

ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN ZUM EINFLUSS VON SAFTFASTEN UND AUSDAUERTRAINING AUF DEN ENERGIEHAUSHALT, DEN STOFFWECHSEL UND DIE KÖRPERLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT ADIPÖSER

J. Steiniger, K. Janietz, S. Bergmann, M. Klingbeil, A. Schneider, H.-D. Steglich und J. Rohde



HELIOS Klinikum Berlin, Klinikum Buch

Klinik für Physiotherapie/Naturheilverfahren, „Herbert-Krauß-Klinik“, Berlin

[Zurück](#)

Einleitung

Das metabolische Syndrom ist vor allem mit Übergewicht und Adipositas assoziiert. Deshalb verringert eine erfolgreiche Gewichtsreduktion die Risikofaktoren des metabolischen Syndroms in eindrucksvoller Weise.

Jedoch, eine langfristige Stabilisierung eines normalen Körpergewichtes ist nur durch veränderte Lebensgewohnheiten des Patienten (sprich: fettarme Ernährung und erhöhte körperliche Aktivität) zu erreichen.

Wichtig dabei ist dabei eine psychologische Betreuung der Patienten, um sie zur Bewältigung dieser schwierigen Lebensumstellungen zu motivieren.

Dabei lernt der Patient eine gesunde Ernährung kennen (sowohl praktisch als auch durch Ernährungsberatung) und er findet Freude an sportlicher Betätigung (Sporttherapie).

Tabelle 1
Therapie der Adipositas

Erreichen einer negativen Energiebilanz durch:

- Reduzierung der Nahrungsaufnahme
(Reduzierte Vollwertkost, vor allem Senkung des Fettverzehrs)
- Erhöhung der körperlichen Aktivität (Ausdauersport)
- Ernährungsberatung zur Ernährungsumstellung
- Psychotherapie (Motivation)

Veränderung der Lebensgewohnheiten

Methodik

Neben dem Saftfasten nach Buchinger wenden wir auch andere Reduktions-Kostformen wie z.B. Frischkost, Rohkost, Vollwertkost an.

Das Therapieprogramm "Komplexe Rekonditionierung Adipöser" wurde Anfang der 70er Jahre von Prof. Herbert Krauß in unserer Klinik entworfen und von Dr. med. Klaus Janietz fast 20 Jahre lang erfolgreich und engagiert weitergeführt.

Der Indikationsschwerpunkt lag dabei auf der Prophylaxe der mit der Adipositas assoziierten Erkrankungen innerhalb des metabolischen Syndroms.

Tabelle 2

Therapieprogramm „Komplexe Rekonditionierung Adipöser“

- Kombinationstherapie aus hypokalorischer Ernährung (Saffasten) und Ausdauertraining (Radfahren)
- Zeitraum der Untersuchungen: 1975 bis 1993
- Studienumfang: 1000 Patienten
- Gruppentherapie: 15 -20 Personen je Gruppe
- Dauer: 28 (21 - 35) Tage
- etwa 50 % Frauen
- Alter: 20 - 55 Jahre (Hauptanteil 30 - 45 Jahre)
- BMI: 26 – 51

Diätetisch wurden die Patienten durch das bekannte Saffasten nach Buchinger behandelt. Sie bekamen täglich 300 - 400 kcal (entsprechend 70 - 90 g) Kohlenhydrate aus frische Obstsäften. Zur Unterstützung des Vitaminhaushaltes wurden ein Multivitaminpräparat und ein Hefetrunk gegeben. Der Hefetrunk enthielt die Vitamine der B-Gruppe. Elektrolyte wurden über Mineralwässer und eine Gemüsebrühe zugeführt.

Als Trinkmenge waren 3 Liter pro Tag vorgegeben.

An 6 Tagen in der Woche erfolgten die in unserer Klinik übliche **physiotherapeutischen Behandlungen**, die alle Patienten erhielten, unabhängig von der angesetzten Sporttherapie. Das waren vor allem Hydrotherapie wie z.B. Sauna, Wechselbäder und -waschungen oder Wickel und Bewegungstherapie in Form von 30 min Frühgymnastik. Bei speziellen Erfordernissen wurden Einzelbehandlungen wie z.B. Massagen, Elektrotherapie u.ä. durchgeführt.

Tabelle 3
Therapieschema „Diätetik und Sport“

Diätetik (täglich)

- 300 kcal/d Kohlenhydrate aus Obstsäften
- Multivitaminpräparat, Hefetrunk
- Elektrolyte aus Mineralwässern und Gemüsebrühe
- Trinkmenge mindestens 3 l/d

Physiotherapie (6 mal pro Woche)

- Hydrotherapie (Sauna, Wechselbäder u.ä..)
- Frühgymnastik (30 min)
- bei speziellen Erfordernissen in Einzelbehandlung:
Massagen, Elektrotherapie u.ä.

Sport (6 mal pro Woche)

- Langzeitausdauertraining geringer Intensität
(30 - 40 % VO₂max) als Fahrradtour: 1. Woche: 25 km/d, 2. Woche: 45 km/d,
ab 3. Woche: 60 km/d, Fahrgeschwindigkeit ca. 15 km/h
- Kreistraining (30 min pro Tag) zur Kräftigung abgeschwächter Muskulatur,
besonders im Bereich von Rumpf, Schultergürtel und Armen

Ernährungsberatung (Diätassistentin) und psychologische Betreuung (Klinik- psychologe)

Bei geeigneten Patienten, wurde eine zusätzliche **Sporttherapie** 6 mal pro Woche durchgeführt. Sie erfolgte in der Form eines Langzeitausdauertrainings von geringer Intensität als Fahrradtour. In der ersten Woche 25 km/d, in der 2. Woche 45 km/d und ab der 3. Woche 60 km/d mit einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von etwa 15 km/h. Die durchschnittliche Belastung lag dabei bei etwa 30 - 40 % der maximalen Sauerstoffaufnahme.

Die Testung ihrer Leistungsfähigkeit vor Therapiebeginn erfolgte bei allen Patienten durch eine Ergometeruntersuchung (Vita maxima).

Am Nachmittag wurde ein 30-minütiges Krafttraining als Kreistraining mit 10 Stationen zur Muskelkräftigung durchgeführt.

Alle Patienten, unabhängig vom Trainingsstatus, erhielten eine oder mehrere Ernährungsberatungen und wurden bei Bedarf von unserer Klinikpsychologin betreut.

An einer Stichprobe von fast 1 000 Patienten wurden von etwa 1975 bis Ende 1992 verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen zur Wirkung unseres Therapiekonzeptes durchgeführt. Insgesamt wurde in der hier vorgestellten Form bis heute mehr als 3 000 Patienten erfolgreich und ohne ernsthafte Komplikationen in unserem Hause behandelt (bei insgesamt etwa 10 000 Fastenpatienten in den letzten 20 Jahren). In etwas abgeschwächter Form (vor allem auf der sportlichen Seite) ist dieses Programm mit dem Schwerpunkt akuter Kausaltherapie auch heute noch Bestandteil unseres Behandlungsspektrums.

Die ursprüngliche Form war eine Gruppentherapie mit 15 - 20 Patienten pro Gruppe (50% Männer, 50% Frauen) im Alter von 20 - 55 Jahren.

Die Behandlung erfolgte meist im Frühjahr oder Herbst und dauerte durchschnittlich 28 Tage (5 – 6 Gruppen mit Sporttherapie pro Jahr).

Wissenschaftliche Untersuchungsschwerpunkte

Das therapeutische Heilfasten allein schon verlangt vom menschlichen Organismus eine tiefgreifende Umstellung in fast allen seinen Stoffwechselfvorgängen und wird vor allem wegen der dabei auftretenden negativen Eiweißbilanz immer wieder z.T. unsachlich kritisiert. Jedoch, wissenschaftliche Untersuchungen haben nachgewiesen, dass unter ärztlicher Kontrolle, diese Veränderungen stets innerhalb funktionierender physiologischer und biochemischer Regulationssysteme abläuft und der Organismus sich an diese Stoffwechselsituation sehr gut adaptieren kann.

Die Zielstellung unserer Untersuchungen war die Beantwortung der Frage:

Überfordert ein zusätzliches Ausdauertraining die physiologische Anpassungsfähigkeit des Menschen im Fastenprozess und führt zu nicht zu tolerierenden pathologischen Veränderungen? Deshalb haben wir den Einfluss eines systematischen Ausdauertrainings beim Saftfasten auf verschiedene Regulationssysteme in Gegenüberstellung zu Patienten ohne die vorgestellte Sporttherapie an einzelne Stichproben untersucht.

Die Schwerpunkte sind in Tabelle 4 dargestellt.

Gleichzeitig wurden bei fast allen Patienten physiologische Parameter wie Blutdruck und Herzfrequenz, sowie die Eiweißbilanz im Laufe der Therapie verfolgt.

Tabelle 4
Untersuchungsschwerpunkte

Einfluss von Fasten und Ausdauertraining auf:

- die körperliche Leistungsfähigkeit (Sporttest) und die Muskelkraft (Dynamometrie)
- den Verlauf der Ruhe-Nüchtern-Blutspiegel von Metaboliten des Fett- und Energiestoffwechsels
- das Verhalten von Herzfrequenz, Blutdruck und Blutspiegel bestimmter Stoffwechselfparameter unter definierter Ergometerbelastung.
- den Energie- und Substratumsatz unter Ruhebedingungen und Ergometerbelastung (indirekte Kalorimetrie)
- die Gesamt-Energiebilanz sowie die Fett-, Kohlenhydrat- und Eiweißbilanz über den gesamten Behandlungszeitraum
- die Veränderungen im Körperfett und der Magermasse (BIA, Hautfaltendicke)

Ergebnisse

Muskelkraft und allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit

Tabelle 5

Fallzahlen - Muskelkraft und allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit

	mit Training	ohne Training
Männer	84	29
Frauen	85	25
	168	54

Mit Hilfe eines Dynamometers (nach Zadek) wurde die Muskelkraft an den oberen und unteren Extremitäten vor und nach Behandlung gemessen. Dabei wurden die entsprechenden Gelenke in einem Stativ fixiert und die funktionell zugeordneten Muskelgruppen geprüft.

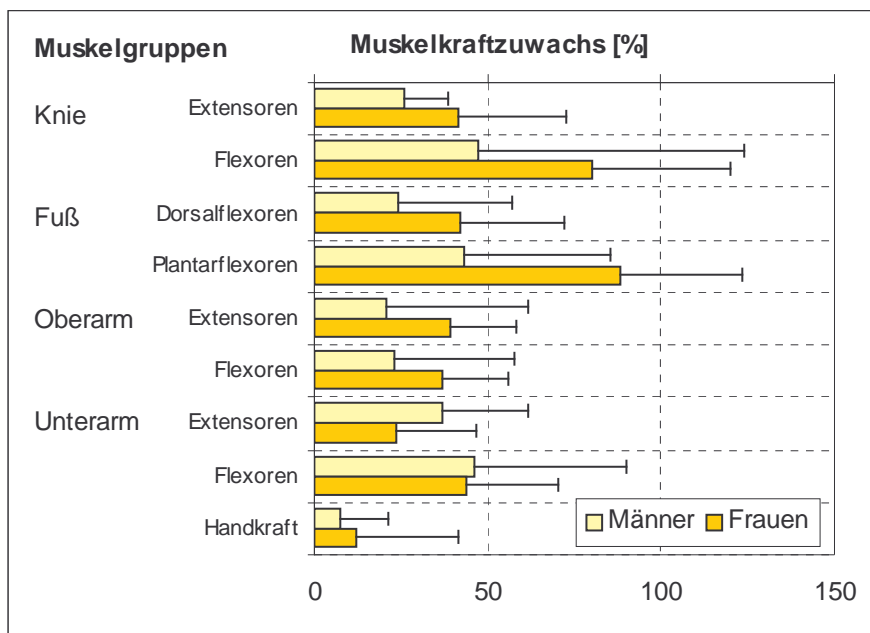


Abbildung 1.

Muskelkraftzuwachs (in %) durch Ausdauertraining beim Saftfasten
Mittelwerte \pm Standardabweichungen

Die Ergebnisse der Dynamometrie zeigen einen Kraftzuwachs fast aller untersuchter Muskelgruppen von mehr als 20 %, bei Frauen (dunkel) stärker als bei Männern (hell).

Der Kraftzuwachs ist bei den Frauen an den Flexoren der unteren Extremitäten besonders deutlich: über 75 %. Bis auf die Handkraft sind die dargestellten Veränderungen statistisch signifikant auf dem 5%-Niveau und sicherlich eher ein Ergebnis des Krafttrainings als des Ausdauertrainings.

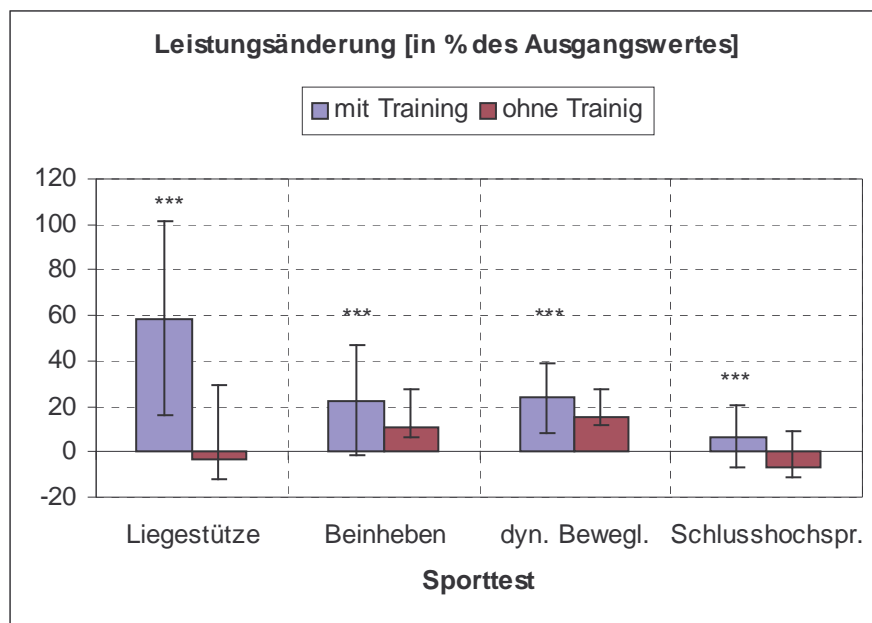


Abbildung 2
Leistungsanstieg im Sporttest
 Mittelwerte \pm Standardabweichungen

Gleiches gilt auch für die Ergebnisse des Sporttestes: in der Tendenz zeigten die Patienten mit Sporttherapie in alle Übungen eine Verbesserung.

Die Resultate beim Beinheben und der dynamischen Beweglichkeit, bei dem auch die Patienten ohne Trainingstherapie Verbesserungen zeigen, macht deutlich, dass schon die Gewichtsabnahme allein (Reduzierung des Bauchumfangs und der Masse der unteren Extremitäten) die Übungen einfacher machten.

Bei den Liegestützen und im Schlusshochsprung ist der Trainingseffekt im Vergleich zu den untrainierten deutlich erkennbar und hochsignifikant in beiden Geschlechtern.

Diese beiden Abbildungen sollten Ihnen zeigen, dass trotz negativer Energie- und Eiweißbilanz beim Safffasten durch ein systematisches sportliches Training die allgemeine Leistungsfähigkeit erhöht und sogar ein Muskelkraftzuwachs erfolgen kann.

Gewichtsabnahme

Abbildung 3 zeigt die tägliche Gewichtsabnahme in den 4 Fastenwochen. Der Unterschied zwischen den Gruppen nimmt im Laufe des Fastens deutlich zu ($p < 0,01$), d.h. größere tägliche Gewichtsverluste bei den Patienten mit Training. Die gesamte Gewichtsabnahme betrug bei den Patienten mit Training $12,2 \pm 4,7$ kg und bei Patienten ohne Training $10,9 \pm 4,6$ kg in 28 Tagen ($p < 0,001$, vgl. Abbildung 26).

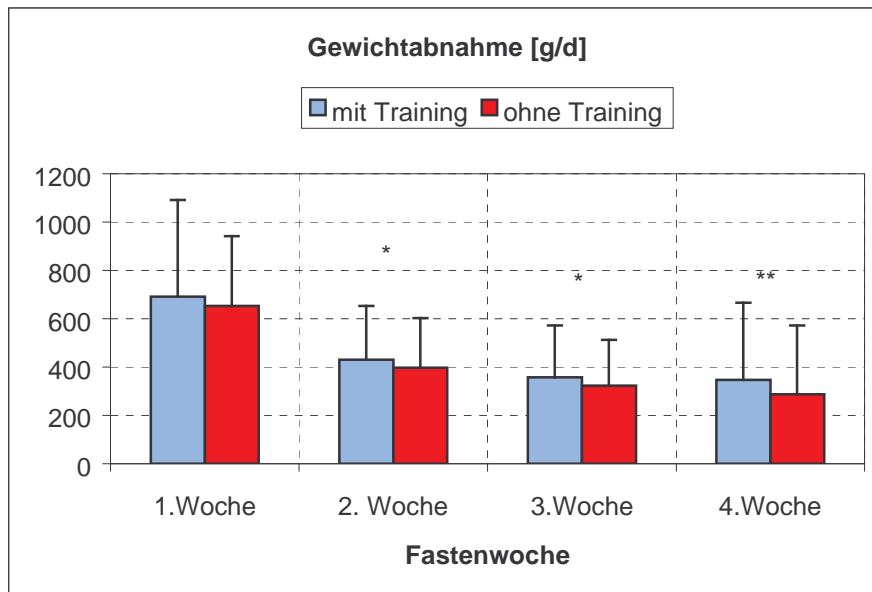


Abbildung 3

Tägliche Gewichtsabnahme [g/d]; Mittelwerte \pm Standardabweichung mit Training $n = 350$, ohne Training $n = 400$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Ruhe-Nüchtern-Werte (Basalwerte) im Blut

Tabelle 6
Fallzahlen – Basalwerte

n	mit Training	ohne Training
Männer	101	71
Frauen	85	64
	186	136
Bestimmt wurden:		
freie Fettsäuren, Glycerol, Blutzucker, Kentonkörper, Harnsäure, Triglyceride, Cholesterin u.a. klinisch-chemische Parameter		
Zeitpunkte der Blutabnahmen:		
1., 3., 5., 8., 15., 22., 28., 31. Fastentag		
Körpergewicht, Blutdruck und Stickstoffbilanz wurden täglich bestimmt		

Zur Beurteilung der Stoffwechsellumstellungen und des Einflusses eines systematischen Ausdauertrainings haben wir bestimmte relevante Ruhe-Nüchtern-Werte metabolischer Parameter im Blut und Urin über den gesamten Behandlungsverlauf verfolgt. Das sind neben dem Blutzucker vor allem Parameter des Eiweiß- und Lipidstoffwechsels.

Da die biologische Variabilität der biochemischen Parameter relativ hoch ist, werden zur besseren Übersicht in den Abbildungen nicht die Standardabweichungen dargestellt, sondern die 95%-Konfidenzintervalle ($[\text{Standardabweichung}/\text{Wurzel}(n)] \times 1,96$)

Die Verteilung der Patienten in den beiden Gruppen ist in der Tabelle 6 dargestellt, Männer und Frauen sind in etwa gleichverteilt.

Körpergewicht, Blutdruck und die Stickstoffausscheidung im Urin haben wir täglich bestimmt.

Die Blutwerte wurden morgens nüchtern an den angegebenen Behandlungstagen erfasst. In der Anpassungsphase, der ersten Fastenwoche, haben wir etwa jeden 2. Tag die Werte bestimmt, ab der 2. Fastenwoche jeden 7.Tag.

Die klinisch-chemischen Parameter wie z.B. Serumalbumin, Hämoglobin oder Elektrolyte dienten dabei als Sicherheitsparameter.

Metaboliten des Kohlenhydrat- und Lipidstoffwechsels

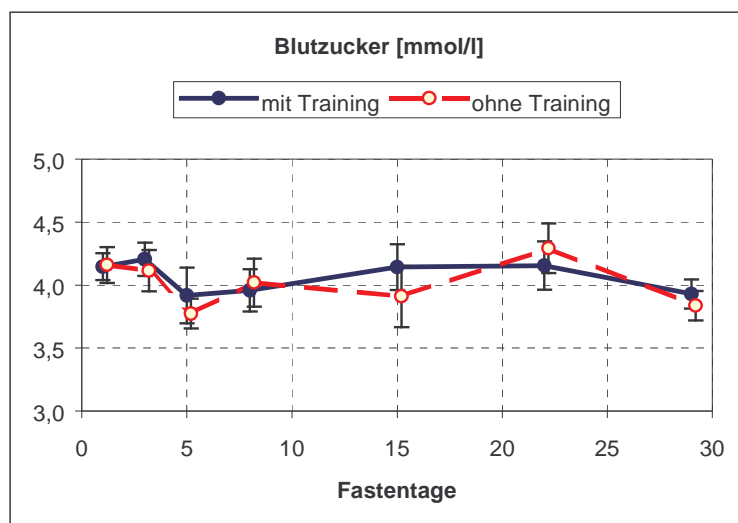


Abbildung 4
Verhalten des Blutzuckers
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

Der Blutzucker erwies sich über den gesamten Behandlungszeitraum hinweg als relativ stabil und bewegte sich in beiden Gruppen im Normbereich.

Nur am 5. Tag in der Umstellungsphase zeigte sich die Tendenz eines Blutzuckerabfalls, der im weiteren Therapieverlauf wieder kompensiert wurde.

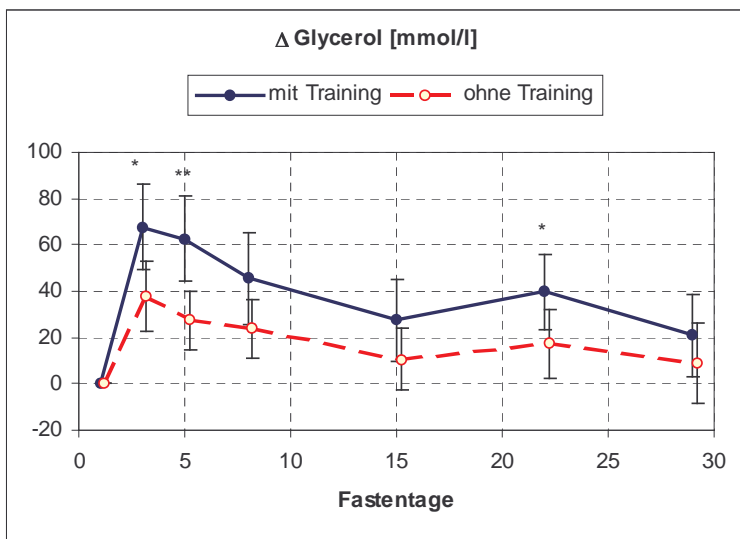
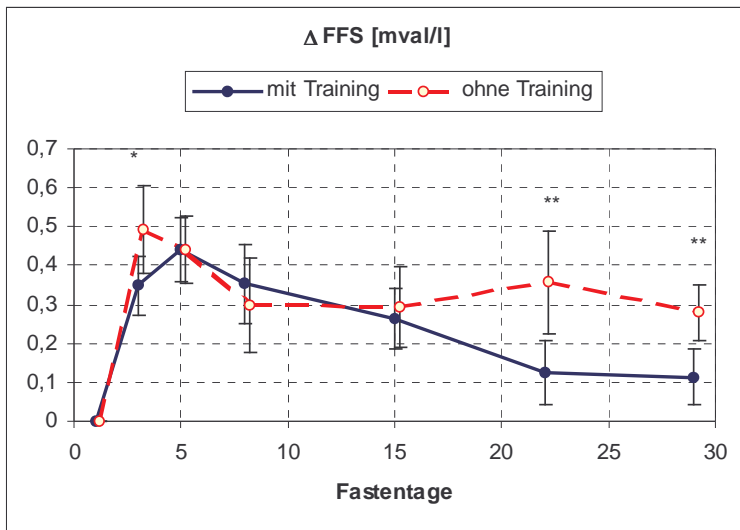
Ebenfalls nur in der ersten Woche traten in der Trainingsgruppe vereinzelt Hypoglycämien ohne klinische Relevanz auf.

Unterschiede zwischen den Gruppen bestanden nicht, d.h. wir konnten keinen signifikanten Einfluss eines Ausdauertrainings hat auf den Ruhe-Nüchtern-Blutzuckerspiegel nachweisen.

In Abbildung 5 und 6 sind die Veränderungen der Lipolyseparameter im Serum dargestellt. Dabei wurden Unterschiede zwischen den beiden Gruppen deutlich.

Das Glycerol ist aufgrund seiner relativ langsamen Verwertung in der Gluconeogenese als Lipolyseindikator geeignet. Es zeigte durchweg einen höheren und längeren Anstieg bei den Patienten mit Training.

Die freien Fettsäuren sind das Substrat der Lipolyse und der Fettverbrennung. Sie stiegen in der ersten Woche in beiden Gruppen gleichermaßen um etwa 0,4 mval/l an. In der Kontrollgruppe bleiben die Werte der FFS im gesamten Behandlungsverlauf erhöht. In der Trainingsgruppe sinkenden die Werte der FFS ab der 2. Behandlungswoche ab, während die Glycerolspiegel relativ hoch bleiben. Das weist auf eine vermehrte Aufnahme von FFS in die Zellen hin.



*Abbildung 5
Anstieg der freien Fettsäuren und des Glycerols im Serum
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall*

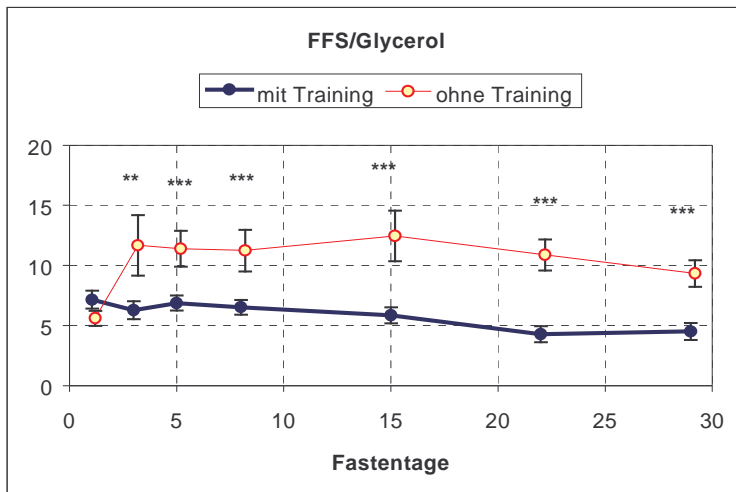


Abbildung 6
Verhalten des Quotienten FFS/Glycerol
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

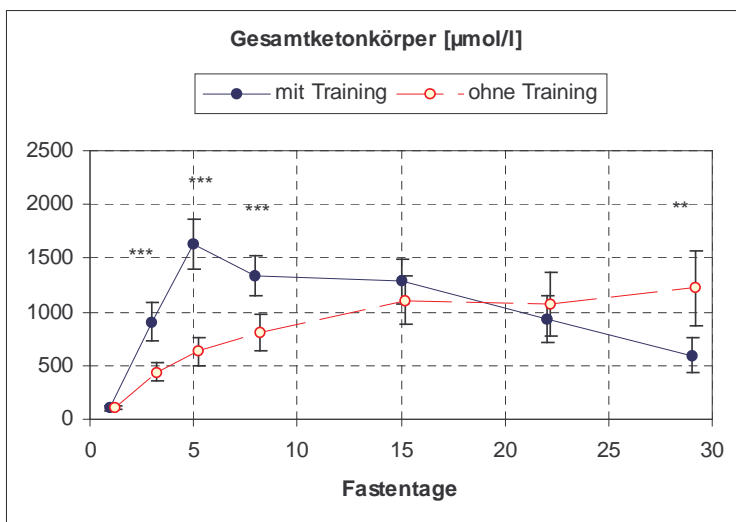


Abbildung 7
Verhalten der Gesamtketonkörper (Acetacetat + β -Hydroxybutyrat)
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

Ein ähnliches Verhalten wie die FFS zeigten auch die Ketonkörper, hier die Summe an Acetacetat und β -Hydroxybutyrat.

In der Trainingsgruppe erfolgte ein schneller Anstieg in der Umstellungsphase bis zum 5.Tag. Dann zeigte sich ein kontinuierlicher Abfall fast auf das Ausgangsniveau in der Adaptationsphase als Zeichen einer steigenden Ketonkörperverwertung.

Bei den Patienten ohne Training stiegen die Ketonkörper bis zum 14. Behandlungstag kontinuierlich an und blieben auf diesem Niveau.

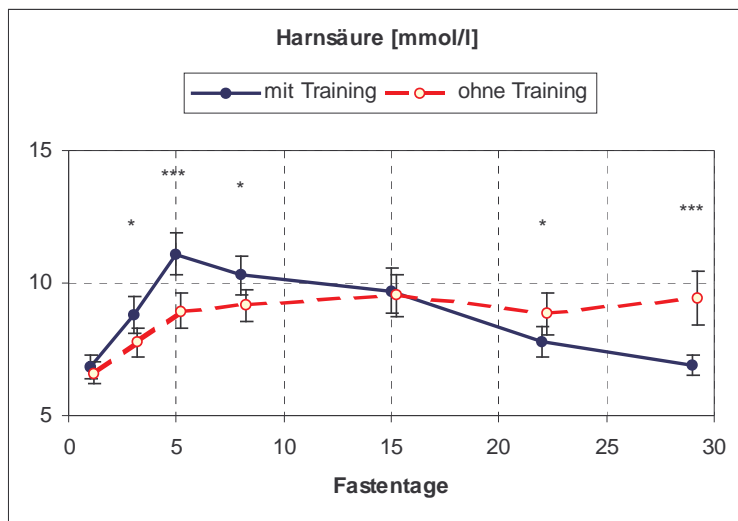


Abbildung 8
Verhalten der Harnsäure im Serum
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

Interessant ist auch das Parallelverhalten zwischen Ketonkörpern und Harnsäure. Die erhöhten Ketonkörper hemmen die renale Exkretion der Harnsäure. Ausdauertraining erhöht in der Adaptationsphase die Ketonkörperverwertung und senkt somit die Harnsäure. Hinzuweisen ist aber auch darauf, dass in der Umstellungsphase die erhöhten Harnsäurewerte zu vereinzelt Gichtanfällen führten. Ein wesentlicher Auslöser war meistens, dass die vorgeschriebene Trinkmenge von etwa 3 Litern pro Tag nicht eingehalten wurde.

Sicherheitsparameter und Eiweißhaushalt

Die als Sicherheitsparameter bestimmten Werte des Eiweißstoffwechsels, hier das Hämoglobin und der PCV bzw. Hämatokrit zeigten im gesamten Behandlungsverlauf nur Veränderungen innerhalb des Normalbereiches. Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht nachweisbar. Das gleiche gilt auch für das Gesamteiweiß und das Albumin im Serum: Gesamteiweiß geringe Abnahme innerhalb des Normbereiches, Serumalbumin leichter Anstieg im Normbereich, keine Unterschiede zwischen den Patientengruppen.

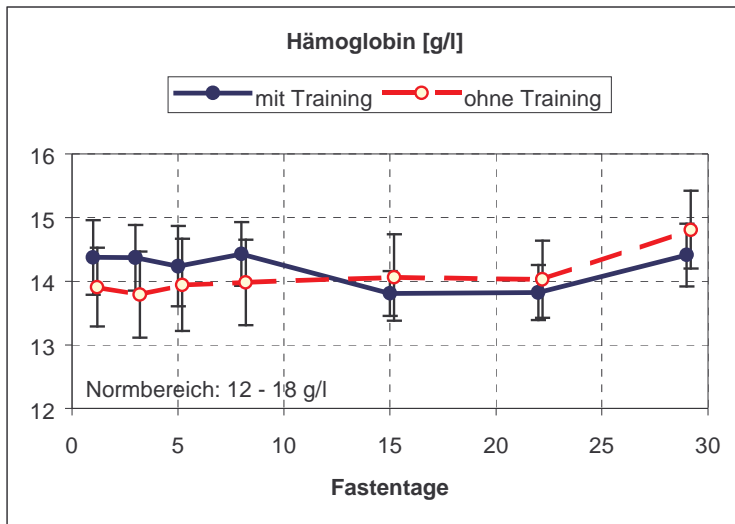


Abbildung 9
Hämoglobingehalt
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

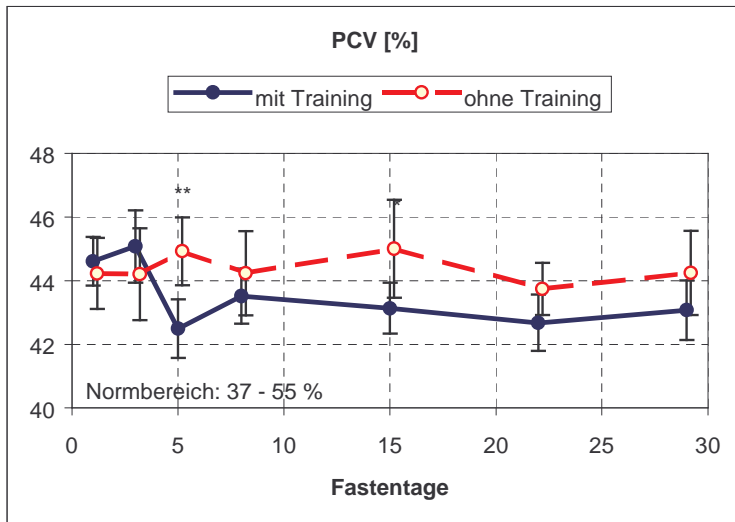


Abbildung 10
Hämatokrit (PCV)
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

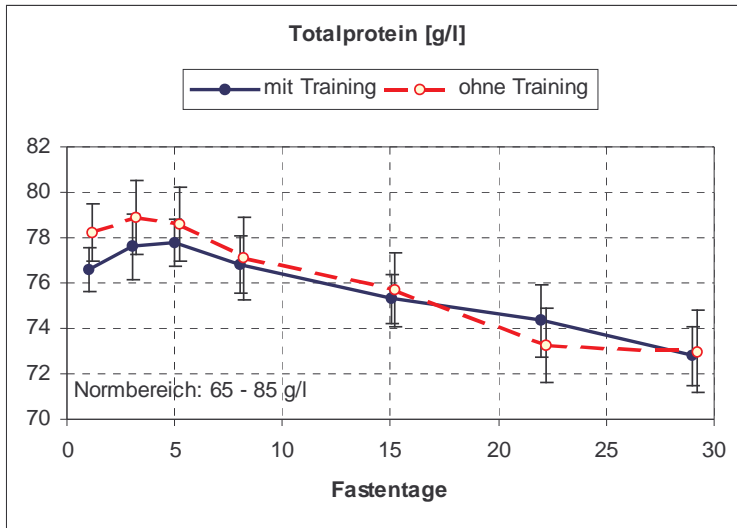


Abbildung 11
Gesamteiweiß (Totalprotein)
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

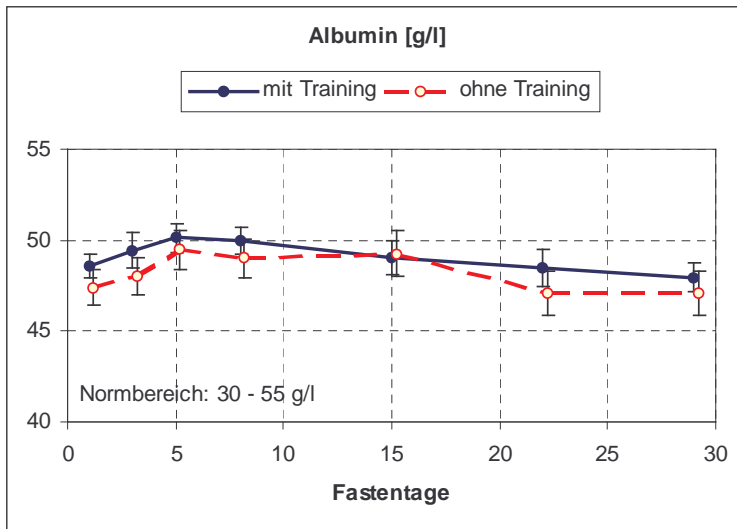


Abbildung 12
Serumalbumin
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

Stickstoffbilanz

Die Stickstoffausscheidung im Urin ist bei eiweißfreier Ernährung zugleich Stickstoffbilanz. Diese dargestellten Werte haben wir an einer großen Zahl von Patienten gewonnen: 362 Männer (171 mit Training und 191 ohne Training) sowie 342 Frauen (140 mit Training und 202 ohne Training).

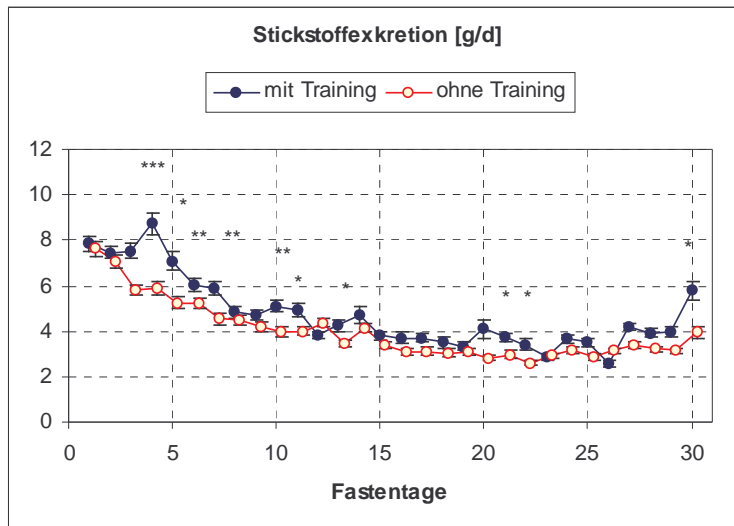


Abbildung 13
Stickstoffexkretion
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

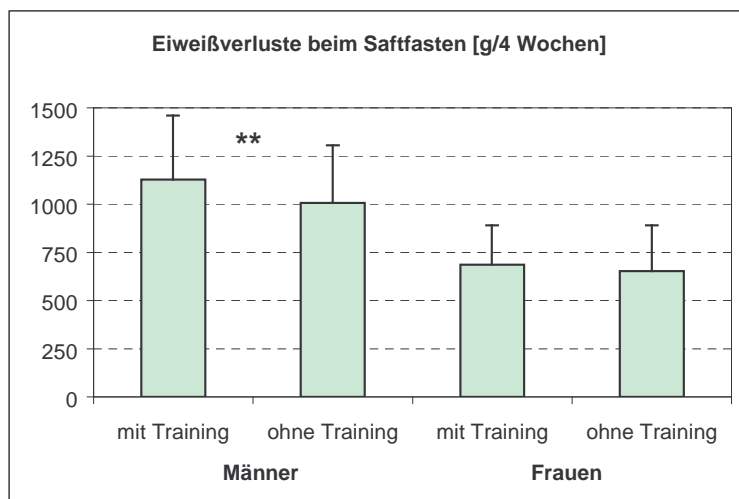


Abbildung 13
Eiweißabbau in 28 Tagen
Mittelwerte \pm Standardabweichungen

Die negative Stickstoffbilanz verringerte sich in der Adaptationsphase im Vergleich zum Anfang um etwa die Hälfte: bei den Männern von 10 auf 5 g Stickstoff pro Tag (entspre-

chend 60 und 30 g Eiweiß pro Tag) und bei den Frauen von 6 auf 3 g Stickstoff pro Tag (entsprechend 40 und 20 g Eiweiß).

Gleichzeitiges Ausdauertraining führt vor allem in der Umstellungsphase bis zum 8. Tag bei den Männern zu etwas höheren Stickstoffverlusten von etwa 1 - 3 g Stickstoff pro Tag (entsprechend 6 - 18 g Eiweiß). Das sind in 28 Tagen zusätzlicher Eiweißverlust von etwa 150 g bei den Männern und weniger als 30 g bei den Frauen.

Diese Stickstoffverluste haben die Leistungsfähigkeit der trainierenden Patienten in keine Weise beeinträchtigt, wie anfangs schon gezeigt und im folgenden weiter demonstriert wird.

Testung der körperlichen Leistungsfähigkeit durch definierte Ergometerbelastung

An etwa 100 Patienten aus beiden Gruppen, Männer und Frauen gleichverteilt wurde eine Stufenbelastung im Submaximalen Bereich durchgeführt: Männer etwa 50, 100 und 150 Watt, Frauen 50, 75 und 100 Watt zu jeweils 6 Minuten.

Die Untersuchungen erfolgten in der gleichen Weise zu Beginn und am Ende der Behandlung. Gemessen wurden Leistungsparameter wie Herzfrequenz, Blutdruck, Sauerstoffverbrauch, Energieumsatz und Blutlactat. Zum Vergleich der Leistungsentwicklung wurde die sog. pulse working capacity (PWC) 170 herangezogen: das ist die entsprechende individuelle Belastung bei einer Herzfrequenz von 170

*Tabelle 7
Fallzahlen – Stufenbelastung im submaximalen Bereich*

	mit Training	ohne Training
Männer	56	45
Frauen	54	43
	110	88

Belastung [Watt]	1. Stufe	2. Stufe	3. Stufe
Männer	56 ± 10	100 ± 12	150 ± 20
Frauen	50 ± 5	70 ± 10	100 ± 10

Dauer jeder Stufe 6 Minuten

Bestimmt wurden:

- Herzfrequenz
- Blutdruck
- Sauerstoffverbrauch (VO_2), Kohlendioxidproduktion (VCO_2), respiratorischer Quotient (RQ)
- Energieumsatz
- Lactat
- PWC 170

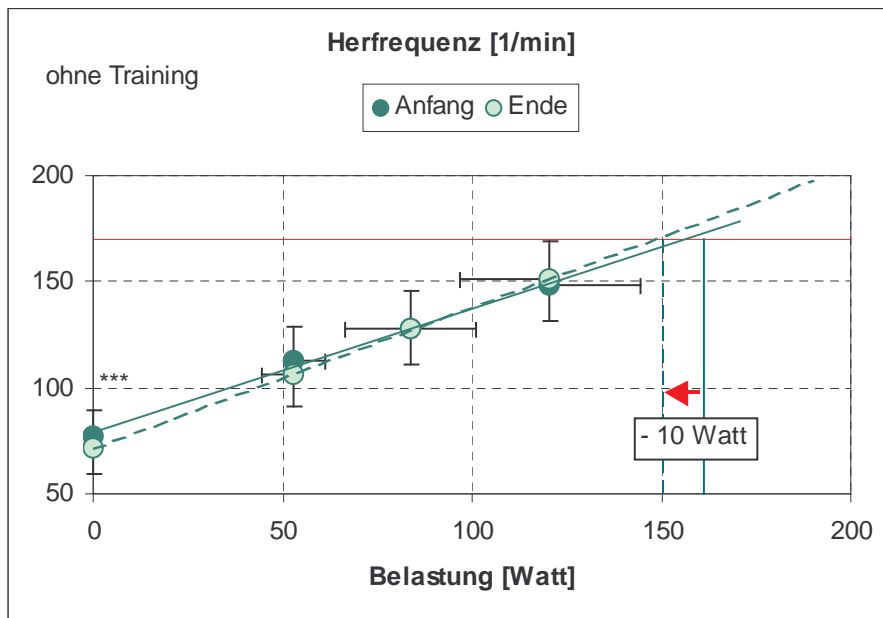
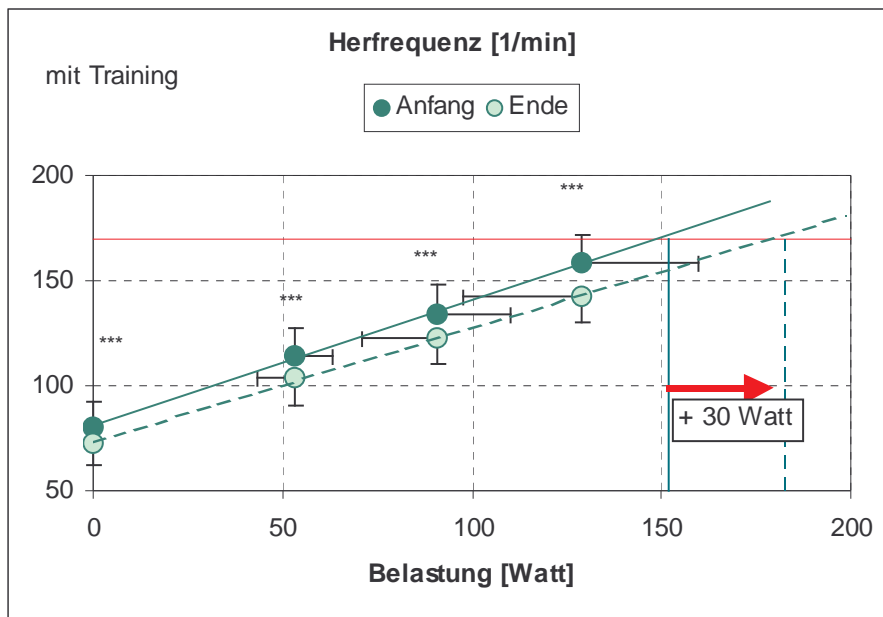


Abbildung 14
Herzfrequenz und PWC 170 vor und nach Behandlung
Mittelwerte \pm Standardabweichungen

Die Patienten mit Training zeigten in der Enduntersuchung im Mittel einen geringeren Anstieg der Herzfrequenz bei gleicher Belastung.

Die Ruhefrequenz blieb weitgehend konstant (81 zu 76, nicht signifikant)

Eine Herzfrequenz von 170 (gestrichelte Linie) wurde anfangs bei 150 Watt und am Ende bei etwa 180 Watt erreicht. Das bedeutet eine Leistungssteigerung um etwa 30 Watt (oder 20 %)

Die Kontrollpatienten ohne Training dagegen zeigten im Mittel einen signifikanten Abfall der Ruhefrequenz vom 84 auf 71 und einen größeren Anstieg der Herzfrequenz bei glei-

cher Belastung. Die PWC 170 sank daher von 160 Watt am Anfang zu 150 Watt am Ende. Das entspricht einem Leistungsverlust von 10 Watt (oder 6 %).

Tabelle 8
Regressionsgeraden aus Abbildung 14

Patienten mit Training

Anfang: $H_f = 0,507 \times \text{Belastung} + 86,9 \pm 17,5; r = 0,832$

Ende: $H_f = 0,457 \times \text{Belastung} + 79,1 \pm 15,7; r = 0,833$

Patienten ohne Training

Anfang: $H_f = 0,497 \times \text{Belastung} + 89,4 \pm 19,8; r = 0,763$

Ende: $H_f = 0,583 \times \text{Belastung} + 82,6 \pm 19,5; r = 0,815$

In der nächsten Abbildung sind die Werte der PWC 170 mit Ihren Streubereichen und der statistischen Bewertung dargestellt.

Hochsignifikante Leistungsverbesserung durch systematisches Ausdauertraining gegenüber Abnahme der Leistungsfähigkeit ohne ausreichende sportliche Betätigung während des Fastens.

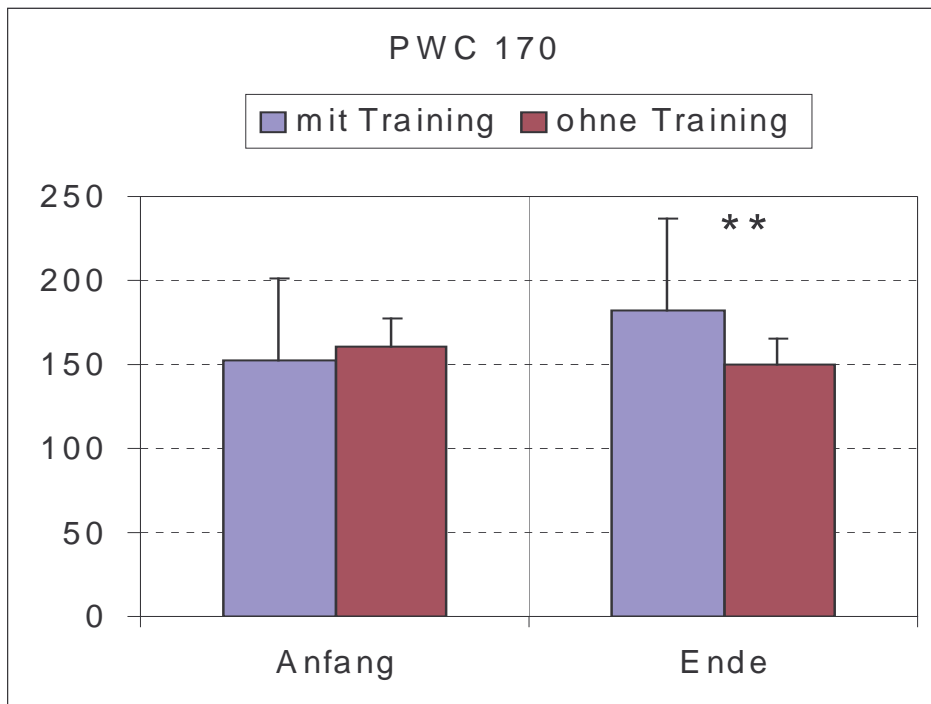


Abbildung 15
PWC 170 vor und nach Behandlung
Mittelwerte \pm Standardabweichungen

Ein anderer aussagefähiger Parameter für die körperliche Leistungsfähigkeit und den Trainingszustand ist das Lactat.

Es zeigten sich auch wieder deutliche Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen mit und ohne Training.

Bei den Patienten ohne Training sind die Ergebnisse der Anfangs und Enduntersuchung praktisch identisch: der relativ schlechte Leistungszustand bleibt bestehen. Lactatwert in der 3. Belastungsstufe (im Mittel etwa 120 Watt) jeweils $3,3 \pm 1,5$ mmol/l.

Anders bei den Trainingspatienten: Der Lactatanstieg während der Stufenbelastung ist am Ende der Behandlungsphase nur noch etwa halb so hoch.

Der Lactatwert in der 3. Belastungsstufe betrug am Anfang $2,7 \pm 1,0$ mmol/l und am Ende $1,5 \pm 0,8$ mmol/l

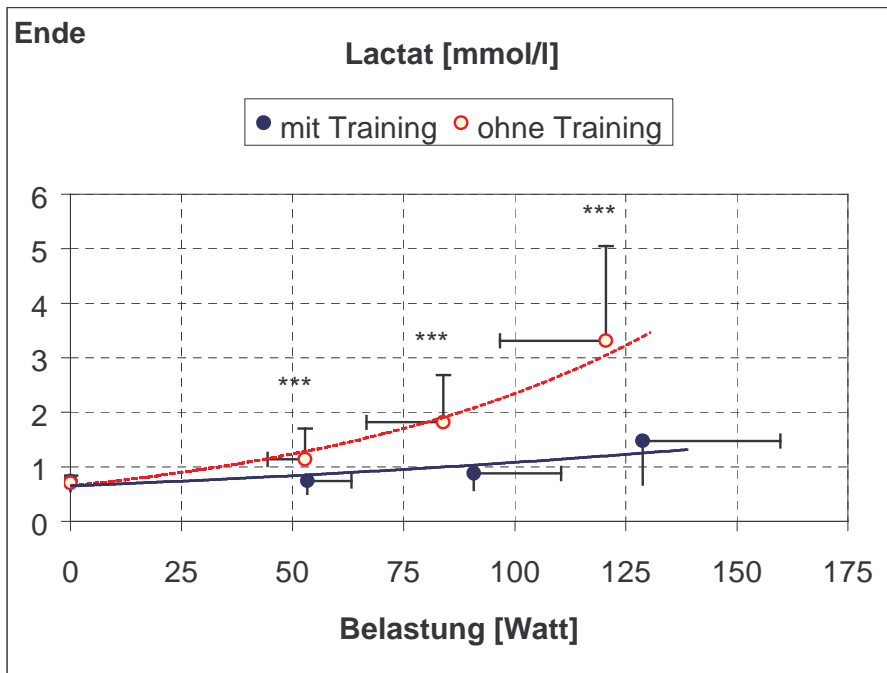
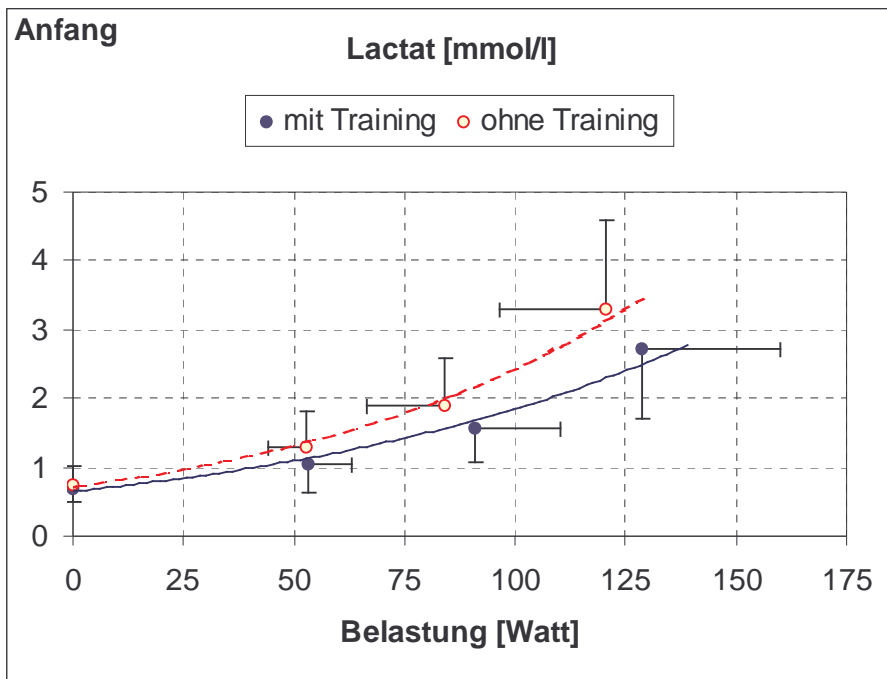


Abbildung 15
 Lactat vor und nach Behandlung
 Mittelwerte \pm Standardabweichungen

Tabelle 9
Regressionsbeziehungen aus Abbildung 15

Patienten mit Training

Anfang: Lactat = $0,721 \times e^{0,0122} \times \text{Belastung}$; r = 0,996

Ende: Lactat = $0,652 \times e^{0,0051} \times \text{Belastung}$; r = 0,855

Patienten ohne Training

Anfang: Lactat = $0,648 \times e^{0,0105} \times \text{Belastung}$; r = 0,989

Ende: Lactat = $0,653 \times e^{0,0128} \times \text{Belastung}$; r = 0,989

Der respiratorische Quotient, das Verhältnis von Kohlendioxidabgabe zur Sauerstoffaufnahme spiegelt im submaximalen Bereich das Verhältnis von Kohlenhydraten und Fett an der Energieproduktion bei der Belastung wieder.

Bei den Kontrollpersonen ohne Training sinken nur die Ruhewerte im Vergleich zum Ausgangswert als Zeichen vermehrter Fettverbrennung von 0,81 auf 0,78 am 28. Fastentag ab.

Im Belastungsintervall wird dagegen wieder auf Kohlenhydrate im Muskel zugegriffen, der RQ steigt auf Werte um 1 in der letzten Belastungsstufe.

Bei den Trainingspatienten ist gleichfalls ein Absinken des Ruhe-RQs von 0,81 auf 0,76 zu beobachten. Aber im Gegensatz zur untrainierten Kontrollgruppe ist auch bei der Belastung ein gleichbleibender hoher Anteil an Fett bei den Verbrennungsprozessen im Muskel zu verzeichnen. Der RQ bleibt auf dem Ruheniveau, der Muskel hat sich an eine hohe Fettverbrennung adaptiert.

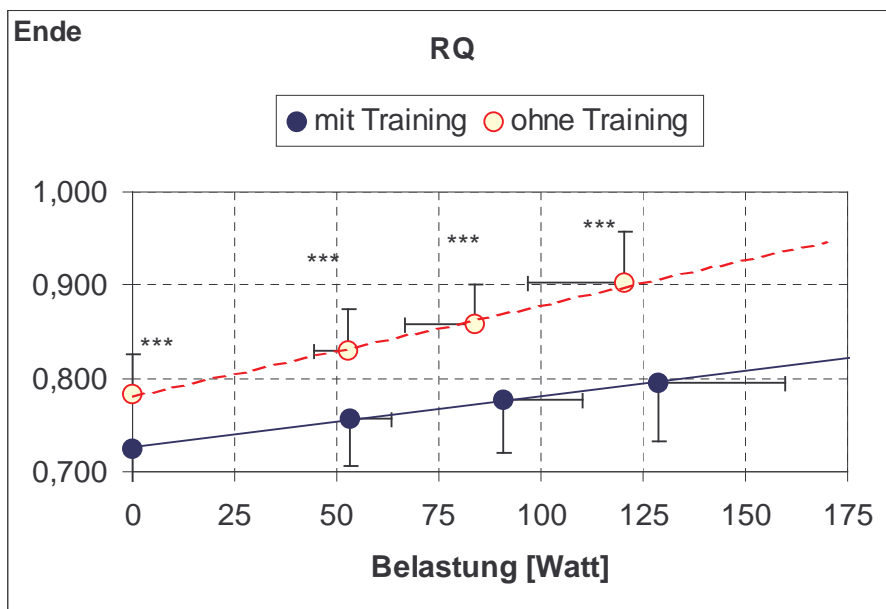
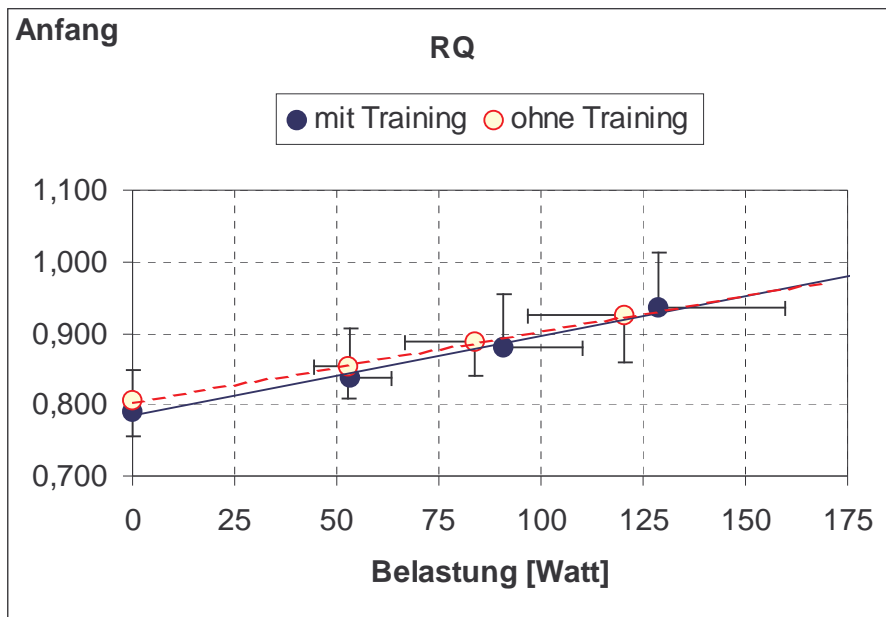


Abbildung 16
Respiratorischer Quotient vor und nach Behandlung
Mittelwerte \pm Standardabweichungen

Tabelle 10
Regressionsbeziehungen aus Abbildung 16

Patienten mit Training

Anfang: RQ = 0,0009 \times Belastung + 0,810 \pm 0,063, r = 0,571

Ende: RQ = 0,0005 \times Belastung + 0,743 \pm 0,049, r = 0,446

Patienten ohne Training

Anfang: RQ = 0,0008 \times Belastung + 0,812 \pm 0,050, r = 0,608

Ende: RQ = 0,0008 \times Belastung + 0,786 \pm 0,046, r = 0,642

Gesamtbilanzen von Energie, Fett und Kohlenhydraten

Tabelle 11
Fallzahlen - Bilanzen

	mit Training	ohne Training
Männer	48	54
Frauen	47	31
	95	85

4-Stunden-Ergometrie bei 30 – 40 % VO₂max

Männer: 75 ± 15 Watt

Frauen: 65 ± 12 Watt

Messungen am 1., 6., 21. und 28. Fastentag unter Ruhebedingungen und definierter körperlicher Belastung (Simulierung einer Trainingseinheit)

- Herzfrequenz, Blutdruck
- Lactat, FFS, Glycerol, Ketonkörper
- Energie- und Substratumsatz (indirekte Kalorimetrie)
- Fettgewebe und Magermasse (Hautfaltendicke)

Eine sehr aufwendige Untersuchungsreihe möchte ich zum Abschluss noch vorstellen: Um eine weitere Einsicht in die Stoffwechselfvorgänge während eines Ausdauertrainings unter Fastenbedingungen zu erhalten, haben wir im Labor eine Trainingseinheit simuliert. Es wurde eine 4-Stunden-Ergometerbelastung bei 30 - 40 % der maximalen Sauerstoffaufnahme, also der Trainingsleistung, durchgeführt, Männer bei etwa 75 Watt, Frauen bei 65 Watt.

Durch die Methode der indirekten Kalorimetrie ist es möglich, über die Messung des Sauerstoffverbrauches, der Kohlendioxidproduktion und der Stickstoffexkretion im Urin den Energieumsatz und die Verwertung der Hauptsubstrate Fett, Kohlenhydrate und Eiweiß zu bestimmen (s.u.).

Die entsprechenden Untersuchungen des Energie- und Substratstoffwechsels erfolgten zu Beginn am 1. Tag, am 6.Tag in der Umstellungsphase und am 21. und 28. Fastentag in der Anpassungsphase.

Ziel war es, eine Gesamtbilanz des Energieverbrauches und der Verbrennungsraten der Hauptsubstrate Fett, Kohlenhydrate und Eiweiß zu kalkulieren

Die biochemischen Untersuchungen wie Blutzucker, Lactat und Lipolyseparameter erfolgten nur zu Beginn und am Ende.

In der Anfangsuntersuchung zeigte der Lactatspiegel in beiden Gruppen nach einem schnellen Anstieg ein steady-state-Niveau bei etwa 0,5 mmol/l.

Das zeigt, die gewählte Belastung in der Trainingseinheit liegt bei allen Patienten über die gesamten 4 Stunden im Bereich der submaximalen Dauerleistung.

Am Ende zeigt sich wiederum die bekannte Leistungsverbesserung in der Trainingsgruppe: der Lactatspiegel steigt sehr viel langsamer an und erreicht erst in der 4. Stunde das Niveau der Ausgangsuntersuchung.

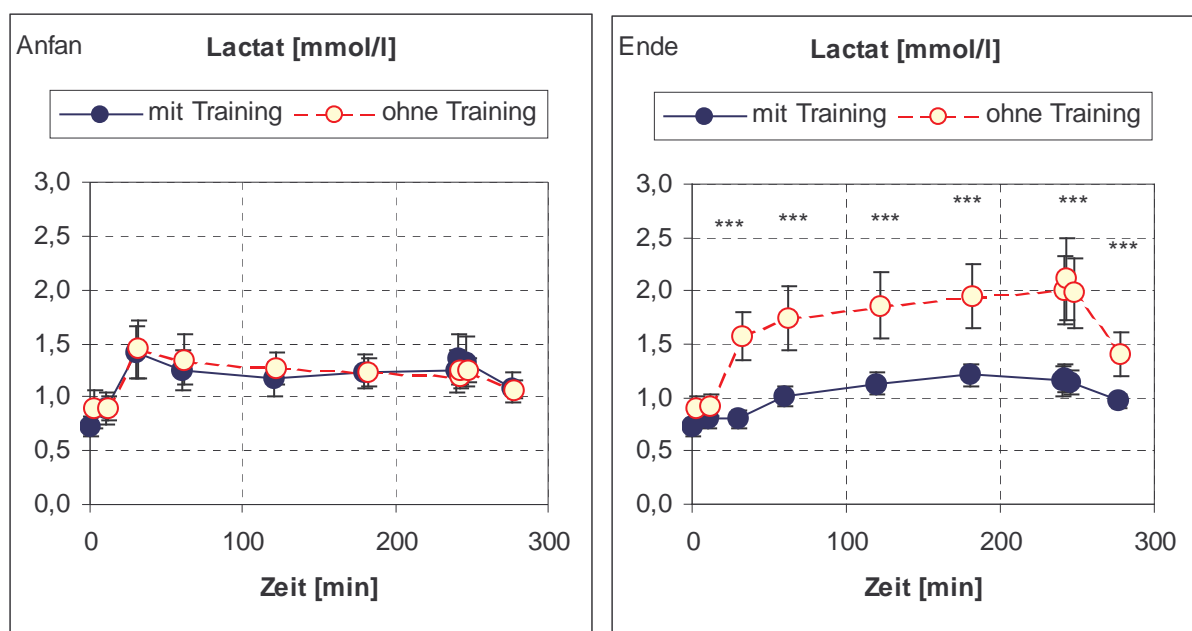


Abbildung 17

Blutlactatwerte während 4-stündiger körperlicher Belastung vor und nach Behandlung
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

Anders in der Vergleichsgruppe ohne Training: ein doppelt so hoher Lactatanstieg in der letzten Fastenphase als am Beginn; es stellt sich nur schwer ein steady-state ein.

Es zeigt sich deutlich, dass der lange Fastenprozess ohne ein entsprechendes körperliches Training dazu geführt hat, dass der Stoffwechsel auf die Belastung nicht mehr so ökonomisch wie zu Beginn des Fastens reagieren kann.

Die Trainingspatienten zeigen aufgrund einer geringen anaeroben Kohlenhydratverwertung und einer hohen aeroben Fettverwertung (Verbrennung) am Muskelstoffwechsel nur eine geringe Lactatbildung.

Patienten ohne Training greifen dagegen wie zu Beginn der Behandlung wieder auf Kohlenhydrate zurück, die meist anaerob zur Energiegewinnung des Muskels ausgenutzt werden.

Ein entsprechendes Verhalten zeigt auch der Blutzucker. Ohne Training sinkt der Blutzucker aufgrund des hohen Kohlenhydratbedarfes sehr viel stärker ab als bei Patienten mit Training.

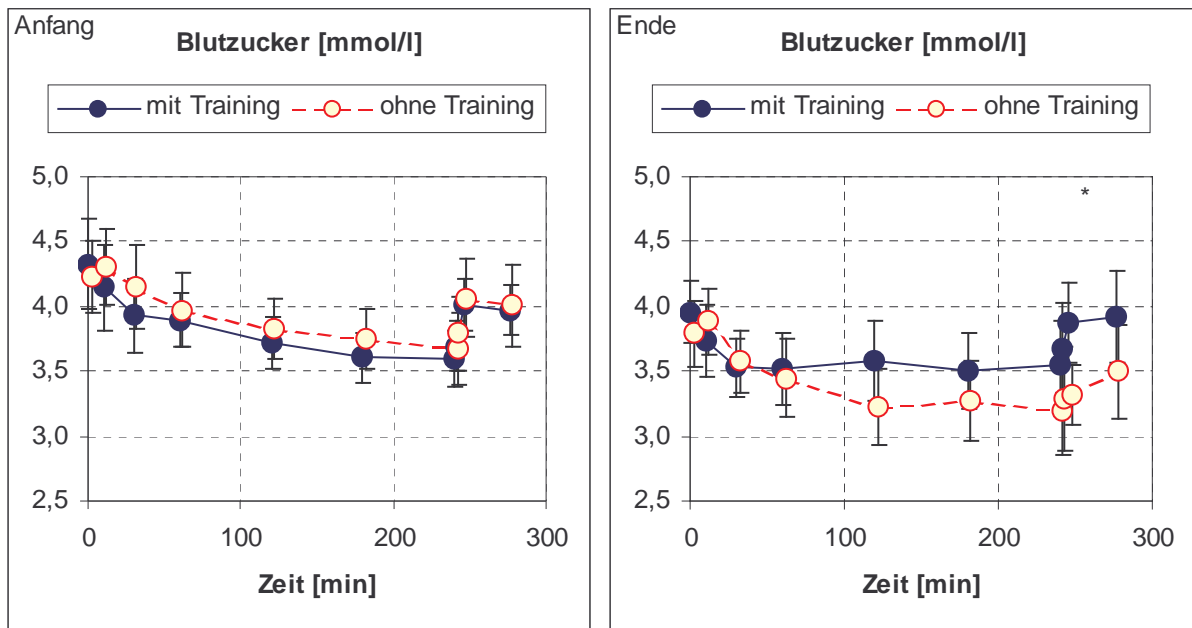


Abbildung 18
Blutzuckerverlauf bei 4-stündiger definierter Belastung vor und nach Behandlung
Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

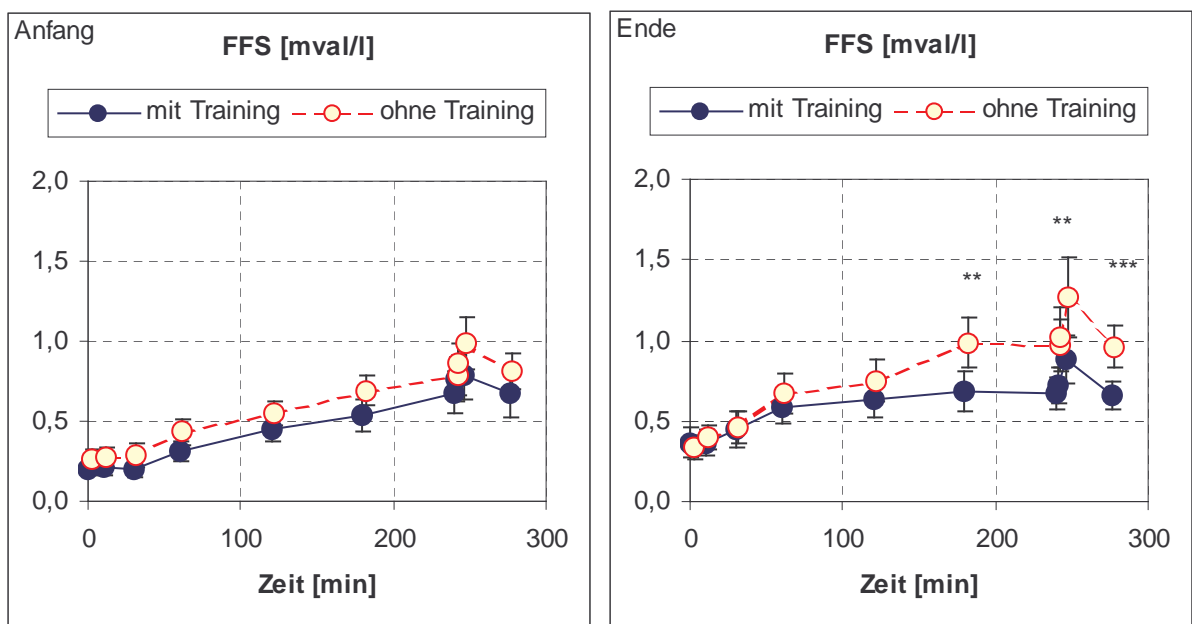


Abbildung 19

Anstieg der freien Fettsäuren bei 4-stündiger definierter Belastung vor und nach Behandlung, Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall

Die Tatsache, dass Ausdauertraining die Fettverwertung der Muskulatur verbessert, wird auch im Verhalten der freien Fettsäuren deutlich.

In der Ausgangsuntersuchung zeigte sich in beiden Gruppen ein kontinuierlicher Anstieg über gesamten Zeitraum der Belastung: Ein Zeichen für eine aktivitätsinduzierte Lipolyse ohne gleichzeitige Erhöhung der Lipidoxidation. Die Fettsäuren akkumulieren im Blut. Es resultiert eine geringe "Nachbelastungs-Lipacidosis" als ein Maß für eine geringe Lipidverwertung.

Nach 28 Tagen Fasten mit gleichzeitigem Ausdauertraining hat sich der Muskel an eine bessere Fettverwertung angepasst. Nach einem kurzem schnellen Anstieg der FFS (schnelle Aktivierung der Lipolyse) stellt sich ein steady-state Gleichgewicht zwischen Lipolyse und Lipidoxidation ein, gefolgt von einem deutlichen Anstieg nach der Belastung.

Anders bei den Patienten ohne Training: Der Muskel kann die freigesetzten Fettsäuren zwar verbessert verwerten aber nicht so optimal wie in der Trainingsgruppe. Das zeigt die Akkumulation im Blut bei einem deutlichen Nachbelastungsanstieg.

Indirekten Kalorimetrie

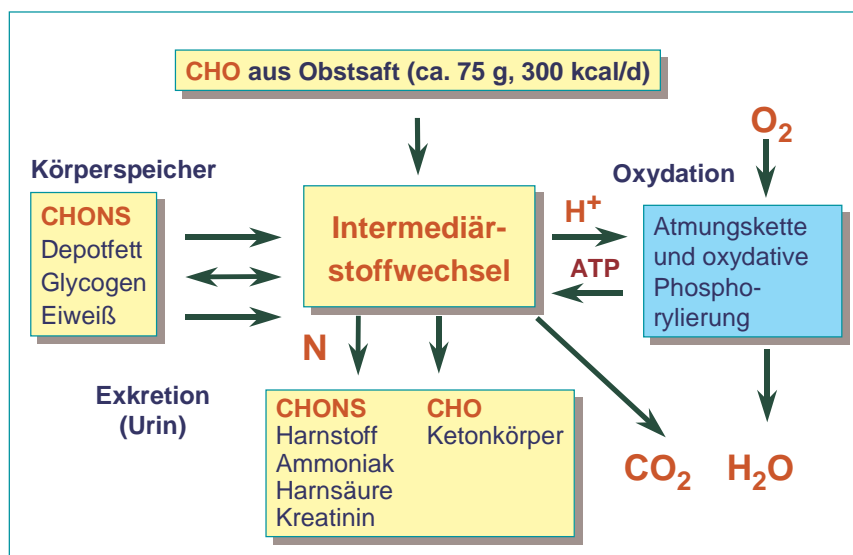


Abbildung 20

Stoff- und Energiefluss beim Saffastern

Mit Hilfe der Methode der modernen computergestützten indirekten Kalorimetrie ist möglich aus dem gemessenen Sauerstoffverbrauch, der Kohlendioxidproduktion und der Stickstoffexkretion im Urin den Energie- und Substratumsatz des menschlichen Organismus mit genügender Genauigkeit zu bestimmen (Abbildung 20).

Für langfristige Untersuchungen (8 – 36) Stunden stand (und steht) uns eine Respirationsmesskammer zur Verfügung (Abbildung 21).

Bei kurzfristigen Untersuchungen – vor allem bei der Ergometrie – verwendeten wir einer Arbeitsgasuhr mit aliquoter Probensammlung. Anschließend wurden der Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt der Probe mittels physikalischer Gasanalyse bestimmt.

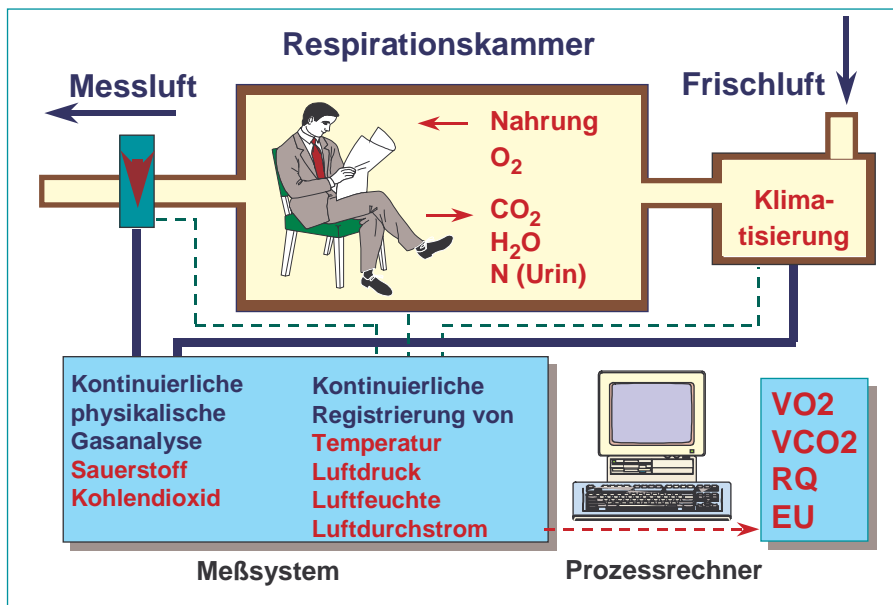


Abbildung 21
Schema der indirekten Kalorimetrie

Der RNU zeigte eine gesicherte Tagesperiodik (zirkadianer Rhythmus) auf, die weitgehend unabhängig vom Körpergewicht war. Nur das Tagesdurchschnittsniveau C_0 (rhythm adjusted level) des RNU war positiv mit dem Körpergewicht und der Nahrungsaufnahme korreliert. Eine negative Energiebilanz (Saffasten mit 1,2 MJ/d über 28 Tage) beeinflusste nur den Gesamtenergie- und Substratumsatz über 24 h bzw. das Tagesdurchschnittsniveau. Die zirkadianen Verhältnisse blieben unverändert (Chossat-Phänomen)

Interessant ist auch der Tagesrhythmus des RQ: nach einem starken Abfall in der Schlafphase (Fettverbrennung und Gluconeogenese) erfolgt ein schneller Anstieg auf das Tagesmaximum in den Morgenstunden mit einem 2. Gipfel in den Abendstunden (vermehrte Kohlenhydratverbrennung).

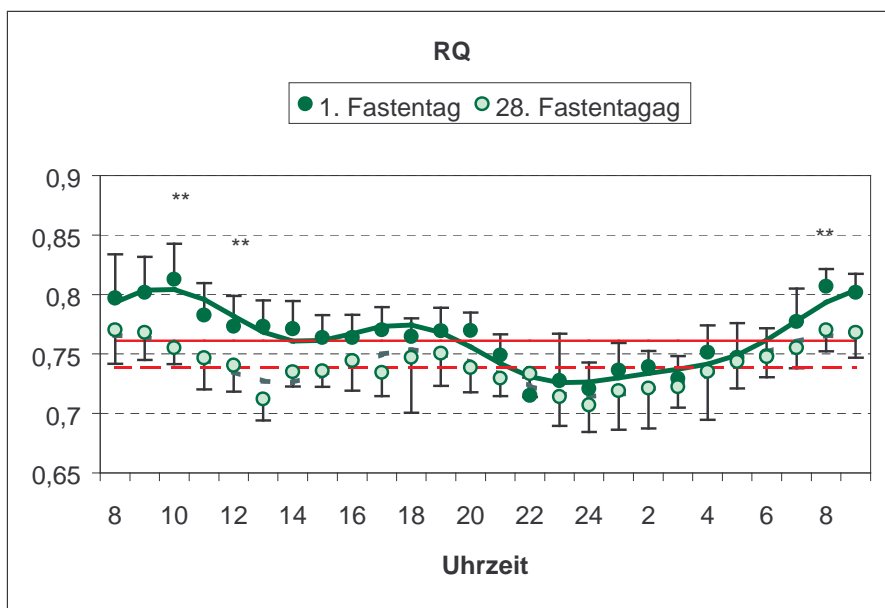
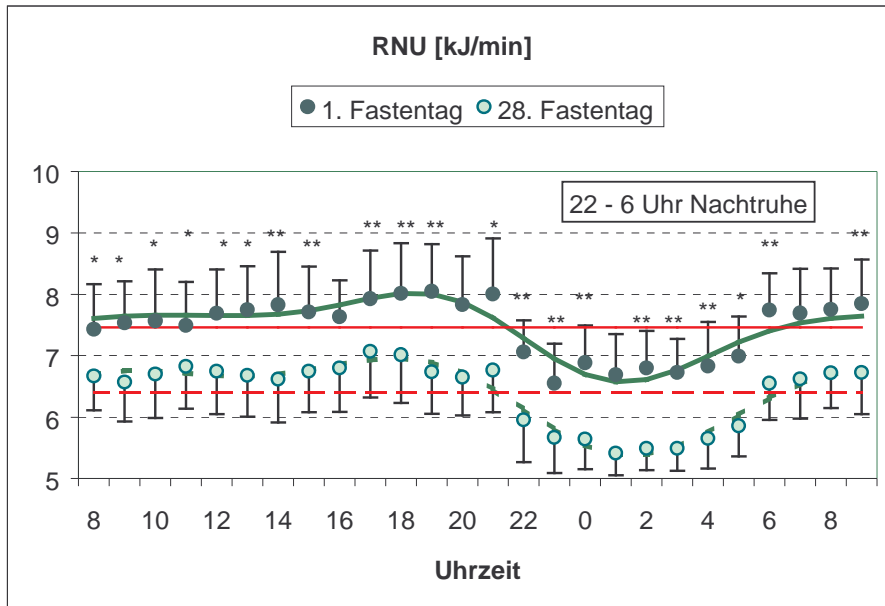


Abbildung 22
 Tagesrhythmus des Ruhe-Nüchtern-Energieumsatzes (RNU) und des respiratorischen Quotienten (RQ) bei 12 adipösen Patienten am 1. und am 28. Tag einer Gewichtsreduktion durch Saftfasten,
 Mittelwerte \pm 95%-Konfidenzintervall,
 Ausgleichsfunktion wurde durch Fourieranalyse ermittelt

Bei der überwiegenden Anzahl der Patienten wurden jedoch nur kurzfristige Messungen - unter Ruhebedingungen und bei Simulierung einer Trainingseinheit - gemacht (2 - 4 h).

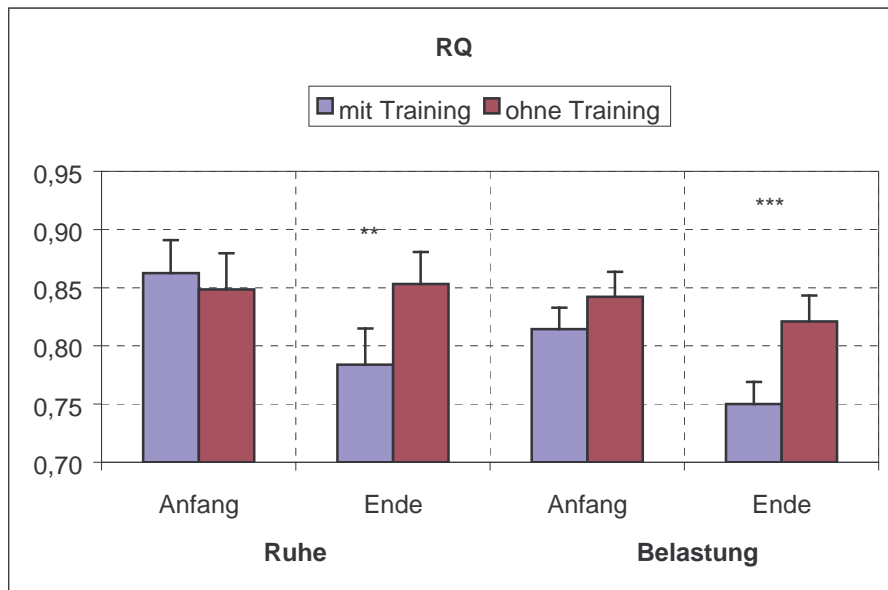


Abbildung 23
respiratorischer Quotient in Ruhe und 4-h-Ergometerbelastung (steady-state)
Mittelwerte \pm Standardabweichungen

Wie der Abbildung 23 zu entnehmen ist, zeigen die Patienten mit Training in der Untersuchung am 28. Fastentag deutlich niedrigere Werte im respiratorischen Quotienten als Zeichen erhöhter Fettverbrennung, sowohl in Ruhe als auch unter Belastung im 4-h-Versuch (steady-state).

Das Verhalten der Metaboliten spiegelt sich somit auch in den Ergebnissen der indirekten Kalorimetrie wieder.

In Abbildung 24 sind die Gesamtoxydationsraten von Fett, Kohlenhydraten und Eiweiß in den beiden Gruppen vor und nach der Behandlung dargestellt.

Bei den Werten der Patienten mit Sporttherapie sind die Messwerte der 4-h-Dauerbelastung (einer Trainingseinheit) mit enthalten. Sie betragen bei der Fettoxydation etwa 30 %, bei der Kohlenhydratoxydation ca. 40 % und bei der Eiweißoxydation ca. 20 % der Gesamtoxydationsraten.

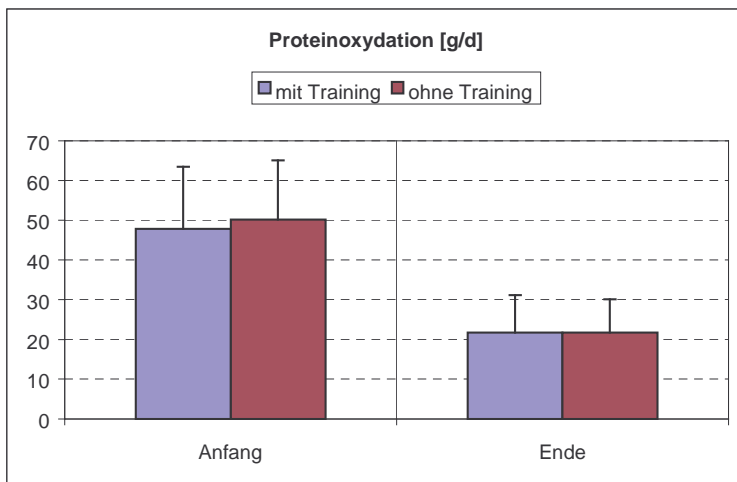
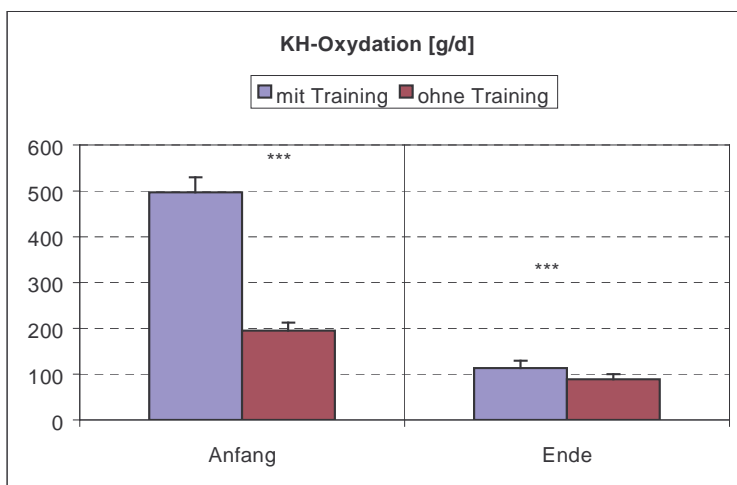
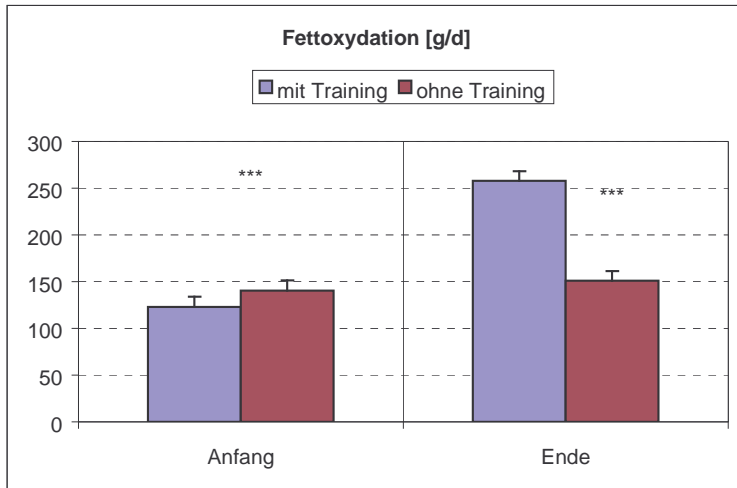


Abbildung 24
 oxydierte Substrate (aus indirekter Kalorimetrie)
 Mittelwerte \pm Standardabweichungen

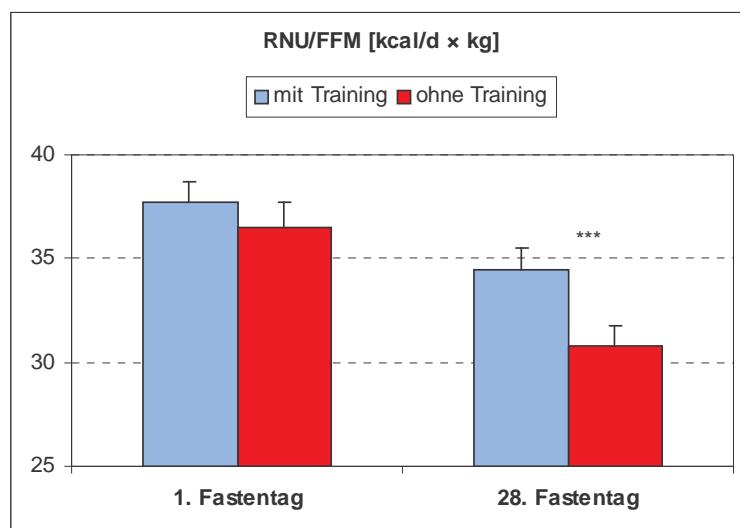
Die signifikante Halbierung des Proteinabbaus am Ende des Fastens haben wir schon bei der Betrachtung der Eiweißbilanz gesehen.

Die Lipidoxydation dagegen steigt in der Trainingsgruppe um etwa 60 g/d (ca. 30 %) in der Kontrollgruppe um nur 10 g/d (ca. 6%).

Die Oxydationsraten der Kohlenhydrate verringert sich in beiden Gruppen um über 50 % (200 g/d in der Trainingsgruppe, 100 g/d in der Kontrollgruppe). Das heißt, die KH-Oxydation beträgt am Ende in beiden Gruppen ca. 100 g/d. Das entspricht in etwa der KH-Zufuhr zuzüglich einer minimalen Gluconeogenese aus AS.

Ein anderes wichtiges Ergebnis ist in der Abbildung 25 zu sehen.

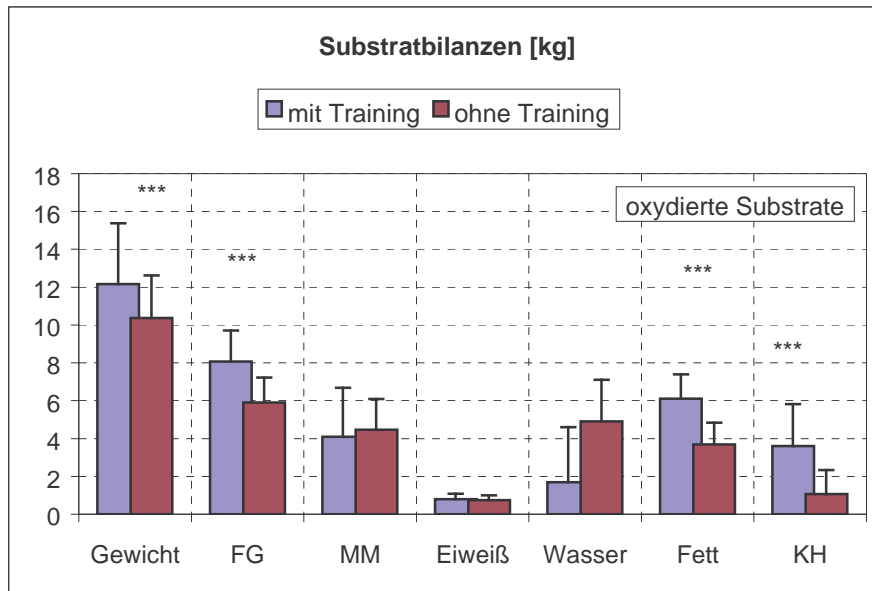
Durch eine negative Energiebilanz - wie beim Saftfasten - vermindert sich der Ruhenüchtern-Energieumsatz der fettfreien Körpermasse, der größte Anteil am Gesamtenergieumsatz (75%).



*Abbildung 25
Spareffekt des Fastens
RNU pro kg fettfreier Körpermasse
Mittelwerte \pm Standardabweichungen*

Dieser sogenannte Spareffekt ist eine Gegenregulation des Organismus auf die Kalorienrestriktion. Während der Energieumsatz per kg fettfreier Körpermasse in der Kontrollgruppe um etwa 16 % sinkt, ist der Abfall des Energieumsatzes in der Gruppe der Patienten mit Training nur etwa halb so groß. Das bedeutet, ein systematisches Ausdauertraining wirkt dem Spareffekt des Fastens entgegen und verringert somit das Risiko eines Jojo-Effektes.

Als eine Art Zusammenfassung aller Ergebnisse zum Einfluss eines Ausdauertrainings beim Saffasten kann die Abbildung 26 angesehen werden. Dargestellt sind die Veränderungen nach 28 Behandlungstagen im Körpergewicht und in den Körperspeichern, bestimmt durch die Hautfaltenmessungen und die indirekte Kalorimetrie.



*Abbildung 26
Substratbilanzen (aus Körperzusammensetzung) und oxydierte Substrate (aus indirekter Kalorimetrie)
Mittelwerte \pm Standardabweichungen*

Der zusätzliche Gewichtsverlust von etwa 2 kg, der als Resultat des Trainings angesehen werden kann, ist vollständig auf einen erhöhten Fettabbau zurückzuführen.

Die Veränderungen in der Magermasse sind in den beiden Gruppen praktisch identisch und entspricht in etwa der Summe der Abnahme an Eiweiß und Wasser.

In der Gesamt-Bilanz der Kohlenhydratverwertung sind auch die zugeführten Mengen durch den Obstsaft (d.h. 80 g/d * 28 d = ca. 2,2 kg) und die Gluconeogenese aus Aminosäuren enthalten.

In der Trainingsgruppe besteht eine gute Übereinstimmung der Werte für den Fettabbau, ermittelt durch die Hautfaltenmessung und der indirekten Kalorimetrie, sowie zwischen der kalkulierten und gemessenen KH-Bilanz.

Die Diskrepanzen in der Kontrollgruppe sind sicherlich darauf zurückzuführen, dass der Aktivitätsablauf in der Trainingsgruppe aus methodischen Gründen besser erfasst wurde. Ein Teil der Patienten in der Kontrollgruppe hat sicherlich auf eigene Initiative seine körperliche Aktivität während der Behandlung erhöht, die von uns nicht so systematisch

perliche Aktivität während der Behandlung erhöht, die von uns nicht so systematisch erfasst wurde.

Abbildung 27 zeigt die Abhängigkeit der Gewichtsabnahme vom Energiedefizit, kalkuliert aus den Daten der indirekten Kalorimetrie. Die beiden Vergleichsgeraden repräsentieren den erwarteten Gewichtsverlust bei einer Abnahme von 100 % Magermasse (1200 kcal/kg) bzw. 100 % Körperfett (9500 kcal/kg).

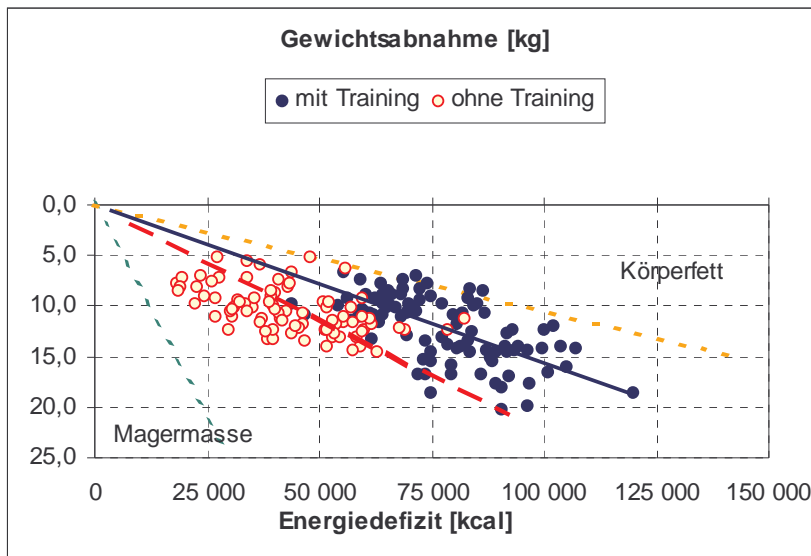


Abbildung 27
Körpergewichtsabnahme und Energiedefizit

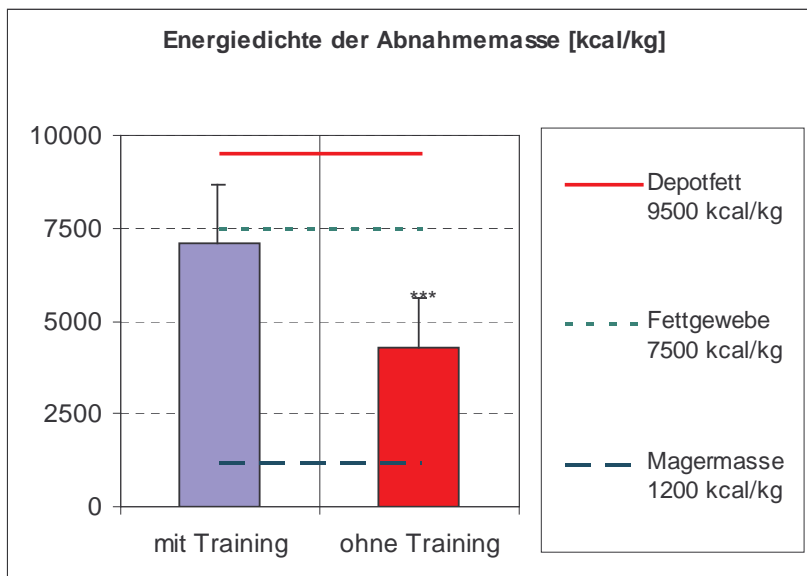


Abbildung 28
Energiedichte der Abnahmemasse
Mittelwert \pm Standardabweichung

Die Patienten mit Ausdauertraining haben ein höheres Energiedefizit für die gleiche Gewichtsabnahme als Patienten ohne Training, d.h. die Energiedichte der Abnahmemasse ist höher (Abbildung 28). Die Energiedichte der Abnahmemasse bei Patienten mit Training von 6500 kcal je kg Gewichtsabnahme würde einer Fettverbrennung von etwa 60 % entsprechen (75 % Fettgewebe am Gewichtsverlust). Patienten ohne Sporttherapie hatten eine Energiedichte von nur 4200 kcal je kg Gewichtsabnahme entsprechend 40 % Fettanteil (50 % Fettgewebe am Gewichtsverlust).

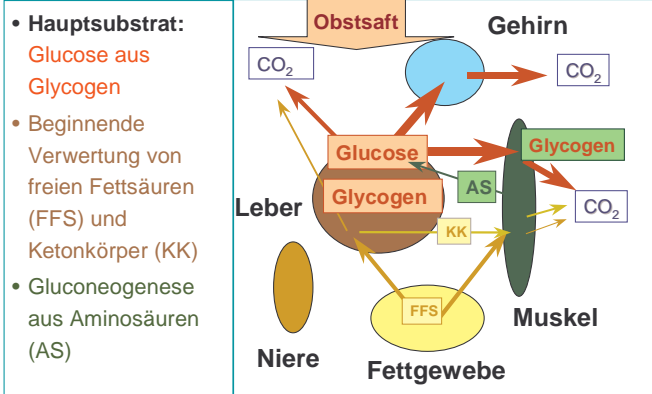
In der Tabelle 12 sind die Wirkungen eines Ausdauertrainings auf den Stoff- und Energie- wechsel abschließend zusammenfassend dargestellt.

*Tabelle 12
Vorteile der Sporttherapie beim Fasten*

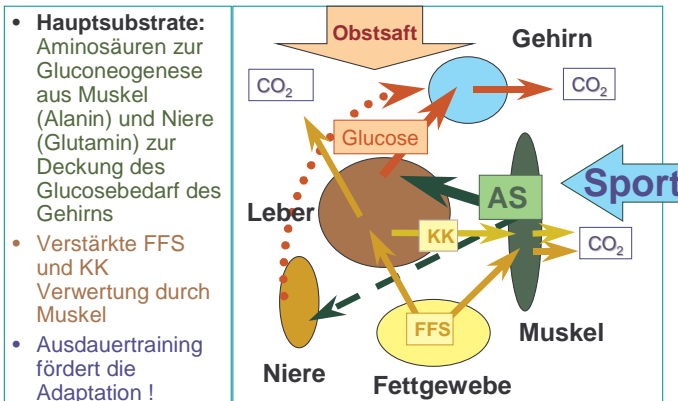
- Vergrößerung des Energiedefizits durch den Arbeitsstoffwechsel.
- Verminderung des Absinkens des Energieumsatzes, der aus der negativen Energiebilanz resultiert.
- Verbesserung der Lipolyse und der Verwertung von freien Fettsäuren und Ketonkörpern durch die Muskulatur.
- Höherer Gewichtsverlust, der fast ausschließlich aus einer höheren Fettverbrennung resultiert.
- Stabilisierung der Blutzuckerregulation, besonders während der Arbeit.
- Zunahme der Leistungsfähigkeit (PWC 170) und der aeroben Kapazität
- Kraftzuwachs der trainierten Muskelgruppen der oberen und unteren Extremitäten
- Senkung des Belastungsblutdrucks und der Herzfrequenz
- Stärkung des Selbstbewusstseins und der Willenskraft, die bisher überwiegend passive Lebensweise zu ändern.

Aus der Sicht unserer wissenschaftlichen Untersuchungen und aus der Erfahrung an dieser großen Zahl von Patienten ist das unter klinischer oder kurativer Kontrolle durchgeführte Saffasten (als Form des kohlenhydratmodifizierten Fastens) unbedenklich - trotz der negativen Stickstoffbilanz und des (physiologischen) Eiweißverlustes.

Postabsorptive Phase (1. Tag)



Übergangsphase (2. - 6. Tag)



Adaptationsphase (7. - 28. Tag)

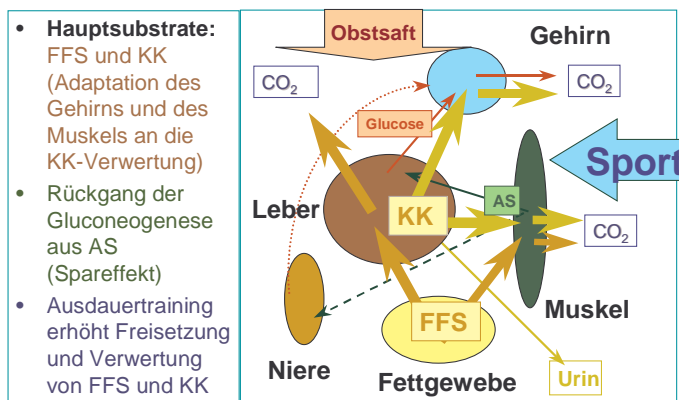
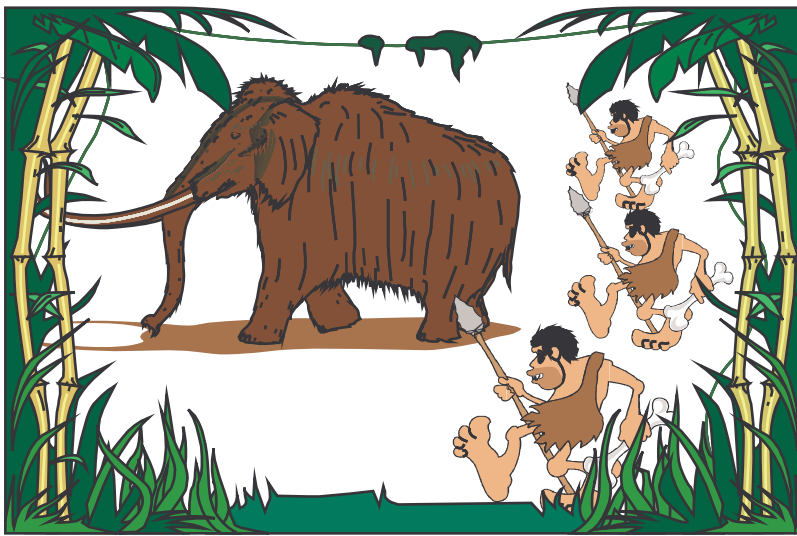


Abbildung 29
Substratverwertung beim Saffasten

Der menschliche Organismus hat im Laufe seiner langen evolutionären Entwicklung gut eingespielte physiologische und biochemische Anpassungssysteme ausgeprägt (z.B. Eiweiß- und Energiespareffekt, Ketonkörperverwertung durch das Gehirn und die Muskeln u. a.). Dadurch konnte (und kann) der Mensch längere Hungerperioden ohne Schaden überstehen. Selbst ein Muskelkraftzuwachs und eine deutliche Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit ist - bei gleichzeitigem Ausdauertraining - unter Fastenbedingungen möglich (Abbildung 29).

Fasten und Bewegungstherapie



Literatur

1. Steiniger J:
Meßsystem zur Registrierung des Gesamtenergiestoffwechsels des Menschen.
medizintechnik 1984;24:27 – 29
2. Steiniger, J:
Untersuchungen zum 24-h-Energieumsatz des Menschen: Zirkadianer Rhythmus,
Beziehungen zum Körpergewicht und zur Ernährung.
Z ges inn Med 1985;40:232-237
3. Steiniger J:
Individuelle Variabilität der Energieverwertung bei experimenteller Überernährung:
Eine Literaturlauswertung.
Die Nahrung 1987;31:663-677
4. Steiniger J, Noack R:
Bestimmung von Substratumsätzen mittels indirekter Kalorimetrie.
Z med Labdiagn 1988;29:17-27
5. Noack R, Leopold F, Frenz U, Rehorek A, Remke H, Steiniger J:
Energieverwertung und metabolisches Syndrom.
Ernährungsforschung 1989;34:111-116
6. Janietz K, Bergmann B, Klingbeil M, Schneider A, Steiniger J:
Körperliche Leistungsfähigkeit bei Training und hypokalorischer Diät.
Poster auf der 7. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Adipositasforschung,
3.-5. 10. 1991, Heidelberg
7. Steiniger J:
Möglichkeiten und Grenzen der indirekten Kalorimetrie.
Poster auf der 7. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Adipositasforschung,
3.-5. 10. 1991, Heidelberg
8. Janietz K, Bergmann S, Klingbeil M, Schneider A, Steiniger J:
Verwertung körpereigener Fette bei Ausdauertraining und hypokalorischer Diät.
Poster zum X. Weltkongress für physikalische Medizin, Dresden 1992
9. Steiniger J, Janietz K, Bergmann S, Klingbeil M, Schneider A:
Energiehaushalt bei Ausdauertraining und hypokalorischer Diät.
Poster zum X. Weltkongress für physikalische Medizin, Dresden 1992

10. Janietz K, Steiniger J, Bergmann S, Klingbeil M, Schneider A:
Leistung und Kraft bei Ausdauertraining und hypokalorischer Diät.
Poster zum X. Weltkongress für physikalische Medizin, Dresden 1992
11. Janietz K, Steiniger J, Bergmann S, Klingbeil M, Schneider A:
Stoffwechsel bei Ausdauertraining und hypokalorischer Diät.
Poster zum X. Weltkongress für physikalische Medizin, 1992 Dresden
12. Steiniger J:
Energiestoffwechsel adipöser Personen bei Ausdauertraining und hypokalorischer Diät.
Vortrag auf der 8. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Adipositasforschung;
8.-10. 10. 1992 in Marburg/Lahn, Abstract: Akt Ernähr Med 1995;17:20
13. Steiniger J:
Bestimmung der Effizienz der Energieverwertung bei der Differentialdiagnose von Energiestoffwechselstörungen in der klinischen Praxis.
Diabetes und Stoffwechsel 1995;4:248-252
14. Steiniger J, Janietz K, Bergmann S, Klingbeil M, Schneider A:
Bewegungstherapie bei Adipositas.
Vortrag auf dem 3. Bucher Naturheiltag, Berlin, 7. November 1998
15. Steiniger J, Janietz K, Schneider A, Steglich HD:
Zur Eiweissfrage beim Fasten.
Forsch Komplementärmed 1999;6:49 – 51
16. Steiniger J.
Ausdauertraining beim Fasten: sinnvoll oder Kontraindikation.
Vortrag auf dem 7. Lanser Symposium, Lans, 15 Mai 1999
17. Steiniger J., Schneider A, Rohde J:
Die Biologische Impedanzanalyse bei der Beurteilung von Reduktionskostformen.
Vortrag auf der 2. Bodensee-Konferenz für klassische Naturheilkunde, Überlingen,
September 1999