Ergebnisse für die Gesamtgruppe dargestellt. Es wird an den Relativwerten deutlich, dass die älteren Probanden stärker kardial beansprucht wurden als die jungen, da allein die mittlere Herzfrequenz der Golfrunde 73 % des Maximalwerts bei der Ergometrie entsprach, der mittlere Maximalwert sogar 85 %.

Tabelle 38: Mittlere und maximale Herzfrequenzen (Absolut-und Relativwerte) der Senioren (n = 26) auf dem Golfplatz Brunnwies. Die Standardabweichungen wurden zusätzlich miteingetragen.

	Absolut (S/min)	Relativ (%)
Mittelwert der mittleren Mittelwerte	109 ± 17	73 ± 11
Mittelwert der mittleren Maximalwerte	127 ± 17	85 ± 12
Mittelwert der absoluten Maximalwerte	143 ± 24	96 ± 14

b) Herzfrequenz und 4 mmol/l Laktatschwelle

Bei vier der 26 Probanden (15 %) überstiegen die Herzfrequenzmittelwerte die mit der anaeroben Schwelle korrespondierenden Herzfrequenz (135 S/min ± 18). Von dreizehn Senioren wurde diese Herzfrequenz mit ihren Maximalwerten erreicht (50 %). Neun Probanden (= 35%) blieben mit ihrer während der Golfrunde aufgezeichneten Herzfrequenz unter diesem Schwellenwert.

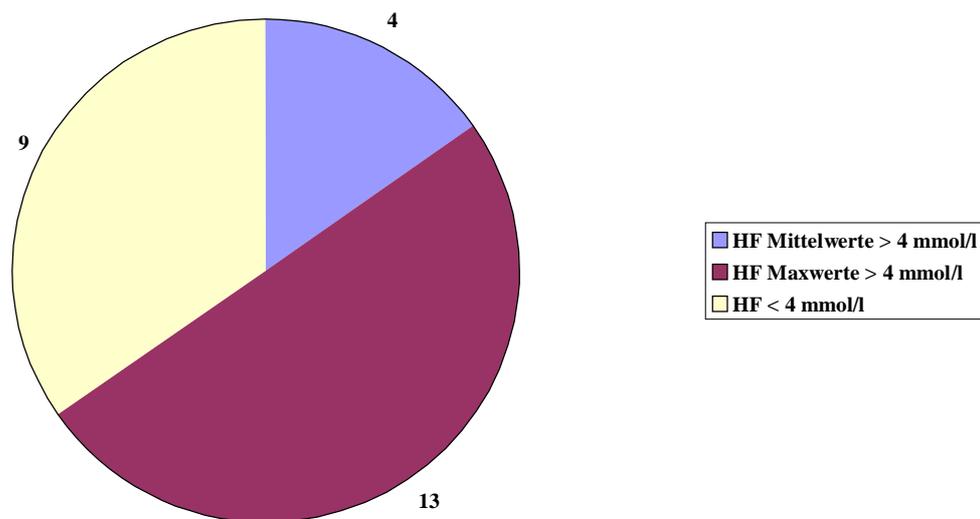


Abbildung 37: Prozentualer Anteil der Senioren, die auf dem Golfplatz Brunnwies die anaerobe Schwelle von 4 mmol/l unter- bzw. überschritten

c) Herzfrequenzverlauf während des Spiels

Der Verlauf der Herzfrequenzen konnte von zwei weiteren Probanden nicht ermittelt werden, so dass die unten genannten Herzfrequenzen nur 24 der 28 Probanden berücksichtigen.

Die Abbildung 38 lässt erkennen, dass bis auf eine Ausnahme (=S11) jeder der Probanden relativ konstante Mittelwerte aufwies. Es fällt auf, dass die Probanden mit ihrer durchschnittlichen Herzfrequenz untereinander stark variierten. So hat Proband S16 einen Mittelwert von 69 S/min und Proband S14 einen Mittelwert von 141 S/min. Bei Loch 5, 13 und 15 stieg bei der Mehrzahl der Probanden die Herzfrequenz an. Dies lag an den Platzgegebenheiten, denn um das Grün zu erreichen, muss zuerst ein Anstieg bewältigt werden.

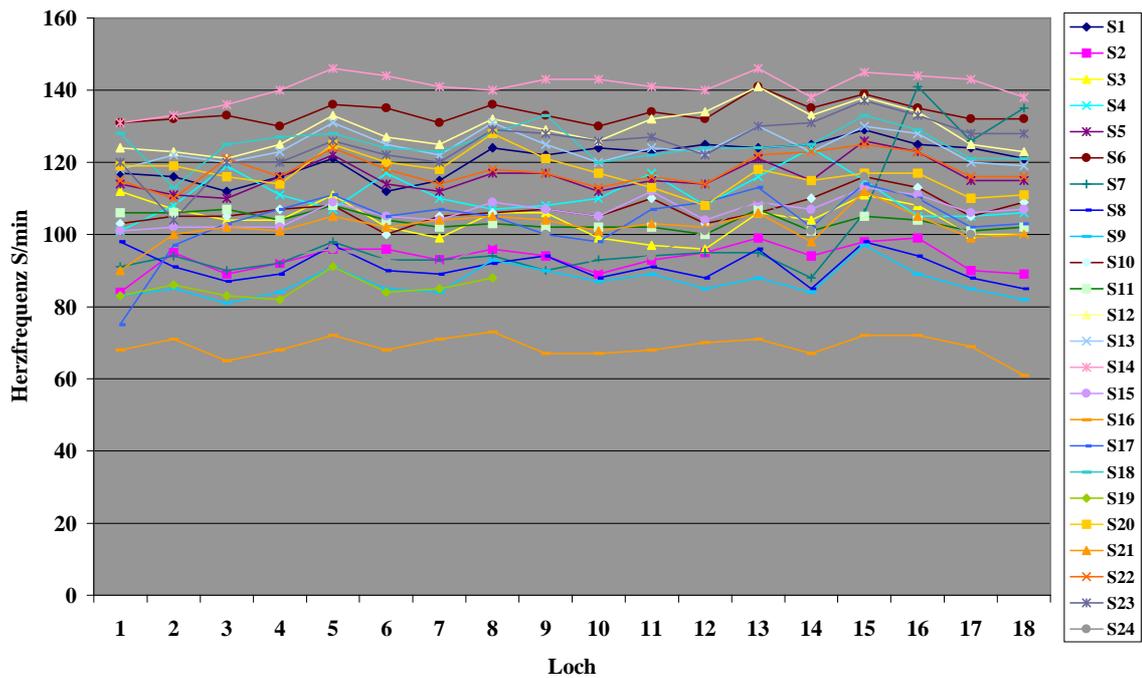


Abbildung 38: Verlauf der individuellen mittleren Herzfrequenzwerte der Senioren auf dem Platz Brunnwies

Der Verlauf der pro Loch gemittelten Herzfrequenzmaximalwerte ähnelt den Mittelwerten. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass die Werte um 10 bis 20 Schläge nach oben verschoben sind (Abbildung 39). Das Minimum der Mittelwerte wurde wiederum bei Proband S16 mit 82 S/min und das mittlere Maximum bei Proband S14 mit 163 S/min gemessen. Der absolute Spitzenwert betrug 177 S/min.

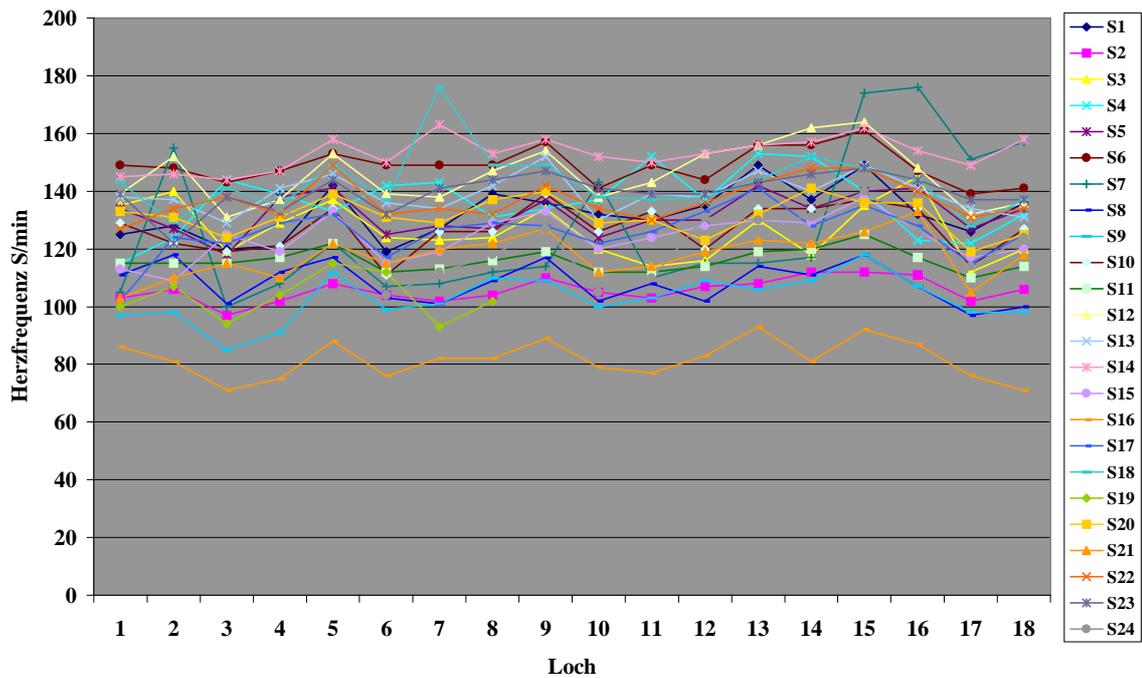


Abbildung 39: Verlauf der mittleren individuellen Herzfrequenzmaximalwerte der Senioren auf dem Golfplatz Brunnewies

d) Einfluss der β -Blocker auf die Herzfrequenz

In dem untersuchten Probandengut mussten fünf Patienten einen β -Blocker einnehmen. Da von den vier Probanden, bei denen aufgrund von technischen Problemen keine Herzfrequenz aufgezeichnet werden konnte, zwei einen β -Blocker als Medikation hatten, enthält die Abbildung nur drei der insgesamt fünf Probanden. Es handelt sich in Abb. 38 wie 39 um die Probanden S8, S11 und S16. Insgesamt lässt sich bei diesen Probanden ein Anstieg der Herzfrequenz gegenüber dem Ausgangswert feststellen, jedoch ist er mit 5 S/min für die mittleren Mittelwerte, mit 4 S/min für die mittleren Maximalwerte und mit 7 S/min für die absoluten Maximalwerte gering.

Im Vergleich mit den Senioren, die keine β -Blocker einnahmen, waren die mittleren Mittel- bzw. Maximalwerte deutlich geringer. Erstaunlich war, dass diese Probanden, die β -Blocker auch bei der Laufbandergometrie eingenommen hatten, in ihrer relativen kardialen Beanspruchung (bezogen auf die Laufbandergometrie) deutlich unter denen ohne β -Blocker lagen. Die beiden folgenden Abbildungen 40, 41 machen den Unterschied deutlich.

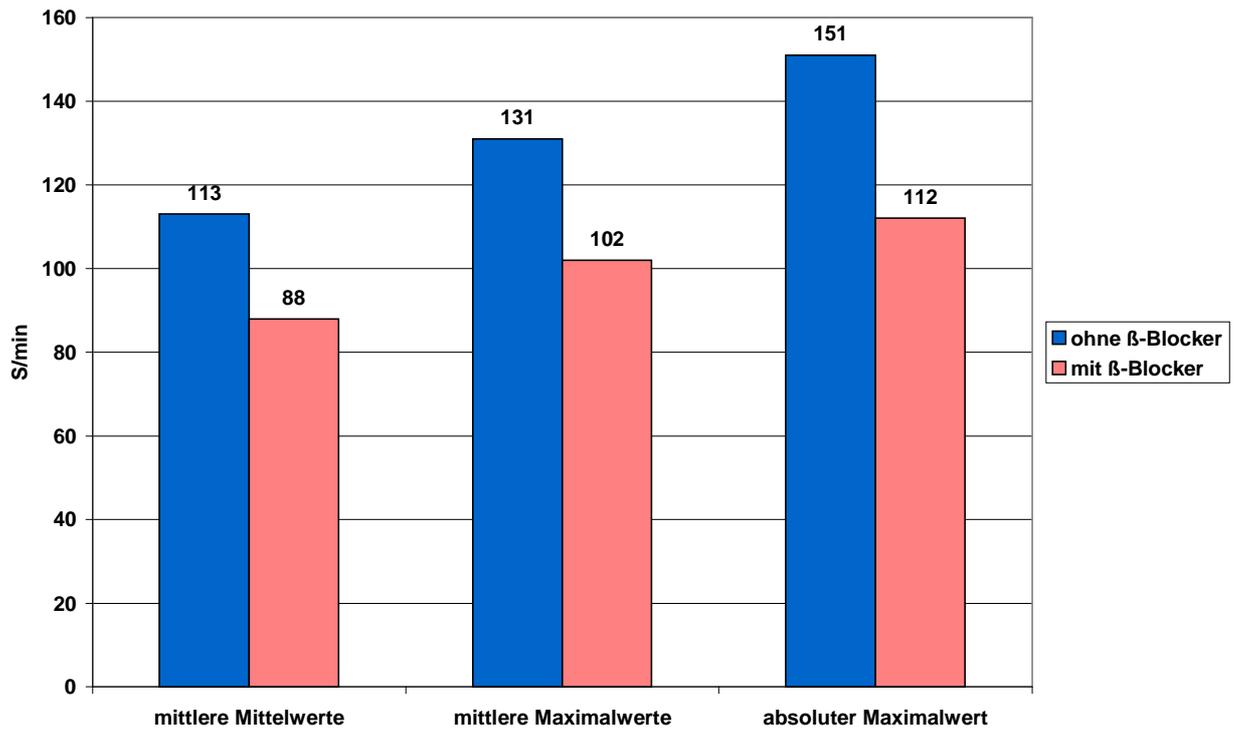


Abbildung 40: Herzfrequenzen der Senioren ohne und mit β -Blockern (Mittelwerte)

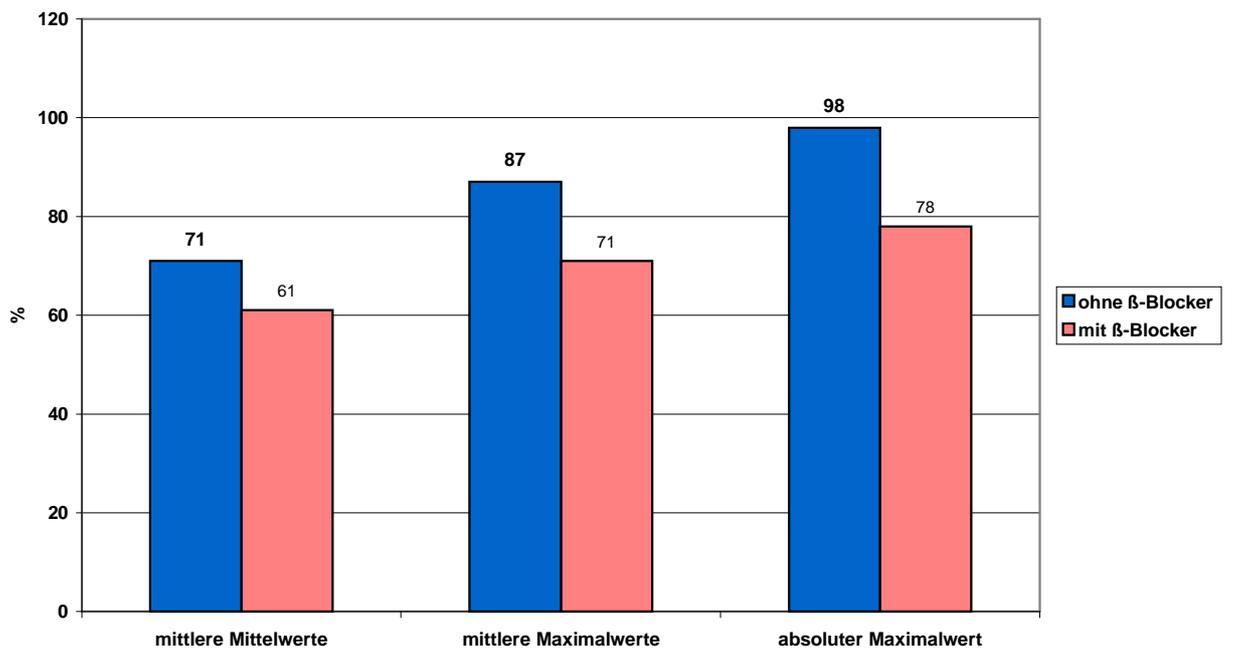


Abbildung 41: Relative Herzfrequenzen (in % der Laufbandergometrie) der Senioren ohne und mit β -Blockern (Mittelwerte)

3.2.2.4 Laktat

3.2.2.4.1 Senioren gesamt

Der gemessene mittlere Laktatwert über 18 Löcher der 28 Probanden lag mit $2,71 \pm 0,78$ mmol/l im aerob-anaeroben Übergangsbereich. Dieser Wert entsprach 42 % im Verhältnis zu den maximalen Laktatwerten, die in der Laufbandergometrie erreicht wurden. 3 Probanden lagen beim Golfen mit ihren Laktatmittelwerten über der mit 4 mmol/l festgelegten anaeroben Schwelle.

Im Durchschnitt wurden maximale Laktatwerte von $3,55 \pm 1,31$ mmol/l erreicht. Bezogen auf die Ergometrie entsprach der Wert von 3,55 mmol/l 54 % der Abbruchlaktatwerte bei der Laufbandbelastung. Bei einem Probanden wurde ein Maximalwert von 7,28 mmol/l gemessen. Weiterhin wurden 7 Werte über der anaeroben Schwelle (= 4mmol/l) ermittelt.

3.2.2.4.2 Vergleich von gesunden und kranken Senioren

Große Unterschiede im Laktatverhalten zwischen den zwei Gruppen bestanden nicht. Die kranken Golfer erreichten einen Laktatmittelwert von $2,74 \text{ mmol/l} \pm 0,83$. Das Mittel der Maximalwerte betrug $3,60 \pm 1,41$ mmol/l. Die gesunden Golfer hatten Werte von $2,64 \pm 0,73$ mmol/l (= Mittel aller Werte) bzw. $3,42 \pm 1,19$ mmol/l (= Mittel der Maximalwerte).

Obwohl die kranken Golfer hinsichtlich der Mittel- bzw. Maximalwerte geringfügig höhere Laktatkonzentrationen aufwiesen als die gesunden Probanden, war die relative Beanspruchung für sie geringer einzuschätzen. Dies ergaben die relativen Laktatkonzentrationen. So erreichten die kranken Probanden 36 % (= Mittel aller Werte) bzw. 47 % (=Mittel der Maximalwerte) ihrer maximalen Laktatkonzentration während der Laufbandbelastung und die Gesunden 39 % bzw. 50 %.

3.2.2.5 Laborparameter

Kleines Blutbild

a) Senioren gesamt

Die Veränderungen des Blutbildes gehen aus Tabelle 39 hervor. Die Zahl der Leukozyten stieg um 27 % an. Die Erythrozytenanzahl veränderte sich nur geringfügig. Die Thrombozyten nahmen um 16 % zu. Alle diese Veränderungen waren signifikant.

Das Plasmavolumen nahm um 3,8 % ab.

Tabelle 39: Veränderungen des Blutbildes bei Seniorengolfern

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Leukozyten (Tsd./ μ l)	\bar{x}	6,72	8,52	1,80	0,000
	\bar{x}	6,65	8,65	1,70	
	s	1,44	1,74	1,37	
Erythrozyten (Mill/ μ l)	\bar{x}	4,64	4,73	0,10	0,005
	\bar{x}	4,69	4,73	0,05	
	s	0,51	0,51	0,19	
Thrombozyten (Tsd./ μ l)	\bar{x}	222	258	35	0,000
	\bar{x}	228	257	30	
	s	48	59	24	
Hämoglobin (g/dl)	\bar{x}	14,6	14,9	0,3	0,004
	\bar{x}	14,7	15,2	0,2	
	s	1,3	1,3	0,6	
Hämatokrit (%)	\bar{x}	43,8	44,8	0,9	0,008
	\bar{x}	43,9	45,2	0,9	
	s	4,1	4,0	1,8	
MCV (fl)	\bar{x}	94,9	94,9	0,0	n.s. ^c
	\bar{x}	95,5	95,0	0,5	
	s	4,1	4,1	0,96	
MCH (pg)	\bar{x}	31,6	31,5	-0,1	n.s. ^c
	\bar{x}	31,9	31,6	-0,1	
	s	1,6	1,6	0,5	
MCHC (g/dl)	\bar{x}	33,3	33,3	0,0	n.s. ^c
	\bar{x}	33,0	33,2	0,0	
	s	0,7	0,7	0,9	

^a A= Mittelwerte vor dem Spiel; B = Mittelwerte nach dem Spiel

^b = B - A

^c = nicht signifikant

b) Vergleich von gesunden und kranken Senioren

Die Anzahl der Leukozyten und Thrombozyten stieg bei den gesunden Golfern stärker an als bei den kranken.

Die Erythrozyten, das Hämoglobin und der Hämatokrit wiesen hingegen einen umgekehrten Trend auf. Ihre Konzentrationen stiegen bei den Kranken stärker an als bei den Gesunden (Abbildung 42).

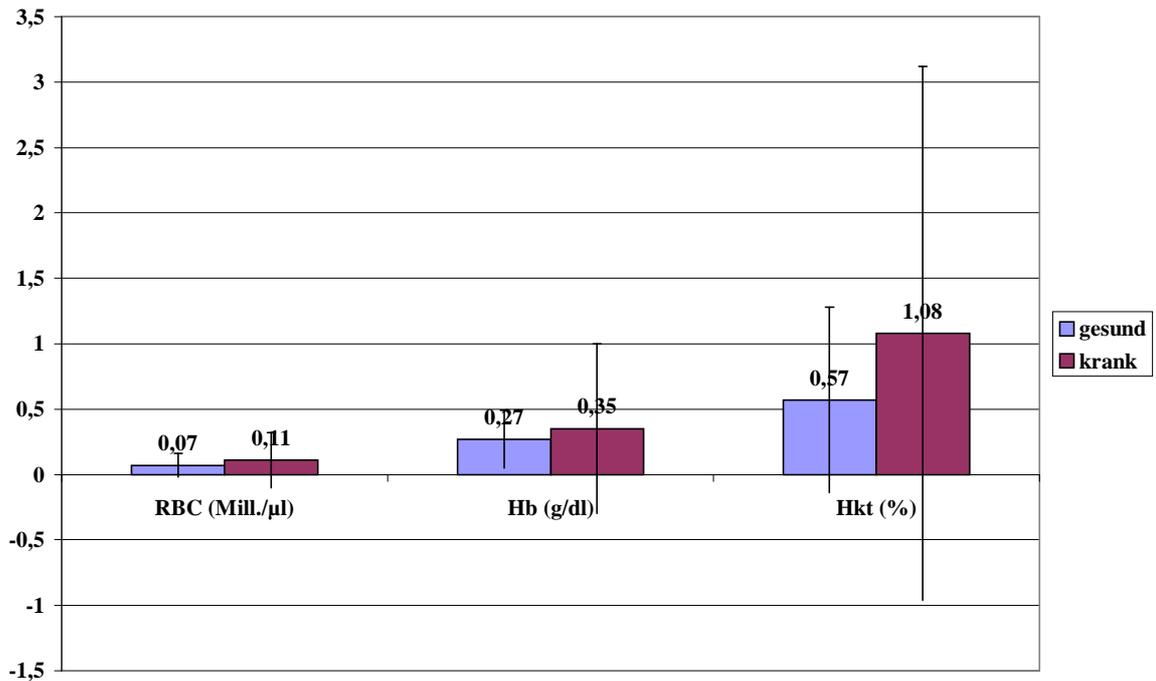


Abbildung 42: Differenzen der Erythrozyten-, Hämoglobin- und Hämatokritkonzentrationen von gesunden und kranken Golfern durch das Golfspiel

Alle genannten Blutbildveränderungen ergaben nach dem Mann-Whitney-Test keine Differenzen. Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen sind in Tabelle XX im Anhang aufgeführt.

Fettstoffwechselfparameter

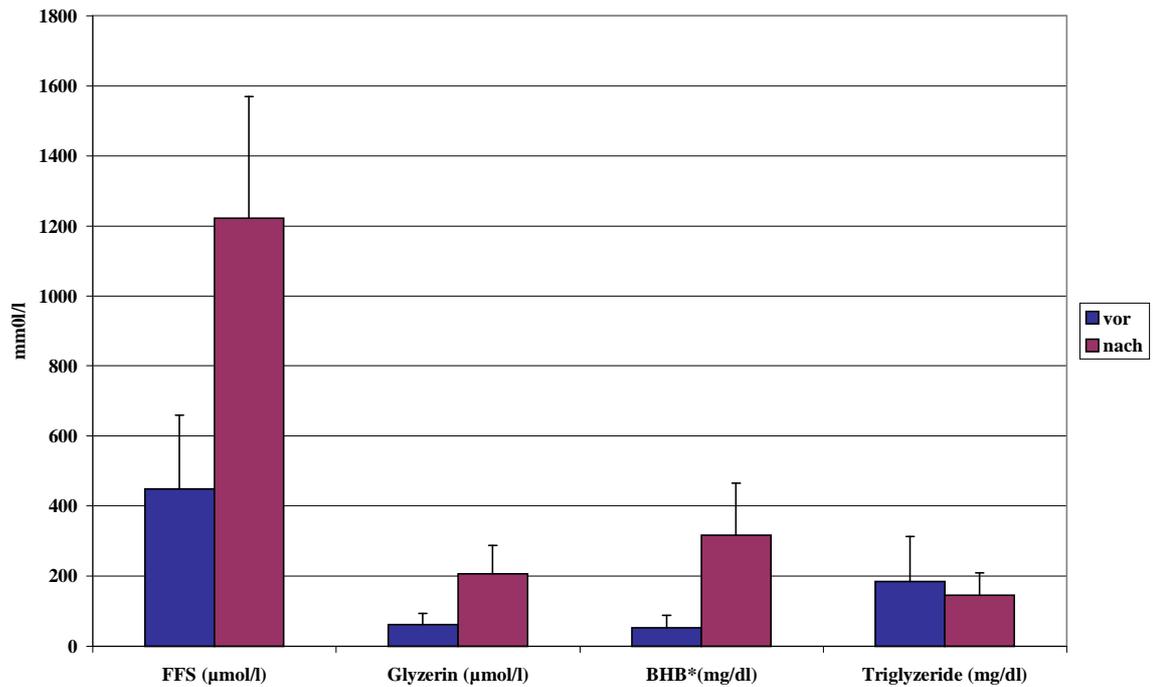
Alle Substrate des Fettstoffwechsels, außer den Triglyzeriden, stiegen während der Belastung signifikant an. Die freien Fettsäuren, β -Hydroxybutyrat und Glycerin zeigten im Sinne einer gesteigerten Lipolyse eine starke Zunahme (Abbildung 43), wohingegen Gesamt-Cholesterin, HDL und LDL sich nur geringfügig veränderten (Tabelle 40). Sehr eindrucksvoll ist, dass die Konzentrationen der freien Fettsäuren und die des Glycerins bei allen 28 Probanden anstiegen. Die mittleren Konzentrationen von FFS, Glycerin und BHB stiegen zwischen 62 % und 76 % an. Die Konzentration der Triglyzeride wurde dagegen um mehr als 20 % gesenkt.

Tabelle 40: Fettstoffwechselparameter der Senioren vor und nach ca. 4 h golfen

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	P
Freie Fettsäuren (mmol/l)	\bar{x}	449	1221	772	0,000
	\bar{x}	449	1253	859	
	s	211	348	405	
Glyzerin (mmol/l)	\bar{x}	62	207	145	0,000
	\bar{x}	53	195	133	
	s	32	81	71	
β -Hydroxybutyrat (mmol/l)	\bar{x}	0,53	2,21	1,68	0,000
	\bar{x}	0,44	1,97	1,44	
	s	0,36	1,49	1,50	
Gesamt-Cholesterin (mmol/l)	\bar{x}	229	239	10	0,000
	\bar{x}	227	232	11	
	s	49	52	9	
HDL (mmol/l)	\bar{x}	55,8	59,7	3,9	0,008
	\bar{x}	54,0	59,5	5,8	
	s	14,5	14,2	6,6	
LDL (mmol/l)	\bar{x}	136	150	14	0,000
	\bar{x}	135	143	11	
	s	45	47	15	
Triglyzeride (mmol/l)	\bar{x}	185	145	-40	0,002
	\bar{x}	157	132	-29	
	s	129	65	75	

^a A= Mittelwerte vor dem Spiel; B = Mittelwerte nach dem Spiel

^b = B - A



*= Werte wurden mit dem Faktor 100 multipliziert

Abbildung 43: Konzentrationen der FFS, des Glycerins, des BHB's und der Triglyceride vor und nach dem Golfspiel

In Abbildung 44 sind die Konzentrationen der freien Fettsäuren und der Triglyceride von jedem einzelnen der 28 Probanden dargestellt, um die individuellen Reaktionen zu verdeutlichen.

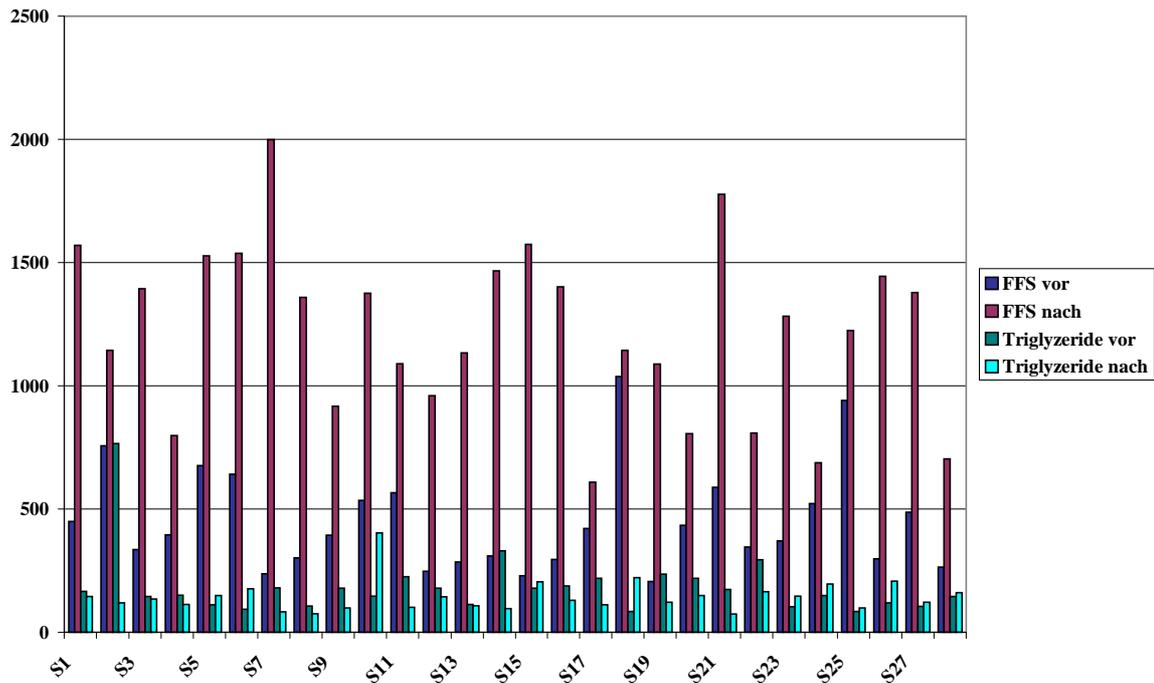
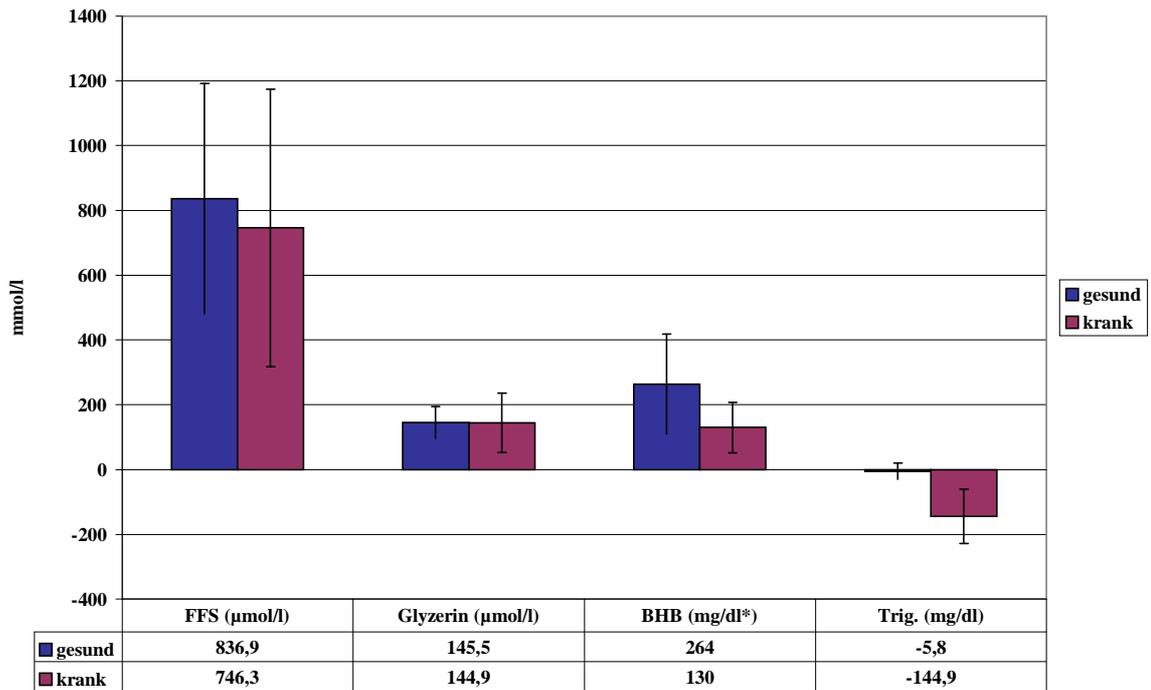


Abbildung 44: Vor- und Nachwerte der Konzentrationen der FFS und der Triglyzeride von jedem einzelnen Seniorengolfer

a) Vergleich von kranken und gesunden Senioren

Außer beim LDL-Cholesterin stiegen die Fettstoffwechselfparameter bei den gesunden Golfern deutlicher an als bei den kranken Sportler. Abbildung 45 zeigt dies für die Metabolite FFS, Glyzerin, β -Hydroxybutyrat und Triglyzeride. Die unter Punkt 3.2.2.6.1 erwähnte Abnahme der Triglyzeride fiel bei den kranken ungleich höher aus als bei den gesunden Golfern. Die Ausgangswerte der kranken Probanden lagen mit einem Mittelwert von 207 mmol/l deutlich über dem mit 130 mmol/l gemessenen Mittelwert der gesunden.



* = die Werte der BHB wurden mit dem Faktor 100 multipliziert

Abbildung 45: Konzentrationsdifferenzen (= Werte vor der Belastung – Werte nach der Belastung) von FFS, BHB, Glyzerin und Triglyceride zwischen gesunden und kranken Golfern

b) Spezieller Vergleich von Probanden mit und ohne lipidsenkenden Medikamenten

Da acht der Probanden Lipidsenker als Medikation täglich einnehmen mußten, könnten vor allem das Gesamt-Cholesterin, das LDL-Cholesterin und die Triglyzeride beeinflusst sein. Diese Probanden wiesen in den oben erwähnten Parametern im Mittel niedrigere Konzentrationen (Tabelle 41) auf. Die Konzentration des HDL-Cholesterins war jedoch bei dieser Gruppe ebenfalls unter der Konzentration von den Probanden, die kein lipidsenkendes Mittel einnahmen. Weiterhin ergab sich, daß bei den Probanden ohne lipidsenkende Medikamente die Konzentrationen von Gesamt-Cholesterin und LDL-Cholesterin durch die Belastung stärker anstiegen bzw. die Triglyzeride stärker abfielen. HDL-Cholesterin stieg jedoch schwächer an als bei den Probanden mit lipidsenkenden Medikamenten. Tabelle 41 gibt die Mittelwerte, Standardabweichungen und Differenzen der verschiedenen Konzentrationen wieder.

Tabelle 41: Konzentrationen von Gesamt-Cholesterin, LDL-Cholesterin, Triglyzeride und HDL-Cholesterin von Probanden mit lipidsenkenden Medikamenten mit Probanden ohne lipidsenkende Medikamente

			Probanden ohne Lipidsenkern (n=20)	Probanden mit Lipidsenkern (n=8)
Cholesterin (mg/dl)	A ^a	\bar{x}	247 ± 43	183 ± 26
	B ^a	\bar{x}	258 ± 48	191 ± 27
	B – A		11	8
LDL (mg/dl)	A	\bar{x}	149 ± 46	106 ± 20
	B ^a	\bar{x}	165 ± 47	114 ± 21
	B – A		16	9
Triglyzeride (mg/dl)	A ^a	\bar{x}	200 ± 148	148 ± 50
	B ^a	\bar{x}	156 ± 72	117 ± 33
	B – A		-44	-31
HDL (mg/dl)	A ^a	\bar{x}	58,9 ± 15,0	48,1 ± 10,3
	B ^a	\bar{x}	62,0 ± 14,9	54,0 ± 11,0
	B – A		3,1	5,9

^aA = Werte vor dem Spiel, B = Werte nach dem Spiel

Elektrolyte

a) Senioren gesamt

Die Serumkonzentrationen von Natrium, Calcium, Phosphat (alle 3 signifikant) und Kalium (nicht signifikant) zeigten einen Anstieg, während die Konzentration von Magnesium signifikant um 4 % abnahm. Das Serum-Eisen stieg von 98 auf 109 µg/dl signifikant an. Im Anhang in Tabelle VII sind die Mittelwerte, die Mediane, Differenzen und Standardabweichungen aufgelistet.

b) Vergleich von gesunden und kranken Senioren

Die Veränderungen im Elektrolythaushalt zeigten zwischen gesunden und kranken Golfern bis auf Magnesium und Eisen keine Differenzen. Bei diesen zwei Parametern ließ sich eine interessante Veränderung feststellen. Die gesunden Golfer hatten nach der Belastung eine höhere Serumkonzentration an Magnesium und eine niedrigere an Eisen, wohingegen die kranken Probanden eine im Vergleich zum Ausgangswert verminderte Konzentration von Magnesium und eine erhöhte an Eisen aufwiesen (Abb. 46/47).

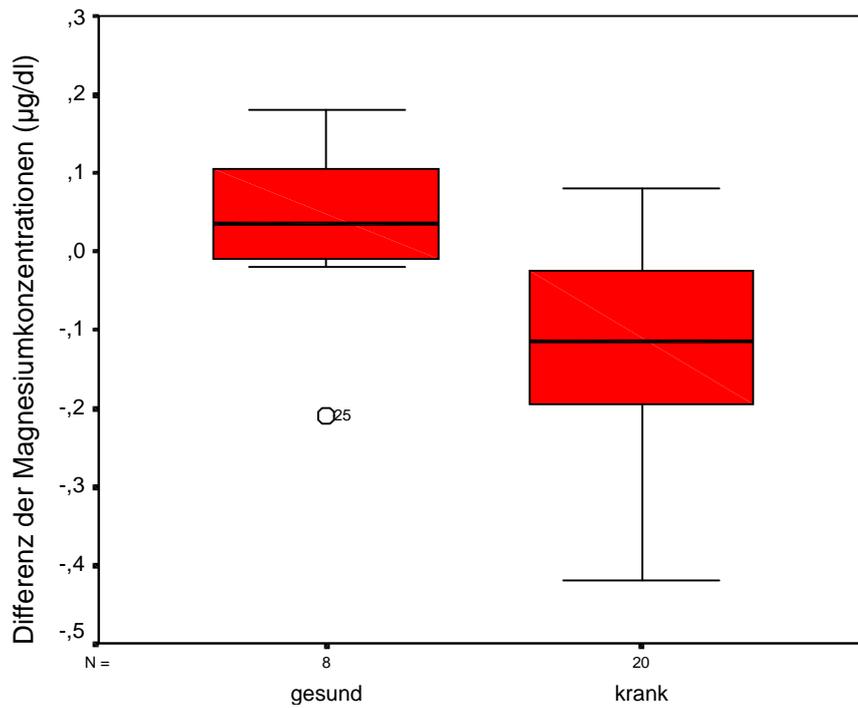


Abbildung 46: Konzentrationsdifferenzen von Magnesium von gesunden und kranken Golfern durch das Golfspiel

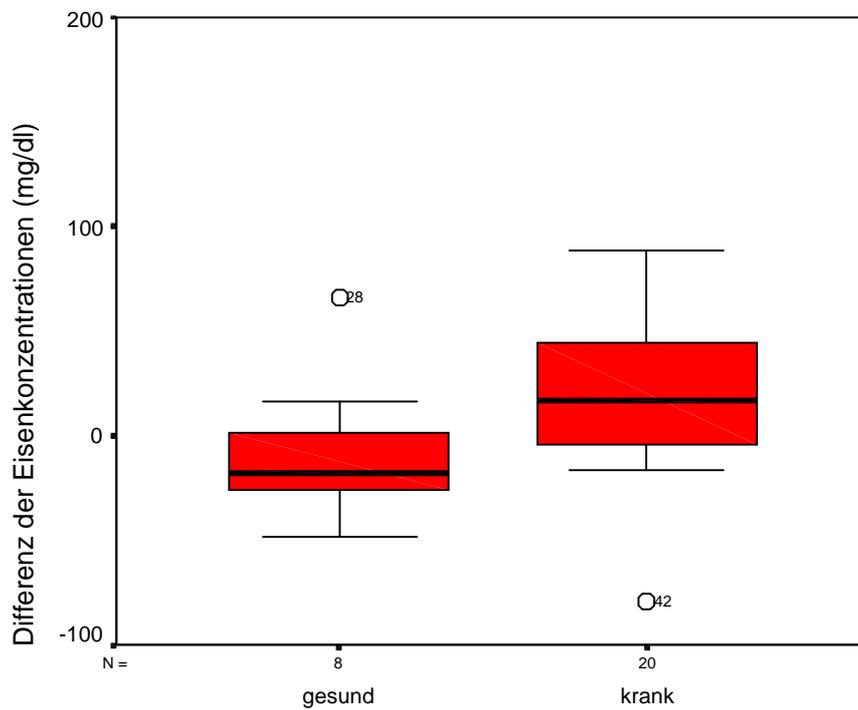


Abbildung 47: Konzentrationsdifferenzen von Eisen von gesunden und kranken Golfern durch das Golfspiel

Enzyme

a) Senioren gesamt

Außer der Glutamat-Pyruvat-Transaminase erhöhten sich alle Enzymaktivitäten signifikant nach der gegangenen Golfrunde (Tabelle 42). Die Creatinkinase zeigte einen Aktivitätsanstieg von im Mittel 65%. Bis auf zwei Probanden stieg die Konzentration der CK bei allen Probanden einheitlich an (Abbildung 48). Beim Myoglobin lagen sechs der 28 Werte vor der sportlichen Aktivität im messbaren Bereich von > 50 µg/l. Nach der Golfrunde konnten 25 Werte > 50 µg/l gemessen werden. Der Maximalwert nach der Golfrunde betrug 455 µg/l (bei einem Ausgangswert im nicht messbaren Bereich). Darstellung siehe Abbildung 49.

Tabelle 42: Veränderungen der Enzymaktivitäten nach der Golfrunde

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
CK (U/l)	\bar{x}	67,9	112,6	44,7	0,000
	\bar{x}	55,0	102,5	32,9	
	s	48,1	57,1	35,4	
GOT (U/l)	\bar{x}	10,0	11,6	1,7	0,000
	\bar{x}	9,5	11,3	1,4	
	s	3,2	3,6	1,7	
GPT (U/l)	\bar{x}	13,6	13,4	-0,3	n.s. ^c
	\bar{x}	14,0	13,2	-0,6	
	s	5,0	4,8	2,9	
γ-GT (U/l)	\bar{x}	20,0	21,3	1,3	0,000
	\bar{x}	14,5	16,6	1,2	
	s	14,4	14,1	0,9	

^a A = Mittelwerte vor dem Spiel; B= Mittelwerte nach dem Spiel

^b= B - A

^cn.s. = nicht signifikant

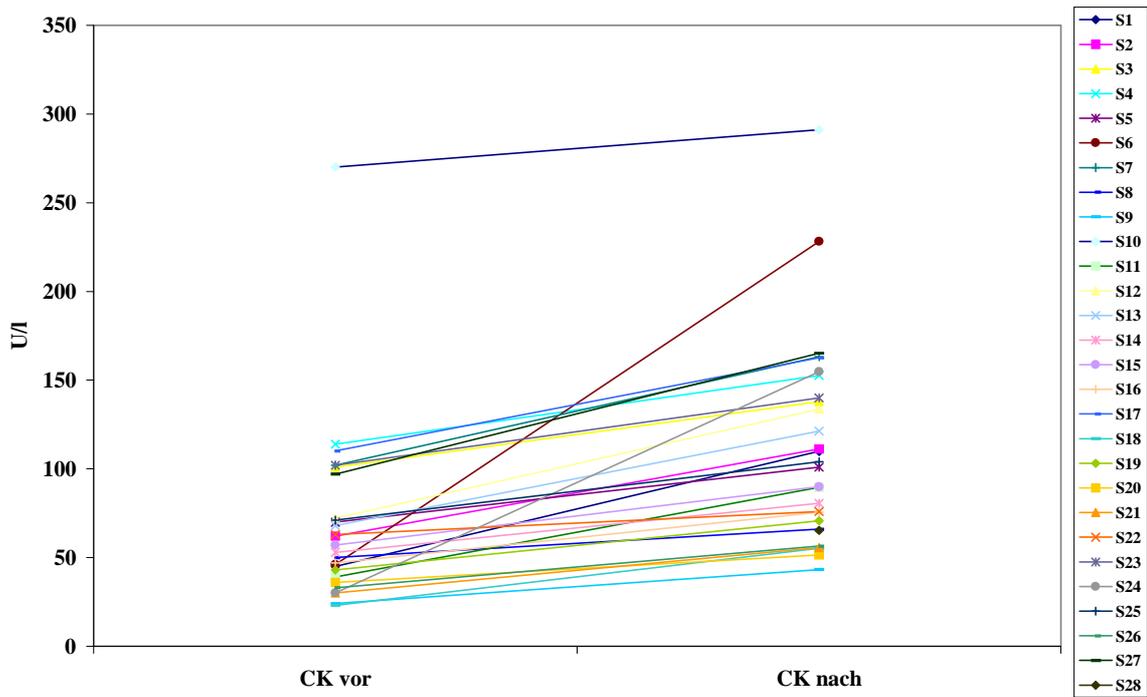


Abbildung 48: Konzentration der Creatinkinase von jedem der 28 Probanden vor und nach der Belastung auf dem Golfplatz

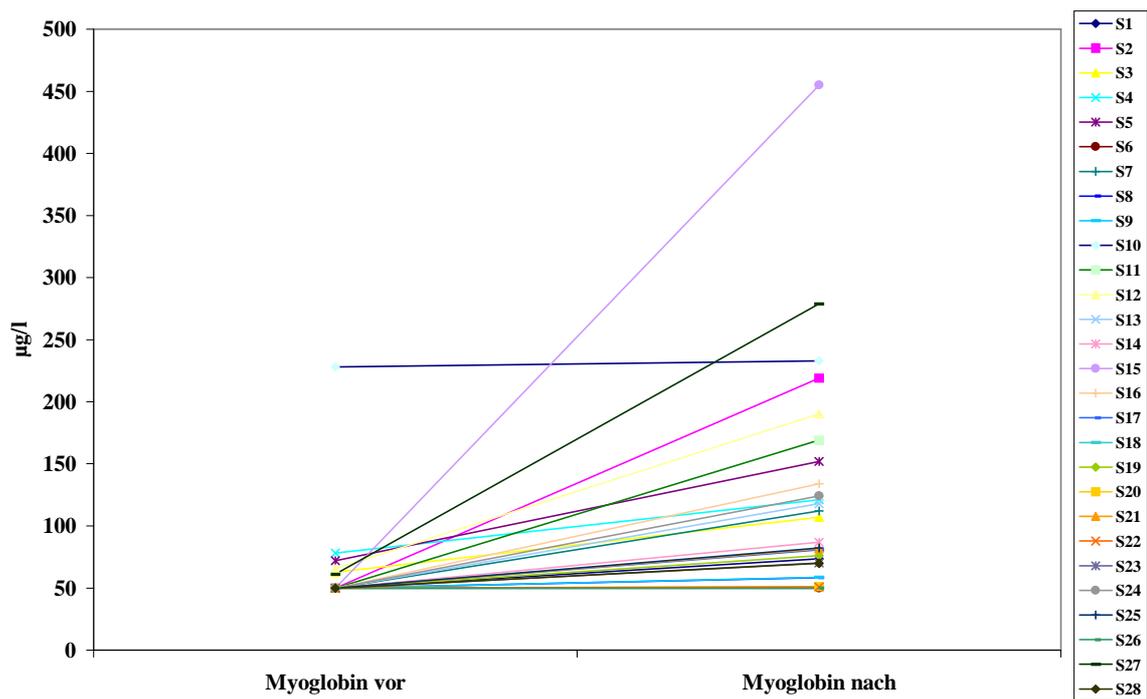


Abbildung 49: Konzentration des Myoglobins von jedem der 28 Probanden vor und nach der Belastung auf dem Golfplatz

b) Vergleich von gesunden und kranken Senioren

Die gesunden Probanden hatten zwar im Vergleich zu den kranken eine deutlichere Zunahme an den Serumenzymen, jedoch wurden keinerlei signifikante Veränderungen im Vergleich von krank zu gesund nachgewiesen. Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen siehe Tabelle VIII und IX im Anhang.

Protein, Glucose, Kreatinin, Harnstoff, Harnsäure und Bilirubin

a) Senioren gesamt

Bei den Substraten konnte ein Anstieg des Serum-Proteins, des Kreatinins, des Harnstoffes und des Bilirubins festgestellt werden. Die Harnsäurekonzentration nahm hingegen ab (Tabelle 43). Am deutlichsten nahm die Glukosekonzentration ab, wobei der Ausgangswert mit im Mittel 142 mg/dl deutlicher über dem Referenzbereich lag. In Abbildung 50 wird ersichtlich, dass die Glukosekonzentrationen vor dem Spiel deutlich große Differenzen aufwiesen (= blaue Punkte). Nach der Belastung stellte sich eine relativ einheitliche Konzentration von durchschnittlich 107 mg/dl ein (= rosa Punkte).

Tabelle 43: Substratmetabolismus der 28 Seniorengolfer vor und nach dem Golfspiel

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Protein (g/dl)	\bar{x}	7,04	7,37	0,33	0,000
	\bar{x}	6,99	7,46	0,42	
	s	0,46	0,50	0,34	
Glukose (mg/dl)	\bar{x}	142	107	-35	0,000
	\bar{x}	133	105	-29	
	s	32	9	31	
Kreatinin (mg/dl)	\bar{x}	1,10	1,16	0,06	0,000
	\bar{x}	1,09	1,17	0,04	
	s	0,16	0,14	0,10	
Harnstoff (mg/dl)	\bar{x}	39,43	40,55	1,12	n.s. ^c
	\bar{x}	39,70	39,85	0,66	
	s	7,80	8,35	4,13	
Bilirubin (mg/dl)	\bar{x}	0,55	0,58	0,04	0,036
	\bar{x}	0,43	0,50	0,06	
	s	0,31	0,27	0,18	
Harnsäure (mg/dl)	\bar{x}	6,63	6,46	-0,17	n.s. ^c
	\bar{x}	6,57	6,33	-0,03	
	s	1,79	1,46	0,85	

^a A = Mittelwerte vor dem Spiel; B = Mittelwerte nach dem Spiel

^b = B - A

^c = nicht signifikant

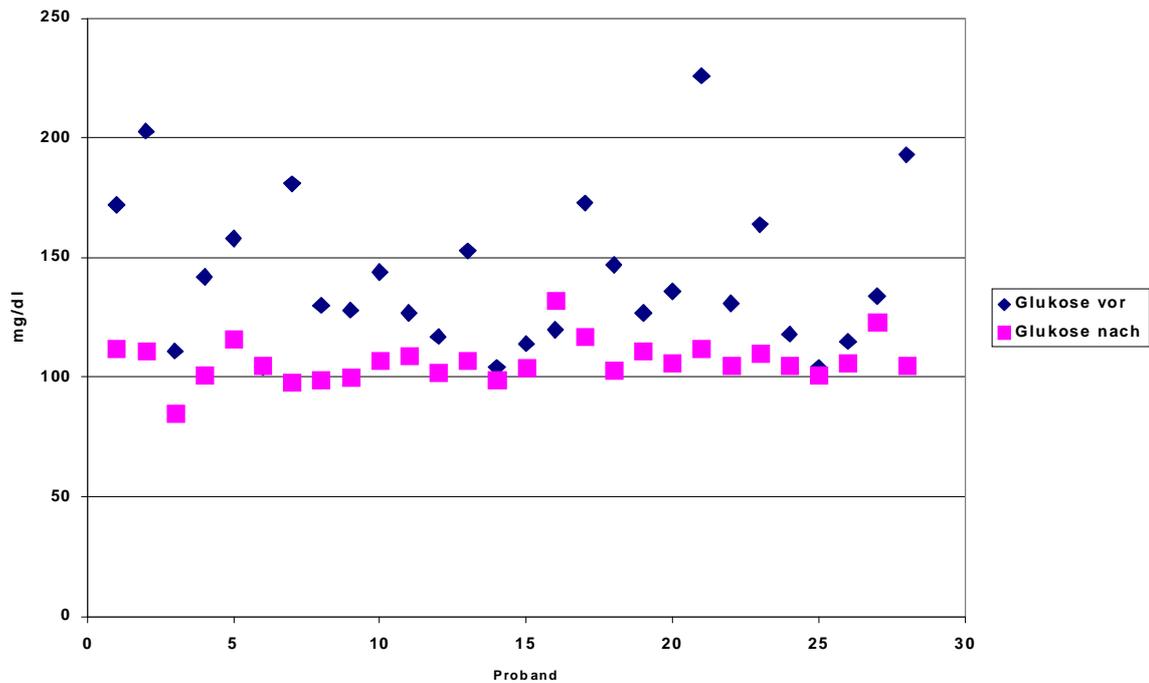


Abbildung 50: Glukosekonzentration von jedem der 28 Probanden vor und nach der Belastung auf dem Golfplatz

b) Vergleich von gesunden und kranken Senioren

Ebenso wie bei den Elektrolyten hatten die gesunden Golfer eine stärkere Zunahme der Serumkonzentrationen von Kreatinin, Harnstoff, Bilirubin und Protein als die kranken Golfer. Die Veränderungen waren gering und nicht signifikant. Ein Unterschied ließ sich nur bei Harnsäure und Zink feststellen. Die gesunden Senioren hatten im Vergleich zum Ausgangswert eine höhere Konzentration dieser zwei Parameter im Serum, wohingegen die kranken Golfer eine niedrigere Konzentration nach dem Spiel aufwiesen. Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen siehe Tabelle VIII und IX im Anhang.

Hormone

a) Senioren gesamt

Auch in dieser Versuchsreihe wurden die Hormone Insulin und Cortisol gemessen. Bei allen 28 Probanden nahm die Konzentration von Insulin während dem Golfen ab ($D=35,6 \mu\text{U/ml}$). Die durchschnittliche Ausgangskonzentration lag mit $42,1 \mu\text{U/ml}$ aber über dem Referenzbereich von $6 - 35 \mu\text{U/ml}$ (Abbildung 51).

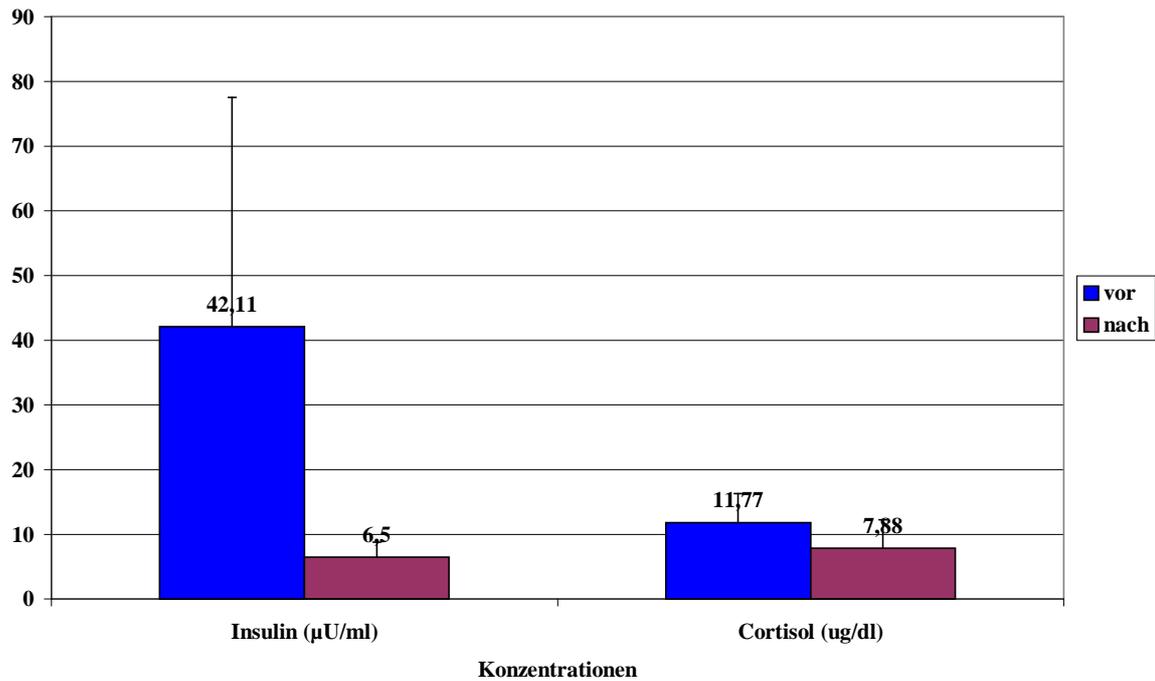


Abbildung 51: Mittelwerte der Insulin- und Cortisolkonzentrationen; gemessen vor und direkt nach der Golfrunde.

Das Cortisol zeigte eine ähnliche Tendenz, für die Gesamtgruppe eine hochsignifikante Abnahme. Im Unterschied zum Insulin nahm bei 5 Probanden die Cortisolkonzentration im Vergleich zum Ausgangswert leicht zu. In Abbildung 52 sind diese Konzentrationsanstiege durch dunkle Linien kenntlich gemacht. Von diesen fünf (drei Frauen und zwei Männer) gehören, nach einem Vergleich ihrer Maximalleistung im Stufentest mit dem Durchschnitt, drei zu den unterdurchschnittlich leistungsfähigen.

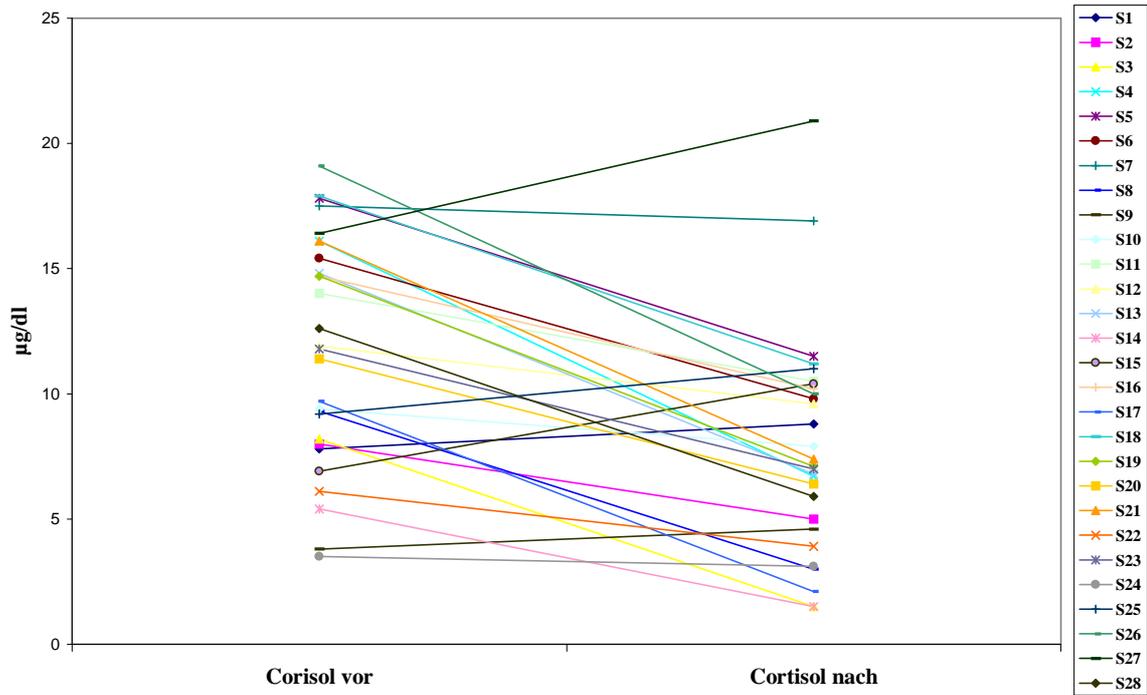


Abbildung 52: Cortisolkonzentrationen von jedem einzelnen der 28 Probanden vor und nach der Golfrunde

Tabelle 44 soll die Hormonkonzentrationsveränderungen der Mittelwerte von Insulin und Cortisol veranschaulichen.

Tabelle 44: Insulin- und Cortisolspiegel vor und nach der Golfrunde; Darstellung von Mittelwerten, Median und Standardabweichungen

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	P
Insulin (µU/ml)	\bar{x}	42,1	6,5	-35,6	0,000
	\bar{x}	35,5	5,9	-29,3	
	s	35,5	2,3	33,9	
Cortisol (µg/dl)	\bar{x}	11,8	7,9	-3,9	0,000
	\bar{x}	11,9	7,3	-4,7	
	s	4,6	4,4	3,9	

^a A = Mittelwerte vor dem Spiel; B = Mittelwerte nach dem Spiel

^b = B – A

b) Vergleich von gesunden und kranken Senioren

Die Abnahme der Insulin- und Cortisolkonzentrationen fiel bei den kranken Probanden höher aus als bei den gesunden. Jedoch ergab sich nach dem Mann-Whitney-Test keine

Signifikanz. Die unter a) angesprochene Cortisolserhöhung im Vergleich der Ausgangswerte bei fünf Probanden betrifft vier kranke und nur einen gesunden Golfer.

Beziehungen zwischen der Leistungsfähigkeit und Stoffwechselgrößen

Wenn man die Cortisolkonzentrationen der 28 Probanden, die vor der Golfrunde abgenommen wurden, mit Parametern des Glukose- und Fettstoffwechsels und dem Gewicht in Beziehung setzt, so läßt sich bei den Ausgangswerten vor dem Spiel eine signifikante positive Korrelation zwischen den Konzentrationen der freien Fettsäuren und des Glyzerins mit den Konzentrationen des Cortisols feststellen. Nach der Belastung korrelierte die Cortisolkonzentration nur noch positiv mit dem Gewicht der Probanden und mit der Fettsäurekonzentration. Zwischen den Nachbelastungskonzentrationen des Cortisols und der Glukose bestand tendenziell ($p = 0,091$) eine positive Korrelation.

Die Insulinkonzentrationen der Probanden nach der Golfrunde zeigten eine signifikante positive korrelative Beziehung mit den Nachbelastungswerten der Glukosekonzentrationen, des Gewichts und der Gewichts Differenz und eine signifikante negative Korrelation mit den Konzentrationen der freien Fettsäuren und des β -Hydroxybutyrats

Um eine Beziehung zwischen der Leistungsfähigkeit und dem Fettstoffwechsel feststellen zu können, wurden die Ergebnisse der maximalen Leistungen und der Leistungen an den drei Schwellen der Laufbandergometrie mit den Nachbelastungskonzentrationen der freien Fettsäuren, des Glyzerins und des β -Hydroxybutyrats korreliert. Tendenziell ergab sich, dass mit steigender Leistungsfähigkeit die Aktivierung des Fettstoffwechsels geringer wurde.

Bei dem Vergleich der Leistungsfähigkeit mit der Cortisoldifferenz war tendenziell festzustellen, dass mit steigender Leistungsfähigkeit der Abfall der Cortisolkonzentration größer wurde.

Die Insulinausgangs- gegenüber den Insulinnachbelastungswerten ergaben tendenziell, dass je leistungsfähiger der Proband war, desto niedriger war die Insulinkonzentration vor und nach dem Golfspiel.

3.3 Vergleich der Versuchsreihe I mit der Versuchsreihe II

3.3.1 Laufbandergometrie

Maximale ergometrische Leistung

Beide Versuchsgruppen lagen mit ihren Maximalleistungen über den Solleistungen. Die männlichen Senioren um 0,8 – 1,0 W/kgKG und die männlichen „Junioren“ ebenso um 0,8 – 1,0 W/kgKG. Die Seniorinnen lagen ebenso wie ihre männlichen Kollegen um 0,8 – 1,0 W/kgKG über der Solleistung. Die „Juniorinnen“ erreichten die höchste alters- und geschlechtsbezogene Maximalleistung. Sie übertrafen ihren Sollwert um 1,1 – 1,3 W/kgKG. Eine Übersicht über diese Vergleiche bietet Tabelle 45.

Tabelle 45: Vergleich der Senioren und Junioren mit den Normwerten und untereinander

	Alter	Maximalleistung (Watt/kgKG)	Solleistung (Watt/kgKG)
Senioren – Männer	62,0 ± 5,7	2,8 ± 0,6	2,0 – 1,8 ^a
- Frauen	61,7 ± 4,6	2,4 ± 0,3	1,6 – 1,4 ^a
Junioren – Männer	31,5 ± 8,4	3,7 ± 1,0	2,9 – 2,7 ^a
- Frauen	32,4 ± 6,5	3,5 ± 1,2	2,4 – 2,2 ^a

^aClasing, Siegfried, 1990

3.3.2 Vergleich von Körpergewichtsveränderung, kardiovaskulärer und metabolischer Beanspruchung

Da beide Probandengruppen auf dem Golfplatz Brunnwies spielten, war die Möglichkeit gegeben, anhand gleicher Plätze allerdings ungleicher Klimabedingungen die Beanspruchung durch Golf zu vergleichen. Die Senioren benötigten im Durchschnitt 264 ± 30 min und die Junioren 246 ± 31 min.

3.3.2.1 Körpermasse

Die Senioren nahmen im Unterschied zu den Junioren um 0,4 kg mehr ab. Insgesamt wa-

ren aber die Lufttemperaturen bei den Senioren mit 16°C - 40°C deutlich höher als bei den Junioren, bei denen 10,5°C – 16,3°C gemessen wurden. Aus diesem Grund tranken die Senioren auch im Durchschnitt 250 ml mehr Mineralwasser.

3.3.2.2 Herzkreislaufbeanspruchung

Die Senioren zeigten geringere Mittel- bzw. Maximalwerte der Herzfrequenz auf dem Golfplatz (Abb. 53). Der Unterschied war aber bezogen auf die mittleren Durchschnittswerte mit 3,5 S/min vernachlässigbar klein. Bei den mittleren bzw. absoluten Maximalwerten hatten die Senioren eine um durchschnittlich 10 S/min bzw. 17,5 S/min niedrigere Herzfrequenz als die „Junioren“, wie nachfolgende Abbildung 53 zeigt.

Im Vergleich der relativen Herzfrequenzen (in %, bezogen auf die Maximalwerte während der Ergometrie) lagen die Senioren, trotz ihrer absolut niedrigeren Herzfrequenzen, über den Werten der Junioren. Die Differenz der mittleren Mittelwerte war mit 11,5 % am höchsten. Die höchsten Maximalwerte während des gesamten Spiels lagen nur knapp unter den Ausbelastungswerten (Abb. 54).

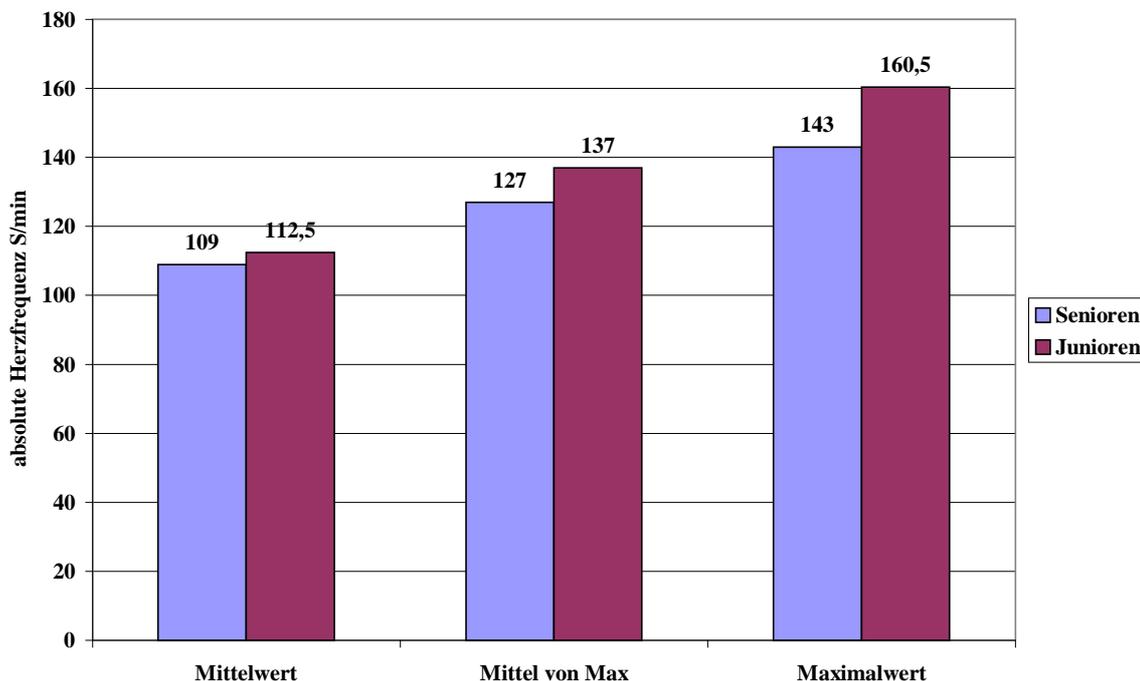


Abbildung 53: Absolute Herzfrequenzen (mittlere Mittel- bzw. Maximalwerte und absolute Maximalwerte) der Senioren und der „Junioren“ auf dem Platz Brunnwies

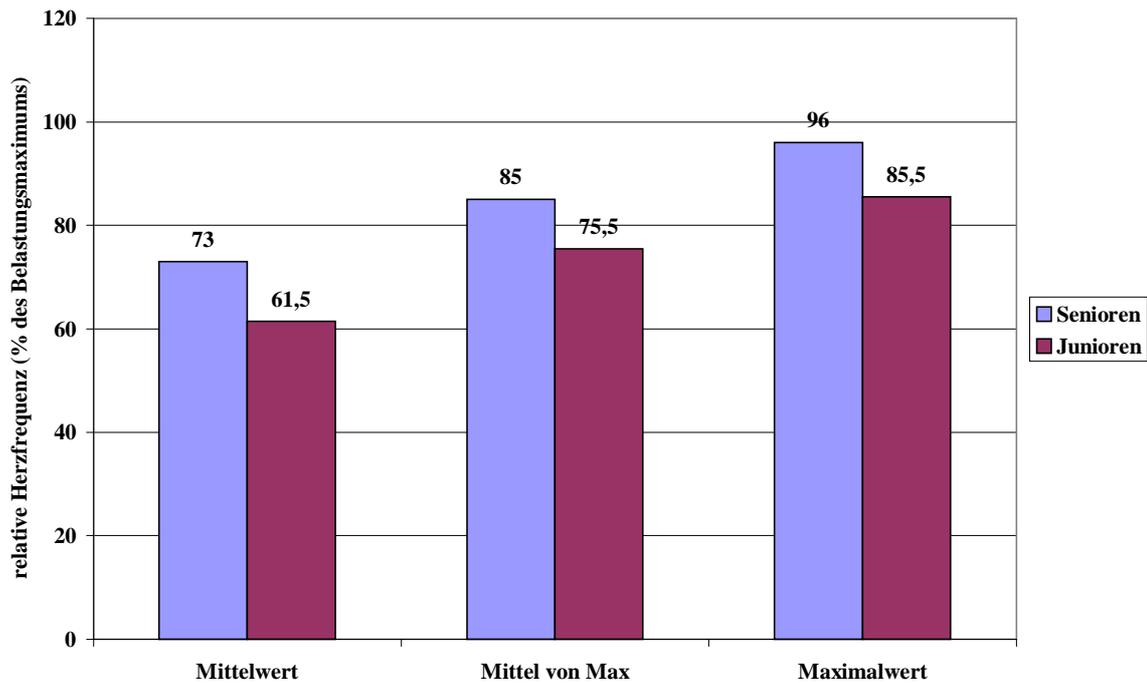


Abbildung 54: Relative Herzfrequenzen (mittlere Mittel- bzw. Maximalwerte und absolute Maximalwerte) der Senioren und der „Junioren“ auf dem Platz Brunnwies

3.3.2.3 Metabolismus

3.3.2.3.1 Laktat

Der Vergleich der Laktatkonzentrationen ergab, dass die Senioren bezüglich der Mittelwerte eine um 0,72 mmol/l höhere Konzentration aufwiesen, bezüglich der Maximalwerte sogar 1,12 mmol/l (Tabelle 46). Relativ zum Belastungsmaximum der Laufbandergometrie bedeutete dies eine um 21,5 % höhere mittlere Belastung für die Senioren. Ein Vergleich der Maximalwerte ergab eine um 23 % höhere Belastung. Die Senioren bewegten sich durchschnittlich über der aeroben Schwellenleistung.

Tabelle 46: Laktatmittelwerte von „Junioren“ und Senioren auf dem Golfplatz Brunnwies

	Senioren (n=28)		Junioren (n=11)	
Mittelwert absolut (mmol/l)	2,31	± 0,78	1,60	± 0,45
Mittelwert relativ (%)	42	± 20	20,5	± 9
Maximalwert absolut (mmol/l)	3,55	± 1,31	2,43	± 0,71
Maximalwert relativ (%)	55	± 27	32	± 17

3.3.2.3.2 Laborparameter

Kleines Blutbild

Das Blutbild zeigte einen interessanten Unterschied. Die Konzentration der Erythrozyten, des Hämoglobins und des Hämatokrits nahmen bei den Senioren zu, wohingegen sie bei den Junioren abnahmen (siehe Abbildung 55). Diese Veränderungen erwiesen sich nach dem Mann-Whitney-Test als signifikant. Folglich nahm das Plasmavolumen bei den Senioren um knapp 4 % ab, während es bei den Junioren um fast 7 % zunahm. Dies wird als Folge der Temperaturunterschiede und der o.g. größeren Gewichtsabnahme gedeutet.

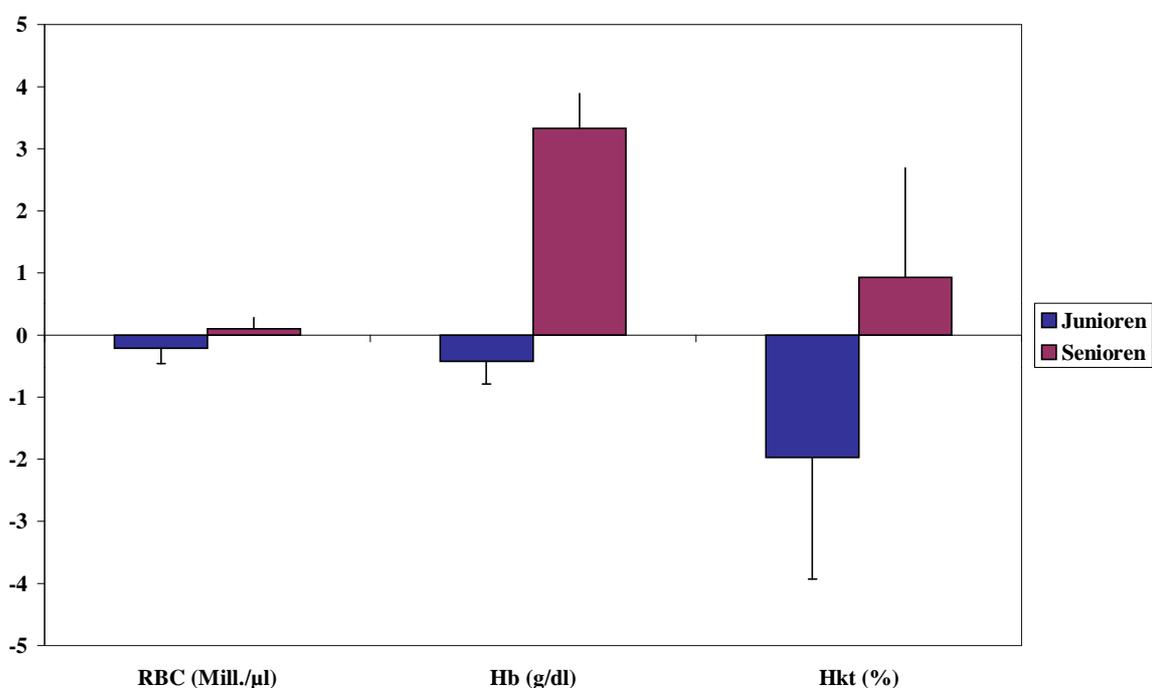


Abbildung 55: Konzentrationsdifferenzen der roten Blutkörperchen, des Hämoglobins und des Hämatokrits von den Senioren und Junioren

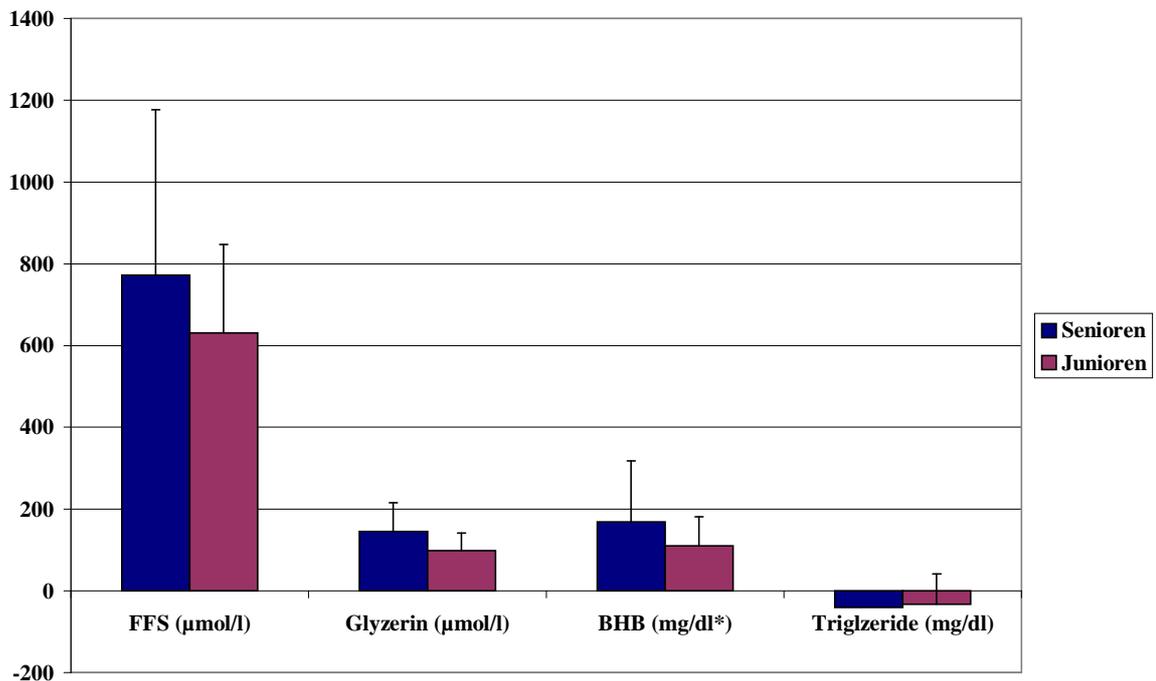
Fettstoffwechselfparameter

Bei den Senioren ließ sich allgemein eine deutlichere Zunahme von FFS, BHB, Glycerin, LDL-Cholesterin und eine deutlichere Abnahme der Triglyzeride, d. h. eine verstärkte Lipolyse feststellen (Tabelle 47, Abbildung 56). HDL-Cholesterin nahm hingegen bei den Junioren in stärkerem Maße zu. Eine Signifikanz war aber nur bei den Konzentrationen des Glycerins nachweisbar.

Tabelle 47: Vergleich der Differenzen der Fettstoffwechselfparameter von Senioren und „Junioren“

		FFS	Glycerin	BHB	LDL	Triglyzeride	HDL
Senioren	\bar{x}	772	145	1,68	14	-40	3,9
	\bar{x}	849	133	1,44	11	-29	5,8
	S	405	71	1,50	15	75	6,6
Junioren	\bar{x}	631	97	1,08	12	-33	4,4
	\bar{x}	647	100	0,90	12	-16	4,3
	S	217	44	0,71	15	75	6,6
Signifikanz		n.s. ^a	0,000	n.s. ^a	n.s. ^a	n.s. ^a	n.s. ^a

^a= nicht signifikant



*= Werte wurden mit dem Faktor 100 multipliziert

Abbildung 56: Konzentrationsdifferenzen der FFS, des Glycerins, des BHB's und der Triglyzeride

Substrate und Enzyme

In den Konzentrationen der weiteren Plasmasubstrate ließ sich kein signifikanter Unterschied feststellen. Creatinkinase als Muskelenzym und Myoglobin als Muskelfarbstoff nahmen bei den Senioren jedoch deutlicher zu als bei den Junioren (Abbildung 57).

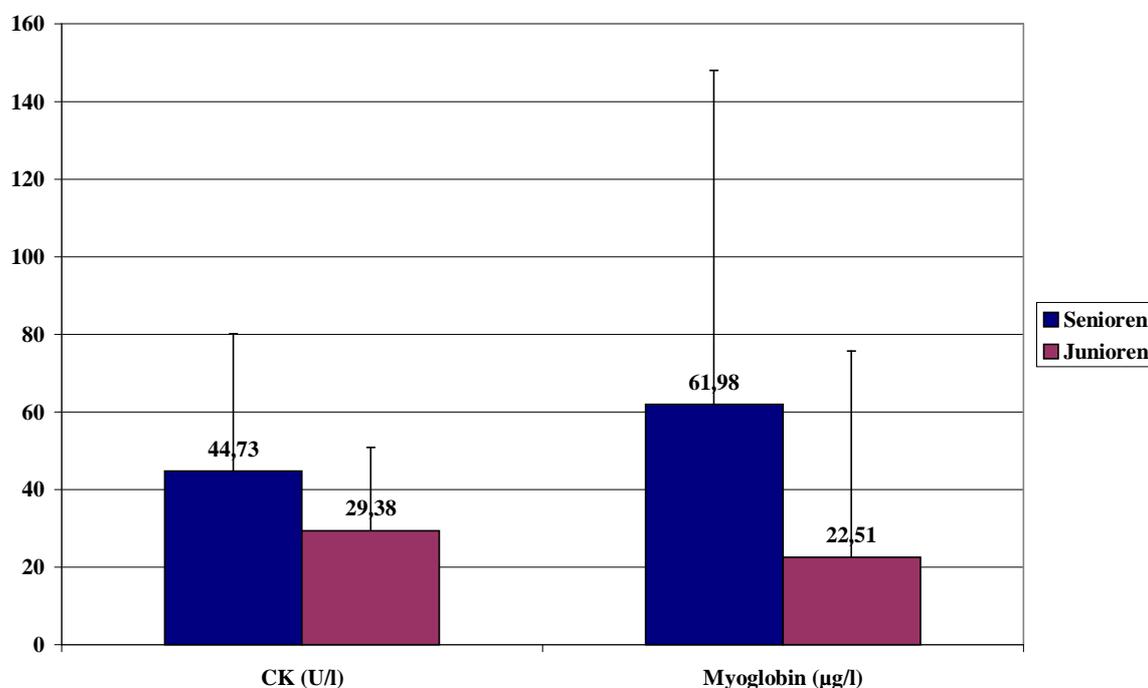


Abbildung 57: Konzentrationsdifferenzen der Creatinkinase (CK) und des Myoglobins zwischen Senioren und „Junioren“

Insulin und Cortisol

Die Seniorengolfer hatten im Vergleich zu den Junioren trotz höherer Ausgangswerte von Insulin einen niedrigeren Nachbelastungswert. Damit fiel die Differenz mit 35,6 µU/ml doppelt so hoch aus wie die der Junioren mit 17,4 µU/ml.

Die Konzentrationsdifferenz des Cortisols war hingegen bei den Senioren mit 3,9 µg/dl geringer als bei den Junioren, die eine Differenz von 4,9 µg/dl aufwiesen (Abbildung 58). Dies lag unter anderem daran, dass in der Gruppe der Senioren fünf Probanden einen Anstieg der Cortisolkonzentration zu Belastungsende aufwiesen. In der Gruppe der Junioren hatten hingegen alle elf Probanden mit Ende der Belastung eine niedrigere Cortisolkonzentration. Der Vergleich der Insulin- und Cortisoldifferenzen erwies sich jedoch im Mann-

Whitney-Test als nicht signifikant.

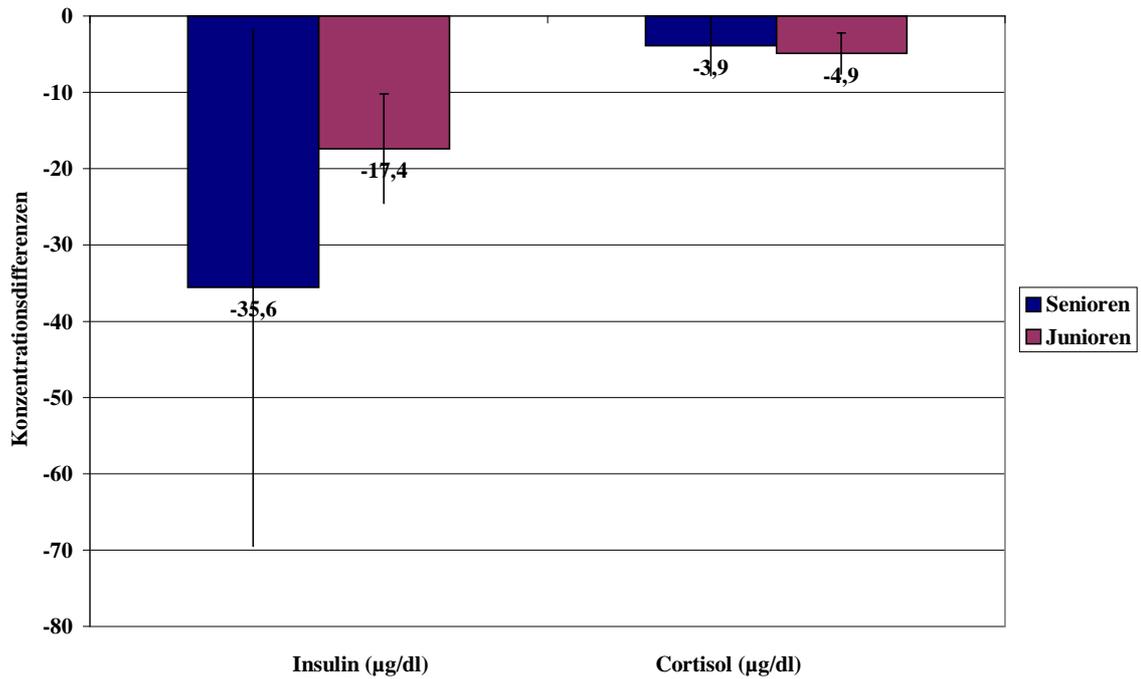


Abbildung 58: Insulin- und Cortisolkonzentrationsdifferenzen zwischen Senioren und „Junioren“

Elektrolyte

Die Unterschiede der Elektrolytkonzentrationen soll Tabelle XX im Anhang veranschaulichen. Ausschließlich der Vergleich der Differenzen von Natrium und Calcium ergab signifikante Unterschiede (Abbildung 59). So nahm die Natriumkonzentration bei den Junioren ab und bei den Senioren zu. Die Calciumkonzentration nahm bei den Senioren deutlicher ab als bei den Junioren.

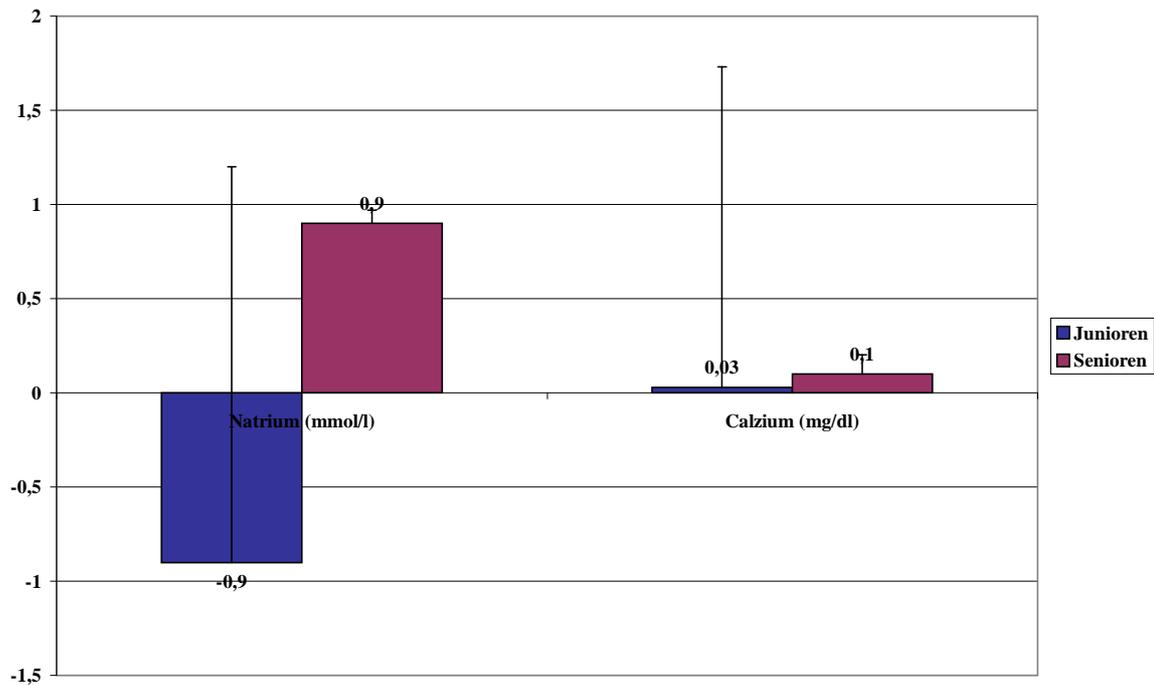


Abbildung 59: Natrium- und Calciumkonzentrationsdifferenzen zwischen Senioren und „Junioren“.

Zusammenfassung

Zusammenfassend ist anhand der in diesem Kapitel vorgestellten Ergebnisse festzustellen, dass bei den wesentlichen Stoffwechselfparametern grundsätzlich ein qualitativ gleiches Verhalten der Junioren und Senioren vorlag. Das Golfspielen stellt jedoch für die Senioren eine größere kardiale und metabolische Belastung dar als für die Junioren. Die Relationen zu den maximalen Leistungen während der Laufbandergometrie fallen bei den Senioren um einige Prozent höher aus, der Fettstoffwechsel wird stärker aktiviert, die Hormonantwort ist im Sinne einer stärkeren Belastung intensiver, das Plasmavolumen nahm ab und die muskuläre Beanspruchung ist aufgrund einer höheren Aktivität der Creatinkinase größer. Diese Unterschiede sind zum Teil auch auf die Wetterverhältnisse zurückzuführen, da die Senioren einer weitaus höheren Lufttemperatur ausgesetzt waren als die Junioren.

4 Diskussion

4.1 Versuchsaufbau und –durchführung

4.1.1 Probandengut

Das Probandengut beider Versuchsreihen unterschied sich in Bezug auf Alter, Gewicht und Handicap. Ein Teil der Golfer spielte regelmäßig über Jahre hinweg, wohingegen der andere Teil unregelmäßig, selten oder erst seit kurzer Zeit trainierte. Vor allem in der Versuchsreihe I wurden neben dem Golfsport noch andere Sportarten aktiv während der Studie betrieben, wie z. B. Triathlon, Fußball und Mountainbiking. Dementsprechend zeigten vier jüngere Probanden ein anderes Fitnessverhalten als diejenigen, die nur Golf und sonst keine andere sportliche Aktivität ausübten. Zusätzliche Sportaktivitäten können in der ersten Studie die Ergebnisse beeinträchtigt haben. Dies würde die hohen Ausgangswerte der Muskelenzyme von einigen Probanden erklären. Palank et al. (1990, S. 78) lösten in ihrer Studie derartige Probleme dadurch, dass vier Tage vor der Untersuchung die Probanden keinen Sport betreiben durften und auf diese Weise unbeeinflusste Messdaten erhielten.

Ein nicht well regenerierter Organismus würde sich in unserer Studie am ehesten auf metabolische und maximale Leistungsparameter, kaum auf submaximale insbesondere des kardiovaskulären Systems auswirken.

Weiterhin ist anzunehmen, dass Probanden, die seltener spielen, konzentrativ stärker beeinflusst sind als diejenigen, die wöchentlich Turniere spielen und auch besser an Zuschauer gewöhnt sind. Dies könnte vor allem Auswirkungen auf die Herzfrequenz zu Beginn des Spiels haben. Außerdem waren die Probanden durch die Umstände des Versuchs (Masken des Cosmed K4 und Herzfrequenzuhren tragen, Blutentnahmen) beeinträchtigt. Masken und Pulsuhren wurden von den Probanden auch beim Golfschwung gut toleriert. Subjektiv fühlten sich die Probanden durch die Blutabnahmen am Ohrläppchen nicht beeinträchtigt. Auch die venösen Blutabnahmen stellten keine Beeinträchtigung dar.

4.1.2 Feldversuch

Die Probanden wurden gebeten, am Vortag auf exzessiven Alkohol- oder Nahrungsmittelgenuss zu verzichten. Dies konnte jedoch nicht kontrolliert werden. Auswirkungen sind in erster Linie auf Laborparameter zu erwarten. Zudem nahmen die Probanden kein einheitli-

ches Frühstück ein. Dadurch erklären sich wahrscheinlich die großen Streuungen der Glukose- und Triglyzeridwerte vor Beginn des Golfspiels.

Da der Versuch im Freien stattfand, hatte man keinen Einfluß auf die Außenbedingungen. So waren die Senioren im August höheren Umgebungstemperaturen ausgesetzt. Die Junioren mussten im April teilweise bei Regen und nassem Boden spielen. Innerhalb jeder Versuchsreihe waren ebenso unterschiedliche Temperaturen und Bodenbeschaffenheiten anzutreffen. Insgesamt bestanden eine Reihe von internen und externen Störvariablen, die unabhängig von genannten messtechnischen Problemen eine zurückhaltende Interpretation der Ergebnisse erfordern.

4.2 Ergebnisse

4.2.1 Vergleich der Leistungsfähigkeit der jüngeren und älteren Probanden mit Normwerten

4.2.1.1 Laufbandergometrie

4.2.1.1.1 Maximalleistung

Für männliche Probanden gilt als ergometrische Solleistung für Normalpersonen 3 Watt/kg im Alter von 20 – 30 Jahren und für Frauen 2,5 Watt/kg. Ab dem 30. Lebensjahr wird der altersentsprechene Leistungsverlust mit 1 % pro Jahr angegeben (Hollmann, Hettinger, 2000, S. 431). In beiden Versuchsreihen wurden von den Probanden diese Solleistungen übertroffen. Die genauen Daten wurden bereits im Ergebnisteil aufgeführt. In der Versuchsreihe I erreichten zwei männliche Probanden Maximalwerte von > 4 Watt/kg. Dies spricht für guttrainierte Breitensportler bzw. Leistungssportler (Ausdauersportler ausgenommen). Eine weibliche Probandin, die in ihrer Freizeit Triathlon trainierte, kam auf einen Wert von 5,3 Watt/kg. Werte > 5 Watt/kg werden für ausdauertrainierte Leistungssportler angesetzt.

4.2.1.1.2 Max. Sauerstoffaufnahme

Für die max. Sauerstoffaufnahme gelten für Normalpersonen folgende Sollwerte (nur bei Ausbelastung): Männer 20 – 30 Jahre: 3300 ± 200 ml/min; Frauen 20 – 30 Jahre: 2200 ± 200 ml/min (Clasing und Siegfried, 1990, S. 41). Bezogen auf das Körpergewicht würde

dies folgenden Werten entsprechen: 35 – 40 ml/kg x min (Frauen) bzw. 40 – 45 ml/kg x min (Männer). Trainierte weisen höhere Werte auf. In unserer Studie lagen in der Versuchsreihe I die Männer mit durchschnittlich 4079 ± 566 ml/min und auch die Frauen mit 3000 ± 729 ml/min deutlich und entsprechend der übernormalen Wattleistung über dem Normbereich.

Aus Maximalleistung bzw. maximaler Sauerstoffaufnahme ergibt sich, dass die Untersuchungen an gut leistungsfähigen Probanden durchgeführt wurden.

4.2.2 Kardiovaskuläre Beanspruchung und Risikoüberlegungen beim Golfspielen

Die Herzfrequenzen, die während der Golfstunden erreicht wurden, sind mit Durchschnittswerten von 98 – 118 S/min (Männer – Frauen) als relativ niedrig anzusehen. Murase et al. (1989, S. 270) kamen zu gleichen Ergebnissen.

Während dem Spiel wurden jedoch je nach Platz Spitzenwerte von bis zu 185 S/min erreicht. Dabei kann neben der physischen Beanspruchung auch psychischer Stress eine Rolle spielen. McKay et al. (1997, S. 57) untersuchten Golfer während einem Wettkampf und während Übungsbedingungen. Die Ergebnisse besagen, dass die Herzfrequenz im Durchschnitt während des Wettkampfs höher ausfiel als während des Übungsspiels.

Die relativen Herzfrequenzwerte belegen, dass die kardiale Beanspruchung beim Golfen für die Senioren deutlich höher ausfiel als für die Junioren in Relation zu den gemessenen Maximalwerten der Ergometrie. So erreichten die männlichen Junioren auf den drei Plätzen mit ihren Mittelwerten zwischen 52 – 56 % und mit den mittleren Maximalwerten 61 – 70 % der maximalen Herzfrequenz beim Leistungstest. Die weiblichen Junioren zwischen 60 und 62 % (Mittelwerte) bzw. 72 – 75 % (mittlere Maximalwerte). Die Senioren (ohne β -Blocker) wiesen relative Herzfrequenzwerte von 71 % (Mittelwerte) bzw. 87 % (mittlere Maximalwerte) auf. Die höchsten Maximalwerte während des Spiels lagen bei den Senioren nur knapp unter den Ausbelastungswerten der Ergometrie (Abb. 41).

Hinsichtlich des Blutdruckverhaltens erlaubt unsere Studie nur grob orientierende Informationen, da die Werte nicht während sportartspezifischer Aktivitäten, sondern bei den „Junioren“ nur vor und nach, bei den „Senioren“ zusätzlich intermittierend an den Grüns nach stärkstem bzw. längstem Anstieg im Stehen erhoben wurden. Während bei den „Junioren“

kaum Veränderungen zu beobachten waren, zeichnete sich bei den „Senioren“ mit deutlicher Tendenz ab, dass anfänglich teilweise deutlich überhöhte systolische Werte im Verlauf abfielen, was auch von Ende (1966, S. 32) beobachtet wurde. In der Anfangsphase des Spiels ist demnach insbesondere bei Hypertonikern bei intensiver Gehart eine vorübergehende überhöhte Druckbelastung des Herzens nicht auszuschliessen. Inwieweit sich der Golfschwung auf den Blutdruck auswirkt, kann nur vermutet werden. Bei fixierter Thoraxmuskulatur ist mit einer Pressatmung zu rechnen, die aber im Zeitbereich von 1 Sekunde kaum zur nennenswerten Erhöhung des arteriellen und pulmonalen Druckes führt (Jeschke, D. 1973, S. 86-98) und auch nicht die preload nennenswert blockiert (Rost et al. 1974, S. 119).

Dennoch ist bei Golfern mit kardiologischen Vorerkrankungen, wie koronare Herzerkrankung und Hypertonie, vor allem in Hinblick auf die Frequenzbeanspruchung, aber auch die vereinzelt beobachteten hohen Blutdrücke mit Werten von 230/120 mmHg bei einem Probanden Vorsicht geboten. Eine sportmedizinische Voruntersuchung ist gerade Älteren und Herzkreislaufkranken dringend zu empfehlen (Rost, S. 8; Schnupp, 1993, S. 56).

Ein weiterer, allerdings indirekter Parameter, der über kardiale Beanspruchung Auskunft gibt, ist die Sauerstoffaufnahme. Sie hängt dominant von dem geförderten HMV ab. Für fünf männliche Probanden konnte diese mit dem Cosmed K4 bestimmt werden. Im Vergleich zur maximalen Sauerstoffaufnahme beim Stufentest betrug diese, wie schon im Ergebnisteil erwähnt, im Durchschnitt 38 % (Sagmühle) bzw. 40 % (Brunnwies) bzw. 41 % (Lederbach). Dies galt für die mittleren Mittelwerte. Diese Werte lagen etwas über den berechneten Werten der 1997 veröffentlichten Studie von Ferrauti, Predel, Weber und Rost in der 35 % angegeben wurden. Murase et al. bestimmten mit 38 % eine ähnliche Dimension der mittleren Sauerstoffaufnahme wie wir. Unter Berücksichtigung, dass die Sauerstoffaufnahme vom HZV und von der peripheren O₂-Utilisation bestimmt wird, kann man grob schliessen, dass beim Golfen die maximale Förderleistung des Herzens durchschnittlich deutlich unter 50 % beansprucht wird (Hollmann und Hettinger, Sportmedizin, 2000, S. 320).

Auch aus Laktatspiegeln sind indirekt Rückschlüsse auf die Beanspruchung des Herzens möglich. Zwischen Laktatspiegeln und freien Katecholaminen im Blut bestehen engste Korrelationen (Deschenes, Kraemer, Maresh, Crivello, 1991, S. 91). Freie Katecholamine erhöhen den myokardialen Sauerstoffverbrauch.

Da die Laktatspiegel (mittlere Mittelwerte) in beiden Versuchsreihen, wie dargestellt, nur 13 – 22 % (= 1,22 – 3,11 mmol/l) bei den Frauen, 16 – 24 % (= 1,13 – 1,97) bei den Männern und 25 - 42 % (= 2,71 mmol/l) bei den Senioren betragen, kann gefolgert werden, dass die Katecholaminkonzentration im Blut wahrscheinlich im Durchschnitt gering ist.

Man kann demnach davon ausgehen, dass beim Golfspielen eine kardiale Mehrbelastung, ausgelöst durch einen Anstieg der Katecholamine, im Durchschnitt wahrscheinlich gering ist.

Dies ist vor allem für Patienten mit kardialen Problemen von großem Interesse, da sich somit Golf für diese Gruppe als interessante sportliche Betätigung mit geringem kardialen Risiko eignen würde.

4.2.3 Kardiale und metabolische Beanspruchung im Hinblick auf mögliche Trainingseffekte

Golf ist eine Individualsportart, bei der das sportliche Ziel darin besteht, einen Vollball aus Hartgummi mit einem Schläger auf einem bis zu 10 km langen Kurs mit natürlichen und künstlichen Hindernissen mit möglichst wenigen Schwüngen in bis zu 18 Löcher zu befördern. Im motorischen Beanspruchungsprofil sind der Golfschwung von dem zügigen Gehen mit Zusatzlast (Ziehen eines Trolley in unserer Studie oder Tragen eines Golfbags) über eine lange Strecke abzugrenzen. Der Golfschwung erfordert ein Training von Koordination, Schnelligkeit und Flexibilität, von dem keine nennenswerten Effekte auf das kardiovaskuläre und metabolische System zu erwarten sind. Das zeitlich bei weitem dominierende Gehen, das in zügigem Tempo – in unserer Studie 3,6 km/h bergauf, bis 7,1 km/h in der Ebene über 3,5 – 4,5 Stunden - zu vollziehen ist, stellt eine typische Langzeitausdauerbeanspruchung dar, bei dem dynamisch unter Berücksichtigung der Zusatzlast mehr als 1/6 – 1/7 der Gesamtskelettmuskulatur eingesetzt werden muss. Von einem derartigen Training sind prinzipiell kardiovaskuläre und metabolische Adaptationen zu erwarten (Aigner 1982, S. 567), wenn Reizschwellen nicht nur in der Zeitdauer, sondern auch in der Intensität der muskulären Beanspruchung überschritten werden.

Als Mindestbedingungen für ein Ausdauertraining zur Verbesserung der kardiozirkulatorischen Leistungsfähigkeit gelten nach den grundlegenden Untersuchungen von Hollmann (Sportmedizin, 2000, S. 411) Intensitäten von größer 50 % der maximalen Sauerstoffaufnahme bzw. 40 % einer im Stufentest ermittelten maximalen dynamischen Leistung. Unter

energetischen Aspekten sollte die muskuläre Beanspruchung den individuellen anaeroben Schwellenbereich, aber nicht die Laktat-steady-state-Schwelle auf Dauer übersteigen (Hollmann und Hettinger, 2000, S. 362).

Da die Herzfrequenz der am einfachsten zu kontrollierende Parameter ist, werden für Trainingsempfehlungen Herzfrequenzvorgaben gemacht, die als „Faustformeln“ sich an der altersabhängigen maximalen Herzfrequenz orientieren und prozentuale Anteile als Richtmass (z.B. 70 % des individuellen abgeschätzten Maximalwertes) vorgeben oder aber einen als sinnvoll angenommenen Herzfrequenzwert mit Alterskorrektur (z.B. $180 - \text{Lebensalter in Jahren} = \text{Trainingsherzfrequenz}$) empfehlen. Die individuell begründete Vorgabe berücksichtigt die auf der Basis von Voruntersuchungen ermittelten Herzfrequenzen an den aeroben/anaeroben Schwellenleistungen und gibt die dem aerob-anaeroben Übergangsbereich entsprechenden Herzfrequenzbereiche als Belastungsbereiche an (Hollmann und Hettinger, 2000, S. 362).

Aufgrund von epidemiologischen Untersuchungen (Paffenbarger, 1986, S. 606) ist als Gesamtumsatz eines effektiven, gesundheitsfördernden Trainings davon auszugehen, dass mindestens 4200 kJ/Woche entsprechend $60 \text{ kJ/kg} \times \text{Woche}$ durch körperliche Aktivität umgesetzt werden sollten. Überprüft man unter diesen Vorgaben die Frage, ob „Golf“ effektiv sein kann, so ergibt aus unseren Daten im Hinblick auf die zunächst zu diskutierende durchschnittliche Belastungsintensität Folgendes:

1. Herzfrequenz

Die für ein Ausdauertraining nötigen Herzfrequenzen (nach den Faustformeln: gesunde untrainierte weibliche und männliche Personen unterhalb des 50. Lebensjahres Pulsfrequenz von 130 S/min und für Personen oberhalb des 50. Lebensjahres $180 - \text{Lebensalter in Jahren} = \text{Pulsfrequenz im Training}$) hätten die weiblichen Junioren in Sagmühle, Brunnwies und Lederbach mit den mittleren Maximalwerten und die Männer nur in Lederbach mit den mittleren Maximalwerten erreicht. Die Senioren lagen in ihren mittleren Mittelwerten (109 S/min bei geforderten 118 S/min) nur knapp unter der Schlagzahl, aber mit ihren mittleren Maximalwerten (127 S/min) deutlich über dieser Herzfrequenz.

2. Aerob/anaerobe Schwelle

Um einen positiven Einfluss auf die allgemeine aerobe Ausdauer zu haben sollten die „Junioren“ Herzfrequenzen im aerob-anaeroben Schwellenbereich (Bereich: 2 – 4 mmol/l)

von durchschnittlich 145 – 171 S/min (Männer) bzw. 143 – 166 S/min (Frauen) während des Golfspiels erreichen, die Senioren im Mittelwert 110 – 136 S/min (gesunde: 112 – 138 S/min, kranke: 109 – 134 S/min; ohne β -Blocker: 107 – 136 S/min). Auf die individuelle anaerobe Schwelle bezogen würde dies eine Herzfrequenz von 166 S/min für die Männer, 152 S/min für die Frauen und 132 S/min für die kranken und 134 S/min für die gesunden Senioren bedeuten.

Männliche Junioren tangierten diesen Bereich aber nur mit ihren absoluten Maximalwerten auf den Golfplätzen Brunnwies und Lederbach. Die jungen Frauen konnten im Durchschnitt die für ein Ausdauertraining geforderte Herzfrequenzbedingungen in Sagmühle und Brunnwies nur partiell mit den absoluten Maximalwerten und in Lederbach mit den mittleren Maximalwerten erfüllen. Die Senioren (krank und gesund) erreichten im Durchschnitt mit ihren mittleren Maximalwerten die für ein Ausdauertraining nötige Herzfrequenz.

Ebenso wie die Herzfrequenz sollte die Laktatkonzentration in dem aerob-anaeroben Schwellenbereich (individuell variable, anhand der Ergometrie ermittelte Werte) liegen, um eine Verbesserung der Ausdauer bewirken zu können. Insgesamt stellten die Belastungen auf dem Golfplatz Sagmühle für die Gruppe der Junioren (1,17 mmol/l bzw. 1,44 mmol/l Laktat) keine Belastung im Sinne eines Ausdauertrainings dar. Je anspruchsvoller das Gelände aber wurde, umso höher war gemessen am Laktat die durchschnittliche Belastungsintensität. So lagen die mittleren Maximalwerte auf den Golfplätzen Brunnwies und Lederbach teilweise in einem Bereich, in dem auch bei jüngeren Sportlern eine Verbesserung der Langzeitausdauer erwartet werden kann.

Die gemessenen Laktatwerte der Senioren lagen mit einem mittleren Mittelwert von 2,71 mmol/l und einem mittleren Maximalwert von 3,55 mmol/l oberhalb der aeroben und unterhalb der anaeroben Schwelle von 2 – 4 mmol/l Laktat und damit in dem optimalen Trainingsbereich für die Ausdauerleistungsfähigkeit bei Breiten- und Leistungssportlern (Mättner, 1987).

3. Maximale Sauerstoffaufnahme

Die männlichen Probanden der Versuchsreihe I erzielten in ihren Mittelwerten eine VO_2 max, die durchschnittlich mit 35 – 46 % auf allen drei Plätzen unter den geforderten 50 % lag und somit zu gering für ein kardiovaskulär effektives Training ist. Mit den mittleren Maximalwerten wurde diese Grenze bis auf den Platz Sagmühle jedoch erreicht.

4. Energieumsatz

In unserer Studie lagen die durchschnittlichen Gesamtenergieumsätze bei 6558 kJ/218 ± 36 min (= 28,8 kJ/min Sagmühle), 6475 kJ/246 ± 31 min (= 29,7 kJ/min Brunnwies) und 7382 kJ/240 ± 20 min (= 30,9 kJ/min Lederbach). Bei einem Grundumsatz von 8400 kJ/d für Männer (Silbernagl, S. und Despopoulos, A., 1991, S. 196) würde dies, bezogen auf den Zeitraum des Golfens, einen Kalorienmehrverbrauch von 5164 kJ (Sagmühle), 5028 kJ (Brunnwies) und 5953 kJ (Lederbach) bedeuten. Der hohe Kalorienmehrverbrauch auf dem Golfplatz Lederbach ist auf das sehr hügelige Geländeprofil von ca. 320 Höhenmeter zurückzuführen. Ausgenommen der Ergebnisse der Studie von Murase et al., 1989, S. 271 (24,7 ± 3,8 kJ/min) lagen diese Werte deutlich über denen der gängigen Literatur, die zudem keine Angaben über die Beschaffenheit des Golfplatzes machte. So wurde 1997 in der Studie von Ferrauti, Predel, Weber und Rost ein mittlerer Kalorienverbrauch von ca. 4180 kJ pro einer 18-Loch-Runde ermittelt. Palank und Hargreaves (1990, S. 78) gaben 1965 kJ an. Lampley, Lampley und Howly (1977, S. 637) kamen in ihrem Feldversuch auf einen Kalorienverbrauch von 2600 kJ für die kompletten 18 Löcher. In dieser Studie mussten die Golfer auch nur neun von 18 Löchern gehen, und dieser Wert wurde anschließend auf die gesamten 18 Löcher hochgerechnet. Brunette gibt in seiner Veröffentlichung (1997, S. 26) denselben Energieumsatz wie Lampley et al. an. In den älteren Golfstudien von Passmore and Durin (1955) bzw. Getchell (1968) wurde der Energieumsatz mit 20,9 kJ/min bzw. 15,5 kJ/min auch deutlich niedriger bestimmt. Getchell untersuchte in seiner Studie den Kalorienverbrauch indirekt mittels des Kofranyi-Michaelis Messgerätes, einem tragbaren Trockengasmessgerät. In dieser Studie wurden zudem zwei Methoden zur Feststellung des Kalorienverbrauchs verwendet: „Time-Motion Analysis“ und „Continuous Play Analysis“. Durin nahm aufgrund des von ihm festgesetzten Energieumsatzes von 700 kcal (= 4 kcal/min bzw. 17 kJ/min) keine Effektivität auf das kardiovaskuläre System an.

Nach unseren Messungen ist der Kalorienverbrauch beim Golfen vergleichbar mit dem des Walkings. Dieser liegt in dem Bereich von 20,9 – 31,3 kJ/min (Schwarz et al 1998; S. 315). Nach Getchel and Leroy (1968, S. 33) beträgt der Energieverbrauch beim Walking 22,8 kJ/min, beim Golfen mit Tragen der Schläger 25,5 kJ/min und beim Golfen mit Ziehen eines Golfbags 28,1 kJ/min. In Sportarten wie Fußball (104,5 kJ/min), Tennis (33,4 kJ/min) oder Laufen (41,8 kJ/min für 9 km/h) werden höhere Energieumsätze erreicht (Rost, 1990, S.155).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bei unseren gut leistungsfähigen Junioren der Golfsport vermutlich keinen die kardiovaskuläre Leistungsfähigkeit steigernden Effekt hat. Bei älteren, weniger gut leistungsfähigen wurden aber die Bedingungen zur Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit durchwegs erfüllt.

4.2.4 Effekte durch ein Golfspiel

4.2.4.1 Effekte auf Körpermasse

Nach Morris und Hardmann (1997, S. 308) ist der Energieverbrauch ab einer bestimmten Gehgeschwindigkeit proportional zur Körpermasse. Aus diesem Grund nahmen die schweren Golfer im Durchschnitt absolut betrachtet (jedoch nicht relativ bezogen auf das Körpergewicht) mehr ab als die leichteren Golfer. Dies liegt auch an der Tatsache, dass schwerere Personen einen höheren Gehalt an Wasser haben und so durch die körperliche Belastung und dem damit verbundenen Schwitzen mehr Wasser verlieren und auf diese Weise mehr Gewicht. Die Frauen verbrauchten insgesamt weniger an Energie und nahmen somit in geringerem Maße ab als die Männer, da sie erstens nach Morris und Hardmann (1997, S. 308) eine kleinere Körpermasse haben, zweitens ihr Grundumsatz niedriger ist, drittens mehr Fettgewebe besitzen und viertens einen geringeren Wassergehalt haben als die Männer.

4.2.4.2 Effekte auf den Blutdruck

Morris und Hardmann (1997, S. 318) beschrieben aufgrund mehrerer Studien, daß regelmäßiges „Walking“ (50 % VO_2 max, eine Stunde täglich, 5 mal/Woche, für vier Wochen) den systolischen Blutdruck von normotensiven Personen senkt. Vor allem für Hypertoniker gilt, dass milde bis mäßige körperliche Belastung den Blutdruck erniedrigt (Murase et al., 1989, S. 271). Die Ursache liegt in einer akuten Gefäßerweiterung der Arterien und Arteriolen und in der Eröffnung der Kapillaren, die durch den erhöhten Sauerstoffbedarf der arbeitenden Skelettmuskulatur hervorgerufen wird. Konsekutiv tritt eine Abnahme des lokalen arteriellen Gefäßwiderstandes ein. Eine zentrale Rolle für die Regulation des Gefäßtonus spielt das Gefäßendothel, in dem NO mit Hilfe der NO-Synthase produziert wird und eine Gefäßerweiterung bewirkt (Hollmann, Hettinger, 2000, S. 296).

Nach unseren Untersuchungen wird durch einmaliges Golfspielen der Blutdruck insgesamt nicht wesentlich beeinflusst. Nur der diastolische Blutdruck schien durch die körperliche

Belastung leicht abzufallen, was auf eine Minderung des peripheren Widerstands hindeutet.

4.2.4.3 Effekte auf Blutbild und Blutplasma

Das rote Blutbild spiegelt nach Hollmann und Hettinger (Sportmedizin, 2000, S. 81) die Veränderungen des Plasmavolumens wieder. So zeigten die Senioren aufgrund der hohen Umgebungstemperaturen mit verstärkter Schweißbildung eine signifikante Zunahme der Erythrozytenkonzentration, des Hämatokrits und des Hämoglobins und dementsprechend eine Abnahme des Plasmavolumens.

Für diesen Plasmavolumenverlust waren vor allem die Dauer der Belastung (= Verlust durch körperliche Arbeit) und die Hitzeeinwirkung (= Verlust durch Schweißbildung) maßgeblich verantwortlich. Gauer und Henry, 1963; Kjellmer, 1965 (aus: Hollmann und Hettinger, Sportmedizin, 2000, S. 82) sehen als Ursache für die Reduzierung des Plasmavolumens in erster Linie den angestiegenen intravaskulären hydrostatischen Druck an. Muskuläre Arbeit setzt den peripheren Widerstand mittels Gefäßdilatation herab und vergrößert die Blutflußgeschwindigkeit. Der vergrößerte intrakapilläre hydrostatische Druck, der den Anstieg im mittleren arteriellen und venösen Druck begleitet, genügt für eine Wasserverschiebung vom vaskulären zum extravaskulären Raum. Hinzu tritt möglicherweise eine größere Gefäßwandpermeabilität, für die De Lanne et al., 1958 (aus Hollmann und Hettinger, 2000, S. 82) den geringgradigen Proteinverlust in den extravaskulären Raum und der Eiweißverlust über die Nieren als Ursache ansehen.

Die Junioren wiesen hingegen insgesamt eine Abnahme des roten Blutbildes und damit eine Zunahme des Plasmavolumens auf. Karvonen und Kunnas, 1952, Åstrand und Saltin, 1964 (aus: Hollmann und Hettinger, Sportmedizin, 2000, S. 82) beobachteten, das nach mehrstündiger Arbeitsdauer von geringer Intensität eine Plasmavolumenexpansion, wie in der Erholungsphase nach intensiver Arbeit, auftreten kann.

Veränderungen des weißen Blutbildes sind sowohl von der Dauer wie der Intensität einer Belastung abhängig. Auch beim Golfen kam es zu einem signifikanten Anstieg der relativen Leukozytenzahl, die die Blutvolumenänderungen weit übertraf. Diese ist aber nicht vergleichbar mit der Leukozytose, die nach längeren Läufen, wie z. B. Marathon (Anstieg bis $50000 / \text{mm}^3$), erreicht werden kann (Clasing und Siegfried, 1990, S. 64). Die Zunahme wird verschiedenen Ursachen zugeschrieben. So sind hormonelle Faktoren (Cortisolsekre-

tion), Aktivierung des Sympathikus, pH-Abfall, Entzündungen als Antwort auf lokale Gewebsverletzungen im Bereich der Füße sowie der überlasteten Muskulatur verantwortlich. Nach 48 –72 Stunden normalisierten sich die Veränderungen in der Regel (Clasing und Siegfried, 1990, S. 64).

Für die ebenfalls signifikanten Anstiege der Thrombozytenzahlen wird als Ursache eine vermehrte Plättchenausschüttung aus Milz, Knochen und Lungen angesehen (Hollmann und Hettinger, Sportmedizin, 2000, S. 407).

4.2.4.4 Effekte auf den Substratmetabolismus

a) Fettstoffwechsel

Der Fettstoffwechsel wurde auf der Golfrunde sehr deutlich angeregt (siehe Ergebnisse Fettstoffwechsel 3.1.2.1.6, 3.1.2.2.6, 3.1.2.3.6 und 3.2.2.5). Hollmann und Hettinger (Sportmedizin, 2000, S. 77 – 79) beschreiben, dass eine länger andauernde muskuläre Beanspruchung von aerobem Charakter zuerst eine Verminderung der freien Fettsäuren infolge der Fettverbrennung bewirkt. Danach erfolgt als Ausdruck der zunehmenden Fettmobilisation im Fettgewebe ein langsamer Anstieg, und nach ca. 15 – 30 Minuten ist der Ruhewert bereits überschritten. Als Ursache werden Katecholamine aus den sympathischen Nervenendigungen angesehen. Eine Aktivierung der intrazellulären Lipase mobilisiert freie Fettsäuren aus den endogenen Triglyzeriddepots. In Relation zur Belastungsintensität steigt die Lipaseaktivität an. Adrenalin vergrößert zusätzlich die Aktivität dieses Enzyms. Mit zunehmender Belastung wird die Lipolyse vor allem über das Wachstumshormon stimuliert. Dynamische Beanspruchungen großer Muskelgruppen zwischen 1 – 4stündiger Dauer, durchgeführt mit weniger als 50 % der maximalen Sauerstoffaufnahme, werden energetisch zu etwa 70 % über den Lipistoffwechsel abgedeckt. Je besser der Ausdauertrainingszustand ist, desto stärker steigt der Prozentsatz der Fettsäureverbrennung an der Energiedeckung an. Somit werden die Kohlehydratdepots geschont. Am Arbeitsende erfolgt ein abrupter Anstieg infolge von muskulärer Mobilisation gegenüber dem muskulären Verbrauch.

Jeukendrup et al. (1998 S.296) berichteten, dass während einer Belastung von niedriger Intensität (25 – 40 % VO_2max) die Energie überwiegend aus freien Fettsäuren und nicht aus Kohlehydraten gewonnen wird. Bei höherer Intensität (65 % VO_2max), die zum Teil auch auf dem Golfplatz erreicht wird, trägt die Fettoxidation mit mehr als 50 % zur Ener-

giebereitstellung bei und ist absolut betrachtet 40 % höher als bei Belastungen von 25 % VO_2 max (Ranallo und Rhodes, 1998 S. 34; Havel et al., 1963, S.1060). Nach Weicker und Strobel (1994, S. 142) stellen die intramuskulären Triglyzerid-Depots im Hinblick auf die Rationalisierung des Glykogenverbrauchs und die Bereitstellung der Fettsäuren für die oxidative ATP-Bildung bei submaximaler Belastung bis zu 60 % der VO_2 max. ein wertvolles kaum erschöpfliches Substratdepot dar. Die Fettsäuren werden primär aus diesen Depots mobilisiert und dem arbeitenden Muskel auf kurzem Wege zugeführt. Das gilt für mindestens 50 % der oxidierten Fette. Die verbleibenden energieliefernden Fettsubstanzen sind Triglyzerid-Depots im Fettgewebe und zirkulierende Plasmatriglyzeride. Während langandauernder Belastung nimmt die Triglyzeridkonzentration besonders in den Typ I-Muskelfasern ab, die bevorzugt zur Fettverbrennung geeignet sind aufgrund ihres hohen Mitochondriengehalts. Nach Weicker deutet die Abnahme der Triglyzeride im Plasma (1980, S.3150) auf eine gute metabolische Anpassung hin. Sie ist wichtig in der Prophylaxe von arteriosklerotischen Gefäßveränderungen. Für Berg A. (1992 S.17) ist für die günstigen Effekte von Sport auf die Lipide der Sog entscheidend, den die Typ-T-Muskelfasern auf die Triglyzeride im Blut ausüben.

In unserer Studie variierte die Differenz Triglyzeridabnahme von -33 mg/dl (Junioren-Brunnwies und Lederbach) bis -40 mg/dl (Junioren-Sagmühle; Senioren). Palank und Hargreaves (1990, s. 79) untersuchten in ihrer Studie 28 Golfer über 18 Loch mit einem Alter von durchschnittlich 61 Jahren (Kontrollgruppe durchschnittlich 50 Jahre). In dieser Gruppe fiel die Differenz der Triglyzeridabnahme mit -17 mg/dl jedoch deutlich geringer aus, obwohl die Platzlänge mit 7130 m größer war als die unserer Golfplätze (5005 – 5979 m). Die Ursache könnte im unterschiedlich anspruchsvollen Geländeprofil und damit in einer unterschiedlichen Belastungsintensität liegen. Palank et al. machen darüber jedoch keine Angaben.

Die Konzentration des Glycerins, die vor allem zur Beurteilung der Depotfettmobilisierung dient (Weicker, 1980, S.3150), nahm wie bereits erwähnt auch sehr deutlich durch die Belastung des Golfspiels zu. Ein signifikanter Anstieg wird jedoch nach den Untersuchungen von Ferrauti et al., 1997, S. 265 nur während der ersten zwei Stunden erreicht und nicht im weiteren Spielverlauf, da Glycerin verstoffwechselt wird.

Die Konzentration des β -Hydroxybutyrats zeigt laut Buhl et. al. (1974, S. 234) während einer Ausdauerbelastung keine wesentlichen Veränderungen, steigt aber unmittelbar nach

Belastungsende (Dauer der Belastung: 210 min) an. Sie stellten eine 2 – 3fache Zunahme bei ihren Versuchen auf dem Fahrrad fest. In unserer Studie konnte gezeigt werden, dass die Anstiege das 4 - 7fache betragen. Dies ist als Ausdruck eines erheblich erhöhten Fettumsatzes zu deuten.

Man kann also feststellen, dass durch die submaximale Belastung beim Golfen der Fettumsatz im stärkeren Maße angeregt wurde als bei der Studie von Buhl et al. auf dem Fahrradergometer. Es ist jedoch zu beachten, dass die Belastungsdauer beim Golfspielen mit 218 – 240 min etwas über der der Fahrradergometrie (210 min) lag.

Gesamt-Cholesterin, LDL-Cholesterin stiegen in unserer Studie nach einem einmaligen Golfspiel an, was als akuter Aktivierungseffekt von Fett aus der Leber zu deuten ist. Langfristig gesehen werden diese Parameter durch ein Ausdauertraining gesenkt. Im Gegensatz dazu steigt das HDL-Cholesterin (HDL₂) an (Berg et al., 1991, S. 230; Suzuki et al., 1998, S. 154; Katoh et al. 1993, S. 1131). Jeschke et al. (1980, S. 139) konnten bei einer Vergleichsstudie zwischen langlaufenden und untrainierten Männern zwar keine Unterschiede bezüglich des Gesamt-Cholesterins feststellen, jedoch war die HDL-Fraktion bei den langlaufenden Männern signifikant erhöht. Körperliche Ausdaueraktivität erhöht die Aktivität peripherer Schlüsselenzyme, wie z.B. der Lipoproteinlipase, die beim Cholesterinstoffwechsel eine entscheidende Rolle spielen. Dies hat zur Folge, dass Cholesterin vermehrt von peripheren Zellen und zirkulierenden Lipoproteinen auf cholesterinarme HDL-Partikel übertragen wird und so zurück zur Leber gelangt (Berg A., 1992 S. 17). Morris und Hardmann (1997, S. 316) berichteten über einen Anstieg des Verhältnisses von HDL- zu Gesamt-Cholesterin bei älteren Männern nach einer Golfsaison. Auch Stefanick, M.L. et al, (1998, S. 15) fanden eine Abnahme des LDL-Cholesterins in Probanden mit hohen Ausgangswerten, die durch eine Diät allein nicht gesenkt werden konnten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Golfen als Ausdauertraining in einem Intensitätsbereich angesiedelt ist, in dem der Organismus seine Energie überwiegend aus dem Fettstoffwechsel bezieht und bei wiederholten Golfbelastungen mit dessen Optimierung zu rechnen ist.

b) Kohlenhydratstoffwechsel

Glykogen bzw. Glucose ist eine basale Energiequelle für den Sport treibenden Menschen. Sie trägt zwischen 20 und 50 % zur totalen oxidativen Energieproduktion während sub-

maximaler Belastung bei. Der Verbrauch steigt mit der Intensität der Belastung an (Coggan, 1991, S. 102). Plasmaglukose ist nur zu einem Prozentsatz von 5 – 10 % daran beteiligt. Sie spiegelt bei Belastung die Glucosefreisetzung aus der Leber und die muskuläre Glucoseutilisation wieder.

Insgesamt konnte bis auf eine leichte Zunahme von 2 % bei den Junioren auf dem Golfplatz Brunnwies, wie sie auch in der Studie von Stauch et al. (1999, S.325) festgestellt wurde, eine Abnahme der Blutzuckerkonzentration beim Golfen festgestellt werden.

Rodahl et al. (1964, 489 – 492) beobachteten diese Abnahme auch während einer 6-stündigen leichten Belastung. Murase et al, 1989, S. 271 stellten in ihrer Studie eine Abnahme um 17 % fest. In unserem Versuch konnte jedoch festgestellt werden, dass die Konzentration bei den jüngeren Probanden nur gering abfällt. Bei den Senioren betrug der Blutzuckerabfall 25 %. In dieser Probandengruppe wurden aber auch altersbedingt erhöhte Ausgangswerte festgestellt. Folglich wäre das Golfen auch eine geeignete Sportart, um einen erhöhten Blutzuckerspiegel günstig zu beeinflussen.

Die deutliche Abnahme der Glukosekonzentration bei den Senioren ist auf die lange Dauer der sportlichen Betätigung von ca. vier Stunden, auf die im Vergleich zu den Junioren relativ höhere Belastungsintensität, und auf die geringe Nahrungszufuhr zurückzuführen. Demgegenüber macht die geringfügige Veränderung der Glukosekonzentrationen der Junioren deutlich, dass die relative Beanspruchung des Golfspiels für sie deutlich geringer ist und sie nicht auf ihre Glykogendepots zurückgreifen mussten. Die niedrigen Laktat Spiegel zeigen an, dass bei den Junioren der Energieumsatz vorwiegend über den Fettsäuremetabolismus bewerkstelligt wird.

Im Laufe der Belastung stabilisierte sich in unserer Studie die Blutglukosekonzentration. Dies wurde deutlich anhand der sehr unterschiedlichen Ausgangswerte und den relativ einheitlichen Werten nach der Belastung. Auch Buhl et al (1974, S.232) und Coggan, A. (1991, S. 102) beschrieben eine hohe Stabilität der Blutzuckerregulation unter Belastung. Diese lässt keine Rückschlüsse auf den Grad der Beanspruchung der Kohlehydratdepots zu. Die Plasmaglukose während Ausdauertraining wird von der Leber versorgt durch Steigerung der hepatischen Glukoseproduktion, die ungefähr in Proportion zum gesteigerten Glukoseverbrauch ansteigt. Dies geschieht zumindest bis zu späteren Stadien von Ausdauerbelastungen, in denen sie anfängt etwas hinter dem Plasmaglukoseverbrauch zurückzubleiben und es so zu einem Abfall der Blutglukose kommt (A. Vander et al, 2000, S. 607).

Dieser Effekt wird aufgrund eines Wechsels im hormonellen Milieu (Verminderung der Insulinsekretion bzw. Erhöhung der Katecholamin- und Glukagonproduktion) und in der Verfügbarkeit von hepatischen glykogen- und glukoneogenetischen Vorläufern hervorgerufen (Coggan, 1991, S. 103). Homonell steht der Spiegel bei Belastung unter der Kontrolle der Katecholamine, des Glukagons (beide stimulieren die Produktion) und des Insulins (Unterdrückung der Produktion).

Zu a) und b):

Einen hohen Einfluss auf den Fett- bzw. Kohlenhydratstoffwechsel haben die katabolen (Cortisol) und anabolen (Insulin) Hormone. Sie geben Aufschluss über die Glykogen- und Fettdepotmobilisierung sowie die Umstellung von anaboler zu kataboler Stoffwechsellage.

Der Plasmainsulinspiegel fiel in unserer Studie wie bei allen körperlichen Aktivitäten von Gesunden beschrieben (Franz et al., 1980, S. 51; Koeslag, 1982, S. 330) ab. Nach Buhl et al. (1974, S. 233) geschieht dies unmittelbar nach Belastungsbeginn. Der Abfall der Insulinkonzentration wird durch den Abfall der Blutglukosekonzentration und durch den Anstieg von Adrenalin und einer erhöhten Aktivität der sympathischen Neurone, die die Inselzellen des Pankreas versorgen und zu einer gehemmten Insulin- und gesteigerten Glukagonsekretion führen, hervorgerufen (Vander et al., 2000, S. 607).

Hollmann und Hettinger (Sportmedizin, 2000, S. 409), Morris und Hardmann (1997, S. 316) beschreiben zudem eine Vergrößerung der muskulären Insulinrezeptorenanzahl und Verbesserung der Insulinsensitivität bereits durch geringe körperliche Belastung und damit verbunden eine Verringerung des Risikos für die Entwicklung eines Typ-II-Diabetes.

Deschenes (1991, S. 90) wies nach, dass die körperliche Fitness eine Rolle auf das Ausmaß der Insulinspiegelabnahme spielt. Untrainierte wiesen eine höhere auf als gut Trainierte. Unsere Studie machte deutlich, dass die leistungsfähigeren Junioren eine geringere Reduktion aufzuweisen hatten als die Senioren. Die These von Deschenes lässt sich aber nicht auf alle untersuchten Golfer anwenden. Insgesamt verhält sich der Insulinabfall parallel zu der Abnahme der Blutglukose (Weicker, H. 1985, S.44). Es wird dadurch die Glukosehomöostase im Blut begünstigt, da hierdurch der muskuläre Glukose-Uptake vermindert wird und die Glukose vorwiegend dem ZNS zur Verfügung steht.

Insulin scheint durch verschiedene Mechanismen den Glukose-Transport in die Skelett-

muskulatur zu fördern (Hargreaves, M. 1990, S. 36; Mayer-Davis et al., 1998, D. 673) und dient somit zur Regulation des erhöhten Energiebedarfs der Skelettmuskulatur unter körperlicher Belastung (Weicker und Strobel, 1994, S. 295). Insulin hemmt 1. die Glukoneogenese und die Glukosesekretion in der Leber. 2. aktiviert es die Hexokinase mit der Folge der Umsetzung von Glukose in Glukose-6-Phosphat und 3. steigert es die Zellwandpermeabilität in der Skelettmuskulatur. Dadurch strömt vermehrt Glukose in die Zelle (Hick, C., 1996, S.206).

Die Insulinsekretion aus den B-Zellen des Pankreas wird unter Belastung vermindert. Als Inhibitoren der Insulinfreisetzung gelten der Plasmaglukosespiegel und die α -adrenerge Wirkung auf das Pankreas (Weicker und Strobel, 1994, S.295). Damit nehmen die katabolen Stoffwechselprozesse zu. Dies wird u. a. deutlich an der oben erwähnten verstärkten Lipolyse, die bereits bei einer geringen Abnahme des Insulins im Plasma induziert wird (Weicker u. Strobel, 1994, S. 296).

Auf jegliche Art von Stress, sei er durch körperliche Aktivität, psychisch oder durch Krankheit hervorgerufen, reagiert der Körper mit einer verstärkten Produktion von Cortisol. Fünf der 28 Seniorengolfer und ein männlicher Proband der Junioren wiesen einen Anstieg der Cortisolkonzentrationen auf. Dies bedeutet, dass für sie das Golfspielen einen deutlicheren körperlichen Stress darstellte. Alle anderen Probanden wiesen einen Abfall auf, wie es auch von McKay et al. (1997, S.57) bei wenig intensiven Belastungen festgestellt wurde.

Brenner et al. stellten in ihrer 1998 (S. 135) veröffentlichten Publikation fest, dass nur Ausdauerbelastung von mehr als 60 % der maximalen Sauerstoffaufnahme und schwere Arbeit gegen einen Widerstand zu einer Cortisolerhöhung führen. Sie bemerkten jedoch auch, dass nicht nur Stress, sondern auch positive Emotionen zu diesem Anstieg führen können. Weicker und Strobel (1994, S. 305) konnten jedoch belegen, dass es auch bei körperlicher Belastung unter 60 % VO_2 max. zu einem Cortisolanstieg kommen kann, wenn die Plasmaglukose abfällt. Zudem können Hitzeeinwirkungen, die aber länger als 90 Minuten andauern und die die Körperkerntemperatur um mindestens 1,2 °C anheben, den Cortisolspiegel steigern (Brenner et al. S.130 – 143). Da in unserer Studie die Körperkerntemperatur nicht gemessen wurde, kann nicht definitiv gesagt werden, ob die Temperatur zu dem Cortisolanstieg beigetragen hat oder nicht. Es muss noch hinzugefügt werden, dass die

Plasmacortisolkonzentrationen von trainierten Personen niedriger sind als die von untrainierten (Deschenes, 1991, S. 91) aufgrund einer niedrigeren prozentualen VO_2 max. und aufgrund eines verminderten Glukoseabfalls. In unserer Studie zählten drei der fünf Probanden mit Cortisolanstieg durch das Spiel zu den unterdurchschnittlich Leistungsfähigen. Bei den anderen zwei kann die Einwirkung von beidem, Hitze und körperliche Belastung, zu der vermehrten Stressantwort geführt haben.

c) *Proteinstoffwechsel*

Die Konzentration des Gesamt-Proteins stieg bei unseren Untersuchungen, im Gegensatz zu der 1963 (S. 1057) veröffentlichten Studie von Havel, die Männer während einer Gehgeschwindigkeit von 3 – 4 km/h über einen Zeitraum von zwei Stunden untersuchten, an.

4.2.4.5 Effekte auf Creatinkinase und Myoglobin

Der Anstieg der Creatinkinase ist vielleicht auf das zügige Gehen, zum größeren Teil wohl auf den Golfschwung zurückzuführen. Es werden dabei 124 der 434 menschlichen Muskeln aktiviert (Stohrer, 1996, S. 72). Im Gegensatz zu den Untersuchungen von Stohrer sowie Merckle (1992, S. 607), die einen Anstieg von 100 % (ähnliche Werte existieren bei Leistungsrudern) feststellten, konnten wir nur einen Anstieg von 25 % (Junioren in Sagemühle) bzw. 66 % (Senioren) beobachten.

Myoglobin, ein kleineres Sarkoplasmprotein als die Creatinkinase, lässt ebenfalls den Grad der Muskeltraumatisierung abschätzen (Weicker und Strobel, 1994, S. 234), da durch Mikrotraumen aufgrund mechanischer Überlastung des Sarkomers oder auch durch metabolisch ausgelöste, verstärkte Proteindegradation Myoglobin in das Blut gelangt. Im Gegensatz zur CK tritt es rascher aus der Zelle aus und hat nach Muskelbeanspruchungen eine deutlich kürzere Halbwertszeit (Lorenz et al., 1995, S. 157). Die nur geringfügigen Anstiege der Myoglobinkonzentrationen nach Spielende spiegeln vermutlich nur die muskuläre Beanspruchung durch die letzten Schwünge wieder.

4.2.4.6 Effekte auf den Elektrolythaushalt und den Eisenstoffwechsel

Im Vergleich mit Sportarten wie Schwimmen (Haralambie und Senser, 1980, S.123) kam es beim Golfspielen zu einer signifikanten Zunahme des Natriums und Phosphats. Die Abnahme des Magnesiums wurde schon in anderen Sportarten, die länger als 50 – 60 Minuten

dauern, beobachtet. Die Interpretation des Eisenstoffwechsels unter körperlicher Belastung gestaltet sich aufgrund von (1) täglichen Substanzveränderungen, (2) Wechsel zwischen Körperkompartimenten und (3) möglicher Dehydratation als schwierig. Die akute Antwort ist meistens ein Anstieg des Serum-Eisens und Transferrins, um die Synthese von Eisen-beinhaltenden Enzymen zu steigern. Andererseits wurde viel über mögliche Schweißverluste von Athleten diskutiert. Studien besagen, dass der Eisengehalt des Schweißes 20 bis 45 µg/dl betragen kann (Shepard, 1984, S. 221-222). Insgesamt braucht ein Athlet mehr Eisen, da (1) der Schweißverlust, (2) die Bildung und das Absterben der roten Blutzellen und (3) die Synthese von eisenhaltigem Gewebe erhöht ist. In unserer Studie konnte keine einheitliche bzw. signifikante (Ausnahme: Zunahme des Serumeisens bei den kranken Senioren und bei den Junioren auf dem Golfplatz Sagmühle) Veränderung des Serumeisens festgestellt werden.

4.3 Effekte regelmäßigen Trainings – gesundheitliche, präventive Aspekte

4.3.1 Kalorienverbrauch

Zur Verbesserung des peripheren Lipidprofils werden aus therapeutischer Sicht mindestens 4180 kJ/Woche Kalorienmehrverbrauch vorgegeben. Aus präventivmedizinischer Sicht, d. h. zur Reduzierung der KHK-Inzidenz und zur Verbesserung der Lebenserwartung werden mindestens 8360 kJ/Woche an Energieumsatz durch körperliche Aktivität angestrebt (Berg et al., 1991, S. 225). Nach Paffenbarger et al. (1986, S. 606) verringern 8360 kJ/Woche durch zusätzliche körperliche Betätigung, wie Walking, Treppensteigen oder Sport treiben, das relative Sterberisiko um 28 % gegenüber weniger aktiven Männern.

4.3.2 Prävention

Durch regelmäßige Ausdauerbelastungen, wie sie bei älteren Personen auch beim Golfen erzielt werden, werden die Risiken für eine KHK mit Wahrscheinlichkeit gesenkt. Golfen ist eine nahezu ideale Bewegungsform, da bereits über eine relativ geringe Anhebung der körperlichen Leistungsfähigkeit eine deutliche Reduzierung des kardiovaskulären Risikos bewirkt wird.

Nach Palank et al. (1990, S. 80) sollte dreimal pro Woche Golf gespielt werden. Damit

wird das Risiko, an KHK zu erkranken, signifikant gemindert. Auch das Robert Koch-Institut empfiehlt 3 mal/Woche jeweils 30 min lang Ausdauersportarten zu betreiben, da ein eindeutig positiver Effekt der körperlichen Aktivität auf das Herzinfarkttrisiko festgestellt wurde. Hakim et al. stellten in ihrer 1998 veröffentlichten Studie fest, dass Senioren, die regelmäßig weniger als 1,6 km pro Tag gingen, die Mortalitätsrate fast doppelt so hoch war, wie die Sterblichkeit derjenigen, die mehr als 3,2 km/Tag gingen. Da bei einer Golfrunde insgesamt 8 bis 10 km zurückgelegt werden, würde es ausreichen, jeden Tag ein paar Löcher zu spielen.

Zudem wird, wie unter 4.3.1 bereits erwähnt, der Fettstoffwechsel stark angeregt. Dies beugt wiederum Erkrankungen wie Adipositas und damit im weiteren Sinne Diabetes mellitus Typ II und dem metabolischen Syndrom vor. Dem Diabetes mellitus Typ II liegen z. T. genetische Ursachen zugrunde. Als Realisationsfaktoren spielen jedoch, wie epidemiologische Untersuchungen gezeigt haben, Umwelteinflüsse wie Ernährungsbedingungen mit Überernährung und Übergewicht sowie körperliche Aktivität bzw. Inaktivität eine ausschlaggebende Rolle (Bottermann, 1994, S. 863). Durch das Golfspielen könnten somit die Manifestationsfaktoren Überernährung mit Adipositas deutlich eingeschränkt werden. Blair et al. (1992, S. 112) stellten epidemiologisch fest, dass körperliche Freizeitaktivität, ausgedrückt in Kilokalorien beim Walking und Treppensteigen umgekehrt verbunden ist mit der Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ II. Außerdem reduziert jede Steigerung des Energieverbrauchs um 500 kcal pro die das Auftreten eines Diabetes mellitus um 6 %. Weiterhin wird das Auftreten arteriosklerotisch bedingter Erkrankungen wie z. B. AVK, ischämischer Insult und Herzinfarkt durch die verbesserten Blutfettwerte gesenkt. Berg A. (1992, S. 65) beschreibt in seinem Artikel, dass Ausdauersportler völlig andere LDL-Partikel synthetisieren, die weitaus weniger atherogen sind. Sie enthalten weniger Triglyceride und weniger Cholesterin. Besonders der Anteil des atherogenen Apoprotein-B ist vermindert. Zudem lässt sich der Effekt des Alterns im Sinne eines verschlechterten LDL-Metabolismus (LDL-Pool wächst) unterdrücken. Durch die Senkung der Lipidkonzentrationen lassen sich die negativen Einflüsse des Cholesterins senken (Berg A., 1992 S.65). Weiterhin wird der Cholesterin-Rücktransport zur Leber durch erhöhte HDL-Spiegel verbessert.

Durch regelmäßiges „Walking“ wird das kardiale Auswurfvolumen vergrößert, die Herz-

frequenz gesenkt und somit die kardiale Funktion verbessert, um auf ein erhöhtes Sauerstoffbedürfnis adäquat zu reagieren. Eventuell wird dadurch auch die Schwelle erhöht, die Arrhythmien auslösen kann (Morris und Hardmann, 1997, S. 311).

Weiterhin belegen zahlreiche experimentelle Befunde die Trainingsauswirkungen auf das Blut im Hinblick auf die Prävention der Entstehung von Thrombosen und Mikrothrombosen (Bouchard et al., 1994). Man kann davon ausgehen, dass ca. 98 % aller Herzinfarkte eine Mikrothrombose in einer Koronararterie als Voraussetzung aufweisen. Wenn nachgewiesen werden konnte, dass z.B. Acetylsalicylsäure hochsignifikant durch Beeinflussung der Blutgerinnung vor Herzinfarkt schützt, so dürfte diesem Mechanismus über Training als auslösendes Moment eine vergleichbare Bedeutung zukommen.

Koch (1992, S. 280) behauptete sogar, dass durch die Durchblutungsförderung der Skelettmuskulatur bei Frauen der Osteoporose vorgebeugt werden kann.

Da, wie unsere Studie zeigt, zumindest die Minimalanforderungen an ein Ausdauertraining für jedes Lebensalter erfüllt werden, können Anpassungsvorgänge im Herz- und Kreislaufsystem bei Älteren, im Muskelstoffwechsel und gesamten Metabolismus sowie in der hormonellen Regulation in jedem Lebensalter bewirkt und so gesundheitsfördernde Effekte erzielt werden.

4.3.3 Kardiologische Vorerkrankungen

4.3.3.1 Rehabilitation

Dosiertes körperliches Training ist als Rehabilitationsmaßnahme für Herzinfarktpatienten ein „Muss“. Golfen scheint speziell für diejenigen Patienten eine sportliche Alternative zu sein, die bisher Ballsportarten betrieben, ohne mit deren Nachteilen wie Körperkontakt verbunden zu sein. Hinzu kommt, dass Patienten nach Herzinfarkt durch die meist verminderte Leistungsfähigkeit mit Jüngeren und/oder Gesunden bei anderen Sportarten nicht mithalten können. Beim Golfen können sich auch ältere Sportler mit Jüngeren und Gesunden messen, da die abnehmende körperliche Fitness durch Routine und Erfahrung sowie durch die Vorgabe (Handicap) zu großen Teilen kompensiert werden kann.

Als Kontraindikationen gibt Zipf folgende Herzerkrankungen an: Herzinsuffizienz, Herzwandaneurysma, Rhythmusstörungen, Dyskinesie von Herzwandbezirken, Drucksteigerung im Lungenkreislauf unter Belastung und Herzvolumenvergrößerung über 500 ml/m² Körperoberfläche.

4.3.3.2 Einfluß von Herz-Kreislauf-Medikamenten

Die Wirkungsweise von aerobem Ausdauertraining und β -Blockern ist ähnlich. In beiden Fällen findet eine Ökonomisierung der Herzarbeit durch Frequenzminderung statt und damit auch eine Reduktion des myokardialen Sauerstoffbedarfs (Hollmann und Hettinger, 2000, S. 600). Während aber Ausdauertraining die maximale Leistungsfähigkeit erhöht, wird sie grundsätzlich – unabhängig von der Art der gewählten β -Blocker – durch das Medikament gesenkt. Sie schränken die Leistungsgrenze ein, da sie über eine Reduktion des Kohlenhydratumsatzes und des maximalen Herzminutenvolumens die körperliche Leistungsfähigkeit reduzieren. Hollmann und Hettinger (2000, S. 602) konnten anhand von Studien zeigen, dass das Herz bei Belastungen unter β -Blockern sich röntgenologisch deutlich vergrößert durch eine Schlagvolumenerhöhung ohne Kontraktilitätssteigerung. Nach Clasing und Siegfried (1990, S. 126) sollten deshalb Ausdauerbelastungen nur im submaximalen Bereich durchgeführt werden. Es besteht sonst die Gefahr einer Abnahme der glykolytischen Energiefreisetzung und der maximalen Sauerstoffaufnahme.

Unter diesem Aspekt bietet sich Golfen als Sportart an, da die Belastungen in unserer Studie in etwa 38 – 41 % der maximalen Leistungsfähigkeit betragen. Zudem kann man sich Golfplätze mit geeignetem Geländeprofil (flachere Plätze) aussuchen. Um eine optimale Belastungsintensität trotz β -Blocker-Medikation im Training angeben zu können, muss man dies über die Laktatbestimmung vornehmen, da im maximal erreichbaren Leistungsbereich der Laktatspiegel höher liegt aufgrund dem ungenügenden Herzzeitvolumen mit entsprechend vergrößerter anaerober Energiebereitstellung (Hollmann und Hettinger, 2000, S. 602). Kalziumantagonisten, die auch in unserer Studie von Probanden als Medikation regelmäßig eingenommen werden mussten, verbessern beim symptomatischen Koronarpatienten dagegen die körperliche Belastbarkeit durch Verbesserung der myokardialen Sauerstoffbilanz (Clasing und Siegfried, 1990, S. 126). Aus diesem Grunde sprechen sie für und nicht gegen sportliche Aktivität. Auch für Patienten, die mit Nitraten eingestellt wurden, gilt dasselbe wie für Patienten mit Kalziumantagonisten. Sie wirken günstig auf die Belastbarkeit des Koronarpatienten indem sie den pulmonalarteriellen Druck und den Widerstand senken. Somit stellen sie keine Kontraindikation dar (Donat et al., 1990, S. 238).

4.3.4 Psychologische Einflüsse

Für die Mehrzahl der Golfer gewinnt diese Sportart immer mehr an Bedeutung, da sie in der freien Natur in relativer Ruhe stattfindet. Durch die körperliche Betätigung kommt es zu einer Reduzierung der katecholaminbedingten, physiologischen und kardiovaskulären Reaktion auf Stress, insbesondere auf psychischen Stress (Morris und Hardmann, 1997, S. 319). Zudem gibt es Beweise, dass sportliche Aktivität antidepressive und angstlösende Effekte aufweist (Blair et al., 1992, S. 103).

Für viele der Sportler hat das Golfen einfach einen positiven Freizeitwert. Sie fühlen sie sich dadurch ausgeglichener und erholt für ihre Arbeit. Zudem gibt das Golfen vielen Patienten nach einem Herzinfarkt ein neues Lebensgefühl (Hofmann, 1989, S. 6) und wirkt sich deshalb positiv auf die Krankheit aus.

5 Zusammenfassung

In den letzten Jahren stieg der Beliebtheitsgrad der Sportart Golf bei Jung und Alt immer mehr an. Für die internistische Sportmedizin stellt sich grundsätzlich die Frage, ob das „Golfen“ erstens Risiken insbesondere kardiovaskulärer Art beinhaltet und zweitens ob regelmäßiges Golfen zur primären und sekundären Prävention bzw. zur Therapie und Rehabilitation von chronischen Erkrankungen empfohlen werden kann.

In dieser Studie wurden insgesamt 39 Probanden während einer 18-Loch-Golfrunde unter normalen Spielbedingungen in 2-er bzw. 3-er Flights untersucht. Das Probandengut teilte sich in eine Gruppe von elf „Junioren“ (fünf weibliche und sechs männliche) im Alter von 22 – 45 Jahren, die insgesamt je einmal auf drei unterschiedlich schwierigen Plätzen spielten, und in eine Gruppe von 28 Senioren (24 männliche und vier weibliche) im Alter von durchschnittlich 62 Jahren, die einmal auf einem mittelschweren Platz spielten. 20 Personen der Seniorengruppe litten an Herzkreislauf- oder Stoffwechselerkrankungen.

Alle 39 Probanden mussten sich vor dem Feldversuch einem stufenweise ansteigenden Belastungs-/Leistungstest auf dem Laufband im Gehen unterziehen. Diese Voruntersuchung war notwendig, um erstens die sportliche Belastbarkeit zu beurteilen und um zweitens die Belastung während dem Golfspielen in Relation zu der körperlichen Leistungsfähigkeit setzen zu können.

Während der Golfrunde wurden die Herzfrequenz kontinuierlich und Laktat und der Blutdruck intermittierend aufgezeichnet. Vor und nach dem Spielen wurde das Gewicht bestimmt und venöses Blut entnommen, um kleines Blutbild, den Substratmetabolismus (Fett, Protein, Glucose, Kreatinin, Harnstoff, Harnsäure, Bilirubin), den Hormon- und Elektrolythaushalt sowie muskuläre Enzymaktivitäten zu analysieren. Exemplarisch wurden bei fünf männlichen Junioren die maximale Sauerstoffaufnahme bei der Ergometrie und die Sauerstoffaufnahme während des Spiels sowie der Energieumsatz gemessen.

Der mittlere Kalorienverbrauch während einer 18-Loch-Runde über circa vier Stunden betrug je nach Geländewahl 6270 (flach) bis 7524 (hügelig) kJ und entsprechen dem 5-fachen des Ruheumsatzes. Die mittlere Herzfrequenz lag zwischen 107 und 112 S/min (Junioren) und 109 S/min (Senioren), entsprechend 57 und 60 % (Junioren) und 73 % (Senioren) der maximalen Herzfrequenz, wobei auch Anstiege bis auf 180 S/min registriert wurden. Die Laktatkonzentration, gemessen bei Ankunft auf dem Grün (= Gebiet des Ein-

puttens) nach längeren bzw. ansteigenden Distanzen, lag bei den Senioren durchschnittlich über der aeroben und unter der anaeroben Schwellenleistung. Die „Junioren“ wiesen überwiegend Werte unterhalb der aeroben Schwelle auf. Die Sauerstoffaufnahme, bezogen auf die ergometrisch ermittelten Maximalwerte, betrug in den mittleren Mittelwerten der drei Golfplätze zwischen 38 und 41 %. Die absoluten relativen Maximalwerte lagen zwischen 59 % und 79 %.

Im Vergleich zu den Vorbelastungswerten ergaben die Metabolitbestimmungen sofort nach dem Spiel eine signifikante Zunahme der freien Fettsäuren, des Glycerins und des β -Hydroxybutyrats und eine signifikante Abnahme der Triglyzeride. Die Cholesterinparameter LDL- und Gesamtcholesterin nahmen im Sinne eines akuten Aktivierungseffektes zu (nicht signifikant). Die Insulin-, und Cortisolkonzentrationen nahmen signifikant ab. Die Glukosekonzentrationen zeigten bei den Junioren nur geringe nicht signifikante Schwankungen, wohingegen es bei den Senioren zu einer deutlichen signifikanten Abnahme kam. Vielfach erhöhte Ausgangswerte wurden vor allem bei den Senioren vollständig oder weitgehend normalisiert. Die Creatinkinaseerhöhung um 25 – 66 % weist auf eine deutliche mechanische Beanspruchung der Muskulatur hin.

Golfen stellt aufgrund der Untersuchungen eine aerobe ausdauernde Belastung dar, deren Intensität bei Senioren leistungssteigernde kardiovaskuläre Effekte erwarten lässt. Aufgrund von Belastungsspitzen bis zu 50 % der maximalen kardialen Leistungsfähigkeit sind aber vorsorgende Untersuchungen, unbekannter bzw. bekannter entsprechender Erkrankungen, nötig. Bei jüngeren Erwachsenen sind aufgrund der gemessenen Belastungsintensitäten keine kardiovaskulären Verbesserungen zu erwarten. Beide Spielgruppen profitieren aber mit Wahrscheinlichkeit von einer Optimierung des Fett- und Kohlenhydratstoffwechsels, was auch therapeutisch und in der Rehabilitation genutzt werden kann.

„Golf ist keine Frage von Leben und Tod – Golf ist wichtiger“

sagt ein schottisches Sprichwort.

6 Literaturverzeichnis:

1) Aigner, A. (1981)

Die Bedeutung des Sportes in der Prävention und Rehabilitation der koronaren Herzkrankheit

Wien. med. Wschr. 23/24, 566 – 570

2) Bathe, P. (1996)

Der Golfmarkt boomt

Golf Journal 15, 50 - 55

3) Berg, A., Halle, M., Baumstark, M., Frey, I., Keul, J. (1991)

Einfluß und Wirkweise der körperlichen Aktivität auf den Lipid- und Lipoproteinstoffwechsel

Dtsch. Z. Sportmed. 42, 224 – 231

4) Berg, A. (1992)

Sport bessert Lipidprofil

Medical Tribune 5, 17

5) Berg, A. (1992)

Nur 30 Minuten Training zieht den Lipiden die Zähne

Medical Tribune 8, 65

6) Blair, S.N., Kohl, H.W., Gordon, N.F., Paffenbarger, R.S. (1992)

How much physical activity is good for health?

Annu. Rev. Publ. Health. 13, 99 – 126

7) Bottermann, P. (1994)

Diabetes mellitus

In: „Innere Medizin“

Classen, M., Diehl, V., Kochsiek, K. (Hrsg.), Urban & Schwarzenberg
München – Wien – Baltimore, 3.Auflage, 861 - 884

8) Brenner, I., Shek, P.N., Zamecnik, J., Shepard, R.J. (1998)

Stress Hormones and the Immunological Responses to Heat and Exercise
Int. J. Sports Med. 19, 130 – 143

9) Brugger, F., Berghold, F., Kullich, W. (1988)

Sport und koronare Herzkrankheit
WMW 14, 357 – 360

10) Brunette, D. D. (1997)

A Good Walk Spoiled, Golf's Links to Medicine
Clin. & Health Affairs 80, 25 - 30

11) Buhl, H., Lorenz, R., Israel, S., Neumann, G., Kuppardt, H.-J. (1974)

Komplexe Untersuchungen über die Wirkung einer erschöpfenden Extensivbelastung bei
Männern mittleren Alters
Med. u. Sport XIV 8, 231 - 240

12) Clasing, D., Siegfried, I. (1990)

Sportärztliche Untersuchung und Beratung. Beiträge zur Sportmedizin
Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Erlangen , Bd. 28

13) Coggan, A. R. (1991)

Plasma glucose metabolism during exercise in humans
Sports Medicine 11 (2), 102 – 124

14) Conrad, C.C. (1976)

How different sports rate in promoting physical fitness

Medical Times 104, 65 - 72

15) Deschenes, M.R., Kraemer, W.J., Maresh, C.M., Crivello, J.F. (1991)

Exercise-Induced Hormonal Changes and their Effects upon Skeletal Muscle Tissue

Sports Med. 12, 80 – 93

16) Donat, K., Matzdorff, F., Nowacki, P.E. (1990)

Sport und Hochdruck. Beiträge zur Sportmedizin

Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Erlangen, Bd. 25

17) Durnin, J.V.G.A. (1985)

The energy cost of exercise

Proceedings of the Nutrition 44, 273 – 282

18) Ende, M. (1966)

Physiological Effects of Golf

Va. Med. Mon. 93, 29 – 32

19) Ferrauti, A., Predel, G., Weber, K., Rost, R. (1997)

Beanspruchungsprofil von Golf und Tennis aus gesundheitlicher Sicht

Dtsch. Z. Sportmed. 48, 263 – 269

20) Franz, I.-W., Lohmann, F.W., Koch, G., Mellerowicz, H. (1980)

Zur hormonellen Steuerung der Lipolyse während körperlicher Leistung

Sport- u. Leistungsmed./Kongreßbd. Dtsch. Sportärztekongreß, Saarbrücken, 49 - 53

21) Getchell, L.H. (1968)

Energy cost of playing golf

Arch. Phys. Med. Rehabil. 49, 31 – 35

22) Grossmann, G., Schulze, B. (1989)

Der Golf-Sport aus der Sicht der Sportmedizin und Sportwissenschaft

Med. Sport 29, 53 – 58

23) Hakim, A.A. et al. (1998)

Wer geht, der bleibt

Münch. med. Wschr. 140, 21

24) Haralambie, G., Sensor, L. (1980)

Metabolic Changes in Man During Long-distance Swimming

Eur. J. Appl. Physiol. 43, 115 – 125

25) Hargreaves, M. (1990)

Skeletal Muscle Carbohydrate Metabolism During Exercise

Austr. J. Sci and Med. in Sport 22, 35 -38

26) Havel, R.J., Naimark, A., Borchgrevink, C.F. (1963)

Turnover rate and oxidation of free fatty acids of blood plasma in man during exercise:
studies during continuous infusion of palmitate -C¹⁴

J. Clin. Invest. 42, 1054 – 1062

27) Hick, C. (1996)

Physiologie

Jungjohann Verlag, S. 206

28) Hofmann, H. (1989)

Die weiße Kugel – Golfen nach dem Herzinfarkt

Herz, Sport und Gesundheit 3, 6 – 10

29) Hollmann, W., Hettinger, Th. (1990)

Sportmedizin, Arbeits- und Trainingsgrundlagen

Schattauer Verlag, 678

30) Hollmann, W., Hettinger, Th. (2000)

Sportmedizin, Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin

Schattauer Verlag

31) Jeschke, D. (1973)

Funktionelle Pathologie des kleinen Kreislaufs

Nauheimer Fortbildungs-Lehrgänge, Band 37 Hypertonie, S. 86 - 98

Dr. Dietrich Steinkopff Verlag

32) Jeschke, D., Sauer, W., Bohner, J. (1980)

Parameter des Fettstoffwechsels bei langlaufenden und untrainierten Männern im mittleren Lebensalter

Sport- u. Leistungsmed. / Kongreßbd. Dtsch. Sportärztekongreß Saarbrücken

33) Jeukendrup, A.E., Saris, W.H.M., Wagenmakers, A.J.M. (1998)

Fat Metabolism During Exercise: A Review

Part II: Regulation of Metabolism and the Effects of Training

Int. J. Sports Med. 19, 293 – 302

34) Koch, A. (1992)

Golfsport und Sportmedizin – aus den Erfahrungen eines jahrzehntelangen aktiven Sportmediziners

Dtsch. Z. Sportmed. 43, 278 – 281

35) Koeslag, J. H. (1982)

Post-exercise ketosis and the hormone response to exercise: a review
Med. and Sci. in Sports and Exercise 14, 327 – 334

36) Lampley, J.H., Lampley, P.M., Howly, E.T. (1977)

Caloric Cost of Playing Golf
Res. Quart. 48, 637 – 639

37) Lorenz, R., Jescke, D. (1995)

Humorale Veränderungen bei Kraftbelastungen und im Krafttraining
Sportorthopädie – Sporttraumatologie 11.3, 153 – 159

38) Mayer-Davis, E.J., D'Agostino, R., Karter, A.J., Haffner, S.M., Rewers, M.J., Saad, M., Bergman, R.N. (1998)

Intensity and Amount of Physical Activity in Relation to Insulin Sensitivity, The Insulin Resistance Atherosclerosis Study
JAMA 4, 669 - 674

39) McKay, J.M., Selig, S.E., Carlson, J.S., Morris, T. (1997)

Psychophysiological Stress in Elite Golfers during Practice and Competition
Austr. J. Sci. Med. in Sport 29, 55 – 61

40) Mensink, G.B.M. (1999)

Körperliche Aktivität
Gesundheitswesen G1, Sonderheft 2, 126 - 131

41) Merckle (1992)

Ist Golf ein Sport ?
Dtsch. Z. Sportmed. 43, 607

42) Morris, J.N., Hardmann, A.E. (1997)

Walking to health

Sports Med. 23, 307 - 328

43) Murase, Y., Kamei, S., Hoshikawa, T. (1989)

Heart rate and metabolic responses to participation in golf

J. Sports Med. 29, 269 – 272

44) O'Toole, M.L., Douglas, P.S., Hiller, W.D.B. (1989)

Applied Physiology of a Triathlon

Sports Med. 8, 201 – 255

45) Palank, E.A., Hargreaves, E.H. (1990)

The Benefits of Walking the Golf Course

The Physician and Sportsmedicine 18, 77 – 80

46) Passmore, R., Durnin, J.V.G.A. (1955)

Human energy expenditure

Physiol. Rev. 35, 801 – 840

47) Paffenbarger, R.S., Hyde, R.T., Wing, A.L, Hsieh, C.-C. (1986)

Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni

New Engl J Med 314/10, 605 - 613

48) Ranallo, R.F., Rhodes, E.C. (1998)

Lipid Metabolism During Exercise

Sports Med. 26, 29 – 42

49) Rodahl, K., Miller, H.I., Issekutz, B. (1964)

Plasma free fatty acid in exercise

J. Appl. Physiol. 19, 489 – 492

50) Rost, R., Hollmann W., Fotescu, M.D., Emirkanian, O. (1974)

Die Kreislaufverhältnisse während der Pressdruckprobe

Sportarzt Sportmedizin 6, 119

51) Rost, R. (1990)

Beiträge zur Sportmedizin, Herz und Sport

Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Köln, Band 22, 220 – 241

52) Rost, R., Hollmann, W. (1982)

Belastungsuntersuchungen in der Praxis. Grundlagen, Technik und Interpretation ergometrischer Untersuchungsverfahren

Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York

53) Rost, R. (1990)

Herz und Sport. Beiträge zur Sportmedizin

Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Erlangen, Bd. 22

54) Rotstein, A., Falk, B., Einbinder, M., Zigel, L. (1998)

Changes in plasma volume following intense intermittent exercise in neutral and hot environmental conditions

J. Sports Med. and Phys. Fitness 38, 24 – 29

55) Shepard, R.J. (1984)

Biochemistry of physical activity

Thomas Books, Springfield, Illinois

56) Scheele, K., Herzog, W., Ritthaler, G., Wirth, A., Weicker, H. (1979)

Metabolic Adaption to Prolonged Exercise

Eur. J. Appl. Physiol. 41, 101 – 108

57) Schmidt-Prange, J. (1975)

Golf von den Grundbegriffen bis zur Vollendung

Heim-Verlag, München

58) Schnupp, R. (1993)

Wenn das Herz zum Handicap wird

Golf-Sport 2, 56 – 57

59) Schürch, P. (1987)

Leistungsdiagnostik in Theorie und Praxis. Beiträge zur Sportmedizin

Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Erlangen, Bd. 32

60) Schwarz, M., Urhausen, A., Schwarz, L. (1998)

Walking – Eignung als alternative Ausdauertrainingform im Gesundheits- und Freizeitsport

Dtsch. Z. Sportmed. 49, 315 – 317

61) Silbernagl, S., Despopoulos, A. (1991)

Taschenatlas der Physiologie

Thieme Verlag, 196

62) Stefanick, M.L., Mackey, S., Sheehan, M., Ellsworth, N., Haskell, W.L., Wood, P.D. (1998)

Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low levels of HDL cholesterol and high levels of LDL cholesterol

New Engl. J. Med. 339, 12 – 20

63) Stohrer, M. (1996)

Muskeljob

Golf Journal, 7, 72 – 73

64) Suzuki, I., Yamada, H., Sugiura, T., Kawakami, N., Shimizu, H. (1998)

Cardiovascular fitness, physical activity and selected coronary heart disease risk factors in adults

J Sports Med Phys Fitness 38, 149 – 57

65) Theriault, G., Lachance, P. (1998)

Golf injuries: an overview.

Sports Med. 26, 43 – 57

66) Unverdorben, M. Bauer, U., Bauer, I., Groll, M., Voge, R., Benes, K., Vallbracht, C. (1998)

Golf in der stationären Rehabilitation Herzkranker

Herz/Kreisl. 30, 99 - 102

67) Unverdorben, M., Kolb, M., Bauer, I., Bauer, U., Brune, M., Benes, K., Nowacki, P.E., Vallbracht, Ch. (2000)

Cardiovascular load of competitive golf in cardiac patients and healthy controls

Med. Sci. Sports Exerc. 32 (10), 1674 - 1678

68) Vander, A., Sherman, J., Luciano, D. (2000)

Human Physiology

McGraw-Hill

69) Weicker, H. (1985)

Hormonelle Regulation bei Ausdauer- und Kurzzeitbelastung

Training und Sport zur Prävention und Rehabilitation der technisierten Umwelt
Springer Verlag, Berlin Heidelberg

70) Weicker, H. (1980)

Trainings- und wettkampfbedingte Anpassungsvorgänge des Stoffwechsels beim Hochleistung- und Breitensport

Therapiewoche 30, 3149 – 3150

71) Weicker, H., Strobel, G. (1994)

Sportmedizin, Biochemisch-physiologische Grundlagen und ihre sportspezifische Bedeutung

Gustav Fischer Verlag

7 Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

- Tab. 1: Anthropometrische Grunddaten der „Junioren“
- Tab. 2: Antropometrische Grunddaten der „Senioren“
- Tab. 3: Maximalwerte von Herzfrequenz, Laktat und Leistung der Laufbandergometrie
- Tab. 4: Aerobe Schwelle (2 mmol/l): Absolute und relative Leistung sowie korrespondierende Herzfrequenz
- Tab. 5: Anaerobe Schwelle (4 mmol/l): Absolute und relative Leistung sowie korrespondierende Herzfrequenz
- Tab. 6: Individuelle aerobe Schwelle: Absolute und relative Leistung sowie korrespondierende Herzfrequenz und Laktat
- Tab. 7: Blutdruckmittelwerte systolisch und diastolisch vor und nach der Golfrunde
- Tab. 8: Mittlere Mittel- bzw. Maximalwerte der Herzfrequenz an jedem Loch und absolute Maximalwerte. Diese Werte wurden in Relation zu den maximalen Herzfrequenzen Der Laufbandbelastung gesetzt und in % angegeben.
- Tab. 9: Mittelwerte, mittlere Maximalwerte und absolute Maximalwerte von VE, VO₂/kg und Energieumsatz auf dem Golfplatz Sagmühle in Relation zu spiroergometrischen Maximalwerten
- Tab. 10: Mittelwerte und Standardabweichungen des weißen und roten Blutbildes vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle
- Tab. 11: Mittelwerte, des Medians und der Standardabweichungen von den Konzentrationen der FFS, des Glyzerins, der BHB und der Triglyzeride vor und nach der Golfrunde (n = 11)
- Tab. 12: Glukose- und Proteinkonzentrationen vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle (n = 11)
- Tab. 13: Insulin- und Cortisolkonzentrationen vor und nach der Golfrunde auf dem Sagmühle
- Tab. 14: Systolische und diastolische Blutdruckmittelwerte in mmHg vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies
- Tab. 15: Mittelwerte, Maximalwerte und absolute Maximalwerte der Herzfrequenzen von Männern und Frauen auf dem Golfplatz Brunnwies
- Tab. 16: Mittelwerte, gemittelte Maximalwerte und absolute Maximalwerte von VE, VO₂/kg und Energieumsatz auf dem Golfplatz Brunnwies
- Tab. 17: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Parameter des kleinen Blutbildes vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies
- Tab. 18: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen von Parametern des Fettstoffwechsels vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies
- Tab. 19: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Glukose- und Proteinkonzentrationen der Junioren vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies
- Tab. 20: Insulin- und Cortisolkonzentrationen vor und nach der Golfrunde auf dem Golf-

platz Brunnwies

- Tab. 21: Blutdruckverhalten der Versuchgruppe I auf dem Golfplatz Lederbach: Mittelwerte vor und nach der Golfrunde
- Tab. 22: Mittlere, maximale und absolute Maximalwerte der Herzfrequenzen der Probanden auf dem Golfplatz Lederbach
- Tab. 23: Mittelwerte, gemittelte Maximalwerte und absolute Maximalwerte von VE, VO₂/kg und Energieumsatz auf dem Golfplatz Lederbach
- Tab. 24: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Parameter des kleinen Blutbildes vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach (n=10)
- Tab. 25: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Parameter des Fettstoffwechsels vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach
- Tab. 26: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Glukose- und Proteinkonzentrationen vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach
- Tab. 27: Insulin- und Cortisolkonzentrationen vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach
- Tab. 28: Maximalwerte der Senioren von Herzfrequenz, Laktat und Leistung bei der Laufbandergometrie
- Tab. 29: Maximalwerte von Herzfrequenz, Laktat und Leistung von kranken und gesunden Senioren
- Tab. 30: Aerobe Schwelle (2 mmol/l): Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Senioren
- Tab. 31: Anaerobe Schwelle (4 mmol/l): Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Senioren
- Tab. 32: Individuelle anaerobe Schwelle: Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Senioren
- Tab. 33: Aerobe Schwelle (2 mmol/l): Durchschnittswerte und Standardabweichungen der kranken und gesunden Golfer
- Tab. 34: Anaerobe Schwelle (4 mmol/l): Durchschnittswerte und Standardabweichungen der kranken und gesunden Golfer
- Tab. 35: Individuelle Schwelle: Durchschnittswerte und Standardabweichungen der kranken und gesunden Golfer
- Tab. 36: Körpergewicht der Senioren in kg vor/nach der Golfrunde
- Tab. 37: Blutdruckverhalten der Senioren vor und nach der 18-Loch-Golfrunde in mmHg
- Tab. 38: Mittlere und maximale Herzfrequenzen (Absolut- und Relativwerte) der Senioren (n = 26) auf dem Golfplatz Brunnwies. Die Standardabweichungen wurden zusätzlich mit eingetragen.
- Tab. 39: Veränderungen des Blutbildes bei Seniorengolfern
- Tab. 40: Fettstoffwechselfparameter der Senioren vor und nach ca. 4 h golfen
- Tab. 41: Konzentrationen von Gesamt-Cholesterin, LDL-Cholesterin, Triglyzeride und HDL-Cholesterin von Probanden mit lipidsenkenden Medikamenten mit Probanden ohne lipidsenkende Medikamente

- Tab. 42: Veränderungen der Enzymaktivitäten nach der Golfrunde
- Tab. 43: Substratmetabolismus der 28 Seniorengolfer vor und nach dem Golfspiel
- Tab. 44: Insulin- und Cortisolspiegel nach der Golfrunde; Mittelwerte, Median und Standardabweichungen
- Tab. 45: Vergleich der Senioren und Junioren mit den Normwerten und untereinander
- Tab. 46: Laktatmittelwerte von „Junioren“ und „Senioren“ auf dem Golfplatz
Brunnwies
- Tab. 47: Vergleich der Differenzen der Fettstoffwechselfparameter von Senioren und „Junioren“

- Abb. 1: Herzfrequenzverlauf der mittleren Mittelwerte an den einzelnen Löchern der weiblichen (=F) und der männlichen (=M) Probanden während der gesamten Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle
- Abb. 2: Herzfrequenzverlauf der mittleren Maximalwerte der weiblichen (=F) und der männlichen (=M) Probanden während der gesamten Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle
- Abb. 3: Fettstoffwechselfparameter vor und nach dem Spiel auf dem Golfplatz Sagmühle
- Abb. 4: Konzentrationen der FFS, des Glycerins, des BHB's und der Triglyceride von den fünf weiblichen (=F) und sechs männlichen (=M) Probanden vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle
- Abb. 5: CK und Myoglobin vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle
- Abb. 6: Vor- und Nachwerte der Creatinkinase-Aktivität von den fünf weiblichen (=F) und den sechs männlichen (=M) Probanden
- Abb. 7: Glukosekonzentration von den elf Probanden vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Sagmühle
- Abb. 8: Verlauf der mittleren Herzfrequenzen der weiblichen (=F) und der männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Brunnwies
- Abb. 9: Verlauf der mittleren maximalen Herzfrequenzen der weiblichen (=F) und der männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Brunnwies
- Abb. 10: Mittelwerte von [FFS], [Glycerin], [BHB] und [Triglyceride] vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies
- Abb. 11: Konzentrationen der FFS, des Glycerins, der BHB's und der Triglyceride von den fünf weiblichen (=F) und den sechs männlichen (=M) Probanden vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies
- Abb. 12: Vor- und Nachwerte der Konzentration der Creatinkinase von den fünf weiblichen (=F) und den sechs männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Brunnwies
- Abb. 13: Vor- und Nachwerte der Myoglobinkonzentrationen der fünf weiblichen (=F) und der sechs männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Brunnwies
- Abb. 14: CK und Myoglobin vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies
- Abb. 15: Glukosekonzentrationen von den elf Probanden vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Brunnwies
- Abb. 16: Verlauf der mittleren Herzfrequenzwerte/Loch der fünf weiblichen (=F) und der sechs männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Lederbach
- Abb. 17: Verlauf der Herzfrequenzmaximalwerte/Loch der fünf weiblichen (=F) und der sechs männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Lederbach
- Abb. 18: Darstellung der Mittelwerte und der Standardabweichungen der Konzentrationen der FFS, des Glycerins, des BHB's und der Triglyceride vor und nach der Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach
- Abb. 19: Konzentrationen der FFS, des Glycerins und der Triglyceride vor und

- und nach der Golfrunde von den weiblichen (=F) und den männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Lederbach
- Abb. 20: CK und Myoglobin vor und nach uder Golfrunde auf dem Golfplatz Lederbach
- Abb. 21: Verlauf der CK-Konzentration der fünf weiblichen (=F) und der sechs männlichen (=M) Probanden auf dem Golfplatz Lederbach
- Abb. 22: Glukosekonzentrationen der elf Probanden vor und nach der Golf- runde auf dem Golfplatz Lederbach
- Abb. 23: Gewichts differenzen mit Standardabweichungen der fünf weiblichen und sechs männlichen Probanden auf dem Golfplatz Sagmühle (=1), auf dem Golfplatz Brunnwies (=2) und auf dem Golfplatz Lederbach (=3)
- Abb. 24: Mittlere absolute und relative Herzfrequenzmittelwerte (in % der ergometrischen Maximalwerte) der fünf Frauen und der sechs Männer auf den drei Plätzen
- Abb. 25: Mittlere absolute und relative Herzfrequenzmaximalwerte der fünf weiblichen und der sechs männlichen Probanden
- Abb. 26: Absolute und relative Herzfrequenzmaximalwerte der fünf weiblichen und sechs männlichen Probanden
- Abb. 27: Ventilation auf den drei Golfplätzen in Prozent zum spiroergometrischen Maximalwert (n=5)
- Abb. 28: Sauerstoffaufnahme in Prozent des spiroergometrischen Maximalwerts auf den drei Golfplätzen (n = 5)
- Abb. 29: Absolute Mittelwerte der Energieumsätze auf den drei Golfplätzen
- Abb. 30: Verlauf des individuellen Energieumsatzes auf dem Golfplatz Sagmühle
- Abb. 31: Verlauf des individuellen Energieumsatzes auf dem Golfplatz Brunnwies
- Abb. 32: Verlauf des individuellen Energieumsatzes auf dem Golfplatz Lederbach
- Abb. 33: Gesamtenergieumsatz: Mittelwert und individuelle Werte auf den drei Plätzen
- Abb. 34: Laktat, Mittel-, gemittelte. Maximalwerte und absolute Maximalwerte auf den drei Golfplätzen
- Abb. 35: Konzentrationsdifferenzen der FFS, des Glycerins und des BHB auf den drei Plätzen
- Abb. 36: Verlauf der systolischen Blutdrücke der Senioren an Loch 5, 9, 13 und 15
- Abb. 37: Prozentualer Anteil der Senioren, die auf dem Golfplatz Brunnwies die anaerobe Schwelle von 4 mmol/l Laktat erreicht bzw. überschritten
- Abb. 38: Verlauf der individuellen mittleren Herzfrequenzwerte/Loch der Senioren auf dem Platz Brunnwies
- Abb. 39: Verlauf der individuellen Herzfrequenzmaximalwerte/Loch der Senioren auf Dem Golfplatz Brunnwies
- Abb. 40: Herzfrequenzen der Senioren ohne und mit β -Blockern (Mittelwerte)
- Abb. 41: Vergleich der relativen Herzfrequenzen (in % der Laufbandergometrie) der Senioren ohne und mit β -Blockern (Mittelwerte)
- Abb. 42: Differenzen der Erythrozyten-, Hämoglobin- und Hämatokritkonzentrationen von gesunden und kranken Golfern durch das Golfspiel
- Abb. 43: Konzentrationen der FFS, des Glycerins, des BHB's und der Triglyzeride vor und nach dem Golfspiel

- Abb. 44: Vor- und Nachwerte der Konzentrationen der FFS und der Triglyzeride von jedem einzelnen Seniorengolfer
- Abb. 45: Konzentrationsdifferenzen (= Werte vor der Belastung – Werte nach der Belastung) von FFS, BHB, Glyzerin und Triglyzeride zwischen gesunden und kranken Golfern
- Abb. 46: Konzentrationsdifferenzen von Magnesium von gesunden und kranken Golfern durch das Golfspiel
- Abb. 47: Konzentrationsdifferenzen von Eisen von gesunden und kranken Golfern durch das Golfspiel
- Abb. 48: Konzentration der Creatinkinase von jedem der 28 Probande vor und nach der Belastung auf dem Golfplatz
- Abb. 49: Konzentration des Myoglobins von jedem der 28 Probande vor und nach der Belastung auf dem Golfplatz
- Abb. 50: Glukosekonzentration von jedem der 28 Probanden vor und nach der Belastung auf dem Golfplatz
- Abb. 51: Mittelwerte der Insulin- und Cortisolkonzentrationen; gemessen vor und direkt nach der Golfrunde
- Abb. 52: Cortisolkonzentrationen von jedem einzelnen der 28 Probanden vor und nach der Golfrunde
- Abb. 53: Absolute Herzfrequenzen (mittlere Mittel- bzw. Maximalwerte und absolute Maximalwerte) der Senioren und der „Junioren“
- Abb. 54: Relative Herzfrequenzen (mittlere Mittel- bzw. Maximalwerte und absolute Maximalwerte) der Senioren und der „Junioren“
- Abb. 55: Konzentrationsdifferenzen der roten Blutkörperchen, des Hämoglobins und des Hämatokrits von den Senioren und Junioren
- Abb. 56: Konzentrationsdifferenzen der FFS, des Glyzerins, des BHB's und der Triglyzeride
- Abb. 57: Konzentrationsdifferenzen der Creatinkinase (CK) und des Myoglobins zwischen Senioren und „Junioren“
- Abb. 58: Insulin- und Cortisolkonzentrationsdifferenzen zwischen Senioren und „Junioren“
- Abb. 59: Natrium- und Calciumkonzentrationsdifferenzen zwischen Senioren und „Junioren“

8 Anhang

Tabelle I: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen des Elektrolyt- und Mineralhaushaltes der Junioren auf dem Golfplatz Sagmühle

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Natrium (mmol/l)	\bar{x}	140	139	-0,96	n.s. ^c
	\bar{x}	140	139	-1,60	
	s	3	3	2,52	
Kalium (mmol/l)	\bar{x}	4,08	4,09	0,01	n.s. ^c
	\bar{x}	4,11	4,09	-0,01	
	s	0,19	0,19	0,22	
Calcium (mmol/l)	\bar{x}	2,36	2,41	0,06	n.s. ^c
	\bar{x}	2,43	2,43	0,00	
	s	0,19	0,20	0,17	
Magnesium (mg/dl)	\bar{x}	2,01	1,87	-0,14	0,013
	\bar{x}	1,97	1,90	-0,09	
	s	0,21	0,14	0,17	
Eisen ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	\bar{x}	80,0	99,8	19,8	0,003
	\bar{x}	82,0	98,0	18,0	
	s	43,7	37,5	9,3	
Phosphat (mg/dl)	\bar{x}	4,08	4,27	0,19	n.s. ^c
	\bar{x}	4,01	4,26	0,13	
	s	0,43	0,50	0,32	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B – A

^c = nicht signifikant

Tabelle II: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Leber- und Nierenwerte der Junioren auf dem Golfplatz Sagmühle

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
GOT (U/l)	\bar{x}	13,0	12,3	-0,6	n.s. ^c
	\bar{x}	8,3	8,0	-0,1	
	s	15,1	13,9	2,3	
GPT (U/l)	\bar{x}	20,8	19,2	-1,6	n.s. ^c
	\bar{x}	9,5	10,9	0,4	
	s	29,7	24,9	5,6	
γ -GT (U/l)	\bar{x}	24,4	24,7	0,3	T ^d
	\bar{x}	11,6	10,6	0,7	
	s	41,1	42,2	1,1	
Harnstoff (mg/dl)	\bar{x}	27,6	30,4	2,8	T ^d
	\bar{x}	26,8	29,3	2,8	
	s	5,7	6,3	5,0	
Creatinin (mg/dl)	\bar{x}	0,99	0,96	-0,04	n.s. ^c
	\bar{x}	1,01	0,97	-0,03	
	s	0,12	0,14	0,13	
Harnsäure (mg/dl)	\bar{x}	5,97	5,73	-0,24	n.s. ^c
	\bar{x}	5,68	5,74	-0,13	
	s	2,22	2,13	0,49	
Bilirubin (mg/dl)	\bar{x}	0,37	0,42	0,05	n.s. ^c
	\bar{x}	0,37	0,39	0,01	
	s	0,10	0,16	0,11	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B – A

^c = nicht signifikant

^d = Tendenz zur Signifikanz

Tabelle III: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Elektrolyte der Junioren auf dem Golfplatz Brunnwies

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Natrium (mmol/l)	\bar{x}	140	139	-0,90	n.s. ^c
	\bar{x}	140	139	-1,30	
	s	2	3	2,09	
Kalium (mmol/l)	\bar{x}	4,15	4,15	0,01	n.s. ^c
	\bar{x}	4,16	4,05	0,04	
	s	0,33	0,25	0,32	
Calcium (mmol/l)	\bar{x}	2,43	2,46	0,03	n.s. ^c
	\bar{x}	2,44	2,46	0,02	
	s	0,06	0,07	0,07	
Magnesium (mg/dl)	\bar{x}	1,99	1,91	-0,08	0,013
	\bar{x}	1,99	1,89	-0,08	
	s	0,15	0,15	0,11	
Eisen (μ g/dl)	\bar{x}	114	95	-19	n.s. ^c
	\bar{x}	105	95	-15	
	s	56	26	47	
Phosphat (mg/dl)	\bar{x}	4,22	4,68	0,46	n.s. ^c
	\bar{x}	4,39	4,57	0,26	
	s	0,68	1,07	1,04	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B – A

^c = nicht signifikant

Tabelle IV: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Leber- und Nierenwerte der Junioren auf dem Golfplatz Brunnwies

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
GOT (U/l)	\bar{x}	15,2	15,2	0,0	n.s. ^c
	\bar{x}	8,9	9,7	1,0	
	s	20,6	18,2	3,4	
GPT (U/l)	\bar{x}	21,1	20,1	-1,0	n.s. ^c
	\bar{x}	9,1	9,9	0,4	
	s	30,2	25,4	5,6	
y-GT (U/l)	\bar{x}	25,4	26,4	1,0	0,005
	\bar{x}	10,7	11,3	0,7	
	s	43,0	44,0	1,1	
Harnstoff (mg/dl)	\bar{x}	29,6	30,8	1,4	n.s. ^c
	\bar{x}	30,8	30,5	1,1	
	s	7,3	6,7	4,2	
Creatinin (mg/dl)	\bar{x}	1,01	1,02	0,01	n.s. ^c
	\bar{x}	1,00	1,03	0,01	
	s	0,15	0,19	0,10	
Harnsäure (mg/dl)	\bar{x}	5,56	5,33	-0,23	n.s. ^c
	\bar{x}	5,14	4,84	-0,13	
	s	1,66	1,66	0,82	
Bilirubin (mg/dl)	\bar{x}	0,47	0,48	0,02	n.s. ^c
	\bar{x}	0,40	0,39	0,01	
	s	0,18	0,21	0,09	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B - A

^c = nicht signifikant

Tabelle V: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Elektrolyte der Junioren auf dem Golfplatz Lederbach

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	P
Natrium (mmol/l)	\bar{x}	139	141	1,12	T ^d
	\bar{x}	139	141	1,30	
	s	2	2	1,94	
Kalium (mmol/l)	\bar{x}	4,05	3,95	-0,09	n.s. ^c
	\bar{x}	4,12	4,06	-0,03	
	s	0,22	0,35	0,40	
Calcium (mmol/l)	\bar{x}	2,41	2,41	-0,01	n.s. ^c
	\bar{x}	2,42	2,41	-0,03	
	s	0,09	0,09	0,15	
Magnesium (mg/dl)	\bar{x}	2,00	1,87	-0,12	0,004
	\bar{x}	1,99	1,92	-0,12	
	s	0,17	0,13	0,08	
Eisen ($\mu\text{g/dl}$)	\bar{x}	90,6	84,9	-5,73	n.s. ^c
	\bar{x}	93,0	87,0	-10,0	
	s	24,1	13,2	22,6	
Phosphat (mg/dl)	\bar{x}	3,97	4,18	0,21	n.s. ^c
	\bar{x}	4,08	4,22	0,15	
	s	0,56	0,28	0,43	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B – A

^c = nicht signifikant

^d = Tendenz zur Signifikanz ^c

Tabelle VI: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Leber- und Nierenwerte der Junioren auf dem Golfplatz Lederbach

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
GOT (U/l)	\bar{x}	12,1	12,8	0,74	n.s. ^c
	\bar{x}	8,30	9,98	1,70	
	s	14,0	14,4	0,40	
GPT (U/l)	\bar{x}	18,9	19,2	0,30	n.s. ^c
	\bar{x}	11,3	10,4	-0,31	
	s	24,2	24,2	2,23	
γ -GT (U/l)	\bar{x}	22,9	23,1	0,17	n.s. ^c
	\bar{x}	10,5	10,6	0,33	
	s	40,4	40,0	0,52	
Harnstoff (mg/dl)	\bar{x}	27,6	29,7	2,15	T ^d
	\bar{x}	25,4	31,2	2,18	
	s	6,50	6,34	3,31	
Creatinin (mg/dl)	\bar{x}	0,97	0,97	-0,02	n.s. ^c
	\bar{x}	0,96	0,96	-0,10	
	s	0,17	0,18	0,05	
Harnsäure (mg/dl)	\bar{x}	5,35	5,15	-0,20	n.s. ^c
	\bar{x}	5,00	4,39	-0,20	
	s	1,76	1,65	0,51	
Bilirubin (mg/dl)	\bar{x}	0,36	0,37	0,00	n.s. ^c
	\bar{x}	0,34	0,35	0,01	
	s	0,13	0,14	0,06	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B - A

^c = nicht signifikant

^d = Tendenz zur Signifikanz ^c

Tabelle VII: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Elektrolyte der 28 Senioren auf dem Golfplatz Brunnwies

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
Natrium (mmol/l)	\bar{x}	141	142	0,85	0,016
	\bar{x}	141	142	0,95	
	s	2	2	1,74	
Kalium (mmol/l)	\bar{x}	4,19	4,29	0,10	n.s. ^c
	\bar{x}	4,24	4,35	0,13	
	s	0,28	0,23	0,34	
Calcium (mmol/l)	\bar{x}	2,36	2,47	0,11	0,000
	\bar{x}	2,37	2,47	0,13	
	s	0,24	0,11	0,11	
Magnesium (mg/dl)	\bar{x}	2,07	1,99	-0,07	0,010
	\bar{x}	2,05	1,99	-0,07	
	s	0,15	0,14	0,14	
Eisen ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	\bar{x}	97,6	109	10,9	n.s. ^c
	\bar{x}	91,0	101	6,0	
	s	41	38	37,4	
Phosphat (mg/dl)	\bar{x}	3,51	3,76	0,25	0,11
	\bar{x}	3,47	3,82	0,23	
	s	0,44	0,45	0,63	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B – A

^c = nicht signifikant

Tabelle VIII: Mittelwerte, Median und Standardabweichungen der Leber- und Nierenwerte der gesunden Senioren auf dem Golfplatz Brunnwies

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
GOT (U/l)	\bar{x}	10,8	12,9	2,15	0,017
	\bar{x}	10,1	11,8	1,67	
	s	4,1	4,0	1,93	
GPT (U/l)	\bar{x}	12,7	13,7	0,96	n.s. ^c
	\bar{x}	11,5	14,5	2,93	
	s	5,8	4,0	3,90	
γ -GT (U/l)	\bar{x}	19,6	21,1	1,52	0,012
	\bar{x}	13,7	15,6	1,56	
	s	17,6	17,6	0,67	
Harnstoff (mg/dl)	\bar{x}	38,7	41,8	3,08	0,025
	\bar{x}	37,1	41,4	1,56	
	s	8,8	9,6	3,88	
Creatinin (mg/dl)	\bar{x}	1,09	1,19	0,10	0,036
	\bar{x}	1,13	1,23	0,10	
	s	0,15	0,12	0,11	
Harnsäure (mg/dl)	\bar{x}	6,18	6,38	0,20	n.s. ^c
	\bar{x}	6,27	6,06	0,33	
	s	1,65	1,69	0,63	
Bilirubin (mg/dl)	\bar{x}	0,58	0,64	0,06	T ^d
	\bar{x}	0,43	0,49	0,05	
	s	0,35	0,33	0,08	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B – A

^c = nicht signifikant

^d = Tendenz zur Signifikanz ^c

Tabelle IX: Mittelwerte, Median und Standardabweichngen der Leber- und Nierenwerte der kranken Senioren auf dem Golfplatz Brunnwies

		A ^a	B ^a	Differenz ^b	p
GOT (U/l)	\bar{x}	9,63	11,1	1,47	0,001
	\bar{x}	9,30	10,8	1,22	
	s	2,74	3,3	1,47	
GPT (U/l)	\bar{x}	14,0	13,2	-0,75	0,04
	\bar{x}	14,3	12,8	-0,71	
	s	4,7	5,2	2,23	
y-GT (U/l)	\bar{x}	20,1	21,3	1,17	0,000
	\bar{x}	15,1	16,9	1,09	
	s	13,4	13,0	0,99	
Harnstoff (mg/dl)	\bar{x}	39,7	40,05	0,34	n.s. ^c
	\bar{x}	40,4	38,7	-0,07	
	s	7,7	8,1	4,05	
Creatinin (mg/dl)	\bar{x}	1,10	1,14	0,04	T ^d
	\bar{x}	1,09	1,15	0,03	
	s	0,16	0,14	0,10	
Harnsäure (mg/dl)	\bar{x}	6,80	6,49	-0,31	T ^d
	\bar{x}	6,57	6,61	-0,24	
	s	1,85	1,41	0,89	
Bilirubin (mg/dl)	\bar{x}	0,53	0,56	0,03	n.s. ^c
	\bar{x}	0,45	0,51	0,06	
	s	0,29	0,25	0,21	

^aA = Werte vor dem Spiel; B = Werte nach dem Spiel

^b = B - A

^c = nicht signifikant

^d = Tendenz zur Signifikanz

9 Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Dierig
Vorname: Alexa
Geburtsdatum: 04.11.1074
Geburtsort: Garmisch-Partenkirchen
Studienanschrift: Hohenzollernstr. 37, 80801 München
Tel.: 089/34020474
Heimatanschrift: Laintalstr. 60, 82481 Mittenwald
Tel.: 08823/8388
Familienstand: ledig

Schulbildung:

September 1981 – Juli 1983: Grundschule Merzbach
September 1983 – Juli 1985: Grundschule Mittenwald
September 1985 – Juli 1994: St. Irmengard Gymnasium Garmisch-Partenkirchen mit dem Erwerb der allgemeinen Hochschulreife

Hochschulbildung:

Mai 1995 – April 1997: Ludwigs-Maximilians-Universität München
Seit Mai 1995: Technische Universität München
April 1997: Physikum (Note: befriedigend)
März 1998: Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung
(Note: gut)
April 2000: Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
(Note: gut)
November 2001: Dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung

(Note: sehr gut)

Berufsbezogene Praktika:

November 1994:	Pflegepraktikum Kardiologie im Krankenhaus München Bogenhausen
Januar 1995:	Pflegepraktikum Viszeralchirurgie im Krankenhaus München Bogenhausen
August 1997:	Famulatur Kinderchirurgie in der Kinderklinik Amsterdamer Str./Köln
August 1998:	Famulatur im Institut für Sportmedizin und Kreislaufforschung/Köln
September 1998:	Famulatur in der Praxis eines Allgemein-Mediziners/Mittenwald
Oktober 1998:	IPOKRATES Students Seminar „Symptoms, Signs and Interpretations in Pediatrics“/ Kreiskrankenhaus Memmingen
April 1999:	Famulatur Pädiatrie Kinderklinik München Schwabing
September 1999:	Famulatur Innere Medizin Clonmel/Irland
Praktisches Jahr:	
September 2000 – November 2000:	Kinderchirurgie „Hospital for sick children“ Toronto/Kanada
Dezember 2000 – Februar 2001:	Chirurgie (septische Traumatologie) „Klinikum rechts der Isar“ München
Februar 2001 – Juni 2001:	Innere Medizin „Inselhospital Bern/Schweiz
Juli 2001 – September 2001:	Pädiatrie „Kinderklinik Schwabing“ München (4 Wochen Neonatologie im Klinikum rechts Isar München)
AIP:	
Februar 2002 – August 2002:	Junior House Officer “Innere Medizin” (Royal

I	Devon and Exeter Hospital, Exeter, England)
August 2002 – Februar 2003:	Junior House Officer „Chirurgie“ (Taunton and Somerset Hospital, Taunton, England)
Berufliche Nebentätigkeiten:	
März 1995 – September 1997:	Krankenpflegehilfe, Viszeralchirurgie München Bogenhausen
Mai 1996 – Januar 1998:	studentische Hilfskraft, Arbeitsmedizin Innenstadtklinik, München
Oktober 1999 – Mai 2000:	studentische Hilfskraft, Harrison Clinical Research, München
Februar 2001 – Juni 2001:	Nachtwache, Inselspital Bern
Sonstige Kenntnisse:	
EDV:	Anwendungsorientierte Kenntnisse mit der Textverarbeitung WORD 97, Excel
Sprachen:	gute Kenntnisse im Englischen ausreichende Kenntnisse im Französischen großes Latinum

10 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Univ-Prof. Dr. D. Jeschke, der mir die Durchführung dieser wissenschaftlichen Arbeit ermöglichte.

Herrn Dr. Lorenz danke ich für seine hervorragende Betreuung, Hilfsbereitschaft und Geduld.

Bei Herrn A. Hartl und seinen Mitarbeitern des Golf-Resorts Bad Griesbach bedanke ich mich herzlich für die Organisation und Bereitstellung aller nötigen Hilfsmittel.

Frau M. Besold danke ich für die außergewöhnliche Betreuung und Hilfsbereitschaft während den Versuchsdurchführungen.

Frau Dr. med. D. Wiebke danke ich ebenfalls für die sehr gute Unterstützung während der Zeit der Feldversuche.

Frau K. Radon danke ich für die unermüdliche Bereitschaft mir bei Schwierigkeiten der Computereingabe mit Rat und Tat zur Seite zu stehen.

Frau Dipl.-Math. R. Busch vom Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der TU München, Klinikum rechts der Isar, möchte ich herzlich für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung danken.

Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Promotionsordnung vorgelegte Arbeit mit dem Titel:

Kardiovaskuläre, metabolische und energetische Beanspruchung durch Golfsport - Analysen an gesunden jüngeren und älteren, partiell chronisch kranken Golfspielern

in Lehrstuhl und Poliklinik für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin der Technischen Universität München

Unter der Anleitung und Betreuung durch Univ.-Prof. Dr. D. Jeschke

Ohne sonstige Hilfe erstellt und bei der Abfassung nur die gemäß §6 Abs. 5 angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

- () Ich habe die Dissertation in keinem anderen Prüfungsverfahren als Prüfungsleistung vorgelegt.
- () Die vollständige Dissertation wurde in veröffentlicht. Die Fakultät für hat der Vorveröffentlichung zugestimmt.
- () Ich habe den angestrebten Doktorgrad **noch nicht** erworben und ich bin **nicht** in einem früheren Promotionsverfahren für den angestrebten Doktorgrad endgültig gescheitert.
- () Ich habe bereits am , bei der Fakultät für der Hochschule unter Vorlage einer Dissertation mit dem Thema die Zulassung zur Promotion beantragt mit dem Ergebnis:
.....

Die Promotionsordnung der Technischen Universität München ist mir bekannt.

München, den
.....
Unterschrift

Hiermit erkläre ic dass ich die vorliegende Dissertation ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die aufgeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

München, den

(Alexa Dierig)