

**Auswirkungen unterschiedlicher Trainingsformen  
– Kraft vs. Ausdauer – auf die Körperzusammensetzung  
und die körperlich - kardiozirkulatorische  
Leistungsfähigkeit übergewichtiger Frauen**

**Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
des Fachbereichs Humanmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen**

**vorgelegt von Christian Schulz  
aus Halle / Saale**

**Gießen 2006**



**Auswirkungen unterschiedlicher Trainingsformen  
– Kraft vs. Ausdauer – auf die Körperzusammensetzung  
und die körperlich - kardiozirkulatorische  
Leistungsfähigkeit übergewichtiger Frauen**

**Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
des Fachbereichs Humanmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen**

**vorgelegt von Christian Schulz  
aus Halle / Saale**

**Gießen 2006**

**Aus der Professur für Sportmedizin  
Institut für Sportwissenschaft;  
Medizinisches Zentrum für Innere Medizin  
Leiter: Univ. Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki**

**Betreuer: Univ-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki  
Gutachter: Univ-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki  
Gutachter: Frau PD Dr. rer. nat. M. Wimmer-Röll**

**Tag der Disputation: 22.05.2007**

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNGEN.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>METHODIK</b>	
2.1	Untersuchungszeitraum .....	8
2.2	Untersuchungsgut.....	8
2.3	Einteilung der Probandinnen .....	10
2.4	Anamnese und sportmedizinische Untersuchung.....	11
2.5	Die Futrex-Körperfettbestimmung.....	12
2.6	Untersuchungsmethoden und Meßgrößen .....	14
2.7	Trainingsplanung .....	15
2.8	Das Ernährungskonzept .....	17
2.9	Statistik.....	18
2.10	<b>Kontrollgruppe Gießen</b>	
2.10.1	Untersuchungsgut.....	19
2.10.2	Untersuchungsbedingungen .....	20
2.10.3	Fahrradergometrie – das Giessener Belastungsverfahren im Sitzen .....	22
2.10.4	Meßgrößen und Meßmethoden .....	24
2.10.4.1	Körperliche Leistungsfähigkeit – Gesamtarbeit, maximale absolute und relative Wattstufe, PWC <sub>170</sub> .....	24
2.10.4.2	Kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit.....	26
2.10.4.3	Respiratorische Leistungsfähigkeit.....	27
2.11	Kritik der Methodik .....	28
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	
3.1	Körperfettreduktion - Kraft- vs. Ausdauertrainingsgruppe.....	37
3.2	Reduktion von Körpergewicht und BMI- Kraft- vs. Ausdauer .....	39
3.3	Lungenfunktion und kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit – Kraft vs. Ausdauertrainingsgruppe .....	41

<b>3.4</b>	<b>Kontrollgruppe Gießen</b>	
<b>3.4.1</b>	<b>Körperliche Leistungsfähigkeit – Gesamtarbeit, maximale absolute und relative Wattstufe, PWC<sub>170</sub></b> .....	<b>52</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen</b> .....	<b>56</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Respiratorische Leistungsgrößen</b> .....	<b>63</b>
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	
<b>4.1</b>	<b>Körperfettwerte</b> .....	<b>68</b>
<b>4.2</b>	<b>Körpergewicht, BMI und Magermasse</b> .....	<b>70</b>
<b>4.3</b>	<b>Lungenvolumen</b> .....	<b>71</b>
<b>4.4</b>	<b>Körperliche Leistungsfähigkeit</b> .....	<b>72</b>
<b>4.5</b>	<b>Einfluss der Trainingshäufigkeit</b> .....	<b>75</b>
<b>4.6</b>	<b>Fazit</b> .....	<b>82</b>
<b>4.7</b>	<b>Kontrollgruppe Gießen</b> .....	<b>82</b>
<b>4.8</b>	<b>Ernährungskonzept</b> .....	<b>90</b>
<b>4.9</b>	<b>Stellenwert der körperlichen Bewegung</b> .....	<b>94</b>
<b>4.10</b>	<b>Entwicklung der Eßgewohnheiten, Kalorienschere und Zusammensetzung unserer Nahrung</b> .....	<b>96</b>
<b>4.11</b>	<b>Entwicklung des Bewegungsverhaltens und die Konsequenz für die Volksgesundheit in den Industrieländern</b> .....	<b>100</b>
<b>4.12</b>	<b>Prävalenz und Therapie der Adipositas</b> .....	<b>101</b>
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG – SUMMARY</b> .....	<b>106</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>112</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG</b> .....	<b>137</b>
	<b>Erklärung</b> .....	<b>146</b>
	<b>Danksagung</b> .....	<b>147</b>
	<b>Lebenslauf</b> .....	<b>148</b>

# 1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNGEN

In einem Industrieland wie der Bundesrepublik Deutschland wird die **Hauptlast der Krankheiten und Beschwerden von einer kleinen Zahl chronischer Erkrankungen verursacht**, die überwiegend im Zusammenhang mit ungünstigen Ernährungsgewohnheiten, einer unkritischen Auswahl von Lebensmitteln und mangelnder körperlicher Aktivität stehen. Erste Indizien der **Fehlernährung und des Bewegungsmangels** ist ein Übergewicht durch Fettgewebsvermehrung (NOWACKI, ALEFELD 1985, ELMADFA, LEITZMANN 1990, ANDERSEN et al.1999, HOLLMANN, HETTINGER 2000, KASPER 2000, SCHAUDER, OLLENSCHLÄGER 2003, LEVINE, KOTZ 2005).

Immer wieder tauchen in diesem Zusammenhang **Diätprogramme** in den verschiedensten Medien auf, deren Effektivität durch ihre **rigiden Kontrollen des Ernährungsverhaltens** sehr eingeschränkt sind. Mit einem größeren Erfolg behaftet sind die flexiblen Adipositas-Therapien der Krankenkassen, privater Anstalten und der Ärzteschaft. Aber auch in dem sich immer stärker formierenden Fitnessbereich werden zunehmend ähnliche Ernährungs- und Bewegungskonzepte angeboten (ELMADFA, LEITZMANN 1990, HAUNER 2003).

**Die Umstellung der Ernährungsgewohnheiten gestaltet sich jedoch vielfach nicht einfach.** Viele alltägliche Handlungen laufen unbewusst ab und werden von Gewohnheiten und Automatismen gesteuert. Das Aufbrechen solcher Abläufe bedarf der **qualifizierten Vermittlung von entsprechenden Grundkenntnissen der Ernährungs- und Sportwissenschaften** (WECHSLER et al. 1996, DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG 1998, DEUTSCHE ADIPOSITAS-GESELLSCHAFT 1998, HAUNER 1997, HAUNER et al. 1998, HAUNER et al. 2000, KRAKAMP et al. 2001).

Den größten Stellenwert sollte jedoch die **Schulung gesundheitsbezogener Handlungskompetenz** sein. Nur wenige der reichhaltig offerierten Diät- und Ernährungskonzepte können allerdings annähernd diesem Anspruch gerecht werden. Zu schnell fallen die Patienten bzw. Teilnehmer in ihre alten Essgewohnheiten zurück. Ein Langzeiterfolg der Ernährungsumstellung ist damit nur in Ausnahmefällen möglich (ELMADFA, LEITZMANN 1990, NUBER 1992, HAUNER 2003).

Die Adipositas ist aber nicht nur auf ein **ungünstiges Ernährungsverhalten** zurückzuführen, sondern auch in einem erheblichen Maße auf **mangelnde alltägliche Mobilität**. Bereits 1979 konnte NEUMANN bei einer Forschungs Kooperation der Universitäten Lübeck und Gießen im Rahmen ihrer Dissertation über die Auswirkungen einer mehrwöchigen Nulldiät feststellen, dass durch eine **zusätzliche regelmäßige Bewegung** zum einen die Körpergewichts- und Fettreduktion unterstützt zum anderen das kardiopulmonale und muskulärmetabolische System positiv stimuliert werden kann. Sportmediziner fordern deswegen das Verständnis und die **Motivation zum lebenslangen Sporttreiben** und die Vermittlung eines entsprechenden Maßes an Handlungskompetenz (NOWACKI 1980, NOWACKI, ALEFELD 1985, PAVLOU et al. 1989, ANDERSEN et al. 1999, STICH et al. 1999, HOLLMANN, HETTINGER 2000, JAKICIC et al. 2003, JEFFERY et al. 2003). **Es scheint somit sinnvoll, Diätprogramme mit Bewegungskonzepten zu verbinden.**

Das Problem der langjährigen Veränderung des Bewegungs- und Ernährungsverhaltens greift die neue Initiative der Medizinischen Universitätsklinik Freiburg, Abteilung für Rehabilitative und Präventive Sportmedizin, und das Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin der Deutschen Sporthochschule in Köln auf:

**M.O.B.I.L.I.S.** (Multizentrisch organisierte bewegungsorientierte Initiative zur Lebensstiländerung in Selbstverantwortung) ist ein **flächendeckendes, ganzheitliches und fachübergreifendes Projekt**, welches für Erwachsene mit einem BMI zwischen 30 und 40 kg/m<sup>2</sup> konzipiert ist und Bewegungs- und Ernährungselemente mit entsprechenden verhaltenstherapeutischen Maßnahmen kombiniert. Inwieweit langfristige Erfolge bezüglich der Gesundheitskompetenz und der Gesundheitsverantwortung eines Betroffenen sichergestellt werden können, muss abgewartet werden (BERG et al. 2004).

**Der Stellenwert des Ausdauer- und damit des Herz-Kreislauf-Trainings** in solchen gesundheitsorientierten Sportprogrammen **wurde in der Vergangenheit in zunehmenden Maße beschrieben** (PAFFENBERGER 1991, HOLLMANN 1991, PATE et al. 1995, DICKHUTH, SCHLICHT 1997, WEINECK 1998, SZMEDRA et al. 1998, STICH et al. 1999, GRAF, ROST 2000, HOLLMANN 2000, POIRIER, DESPRES 2001, DE GLISEZINSKI et al. 2003, BALDI, SNOWLING 2003, BRUCE et al. 2006).

**Den anderen körperlichen Fähigkeiten** und damit auch dem in dieser Arbeit untersuchten Krafttraining **wurde dagegen eine wesentlich geringere Bedeutung beigemessen**. Die Ursache ist darin zu finden, dass nach häufiger Lehrmeinung dem Ausdauersport die wesentlichsten Effekte eines Gesundheitstrainings zukommen. Nach Tabelle 1 sollte demnach der Anteil der Ausdauerschulung 50 – 70 % am Gesamttraining ausmachen.

SCHMIDTBLEICHER **formulierte hingegen bereits 1987 den enormen Einfluss eines Krafttrainings auf die muskuläre Rehabilitation, wobei der Maximalkraftschulung zur Grundlagenbildung sowohl der Schnellkraft- als auch Kraftausdauerkomponenten die bedeutendste Funktion zukommt.**

**Tab. 1: Zeitliche Anteile der Inhalte eines Gesundheitstrainings in der Primärprävention (modifiziert nach Zimmermann 2000).**

<b>Autoren</b>	<b>Ausdauer</b>	<b>Kraft</b>	<b>Schnelligkeit</b>	<b>Koordination</b>	<b>Beweglichkeit</b>
<b>Welsch u. Mitarb. 1974</b>	<b>45%</b>	<b>25%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
<b>Bringmann 1985</b>	<b>60%</b>	<b>20%</b>		<b>20%</b>	
<b>Scheibe u. Mitarb. 1986</b>	<b>60%</b>	<b>20%</b>		<b>20%</b>	
<b>Strauzenberg u. Mitarb. 1990</b>	<b>70-75%</b>	<b>10-15%</b>		<b>15-20%</b>	
<b>Neumann, Engelhardt 1994</b>	<b>70%</b>	<b>20%</b>		<b>10%</b>	

In den letzten Jahren gewann das Krafttraining aber vor allem auch im Rahmen der **primären und sekundären Prävention** an Bedeutung (ISRAEL 1995, HOLLMANN, HETTINGER 2000, GIPPINI et al. 2002). Wie auch ALBERDING 2003 in seiner Arbeit formulierte, **stimuliert ein Krafttraining die Skelettmuskulatur** und damit das neben der Leber bedeutendste Stoffwechselorgan, **dem nicht nur Halte-, Stütz- und Bewegungsfunktion zukommt, sondern auch zentrale metabolische Funktionen** im Dienste des Gesamtorganismus.

In diesem Zusammenhang hob die Sektion „Rehabilitation und Behindertensport“ der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP) in ihrem Beitrag „Krafttraining mit Älteren und chronisch Kranken“ die **besondere Bedeutung der Kräftigungsschulung** hervor (MAYER et al. 2003). An diesem Positionspapier konnten durch NOWACKI 2002 – langjähriges Mitglied dieser DGSP-Sektion – auch die am Sportmedizinischen Institut in Gießen gewonnenen experimentellen Erkenntnisse zum dosierten Krafttraining mit Senioren (Alterssportgruppe) und mit **Teilnehmern der ambulanten Herzsportgruppe** der Justus-Liebig-Universität Gießen (jetzt im 30.Trainingsjahr) mit einfließen (NOWACKI, HEHRLEIN 1986, VENNEDEY 2005). Nach BERG 2003 muß der Muskel als Organ für die Regulationsprozesse des Gesamtorganismus und der Gesunderhaltung an Bedeutung gewinnen.

Nicht nur der Arbeitsumsatz sondern besonders auch **der Grundumsatz des Organismus** - als Maß des nötigen Energieaufwandes zum Erhalt der lebensnotwendigen Stoffwechselfunktionen - **wird dabei maßgeblich von der Masse der Gesamtkörpermuskulatur bestimmt** (HAUNER 2003). Dies ist bedeutend für die Prävention und die Therapie der Adipositas. Sowohl POLLOCK et al. 1987 als auch KLITGAARD et al. 1990 konnten in Langzeitstudien belegen, dass es durch ein Herz-Kreislauf-Training vom dauermethodischen Charakter nicht gelingt, der altersbedingten Abnahme der Muskelmasse entgegenzuwirken. Erst ein **Kraftausdauertraining** konnte die **muskuläre Leistungs- und Funktionsbereitschaft im höheren Alter erhalten**.

Diese Erkenntnis gewinnt Bedeutung bei einem systematischen Training, welches zur Unterstützung einer diätetischen Maßnahme eingesetzt wird: Durch die besondere Stimulation des aktiven und passiven Bewegungsapparates mittels eines Kraftausdauertrainings kann die nötige positive Veränderung der Körperzusammensetzung unterstützt werden (BALLAR, KEESEY 1991, JAKICIC et al. 2001, GIPPINI et al. 2002).

Diese nach POLLOCK et al. 1987 und KLITGAARD et al. 1990 beschriebene **Überlegenheit eines Krafttrainings im Vergleich zu einem in Umfang und Intensität identischen Herz-Kreislauf-Training** kann durch folgende biochemische und physiologische Überlegungen unterstützt werden: Es wird angenommen, dass ein Kraftausdauertraining die lokale homöostatische Stoffwechsellage in größerem Umfang stört, mehr muskuläre Läsionen und Mikrotraumen verursacht und dadurch einen erhöhten Grundumsatz - durch die notwendigen

Reparaturmechanismen - induziert. Diese Erhöhung des Energieaufwandes ist dabei nicht auf die eigentliche Belastungsphase beschränkt, sondern erstreckt sich vielmehr im Sinne des Trainingsprinzips der Superkompensation auf die Nach-Belastungszeit.

**Dieser gesteigerte Grundumsatz über Tage hinweg gewinnt im Rahmen einer Diät zusätzlich an Bedeutung**, da in solch einer Phase des physiologischen Hungerzustandes der Körper zum Zwecke der Energieersparnis den Grundumsatz in aller Regel erniedrigt. Einige Nahrungskarenz abhängige Adaptationen sind die Umstellung des Metabolismus der meisten Gewebe in Richtung  $\beta$ -Oxidation und die Veränderung der energieliefernden Prozesse (Ketogenese), aber auch die Verschiebung des Stoffwechsels in Richtung Katabolismus und die damit verbundene Reduktion des allgemeinen Energieaufwandes (PENZLIN 1991, SCHMIDT, THEWS 1997, LÖFFLER 1999). KELLER, STÖCKLI 2003 wiesen sogar darauf hin, dass die Glucoseproduktion aus glucoplastischen Aminosäuren innerhalb einer **Fastenphase** stark ansteigt. Zwar wird die Proteolyse zunächst durch die gesteigerte Lipolyse und Ketogenese begrenzt, kann aber auch dann noch mit einem **Verlust von bis zu 75 g Muskeleiweiß pro Tag** einhergehen.

Die zuvor beschriebene Trennung von Kraft- und Ausdauertraining unter der besonderen Betrachtung des beschriebenen Trainingserfolges gestaltet sich in der Praxis wesentlich schwieriger, da der **Einfluß von Intensität, Dauer, Häufigkeit und Dichte der Trainingseinheiten erheblich** ist. So bedeuten hohe Intensitäten in Ausdauertrainingseinheiten mit Intervallcharakter, wie sie im Fitnessstudio durch fortgeschrittene Aerobic- oder Indoor-Cycling-Kurse erreicht werden können, eine starke Anforderung an den lokalen Stoffwechsel und die anatomischen Strukturen der belasteten Muskulatur (JAKICIC et al. 2003, JEFFERY et al. 2003, BLAIR et al. 2004).

Folge ist auch hier eine **gravierende Störung der lokalen Homöostase** mit entsprechenden metabolischen und strukturellen Adaptationen. Umgekehrt ist es natürlich über die besondere Organisation eines Kraftausdauertrainings möglich, die Beanspruchung vom lokal-muskulären Bereich in Richtung einer Herz-Kreislauf-Belastung zu verschieben (ZIMMERMANN 2000).

Aus diesem Grund muss angenommen werden, dass eine **regelmäßige Kraftbelastung den Erfolg einer Adipositas-Therapie** mindestens genauso **günstig beeinflussen kann** wie ein Ausdauertraining (STICH et al. 1999).

Die vorliegende experimentelle Arbeit soll nun ermitteln, ob ein allgemeines Kraftausdauertraining bezüglich der Körperfettreduktion einem vergleichbaren Ausdauertraining nicht sogar überlegen ist. Das zu beobachtende Merkmal ist die **Veränderung der Körperzusammensetzung**.

Aus diesem Grund wurden **65 Probandinnen** mit einem durchschnittlichen **BMI von 32,6** auf **zwei Trainingsgruppen** verteilt, wobei die eine Gruppe **sechs Wochen** lang ihre **Ausdauer** im Squash-Haus Friedberg schulte und die andere am selben Ort ein **Krafttraining** absolvierte. Neben der körperlichen Belastung wurden die Probandinnen unabhängig von den Trainingsinhalten in ihrem **Ernährungsverhalten** geschult, so dass Erfolge bezüglich des Körpergewichtes und der Körperzusammensetzung vor allem durch das Training bestimmt werden.

Als Besonderheit ist hervorzuheben, dass für eine zufällig ausgewählte Untergruppe der Probandinnen eine **leistungsmedizinische Untersuchung am Lehrstuhl für Sportmedizin der Universität Gießen** stattfand. Sie diente vor allem der Bestimmung von kardiozirkulatorischen und kardiorespiratorischen Messgrößen im Labor und erfüllte damit die Untersuchungsbedingungen eines neutralen auswärtigen Sportmedizinischen Institutes.

Mit der vorliegenden **experimentellen sportmedizinischen** und **trainingswissenschaftlichen Inaugural-Dissertation** sollen **folgende Fragen** geklärt werden:

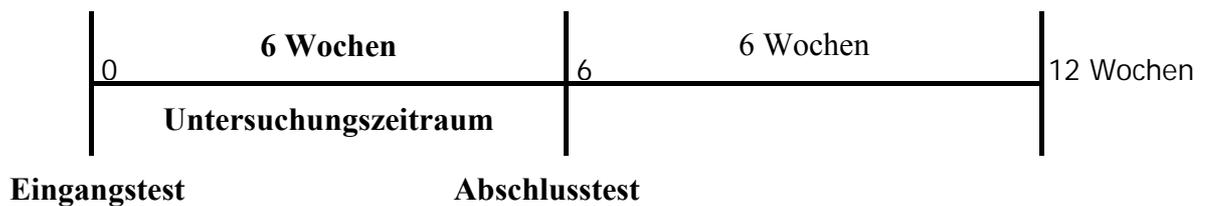
1. **Kann bei adipösen Frauen die ernährungsbedingte Veränderung der Körperzusammensetzung durch ein begleitendes Kraftausdauertraining günstiger beeinflusst werden als durch ein vergleichbares Grundlagenausdauertraining?**
2. **Inwieweit können die Trainingsreize eines Kraftausdauertrainings zu einer Verbesserung der körperlichen und kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit beitragen?**
3. **Ist das Ausdauer- oder das Krafttraining effektiver bezüglich der Verbesserung der körperlichen und kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit?**
4. **Wie groß ist der Einfluss der Trainingshäufigkeit auf den Trainingserfolg bei der Verbesserung der Körperzusammensetzung?**

## 2 METHODIK

### 2.1 Untersuchungszeitraum

Zur **Überprüfung der Fragestellungen** bediente sich die vorliegende **Studie** einem etablierten **Ernährungskonzept**, welches für eine Dauer von **12 Wochen** konzipiert war und neben den Ernährungskomponenten auch ein **sportliches Training** beinhaltete. Dieses Training wurde gemäß der Hypothese **in den ersten sechs Wochen in ein Kraft- und ein Ausdauertraining unterteilt**. Zu Beginn des Ernährungs- und Trainingsprogrammes wurde eine **Eingangsuntersuchung** durchgeführt. Die Abschlussuntersuchung erfolgte sechs Wochen später.

**Tab. 2: Untersuchungszeitraum der vorliegende Studie: 6 Wochen. Zeitraum des Ernährungs- und Trainingsprogrammes insgesamt 12 Wochen.**



### 2.2 Untersuchungsgut

Insgesamt haben 65 Probandinnen an dem Ernährungskurs und der vorliegenden Untersuchung teilgenommen. Allerdings schieden vier Teilnehmerinnen krankheitsbedingt noch vor dem Abschlusstest aus, so dass die **Ergebnisse von 61 Teilnehmerinnen** zur Auswertung kamen.

Der **Altersdurchschnitt betrug  $42 \pm 10,2$  Jahre**, wobei die jüngste Teilnehmerin 23 Jahre und die älteste 60 Jahre alt war (Abb.1). Die **durchschnittliche Körpergröße für die Gesamtgruppe betrug  $165 \pm 5$  cm**. Bezüglich der Alterverteilung und der Körpergröße unterschieden sich die Untergruppen kaum (Tab.3).

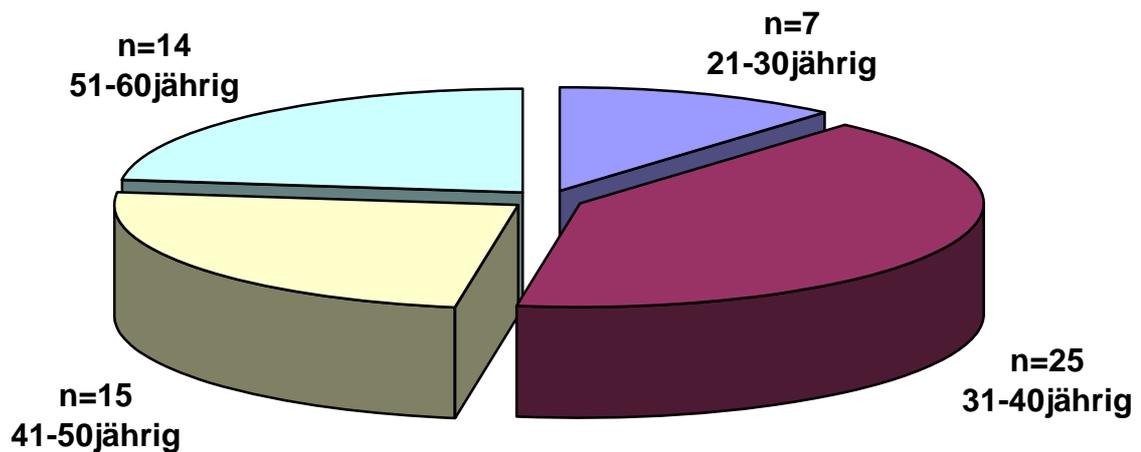


Abb. 1: Altersverteilung der 61 untersuchten Frauen.

Das **mittlere Körpergewicht lag bei  $90 \pm 18$  kg** und reichte von minimal 58 kg bis maximal 137 kg. Dabei lag das durchschnittliche Körpergewicht der Ausdauergruppe mit  $91 \pm 19$  kg etwas höher als das der Krafttrainierenden mit  $89 \pm 17$  kg.

Der **Bodymaßindex (BMI)**, welcher das Körpergewicht in Relation zur Körpergröße setzt, war mit  $32,6 \pm 5,9$  kg/m<sup>2</sup> entsprechend hoch und überspannte einen Bereich von 22,6 bis 55,5 kg/m<sup>2</sup>. Die Verteilung der Probandenschaft anhand des BMI ist in Abbildung 2 dargestellt und orientierte sich an der Einteilung der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsforschung (Tab. 2).

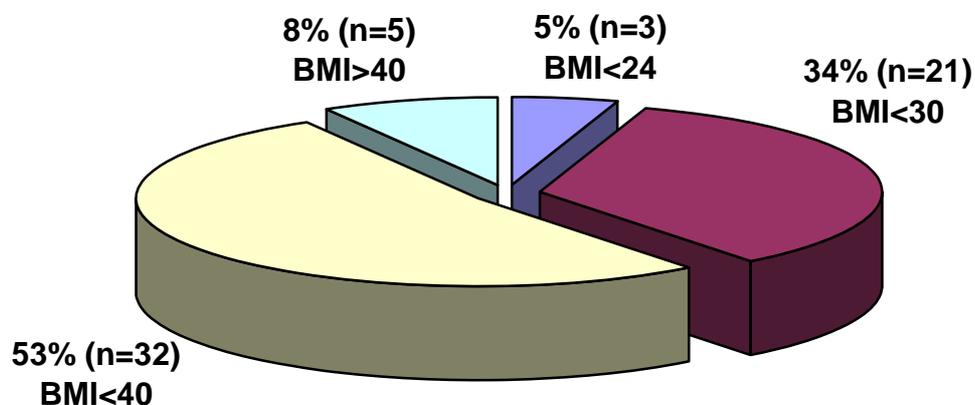


Abb. 2: Verteilung der 61 untersuchten Frauen anhand des BMI in kg/m<sup>2</sup> zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung.

Tab. 3: Physiometrische Messgrößen zu Beginn der Studie im Gruppenvergleich.

	Gesamtgruppe n=61		Ausdauergruppe n=31		Kraftgruppe n=30	
<b>Anthropometrische Daten</b>						
Alter (Jahre)	42,1 ± 10,2		41,6 ± 11,3		42,5 ± 9,0	
Körpergröße (cm)	165,8 ± 5,8		165,0 ± 5,2		166,6 ± 6,3	
Gewicht (kg)	90,1 ± 18,0		91,3 ± 18,8		88,7 ± 17,3	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	32,6 ± 5,9		33,5 ± 6,7		31,8 ± 5,0	
Körperfettanteil (%)	35,9 ± 4,1		36,2 ± 4,6		35,6 ± 3,6	
<b>Kardio-pulmonale Faktoren</b>						
Herzfrequenz (S/min)	86,1 ± 9,9		87,1 ± 8,9		85,1 ± 10,8	
Blutdruck sys. (mmHg)	137,9 ± 17,9		136,3 ± 19,0		139,5 ± 16,8	
Blutdruck dias. (mmHg)	88,3 ± 10,8		88,3 ± 12,6		88,3 ± 8,8	
Vitalkapazität (ml)	3144,3 ± 502,3		3162,9 ± 510,2		3125,0 ± 502,0	
<b>Ausdauerleistungsfähigkeit<sup>a</sup></b>						
Hypertonische Probandinnen <sup>b</sup>	n		n		n	
PWC 110 (Watt/kg KG)	10	0,68 ± 0,36	6	0,52 ± 0,32	4	0,92 ± 0,31
PWC 130 (Watt/kg KG)	9	1,15 ± 0,47	5	0,88 ± 0,34	4	1,48 ± 0,39
Normotonische Probandinnen						
PWC 130 (Watt/kg KG)	50	1,06 ± 0,33	24	1,07 ± 0,33	26	1,05 ± 0,34
PWC 150 (Watt/kg KG)	40	1,48 ± 0,40	21	1,51 ± 0,38	19	1,45 ± 0,42
PWC 170 (Watt/kg KG)	10	1,76 ± 0,48	6	1,87 ± 0,50	4	1,59 ± 0,46

<sup>a</sup>PWC = Physical Working Capacity in Watt / kg Körpergewicht

<sup>b</sup>Hypertonische Probandinnen = Einnahme eines  $\beta$ -Blocker-Präparates

### 2.3 Einteilung der Probandinnen

Im Rahmen des Ernährungsprogramms wurden die Teilnehmerinnen auf **Kurse zu vier verschiedenen Zeiten** verteilt. Die Zuweisung der Probandinnen zur Kraft- oder Ausdauergruppe erfolgte rein zufällig und in Anlehnung an die Diätgruppen (Tab.4).

Es ergaben sich somit **31 Probandinnen** für die **Ausdauertrainingsgruppe** und **30 Probandinnen**, die der **Krafttrainingsgruppe** zugeordnet wurden.

**Tab. 4 : Kurszeiten und die Verteilung der Probandinnen auf die Gruppen.**

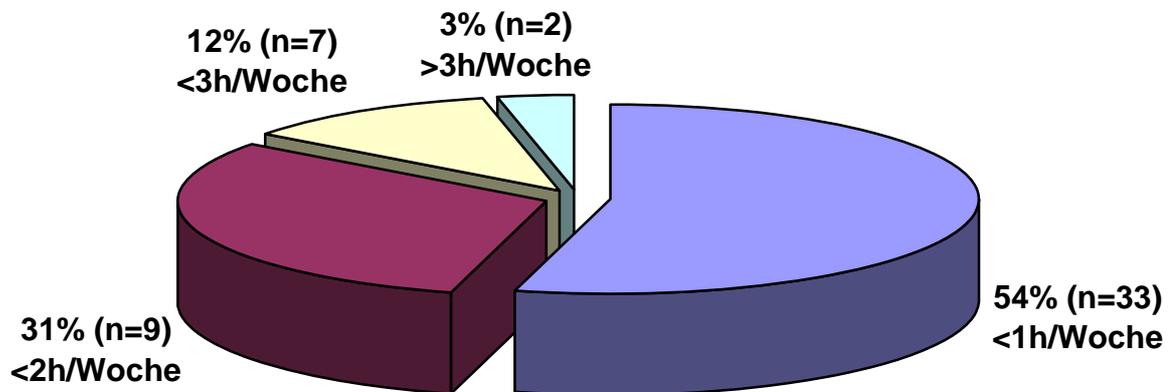
<b>Kurszeit</b>	<b>Gruppe</b>	<b>Anzahl n</b>
Dienstags 20 Uhr	Kraft	14
Mittwochs 9 Uhr	Ausdauer	16
Donnerstags 9 Uhr	Kraft	16
Samstags 14 Uhr	Ausdauer	15

#### 2.4 Anamnese und sportmedizinische Untersuchung

Am Tag der Informationsveranstaltung und Vorstellung des Ernährungsprogrammes wurde an jede Sportlerin, die sich zu einer Teilnahme entschlossen hatte, ein **Fragebogen** (Anhang S.141/142) ausgeteilt. Die Interessentinnen konnten damit bereits im Vorfeld **Fragen zu möglichen Beschwerde- und Erkrankungsbildern der inneren Organe und des Stoffwechsels** sowie des aktiven und passiven **Bewegungsapparates** beantworten.

Von Bedeutung, vor allem für die objektive Beobachtung der späteren Trainingsadaptation, waren auch Fragen **zur vergangenen bzw. gegenwärtigen körperlichen und sportlichen Aktivität**, deren Ergebnisse in Abbildung 4 zusammengefasst sind. Die Probandinnen hatten zudem die Möglichkeit, ihre Vorstellungen und Erwartungen an das bevorstehende Training detailliert zu formulieren.

Der Fragebogen war die **Grundlage für das Eingangsgespräch** zu Beginn der **ersten Untersuchung**. Im Anschluss an den anamnestischen Teil wurden die Probandinnen **körperlich untersucht**. Die vor allem internistisch-orthopädischen Befunde wurden notiert und fanden Berücksichtigung bei der Trainingsplangestaltung. Bei allen Probandinnen konnte in dem Zusammenhang eine krankheitsbedingte Einschränkung der allgemeinen Leistungsfähigkeit oder einzelner Funktionen ausgeschlossen werden.



**Abb. 4:** Gesamtgruppe - 61 Probandinnen und ihr durchschnittlicher sportlicher Aufwand in Stunden pro Woche vor Untersuchungsbeginn.

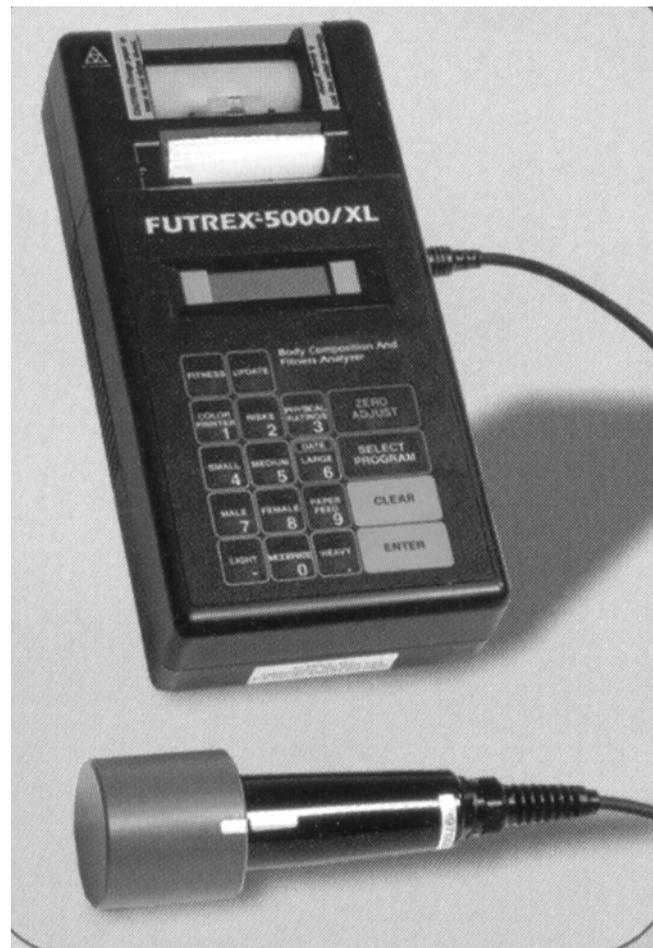
Die **nach den sechs Wochen** Training stattfindende **Abschlussuntersuchung** folgte dem gleichen Ablauf. Ein weiterer Fragebogen (Anhang S.143) sollte klären, inwieweit die Probandinnen ihre Ziele erfüllt sahen und mit welchen Problemen sie konfrontiert waren.

## 2.5 Die Futrex-Körperfettbestimmung

Die Ermittlung der Körperzusammensetzung erfolgte durch **die Nah-Infrarotlicht-Methode (NIR)** mit dem Analyse-Gerät der Marke „Futrex® 5000/WL“, Futrex Incorporation USA.

In sitzender Position wird der Lichtkopf (Abb.5) an definierter Stelle **auf den Bizeps-Meridian** des dominanten Armes aufgesetzt. Zwei kurz aufeinanderfolgende Lichtimpulse im Infrarotbereich dringen bis zu vier Zentimeter in die Weichteilschichtung ein und ermöglichen **aufgrund der gewebespezifischen Reflektions- und Absorptionseigenschaften** dieser Region Rückschlüsse auf die Gewebezusammensetzung. Die nach der Absorption verbleibende Reststrahlung wird über den Siliziumsensor in der Optik gemessen und in der Computereinheit des Messgerätes weiterverarbeitet.

Die NIR differenziert die Körperzusammensetzung in **Magermasse (fettfreie Masse) und Fettmasse**. Da das Strukturfett einen eher geringen Anteil am Gesamtfett hat, korreliert der gemessene Fettanteil mit dem Depotfett, welches **bei Übergewicht bis auf 70 % der Körpermasse** ansteigen kann (GONNERMANN, GENZ 1998).



**Abb. 5: Near-infrared-Fettanalysegerät Futrex 5000/XL der Fa. Futrex Incorporation, Gaithersburg, MD (USA).**

Der **Magermassenanteil** ist die **Summe der fettfreien Komponenten**. Neben etwa 73% Wasser und 20% festen Bestandteilen, wie Mineralien, Gewebe des aktiven und passiven Bewegungsapparates, Proteinen, Glykogen etc., enthält sie auch einen kleinen Anteil an Lipiden.

## 2.6 Untersuchungsmethoden und Meßgrößen

- Trainingsumfang (h/Woche) und –inhalt (Kraft vs Ausdauer)
- Körpergröße (cm), Körpergewicht (kg) und BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )
- Körperfettanteil (% und kg), Magermassenanteil (% , kg)
- Herzfrequenz (HF/min; mit zweimaliger Handmessung und Kontrolle über Brustgurt, Fa. Polar)
- Blutdruck (RR mmHg; auskultatorisch / unblutig nach Riva-Rocci und Korotkow mit dem „Sphygmomanometer“ der Fa. Erka)
- Vitalkapazität (ml; mittels des Spirometers „Spiropet“ der Fa. Nihon Medical Instruments Co., Ltd)
- Ausdauerleistungsfähigkeit (Watt/kg Körpergewicht bei den Herzfrequenzen 110 und 130 HF/min bei Bluthochdruck-Patienten bzw. 130 und 150  $\text{HF} \cdot \text{min}^{-1}$  bei blutdruckgesunden Probandinnen. Das computergesteuerte Testfahrrad MTW 3000, Fa. Elite zeigt Abb. 6)



**Abb. 6:** Messplatz zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit mit dem Computer-Ergometer MTW 3000 im Fitnessstudio Fit & Fun, Alsfeld / Hessen.

## 2.7 Trainingsplanung

Die **Trainingsplanung** erfolgte für beide Gruppen gemäß den zu schulenden Konditionen. **Das eigentliche Training war dabei zeitlich unabhängig vom Seminarzeitpunkt.** Die Probandinnen konnten sich täglich zwischen 9 und 23 Uhr selbstständig nach den erteilten Trainingsvorgaben sportlich betätigen.

Die **Trainingsgestaltung der Kraftgruppe** sah eine allgemeine Stärkung der großen Muskelpartien vor. Nach einer kurzen Aufwärmphase von maximal 10 Minuten auf einem Fahrradergometer wurde ein etwa 45 Minuten dauerndes **Kraftausdauertraining** absolviert. Die Übungen wurden in den ersten beiden Wochen mit jeweils 2 danach mit **3 Sätzen á 20 Wiederholungen** durchgeführt. Bei einem langsamen Bewegungstempo sollte die **Intensität maximal 60 %** betragen. An insgesamt acht Geräten wurden dabei schwerpunktmäßig folgende Muskeln bzw. Muskelgruppen trainiert:

- Beinstrecker (im besonderen M. quadriceps femoris)
- Beinbeuger (Ischiocrurale Muskulatur i.b. M. biceps femoris, M. semimembranosus, M. semitendinosus)
- Gesäßmuskulatur (i.b. M. gluteus maximus)
- Bauchmuskulatur (i.b. M. rectus abdominis)
- Autonome Rückenmuskulatur
- Rückenmuskulatur (i.b. Mm rhomboidei, M. latissimus dorsi)
- Schultermuskulatur (i.b. M. trapezius, M. deltoideus)

**Ein Dehnprogramm bildete den Abschluss der Trainingseinheit.** Zusätzlich durften Gruppenprogramme vom Kraftcharakter (Bauch-Beine-Po-Gymnastik, Rückenschulung) besucht werden. Allerdings musste eine solche Teilnahme detailliert im Trainingsplan notiert werden.

Die **Probandinnen der Ausdauergruppe** sollten in den ersten Trainingseinheiten 30 Minuten im **Grundlagenausdauerbereich dauermethodisch** trainieren. Mit der Anzahl absolvierter Trainingseinheiten sollte dann die Belastungsdauer bis 60 Minuten gesteigert werden. Der **Trainingspuls** betrug etwa **65–70 % der theoretisch maximalen Herzfrequenz.**

Die **Berechnung der Trainingspulsfrequenz** erfolgte modifiziert nach der **Faustregel von BAUM, HOLLMANN** (HOLLMANN, HETTINGER 1990) mit 160 minus Lebensalter auf dem Fahrrad bzw. 170 minus Lebensalter auf dem Laufband. Die berechneten Werte wurden dabei genauestens mit den Ergebnissen der Eingangsuntersuchung und dem individuellen Empfindungsgrad abgeglichen, um besonders bei sehr übergewichtigen Personen oder Bluthochdruck-Patienten eine angemessene Belastungsintensität zu finden.

**Dieses aerobe Ausdauertraining erfolgte**, wie in Abbildung 7 dargestellt, **auf den verschiedensten Trainingsgeräten**, zu denen neben dem Laufband und dem Fahrradergometer (sitzend oder liegend) auch Geräte wie der Stepper, Crosstrainer oder das Ruderergometer gehörten. Eventuelle **Gruppenkursprogramme vom Ausdauercharakter** (Anfänger-Aerobic-Kurse wie bspw. „Fatburner“) mussten ebenfalls detailliert im Trainingsplan verzeichnet werden.



**Abb. 7:** Der Ergometerbereich für die Ausdauerschulung im Fitneßstudio Fit & Fun, Alsfeld / Hessen.

## 2.8 Das Ernährungskonzept

**INFORM ist ein ganzheitliches Ernährungskonzept** der Sporttherapeutin Ingrid Bruns, das 1995 in Zusammenarbeit mit Soziologen und Ökotrophologen speziell für Fitnessanlagen entwickelt wurde. Die meist adipösen Teilnehmer sollten innerhalb von **12 Wochen** lernen, ihr Ernährungs- und Bewegungsverhalten in dem Maße umzustellen, dass es **langfristig zu einer positiven Veränderung der Lebensgewohnheiten und des Ernährungsverhaltens** kommt. Die für diese Handlungskompetenz notwendigen Komponenten werden dabei methodisch in verschiedene Strategien unterteilt und miteinander verknüpft (Anhang Tab.21, S.145). Die Vermittlung dieser Inhalte und Strategien erfolgt im Rahmen **einer zweistündigen Sitzung pro Woche**.

Chronisch überhöhte Nährstoffzufuhr kann analog den Krankheiten Bulimia nervosa oder Anorexia nervosa ihre Ursachen zu einem erheblichen Teil in seelischen oder emotionalen Dysbalancen finden. Diese wurden mittels **Beobachtungsbögen** erkannt, hinterfragt und individuelle Lösungsstrategien erarbeitet. Eine kursbegleitende Broschüre mit entsprechenden **Ess- und Bewegungsprotokollen** wurde den Teilnehmern zur Hand gegeben (Abb. 8).

**INFORM**  
INGRID BRUNS

### Selbsterkenntnis und Selbstanalyse

Auf den folgenden Seiten führst Du Dein Ess- und Bewegungsprotokoll.

Nachdem Du Dein neues INFORM-Ritual durchgeführt hast, trägst Du immer dann, wenn Du ißt, Datum/Uhrzeit/den derzeitigen Hungergrad (nicht hungrig/hungrig/sehr hungrig) ein. Du führst kurz und knapp auf, was Du gegessen oder getrunken hast und beschreibst das Gefühl nach dem Essen (angenehmes Wohlgefühl/unangenehmes bis unerträgliches Völlegefühl). Unter der Rubrik "Persönliche Notizen" beschreibst Du diese Situation und Dein Gefühl dabei.

In der letzten Spalte (Bewegungseinheiten) trägst Du immer dann, wenn Du Sport getrieben hast, die Bewegungsart/Zeit und Trainingspuls ein. Nutze die Kürzel des INFORM-Trainingsbogens.

Hungergrad: 😊 = hungrig 😞 = extrem hungrig 😐 = ohne Hunger  
 Gefühl nach dem Essen: + = angenehm. Wohlgef. -(-) = unangen. (bis unerträgl.) Völlegefühl  
 Bewegungseinheiten (Beispiel): C = Cardiotraining P 130 = Puls 130 30 Min. = Zeit

Beispiel:

Datum	Zeit	Hungergrad	Was und wieviel habe ich gegessen/ getrunken	Gefühl nach dem Essen	Bewegungseinheiten
30.3.97	8.00	😊	1 Glas Wasser, 1 Scheibe Vollkornbrot mit Käse/Tasse Kaffee	+	C, P 130, 30 min

**Mein Ess- und Bewegungsprotokoll**

Datum	Zeit	Hungergrad	Was und wieviel habe ich gegessen/ getrunken	Gefühl nach dem Essen	Bewegungseinheiten

**Abb. 8:** Anleitung zum Führen des Ess- und Bewegungsprotokolls - Auszug aus der Begleitbroschüre des Ernährungsprogramms INFORM von Ingrid Bruns.

## 2.9 Statistik

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit der freundlichen Unterstützung der Arbeitsgruppe medizinische Statistik durch Wolfgang Pabst unter Leitung von Dr. R.H-Bödecker.

Sowohl die Datenerfassung als auch die statistische Berechnung der Messgrößen erfolgte mit dem **Statistikprogramm SPSS 9.0**. Für folgende Daten konnte eine **Normalverteilung gesichert** werden: Alter, Körpergröße, Kurszugehörigkeit, Bluthochdruckpatient, Herzfrequenz, Blutdruck, Gewicht, BMI, relativer und absoluter Körperfettanteil, Lungenvolumen, PWC 110, 130, 150 und 170, Trainingshäufigkeit.

$$M = \sum x_i / n$$

M = Mittelwert  
 $x_i$  = Einzelwerte ( $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ )  
n = Anzahl der Probandinnen

$$S_{MW} = s / \sqrt{n}$$

$S_{MW}$  = Standardabweichung des Mittelwertes

Für die statistische Berechnung wurden das **arithmetische Mittel (M)** und die **Standardabweichung (SD)** der verschiedenen Datenreihen bestimmt. Ein Vergleich der Gruppen und die Ermittlung der **Signifikanzen** erfolgte mit dem **T-Test für unabhängige Stichproben**.

Kriterien für die Annahme oder Ablehnung der jeweiligen **Nullhypothese** ist die berechnete Wahrscheinlichkeit für den Fehler 1. Art „p“. Die **Signifikanzniveaubestimmung** unterliegt den Irrtumswahrscheinlichkeiten gemäß den Angaben der Tabelle 5.

**Tab. 5: Unterteilung der Signifikanz nach BÜHL, ZÖFEL 1996.**

<b>Irrtumswahrscheinlichkeit</b>	<b>Bedeutung</b>	<b>Symbolisierung</b>
<b>p &gt; 0,05</b>	nicht signifikant	ns
<b>p &lt; 0,05</b>	signifikant	*
<b>p &lt; 0,01</b>	sehr signifikant	**
<b>p &lt; 0,001</b>	höchst signifikant	***

## **2.10 Kontrollgruppe Gießen**

Aus dem Gesamtkollektiv von 61 Probandinnen wurden **13 Frauen nach dem Zufallsprinzip ausgewählt** und an der Professur für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen unter der Leitung von Professor Dr. med. Paul E. Nowacki auf ihr pulmonales, körperliches und kardiozirkulatorisches Leistungsvermögen untersucht.

### **2.10.1 Untersuchungsgut**

Von den 13 Teilnehmerinnen im Alter von 30 bis 50 Jahren gehörten **8 Probandinnen der Ausdauer- und 5 Teilnehmerinnen der Kraftgruppe** an. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich vom 29. März bis 18. April 2000. Zu diesem Zeitpunkt hatten die Frauen bereits ein etwa 4- bis 6-wöchiges, gruppenspezifisches Training absolviert. Die anthropometrischen Daten sind in der Tabelle 6 aufgeführt.

**Tab. 6: Die anthropometrischen Daten der 13 Gießener Probandinnen im Gruppenvergleich - Ausdauer vs. Kraft.**

	<b>Gesamtkollektiv n = 13</b>	<b>Ausdauergruppe n = 8</b>	<b>Kraftgruppe n = 5</b>
<b>Alter</b>	<b>38 ± 7</b>	<b>38 ± 7</b>	<b>41 ± 7</b>
<b>Größe (cm)</b>	<b>164 ± 6</b>	<b>161 ± 3</b>	<b>168 ± 7</b>
<b>Gewicht (kg)</b>	<b>83 ± 17</b>	<b>78 ± 15</b>	<b>90 ± 17</b>
<b>Körperfett (kg)</b>	<b>30 ± 10</b>	<b>26 ± 8</b>	<b>35 ± 10</b>
<b>Körperfett (%)</b>	<b>35 ± 5</b>	<b>34 ± 4</b>	<b>38 ± 5</b>
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>31 ± 5</b>	<b>30 ± 5</b>	<b>32 ± 4</b>
<b>bislang absolvierte Trainingseinheiten</b>	<b>21 ± 10</b>	<b>25 ± 11</b>	<b>15 ± 4</b>

### 2.10.2 Untersuchungsbedingungen

Alle Untersuchungen fanden zwischen 10 Uhr und 15 Uhr in den **Untersuchungsräumen des Lehrstuhls für Sportmedizin der Justus-Liebig Universität Gießen** unter Leitung von Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki statt. Insgesamt waren fünf Termine notwendig um alle 13 Probandinnen zu untersuchen.

Die **Bestimmung des Körpergewichtes** (kg) erfolgte mit einer mechanischen Waage der Firma Seca und die **Ermittlung der Körpergröße** (cm) mittels einer Meßlatte bei habitueller Haltung. Diese Daten waren für die folgende **Analyse der Körperzusammensetzung** mittels des Bio-Impedanz-Gerätes der Firma Omron (Abb. 9) notwendig. Es ermittelte den Körperfettanteil in kg und als Anteil am Gesamtkörpergewicht in %.



**Abb. 9:** Das Modell BF302 der Firma Omron zur Bestimmung der Körperzusammensetzung mit Hilfe der Bioimpedanzmessung.

Für die Feststellung der 0,5, 1 und 3 Sekundenkapazität in Litern (Tiffeneau-Test), sowie der forcierten, expiratorischen Atemstromstärke und der Vitalkapazität wurde das Digitalspirometer der Firma Dräger eingesetzt.

Nach dieser **Lungenfunktionsdiagnostik** in Ruhe folgte die **internistisch-orthopädische Anamneseerhebung und Untersuchung** durch Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki. Durch die ausgiebige Befragung zu Beruf, Familie und Alltag und der umfangreichen körperlichen Inspektion wurde die Eignung zum folgenden, individuell erschöpfenden Ergometertest im Sitzen abgesichert.

Vor dem Ergometer-Test wurde zunächst ein **Ruhe-EKG** mit dem Sechskanal-Schreiber „Multiscriptor EK22“ der Firma Hellige & Co aufgezeichnet. Dieses Kardiogramm diente zur Kontrolle, ob bei den Probandinnen eine der von MELLEROWICZ 1962 und HOLLMANN, HETTINGER 2000 beschriebenen Einschränkungen vorlag.

Die **elektrokardiografischen Aufzeichnungen während des Stufentests nach dem Gießener Verfahren** erfolgten in der Vorstartphase, in den letzten 10 Sekunden jeder Belastungsminute und jeder der 5 Erholungsminuten. Mit Hilfe eines EKG-Lineals konnte dann genau die Herzfrequenz zum Zeitpunkt der EKG-Aufzeichnung bestimmt werden. Zusätzlich wurden die Herzstromkurven fortlaufend über einen EKG-Monitor beobachtet.

Die **Blutdruckmessung** wurde mittels Oberarmmanschette mit der Methode **nach Riva-Rocci und Korotkow** in der Vorstartphase, am Ende einer Belastungsstufe und in allen folgenden Erholungsminuten ermittelt. Herzfrequenz, Blutdruck und Belastungsstufe wurden in Abhängigkeit zur Zeit auf dem standardisierten Ergometrie-Bogen (Anhang S.144) festgehalten.

### 2.10.3 **Fahrradergometrie – das Gießener Belastungsverfahren im Sitzen nach Nowacki**

Die Untersuchungen zur **Messung der körperlichen Belastbarkeit** wurden vom Institutsleiter und seinen Mitarbeitern **auf dem drehzahlunabhängigen und elektrisch gebremsten Ergometer** „Ergotest“ der Firma Jaeger im Sitzen durchgeführt. Die von den Probandinnen erbrachte Leistung konnte von einer am Ergometer angebrachten Konsole mit dem **Leistungsbereich von 0 bis 500 Watt** durch einen Mitarbeiter permanent überwacht und verändert werden. Die Trittfrequenz sollte mit ansteigender Leistung um jeweils 5 - 10 Umdrehungen pro Minute erhöht werden, damit die **zweiminütigen Wattstufen bei ökonomischen Pedalgeschwindigkeiten** erbracht werden konnten (MELLEROWICZ 1962, ULMER 1975). Aus diesem Grund war eine Drehzahl-Anzeige für die Probandinnen sichtbar am Ergometer montiert.

Die Frauen wurden vor dem Test über die Art der Belastungsphasen und –steigerungen genauestens instruiert, um einen reibungslosen Ablauf der Untersuchung zu gewährleisten. Desweiteren wurden **Sattel- und Lenkerhöhe individuell angepasst und auf eine sportgerechte Kleidung geachtet.**

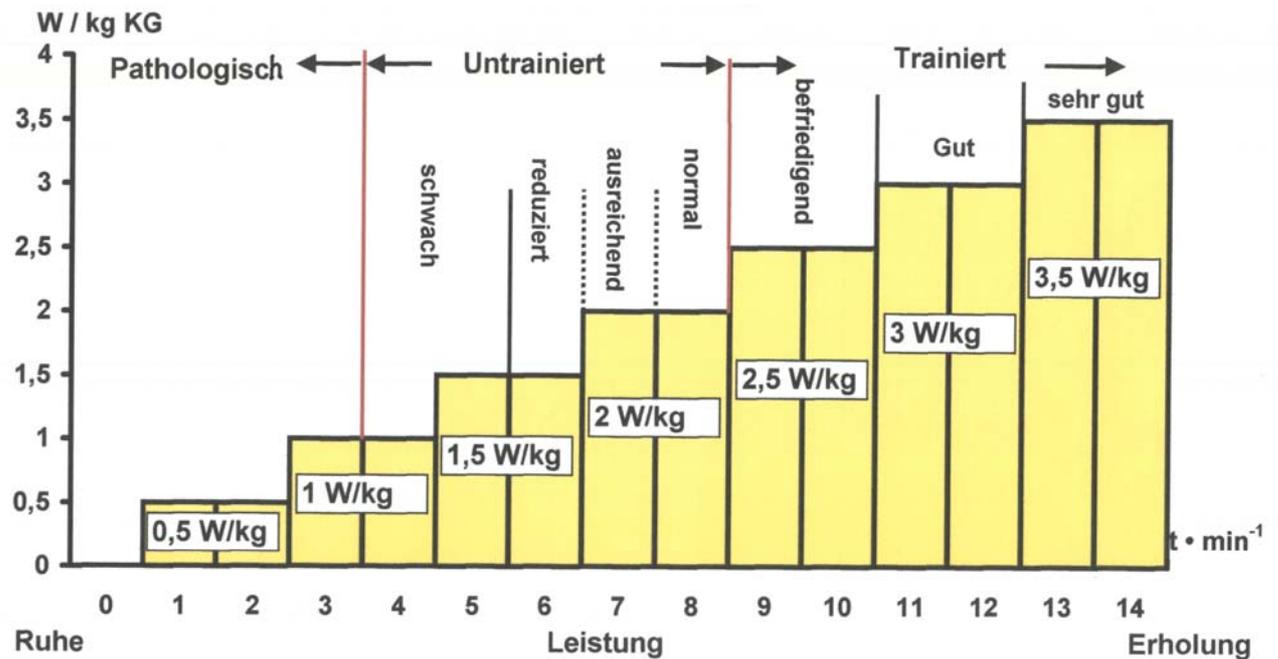
Bei der  $\frac{1}{2}$  Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG Methode nach NOWACKI 1974 und 1980 begannen die Frauen mit der Hälfte ihres Körpergewichtes in Watt bei einer Umdrehungszahl von 40 U  $\cdot$  min<sup>-1</sup> zu treten. Alle zwei Minuten wurde die Belastung um  $\frac{1}{2}$  Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG **bis zum Erreichen der subjektiven Erschöpfung oder objektiver Abbruchkriterien**, wie sie HOLLMANN, HETTINGER 2000 und HEROLD 2001 formulierten, gesteigert. Zu diesen Abbruchkriterien gehörten vor allem:

- Ischämische ST-Senkungen, ST-Hebungen oder subjektive Symptome wie Angina pectoris, Schwindel, Dyspnoe
- Zunehmende oder schwerwiegende Rhythmusstörungen, Auftreten eines Schenkelblockes, AV- oder SA-Block  $>1^\circ$
- Blutdruckabfall oder fehlender systolischer Blutdruckanstieg als Hinweis für eine linksventrikuläre Insuffizienz
- Fehlender Frequenzanstieg
- Blutdruckanstieg  $\geq 240$  mmHg systolisch /  $\geq 120$  mmHg diastolisch

Allerdings erfolgte bei allen Probandinnen der **Belastungsabbruch aufgrund subjektiver Erschöpfung und muskulärer Ermüdung**. Pathologische EKG-Veränderungen wurden zu keiner Zeit registriert.

Nach Abbruch der Belastungsphase mussten die Probandinnen zunächst noch für 2 Minuten bei einem  $\frac{1}{2}$  Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG langsam weitertreten und erst in den letzten 3 Minuten der Erholungsphase still sitzen. **In dieser Erholungszeit wurde minütlich ein EKG geschrieben und die Herzfrequenz und der Blutdruck gemessen.**

Die **Beurteilungskriterien der körperlichen Belastbarkeit** bzw. Leistungsfähigkeit bei der  $\frac{1}{2}$  Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG Methode als erschöpfende Fahrradergometrie im Sitzen formulierten MEDAU, NOWACKI 1984. Sie sind in der Abbildung 10 dargestellt.



**Abb. 10:** Belastungs- und Beurteilungsschema bei erschöpfender Fahrradergometrie von Frauen im Sitzen nach der 0,5 Watt / kg KG Methode (Gießener Verfahren).

#### 2.10.4 Meßgrößen und Meßmethoden

Für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Probandinnen wurden folgende Parameter ermittelt:

- Körperliche Leistungsfähigkeit
- Kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit
- Respiratorische Leistungsfähigkeit

##### 2.10.4.1 Körperliche Leistungsfähigkeit – Gesamtarbeit, maximale absolute und relative Wattstufe, PWC<sub>170</sub>

Als **leistungsdiagnostischer Parameter** zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit haben sich die Berechnung der **Gesamtarbeit in Wattmin**, die **absolute maximale Wattstufe** ( $W_{\max}$ ) und die **relative maximale Wattstufe** ( $W_{\max} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ) international durchgesetzt.

Die **Gesamtarbeit in Wattmin** errechnet sich aus der **Summe der erbrachten Leistung in Watt in jeder einzelnen Belastungsminute** über den gesamten Belastungszeitraum bis zum Belastungsende. Dabei finden auch Belastungsabbrüche nach einer Halben- oder Viertelminute Berücksichtigung, indem nur die Hälfte oder ein Viertel der Belastungsstufe in Watt zur Gesamtarbeit addiert wird:

$$W_{\text{Ges}} = \Sigma (L_x \cdot t_x)$$

$L_x$ [Watt];  $t_x$  [Min]

Die **absolute maximale Wattstufe  $W_{\text{max}}$**  ist die Leistung der Probandin, die sie **in der letzten Belastungsstufe** erbracht hatte. Dabei ist es unerheblich, ob die Leistung über den vollen Zeitraum von zwei Minuten getreten wurde, oder ob der Abbruch bereits nach einer Minute erfolgte. In gleicher Weise verhält es sich bei der Berechnung der **maximalen relativen Wattstufe ( $W_{\text{max}} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ )**, bei der die erbrachte Leistung in Watt durch das Körpergewicht geteilt wird.

Aber auch die von WAHLUND 1948 eingeführte „**Physical Working Capacity**“ (**PWC**), besonders in der Form ihrer Festlegung auf diejenige Ergometerleistung, die ein Proband bei einer Herzfrequenz von 170 Schlägen / min ( $\text{PWC}_{170}$ ) erreicht hat oder rechnerisch erreichen könnte, hat sich sehr bewährt (NOWACKI, SCHÄFER 1984, KIM 1994).

In diesem Zusammenhang kann die  $\text{PWC}_{170}$  sowohl als absolute Leistung dargestellt werden als auch als Relative in Abhängigkeit vom Körpergewicht. **Die Ermittlung der  $\text{PWC}_{170}$  erfolgt dabei grafisch oder rechnerisch.**

Erfolgte der Belastungsabbruch vor Erreichen der Herzfrequenz von 170 Schlägen / min, kann man die  $\text{PWC}_{170}$  mathematisch berechnen. In Anlehnung an die Arbeit von KIM 1994 wurde **die rechnerische Intra- bzw Extrapolation der  $\text{PWC}_{170}$  nach folgenden Formeln vorgenommen**, wobei im Gegensatz zur grafischen Ermittlung die Herzfrequenz am Ende der ersten Minute einer Belastungsstufe zum Berechnungsverfahren herangezogen wurde:

**Berechnung der  $PWC_{170}$  ohne Erreichen einer Herzfrequenz von 170 ( $Hf_2 < 170$  S/min):**

$$PWC_{170} = L_2 + \frac{L_2 - L_1}{Hf_2 - Hf_1} \cdot (170 - Hf_2)$$

**Berechnung der  $PWC_{170}$  mit Erreichen einer Herzfrequenz von 170 ( $Hf_2 > 170$  S/min):**

$$PWC_{170} = L_2 - \frac{L_2 - L_1}{Hf_2 - Hf_1} \cdot (Hf_2 - 170)$$

- $L_1$  = niedrigere Leistungsstufe
- $L_2$  = höhere Leistungsstufe
- $Hf_1$  = Herzfrequenz der ersten Belastungsstufe von  $L_1$
- $Hf_2$  = Herzfrequenz der ersten Belastungsstufe von  $L_2$

#### 2.10.4.2 Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen

##### 2.10.4.2.1 Herzfrequenz

Die Herzfrequenz ist der **zentrale Parameter zur Beurteilung der kardiozirkulatorischen Funktion** (ISRAEL 1968 und 1982, NOWACKI 1977, RIECKERT 1992). Aus diesem Grund kommt der ständigen Beobachtung der Herzfrequenz während der Ergometerbelastung eine besondere Bedeutung zu: Sie wurde bei der  $\frac{1}{2}$  Watt / kg KG – Ergometrie nach NOWACKI 1974 in der Vorstartphase, jeweils in den letzten 10 Sekunden **jeder Testminute, am Belastungsende und in jeder der fünf Erholungsminuten mit dem EKG ermittelt.**

#### 2.10.4.2 Blutdruck

Der Blutdruck wurde **auskultatorisch nach der unblutigen Methode von Riva-Rocci und Korotkow** mit dem Quecksilbermanometer „Erkameter“ der Firma Erka gemessen. Mittels einer 14 cm breiten Oberarmmanschette und eines Stethoskops wurden die Korotkow-Töne über der A. cubitalis der Probandinnen **in Ruhe, alle zwei Minuten** am Ende jeder Belastungsstufe sowie **in jeder der fünf Erholungsminuten registriert**.

#### 2.10.4.3 Respiratorische Leistungsgrößen

Die **Lungenfunktionsdiagnostik** wurde mit dem Digitalspirometer „Spirotest“ der Firma Draeger durchgeführt. Nach maximaler Inspiration wurde **durch den forcierten expiratorischen Atemstrom die atemmechanischen Funktionsgrößen Lungenvolumen und Sekundenkapazität ermittelt**. Diese Daten dienen der pulmonalen Leistungsbestimmung bzw. im Falle pathologischer Werte der **Differenzierung** zwischen **obstruktiven und restriktiven Erkrankungen**.

##### 2.10.4.3.1 Vitalkapazität

Die Vitalkapazität bzw. das Lungenvolumen setzt sich zusammen aus dem **Atemzugvolumen (AZV)** und dem **inspiratorischem (IRV) und expiratorischem Reservevolumen (ERV)** und wird in aller Regel in ml angegeben. Für die Gesamtkapazität der Lungen addiert sich zur Vitalkapazität das **Residualvolumen (RV)**, welches bei verschiedensten restriktiven Erkrankungen erhöht sein kann (TAMMELING, QUANJER 1984, SCHMIDT, THEWS 1997, HOLLMANN, HETTINGER 2000).

$$\text{AZV} + \text{IRV} + \text{ERV} + \text{RV} = \text{Vitalkapazität} + \text{Residualvolumen} = \text{Gesamtkapazität}$$

#### 2.10.4.3.2 Die 1-Sekunden-Kapazität

Die 1-Sekunden-Kapazität ist der **Anteil des Lungenvolumens, der nach maximaler Inspiration in einer Sekunde maximal ausgeatmet werden kann**. Sie sollte **mindestens 70 – 80 %** der altersentsprechenden Soll-Vitalkapazität betragen und ist in aller Regel bei obstruktiven Lungenerkrankungen erniedrigt.

Für die genauere Diagnostik ist es möglich, auch die 0,5- und 3-Sekunden-Kapazität zu messen. Der **Tiffeneau-Test** beschreibt das in einer Sekunde abgeatmete Gasvolumen in Litern und gibt damit absolute Werte für den Atemstrom an (SCHMIDT, THEWS 1997).

#### 2.10.4.3.3 Der Peak-Flow

Der Peak-Flow ist der **expiratorische Spitzenfluß in Liter pro Sekunde** oder Liter pro Minute. Diese Messung hat sich bei Patienten mit zirkadianen pulmonalen Obstruktionen sehr bewährt, da sie mit einfachen Geräten die maximale Atemstromstärke selbst bestimmen können.

### 2.11 Kritik der Methodik

#### 2.11.1 Untersuchungszeitraum

Zu Beginn der Untersuchung war es nicht möglich, die **Auswirkungen eines isolierten Krafttrainings** im Bezug auf die Reduktion des Körperfettanteils abzuschätzen. Es musste die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass durch ein Krafttraining lediglich nur **geringe oder sogar gar keine Erfolge** erreicht werden konnten. Von Seiten des Krafttrainings war es also notwendig, zumindest **in den verbleibenden sechs Wochen** die Gruppenunterteilung aufzuheben und durch **vergleichbare Trainingsinhalte** allen Probandinnen dieselben Chancen zur Erreichung ihrer Ziele einzuräumen. **Der Untersuchungszeitraum wurde aus diesem Grund auf sechs Wochen beschränkt.**

**Leistungsgewinne**, vor allem im Bereich der Kraftkomponente, nach einem ein- bis zweiwöchigen Training gründen sich in der Regel auf **koordinative Zuwächse**. Der mit sechs Wochen gewählte Zeitraum hingegen liegt an der unteren Grenze, innerhalb der man schon deutliche Trainingsadaptationen, die auf **metabolischen und strukturellen Anpassungen** beruhen, beobachten kann.

Für das Ausmaß der zu beobachtenden Adaptationsprozesse sind aber die Ausgangssituationen, also Trainingszustand, Leistungsvermögen etc. von nicht unerheblicher Bedeutung. **Bei einer sehr untrainierten Person** ist eine trainingsbedingte körperliche Veränderung **in wesentlich kürzerer Zeit und mit bedeutend weniger Aufwand** messbar als bei einer Trainierten (WEINECK 1998, ASTRUP et al. 2000, HOLLMANN, HETTINGER 2000).

Verschiedene Studien konnten beispielsweise zeigen, dass Probanden, die in ihrer täglichen Mobilität sehr eingeschränkt sind, bereits durch **ein in Umfang und Intensität minimal durchgeführtes Training enorme kardiozirkulatorische Verbesserungen** aufweisen konnten (KLOBUT u. Mitarb. 1994, HOLLMANN, HETTINGER 2000). Dabei gilt, je größer die Defizite sind, desto geringerer Belastung bedarf es, um entsprechende Erfolge verzeichnen zu können.

Innerhalb dieser Studie betrieben **85% der Probandinnen seit Jahren keinen regelmäßigen Sport** (< 2 h / Woche, vgl. Abb. 4, Kapitel 2.4). 54 % davon waren sogar gänzlich inaktiv und wiesen keine besondere tägliche Mobilität mehr auf (Tab. 7). Dieser Zustand **entspricht damit den Tendenzen in den Industriegesellschaften**, bei denen nach WHO-Angaben mehr als 60% der erwachsenen Bevölkerung sich zu wenig bewegen würden und ein Viertel sogar völlig inaktiv sei (WORLD HEALTH ORGANISATION, WHO: The world health report 1997, Genf in LARSEN 1998).

**Tab. 7: Mittelwerte des Body-Mass-Index BMI (kg/m<sup>2</sup>) und der Standardabweichung in Abhängigkeit vom Mobilitätsgrad für die Gesamt-, Ausdauer- und Kraftgruppe.**

Regelmäßig Sport (>1x/Woche)			Kein Sport, aber mobil (täglich Spaziergehen), mittel- bis schwere Arbeit (Produktion, Pflegedienst)			Inaktiv (<1x/Woche Spaziergehen), geringbelastende Tätigkeit (sitzend, Hausarbeit)		
Gesamt n=9	Ausdauer n=4	Kraft n=5	Gesamt n=19	Ausdauer n=8	Kraft n=11	Gesamt n=33	Ausdauer n=19	Kraft n=14
27,2 ± 3,2	27,2 ± 3,7	27,2 ± 3,1	31,3 ± 5,1	32,3 ± 5,3	30,6 ± 5,1	35,0 ± 5,8	35,5 ± 6,9	34,3 ± 4,0

Im Rahmen dieser Studie war also davon auszugehen, dass bereits **bei kleinster Trainingsbelastung große Trainingserfolge** erzielt werden konnten. Diese prognostizierte Entwicklung wurde möglicherweise noch dadurch verstärkt, dass die **Probandinnen überdurchschnittlich motiviert** den Kurs absolvierten. Immerhin waren zum einen die 12 Wochen mit einem hohen finanziellen Aufwand verbunden, zum anderen lag der Untersuchungszeitraum in den letzten Wintermonaten (Februar, März). In dieser Zeit verzeichnen Vereine und Fitnessstudios die größten Zuwachsraten. Grund hierfür sind die frisch gesteckten Jahresziele, die bevorstehende Sommerzeit, als auch das ausgeglichene finanzielle Familienbudget. **Bei der vorliegenden Arbeit konnte also von größten Erfolgen innerhalb dieser 6 Wochen ausgegangen werden.**

### 2.11.2 Zuordnungsmodus

Die Ursachen einer **Adipositas** sind multifaktoriell und individuell. Dennoch ist es möglich **einigen Berufen ein bestimmtes Risiko zuzuordnen**. So musste auch davon ausgegangen werden, dass möglicherweise gravierende Unterschiede im Ernährungs- und Bewegungsverhalten davon bestimmt sind, ob jemand berufstätig oder zu Hause als Hausfrau und/oder Mutter tätig ist. Dieser Aspekt musste bei der Zuordnung der Probandinnen in die Trainingsgruppen berücksichtigt werden, ohne jedoch die Zufallsverteilung zu gefährden.

Dies konnte durch Verknüpfung an **die vier verschiedenen Seminartermine** der Ernährungsschulung sichergestellt werden. Davon fanden **zwei vormittags** (mittwochs und donnerstags) **für die Hausfrauen und Mütter** statt, während **die berufstätigen Teilnehmerinnen** zwischen einem **Abendkurs und einem Samstagkurs** wählen konnten. Bereits in der Planungsphase der Studie wurde vom Versuchsleiter, in Absprache mit der Ernährungsberaterin, beschlossen, die Teilnehmerinnen des Mittwoch-Vormittag- und des Samstag-Kurses der Ausdauergruppe zuzuordnen. Die Kraftprobandinnen setzten sich demnach aus den Dienstag-Abend- und den Donnerstag-Vormittag-Kursen zusammen (Kapitel 2.3, Tab. 4).

Damit konnte sichergestellt werden, dass **die Zuteilung rein zufällig** war und ohne Einfluß des Versuchsleiters erfolgte. Wie sich die einzelnen zu messenden Parameter verteilten und inwieweit sich die Gruppen in ihnen unterschieden, hätte demnach erst nach der Eingangsuntersuchung festgestellt werden können. Allerdings sah der Versuchsleiter zur **Vermeidung des Rosenthal-Effektes** von einer Datenanalyse noch vor Untersuchungsende ab.

### 2.11.3 Untersuchungsmodus

Die eigentliche Untersuchung erfolgte in Anlehnung an die Vorgaben für ein **medizinisches Arzt-Patienten-Gespräch** und orientierte sich an einem **Anamnesebogen**. Alle Informationen wurden detailliert und nachvollziehbar schriftlich festgehalten. Bei den Untersuchungen wurde gemäß den **Gütekriterien** darauf geachtet, dass die einzelnen Untersuchungsparameter mit wissenschaftlicher Genauigkeit bestimmt wurden und vor allem ein **Vergleich der beiden Testserien** ohne weiteres möglich war. Eine besondere Bedeutung kam dabei der Organisation der Untersuchungstermine zugute, bei denen **die jeweiligen Testpersonen zur gleichen Tageszeit und in etwa gleicher Verfassung untersucht wurden**.

#### 2.11.4 Herzfrequenz- und Blutdruckmessung

Eine genaue Bestimmung der Ruhewerte gestaltete sich aufgrund der normalen tageszeitlichen Aktivität schwierig. Man versuchte dem Rechnung zu tragen, indem die **Bestimmung dieser kardiozirkulatorischen Faktoren** im Anschluss an das anamnestische Gespräch erfolgte. Diese Phase der körperlichen Ruhe verlor aber bei einer Reihe von Patientinnen ihren Effekt auf Herzfrequenz und Blutdruck, da diese untersuchungsbedingt psychisch angespannt und aufgeregt waren. Da das Ausmaß dieser Stresssituation individuell sehr verschieden war, ist eine **Analyse und Vergleichbarkeit der Puls- und Blutdruckergebnisse nur sehr begrenzt möglich**. Zumal am zweiten Untersuchungstermin zusätzlich beobachtet werden konnte, dass der Großteil der Probandinnen durch die mit Spannung erwarteten Ergebnisse der Körperfettmessung eine erhöhte Herzfrequenz aufwies.

Aufgrund dieser Problematik wurden die Ergebnisse der Herzfrequenz- und Blutdruckmessung unmittelbar vor dem Herz-Kreislauf-Test **nochmals kontrolliert**. Als Ruhephase diente die fünf Minuten in Anspruch nehmende Erklärung des bevorstehenden Ergometertests. **Die jeweils niedrigsten Werte gelangten dabei zur Auswertung**.

#### 2.11.5 Vitalkapazität

Die Messungen der Atemfunktionen mussten mehrmals durchgeführt und **teilweise ausgiebig geübt** werden, um die tatsächlichen Werte des Lungenvolumens zu erhalten. Mehrere Probandinnen – vornehmlich diejenigen mit geringster täglicher Aktivität – hatten Schwierigkeiten mit der für die Messung erforderlichen tiefen Atmung. Zum einen wurde die starke Inspiration als unangenehm empfunden, zum anderen waren sie zunächst nicht in der Lage, einen **für die Messung notwendigen Expirationsstrom** aufzubauen (Abb. 12).

Die Ursache hierfür liegt sicherlich in der **jahrelangen Inaktivität der betreffenden Personen** und dem damit verbundenen Koordinationsverlust auch der Atemhilfsmuskulatur.



**Abb. 11: Spirometer „Spiropet“ der Fa. Nihon Medical Instruments Co., Ltd zur Bestimmung der Vitalkapazität.**

Für die genaue Bestimmung der Vitalkapazität war es also umso notwendiger, dass die Teilnehmerinnen zunächst mehrmals das tiefe Einatmen mit anschließender Expiration durch das Mundstück übten (Abb. 12). Erst als die Technik koordinativ sicher erfolgte, wurden **drei Messungen durchgeführt und der höchste Wert notiert**. Ziel dieser aufwendigen Testdurchführung war die Senkung der ansonsten sehr hohen Fehlerwahrscheinlichkeit.



**Abb. 12:** Ausgiebiges Üben der Ausatmung mit dem Spirometer „Spiropet“ – notwendig für die exakte Messung des Lungenvolumens.

### 2.11.6 Körperfettmessung

Die **Körperfettmessung** mit der near-infrared-Methode hat im Gegensatz zu Körperzusammensetzungsanalysen durch Densitometrie (hydrostatisches Wiegen), Neutronenaktivierung oder Computertomographie (Messung nach Aufnahme fettlöslicher Gase) den enormen **Vorteil der Bedienungsleichtigkeit und der Flexibilität vom Einsatzort** (VOLKERT 1997).

Ein entscheidender Vorteil gegenüber den anderen transportablen Fettmeßmethoden (Bioimpedanzmessung, Calipermetrie) liegt zusätzlich in der **weitestgehenden Unabhängigkeit von physiologischen Standardbedingungen**. So hat beispielsweise der Wasserhaushalt mit seinen tageszeitabhängigen Schwankungen nur einen sehr geringen Einfluß auf diese Form der Messung. Damit besteht eine große Genauigkeit beim Vergleich von Verlaufsreihen ein und derselben Person.

Die Informationen aus den Lichtimpulsen werden innerhalb der Betriebssoftware mit empirischen Daten abgeglichen. Mit welchen dieser Referenzdaten die Information verglichen wird, ist abhängig von einer Reihe von Parametern. Neben Alter und Geschlecht spielt dabei besonders die **Einordnung der sowohl täglichen körperlichen als auch sportlichen Belastung** eine Rolle. In dieser Eingabeaufforderung verbirgt sich eine **große Fehlerquelle** für eine exakte Messung, da Intensität, Dauer, Häufigkeit und Dichte eines Trainings nicht oder nur sehr ungenau abgefragt werden.

Schwierig ist es für einen ungeübten Versuchsleiter, den körperlichen Anspruch durch Beruf und Freizeit des Probanden und damit seine **Leistungsfähigkeit abzuschätzen** und einer vom Computer geforderten 3-Punkt-Skala zuzuweisen. Eine falsche Zuordnung würde einen Vergleich mit nicht entsprechenden Referenzdaten bedeuten. Das gemessene Ergebnis würde in diesem Fall vom tatsächlichen Wert abweichen.

**Die Wissenschaftlichkeit dieser Meßmethode** ist aber in der Vergangenheit **vielfach geprüft und bestätigt worden** (McLEAN, SKINNER 1992, NIELSEN 1992, EATON 1993, CASSADY 1993, 1996). So ergaben Untersuchungen, dass eine Fehleinschätzung des Leistungsvermögens eines Probanden kein gravierendes Fehlergebnis zur Folge hätte, da nach allgemeinen Empfehlungen generell **ein möglicher Meßfehler von  $\pm 1\%$**  einberechnet werden soll (CASSADY 1996).

Der Einfluss eines besonders an den Armen (=Meßstelle) durchgeführten Krafttrainings soll nach Angaben des Herstellers äußerst gering sein.

### 2.11.7 Herz-Kreislauf-Test

Die Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit erfolgte mit einem Stufentest, bei dem die erreichte Belastungsstufe (Watt) bei definierten Herzfrequenzen bestimmt und in Relation zum Körpergewicht (Watt/kg Körpergewicht) gesetzt wurde. Allerdings war der Verlauf bzw. das Verhalten der Herzfrequenz **bei insgesamt zehn Probandinnen** (zusammengefasst zur Gruppe der Hypertoniker) durch entsprechende **Herz-Kreislauf-Präparate** verändert. Eine für die spätere Auswertung gesonderte Betrachtung erschien notwendig.

Bei den Hypertonikerinnen wurde die **Ausdauerleistung bei einem Puls von 110 und 130 Schlägen/min** bestimmt. Da jedoch die pharmakologische Dämpfung der Herzfrequenz durch die verschiedensten Präparate und Dosierungen teilweise sehr unterschiedlich war, ist eine Analyse der Daten nur beschränkt möglich.

**Bei den übrigen Probandinnen**, die ein „normales, natürliches Herzfrequenzverhalten“ aufwiesen, wurden die **Belastungshöhen bei Herzfrequenzen von 130, 150 und wenn möglich 170 Schlägen/min** bestimmt. Die gewählten Belastungshöhen waren für alle Probandinnen **ausnahmslos submaximal** und konnten ohne Zuruf bewältigt werden. Eine Bestimmung der Kreislauf-Erholung anhand der Herzfrequenz nach drei bzw. fünf Minuten ergab im Serienvergleich der ersten und zweiten Untersuchung keine aussagekräftigen Werte, so dass auf ihre Darstellung verzichtet wurde. Da keine maximale kardiozirkulatorische Ausbelastung vorlag, konnte auch **keine Beurteilung der 5-Minuten-Erholungsfrequenz** nach den von NOWACKI (1977, 1992) aufgestellten Kriterien erfolgen (vgl. Tab. 19, Kapitel 4.7). Dies war lediglich nur für die erschöpfend ausbelastete Kontrollgruppe in Gießen möglich.

### 2.11.8 Trainingsplangestaltung

Die bei der Eingangsuntersuchung ermittelten Daten fanden Berücksichtigung bei der Auswahl der verschiedenen Trainingsgeräte. Trotz des Anspruchs der Systematik und Einheitlichkeit musste die **Geräteauswahl teilweise individuell** erfolgen, **um eventuelle gesundheitsschädliche Einflüsse zu reduzieren**. Dieses Vorgehen war vor allem bei den Ausdauertrainierenden von Bedeutung.

**Bei einigen Ausdauertrainingsgeräten**, wie dem Stepper, Crosstrainer oder Laufband, **summiert sich zu der eigentlichen Belastung** durch den eingestellten Widerstand und der Arbeitsgeschwindigkeit **das zu bewegende Körpergewicht**. Um Überlastungsschäden zu vermeiden und die Trainingspläne zu vereinheitlichen, wurden die Ausdauerprobandinnen angewiesen, sich dauermethodisch (mindestens 30 Minuten) auf dem Fahrradergometer zu belasten. Lediglich für anschließende kleine Zusatzbelastungen (15 Minuten) standen die anderen Ergometer zu Verfügung.

### 3 ERGEBNISSE

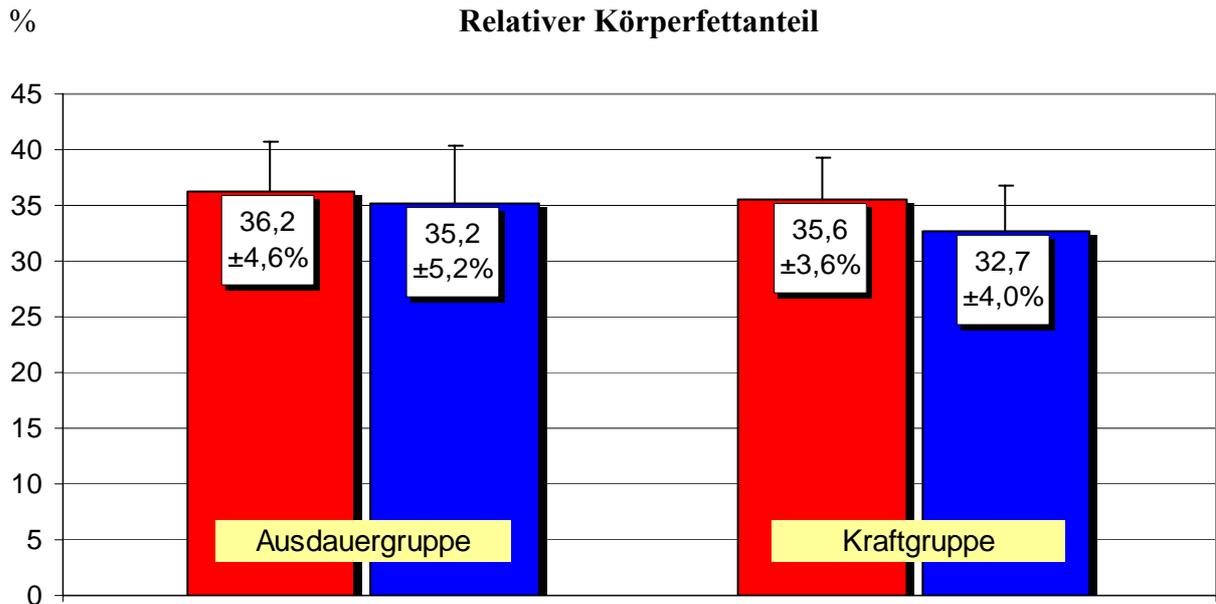
#### 3.1 Körperfettreduktion - Kraft- vs. Ausdauertrainingsgruppe

Sowohl die **Ausdauer-** als auch die **Kraftgruppe** konnten in den gegebenen sechs Trainingswochen ihren relativen Körperfettanteil reduzieren. Allerdings **gelang den Krafttrainierenden**, wie in der Tabelle 8 dargestellt, mit einer Reduktion des Körperfettanteils um  $2,9 \pm 2,3$  % **ein fast dreimal höheres Trainingsergebnis als das der Ausdauergruppe**. In Bezug auf die absoluten Körperfettwerte (Abb.14) bedeutete dies eine Reduktion von  $3,4 \pm 2,4$  kg für die Kraft- und von  $1,8 \pm 1,9$  kg für die Ausdauergruppe.

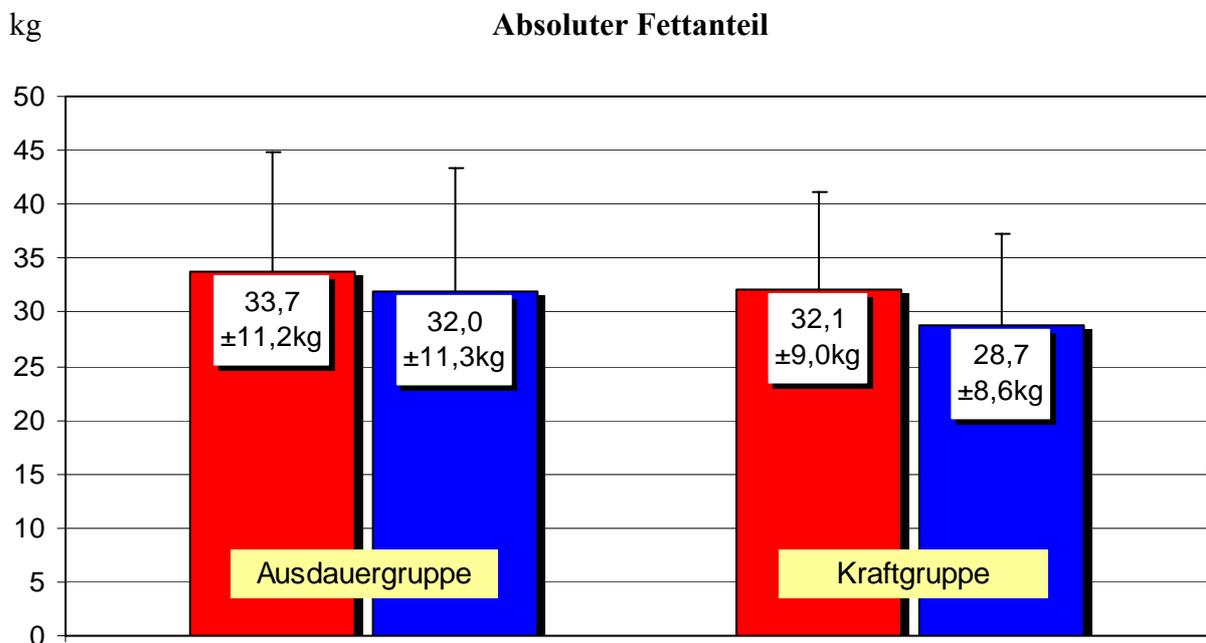
**Tab. 8: Körperfettwerte adipöser Frauen (Ausdauer vs. Kraft) und ihre Veränderungen während des 6-wöchigen Trainings.**

Größe	Gruppe	zu Beginn	nach 6 Wochen	Erfolg
Fett (%)	Ausdauer	$36,2 \pm 4,6$	$35,2 \pm 5,2$	$-1,0 \pm 1,9$
	Kraft	$35,6 \pm 3,6$	$32,7 \pm 4,0$	$-2,9 \pm 2,3$
	Sign.	0,817	0,05*	<0,001***
Fett (kg)	Ausdauer	$33,7 \pm 11,2$	$32,0 \pm 11,3$	$-1,8 \pm 1,9$
	Kraft	$32,1 \pm 9,0$	$28,7 \pm 8,6$	$-3,4 \pm 2,4$
	Sign.	0,559	0,309	0,004**

Während die Gruppen zu Beginn des Untersuchungsblocks mit 0,82 noch keine signifikanten Differenzen erkennen ließen, war der **unterschiedliche Trainingserfolg** im Sinne einer günstigeren Körperzusammensetzung bereits nach sechs Wochen **mit einem Signifikanzniveau von  $p < 0,05^*$  zu belegen**. Der eigentliche Reduktionserfolg bezüglich des Körperfettanteils wies dann einen hoch signifikanten Unterschied ( $p < 0,001^{***}$ ) zwischen beiden Gruppen auf.



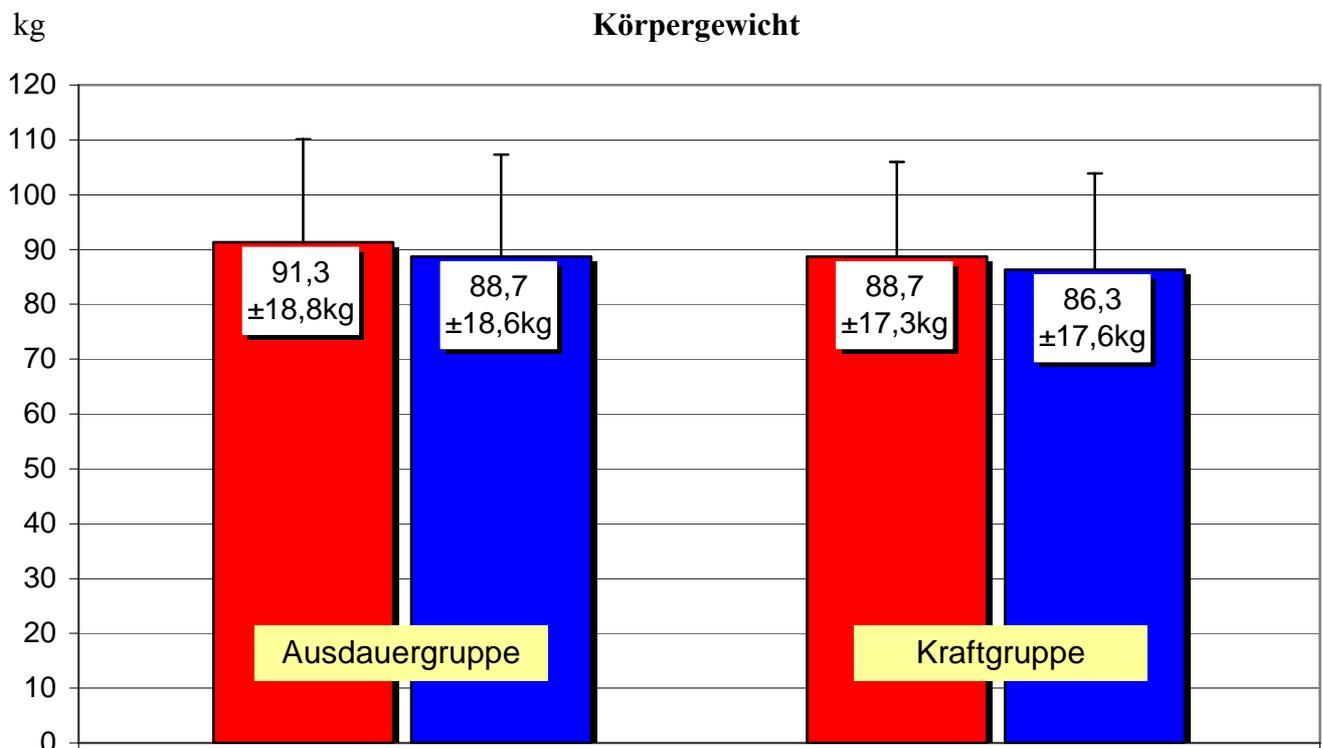
**Abb. 13:** Vergleich des durchschnittlichen relativen Körperfettanteils (%) der 61 Frauen – Kraft (n=30) vs. Ausdauer (n=31) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).



**Abb. 14:** Vergleich des durchschnittlichen absoluten Körperfettanteils (kg) der 61 Frauen – Kraft (n=30) vs. Ausdauer (n=31) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).

### 3.2 Reduktion von Körpergewicht und BMI - Kraft- vs. Ausdauer

**Zu Beginn der Untersuchung** war das **Körpergewicht der Ausdauergruppe** im Mittel um 2,6 kg und damit auch der BMI um 1,7 kg/m<sup>2</sup> **höher** als das Körpergewicht und der BMI der Kraftgruppe. Der Unterschied war allerdings mit einer Signifikanz von  $p < 0,55$  für das Körpergewicht und von  $p < 0,36$  für den BMI statistisch nicht zu bestätigen und veränderte sich auch nicht wesentlich zum Zeitpunkt des zweiten Testes (Tab. 9). Eine Gegenüberstellung des mittleren Körpergewichtes der beiden Gruppen zu Beginn und am Ende des Untersuchungsblockes zeigt die Abbildung 15.

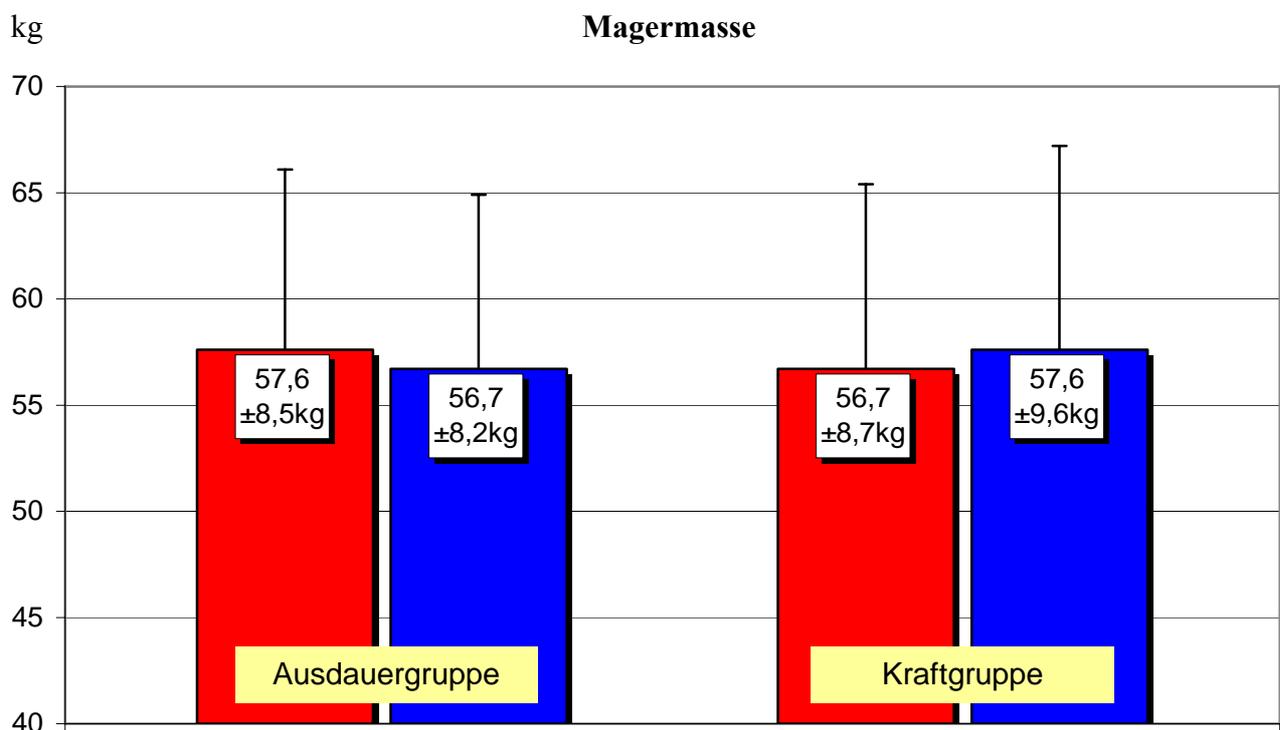


**Abb. 15:** Vergleich des durchschnittlichen Körpergewichts (kg) der 61 Frauen– Kraft (n=30) vs. Ausdauer (n=31) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).

Nach 6 Wochen Training reduzierte die Kraftgruppe ihr Körpergewicht um durchschnittlich  $2,4 \pm 1,7$  kg. Die Ausdauertrainierenden hingegen schafften im Mittel zwar  $2,7$  kg abzunehmen, allerdings war dieser größere Erfolg mit einer höheren Streuung der Einzelergebnisse (SD 2,1 kg) verknüpft.

Diese geringen Unterschiede im Trainingserfolg waren mit einer Signifikanz von 0,93 wissenschaftlich nicht abzusichern. Die Werte des BMI lieferten entsprechende Ergebnisse und können der Tabelle 9 entnommen werden.

**Bezüglich der Magermasse verloren die Ausdauertrainierenden im Durchschnitt etwa 0,88 kg.** Davon war allerdings, wie es die Standardabweichung von 1,6 kg verdeutlicht, nicht die gesamte Ausdauergruppe betroffen.



**Abb. 16:** Vergleich des durchschnittlichen Magermassenanteils (kg) der 61 Frauen-Kraft (n=30) vs. Ausdauer (n=31) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).

Während also die Ausdauertrainierenden im Mittel fettfreie Magermasse abgebaut haben, **gewannen die Kraftprobandinnen durchschnittlich  $0,94 \pm 2,0$  kg fettfreie Masse hinzu** (Tab. 9).

Der Unterschied des Trainingserfolges (Abb.16) mit den völlig verschiedenen Tendenzen des Magermassenverhaltens war im Vergleich beider Gruppen **höchst signifikant ( $p < 0,001^{***}$ )**.

**Tab. 9: Körpergewicht, BMI, Magermasse im Gruppenvergleich und ihr Verlauf während der Trainingsperiode.**

Größe	Gruppe	Test 1	Test 2	Erfolg
<b>Körpergewicht</b> (kg)	Ausdauer	91,4 ± 18,8	88,7 ± 18,6	-2,7 ± 2,1
	Kraft	88,7 ± 17,3	86,3 ± 17,6	-2,4 ± 1,7
	Sign.	0,554	0,574	0,931
<b>BMI</b> (kg/m <sup>2</sup> )	Ausdauer	33,5 ± 6,7	32,5 ± 6,6	-0,1 ± 0,8
	Kraft	31,8 ± 5,0	30,9 ± 5,0	-0,9 ± 0,6
	Sign.	0,356	0,356	0,812
<b>Magermasse</b> (kg)	Ausdauer	57,6 ± 8,5	56,7 ± 8,2	-0,9 ± 1,6
	Kraft	56,7 ± 8,7	57,7 ± 9,6	+0,9 ± 2,0
	Sign.	0,574	0,948	<0,001**

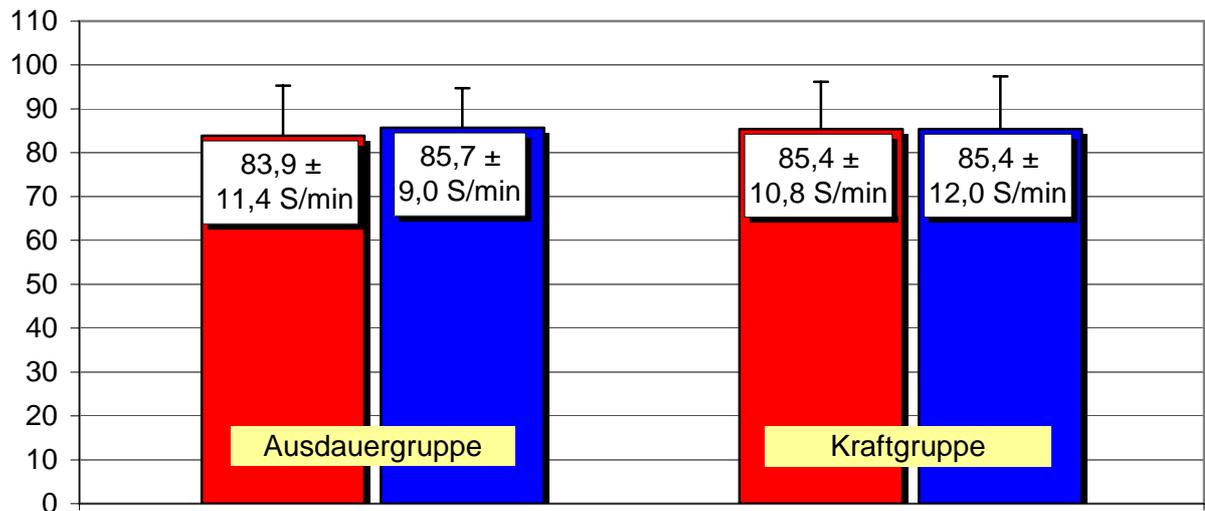
### 3.3 Lungenfunktion und kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit – Kraft- vs. Ausdauertrainingsgruppe

Der Verlauf der **kardiozirkulatorischen Faktoren Ruhe-Herzfrequenz und Ruhe-Blutdruck** innerhalb der Testperiode werden in den Abbildungen 17 und 18 dargestellt und lassen zunächst **keinen Trainingserfolg erkennen**. Wie aus der Tabelle 10 ersichtlich, nahm sogar die mittlere Ruheherzfrequenz am zweiten Testtermin bei beiden Gruppen zu.

Der systolische Ruhe-Blutdruck (Abb. 18) hingegen verbesserte sich bei der Ausdauergruppe im Mittel um  $3,5 \pm 7,1$  mmHg und damit in stärkerem Maße als bei den Krafttrainierern, deren mittlere Veränderung mit  $0,7 \pm 12,7$  mmHg praktisch konstant geblieben ist. Eine Abnahme des diastolischen Blutdrucks um durchschnittlich 2 mmHg konnten hingegen beide Gruppen erreichen (Tab. 10). **Diese leichten Gruppen-Unterschiede, die sich teilweise auf die Standardabweichungen beschränkten, sind dabei nicht signifikant.**

Hf/min

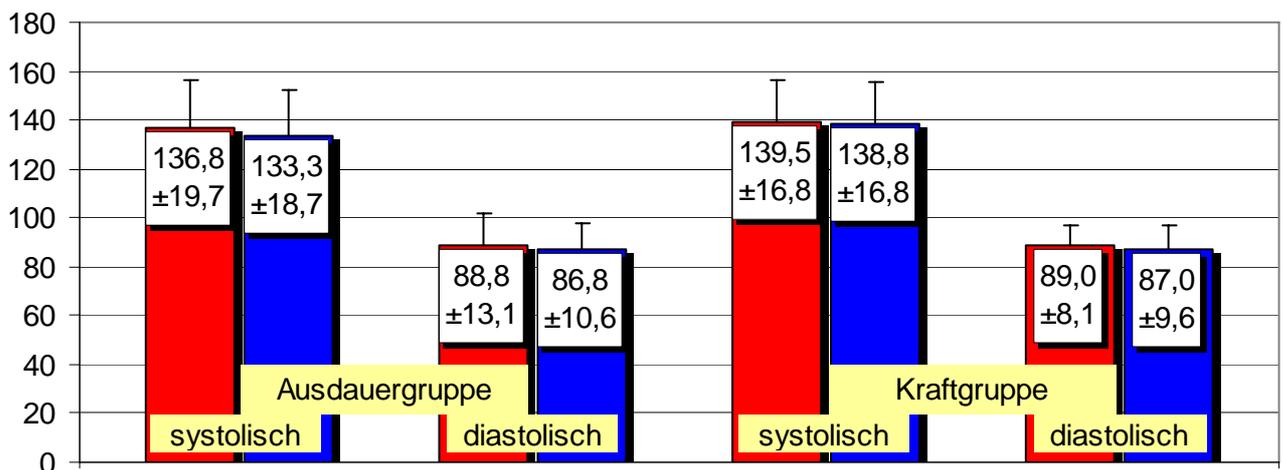
## Ruhe-Herzfrequenz



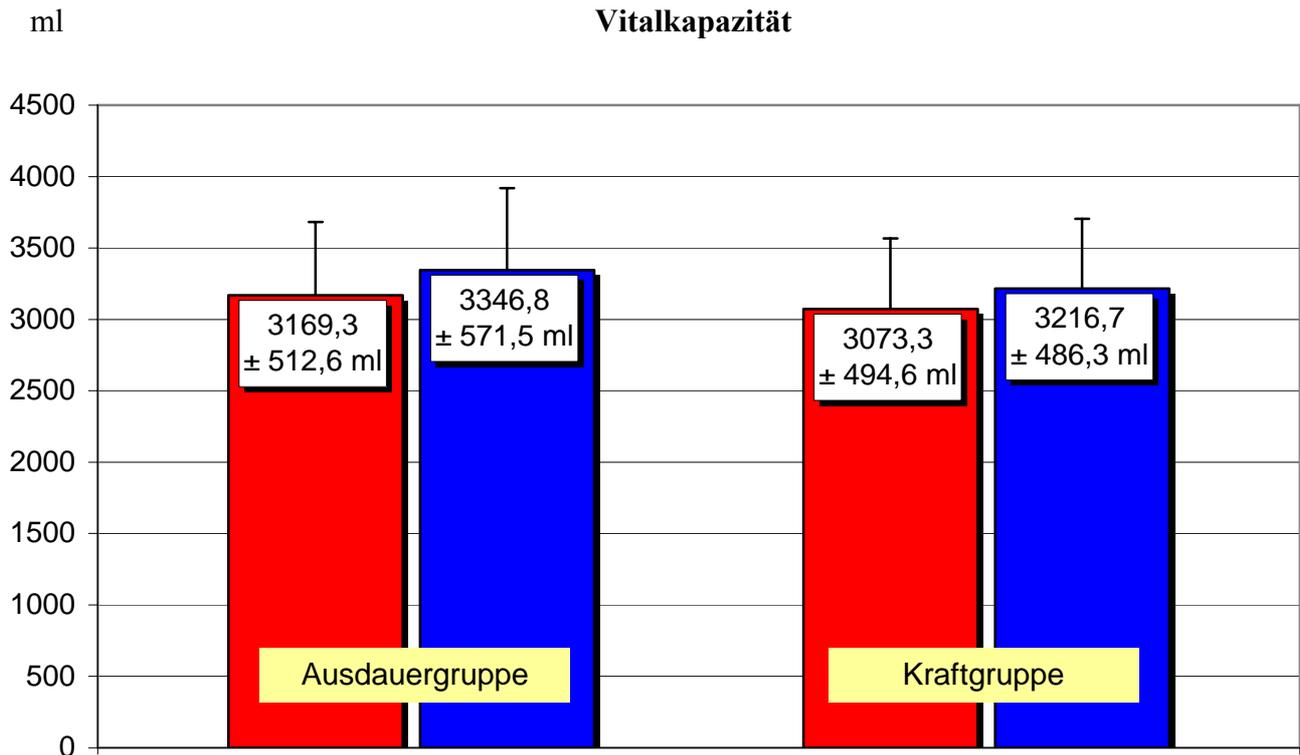
**Abb. 17:** Vergleich des durchschnittlichen Ruhe-Herzfrequenzen (S./min) der 61 Frauen– Kraft (n=30) vs. Ausdauer (n=31) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).

mmHg

## Ruhe-Blutdruck



**Abb. 18:** Vergleich des durchschnittlichen Ruhe-Blutdrucks (mmHg) der 61 Frauen– Kraft (n=30) vs. Ausdauer (n=31) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).



**Abb. 19:** Vergleich der durchschnittlichen Vitalkapazität (ml) der 61 Frauen-Kraft (n=30) vs. Ausdauer (n=31) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).

Die Veränderung der Vitalkapazität im Laufe des Trainingsprozesses ist in der Abbildung 19 dargestellt. Die **Ausdauerprobandinnen** erzielten nach den 6 Wochen Training eine um **durchschnittlich  $177 \pm 221$  ml höhere Vitalkapazität**. Die **Kraftgruppe hingegen steigerte sich im Mittel um  $143 \pm 188$  ml**. Mit einer Signifikanz von 0,52 sind aber auch diese Unterschiede nicht eindeutig wissenschaftlich abzusichern. Auch die sehr hohen Standardabweichungen mit 221 ml bei den Ausdauer- und 188 ml bei den Krafttrainierenden schränken die Bewertung der Ergebnisse ein.

**Tab. 10: Kardiopulmonale Meßgrößen der 61 Frauen im Gruppenvergleich und deren Verlauf während der Trainingsperiode.**

Größe	Gruppe	Test 1	Test 2	Erfolg
<b>Herzfrequenz</b> (Hf/min)	Ausd.	83,9 ± 11,4	85,7 ± 9,0	1,9 ± 9,7
	Kraft	85,4 ± 10,8	85,4 ± 12,0	0,3 ± 7,5
	Sign.	0,669	0,906	0,491
<b>Systolischer</b> <b>Blutdruck</b> (mmHg)	Ausd.	136,8 ± 19,7	133,3 ± 18,7	- 3,5 ± 7,1
	Kraft	139,5 ± 16,8	138,8 ± 16,8	- 0,7 ± 12,7
	Sign.	0,575	0,237	0,289
<b>Diastolischer</b> <b>Blutdruck</b> (mmHg)	Ausd.	88,8 ± 13,1	86,8 ± 10,6	- 2,0 ± 6,6
	Kraft	89,0 ± 8,1	87,0 ± 9,6	- 2,0 ± 6,9
	Sign.	0,953	0,949	1,000
<b>Vitalkapazität</b> (ml)	Ausd.	3169,3 ± 512,6	3346,8 ± 571,5	177,4 ± 220,5
	Kraft	3073,3 ± 494,6	3216,7 ± 486,3	143,3 ± 187,9
	Sign.	0,460	0,343	0,519

Im Rahmen der **kardiozirkulatorischen Leistungsfähigkeit** konnten die **Ausdauerprobandinnen** bei einer **Herzfrequenz von 130/min** einen durchschnittlichen **Zuwachs von 16,3 ± 16,1 Watt** erzielen. Den **Krafttrainierenden** gelang hingegen, wie es in der Abbildung 20 dargestellt ist, nur eine **Verbesserung von 10,2 ± 9,3 Watt**. Mit einer Signifikanz von 0,079 sind entsprechende Unterschiede zwischen den Gruppen erkennbar, auch wenn diese nicht sicher statistisch abzusichern sind (Tab. 11). In Anlehnung an Abbildung 21 **konnten sich die Herz-Kreislauf-Trainierenden** auch bei Einbeziehung der Körpergewichtes mit **0,21 ± 0,16 Watt/kg KG stärker verbessern**, als es der Kraftgruppe mit **0,15 ± 0,11 Watt/kg KG** gelang.

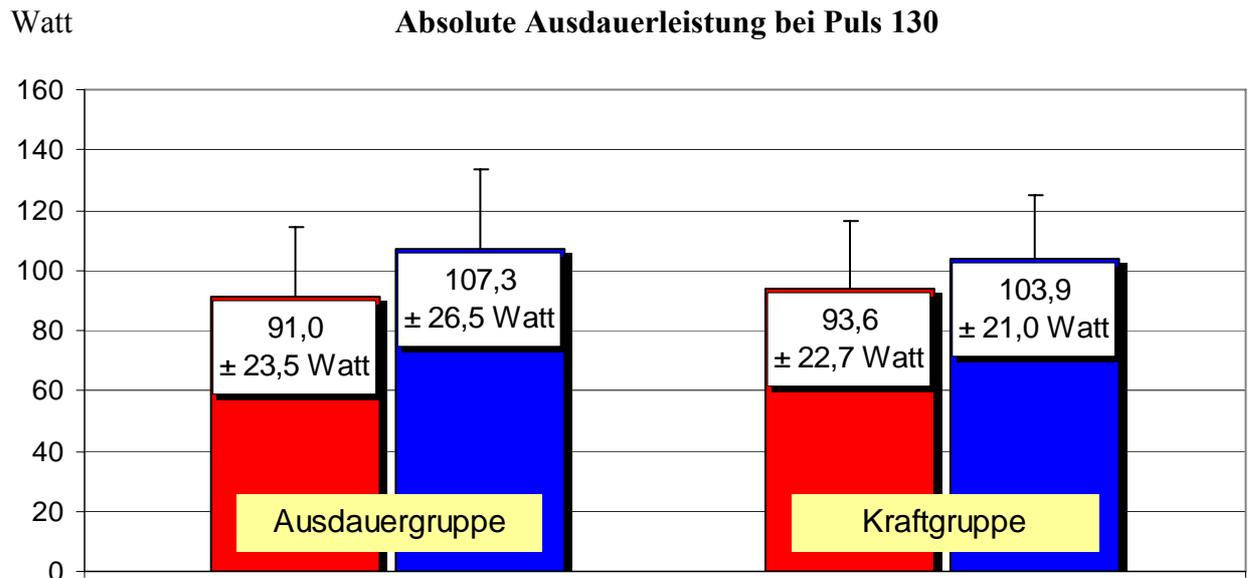


Abb. 20: Vergleich der durchschnittlichen absoluten Ausdauerleistungsfähigkeit (Watt) der 61 Frauen beim Puls von 130/min – Kraft (n=30) vs. Ausdauer (n=31) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).

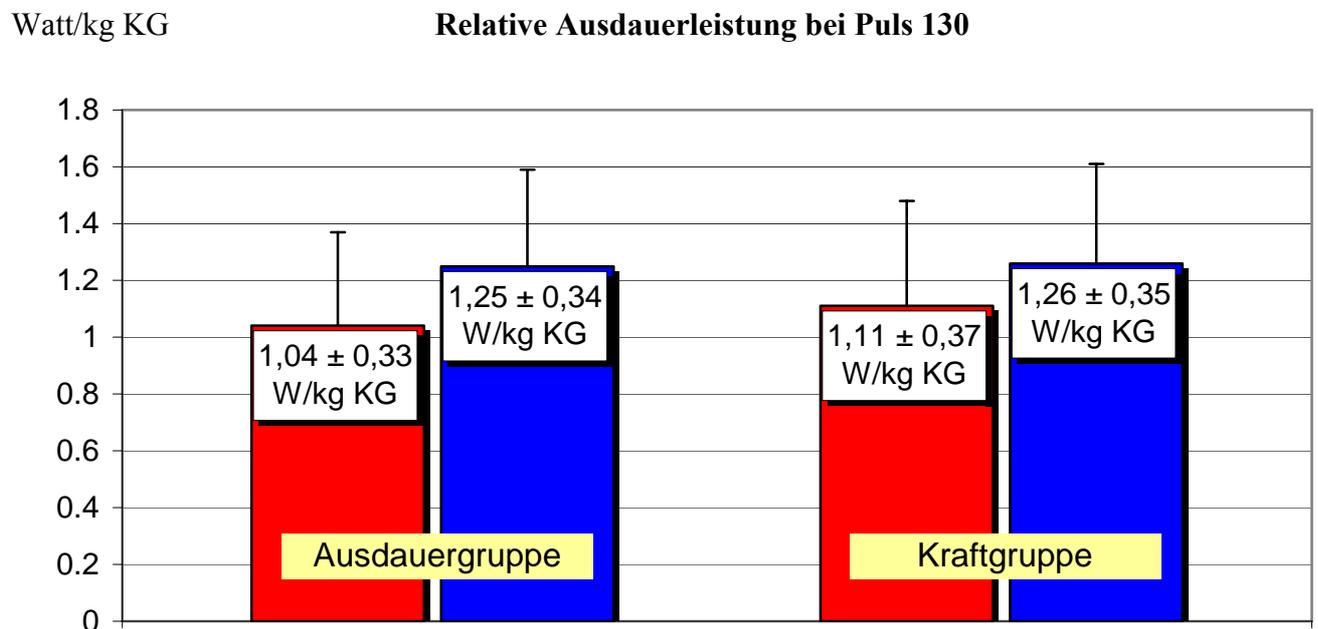


Abb. 21: Vergleich der durchschnittlichen relativen Ausdauerleistungsfähigkeit (Watt/kg KG) der 61 Frauen beim Puls von 130/min – Kraft (n=30) vs. Ausdauer (n=31) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).

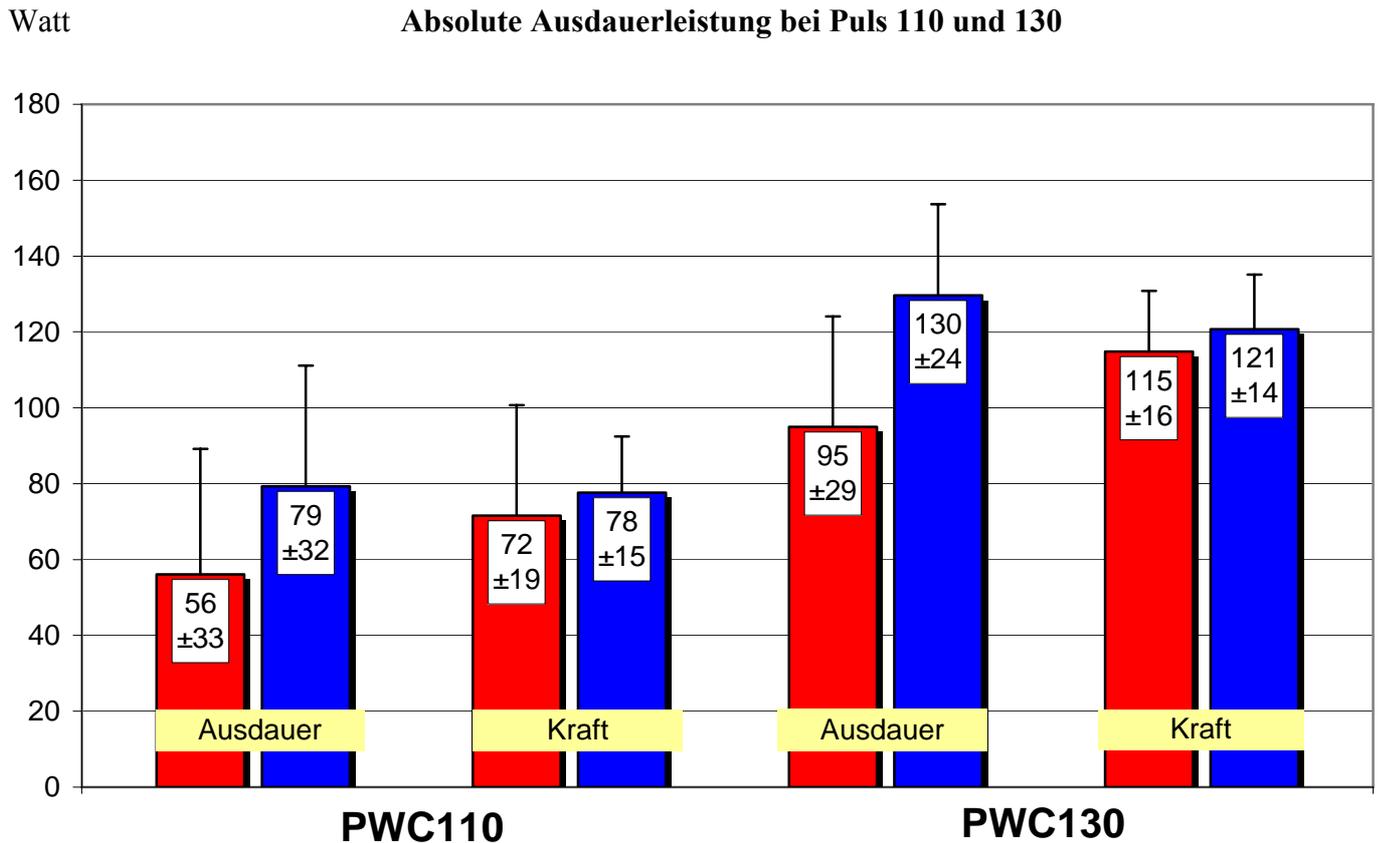
**Tab. 11: Kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit (PWC 130) der 61 Frauen im Gruppenvergleich und deren Verlauf während der Trainingsperiode.**

Größe	Gruppe	Test 1	Test 2	Erfolg
<b>PWC 130 (Watt)</b>	Ausd.	91,0 ± 23,5	107,3 ± 26,5	16,3 ± 16,1
	Kraft	93,6 ± 22,7	103,9 ± 21,0	10,2 ± 9,3
	Sign.	0,658	0,583	0,079
<b>PWC 130 (Watt/kg KG)</b>	Ausd.	1,04 ± 0,33	1,25 ± 0,34	0,21 ± 0,16
	Kraft	1,11 ± 0,37	1,26 ± 0,35	0,15 ± 0,11
	Sign.	0,476	0,911	0,122

Zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei der Untergruppe der Hypertonikerinnen wurde zusätzlich zum PWC 130 die erbrachte Leistung bei einer Herzfrequenz von 110/min bestimmt. Durch **die negativ chronotrope Wirkung von kompetenten Sympatholytika** stellte eine Herzfrequenz von 130/min für eine Reihe von Probandinnen den Maximalpuls dar. Eine Teilnehmerin aus der Ausdauergruppe erschöpfte während des Ergometertests vor Erreichen der Herzfrequenz von 130/min, eine andere Teilnehmerin konnte gar nicht adäquat belastet werden.

Insgesamt gehörten zur Untergruppe der Hypertonikerinnen **sechs Ausdauer- und vier Krafttrainierende**, deren Ergebnisse der absoluten Ausdauerleistungen in der Abbildung 22 dargestellt und in Tabelle 12 zusammengefasst sind.

**Die Ausdauertrainierenden** aus der Fraktion der Hypertonikerinnen konnten sich um durchschnittlich  $23,2 \pm 21,2$  Watt bei einem Puls von 110/min und **um  $34,5 \pm 14,2$  Watt bei einem Puls von 130/min verbessern**. Den vier Damen der **Kraftgruppe** gelang hingegen nur ein Zuwachs der Ausdauerleistungsfähigkeit bei beiden Belastungsstufen **von ungefähr  $6 \pm 11$  Watt**.

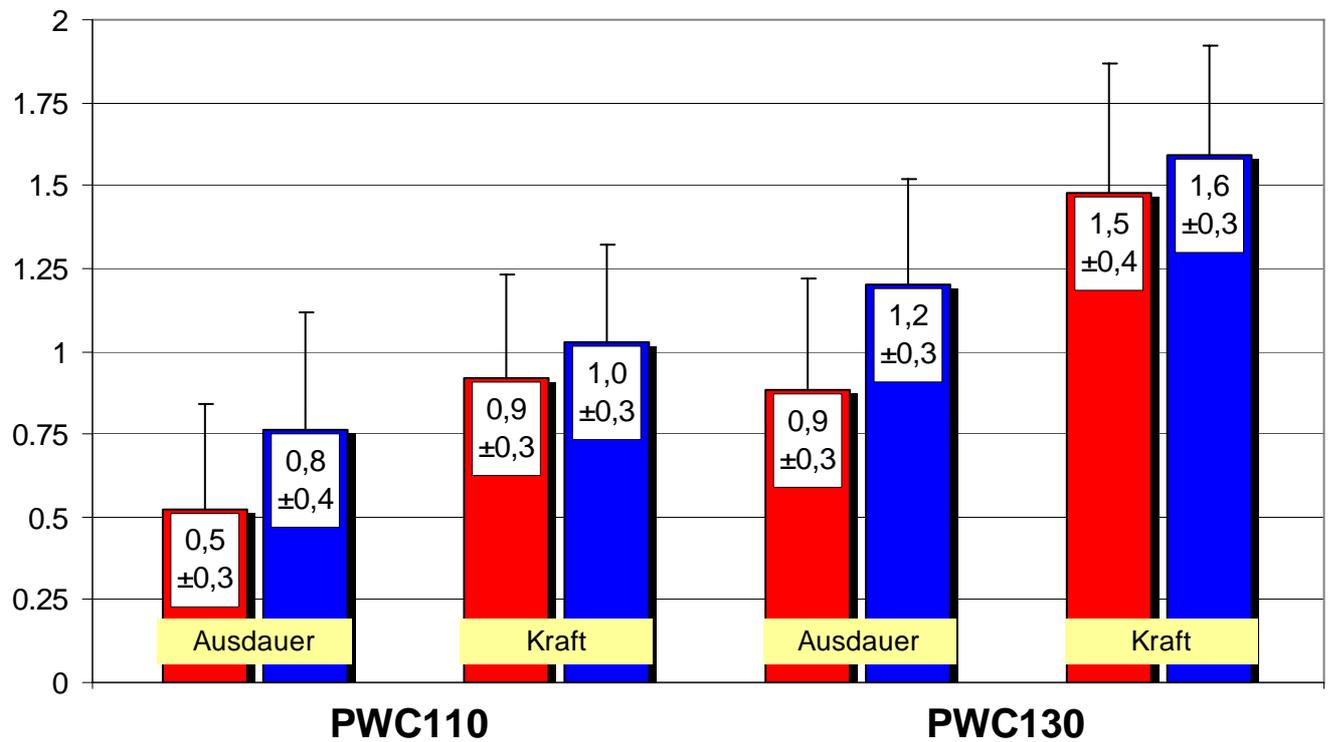


**Abb. 22:** Vergleich der durchschnittlichen absoluten Ausdauerleistungsfähigkeit (Watt) der 10 hypertensiven Frauen beim Puls von 110 und 130/min – Kraft (n=4) vs. Ausdauer (n=6) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).

Diese enorme Verbesserung der Ausdauertrainierenden bestätigte sich auch bei der Betrachtung der relativen Leistungsfähigkeit, die die Tabelle 13 und die Abbildung 23 zeigt. Bei einer Herzfrequenz von 110 Schlägen/Minute erreichten die sechs „hypertonischen“ **Ausdauerprobandinnen** eine im Durchschnitt um  $0,24 \pm 0,22$  Watt/kg Körpergewicht höhere Leistung als zu Beginn der Untersuchungsreihe. **Bei einem Puls von 130/min** konnten sie sich sogar **um  $0,33 \pm 0,11$  Watt/kg KG steigern**. Damit distanzierte sich ihr Trainingserfolg mit einer Signifikanz von fast  $0,01^{**}$  von dem der vier **Kraftsportlerinnen**, die sich sowohl bei einer Herzfrequenz von 110 als auch von 130/min **im Mittel um lediglich  $0,11$  Watt/kg KG verbessern** konnten.

Watt/kg KG

## Relative Ausdauerleistung bei Puls 110 und 130



**Abb. 23:** Vergleich der durchschnittlichen relativen Ausdauerleistungsfähigkeit (Watt/kg KG) der 10 hypertensiven Frauen beim Puls von 110 und 130/min – Kraft (n=4) vs. Ausdauer (n=6) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).

**Tab. 12:** Verbesserung der absoluten Ausdauerleistungsfähigkeit (Watt) bei den 61 Frauen durch das 6wöchige Training – Kraft vs. Ausdauer.

Hypertonikerinnen	PWC 110		PWC 130			
Ausdauergruppe	n=6	23,2 ± 21,2	n=5	34,5 ± 14,2		
Kraftgruppe	n=4	6,0 ± 11,6	n=4	5,9 ± 10,8		
Signifikanz	0,257		0,032*			
Normotonikerinnen	PWC 130		PWC 150		PWC 170	
Ausdauergruppe	n=24	12,6 ± 14,0	n=21	18,4 ± 9,0	n=6	24,6 ± 15,9
Kraftgruppe	n=26	10,9 ± 9,1	n=19	11,3 ± 9,7	n=4	12,5 ± 9,1
Signifikanz	0,816		0,022*		0,114	

**Tab. 13: Verbesserung der relativen Ausdauerleistungsfähigkeit (Watt/kg KG) bei den 61 Frauen durch das 6wöchige Training – Kraft vs. Ausdauer.**

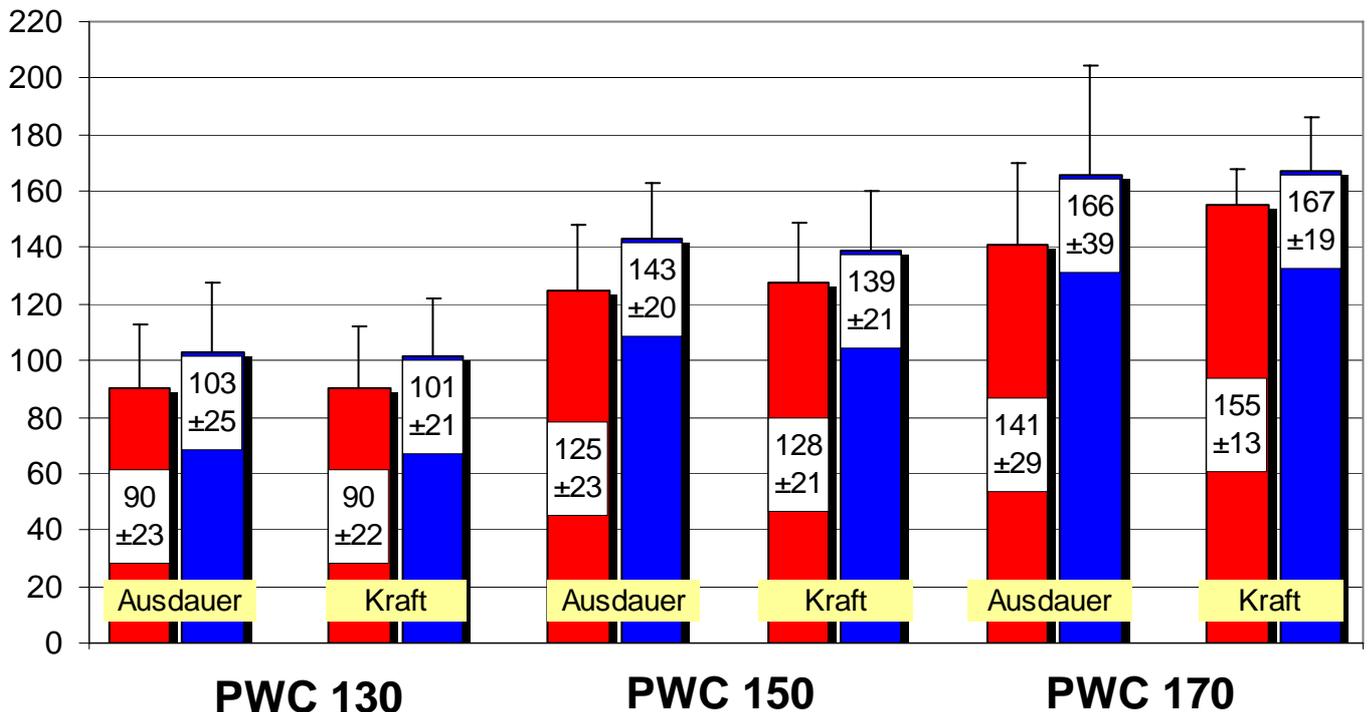
<b>Hypertonikerinnen</b>	<b>PWC 110</b>		<b>PWC 130</b>			
Ausdauergruppe	n=6	0,24 ± 0,22	n=5	0,33 ± 0,11		
Kraftgruppe	n=4	0,11 ± 0,16	n=4	0,11 ± 0,01		
Signifikanz	0,352		0,016**			
<b>Normotonikerinnen</b>	<b>PWC 130</b>		<b>PWC 150</b>		<b>PWC 170</b>	
Ausdauergruppe	n=24	0,18 ± 0,16	n=21	0,28 ± 0,11	n=6	0,43 ± 0,29
Kraftgruppe	n=26	0,16 ± 0,11	n=19	0,17 ± 0,01	n=4	0,14 ± 0,01
Signifikanz	0,448		0,001***		0,019*	

Zur Fraktion der **Normotonikerinnen** zählten 24 Ausdauersportlerinnen und 26 aus der Kraftgruppe. Bei ihnen wurde die jeweils erreichte Leistung des Stufentestes bei einem Puls von 130, 150 und 170 Schlägen/Minute. bestimmt, wobei **nur wenige** Probandinnen **die hohen submaximalen bis maximalen Stufen erreichten** (Tab. 12 und 13).

**Die Kraftsportlerinnen waren zu Beginn der Untersuchung tendenziell leistungsfähiger als die Vergleichsgruppe** (Abb. 24). Allerdings gelang es den Ausdauertrainierenden in den sechs Wochen Training das leichte Defizit mit einem mittleren Zuwachs von  $12,6 \pm 14,0$  Watt (Puls 130) und  $18,4 \pm 9,0$  Watt bei einer Herzfrequenz von 150/min auszugleichen, da die Kraftgruppe nur durchschnittliche Steigerungen von  $10,9 \pm 9,1$  Watt bzw.  $11,3 \pm 9,7$  Watt erzielte. Daher ist **der größere Trainingserfolg der Ausdauergruppe beim PWC 150 signifikant** im Vergleich zur Kraftgruppe (Tab. 12).

Watt

## Absolute Ausdauerleistung bei Puls 130, 150 und 170



**Abb. 24:** Vergleich der durchschnittlichen absoluten Ausdauerleistungsfähigkeit (Watt) der 50 normotonischen Frauen beim Puls von 130, 150 und 170/min – Kraft (n=26) vs. Ausdauer (n=24) - zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).

Im hohen submaximalen Ausdauerbereich (PWC 170) steigerten **die Ausdauertrainierenden** (n=6) ihre kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit **mit  $24,6 \pm 15,9$  Watt fast doppelt so stark wie die Kraftgruppe** (n=4), die durchschnittlich  $12,5 \pm 9,1$  Watt an Leistung dazugewannen.

Im Bezug auf die **relative Ausdauerleistungsfähigkeit** (Abb. 25) verbesserten sich die 24 Probandinnen der Ausdauergruppe bei einer Herzfrequenz von 130/min im Mittel um  $0,18 \pm 0,16$  Watt/kg KG. Damit unterschied sich ihr Erfolg nicht wesentlich von dem der Kraftgruppe mit  $0,16 \pm 0,11$  Watt/kg KG, die allerdings auch bei den höheren Belastungsstufen von 150/min mit  $0,17 \pm 0,01$  Watt/kg KG bzw. von 170/min mit  $0,14 \pm 0,01$  Watt/kg KG nur vergleichbare Zuwächse erzielen konnten. **Die Ausdauerprobandinnen konnten sich hingegen bei einer Herzfrequenz von 150/min um durchschnittlich  $0,28 \pm 0,11$  Watt/kg KG und bei einer Herzfrequenz von 170/min**

sogar um  $0,43 \pm 0,29$  Watt/kg KG steigern. Während der Unterschied des Trainingserfolges beim Puls von 130/min mit einer Signifikanz von 0,448 statistisch nicht belegbar war, war er bei einem Puls von 150/min hingegen **höchst signifikant** ( $p < 0,001^{***}$ ) und bei 170/min mit  $p < 0,05^*$  signifikant.

Watt/kg KG

## Relative Ausdauerleistung bei Puls 130, 150 und 170

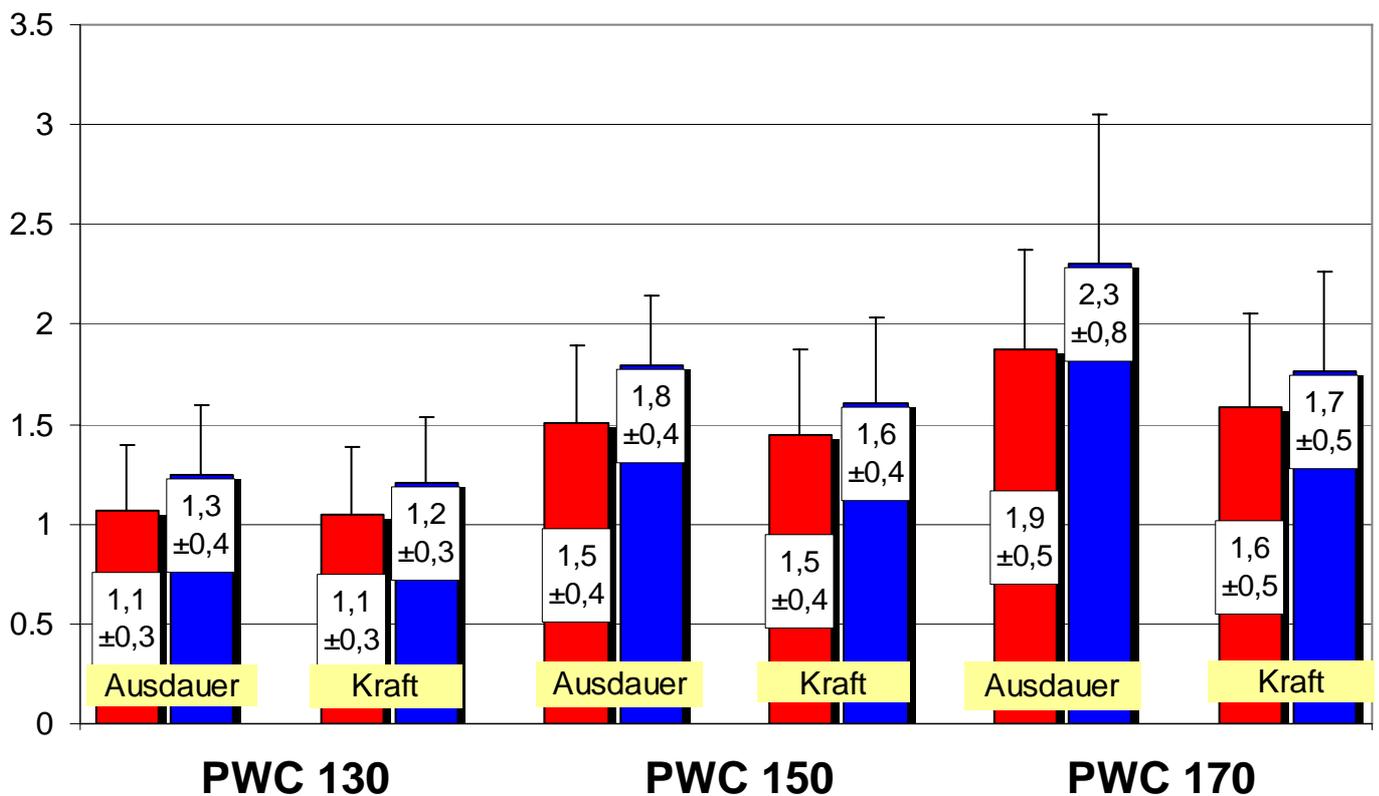


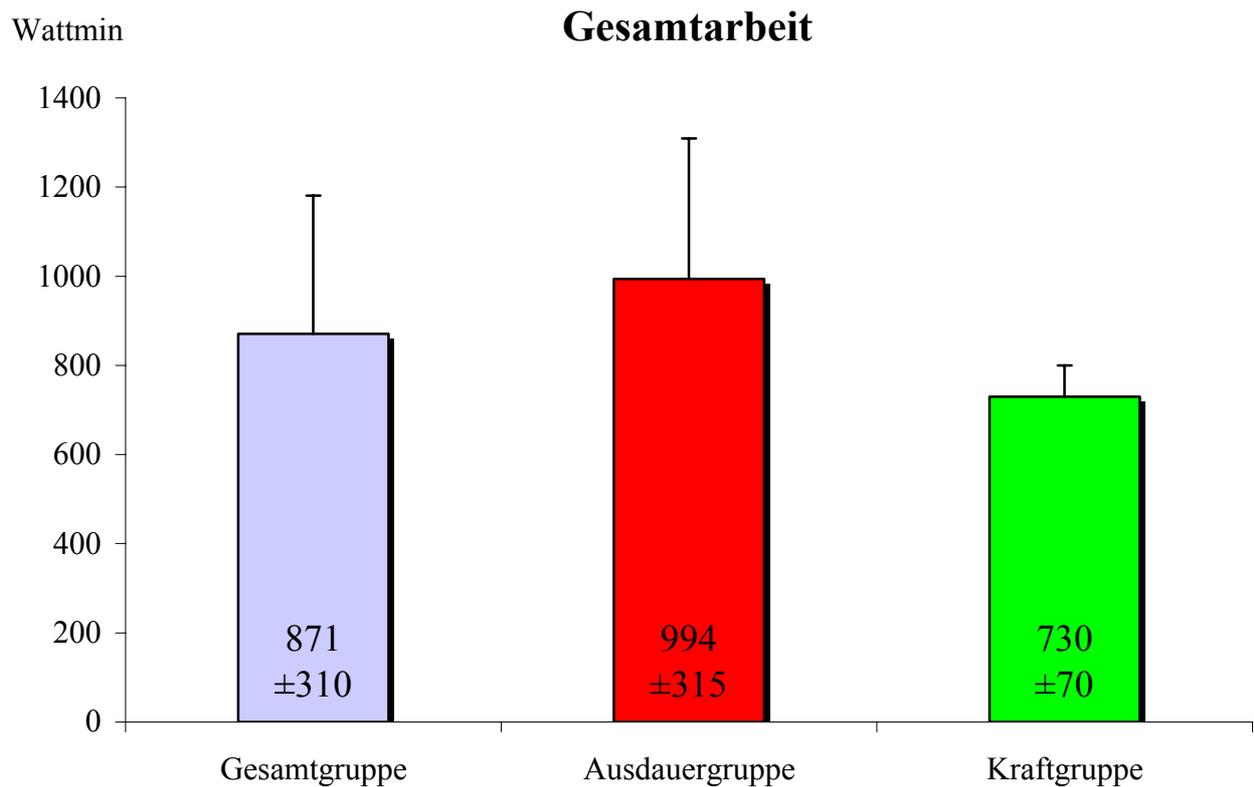
Abb. 25: Vergleich der durchschnittlichen relativen Ausdauerleistungsfähigkeit (Watt/kg KG) der 50 normotonischen Frauen beim Puls von 130, 150 und 170/min – Kraft (n=26) vs. Ausdauer (n=24) – zu Beginn (rot) und nach 6 Wochen Training (blau).

### 3.4 Kontrollgruppe Gießen

#### 3.4.1 Körperliche Leistungsfähigkeit – Gesamtarbeit, maximale absolute und relative Wattstufe, PWC<sub>170</sub>

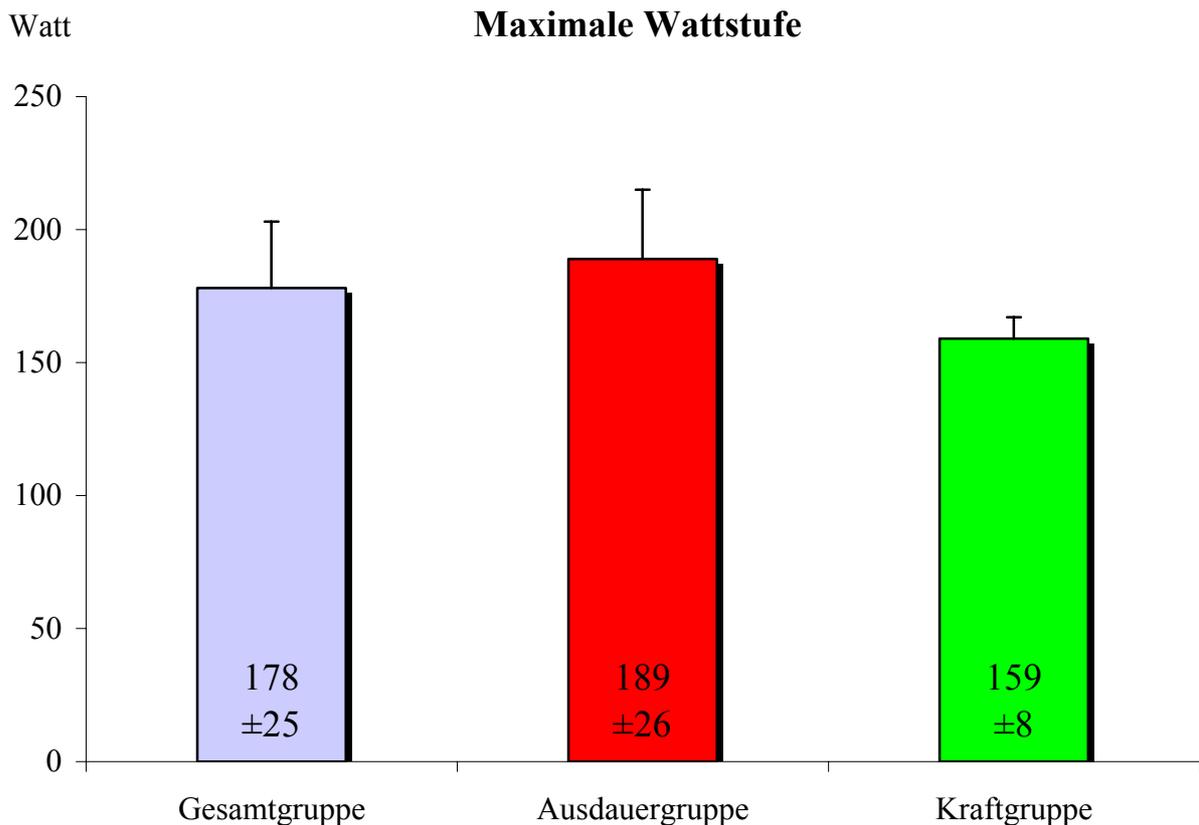
Die **Gesamtarbeit**, die eine Probandin während des Stufentestes aufgebracht hatte, wird **in Wattmin als Summe der getretenen Leistung in jeder Minute** angegeben. Dabei konnte es vorkommen, dass die Probandin es nicht schaffte, die letzte Belastungsstufe über den gesamten Zeitraum von 2 Minuten zu absolvieren. In diesem Fall wurde **für eine halbe Minute die halbe Leistung und für eine viertel Minute die viertel Leistung** summiert.

Für die 13 Frauen der Giessener Stichprobe ergab sich so eine Gesamtarbeit von  $871 \pm 310$  Wattmin (Abb. 26). Die **Ausdauertrainierenden** dieser Kontrollgruppe (n=8) erbrachten eine **Gesamtarbeit von  $994 \pm 315$  Wattmin** und waren damit den **Probandinnen der Kraftgruppe (n=5) deutlich überlegen**, da diese nur eine Gesamtarbeit von  $730 \pm 70$  Wattmin erreichten. Dieser Unterschied der körperlichen Leistungsfähigkeit ist mit 0,052 nahe dem statistischen Signifikanzniveau.



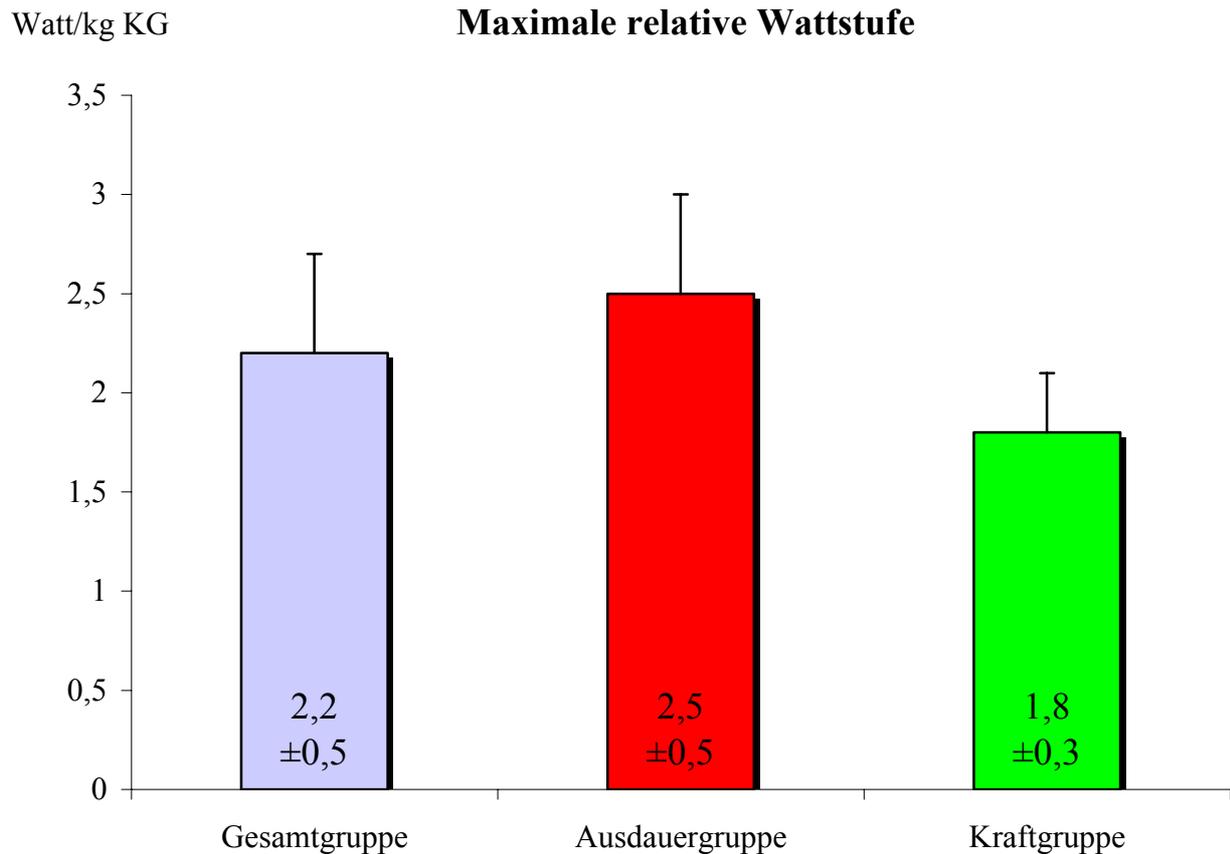
**Abb. 26:** Gesamtarbeit in Wattmin der Gießener Kontrollgruppe - Ausdauer (n=8; rot) vs. Kraft (n=5; grün). Erschöpfende Fahrradergometrie im Sitzen (0,5 W/kg KG-Methode).

Die maximale Wattstufe ist die Belastungsstufe, auf welcher der Testabbruch erfolgte. Es ist damit der Bereich, bei dem es zur **kardiozirkulatorischen und metabolischen Ausbelastung** kam. Die Abbildung 27 zeigt die Ergebnisse für die Gesamtgruppe und die Untergruppen. Die maximale Leistungsstufe bei der **Gesamtgruppe** lag im Mittel bei **178 ± 25 Watt**. Dabei erreichten die **Ausdauertrainierenden** im Durchschnitt mit **189 ± 26 Watt** eine höhere Ausbelastungsstufe als die **Kraftprobandinnen**, die im Mittel nur maximal **159 ± 8 Watt** leisteten. Dieser Unterschied in der maximalen Belastbarkeit war mit einer Signifikanz von 0,013 statistisch zu belegen ( $p < 0,05^*$ ).



**Abb. 27:** Maximale Wattstufe (Watt) der Gießener Kontrollgruppe - Ausdauer (n=8; rot) vs. Kraft (n=5; grün). Erschöpfende Fahrradergometrie im Sitzen (0,5 W/kg KG-Methode).

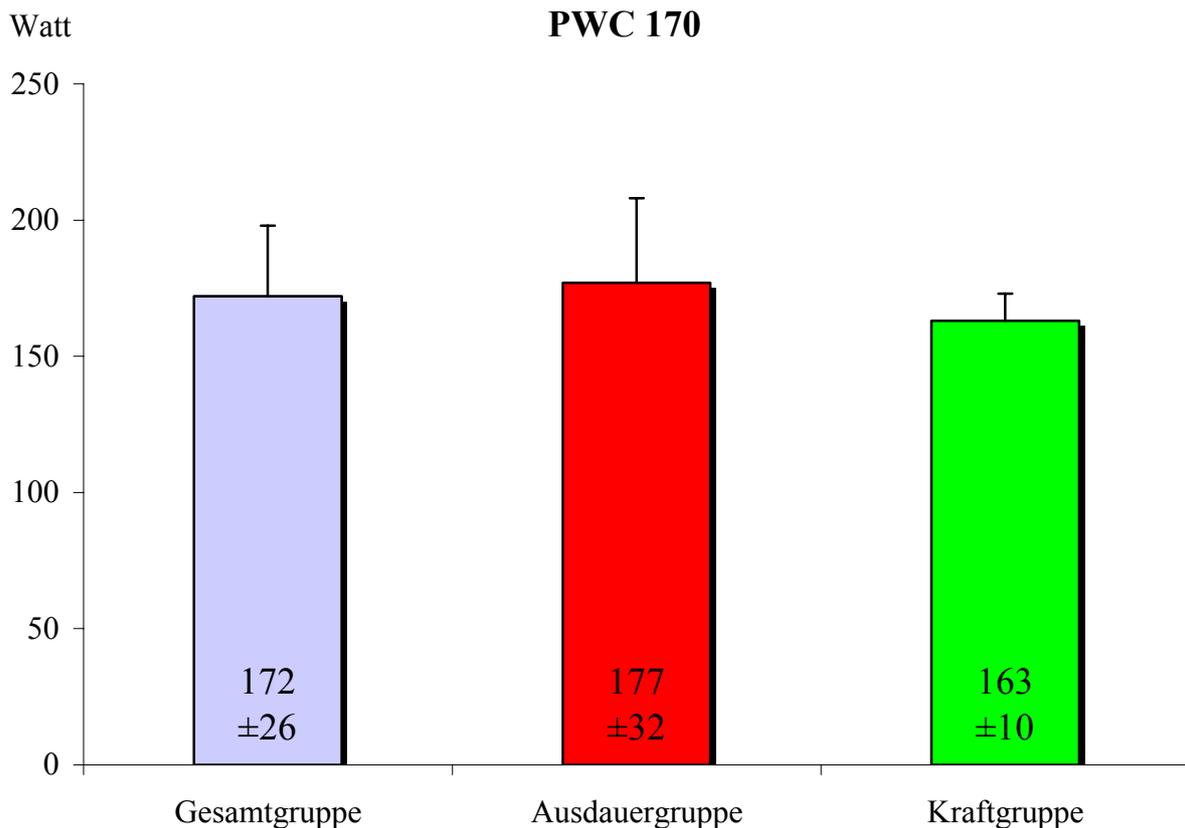
Die relative Leistungsfähigkeit ist der Quotient aus der geleisteten Wattstufe und dem Körpergewicht und ermöglicht einen besseren Vergleich der Probandinnen untereinander. Die Gesamtgruppe leistete durchschnittlich maximal  $2,2 \pm 0,5$  Watt/kg Körpergewicht, wobei die Untergruppe der Ausdauerprobandinnen mit  $2,5 \pm 0,5$  Watt/kg Körpergewicht - analog den absoluten Werten - auch hierbei den Krafttrainierenden überlegen war. Diese erreichten maximal  $1,8 \pm 0,3$  Watt/kg Körpergewicht. Dieser Unterschied ist mit  $0,006$  hoch signifikant ( $p < 0,01^{**}$ ). Die Ergebnisse sind in der Abbildung 28 zusammengefasst.



**Abb. 28:** Maximale relative Wattstufe (Watt/kg KG) der Gießener Kontrollgruppe - Ausdauer (n=8; rot) vs. Kraft (n=5; grün). Erschöpfende Fahrradergometrie im Sitzen (0,5 W/kg KG-Methode).

Die  $PWC_{170}$  ist die bei einer Herzfrequenz von 170/min erbrachte Leistung. Lediglich **bei vier Teilnehmerinnen** (3 Ausdauer-, 1 Kraftprobandin) erfolgte der **Belastungsabbruch vor Erreichen der Herzfrequenz von 170 Schlägen/min**. Um die Leistungsfähigkeit beim Puls von 170/min auch für diese Frauen ermitteln zu können, **wurde ihre  $PWC_{170}$  analog der Formel, wie sie im Kapitel 2.10.4.1 dargestellt ist, berechnet**. So erreichte die **Gesamtgruppe eine Leistung von  $170 \pm 26$  Watt** bei einem Puls von 170/min (Abb. 29). Bei der Betrachtung der Untergruppen gelang den **Ausdauertrainierenden** eine mittlere Leistung von  **$177 \pm 31$  Watt** und den **Kraftprobandinnen** von  **$163 \pm 10$  Watt**. Dieser Unterschied in der erbrachten Leistung beim  $PWC_{170}$  ist allerdings mit einer Signifikanz von 0,28 statistisch nicht sicher belegbar.

Eine **Zusammenfassung aller Werte der körperlichen Leistungsfähigkeit** für die Gesamtgruppe und die Untergruppen ist in der Tab. 16 (Kapitel 4.7) aufgeführt.



**Abb. 29:** PWC<sub>170</sub> (Watt) der Gießener Kontrollgruppe - Ausdauer (n=8; rot) vs. Kraft (n=5; grün). Erschöpfende Fahrradergometrie im Sitzen (0,5 W/kg KG-Methode).

### 3.4.2 Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen

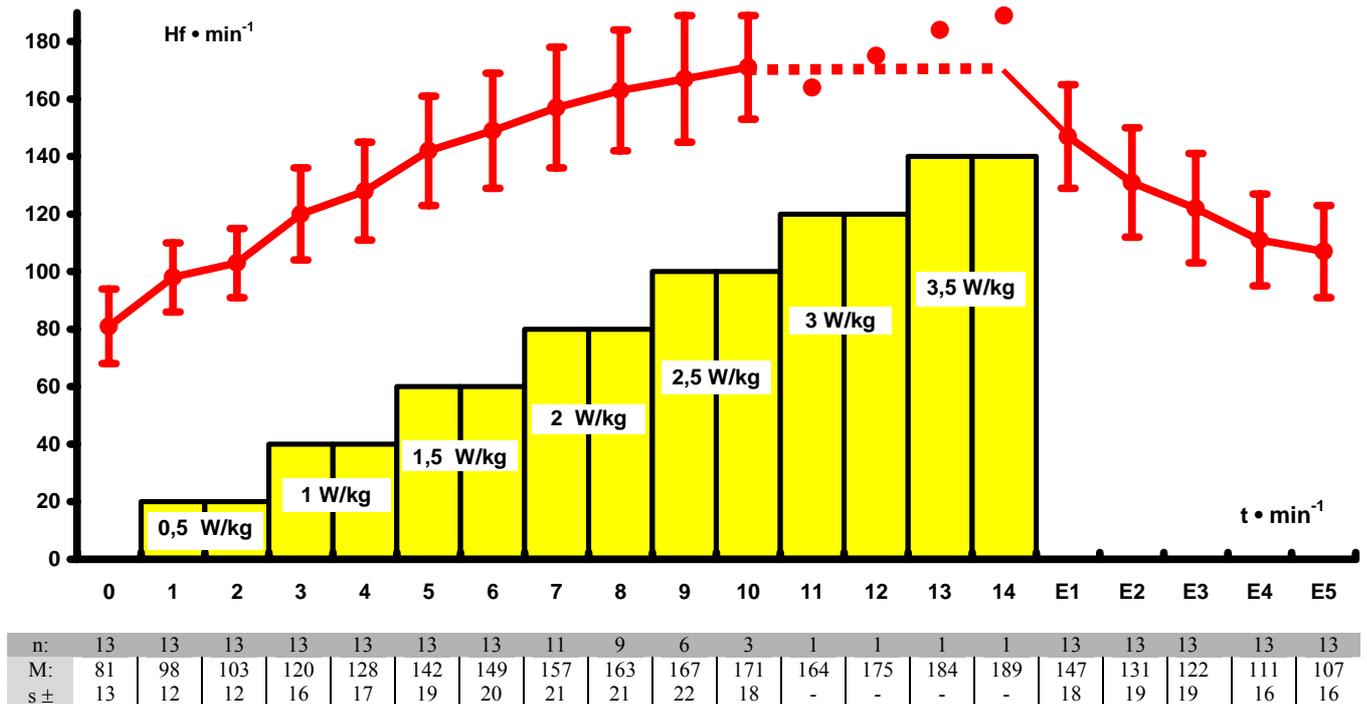
Die Herzfrequenz in Schlägen pro Minute gilt als direktes Maß für die **Summe aller metabolischen und kardio-pulmonalen Vorgänge im Körper**, die für die Bewältigung der momentanen Belastung notwendig sind. Zwar ist **das Herzfrequenzverhalten** während einer Belastung bzw. eines Herz-Kreislauf-Testes generell **individuell verschieden** und möglicherweise auch medikamentös beeinflusst, aber der Verlauf während einer sich steigernden Belastung lässt durchaus Rückschlüsse auf den Trainingszustand aber auch einen Vergleich zwischen verschiedenen Probandinnen zu.

In der Abbildung 30 ist die durchschnittliche Herzfrequenz für jede einzelne Belastungsminute und damit ihr Verlauf über die gesamte Belastungs- und Erholungszeit aufgezeichnet. Die **durchschnittlichen Ruhepulswerte der 13 Gießener Probandinnen** lagen bei  **$81 \pm 13/\text{min}$** . Bereits nach der ersten Belastungsminute ist die mittlere Herzfrequenz auf  $98 \pm 12/\text{min}$  gestiegen. Nach 6 Minuten bzw.  $1\frac{1}{2}$  Watt/kg KG und einem mittleren Puls von  $149 \pm 20/\text{min}$  haben die ersten zwei Probandinnen den Test bei subjektiver Erschöpfung abgebrochen. Analog der Abbildung 30 **nahm die Anzahl der Probandinnen mit steigender Belastung ab**, so dass die höchsten Stufen von 3 und 3,5 Watt/kg KG nur noch eine Teilnehmerin absolvieren konnte. Ihr Belastungsabbruch erfolgte bei einem Puls von 189 Schlägen pro Minute. **Die Standardabweichungen nahmen mit fortschreitender Testzeit zu** und beschreiben damit indirekt den individuellen Trainingszustand bei submaximalen oder für manche Probandinnen bereits maximalen Belastungen.

Die **maximale Herzfrequenz** aller 13 Probandinnen betrug im Mittel  **$171 \pm 18/\text{min}$** .

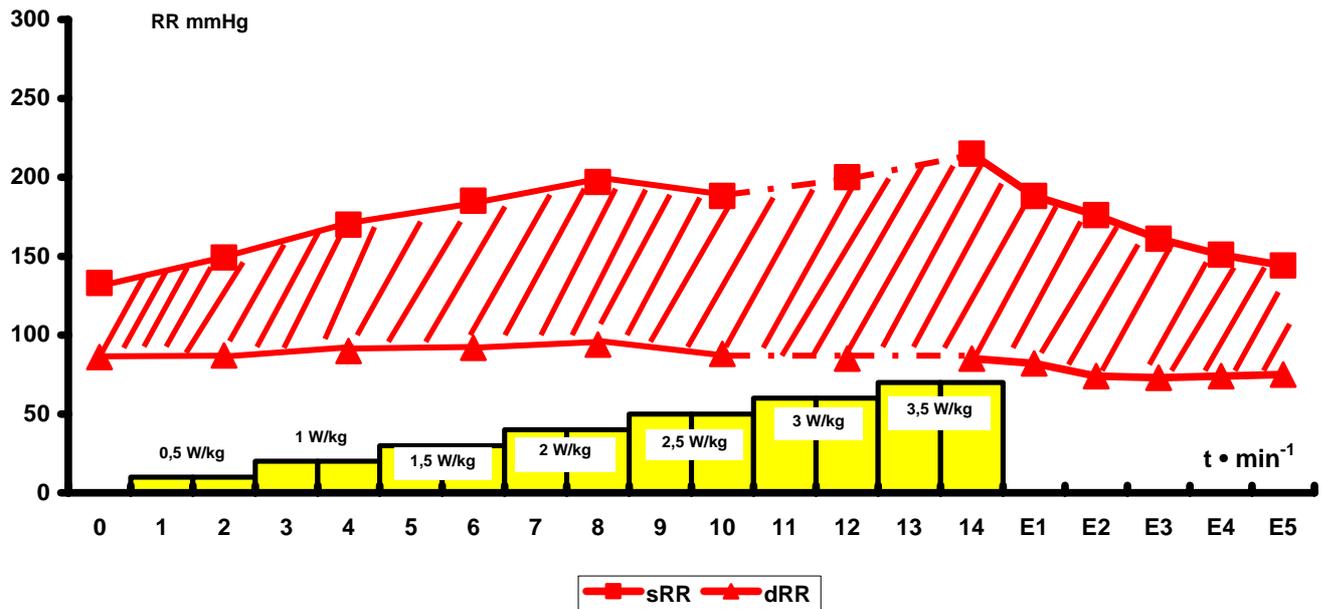
In den **fünf Minuten nach erschöpfender Belastung** beruhigt sich die Herzfrequenz mit zunehmender Erholung und beschreibt dabei ihren typischen Verlauf bei der **Annäherung an den Puls  $100/\text{min}$** . Bereits nach der ersten Erholungsminute, in der die Probandinnen bei geringem Widerstand sich noch langsam bewegten, sank der durchschnittliche Puls auf  $147 \pm 18/\text{min}$ . Nach insgesamt fünf Erholungsminuten betrug die mittlere Herzfrequenz **nur noch  $107 \pm 16/\text{min}$** .

Nach den von NOWACKI 1977 aufgestellten Kriterien für die 5-Minuten-Erholungsherzfrequenz ( $E_5 \text{ Hf} \cdot \text{min}^{-1}$ ) nach einer erschöpfenden körperlichen Leistung (Ergometer, beim Sport) kann damit den Probandinnen eine sehr gute Erholungsfähigkeit attestiert werden (Tab. 18 und 19, Kapitel 4.7).



**Abb. 30:** Verlauf der mittleren Herzfrequenz der Gießener Gesamtgruppe (n=13) vor, während und nach einer erschöpfenden Fahrradergometrie im Sitzen mit der 0,5 Watt/kg KG Methode.

Der **Blutdruckverlauf** während eines Belastungstestes spielt für die Beurteilung der kardiozirkulatorischen Leistungsfähigkeit im Gegensatz zur Herzfrequenz eine untergeordnete Rolle, da er **hauptsächlich** von der muskulären Tätigkeit und damit **vom Krafteinsatz abhängt**. Zudem weicht die indirekte Blutdruckmessung teilweise erheblich vom tatsächlichen arteriellen Mitteldruck ab (ROST 2001). Dennoch ist es ein weiterer Messparameter, der mögliche pathologische Veränderungen aufdecken kann und daher in keiner Ergometrie fehlen darf.



n:	13	13	13	12	8	2	1	1	13	13	13	13	13
systolisch													
M:	133	149	170	185	197	188	200	215	188	176	161	151	144
s ±	10	13	19	20	24	11	-	-	16	16	17	16	17
diastolisch													
M:	86	87	90	92	94	88	85	85	82	74	73	74	75
s ±	7	8	10	12	16	18	-	-	14	18	13	11	11

**Abb. 31:** Der Verlauf des systolischen und diastolischen Blutdruckes der Gießener Gesamtgruppe (n=13) vor, während und nach einer erschöpfenden Fahrradergometrie im Sitzen mit der 0,5 Watt/kg KG Methode.

Der mittlere Blutdruck in der Vorstartphase lag bei den 13 Frauen systolisch bei  $133 \pm 10$  und diastolisch bei  $86 \pm 7$  mmHg. Mit Beginn der Belastung erhöhte sich der systolische Blutdruck bereits in der ersten Belastungsstufe im Mittel auf  $149 \pm 13$  mmHg. Wie in der Abbildung 31 dargestellt, stieg der systolische Blutdruck im weiteren Testverlauf kontinuierlich an. Diejenige Testperson, welche als einzige die hohen Belastungsstufen von 3 und  $3\frac{1}{2}$  Watt/kg KG bewältigt hatte, erreichte sogar systolische Werte von über 200 mmHg. Der diastolische Blutdruck hingegen reagierte auf den Belastungsanstieg nur wenig und betrug bei der Gesamtgruppe maximal  $94 \pm 16$  mmHg in der achten Minute.

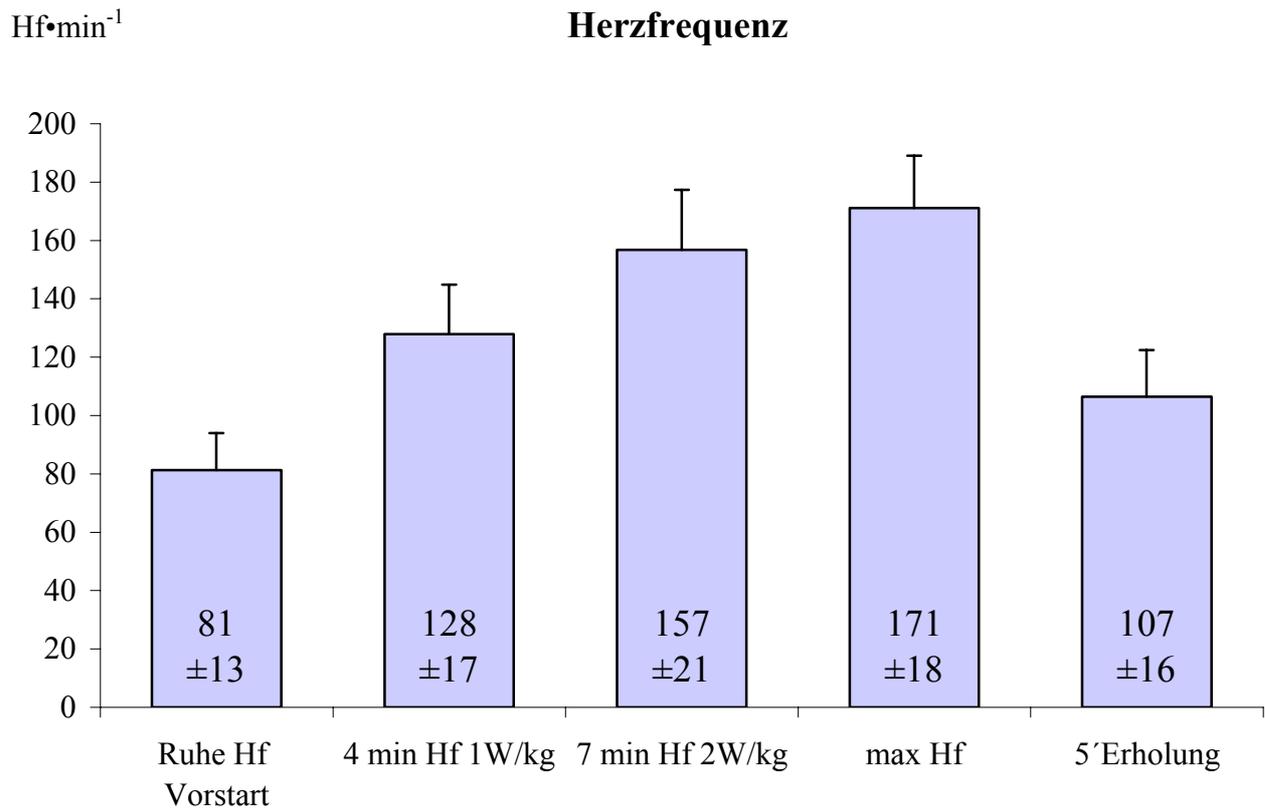
Um das kardiozirkulatorische Verhalten der Gesamtgruppe und der Untergruppen während der gesamten ergometrischen Testphase besser beurteilen zu können, wurden **explizit folgende Parameter** genauer betrachtet:

- Ruhe-Herzfrequenz
- Submaximale Herzfrequenz in der 4. Minute
- Submaximale Herzfrequenz in der 7. Minute
- Maximale Herzfrequenz zum Zeitpunkt des individuellen Belastungsabbruchs
- Herzfrequenz in der 5. Minute der Erholung

Für die Gesamtgruppe wurden diese Daten aus der Abbildung 30 gemittelt und in der folgenden Abbildung 32 dargestellt. Neben dem zu erwartenden **Anstieg der Herzfrequenz** von  $81 \pm 13/\text{min}$  in der Vorstartphase **auf  $128 \pm 17/\text{min}$  in der vierten Minute und auf  $157 \pm 21/\text{min}$  in der siebten Minute** gilt das besondere Augenmerk den Werten der maximalen Herzfrequenz. Sie errechnet sich aus der Herzfrequenz jeder einzelnen Probandin **zum Zeitpunkt ihres individuellen Belastungsabbruchs** und ist damit zunächst unabhängig von der Zeit oder der Belastungsstufe. Für die Gesamtgruppe beträgt damit die **maximale Herzfrequenz  $171 \pm 18/\text{min}$** .

Damit wurde nach der Formel von HOLLMANN 1990: **Maximale Herzfrequenz** =  $220 - \text{Lebensalter}$ , bzw. nach der „**Sicherheitsformel**“ von NOWACKI 1977 **bei erschöpfenden Ergometrien:  $200 - \text{Lebensalter}$** , eine altersentsprechende durchschnittliche maximale Herzfrequenz von den Probandinnen erreicht.

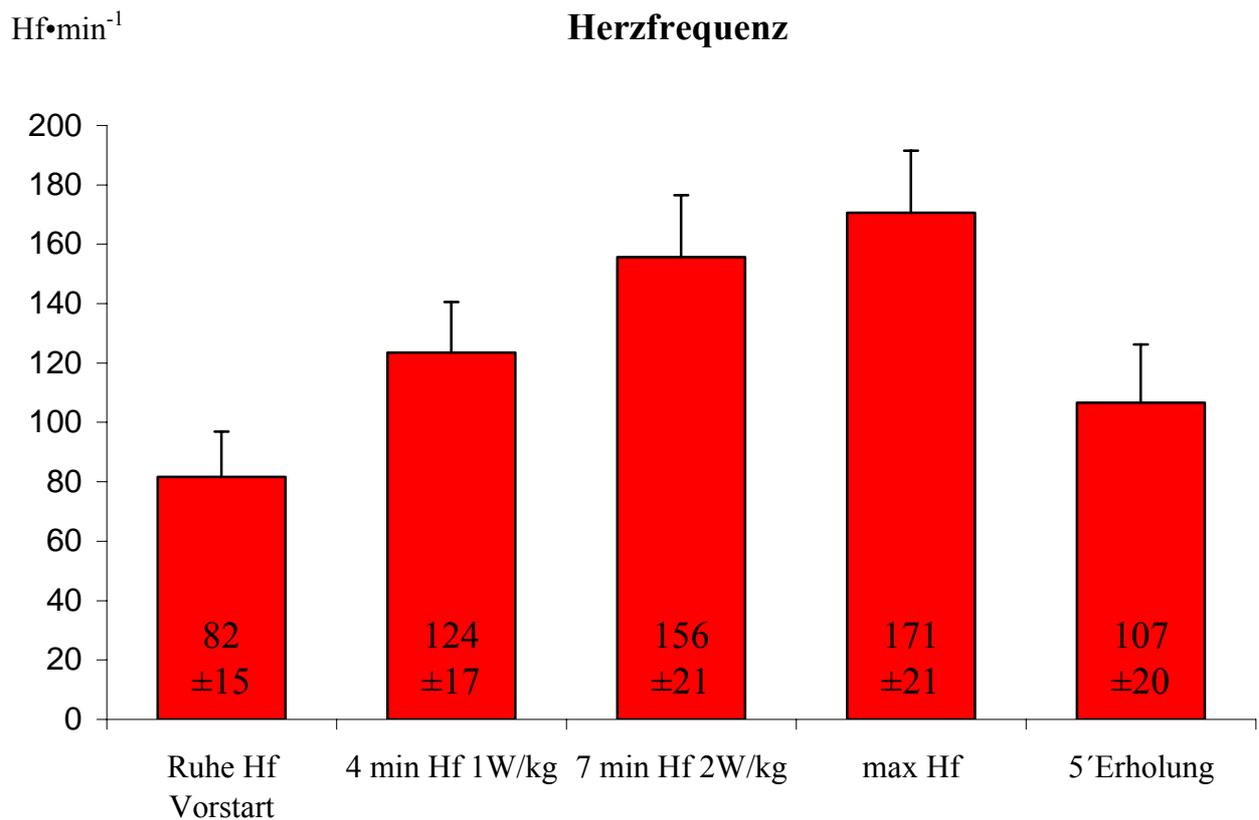
In der **fünften Erholungsminute** ist der durchschnittliche Puls auf  **$107 \pm 16/\text{min}$**  gesunken und damit im Mittel noch um mehr als 25 Schläge pro Minute vom Ruhepuls entfernt.



**Abb. 32:** Kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit der Gießener Gesamtgruppe (n=13) - ausgewählte Verlaufsparemeter bei der erschöpfenden Fahrradergometrie im Sitzen mit der 0,5 Watt/kg KG Methode.

Der mittlere Ruhepuls der Ausdauergruppe lag bei  $82 \pm 15/\text{min}$  und ist in der Abbildung 33 dargestellt. Unter fortschreitender Belastung stieg die durchschnittliche Herzfrequenz zunächst auf  $124 \pm 17/\text{min}$  in der vierten Minute und **nach sieben Minuten auf  $156 \pm 21/\text{min}$ .**

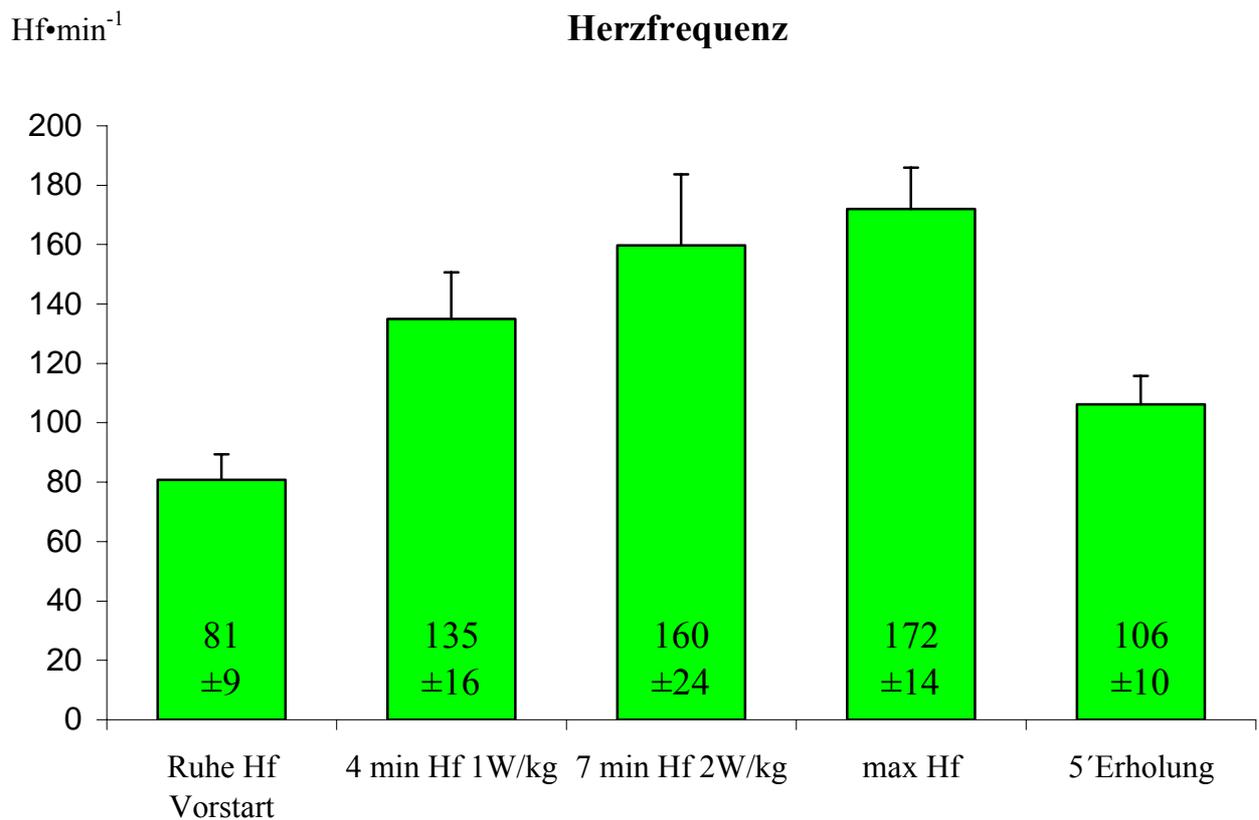
Die **maximale Herzfrequenz** der Ausdauertrainierenden betrug im Mittel  $171 \pm 21/\text{min}$  und sank in den folgenden fünf Erholungsminuten auf  $107 \pm 20/\text{min}$  ab.



**Abb. 33:** Kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit der Gießener Ausdauergruppe (n=8) - ausgewählte Verlaufparameter bei der erschöpfenden Fahrradergometrie im Sitzen mit der 0,5 Watt/kg KG Methode.

Die durchschnittliche Ruheherzfrequenz der Krafttrainierenden unterschied sich mit  $81 \pm 9/\text{min}$  nicht wesentlich von dem Ruhepuls der Ausdauergruppe. Wie in der Abbildung 34 gezeigt wird, stieg auch bei den Kraftprobandinnen die Herzfrequenz zunächst auf  $135 \pm 16/\text{min}$  (4.Minute) und später auf  $160 \pm 24/\text{min}$  (7.Minute). Damit erreichte die Kraftgruppe in den submaximalen Bereichen um bis zu 9/min höhere Herzfrequenzen als die Ausdauertrainierenden. Dieser minimale Unterschied in der vierten Minute ist allerdings mit einer Signifikanz von 0,244 statistisch nicht abzusichern (Tab. 18, Kapitel 4.7).

Die maximale Herzfrequenz hingegen lag im Mittel bei  $172 \pm 14/\text{min}$  und unterschied sich damit nicht mehr wesentlich von der Ausdauergruppe. Ebenso verhielt es sich mit dem Fünf-Minuten-Erholungspuls, der bei  $106 \pm 10/\text{min}$  lag.



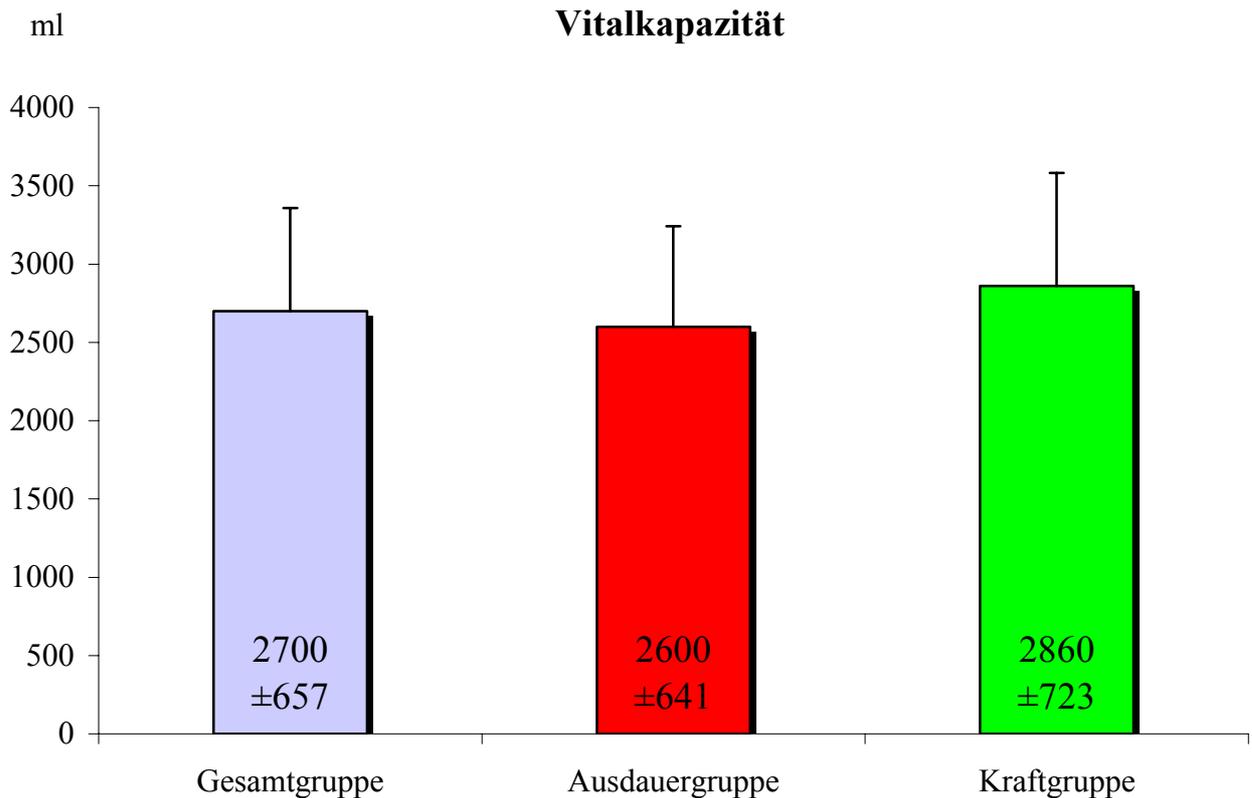
**Abb. 34:** Kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit der Gießener Kraftgruppe (n=5) - ausgewählte Verlaufsparemeter bei der erschöpfenden Fahrradergometrie im Sitzen mit der 0,5 Watt/kg KG Methode.

### 3.4.3 Respiratorische Leistungsgrößen

Die am Institut für Sportmedizin in Gießen untersuchten pulmonalen Leistungsgrößen wurden bei den 13 Probandinnen in Ruhe gemessen. Diese so ermittelten respiratorischen Parameter können sicherlich eine Interpretation eines mehr oder weniger **effektiven sportlichen Trainings** ermöglichen, dienen aber auch in der Sportmedizin im wesentlichen **der Identifizierung von obstruktiven und/oder restriktiven pulmonalen Erkrankungen**.

Die mittlere **Vitalkapazität** lag in der **Gesamtgruppe** bei **2700 ± 657 ml**.

Wie der Abbildung 35 zu entnehmen ist, haben die **Ausdauerprobandinnen mit  $2600 \pm 641$  ml ein geringeres Lungenvolumen als die Krafttrainierenden**, welche im Durchschnitt über eine Vitalkapazität von  **$2860 \pm 723$  ml** verfügen. Allerdings sind diese Unterschiede mit einer Signifikanz von 0,529 wissenschaftlich nicht zu bestätigen (Tab. 20, Kapitel 4.7).

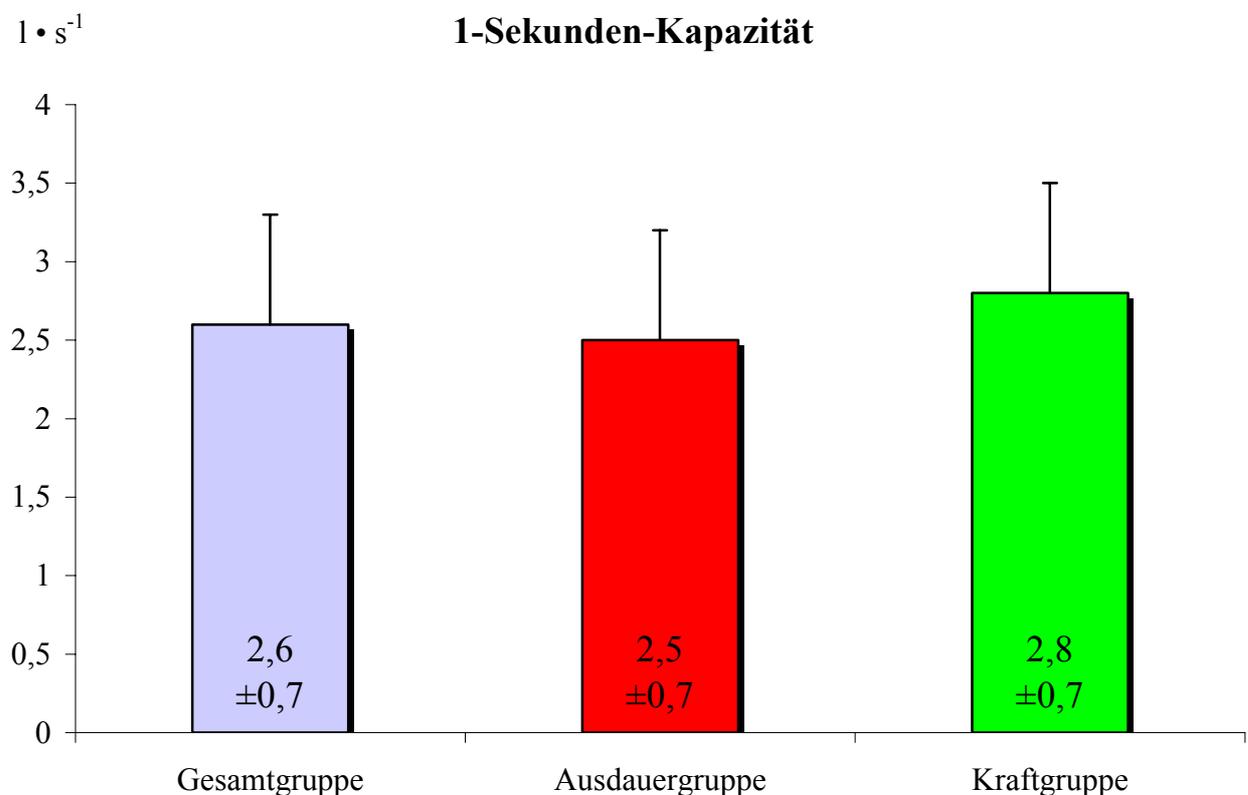


**Abb. 35:** Vitalkapazität (ml) der Gießener Kontrollgruppe - Ausdauer (n=8; rot) vs. Kraft (n=5; grün).

Die folgenden pulmonalen Parameter dienen der Diagnostik von obstruktiven Lungenerkrankungen wie zum Beispiel dem Asthma bronchiale oder der COPD. Dabei **führen erhöhte bronchiale Widerstände zu einer Reduktion des expiratorischen Luftstromes** und damit zu einer Abnahme dieser Meßgrößen:

- 1-Sekunden-Kapazität in Litern (Tiffeneau-Test)
- 1-Sekunden-Kapazität als Anteil in % der Vitalkapazität
- Peak-Flow in Litern/Sekunde

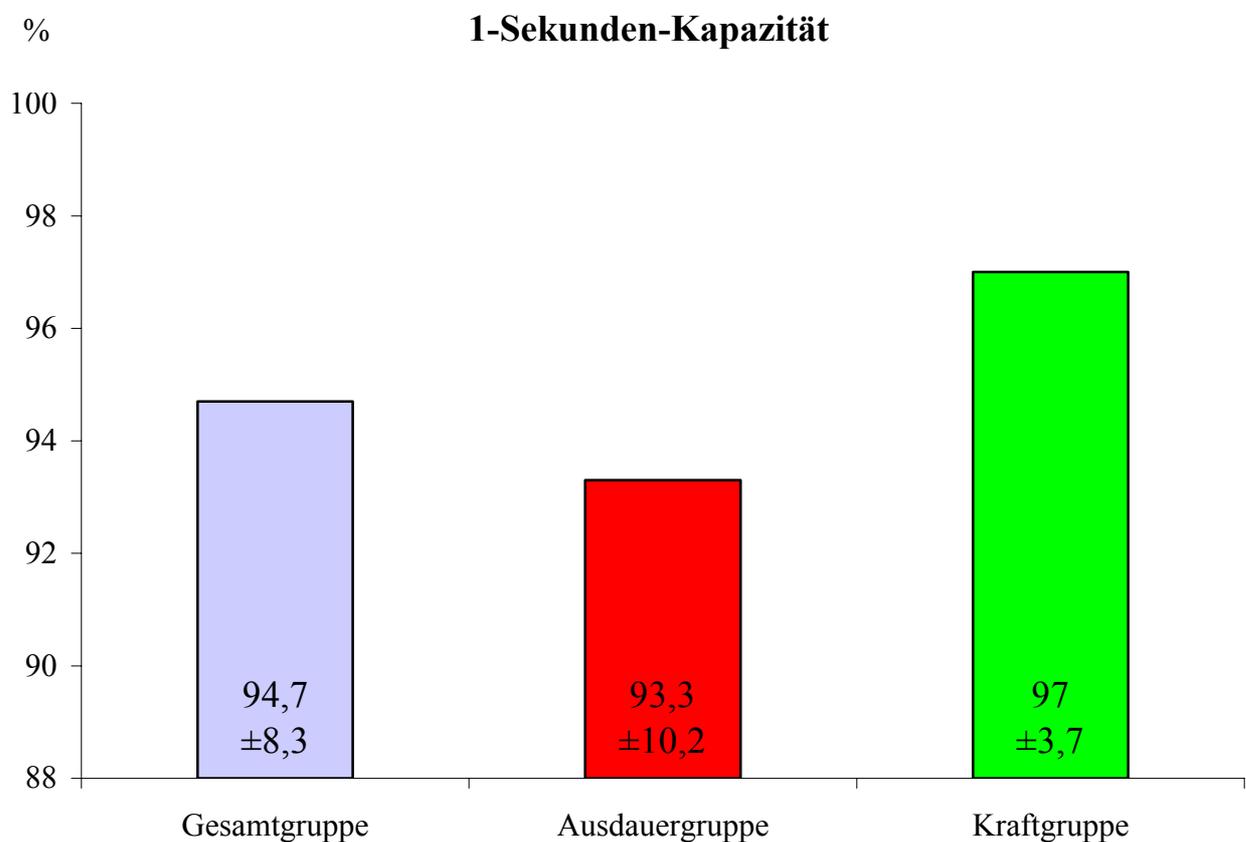
Die **1-Sekunden-Kapazität in Liter**, welche in der Abbildung 36 dargestellt ist, betrug bei der Gesamtgruppe **2,6 ± 0,7 Liter**. Die **Ausdauerprobandinnen** erreichten im Durchschnitt ein Ergebnis von **2,5 ± 0,7 Litern**, während den **Krafttrainierenden** ein Atemstrom von **2,8 ± 0,7 Litern** in einer Sekunde gelang. Dieser Unterschied ist allerdings wenig aussagekräftig, da er mit einer Signifikanz von 0,413 belegt ist.



**Abb. 36:** 1-Sekunden-Kapazität (L) der Gießener Kontrollgruppe - Ausdauer (n=8; rot) vs. Kraft (n=5; grün).

Die **relative 1-Sekunden-Kapazität** (Abb. 37) beschreibt den Anteil des Lungenvolumens, den die Probandinnen in einer Sekunde abatmen konnten. Er betrug **bei der Gesamtgruppe durchschnittlich  $94,7 \pm 8,3$  %**.

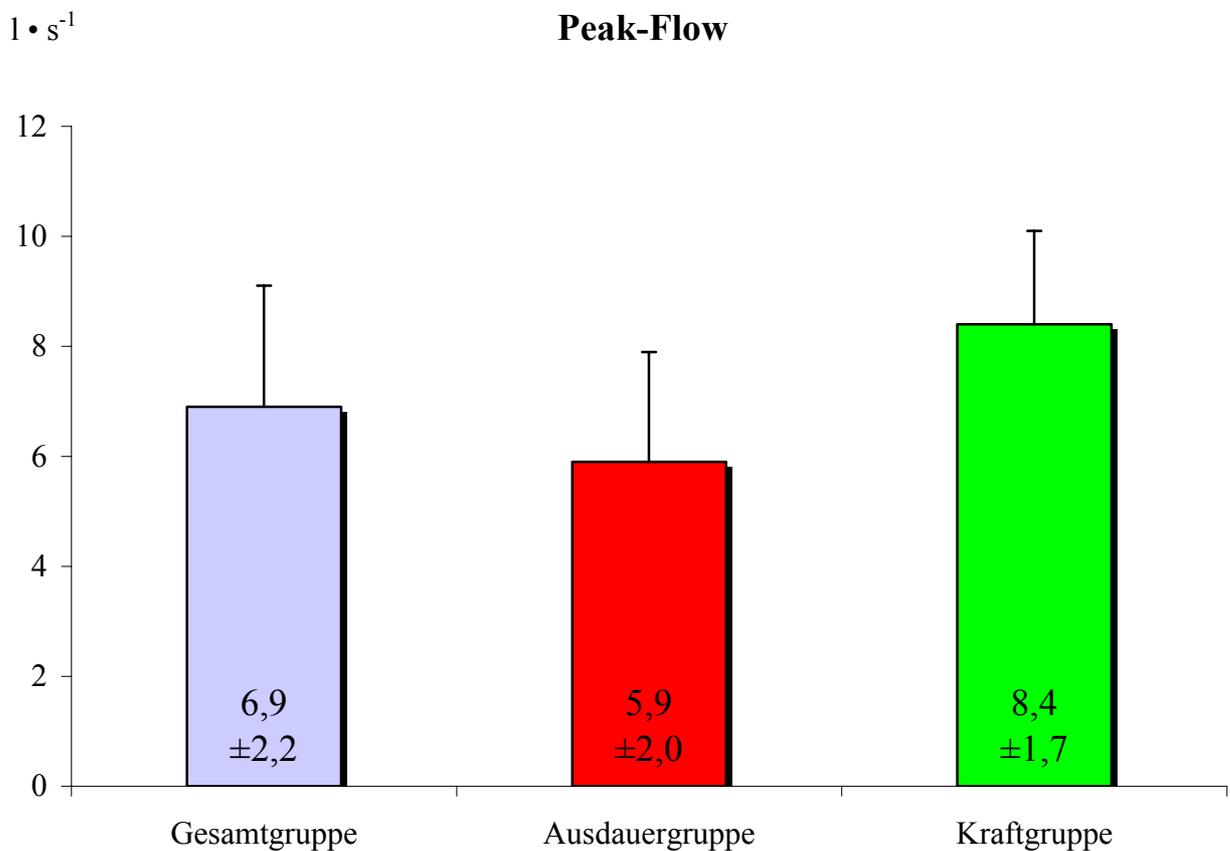
Die **Ausdauergruppe** erreichte analog der absoluten 1-Sekunden-Kapazität auch hier mit  **$93,3 \pm 10,2$  %** einen niedrigeren Wert als die **Kraftprobandinnen**. Diese schafften im Durchschnitt in einer Sekunde  **$97 \pm 3,7$  %** ihrer Vitalkapazität abzuatmen. Auch dieser Unterschied ist mit einer Signifikanz von 0,369 minimal und auch medizinisch ohne Relevanz, da **pathologische Veränderungen erst ab Werten unter 80% zu erwarten sind**.



**Abb. 37:** 1-Sekunden-Kapazität als prozentualer Anteil an der Vitalkapazität (%VK) der Gießener Kontrollgruppe - Ausdauer (n=8; rot) vs. Kraft (n=5; grün).

Der **Peak-Flow** ist ein weiterer Parameter im Rahmen der Lungenfunktionsdiagnostik und mißt die maximale Atemstromstärke bei forcierter Ausatmung in Litern pro Sekunde.

Die **Gesamtgruppe** erreichte hierbei einen maximalen Atemfluß von  $6,9 \pm 2,2$  l/s. Die **Ausdauerprobandinnen** hatten einen maximalen durchschnittlichen Peak-Flow von  $5,9 \pm 2,0$  l/s und lagen damit deutlich unter dem Ergebnis der **Kraftgruppe** (Abb. 38). Diese hatten im Durchschnitt eine maximale Atemstromstärke von  $8,4 \pm 1,7$  l/s erreicht und unterschieden sich so signifikant ( $p < 0,05^*$ ) von den Werten der Ausdauergruppe.



**Abb. 38:** Peak-Flow (l/s) der Gießener Kontrollgruppe - Ausdauer (n=8; rot) vs. Kraft (n=5; grün).

## 4. DISKUSSION

### 4.1 Körperfettwerte

Seit Jahrhunderten zählt **das Körpergewicht als ein Maß zur Beurteilung des Ernährungszustandes**. Während aber noch vor wenigen Jahrzehnten Jahren ein Großteil der Bevölkerung an Untergewicht litt (Tab.14), ist es heutzutage ein umgekehrtes Verhältnis (BERGMANN, MENSINK 1999, FLEGAL et al. 2002).

**Tab. 14: Statistische Erhebung zum Ernährungszustand der Schüler und Schülerinnen der Ernst-Ludwig-Schule, Bad Nauheim 1921.**

Ernährungszustand	Mädchen	Knaben	Durchschnitt
normal	23,40 %	22,98 %	23,14 %
minder unterernährt	38,29 %	39,13 %	38,82 %
unterernährt	27,65 %	31,68 %	30,19 %
sehr unterernährt	10,63 %	6,21 %	7,84 %

**Quelle: Jahresberichte der Ernst-Ludwig-Schule in: Jubiläumsausgabe 100 Jahre ELS, Bad Nauheim 2005.**

Die Größe des Körpergewichtes kann in Kombination zur Körpergröße und damit **zur Berechnung des Body-Maß-Index (BMI in  $\text{kg}/\text{m}^2$ )** ein sehr gutes Beurteilungsinstrument sein (Tab.15). Allerdings stehen in der heutigen Zeit sehr billige und gute Geräte zur Verfügung, die es erlauben, das Körpergewicht nach Fettanteil, Magermasse und Wasser differenzierter zu betrachten. Dabei weisen **Frauen durchschnittlich einen etwa 10 % höheren absoluten Fettanteil als Männer** auf und **mit zunehmenden Alter erhöht sich der durchschnittliche Wert** unabhängig vom Geschlecht (BAKER et al. 2005). Die Angaben in Tabelle 16 können aus gesundheitlicher Sicht als empfehlenswerte Vorgaben angesehen werden (BOECKH-BEHRENS, BUSKIES 1995).

**Tab. 15: Gewichtsbewertung in Verbindung mit dem Body-Maß-Index (BMI) (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG 1992, modifiziert nach KLEIN et al. 2004).**

Klassifikation	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		
	männlich	weiblich	Risiko von Komorbidität
Untergewicht	< 20	<18.5	Leicht erhöht
Normalgewicht	20 – 24.9	19 – 23.9	normal
Übergewicht	25 – 29.9	24 – 29.9	Leicht erhöht
Adipositas	30 – 39.9	30 – 39.9	Stark erhöht
Massive Adipositas	>40	>40	Massiv erhöht

**Tab. 16: Aus gesundheitlicher Sicht empfohlene Körperfettgrenzen (modifiziert nach Boeck-Behrens, Buskies 1995).**

Alter	Männer	Frauen
17 – 29 Jahre	15 %	25 %
30 – 39 Jahre	17,5 %	27,5 %
40 – 49 Jahre	20 %	30 %
über 50 Jahre	22,5 %	32,5 %

Innerhalb dieser experimentellen Studie konnte sowohl **die Ausdauer- als auch die Kraftgruppe den Körperfettanteil reduzieren** (vgl. Abb. 13, Kapitel 3.1). Im Vergleich zur Kraftgruppe, die im Durchschnitt fast drei Prozent Körperfett verlor, war der mittlere Verlust der Ausdauergruppe jedoch mit etwa 1 % Körperfett eher gering. Die Standardabweichung von 1,9 (vgl. Tab. 8, Kapitel 3.1) zeigte, dass es dabei **einer größeren Anzahl von Probandinnen** dieser Gruppe **nicht gelang, ihren Fettanteil im Bezug zum Körpergewicht zu senken** und damit ihre Körperzusammensetzung positiv zu beeinflussen.

Der absolute Fettanteil ist ebenfalls in Tabelle 8 (Kapitel 3.1) dargestellt. Die Ausdauersportlerinnen konnten in den sechs Wochen des Ernährungs- und Sportprogrammes **im Mittel  $1,8 \pm 1,9$  kg Fett abbauen**. Damit schien zumindest in diesem Aspekt zunächst das Training erfolgreich. Die Frage, warum sich aber die Körperzusammensetzung, also der relative Körperfettanteil, nur gering verbesserte, steht im Zusammenhang mit dem Verhalten der Magermasse und wird im nächsten Kapitel diskutiert.

**Die Kraftgruppe** hingegen **verzeichnete im Mittel eine 2,5 bis 3fach größere Reduktion ihres relativen Fettanteils als die Ausdauergruppe** ( $2,9 \pm 2,3$  %). Die Betrachtung der absoluten Werte mit einer mittleren Reduktion von  $3,4 \pm 2,4$  kg Fett verdeutlicht den enormen Erfolg innerhalb der Krafttrainingsgruppe.

Während sich also zu Beginn der Untersuchung die beiden Gruppen bezüglich des Körperfettanteils noch nicht wesentlich unterschieden (Signifikanz 0,82) waren nach 6 Wochen Training bereits erhebliche Unterschiede erkennbar (Signifikanz. 0,05\*). **Die Kraftgruppe erreichte also ein deutlich günstigeres Körperfettverhältnis als die Ausdauergruppe.**

#### 4.2 Körpergewicht, BMI und Magermasse

Wie im vorangegangenen Abschnitt dargestellt, gelang es nicht allen Ausdauerprobandinnen ihre Körperzusammensetzung zu verbessern, obwohl sie doch einen nicht unerheblichen Teil Körperfett reduzieren konnten. Zur Erklärung dieses Ergebnisses stellt sich zunächst die Frage, wie sich das Körpergewicht und der BMI im Trainingsverlauf verhalten haben (vgl. Abb. 15, Tab. 9, Kapitel 3.2).

Bei Betrachtung der Tabelle 9, Kapitel 3.2, fällt auf, dass die Ausgangswerte von Körpergewicht und Bodymaßindex im Mittel bei der Ausdauergruppe etwas höher als bei der Kraftgruppe lagen. Der Unterschied ist allerdings mit 0,554 bzw. 0,356 nicht signifikant. Im Verlauf des Trainings reduzierten die **Ausdauerprobandinnen** ihr Körpergewicht um  $2,7 \pm 2,1$  kg und damit den Bodymaßindex um  $1,0 \pm 0,8$  kg/m<sup>2</sup>. Somit **hatten sie größere Erfolge zu verzeichnen als die Vergleichsgruppe**, die ein Krafttraining absolvierte. Deren Körpergewichtsverlust war zwar mit  $2,4 \pm 1,7$  kg geringer, aber mit einer **Signifikanz von**

**0,93** wissenschaftlich nicht bedeutsam. In ähnlicher Weise verhielt es sich mit dem BMI der Kraftgruppe, der um lediglich  $0,9 \pm 0,6 \text{ kg/m}^2$  gesenkt werden konnte.

Dies erscheint zunächst verwunderlich, da die Ausdauergruppe doch weniger Körperfett verloren hatte. Der **Metabolismus** der einzelnen Probandinnen wurde offenbar **durch die verschiedenen Trainingsreize in unterschiedlicher Weise stimuliert**, so dass in der einen Gruppe die anabolen und in der anderen Gruppe die katabolen Stoffwechselfvorgänge überwogen. Diese Annahme findet Bestätigung in der gesonderten **Betrachtung des Magermassenverlaufes (LBM = lean body mass)**, der in den beiden Gruppen hochsignifikant gegensätzlich verläuft.

Während die **Ausdauergruppe mit 0,9 kg** einen nicht unerheblichen Anteil Magermasse verloren hatten, **legten die Krafttrainierenden 0,9 kg LBM zu**. Die Standardabweichungen im Bereich der erzielten Differenzen sind aber mit 1,6 kg für die Ausdauer- und mit 2,0 kg für die Kraftprobandinnen sehr groß. Es scheint also, dass das **Stoffwechsel-Gleichgewicht sehr individuell** geprägt ist und eventuell von mehr als nur dem Trainingsinhalt abhängig ist. Aus diesem Grund werden die erhobenen Daten noch in Abhängigkeit von der Trainingshäufigkeit im Kapitel 4.5 dargestellt.

### 4.3 Lungenvolumen

Veränderungen der Vitalkapazität als ein Indikator für **pulmonale Trainingsadaptation**en sind am ehesten durch Trainingseinheiten vom Ausdauercharakter zu erwarten. Analog dazu erzielten die **Ausdauerprobandinnen** nach den 6 Wochen Training ein um **durchschnittlich 177 ml höheres Lungenvolumen**. Die **Kraftgruppe** hingegen steigerte sich im Mittel nur um **143 ml**. Allerdings sind diese Ergebnisse mit relativ hohen Standardabweichungen von 221 ml bei den Ausdauer- und 188 ml bei den Krafttrainierenden behaftet.

Dieser scheinbar größere Erfolg der Ausdauerprobandinnen findet jedoch mit einer Signifikanz von 0,556 keine statistische Bestätigung. Es ist durchaus möglich, dass diese geringen Verbesserungen in einem nicht unerheblichen Maße dem **Training der Atemkoordination** zuzuschreiben sind. Um **tatsächliche physiologische Adaptationen** zu diagnostizieren, hätte eine **Bestimmung der maximalen Sauerstoff-Aufnahme (VO<sub>2</sub> max)**

erfolgen müssen. Allerdings wurde aufgrund des apparativen Aufwandes in einem Fitnessstudio von dieser Maßnahme abgesehen und auf die mobile Messmethode der Vitalkapazität zurückgegriffen.

#### 4.4 Körperliche Leistungsfähigkeit

Während Veränderungen der Herzfrequenz, des Blutdrucks und der Vitalkapazität nur einen kleinen Teil dessen ausmachen, was an Adaptationsprozessen durch Ausdauer- oder andere sportliche Belastungen induziert werden kann, misst ein Ergometertest die Summe aller Stoffwechselfparameter gepaart mit einem gewissen, nicht klar abgrenzbaren Teil an konditionellen, koordinativen und psychischen Fähigkeiten. Eine **Verbesserung im Ausdauerbereich** im Rahmen eines Trainingsprogrammes ist im erheblichen Maße auf eine **Ökonomisierung des kardio-pulmonalen und metabolischen Systems** zurückzuführen. Allerdings zeigte ZIMMERMANN 2000, dass auch ein Kraftausdauertraining ähnliche Veränderungen bewirken kann (vgl. Kapitel 4.9).

Für die Auswertung der Herz-Kreislauf-Tests war es notwendig, diejenigen Probandinnen gesondert zu betrachten, die infolge eines arteriellen Hypertonus regelmäßig blutdrucksenkende Medikamente (vor allem Betablocker) einnahmen. Zu dieser **Gruppe der sogenannten Hypertonikerinnen** mit entsprechend verändertem Herzfrequenzverhalten gehörten insgesamt sechs Ausdauer- und vier Krafttrainierende (vgl. Tab.12, 13, Kapitel 3.3).

Die sechs Ausdauerprobandinnen konnten ihre **Ausdauerleistungsfähigkeit sehr deutlich verbessern**. Bei einem Puls von 110 Schlägen pro Minute erzielten sie am Ende der Trainingsperiode eine im Mittel **um  $0,24 \pm 0,22$  Watt/kg Körpergewicht höhere Leistung** als zu Beginn der Untersuchung. Bei einer Herzfrequenz von 130/min, die bei einem medikamentös eingestellten Hypertoniker bereits nahe dem Maximalpuls liegen kann, konnten sie sich sogar um  $0,33 \pm 0,11$  Watt/kg KG ( $n = 5$ ) steigern. **Damit grenzt sich der Erfolg der Ausdauertrainierenden mit einer Signifikanz von 0,352 bzw. sogar  $0,016^{**}$  beim PWC 130 stark von dem der Kraftgruppe ( $n = 4$ ) ab.** Diesen, dem Krafttraining folgenden hypertensiven Probandinnen, gelang es lediglich, ihre durchschnittliche Belastbarkeit bei den Stufen PWC 110 und 130 um jeweils  $0,11$  Watt/kg KG zu verbessern (vgl. Tab. 13, Kapitel 3.3).

Für die Höhe dieser relativen Werte der Ausdauerleistungsfähigkeit spielte das Körpergewicht eine entscheidende Rolle. Um also den Einfluss der Ernährungsumstellung weitgehend auszuklammern und nur den tatsächlichen Effekt eines Trainings zu beurteilen, war es notwendig, die absoluten Wattstufen bei den entsprechenden Herzfrequenzen zu überprüfen.

Auch hier konnten sich die Ausdauertrainierenden deutlich steigern (vgl. Tab. 12, Kapitel 3.3) während der Erfolg der Kraftgruppe nur gering war. Dem Leistungszuwachs der Ausdauergruppe von  $23,2 \pm 21,2$  bzw.  $34,5 \pm 14,2$  Watt beim Puls von 110 und 130 S/min stehen lediglich  $6,0 \pm 11,6$  bzw.  $5,9 \pm 10,8$  Watt der Krafttrainierenden gegenüber.

Die Gruppenunterschiede sind damit analog zu den relativen Ausdauerbefunden erst beim PWC 130 signifikant (0,032\*).

Allerdings fallen bei der Betrachtung dieser Mittelwerte die recht hohen Standardabweichungen auf (vgl. Tab. 12, 13, Kapitel 3.3), die deutlich über denen der nachfolgend dargestellten Normotonikerinnen liegen. Die Ursache hierfür liegt sicherlich zu einem erheblichen Teil bei den unterschiedlichen Präparaten und den individuellen Dosierungen der Anti-Hypertensiva. Möglicherweise ist für solche Patientinnen ein Herzfrequenz-gesteuerter submaximaler Leistungstest nicht das Mittel der Wahl, um objektive bzw. vergleichbare Ergebnisse bezüglich der Ausdauerleistungsfähigkeit zu erhalten. Die PWC-Werte spielen für die zu untersuchende Hypothese der Arbeit aber nur eine untergeordnete Rolle.

Die Teilnahme an dieser Studie war davon abhängig, ob der Blutdruck der Probandinnen tatsächlich und optimal eingestellt war und noch keine massive Organbeeinträchtigung festgestellt werden konnte. So war in Anlehnung an HOLLMANN, HETTINGER 2000 und GRAF, ROST 2000 von einer normal-gesunden Trainierbarkeit auszugehen, solange hohe Intensitätsniveaus und Kraftspitzen vermieden wurden.

Bei den meisten Teilnehmerinnen ( $n = 50$ ) konnte keine therapeutische Gabe von blutdrucksenkenden Mitteln festgestellt werden. Diese wurden zur Gruppe der Normotoniker zusammengefasst, da auch die Blutdruckmessung im Fitnessstudio keinen Hinweis auf eine hypertensive Erkrankung lieferte. Allerdings kann eine einmalige Messung

einen arteriellen Hypertonus nicht sicher ausschliessen. Aus diesem Grund bezog sich die **Bezeichnung „Normotoniker“ in dieser Studie lediglich auf die fehlende Medikation.**

Die erbrachten **Leistungen bei einer Herzfrequenz von 130/min**, welches in großem Maße die grundlegenden aeroben Kapazitäten widerspiegelt, zeigten noch **keine eindeutigen Unterschiede zwischen der Ausdauer- und der Kraftgruppe** (Signifikanz 0,448). Während sich die 24 Ausdauertrainierenden im Durchschnitt um  $0,18 \pm 0,16$  Watt/kg KG verbesserten, erreichte die Kraftgruppe im Durchschnitt einen Zuwachs von  $0,16 \pm 0,11$  Watt/kg KG (vgl. Tab. 13, Kapitel 3.3).

In einem höheren Herzfrequenz- bzw. Leistungsbereich werden zunehmend Ausdauer-spezifischere **aerobe und anaerobe Stoffwechselleistungen** gefordert, so dass die Kraftgruppe mit ihrem lediglich auf das **maximal 10minütige Aufwärmen** beschränkte Ergometertraining nur geringste Fortschritte aufweisen konnte. Die **Gruppen unterschieden sich somit in Bezug auf die Ausdauerleistungsfähigkeit beim Puls 150 und 170 hochsignifikant.**

Die Krafttrainierenden erzielten dabei mit  $0,17 \pm 0,01$  bzw.  $0,14 \pm 0,01$  Watt/kg KG ähnliche Zuwächse wie beim Puls von 130/min. Die **Ausdauerprobandinnen** konnten ihr Herz-Kreislauf-System dermaßen schulen, dass sie **bei einem Puls von 150/min bereits nach den 6 Trainingswochen  $0,28 \pm 0,11$  Watt/kg KG mehr leisteten** als zu Beginn der Untersuchung. **Bei einem Puls von 170/min** konnten sogar 6 Teilnehmerinnen einen durchschnittlichen **Zuwachs von  $0,43 \pm 0,29$  Watt/kg KG** erzielen. **Diese Probandinnen trainierten** allerdings überdurchschnittlich häufig und während der letzten Trainingseinheiten **in Intensitäten, die zusätzlich die anaeroben Leistungsreserven schulten.** Der dadurch bedingte Einfluss auf die Ergebnisse der Gesamtgruppe wird im folgenden Kapitel der Trainingshäufigkeiten beschrieben.

Bei der Interpretation der beschriebenen relativen PWC-Werte ist dagegen darauf zu achten, dass hierbei die absolute Ausdauerleistung in Relation zum Körpergewicht gesetzt wird. Eine mögliche Reduktion des Körpergewichtes ohne Training hätte dabei zur Folge, dass bei der gleichen Teststufe eine erhöhte Leistungsfähigkeit erzielt wird. **Demnach könnte der minimale Trainingserfolg der Kraftgruppe bezüglich der relativen Ausdauerwerte auch durch das nur gering reduzierte Körpergewicht bedingt sein.**

Aus diesem Grund mussten zusätzlich die tatsächlich geleisteten Belastungsstufen analysiert werden. Die in Tabelle 12, Kapitel 3.3, dargestellten **absoluten Watt-Werte** zeigten aber, dass die **Ausdauergruppe mit einer Verbesserung um  $12,6 \pm 14,0$  Watt bei einem Puls von 130/min** und  $18,5 \text{ Watt} \pm 9,0$  bzw.  $24,6 \pm 15,9$  Watt bei 150 bzw. 170/min **deutlich leistungsfähiger war, als die Kraftgruppe**. Sie konnte sich bei den Herzfrequenzen 130, 150 und 170/min lediglich um  $10,9 \pm 9,1$ ,  $11,3 \pm 9,7$  und  $12,5 \pm 9,1$  Watt verbessern. Bei einer Herzfrequenz von 150/min war der Unterschied mit einer Signifikanz von  $0,022^*$  sogar eindeutig.

#### 4.5 Einfluss der Trainingshäufigkeit

Dieses Kapitel soll sich der Frage widmen, ob die Veränderungen des Körperfettanteils so eng mit dem Training verknüpft sind, dass eine Verbindung zwischen Körperfettreduktion und Anzahl absolvierter Trainingseinheiten sichtbar wird oder ob vielmehr die Ernährungsumstellung die Körperzusammensetzung beeinflusste. Die hierfür notwendige statistische **Aufteilung der Probandinnen erfolgte nach der Anzahl der durchschnittlich pro Woche absolvierten Trainingseinheiten**. Das Minimum wurde dabei auf weniger als zwei Trainingseinheiten pro Woche gelegt. Die Klasseneinteilung erfolgte dann für jede weitere wöchentliche Trainingseinheit. Lediglich unter den Ausdauerprobandinnen fanden sich fünf Teilnehmerinnen, die mehr als viermal pro Woche trainierten. **Die Verteilung der Frauen auf die einzelnen Klassen kann der Tabelle 14 entnommen werden.**

Bei der Reduktion des Körpergewichtes gab es im Gegensatz zu den Faktoren der Körperzusammensetzung (Fett; Magermasse) keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen in den jeweiligen Klassen.

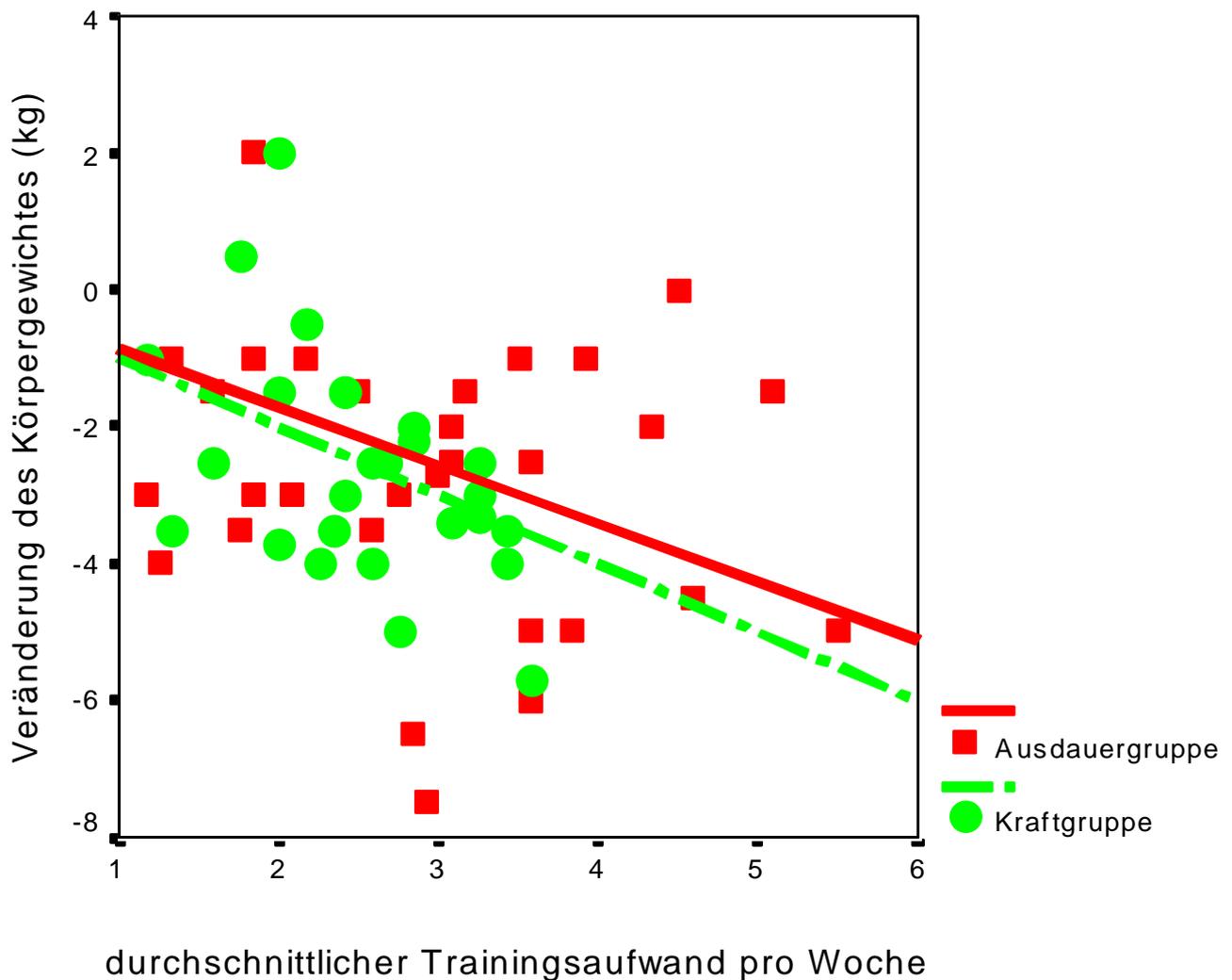
Wie zu erwarten war, **stieg der Verlust an Körpergewicht mit höherer Trainingszahl**. Zumindest bei der Kraftgruppe ließ sich diese Tendenz mit mittleren  $1,2 \pm 2,1$  kg bei den Wenigtrainierern, mit  $2,5 \pm 1,3$  kg bei drei Einheiten / Woche und  $3,6 \pm 1,0$  kg Körpergewichtsverlust bei bis zu vier Einheiten / Woche verfolgen.

Die **Ausdauertrainierenden** hingegen erreichten **bereits mit drei Einheiten pro Woche** einen durchschnittlichen **Körpergewichtsverlust von  $3,6 \pm 1,0$  kg**. Diejenigen Probandinnen, die öfter trainierten, verzeichneten dagegen einen geringeren Erfolg bei der Gewichtsreduktion.

**Tab. 14: Trainingserfolg beim Körpergewicht, Fett- und Magermassenanteil im Gruppenvergleich und in Abhängigkeit von der Trainingsdichte.**

Gruppe Ausdauer (1) Kraft (2)		Klasse 1 $\leq 2x/Wo.$ n=9 n=8	Klasse 2 $\leq 3x/Wo.$ n=8 n=15	Klasse 3 $\leq 4x/Wo.$ n=9 n=7	Klasse 4 $> 4x/Wo.$ n=5 n=0
<b>KG</b> (kg)	<b>1</b>	$-1,6 \pm 2,1$	$-3,6 \pm 2,3$	$-3,0 \pm 1,9$	$-2,6 \pm 2,1$
	<b>2</b>	$-1,2 \pm 2,1$	$-2,5 \pm 1,3$	$-3,6 \pm 1,0$	
	<b>Sign.</b>	,690	,249	,373	
<b>Fett</b> (%)	<b>1</b>	$-0,4 \pm 0,7$	$-0,5 \pm 2,0$	$-0,5 \pm 0,9$	$-3,8 \pm 2,6$
	<b>2</b>	$-1,4 \pm 2,1$	$-2,8 \pm 2,2$	$-4,7 \pm 1,8$	
	<b>Sign.</b>	,211	,025*	,003**	
<b>Mager</b> (kg)	<b>1</b>	$-0,6 \pm 1,0$	$-1,9 \pm 1,2$	$-1,4 \pm 1,8$	$+1,1 \pm 1,1$
	<b>2</b>	$+0,3 \pm 1,4$	$+0,9 \pm 2,3$	$+1,9 \pm 2,0$	
	<b>Sign.</b>	,178	,001***	,005**	

In der Abbildung 39 ist der Trainingserfolg als Körpergewichtsreduktion in Abhängigkeit von der Trainingshäufigkeit für jede einzelne Teilnehmerin dargestellt. Die meisten Teilnehmerinnen trainierten zwischen zwei- und viermal pro Woche. Während **die grünen Kreise die Krafttrainierenden** repräsentieren, werden **die Ausdauerprobandinnen durch die roten Vierecke** dargestellt.

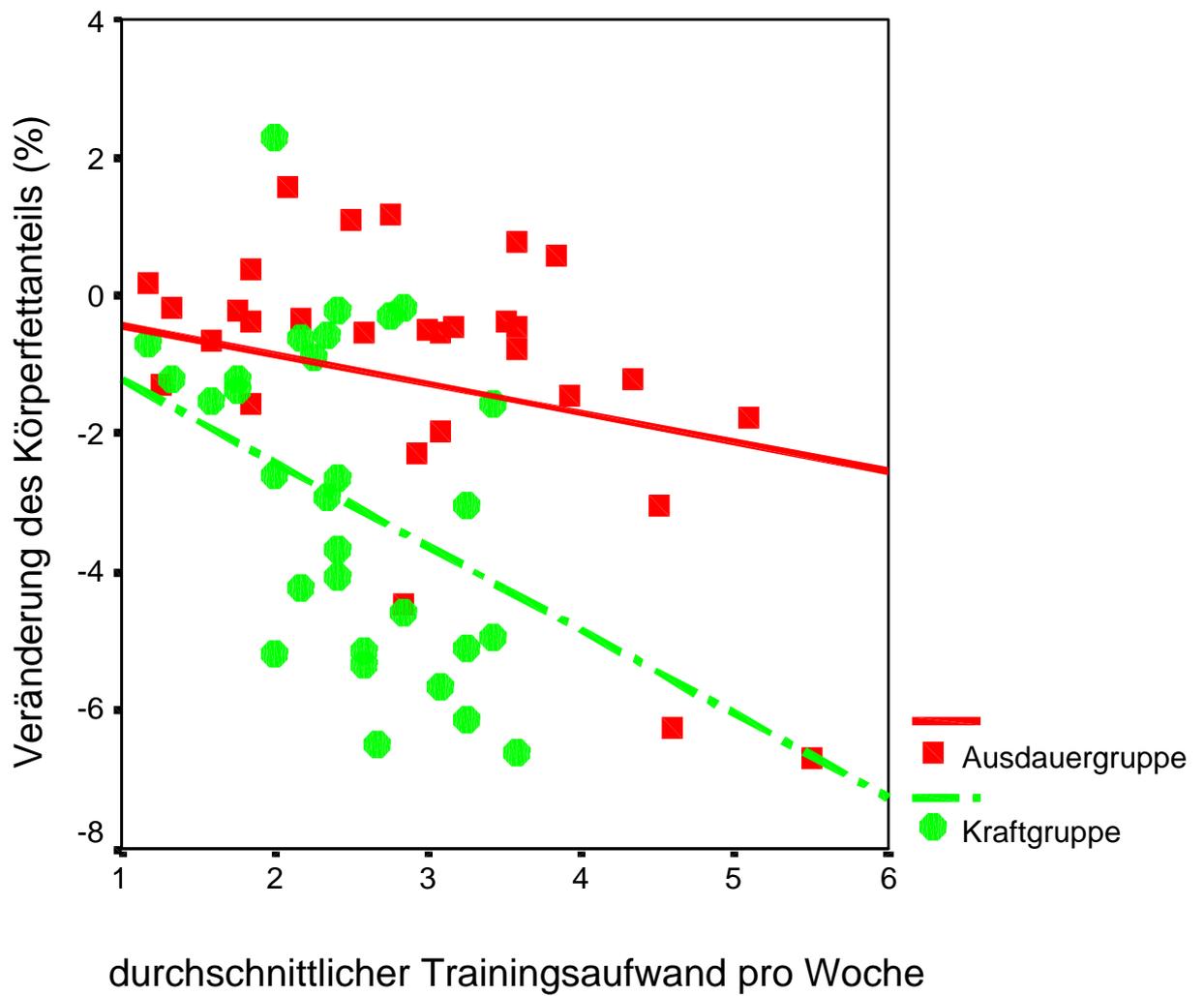


**Abb. 39:** Einzelwerte und Regressionsgeraden der Körpergewichtsreduktion in kg (negativer Wert = Reduktion) von Frauen der Ausdauer- und Kraftgruppe in Abhängigkeit von der Anzahl der Trainingseinheiten / Woche.

Anhand der Verteilung fällt auf, dass Probandinnen, die **mehr als viermal pro Woche** trainierten, **ausschließlich** der **Ausdauergruppe** angehörten. Zum Teil verloren diese dabei weniger Körpergewicht, als die Wenigertrainierenden aus der Kraftgruppe.

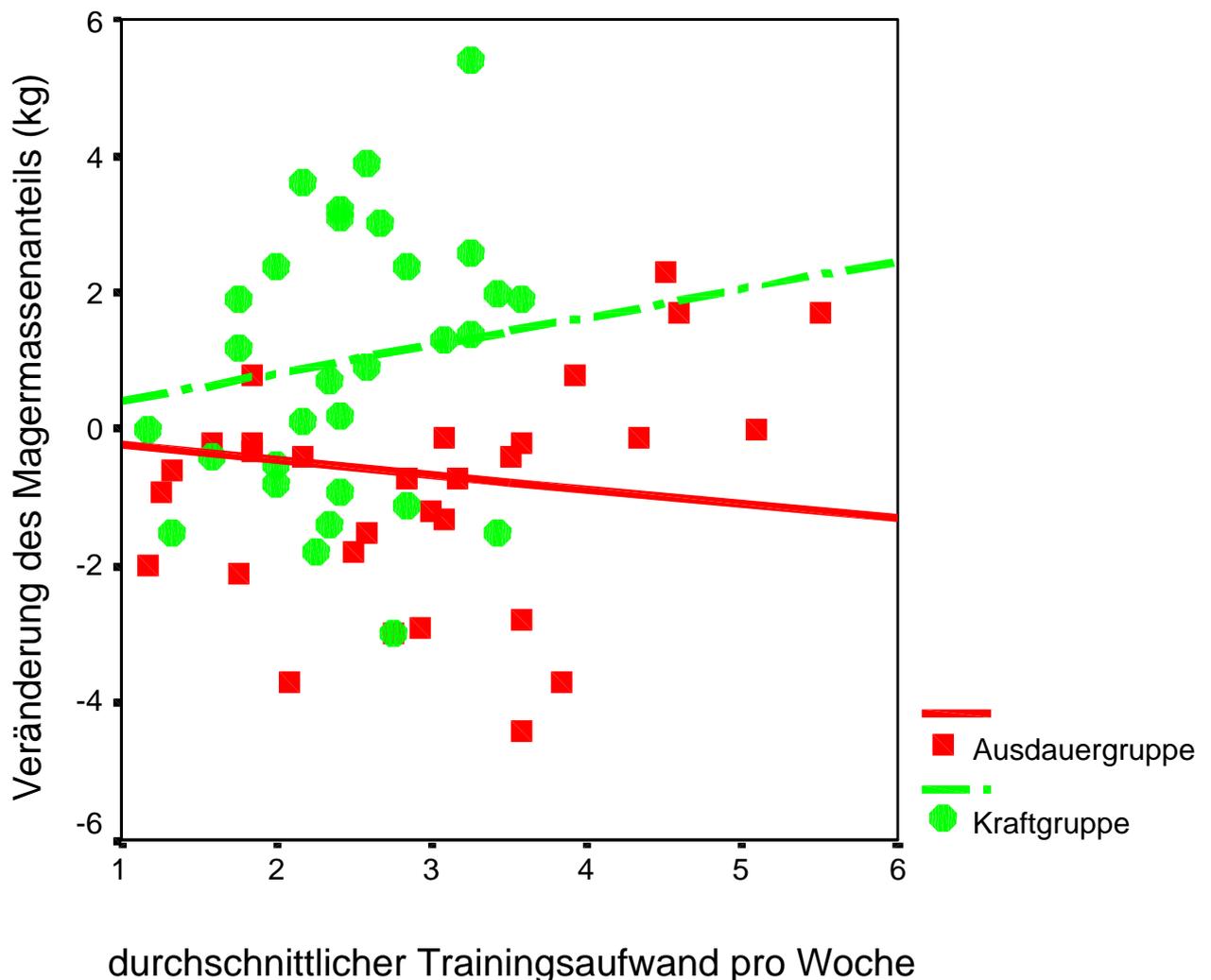
Um dies zu erklären, sollte die folgende Abbildung 40 betrachtet werden, da in ihr die individuelle **Veränderung des relativen Körperfettanteils** dargestellt wird. Aufgrund des Verlaufs der Ausgleichsgeraden fällt auf, dass **besonders die Krafttrainierenden** mit einer Trainingshäufigkeit zwischen 2 und 4 Trainingseinheiten pro Woche **Körperfett reduzieren konnten**. Eine Veränderung des Körperfettanteils in der Ausdauergruppe, gelang hingegen vor allem nur den Probandinnen, die mehr als viermal pro Woche trainierten und lediglich durchschnittlich bis gar kein Körpergewicht verloren.

Es erscheint also notwendig, die individuellen Veränderungen bzw. die Klassen der Trainingshäufigkeit, wie sie in der Tabelle 14 dargestellt sind, genauer zu betrachten: Die **Veränderung des relativen Körperfettanteils** war **bei der Ausdauergruppe** mit einem durchschnittlichen Verlust von **etwa - 0,5 %** eher niedrig und **kaum abhängig von der Trainingshäufigkeit**. Lediglich diejenigen, die mehr als viermal pro Woche ( $n=5$ ) trainierten, konnten eine mit durchschnittlich  $3,8 \pm 2,6 \%$  um ein vielfaches höher liegende Reduktion erzielen. Die Mittelwerte der **Kraftgruppe** zeigten mit  $1,4 \pm 2,1 \%$ ,  $2,8 \pm 2,2 \%$  und **sogar  $4,7 \pm 1,8 \%$**  in der Klasse 3 wiederum eine **starke Abhängigkeit zur Trainingshäufigkeit**. Sie unterschieden sich somit in den Klassen 2 und 3 sehr signifikant ( $p < 0,01^{**}$ ) von der Ausdauergruppe.



**Abb. 40:** Einzelwerte und Regressionsgeraden der Veränderung des Körperfettanteils in % (negativer Wert = Reduktion) von Frauen der Ausdauer- und Kraftgruppe in Abhängigkeit von der Anzahl der Trainingseinheiten / Woche.

Die **Veränderung der Magermasse** schien in Anlehnung an die Abbildung 41 ebenfalls **eine Abhängigkeit zum wöchentlichen sportlichem Aufwand zu haben**. Allerdings waren die anhand der Ausgleichsgeraden **dargestellten Verläufe im Gruppenvergleich scheinbar gegensätzlich**. Die Kraftgruppe konnte mit steigendem Trainingsaufkommen kontinuierlich einen Magermassenaufbau verzeichnen, während die Ausdauertrainierenden tendenziell eher Magermasse und damit Muskelmasse, Binde- und Stützgewebe abbauten.



**Abb. 41:** Einzelwerte und Regressionsgeraden der Veränderung des Magermassenanteils in kg (negativer Wert = Reduktion) von Frauen der Ausdauer- und Kraftgruppe in Abhängigkeit von der Anzahl der Trainingseinheiten / Woche.

Zwar war der **Magermassenzuwachs** bei den Wenigtrainierenden der **Kraftgruppe** mit nur durchschnittlich  $+ 0,3 \pm 1,4$  kg noch eher gering, in den anderen Klassen hingegen konnten mit  $+ 0,9 \pm 2,3$  kg beziehungsweise  $+ 1,9 \pm 2,0$  kg **deutlichere Zunahmen** erreicht werden. Allerdings zeigen die hohen Standardabweichungen, dass nicht alle Probandinnen diese Ergebnisse erzielen konnten bzw. die Streuung des Erfolges doch recht breit gefächert ist.

Die Wenigtrainierer der **Ausdauergruppe** hingegen verloren mit  $- 0,6 \pm 1,0$  kg relativ wenig **Magermassensubstanz**. Ein signifikanter Unterschied zur Kraftgruppe war damit noch nicht gegeben. Der Magermassenverlust bei den bis zu dreimal pro Woche Trainierenden (Klasse 3) war mit  $- 1,9 \pm 1,2$  kg enorm und der **Unterschied im Gruppenvergleich damit höchst signifikant** ( $p < 0,001^{***}$ ). Allerdings verloren diejenigen, die öfters trainierten, wiederum mit  $- 1,4 \pm 1,8$  kg weniger Magermasse ( $p < 0,01^{**}$ )

Die fünf Ausdauer-Sportlerinnen, die durchschnittlich **mehr als viermal pro Woche** zum Training kamen (Tab. 15), **gewannen als einzige Ausdauertrainierende mit  $1,1 \pm 1,1$  kg Magermasse hinzu**. Bei der Einzelbetrachtung der Trainingsdokumentation dieser Probandinnen fiel auf, dass sie zwar gemäß den Trainingsvorgaben **zwei- bis dreimal pro Woche die Grundlagenausdauer** schulten, aber teilweise **ebenso oft Aerobic- oder Indoor-Cycling-Kurse** besuchten und damit die eigentliche Belastungsphase auf **weit über 60 Minuten** ausdehnten. Durch diese Belastungen mit ihren hohen Intensitäten trainierten sie zusätzlich u.a. anaerobe Ausdauerkapazitäten aber auch Schnelligkeits- und Kraftkomponenten. Infolge dieser Trainingsreize wurden offensichtlich Anpassungsprozesse induziert, die anabole Vorgänge und damit den **Magermassenaufbau im Sinne des aktiven und passiven Bewegungsapparates stimulierten**.

**Tab. 15:** Einzelwerte der 5 Ausdauersportlerinnen mit mehr als 4 Trainingseinheiten pro Woche.

Probandin	Durchschnittliche Trainingseinheiten pro Woche	Körpergewichtsverlust (kg)	Fettreduktion (%)	Magermassenveränderung (kg)
1	5,5	-5	-6,69	+1,7
2	5,1	-1,5	-1,74	0
3	4,3	-2	-1,21	-0,1
4	4,6	-4,5	-6,26	+1,7
5	4,5	0	-3,03	+2,3

Im Umkehrschluss ist damit festzustellen, dass ein **Grundlagenausdauertraining** mit seinen geringen Belastungsreizen auf den Bewegungsapparat offensichtlich **nicht das Potential** besitzt, den natürlichen **Verlust von Magermassensubstanz** im Rahmen diätetischer Maßnahmen **entgegenzuwirken**.

#### 4.6 Fazit

**Die Empfehlung, eine Adipositastherapie allein durch ein sogenanntes Fettverbrennungstraining zu unterstützen, sollte nach den Ergebnissen der vorangegangenen Kapitel überdacht werden.** Allerdings ist auch von der alleinigen Schulung der Kraftkomponente abzuraten, da die Adipositas überdurchschnittlich häufig mit Hypertonie, Arteriosklerose und anderen Organkrankheiten assoziiert ist. Für diese kardiozirkulatorischen Störungen kann ein zu intensiv durchgeführtes Krafttraining sogar kontraindiziert sein. Eine **Trainingsempfehlung** sollte also sowohl die **Kraftausdauer-** als auch die **Grundlagenausdauer** beinhalten und ein entsprechendes **Dehnprogramm** integrieren (KRAEMER et al. 1997, HOLLMANN, HETTINGER 2000, BLAIR et al. 2004).

#### 4.7 Kontrollgruppe Gießen

Die **Giessener Kontrollgruppe** setzte sich aus **13 Probandinnen** zusammen, die zufällig aus dem Gesamtkollektiv ausgewählt wurden. Aus jeder Trainingsgruppe wurden 8 Frauen ausgelost, so dass insgesamt 16 Teilnehmerinnen nach Gießen reisen konnten. Leider sind 3 Probandinnen aus der Kraftgruppe krankheitsbedingt ausgefallen, so dass sich insgesamt nur noch **13 Frauen** der professionellen **sportmedizinischen Leistungsdiagnostik** unterzogen hatten. Aber da die Ergebnisse von mindestens 5 Probandinnen pro Trainingsgruppe zur Auswertung kamen, ist ein gutes Maß an wissenschaftlicher Validität gewährleistet.

Die Probandinnen hatten zum Zeitpunkt dieser Untersuchung das **gruppenspezifische Training 4 bis 6 Wochen lang** absolviert, so dass man gespannt sein konnte, ob bereits trainingsbedingte Unterschiede zwischen den Gruppen erkennbar waren.

1962 dokumentierte MELLEROWICZ den besonderen Stellenwert der erschöpfenden Fahrradergometrie zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit für Gesunde und Kranke, für Leistungs- und Breitensportler, für Männer und Frauen. In der heutigen Zeit ist die **Messung der körperlichen Leistung mittels des Fahrradergometers** in nahezu allen Bereichen der **Gesundheitsvor- und nachsorge, der Sport- und Arbeitsmedizin vertreten** und aus den Sektoren der Prävention und der Rehabilitation nicht mehr wegzudenken. Dabei steht die Bestimmung der erbrachten Leistung im Mittelpunkt der **Diagnostik der individuellen Belastbarkeit**. Im physikalischen Sinn wird die in der Zeiteinheit verrichtete Arbeit Leistung genannt und errechnet sich demnach als Quotient aus Arbeit und Zeit:

$$\text{Leistung (P)} = \text{Arbeit (W)} / \text{Zeit (t)}$$

Die Einheit der Leistung ist im physikalisch-technischem Maßsystem 1 Joule / Sekunde oder 1 Watt (SCHREIBER 1963).

Die Summe der absolvierten Leistung für jede einzelne Belastungsminute ergibt die **Gesamtarbeit in Wattmin**. Für Belastungsabbrüche nach 15, 30 bzw. 45 Sekunden wird der entsprechende Leistungsanteil addiert.

Die **maximale absolute Wattstufe** entspricht der Leistungsstufe, bei der es aufgrund von körperlicher Erschöpfung zum Belastungsabbruch kam. Dabei war es unerheblich, zu welchem Zeitpunkt der Zwei-Minuten-Stufen die Belastungsphase beendet wurde.

**Die maximale relative Wattstufe nimmt in der Leistungsdiagnostik einen zentralen Stellenwert ein**, da sie den direkten Vergleich unterschiedlicher Probandinnen mit verschiedenen anthropometrischen Rahmendaten erlaubt und zeigt, **wieviel der Körper bei dem bestehenden Körpergewicht zu leisten im Stande ist** (KLEMT, ROST 1986, NOWACKI 1987).

Allerdings **setzt eine** Beurteilung der kardiozirkulatorischen Leistungsfähigkeit mit Hilfe der maximalen relativen Wattstufe eine **erschöpfende Belastung in einem Zeitraum von 5 bis maximal 12 Minuten voraus** (ZHAO 1995).

Die  $PWC_{170}$  als international gut eingeführte Leistungsgröße in Watt bzw. kpm/min entspricht derjenigen Leistung auf dem Ergometer, bei welcher eine Herzfrequenz von **170 Schlägen/min erreicht wird** (FRANZ, MELLEROWICZ 1977, MELLEROWICZ 1979, NOWACKI 1981, ISRAEL 1982). Dabei weist die  $PWC_{170}$  unter den Bedingungen einer aeroben Belastung eine **hohe Korrelation zur maximalen Sauerstoffaufnahme** auf (NOWACKI 1984). Den besonderen Stellenwert der  $PWC_{170}$  bei einer erschöpfenden Ergometrie, wie es das Gießener Verfahren nach NOWACKI, im Gegensatz zu submaximalen Belastungsverfahren, darstellt, zeigten die Untersuchungen von NOWACKI 1977 und 1978.

Bei all diesen Parametern der **körperlichen Leistungsfähigkeit**, die durch die Fahrradergometrie nach dem Giessener Verfahren für Frauen ( $\frac{1}{2}$  Watt/kg KG Methode) bestimmt werden konnten, **waren die Ausdauerprobandinnen leistungsfähiger als die Kraftprobandinnen.**

Die **Gesamtarbeit der Ausdauerprobandinnen betrug  $994 \pm 315$  Wmin** und die der **Krafttrainierenden nur  $730 \pm 70$  Wmin** (Tab. 16).

Damit haben **die Kraftprobandinnen sehr viel weniger Gesamtarbeit geleistet**. Aber die Standardabweichung von lediglich 70 Wmin zeigt, dass sich die fünf Frauen **auf einem etwa gleichen mässigen Leistungsniveau befanden**. Das ist auch insofern nicht verwunderlich, da ihre bisher absolvierten Trainingseinheiten kein Ausdauertraining beinhalteten. Das körperliche Leistungsniveau innerhalb der Ausdauergruppe war mit einer Standardabweichung von 315 Wmin sehr unterschiedlich ausgeprägt. Das kann natürlich daran liegen, **wie effektiv, wie häufig und wie intensiv das Ausdauertraining absolviert wurde**. Aber auch die individuellen körperlichen Antwortmechanismen auf ein vorgegebenes Ausdauertraining konnten zu diesen unterschiedlichen Leistungsfähigkeiten führen.

Während aber die Gruppenunterschiede in der Gesamtarbeit noch nicht signifikant waren, sind sie es aber bei der **maximalen absoluten und relativen Wattstufe**. **Auch hier waren die Ausdauerprobandinnen** mit  $189 \pm 26$  Watt bzw.  $2,5 \pm 0,5$  Watt/kg KG **deutlich leistungsfähiger** als die Krafttrainierenden, die nur  $159 \pm 8$  Watt bzw.  $1,8 \pm 0,3$  Watt/kg KG maximal leisten konnten.

**Tab. 16: Körperliche Leistungsfähigkeit der Gießener Probandinnen (n = 15) im Gruppenvergleich - Ausdauer vs. Kraft.**

	Gesamtarbeit (Wmin)	Max. Wattstufe (Watt)	Max.rel.Wattstufe (Watt/kg)	PWC <sub>170</sub> (Watt)
<b>Gesamtgruppe</b>	871 ± 310	178 ± 25	2,2 ± 0,5	172 ± 26
<b>Ausdauer (n=8)</b>	994 ± 315	189 ± 26	2,5 ± 0,5	177 ± 31
<b>Kraft (n=5)</b>	730 ± 70	159 ± 8	1,8 ± 0,3	163 ± 10
<b>Signifikanz</b>	0,052	0,013*	0,006**	0,28

Die PWC<sub>170</sub> beschreibt die Leistung, die zum Erreichen einer Herzfrequenz von 170 S./min führte. **Auch hier bestätigt sich der höhere Ausdauertrainingszustand bei den acht Frauen der Ausdauergruppe**, die eine mittlere Leistung von 177 ± 31 Watt aufbringen konnten, bevor der Belastungspuls auf über 170 S./min stieg. Bei den Kraftprobandinnen war das bereits bei einer Belastung von 163 ± 10 Watt gegeben.

Die körperliche Leistungsfähigkeit wird bestimmt von der **lokal-metabolischen Kapazität** in der Muskulatur und dem **koordinativen Bewegungsvermögen**. Den stärksten **leistungslimitierenden Faktor** stellt das Herz-Kreislauf-System und die Lungenfunktion dar. Die dadurch notwendige Beschränkung auf die körperlichen und kardiozirkulatorischen Leistungsgrößen schränkt aber die Aussagefähigkeit der vorliegenden Untersuchungen nicht weiter ein.

HOLLMANN 1990, 2000 definiert diese als **kardiopulmonale Kapazität** eines Menschen, die **eng mit seinem Trainingszustand korreliert**. NOWACKI weist dagegen besonders auf die **Bedeutung des Herzzeitvolumens (HZV)** hin, welches auch bei Gesunden und Trainierten vom Volumen des Herzens abhängt (REINDELL, KÖNIG, ROSKAMM 1967, NOWACKI, UTHGENANNT 1967, MEDAU, NOWACKI, AVENHAUS 1988).

Die **Hauptkenngrösse** der zusammengefassten körperlichen, kardiozirkulatorischen, kardiorespiratorischen und metabolischen Leistungsfähigkeit ist nach NOWACKI 1998 aber die **maximale relative Sauerstoffaufnahme** ( $\max \text{VO}_2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \text{ STPD}$ ) als integraler Wert der aeroben und anaeroben Kapazität.

**Durch die  $\text{VO}_2 \text{ max/kg Körpergewicht}$**  lässt sich dann sehr gut zwischen einer pathologisch eingeschränkten Belastbarkeit, einer verminderten und normalen Leistungsfähigkeit sowie den **unterschiedlichen Klassifizierungen des Trainingszustandes** nach NOWACKI 1998 (Tab.17) differenzieren.

**Tab. 17: Beurteilungskriterien für die maximale relative Sauerstoffaufnahme  $\max \text{VO}_2 \text{ ml STPD} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  von Männern und Frauen als Kriterium der Ausdauerleistungsfähigkeit (NOWACKI 1998).**

Männer	$\max \text{VO}_2 \text{ ml STPD} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	Frauen
Weltklasse	81 – 92	„noch nicht erreicht“
Übergang ↓	76 – 80	Weltklasse (+)
Hochtrainiert	71 – 75	Weltklasse (-)
Sehr gut trainiert (+)	66 – 70	↓ Übergang
Sehr gut trainiert (-)	61 – 65	Hochtrainiert
Gut trainiert (+)	56 – 60	↓ Übergang
Gut trainiert (-)	51 – 55	Sehr gut trainiert
Befriedigend trainiert (+)	46 - 50	Gut trainiert
Befriedigend trainiert (-)	41 – 45	Befriedigend trainiert
Untrainiert (+)	36 – 40	↓ Übergang
Untrainiert (-)	31 – 35	Untrainiert (+)
Leistungsschwach (+)	26 – 30	Untrainiert (-)
Leistungsschwach (-)	21 – 25	Leistungsschwach
Pathologisch	11 - 20	Pathologisch

Leider konnte bei unseren Probandinnen auch im Sportmedizinischen Institut der Justus-Liebig-Universität wegen des vom Präsidenten und Fachbereich 06 verfügbaren Personalmangels keine Spiroergometrie mit der Registrierung der kardiorespiratorischen Parameter, was die vorliegende Studie noch stärker unterstützt hätte, durchgeführt werden.

Auch die **Herzfrequenz** ist ein direktes Maß für die Effektivität der Summe aller Vorgänge des Sauerstoff- und Nährstoffumsatzes (Aufnahme, Transport, Verarbeitung, Abtransport).

Aus diesem Grund war es notwendig, den **Verlauf der Herzfrequenz** während des Ergometertests detailliert zu betrachten und damit **Rückschlüsse auf die Ökonomisierung und Effektivität von Kreislauf und Metabolismus** zu ermöglichen.

Die Ruheherzfrequenz unterschied sich zu Beginn der Ergometrie kaum. In der **vierten Belastungsminute** betrug die mittlere Herzfrequenz der **Kraftgruppe etwa 10/min mehr** als die der **Ausdauertrainierenden** (Tab. 18). Das zeigt, dass das Herz-Kreislauf der Kraftsportlerinnen am Ende der 1 Watt/kg KG Stufe stärker belastet wurde als das der Ausdauertrainierenden. **Zwei Frauen jeder Gruppe waren körperlich bereits vor Erreichen der siebten Minute erschöpft**, so dass nur noch die Ergebnisse von drei Kraftprobandinnen denen von sechs Ausdauersportlerinnen gegenübergestellt werden konnten. Aber auch in der siebten Minute, welche der ersten Minute der 2 Watt/kg KG Stufe und damit der normalen Leistungsfähigkeit einer gesunden untrainierten Frau entspricht, waren die Ausdauertrainierenden mit einem niedrigeren Puls besser als die Kraftsportlerinnen.

Der Maximalpuls hingegen ließ keine Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen, so dass davon ausgegangen werden kann, dass **alle Probandinnen bis zu ihrem individuellen Vita maxima in Anlehnung an MELLEROWICZ 1975 und NOWACKI 1977 ausbelastet wurden**.

Der **Abfall der Herzfrequenz nach erschöpfender Ergometrie erlaubt Rückschlüsse auf die körperliche Erholungsfähigkeit**, die primär wieder von der Effektivität des Zusammenspiels von Herz-Kreislauf-, Lungen- und Stoffwechselsystem bedingt wird.

Beide Gruppen unterschieden sich bezüglich der 5 Minuten Erholung nicht wesentlich und erreichten nach den Beurteilungskriterien für die kardiozirkulatorische Erholungsfähigkeit nach erschöpfender Belastung, wie sie in Tabelle 19 dargestellt sind, einen guten Bereich (NOWACKI 1977 und 1992).

**Tab. 18:** kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit der Gießener Probandinnen (n = 15) im Gruppenvergleich - Ausdauer vs. Kraft.

	Ruhepuls	Puls 4'	Puls 7'	Puls Ende	5'Erholung
<b>Gesamtgruppe</b>	82 ± 13	128 ± 17	157 ± 21	171 ± 18	107 ± 16
<b>Ausdauer (n=8)</b>	82 ± 15	124 ± 17	156 ± 21 (n=6)	171 ± 21	107 ± 20
<b>Kraft (n=5)</b>	81 ± 9	135 ± 16	160 ± 24 (n=3)	172 ± 14	106 ± 10
<b>Signifikanz</b>	0,903	0,244	0,812	0,889	0,959

**Tab. 19:** Beurteilungskriterien der kardiozirkulatorischen Erholungsfähigkeit 5 Minuten nach maximaler Ausbelastung von Untrainierten vs. Trainierten (NOWACKI 1977, 1992).

<b>Hf-Bereich nach 5' Erholungszeit (Hf·min<sup>-1</sup>)</b>		
<b>Untrainierte Männer, Frauen, Jugendliche und Kinder</b>	<b>SportlerInnen &gt; 3 Jahre im Training</b>	<b>Beurteilung</b>
> 140	> 130	Schlecht, Verdacht auf pathologische Veränderungen
130 – 120	129 – 120	Ausreichend
129 – 120	119 – 110	Befriedigend
119 – 110	109 – 105	Gut
109 – 100	104 – 100	Sehr gut
	< 100	Hochleistungsbereich

Die Leistungsfähigkeit des menschlichen Körpers wird zu einem erheblichen Teil von den **respiratorischen Funktionen** bestimmt. Neben einer **Reihe von obstruktiven oder restriktiven pulmonalen Erkrankungen**, die jeweils eine Reduktion bestimmter Parameter der Lungenfunktion bewirken, kann **ein regelmäßiges Training vom Ausdauercharakter zu einer Verbesserung der Lungenfunktion führen**. Am Anfang einer solchen Verbesserung ist sicherlich die **Optimierung der Atemkoordination** zu nennen, aber im weiteren Trainingsverlauf kommt es zu einer Reihe von anatomischen, physiologischen und biochemischen Anpassungsvorgängen. Die Probandinnen der Gießener Gruppe sind erst seit etwa 4 bis 6 Wochen sportlich aktiv, so daß messbare pulmonale Adaptationsprozesse noch nicht erwartet werden können.

Tatsächlich sind entgegen der Erwartung die Kraftsportlerinnen bei den in der Tabelle 20 aufgeführten Lungenfunktionsgrößen besser als die Ausdauertrainierenden. Die Ursache ist sicherlich Konstitutionsbedingt erklärbar. Um allerdings eine konkrete Aussage machen zu können, müssten die Probandinnen **über einen viel längeren Zeitraum**, mindestens ein halbes Jahr, **trainieren**. Allerdings stellte ZIMMERMANN 2000 Studien vor, die zeigen, dass durch ein Kraftausdauertraining pulmonale Funktionsgrößen signifikant verbessert werden können (vgl. Kapitel 4.9).

**Tab. 20: Respiratorische Leistungsfähigkeit der Gießener Probandinnen (n = 15) im Gruppenvergleich - Ausdauer vs. Kraft.**

	Vitalkapazität (L)	FEV (Liter)	FEV (% VK)	Peak Flow (L/s)
<b>Gesamtgruppe</b>	2700 ± 657	2,6 ± 0,7	94,7 ± 8,3	6,9 ± 2,2
<b>Ausdauer (n = 8)</b>	2600 ± 641	2,5 ± 0,7	93,3 ± 10,2	5,9 ± 2,0
<b>Kraft (n = 5)</b>	2860 ± 723	2,8 ± 0,7	97,0 ± 3,7	8,4 ± 1,7
<b>Signifikanz</b>	0,529	0,369	0,413	0,036*

#### 4.8 Ernährungskonzept

Die vorliegende Studie zur Untersuchung der Effektivität unterschiedlicher Trainingskonzepte auf den Erfolg einer positiven Veränderung der Körperzusammensetzung bediente sich der **Teilnehmerinnen eines Fitnessstudios, die eine dort angebotene Ernährungstherapie absolvierten.**

Das als **INFORM** bekannte ganzheitliche Figurkonzept der Sporttherapeutin INGRID BRUNS entstand in Zusammenarbeit mit Soziologen und Ökotrophologen speziell für Fitnessanlagen. Es hat durch die **Kombination von Bewegungstherapie und bewusster Ernährung** eine langfristige und **dauerhafte Veränderung** des Ess- und Bewegungsverhaltens **zum Ziel.**

Der Erfolg eines solchen Vorhabens und damit die Effektivität des Ernährungskonzepts hängt allerdings davon ab, in welchem Maß **manifeste Alltagsabläufe aufgebrochen und verändert werden** können. Dabei ist es notwendig, **individuelle Lösungen** unter Berücksichtigung kultureller, familiärer, beruflicher und emotionaler Aspekte zu erarbeiten. Das INFORM-Programm versucht diesen Punkten gerecht zu werden, indem es mentale Fähigkeiten und kognitive Stärken ständig wiederholend und schrittweise aufeinander aufbauend schult (Anhang Tab.21, S.145).

**Automatisierte Alltagsprozesse** müssen dabei genauso **wieder bewusst gemacht werden**, wie bestimmte Körperempfindungen. Die Teilnehmer müssen erlernen, zwischen Appetit und Hunger, als dem eigentlichen Verlangen des Körpers nach Nährstoffen, zu differenzieren. Ihnen muss bewusst werden, **wann sie essen** und vor allem **was sie** in bestimmten Situationen **essen**. Auf dieser Basis des aktiven Verständnisses der täglichen Nahrungsaufnahme können langfristige Erfolge in der Gewichtsreduktion und –stabilisation erwartet werden (DITSCHUNEIT et al. 1999, ASTRUP et al. 2000, FLECHTNER-MORS et al. 2000).

**Innerhalb von 12 Wochen** sollten die meist adipösen Teilnehmerinnen **ihr Ernährungs- und Bewegungsverhalten** in dem Maße umstellen, dass es langfristig zu einer positiven Veränderung der Lebensgewohnheiten kommt. Durch die **gruppenspezifische Wirkung** und dem freundschaftlichen Umgang der Teilnehmer untereinander und mit dem Kursleiter

sollte sich eine überdurchschnittliche Motivation zur Erreichung der folgenden **Ziele** entwickeln:

- Die Teilnehmerinnen sollen die bestmögliche Hilfestellung bekommen, um ihre Ziele zu erreichen.
- Sie sollen Schritt für Schritt ihr Ess- und Bewegungsverhalten ändern.
- Sie sollen Wissen vermittelt bekommen und die Inhalte verstehen.
- Die Teilnehmerinnen sollen Spaß an der Sache haben.
- Die Teilnehmerinnen sollen sich gegenseitig kennenlernen und sich in der Gemeinschaft wohl fühlen.
- Die Teilnehmerinnen sollen sich mit ihren speziellen Problemen ernstgenommen fühlen.
- Sie sollen Spaß an der Bewegung vermittelt bekommen.
- Die Teilnehmerinnen sollen ihre Ziele erreichen

Der INFORM-Kurs sieht eine **zweistündige Sitzung pro Woche** mit einem speziell geschulten Ernährungsberater vor. Insgesamt sollen **in den 12 Wochen 9 Strategien verwirklicht werden**, die ähnlich einem Stufenprogramm Schritt für Schritt an die Teilnehmerinnen herangetragen werden (vgl. Anhang S.145):

- Strategie 1  
Ich setze mir ein realistisches und klares Ziel.
- Strategie 2  
Ich analysiere und erkenne mich selbst.
- Strategie 3  
Ich denke positiv
- Strategie 4  
Ich baue durch gezielte Bewegung Fett ab.
- Strategie 5  
Ich esse, wenn ich Hunger habe.
- Strategie 6  
Ich höre auf zu essen, wenn ich mich wohl fühle.
- Strategie 7  
Ich finde meinen Essrhythmus.
- Strategie 8  
Ich esse gesund und ausgewogen.
- Strategie 9  
Ich esse fettarm und achte auf versteckte Fette

Um einem qualifiziertem Ernährungskonzept gerecht zu werden, müssen am Anfang die eigentlichen **Ursachen des gestörten Essverhaltens** ergründet und die individuellen Zielvorstellungen konkretisiert und formuliert werden. Die Teilnehmerinnen erhalten grundlegende Informationen über Ernährung und lernen, diese tatsächlich praktisch umzusetzen.

Chronisch überhöhte Nährstoffzufuhr kann wie die **Ess-Störungen Bulimia nervosa, Anorexia nervosa oder die regelmässigen Ess-Attacken beim Binge-Eating-Syndrom** (HAUNER 2006) ihre Ursachen zu einem erheblichen Teil in **seelischen oder emotionalen Dysbalancen** finden. Diese wurden u.a. mittels Beobachtungsbögen erkannt, hinterfragt und individuelle Lösungsstrategien erarbeitet.

Seit Jahren bemühen sich Krankenkassen, Ärzte- und Gesundheitsverbände mittels multimedialer Verbreitung um die Aufklärung gesundheitlichen Fehlverhaltens (KRAUSE 1986, FÖRSTER 1995, HAUNER 1997, DUGI 1998, FRÖLEKE 1999, MÜLLER et al. 1999, WIRTH 2000, MÜLLER et al. 2001, HAUNER et al. 2005).

**Viele Bürger sind sich** deshalb ihrer **falschen Ernährung und** möglicherweise ihrer **Immobilität** durchaus **bewusst**. Jedoch das damit verbundene Risiko für die eigene Gesundheit wird verdrängt, solange noch keine Beschwerden auftreten. Aber auch bei Erkennen der ersten Symptome erscheint es für einen Großteil der Bevölkerung schwierig, eingeschliffene Verhaltensweisen zu verändern (BERGMANN, MENSINK 1999).

Voraussetzung für eine solche Lebensveränderung ist die **Abkehr von automatisierten Prozessen hin zu bewussten Steuerungsmechanismen**. Erst wenn jede Handlung am besten bereits vorweg bewusst wahrgenommen wird, kann sie kognitiv kritisch beleuchtet und möglicherweise im Hinblick auf Gesundheit und Wohlbefinden positiv modifiziert werden (HAUNER 2006, DESPEGHEL 2006).

Zum anderen muss auch die **Aufnahme- und Speicherfähigkeit des Unterbewusstseins** soweit sensibilisiert werden, dass neue Verhaltensmuster abgelegt werden können und die alten Engramme ersetzen. Ein **progressiv gestaltetes mentales Training**, welches den gesamten Kurs begleitete, sollte diesen Erkenntnissen gerecht werden (HAUNER 2006). Die Teilnehmerinnen beeinflussten dabei im Zustand der Entspannung ihr Unterbewusstsein

positiv. Das mentale Training sollte den Teilnehmerinnen aber auch die Möglichkeit der **Selbstanalyse und Selbsterfahrung** eröffnen, um eigenständig individuelle Ziele zu formulieren, effektive Wege zu deren Lösung zu finden und eigene Überprüfungsinstanzen einzusetzen.

Jede Teilnehmerin erhielt zu Beginn des Kurses eine Broschüre, die sowohl viele grundlegende Informationen zur Ernährung als auch Vordrucke von **Ess- und Bewegungsprotokollen** enthielt. Neben Datum, Uhrzeit und der Menge der aufgenommenen Nahrung verlangte das Ernährungsprotokoll **Angaben zum Hungergrad** in Form einer gemalten Abbildung („☺ ☹ ☹“) **und zum Sättigungsgefühl** nach dem Essen von angenehm („+“) bis zum unerträglichen Völlegefühl („--“). Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass alle Einträge in diese INFORM-Broschüre allein dem Teilnehmer zugänglich waren (vgl. Abb. 8, Kapitel 2.8).

Da aber das Umfeld des Konzeptes und der **Umgang der Teilnehmerinnen untereinander sehr vertrauensbildend** waren, hatte der Kursleiter durchaus Einblick in die Notizen der Probandinnen. Er konnte somit auf individuell auftretende Probleme reagieren und auch die für die Untersuchung relevante positive Veränderung des Essverhaltens bestätigen.

Diese Erkenntnis ist deshalb von Bedeutung, da die vorliegende Arbeit **Veränderungen physiometrischer Größen in Abhängigkeit vom Ernährungszustand, Trainingsaufkommen und von der Trainingsart** untersucht. Um alle erfassten Daten der einzelnen Probandinnen in einen vergleichbaren Zusammenhang setzen zu können, ist von einer **statistisch normalverteilten Ernährungsumstellung innerhalb der Stichprobe auszugehen**.

#### 4.9 Stellenwert der körperlichen Bewegung

„Früher definierte man **Sport als »zweckfreies, lustbetontes Tun«** oder als »schönste Nebensache der Welt«. Aus medizinischer Sicht ist das **heute** in dieser Form nicht mehr haltbar. Wir sind gezwungen, **ein bestimmtes Mindestmaß an muskulärer Betätigung in unseren Alltag zurückzuholen**, um den negativen gesundheitlichen Auswirkungen eines technisierten Lebens entgegenzuwirken. Gäbe es heute noch keinen Sport, müsste er aus medizinischen Gründen erfunden und eingeführt werden.“ (HOLLMANN 1991b).

Mit dieser Bemerkung formulierte der renommierte Kölner Sportmediziner Wildor HOLLMANN 1991 **den neuen Stellenwert des Sports in unserer Gesellschaft**. NOWACKI verwies bereits 1980 auf den engen Zusammenhang von Sport auf die (Volks-) Gesundheit und STRAUZENBERG definierte 1982 die Inhalte des Gesundheitssportes als „im Sinne eines Trainings konsequent durchgeführte **Körperübungen, die bewusst auf die Festigung der Gesundheit gerichtet sind**“. Allerdings erst 10 Jahre später wurden Begriffe wie Gesundheitssport und Risikoverhalten vermehrt in einen gesellschaftlichen Zusammenhang gebracht. Es entstand **ein neues Bewusstsein für körperliches und seelisches Wohlbefinden**, die sich in zum Teil neu entstanden Formulierungen wie Spaß, Erholung, Fitness und Wellness niederschlugen.

Dennoch resultiert aus dem **gesteigertem Freizeitbedarf** unserer Gesellschaft **nicht gleichzeitig ein erhöhter Bewegungs- und Sportdrang**. Vielmehr ist - wie bereits angeführt – meistens das Gegenteil der Fall (BERGMANN, MENSINK 1999).

Dabei wurde und wird gerade der **körperlichen Bewegung vom Ausdauercharakter** ein besonderer Stellenwert in der Prävention und Rehabilitation von **Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Stoffwechselstörungen** zugesprochen (PAFFENBERGER 1991, HOLLMANN 1991, KUMAGAI et al. 1994, DICKHUTH, SCHLICHT 1997, WEINECK 1998, STICH et al. 1999, GRAF, ROST 2000, HOLLMANN, HETTINGER 2000, RYAN 2000, BALDI, SNOWLING 2003, KULAPUTANA et al. 2005, MORO et al. 2005, BRUCE et al. 2006), aber auch Krankheiten anderer Genese profitieren vom richtigen Maß bei der ergänzenden Therapie durch Ausdauersport. Der **therapeutische Einsatz eines Krafttrainings** hingegen **beschränkte sich** bis in jüngster Zeit **auf Funktionsbelastungen** bei Wirbelsäulen- und Gelenkerkrankungen oder dem Ausgleich von muskulären

Dysbalancen. Diese isolierte Zielsetzung ist dann unzureichend, wenn der menschliche Körper ganzheitlich betrachtet und der **Muskulatur als dem neben der Leber größten Stoffwechselorgan** eine Schlüsselfunktion zugesprochen wird (SALE et al. 1995, JÜRIMÄE et al. 2000, RYAN 2000, HAUNER 2006).

So beschreibt ZIMMERMANN in der 2000 erschienenen Literaturliste, dass „**bei dynamischen Kraftausdauerübungen Herz-Kreislaufreaktionen** registriert werden, die tendenziell denen von dynamischem Ausdauertraining entsprechen“. Durch kraftausdauerorientierte Übungen in Form eines Kreistrainings konnte er zum Beispiel moderate **Verbesserungen der maximalen Sauerstoffaufnahmekapazität** messen (ZIMMERMANN 2000).

Diese besonderen Reaktionen des Herz-Kreislauf-Systems erscheinen nicht verwunderlich, wenn beispielsweise der physiologische Effekt eines arbeitenden Muskels betrachtet wird: Die den Blutfluss unterstützende **Muskelpumpe fördert** unter anderem auf diesem Weg vor allem die **Volumenarbeit des Herzmuskels** (HETTINGER 1983).

Aufgrund dieser Erkenntnis kann man zu der Annahme gelangen, dass ein gezieltes, **allgemeines Kraft-Ausdauer-Training** zu einer Steigerung des unmittelbaren **Arbeitsumsatzes** führt. Aber die unter Belastung auftretende hohe lokale Stoffwechselleistung und die damit verbundene mögliche mechanische Überlastung des Bewegungsapparates führt neben vielen anderen Vorgängen zu **Reparations- und Anpassungsprozessen**, die **einen erhöhten Energieumsatz über Tage hinaus** notwendig machen.

Als gängiges Beispiel ist der **Muskelkater** zu nennen, der einer Mikrotraumatisierung des Bewegungsapparates aufgrund einer ungewohnten Belastung entspricht. In der Folge kommt es zunächst zu Reparationsprozessen und im weiteren Verlauf zu adäquaten Umbauvorgängen mit dem Ziel der Gewebeverstärkung. **Diese Vorgänge führen in ihrer Gesamtheit zu einem erhöhten Grundumsatz** (ROST 2001, LORANI 2002, HAUNER 2006).

Ein **Ausdauertraining** führt durch die vermehrt kardio-pulmonalen Reize zwar möglicherweise zu einem **höheren Energieumsatz während der Belastung**, aber die **niedrigen lokal-muskulären Reize** bedingen allerhöchstens bei sehr Untrainierten oder

ungewohnten Bewegungen eine dem Krafttraining vergleichbare Störung. Nach wenigen Trainingseinheiten dürften sich die biochemischen und morphologischen Faktoren – bei gleichbleibender Belastungsintensität - voll adaptiert haben.

Für die Adipositas-Therapie könnte das heißen, dass **ein Diät begleitendes Krafttraining** durch den höheren Energieumsatz **einem vergleichbarem Ausdauer- bzw. Fettverbrennungstraining überlegen sein kann**. Zudem führt eine Diät mit dem Ziel der Körpergewichtsreduktion zu einem relativ hohen Magermassenverlust (HAUNER 2006).

Aus medizinischer aber auch aus ökotrophologischer Sicht sollte das primäre Diät-Ziel der Erhalt oder sogar die Vermehrung der Magermasse sein. Durch ein optimal dosiertes Krafttraining kann nun dem physiologischen **Magermassenverlust entgegengewirkt** und damit **das stoffwechselaktive Gewebe, das primär für die Höhe des Grundumsatzes verantwortlich ist, erhalten werden**. (HAUNER 2003, KELLER, STÖCKLI 2003).

Dieser doppelte Effekt **spricht gegen die Durchführung eines isolierten Ausdauertrainings** bei dem die Kraft- und damit muskulären Komponenten nicht hinreichend angesprochen werden.

#### **4.10 Entwicklung der Essgewohnheiten, Kalorienschere und Zusammensetzung unserer Nahrung**

Seit dem Beginn der „industriellen Revolution“, Anfang des 19. Jahrhunderts, ist ein **deutlicher Rückgang der muskulären Beanspruchung**, sowohl am Arbeitsplatz, als auch in vielen anderen Lebensbereichen zu verzeichnen (NOWACKI, ALEFELD 1985, SLAWIK, BEUSCHLEIN 2006). Mechanisierung, Rationalisierung und Automatisierung haben dazu geführt, dass im Vergleich zu früher, deutlich weniger körperliche Arbeit zu verrichten ist. Handwerker, Arbeiter und Landwirte haben mit Computerfachleuten, Außendienstmitarbeitern und „Schreibtischtättern“ die Arbeitsplätze getauscht. Durch die **ständige Zunahme des Dienstleistungsbereiches** auf Kosten des Landwirtschafts- und Industriesektors gehören heutzutage über **70 Prozent unserer Bevölkerung** der Gruppe der **Leichtarbeiter**, den sogenannten „Hirn-Sitz-Menschen“ an (FRÖLEKE, GÜNSTER 1995).

Leichtarbeiter müssen ein **spezielles Ernährungsbewusstsein** entwickeln, wenn sie ihre Gesundheit nicht gefährden möchten. Denn der alltägliche Bedarf an Mineralstoffen, Vitaminen und Ballaststoffen unterscheidet sich nur geringfügig von dem eines körperlich schwer arbeitenden Menschen. Durch den geringeren Tagesenergiebedarf dieser Leichtarbeitsgruppe und damit der verminderten Nahrungszufuhr wird es allerdings schwierig für diese körperlich am Arbeitsplatz nur gering belasteten Menschen, den Nähr- und Wirkstoffbedarf zu decken. Heute mehr denn je kommt es also darauf an bei der Auswahl seiner Nahrungsmittel auf die Qualität zu achten. Gefordert sind **Nahrungsmittel mit einer hohen Nährstoffdichte** und ein **maßvoller Umgang mit energiereichen Nahrungs- und Genussmitteln** (HAUNER et al. 2005).

Bedingt durch die veränderten Anforderungen an unseren Berufsalltag ist nun auch der Energiebedarf stark rückläufig. Während frühere Generationen täglich zwischen 3000 und 3500 Kilokalorien „abgearbeitet“ haben, verbraucht der Leichtarbeiter **im Durchschnitt zwischen 1800 (Frauen) und 2400 Kilokalorien (Männer)** am Tag (DGE 1996). Das Angebot und die Palette an Nahrungsmitteln hat sich jedoch im Vergleich zur vorindustriellen Zeit um ein Vielfaches erweitert, so dass den reduzierten körperlichen Anforderungen, ein Überangebot an kalorienreichen und hochwertigen Nahrungsmitteln gegenübersteht. **Energiebedarf und -aufnahme driften** folglich immer weiter **auseinander** (HOLLMANN, HETTINGER 2000).

Derzeit beträgt die Energiezufuhr in der Bundesrepublik im statistischen Mittel etwa 3200 Kilokalorien für Männer und zirka 2800 Kilokalorien für Frauen. Ein **täglicher Überschuss von bis zu 1000 Kilokalorien** ist leider keine Seltenheit mehr (FÖRSTER 1995, HOLLMANN, HETTINGER 2000, KASPER 2003). Obwohl sich der Energiebedarf des modernen „Normalverbrauchers“ gegenüber dem unserer Vorfahren im Agrarzeitalter um etwa 600 Kilokalorien verringert hat, isst er immer noch so reichlich, als ob er ein körperlich schwer arbeitender Landwirt oder Handwerker wäre. Die erste Folge ist eine **positive Energiebilanz**, die sich in der Regel durch eine **Erhöhung des Körpergewichtes** äußert. Bereits ein täglicher Nahrungsüberschuss von beispielsweise 70 Kilokalorien bedeutet, dass pro Tag etwa 10 Gramm Körperfett zusätzlich deponiert werden (REHNER, DANIEL 2002, SCHAUDER, OLLENSCHLÄGER 2003).

Nicht nur die absolute Energie, die dem Körper durch die Nahrung zugeführt wird, sondern vielmehr **die Zusammensetzung der verschiedenen energieliefernden Nährstoffe** in Verbindung mit Mineralien und Spurenelementen, müssen bei der Beurteilung des Essverhaltens berücksichtigt werden.

**Fett ist wegen seiner hohen Energiedichte**, der schlechten Regulierung der Fettbilanz beim Menschen, des ungünstigen Einflusses bestimmter Fettsäuren auf die Cholesterinkonzentration im Blutplasma und aufgrund epidemiologisch festgestellter Beziehungen zwischen fettreicher Ernährung und Krebs (DGE 1996) seit vielen Jahren **ein problematischer Nährstoff**.

Aber auch die **Entwicklung einer Arteriosklerose** mit den negativen Folgen für das Herz-Kreislauf-System wie **arterielle Hypertonie** oder **koronare Herzkrankheit** wird durch den übermäßigen Fettkonsum gefördert. Darauf hat schon Ende der 50er Jahre der Heidelberger Ordinarius für Innere Medizin G. SCHETTLER 1978 mit Nachdruck hingewiesen.

Eine Gegenüberstellung von Fettzufuhr und **Richtwert der DGE** (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG 1996), **als Erwachsener nur 30 % der Energie in Form von Fett** zuzuführen, weist für alle Altersgruppen von erwachsenen Männern und Frauen allerdings nach wie vor **eine zu hohe relative Fettzufuhr** aus. Dies ist um so ungünstiger, als der Anteil gesättigter Fettsäuren zu hoch und der ungesättigter Fettsäuren zu niedrig ist (FRÖLEKE, GÜNSTER 1995).

Die **Zufuhr von Kohlenhydraten ist in allen Altersgruppen** der männlichen und weiblichen Bevölkerung, bezogen auf die Empfehlungen der DGE von 1996, **zu niedrig**. Die geringe Kohlenhydratzufuhr, insbesondere über stärkehaltige Lebensmittel, **wirkt sich negativ auf die Zufuhr von Ballaststoffen aus**. Der von der DGE geforderte Richtwert von **mindestens 30 g Ballaststoffen am Tag** wird von Männern und Frauen in keiner Altersgruppe erfüllt. Die Zufuhr der wichtigsten Ballaststoffträger, Vollkornprodukte, Kartoffeln und Gemüse, muss deshalb gesteigert werden, da gerade sie - vor allem bei überwiegend sitzender Tätigkeit - **unverzichtbar für das Wohlbefinden und die (Darm-) Gesundheit** sind. Der Verzehr von Kohlenhydraten, vorrangig die der komplexen Polysaccharide, muss deshalb zugunsten der Fettaufnahme auf ca. 60 % gesteigert werden (HAUNER 2006).

Die Proteinzufuhr sollte den Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr der DGE zufolge 0,8 g/kg Körpergewicht betragen. Der **Proteinanteil der Gesamtenergiezufuhr** dürfte demnach **10 - 15 %** betragen (DGE 1996).

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung stellt in ihrem Bericht von 1992 im Bezug auf die Zufuhr von Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen vor allem eine **Mangelversorgung von wasserlöslichen Vitaminen** fest. Besonders verbreitet scheint Folsäuremangel zu sein, der sich bei starker Hypovitaminose in Störungen des Blutbildes und des Zellstoffwechsels zeigt. Die Teilnahme der Folsäurecoenzyme bei der Biosynthese von Purinen und Pyrimidinen offenbart ihre fundamentale Bedeutung beim Wachstum und bei der Zellteilung. Ökotrophologen wie auch Epidemiologen weisen dringend auf eine **Erhöhung des Obst- und Gemüseanteils an der täglichen Nahrungskomposition** hin, da nicht nur die in ihnen enthaltenen Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente und Ballaststoffe sondern auch die **sekundären Pflanzenstoffe** eine hohe protektive Wirkung auf Krebs und Herz-Kreislauf-Krankheiten haben (DGE 1996, DITSCHUNEIT et al. 1999).

Trotz weitreichender Aufklärungskampagnen der Krankenkassen über das **Risiko koronarer Herzkrankheiten** durch den schädlichen Einfluss von **Cholesterin** auf das Gefäßsystem, beträgt die Zufuhr dieser Lipoproteine **immer noch** statt angestrebter 300 mg pro Tag **bei Männern 450 bis 480 mg pro Tag**. Konsequenz ist in der Regel eine medikamentöse Prävention. Nach Angaben des Bundesgesundheitsministeriums haben ernährungsabhängige, d. h. **lebensstilbedingte Krankheiten**, im Jahre 1994 **Gesamtkosten in Höhe von 129 Milliarden DM verursacht**. (SCHNEIDER 1996, BERG et al. 1996, WIRTH 2000). Auch aus diesem Grund sind **kombinierte Trainings- und Ernährungsprojekte** bei fehlernährten Adipösen, wie in der vorliegenden Dissertation vorgestellt, durchaus **von gesundheitspolitischem Wert** im Sinne von Katalysatoren.

Viele Epidemiologen sind davon überzeugt, dass **80 % der Gesamtkosten über präventive Maßnahmen** zur Cholesterinsenkung durch Umstellung des gesundheitlichen Fehlverhaltens **eingespart werden könnten**. Dabei ist gesichert, dass **regelmäßige sportliche Aktivität** vom Ausdauercharakter, **Änderungen in Lebensstil und Ernährung** greifbare Erfolge sowohl in der Prävention als auch im Krankheitsverlauf der koronaren Herzkrankheit bewirken (KUMAGAI et al. 1994, BERG 1996, STEVENS 1998, POIRIER, DESPRES 2001, NOWACKI, WU 2002, DE GLISEZINSKI et al. 2003, MALIK et al. 2004).

**Sportliche Mehraktivität** und die Orientierung an den **allgemeingültigen Ernährungsempfehlungen**, zu denen die Vermeidung von Übergewicht, die Anpassung der Energieaufnahme an den Energieverbrauch, die Senkung des Fettverzehr (vor allem gesättigter Fettsäuren), die vermehrte Zufuhr von komplexen Kohlenhydraten (mittelfristige Kohlenhydrate, Ballaststoffe) und Antioxydantien wie Obst und Gemüse genauso zählen wie das Meiden von Alkohol und Nikotin, führen zu einer **Senkung des LDL-Cholesterins von bis zu 20%** bei vorheriger Hypercholesterinose (BERG 1996).

#### 4.11 **Entwicklung des Bewegungsverhaltens und die Konsequenz für die Volksgesundheit in den Industrieländern**

Nach allgemein-wissenschaftlicher Meinung kommt dem **Bewegungsmangel** als Ursache für die Entstehung der Adipositas eine etwa **gleichbedeutende Rolle zu wie der Fehlernährung**. Dabei gilt aber die Bewegungsarmut, die nicht nur in den westlichen Industriestaaten sondern **weltweit ein großes Problem** darstellt, als ein eigenständiger, modifizierbarer Risikofaktor für die Gesundheit. So wird im Zusammenhang mit der Entstehung der koronaren Herzkrankheit, der häufigsten Todesursache zumindest in vielen Industrienationen, der Bewegungsarmut ebensoviel Gewicht beigemessen wie dem Nikotinmissbrauch (LEVINE et al. 2005a)

Nach Angaben der **WHO-Analyse von 1997** verschärft sich das Problem der Bewegungsarmut kontinuierlich: **1991** haben sich noch knapp **die Hälfte der amerikanischen High-School-Studenten täglich intensiv bewegt**, vier Jahre später ist der Prozentsatz von 42% **auf 25% gesunken**. Die Vermutung liegt nahe, dass sich in unseren Breitengraden ein ähnliches Bild abzeichnet. Bei der erwerbstätigen Bevölkerung der USA sieht es hingegen nicht besser aus: Mehr als 60 % der erwachsenen Bevölkerung bewegen sich zu wenig, **ein Viertel der Bevölkerung ist völlig inaktiv** (WORLD HEALTH ORGANISATION WHO: The world health report 1997, Genf (1997) in LARSEN 1998).

Die gesundheitsfördernde Wirkung körperlicher Aktivität gründet auf den **spezifischen biologischen Antworten** des menschlichen Körpers **auf Bewegungsreize**. Daran beteiligt sind fast alle Strukturen und Systeme des menschlichen Organismus. Neben den bekannten **positiven Wirkungen auf Herz-Kreislauf und Lungenfunktion** passt sich **auch das gesamte Bewegungssystem** zunächst funktionell, später strukturell den veränderten Anforderungen an: Mineralgehalt und Festigkeit der Knochen nehmen zu, Muskelkraft und

Ausdauer werden gesteigert, Gelenkmobilität und allgemeine Koordination erhöht. Hinzu kommt eine **breite Palette metabolischer, endokriner und immunologischer Antworten** (KUMAGAI et al. 1994, STICH et al. 1999, MALENFANT et al. 2001, GIPPINI et al. 2002, ESPOSITO et al. 2003, BRUCE et al. 2006). Schwer zu erfassen, aber mit Sicherheit vorhanden, sind die zahlreichen vorteilhaften Auswirkungen auf das **psychische Wohlbefinden** und das zwischenmenschliche, **soziale Verhalten**. Dieser Gesundheitsbonus durch Bewegung gilt für Männer und Frauen aller Altersstufen (BLAKE et al. 2000, RYAN 2000).

Die Risiken und Nebenwirkungen von zuviel körperlicher Aktivität und Sport stehen, aus volksgesundheitlicher Perspektive, in keinem Verhältnis zu den Gefahren des weitverbreiteten Bewegungsmangels. So kann das **allgemeine Herzinfarkttrisiko** durch regelmäßiges Training **auf ein Drittel gesenkt werden** (HOLLMANN 1987; PAFFENBERGER 1991). Dennoch gelten einige Vorsichtsregeln für Untrainierte oder Sportler, die nach einer längeren Pause das Training wieder aufnehmen.

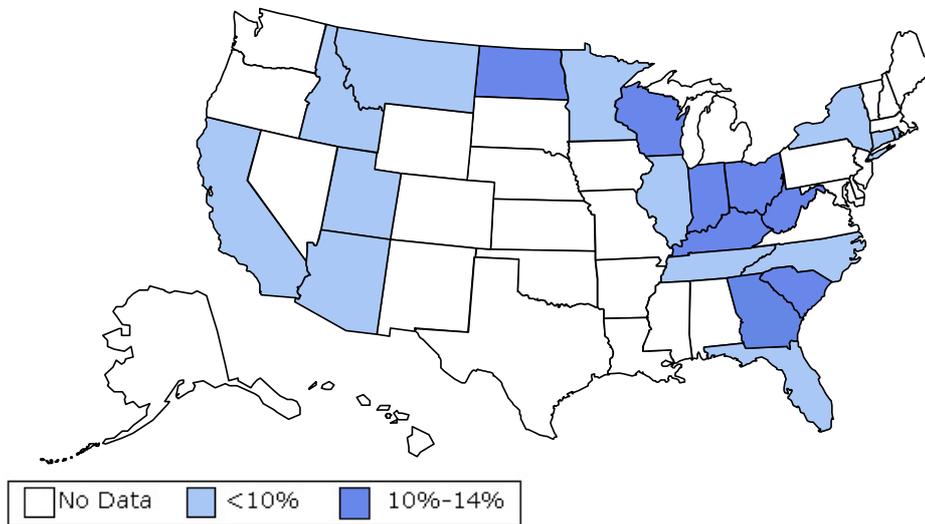
#### 4.12 Prävalenz und Therapie der Adipositas

Die gesamtgesellschaftliche Entwicklung der Adipositas in den westlichen Industrienationen wird seit Mitte der 80er verfolgt (Abb. 42 – 45). SCHNEIDER veröffentlichte 1996 in der Ernährungsumschau die Prävalenz der Adipositas für Westdeutschland, wonach **1990 bereits jede fünfte Frau als adipös (BMI > 30)** zu bezeichnen war. Fünf Jahre zuvor war es noch jede Sechste. Wenn diese gefährliche Tendenz weiter anhalten würde, müsste damit gerechnet werden, dass **in 20 bis 30 Jahren die Hälfte der Gesamtbevölkerung an Adipositas** leiden werde. Die Konsequenzen für das Sozialsystem und das Bruttosozialprodukt sind unberechenbar. **Diese Negativ-Entwicklung haben auch die Untersuchungen der Giessener Universitätssportmedizin** bei adipösen Jungen (APPEL 1996) und adipösen Mädchen (WU 2003) der Gesamtschule Busecker Tal eindrucksvoll **bestätigt**.

Viele Epidemiologen, Ökotrophologen und praktizierende Ärzte haben diese fortschreitende Gefahr für die Volksgesundheit bereits vor vielen Jahren erkannt und bieten seitdem **verschiedenste diätetische Adipositas-Therapien** an. **Auch die Krankenkassen** engagieren sich nach einer kurzen Auszeit Mitte der 90er Jahre wieder vermehrt in der **Adipositas-Prävention** und weisen eine vielfältige Palette an Aufklärungskonzepten auf.

## Obesity Trends\* Among U.S. Adults BRFSS, 1985

(\*BMI ≥30, or ~ 30 lbs overweight for 5'4" woman)

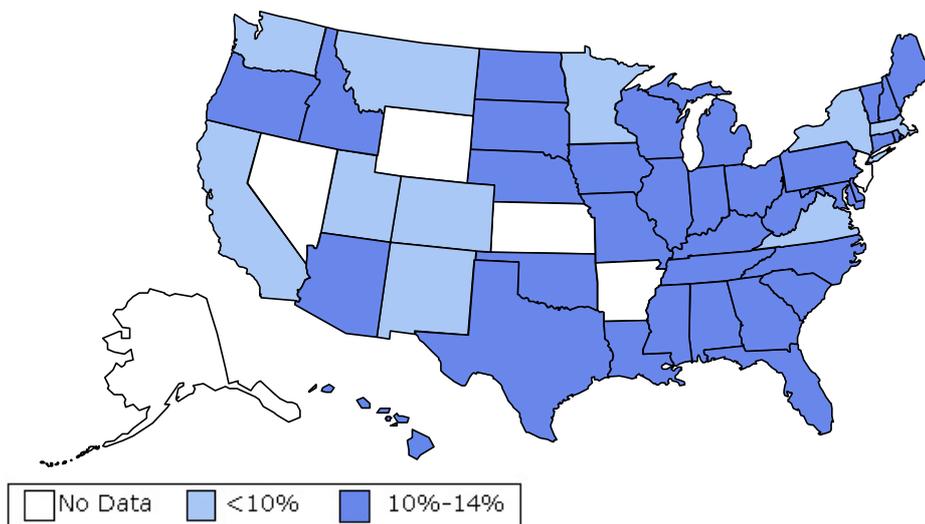


Source: Mokdad A H, et al. *J Am Med Assoc* 1999;282:16, 2001;286:10.



## Obesity Trends\* Among U.S. Adults BRFSS, 1990

(\*BMI ≥30, or ~ 30 lbs overweight for 5'4" woman)



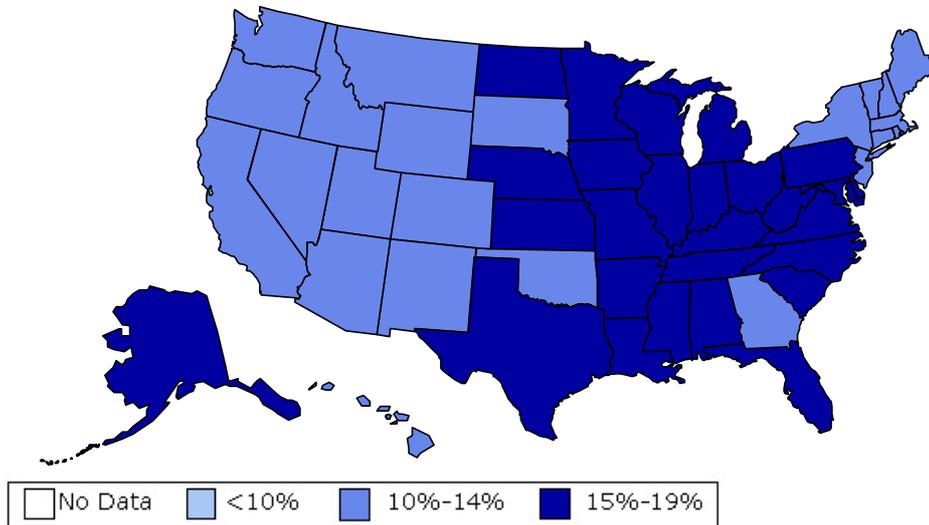
Source: Mokdad A H, et al. *J Am Med Assoc* 1999;282:16, 2001;286:10.



**Abb. 42 / 43:** Anteil der Übergewichtigen (BMI ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>) an der Gesamtbevölkerung der einzelnen Staaten der USA im Jahr 1985 und 1990 (Quelle: CDC, Mokdad, A.H. et al., Journal Am. Med. Assoc. 2001).

## Obesity Trends\* Among U.S. Adults BRFSS, 1995

(\*BMI ≥30, or ~ 30 lbs overweight for 5'4" woman)

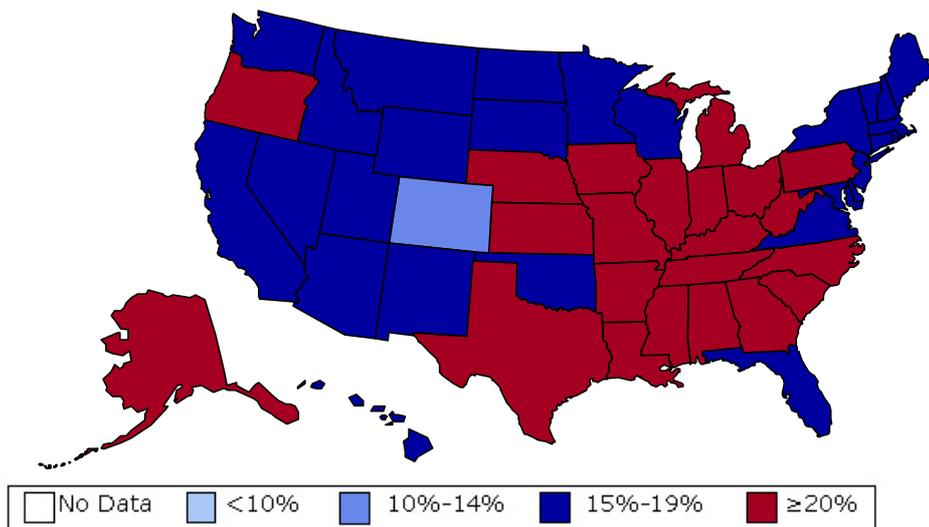


Source: Mokdad A H, et al. *J Am Med Assoc* 1999;282:16, 2001;286:10.



## Obesity Trends\* Among U.S. Adults BRFSS, 2000

(\*BMI ≥30, or ~ 30 lbs overweight for 5'4" woman)



Source: Mokdad A H, et al. *J Am Med Assoc* 1999;282:16, 2001;286:10.



**Abb. 44 / 45:** Anteil der Übergewichtigen (BMI ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>) an der Gesamtbevölkerung der einzelnen Staaten der USA im Jahr 1995 und 2000 (Quelle: CDC, Mokdad, A.H. et al., *Journal Am. Med. Assoc.* 2001).

Die **Fitnessbranche**, die seit Beginn der 90er Jahre unaufhaltsam auf den deutschen Markt drängt und sich in Anlehnung an Ergebnisse aus der Sport- und Gesundheitsforschung zunehmend von den Bodybuilding-Studios distanziert, erkannte ebenfalls diesen negativen Trend und entwickelte Konzepte, um **auch Übergewichtige zur Mitgliedschaft** und zum Sport zu gewinnen. Durch **die Verbindung von Bewegung und Ernährung** soll ein besonderes Maß an Gesundheitsförderung erzielt und somit die Adipositas therapiert werden.

Vielfach ist aber **besonders die Ernährungskonzeption von mangelnder Qualität gezeichnet**. Es fehlt an wissenschaftlich fundierten Hintergrundinformationen vor allem aus den Gebieten der Physiologie, Psychologie und Verhaltensforschung sowie an qualifiziertem Betreuungspersonal (HAUNER 2006). Studioleiter verlassen sich auf die natürliche positive Wirkung von Bewegung auf das Körpergewicht. Allerdings wird häufig **die Bewegung** - im Vordergrund das Ausdauertraining - **nicht mit der nötigen Häufigkeit, Dauer und vor allem richtigen Intensität betrieben**. Da das zugehörige Ernährungsverhalten nicht umgestellt wird, bleibt der Trainingserfolg aus und die Mitglieder verlieren schnell ihre Motivation (DGE 1992). Die Fitness- und Gesundheitsstudios verzeichnen somit eine **hohe Fluktuation von diesen meist adipösen Männern und Frauen**.

Zudem betonte LEVINE et. al. 2005 in beiden Publikation, dass **der tägliche Energieverbrauch maßgeblich von der Alltagsaktivität bestimmt** wird. Hierunter zählt die Belastung, der ein jeder jeden Tag durch Beruf, Haushalt und Familie ausgesetzt ist. Diese wird unter dem Begriff „**NEAT – non exercise activity thermogenesis**“ zusammengefasst und schließt Energieverbrauch durch Sport explizit aus. Durch Fahrt mit dem Fahrrad zur Arbeit, Benutzung von Treppen statt dem Lift und vermehrt Stehen statt Sitzen kann NEAT leicht **um bis zu 1500 kcal/Tag erhöht werden**. Nach Angaben von LEVINE et. al. 2005a ist die NEAT von Adipösen nun etwa 350 kcal / d geringer als bei schlanken Personen, wobei Übergewichtige bis zu 2 Stunden am Tag mehr Sitzen als normalgewichtige Personen. Energetisch fällt dabei eine in Dauer und Intensität minimal durchgeführte sportliche Belastung kaum ins Gewicht.

Die Basis für eine erfolgversprechende Adipositas-Therapie ist vielmehr eine **Veränderung der Lebens- und Ernährungsgewohnheiten**. Durch eine ergänzende Bewegungstherapie können Übergewichtige langfristig motiviert werden und erhalten durch den erhöhten Arbeitsumsatz einen gewissen Spielraum bei der täglichen Nahrungskomposition. Denn **nicht**

**der Verzicht, sondern die Einschränkung** ist der Grundpfeiler für eine erfolgreiche Behandlung (WIENKEN, KOHNHORST 1993, HAUNER 2006).

Ernährungswissenschaftler unterscheiden in diesem Zusammenhang **zwei Kontrollmöglichkeiten des Essverhaltens**: Während die **rigide Kontrolle** mit ihren radikalen Maßnahmen nach dem „Alles-oder-Nichts-Prinzip“ eine erhöhte Störanfälligkeit des Ernährungsverhaltens bewirkt, empfehlen Gesundheitsexperten eine **flexible Kontrolle** (NUBER 1992). In abgestuften und moderaten Maßnahmen sollen Ernährungsgewohnheiten langsam verändert werden. Wünsche sollen dabei nicht unterdrückt und Verzicht nicht erzwungen werden. Vielmehr soll bewusst und mit Zeit gegessen und dadurch Hungergefühle aktiv wahrgenommen werden (KLEIN et al. 2004).

Während strukturierte Ernährungskonzepte mit einem nicht unerheblichen finanziellen Aufwand für den Teilnehmer einhergehen, tendiert ein Großteil der Bevölkerung zu den **weniger kostspieligen Diäten aus Zeitschriften und Fernsehen**. Neben den bereits erwähnten Gefahren einer solch rigiden Kontrolle des Essverhaltens steht natürlich die Effektivität in Frage. Aus diesem Grund fordern viele Adipositas-Betroffene eine **finanzielle Unterstützung aus dem Sozialfond**.

Im Bezug auf Bewegung und Ernährung, möglicherweise auch Stressmanagement, sollte aber von jedem Einzelnen eine **Eigenverantwortlichkeit** gefordert werden. Das schließt die Bereitschaft ein, den finanziellen Aufwand selbst mitzutragen. Viele Menschen stecken problemlos beträchtliche Summen in die Freizeitgestaltung und in die Ferien. Wenn es um die eigene Prävention geht, wird meist eine **volle Kostenübernahme durch die öffentliche Hand** erwartet.

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Alle leistungsmedizinischen Untersuchungen haben bestätigt, daß **die regelmäßige Teilnahme am sportlichen Training einen großen präventiv-medizinischen Gesundheitswert besitzt** (HOLLMANN, HETTINGER 2000).

Die **vorliegende experimentelle Studie** über ein gesundheitsorientiertes Training in Verbindung mit einer entsprechenden Veränderung des Ernährungsverhaltens basiert auf den Ergebnissen von **61 Frauen im Alter von 23 bis 60 Jahren** und einem **mittleren Körpergewicht von  $90 \pm 18$  kg**.

**31 Probandinnen trainierten 6 Wochen lang die Grundlagenausdauer** und **30 Probandinnen** folgten **6 Wochen lang einem Kraftausdauertraining**.

Die **Eingangsuntersuchung** fand **Mitte Februar 2000** und die **Ausgangsuntersuchung** jeweils 6 Wochen später **Anfang April 2000** statt.

Die Untersuchungen, die Trainingsplangestaltung und Trainingsbetreuung habe ich persönlich vorgenommen.

**13 Frauen wurden zusätzlich am Lehrstuhl für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen** unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki untersucht.

Neben dem Training wurden die 61 Probandinnen **zweimal wöchentlich ernährungstherapeutisch** von einer geschulten Ernährungsberaterin **betreut**.

Die **eingangs gestellten Fragen** können somit auf der Grundlage meiner Untersuchungen **wie folgt beantwortet** werden:

**Zu 1:**

Beide Trainingsgruppen konnten in der recht kurzen Zeit effektiv Körpergewicht und Körperzusammensetzung positiv verändern. Während die Ausdauerprobandinnen mehr Körpergewicht reduzierten als die Kraftgruppe, hatten sie weniger Erfolg bei der Reduktion des Fettanteils. Vielmehr verloren die Ausdauertrainierenden einen erheblichen Anteil an Magermassensubstanz. Zweck der ernährungs- und bewegungstherapeutischen Maßnahmen ist es aber, den Körperfettanteil unter Erhalt der Magermassensubstanz zu reduzieren. Dieses Ziel konnten nur die Krafttrainierenden erfüllen, da sie teilweise sogar Magermassensubstanz aufbauten. Ausnahme bildeten drei Ausdauersportlerinnen, die sehr häufig und belastungsintensiver trainierten.

**Zu 2:**

Die Kraftprobandinnen trainierten bis auf das maximal 10 minütige Aufwärmen ausschließlich die Kraftausdauer. Während die positiven Veränderungen von Ruhepuls und Ruheblutdruck minimal waren, war die Verbesserung der Vitalkapazität recht hoch. Dies ist aber sicherlich eher auf eine verfeinerte Atemkoordination als auf physiologisch-anatomische Prozesse zurückzuführen. Ebenfalls leichte Verbesserungen konnte die Kraftgruppe im Bezug auf die kardio-zirkulatorische Leistungsfähigkeit verzeichnen. Diese höhere Belastbarkeit der Probandinnen war sowohl absolut (in Watt) als auch in Abhängigkeit zum Körpergewicht (in Watt/kg Körpergewicht) messbar.

**Zu 3:**

Bei allen untersuchten kardio-zirkulatorischen und kardio-pulmonalen Parametern verbesserten sich die Ausdauertrainierenden stärker als die Kraftgruppe. Bezüglich Ruheherzfrequenz und Ruheblutdruck waren diese Unterschiede allerdings minimal und auch der größere Trainingserfolg bei der Vitalkapazität nicht signifikant. Die Ausdauerleistungsfähigkeit beim Ergometertest zeigte aber erhebliche Unterschiede. Besonders in den hohen Herzfrequenzbereichen (PWC 150, PWC 170) war die Belastbarkeit im Gruppenvergleich signifikant verschieden.

**Zu 4:**

Der Trainingserfolg, also die positive Veränderung der Körperzusammensetzung, ist neben anderen Faktoren zu einem großen Teil von der Trainingshäufigkeit abhängig. So verloren diejenigen Probandinnen, die weniger als zweimal pro Woche trainierten, am wenigsten Körpergewicht und Körperfett. Bei den Kraftprobandinnen war zusätzlich ein direkter Zusammenhang zwischen der Anzahl der absolvierten Trainingseinheiten und dem Magermassenaufbau zu erkennen. Bei den Ausdauertrainierenden hingegen war dieses Verhältnis eher umgekehrt: Die Probandinnen mit einer Trainingshäufigkeit von dreimal pro Woche verloren wesentlich mehr Magermassensubstanz als die Wenigertrainierenden. Erst ab einer Trainingshäufigkeit von mehr als viermal pro Woche gelang es einigen Frauen, durch ein häufigeres und intensiveres Herz-Kreislauf-Training auch Magermassensubstanz aufzubauen.

**Zusammenfassend** lässt sich feststellen, dass die vorliegende Untersuchung **gute richtungsweisende Erfolge** erbrachte. Sie ermöglichte die genannten **Trainingsempfehlungen zur Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit** verbunden mit einer Gewichtsabnahme der Fettmasse bei Erhalt bzw. sogar **Aufbau der muskulären Magermasse bei adipösen Frauen**.

## SUMMARY

Previous research has confirmed that **regular physical exercise has an important role in preventive medicine concerning general health** (HOLLMANN, HETTINGER 2000).

The study at hand is about the effects of health orientated workout in conjunction with changes in individual diet. It is based on the examination of **61 women between 23 and 60 years old**, their mean **body weight being 90±18 kg**.

**31 subjects trained** according to a schedule to enhance **general endurance for 6 weeks**, whereas the other **30 subjects** followed a workout program **focusing on strength endurance**.

**The pre-test physical examination** of participating subjects took place **in February 2000**. A physical examination was repeated after the end of the respective training programme, i.e. six weeks later, in April 2000.

The development of the training programme, the supervision during the exercises as well as the physicals were conducted by the author of the presented study.

**13 women additionally underwent a physical examination at the faculty of sports medicine at the Justus-Liebig-University in Giessen**, supervised by Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki.

During the training programme, **all 61 women were seen and advised by a professional dietician twice a week**.

**Ad 1:**

In both experimental groups, body weight as well as body composition were altered favourably. The group following the programme for endurance was able to reduce more total body weight than the group training for strength endurance, but the former was less successful in reducing the proportion of body fat. The endurance group in fact lost a significant proportion of lean body mass. However, the intention of nutritional measures and therapeutical physical exercise is the reduction of body fat while maintaining the lean body mass. This aim could only be achieved by subjects training for strength endurance, who even put on lean body mass in some instances.

**Ad 2:**

In one group, subjects trained exclusively for strength endurance except for a 10-minute warm-up programme. Whilst favourable changes in resting pulse rate and resting blood pressure were minimal, the improvement in vital capacity was significant. This is rather brought on by a refined coordination of the breathing process than by physiological-anatomical processes. Furthermore, the endurance strength group showed slight improvements in cardio-vascular capacity. This improved capacity of subjects was demonstrated in absolute measurements (watts) as well as in dimensions related to the respective body weight (watts/kg body weight).

**Ad 3:**

All examined cardio-vascular and pulmonary parameters improved to a greater extent in the general endurance group than in the strength endurance group. Concerning resting heart rate, resting blood pressure and vital capacity, these differences were not significant. However, the endurance performance in ergometric testing showed huge differences. Both groups displayed a significant difference in capacity especially in the high range of heart rates (PWC 150/170).

**Ad 4:**

The success of physical exercise, i.e. the favourable alterations of the body composition, depends to a large extent on the frequency of training. Subjects, who trained less than twice per week, lost the smallest amount of body weight and body fat. Additionally, a direct correlation between the frequency of training and the build up of lean body mass was obvious in the strength endurance group. In the endurance group, this correlation seemed to be the other way round: subjects, who performed three trainings per week, lost significantly more lean body mass than subjects who trained less often. Only when training 4 times or more per week, a few women in the endurance group were able to build up lean body mass by means of a more frequent and more intense cardio-vascular training.

## 6 Literaturverzeichnis

**ANDERSEN, R.E., WADDEN, T.A., BARTLETT, S.J., ZEMEL, J., VERDE, T.J., FRANCHOWIAK, S.C.:**

Effects of lifestyle activity vs structured aerobic exercise in obese women: a randomized trial.

JAMA 281 (1999); 335 – 340.

**APPEL, B.:**

Das adipöse Kind im Sportunterricht – experimentelle sportmedizinische und theoretische sportdidaktische Aspekte.

Wissenschaftliche Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grundschulen der Justus-Liebig-Universität Giessen 1996.

**ASTRUP, A., GRUNWALD, G.K., MELANSON, E.L., SARIS, W.H.M., HILL, J.O.:**

The role of low-fat diets in body-weight control: a metaanalysis of ad libitum dietary intervention studies.

Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. 24 (2000), 1545 – 1552.

**BAKER, S., BARLOW, S., COCHRAN, W., FUCHS, G., KLISH, W., KREBS, N., STRAUSS, R., TERSHAKOVEC, A., UDALL, J.:**

Overweight children and adolescents: a clinical report of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition.

J Pediatr Gastroenterol Nutr 40 (2005), 533 – 543.

**BALDI, J.C., SNOWLING, N.:**

Resistance training improves glycaemic control in obese type 2 diabetic men.

Int J Sports Med 24 (2003), 419 – 423.

**BALLAR D.L., KEESEY, R.E.:**

A meta-analysis of the factors affecting exercise-induced changes in body mass, fat mass and fat-free mass in males and females.

Int Journ of Obes Relat Metab Disord 15 (1991), 717 – 726.

**BANZER, W., HOFFMANN, G.:**

Präventive Sportmedizin.

Perimed, Erlangen 1990.

**BÄSLER, K.H.:**

Wird man durch Kohlenhydrate dick?

Moderne Ernährung heute, Kompendium wissenschaftlicher Pressedienste 2, Köln 1997, 8 – 11.

**BERG, A., HALLE, M., BAUMSTARK, M., FREY, I., KEUL, J.:**

Einfluß und Wirkungsweise der körperlichen Aktivität auf den Lipid- und Lipoproteinstoffwechsel.

Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 42, 5 (1991), 224 – 231.

**BERG, A., HALLE, M., KEUL, J.:**

Cholesterinsenkung in der kardiovaskulären Prävention - Bewegung versus Medikament.

Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin Sonderheft 1 (1996), 177 – 182.

**BERG, A.:**

Krafttraining auch bei Kranken und Alten.

Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 54, 3 (2003), 69.

**BERG, A., PREDEL, H.G., LAGERSTRØM, D., FUCHS, R., HAMM, M.:**

M.O.B.I.L.I.S. – Sportmedizinisches Schulungsprogramm zur Therapie der Adipositas, Freiburg 2004.

**BERGER, M.:**

Diabetes und Süßwaren.

Moderne Ernährung heute, Kompendium wissenschaftlicher Pressedienste 1, Köln 1995, 8 – 11.

**BERGMANN, K.E., MENSINGK, G.B.M.:**

Anthropometric data and obesity - Körpermaße und Übergewicht.

Gesundheitswesen 1, Sonderheft 2 (1999), 115 – 120.

**BEUKER, F.:**

Leistungsprüfungen im Freizeit- und Erholungssport.

Sportmedizinische Schriftenreihe 12, Leipzig 1976.

**BIRGEL, M., HAUNER, H.:**

Moderne Therapie der Adipositas.

Kliniker 11, 27 (1998), 289 – 294.

**BLAIR, S.N., LA MONTE, M.J., NICHAMAN, M.Z. :**

The evolution of physical activity recommendations : how much is enough ?

Am J Clin Nutr 79 (2004), 913 – 920.

**BLAKE, A., MILLER, W.C., BROWN, D.A.:**

Adiposity does not hinder the fitness response to exercise training in obese women.

J Sports Med Phys Fitness 40 (2000), 170 – 177.

**BLUME, D.D., WINTER, R.:**

Der sportmotorische Test.

Medizin und Sport 24, 4 (1984), 117 – 120.

**BOECKH-BEHRENS, W.U., BUSKIES, W.:**

Gesundheitsorientiertes Fitneßtraining Band 2.

Wehdemeier & Pusch, Lüneburg 1995.

**BOECKH-BEHRENS, W.U., BUSKIES, W.:**

Gesundheitsorientiertes Fitneßtraining Band 1.

Wehdemeier & Pusch, Lüneburg 1996 (2. Auflage).

**BÖS, K., WYDRA, G., KARISCH, G.:**

Gesundheitsförderung durch Bewegung, Spiel und Sport.  
Beiträge zur Sportmedizin Band 38, perimed, Erlangen 1992.

**BÖS, K., SCHOTT, N.:**

Belastungsparameter beim Walking.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 48, 4 (1997), 145 – 154.

**BOSELLO, O., ZAMBONI, M.:**

Visceral obesity and metabolic syndrome.  
Obes Rev 1 (2000), 47 – 56.

**BOUTELLIER, U.:**

Die Atmung als leistungslimitierender Faktor bei Normalpersonen und Sportlern.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin Sonderheft 1 (1996), 216 – 219.

**BRASCHE, S.:**

Ernährungserhebung bei Erwachsenen in Erfurt 1991/92: Nährstoffaufnahme.  
Zeitschrift für Ernährungswissenschaften 36, 2 (1997), 133 – 142.

**BREHM, W.:**

Gesundheitsförderung durch sportliche Aktivierung. Qualitätsmerkmale, Programme,  
Qualitätssicherung.  
Sportwissenschaft 3, 1 (1997), 38 – 59.

**BRINGMANN, W.:**

Sport in der Prävention, Therapie und Rehabilitation.  
Barth, Leipzig 1985.

**BRUCE, R.B., THRUSH, A.B., MERTZ, V.A., BEZAIRE, V., CHABOWSKI, A.,  
HEIGENHAUSER, G.J.F., DYCK, D.J.:**

Endurance training in obese humans improves glucose tolerance, mitochondrial fatty  
acid oxidation and alters muscle lipid content.  
Am J Physiol Endocrinol Metab 290 (2006), Epub.

**BÜHL, A., ZÖFEL, P.:**

SPSS für Windows Version 6.1. Eine praxisorientierte Einführung in die moderne  
Datenanalyse.  
Addison-Wesley, Bonn 1996.

**CALLE, E.E., THUN, M.J., PETRELLI, J.M., RODRIGUEZ, C., HEATH, C.W.:**

Body-Mass Index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults.  
N Engl J Med 341 (1999), 1097 – 1105.

**CASSADY, S.L.:**

Validity of near infrared body composition analysis in children and adolescents.  
Med Sci Sports Exerc 25 (1993), 1185 – 1191.

**CASSADY, S.L.:**

Reliability of near infrared body composition analysis.  
Cardiopulm Phys Ther 7 (1996), 8 – 12.

**COLDITZ, G.A.:**

The economic costs of obesity.  
Am J Clin Nutr 55 (1992), 503 – 507.

**CORDS, G., HAMM, M.:**

Ernährung und Bewegung - sinnvoll aufeinander abgestimmt.  
Herz, Sport und Gesundheit 3, 1 (1986), 6 – 8.

**DAIG, R., STAIGER, H., LÖFFLER, G.:**

Pathophysiologie des Fettgewebes.  
Ernährungsumschau 46, 6 (1999), 208 – 214.

**DE GLISEZINSKI, I., CRAMPES, F., HARANT, I., BERLAN, M., HEJNOVA, J., LANGIN, D., RIVIÈRE, D., STICH, V. :**

Endurance training changes in lipolytic responsiveness of obese adipose tissue.  
Am J Physiol Endocrinol Metab 275 (1998), 951 – 956.

**DE GLISEZINSKI, I., MORO, C., PILLARD, F., MARION-LATARD, F., HARANT, I., MESTE, M., BERLAN, M., CRAMPES, F., RIVIÈRE, D. :**

Aerobic training improves exercise-induced lipolysis in SCAT and lipid utilization in overweight men.  
Am J Physiol Endocrinol Metab 285 (2003), 984 – 990.

**DESPEGHEL, M.W.:**

Untersuchungen zur Wirksamkeit von präventivmedizinischen Maßnahmen in der innerbetrieblichen Gesundheitsförderung – ein praktischer Ansatz zur Entwicklung eines präventivmedizinischen Konzepts zur Erreichung einer langfristigen gesundheitskonformen Verhaltensweise.  
Habilitationsschrift des Fachbereichs Psychologie und Sportwissenschaften der Justus-Liebig-Universität Giessen 2006.

**DEUTSCHE ADIPOSITAS GESELLSCHAFT:**

Leitlinien zur Adipositasbehandlung.  
Adipositas 16 (1998), 6 – 28.

**DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG:**

Ernährungsbericht 1992.  
Frankfurt am Main 1992.

**DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG:**

Leitlinien für die Ernährungsberatung.  
Bundesärztekammer, Köln 1994.

**DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG:**

Ernährungsbericht 1996.  
Frankfurt am Main 1996.

**DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG:**

Maßnahmen zur Gewichtsreduktion bei Erwachsenen.  
DGE-Beratungsstandards 1998.

**DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG:**

Ernährungsbericht 2000.  
Frankfurt am Main 2000.

**DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GESUNDES LEBEN:**

BIA-Messung und Interpretation, Teil II.  
Bickenbach 1995.

**DICKHUTH, H.H.:**

Bedeutung der Leistungsdiagnostik bei Ausdauer- und Sportsportarten.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, Sonderheft 1 (1996), 183 – 189.

**DICKHUTH, H.H., SCHLICHT, W.:**

Körperliche Aktivität in der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen - eine Standortbestimmung.  
Sportwissenschaft 3, 1 (1997), 8 – 22.

**DICKWACH, F.:**

Zu einigen Gründen für sportliche Inaktivität bei erwachsenen Bürgern einer Großstadt.  
Theorie und Praxis 35, 2 (1986), 122 – 127.

**DIEBSCHLAG, W.:**

Modern ernährt heißt leistungsfähig sein.  
Moderne Ernährung heute, Kompendium wissenschaftlicher Pressedienste 1, Köln 1995, 12 – 14.

**DITSCHUNEIT, H.H., FLETCHNER-MORS, M., JOHNSON, T.D., ADLER, G.:**

Metabolic and weight-loss effects of a long-term dietary intervention in obese patients.  
Am J Clin Nutr 69, (1999), 198 – 204.

**DOEHRING, TH.:**

Bewegungstherapie bei Diabetes mellitus.  
Zeitschrift für Physiotherapeuten 49, 9 (1997), 1515 – 1522.

**DÖRRHÖFER, R-P:**

BIA-Kompendium.  
Data-Input GmbH, Frankfurt 1995.

**DUGI, K.A.:**

Epidemiologie und Klinik der Adipositas.  
Klinikerarzt 11, 27 (1998), 282 - 288.

**EATON, A.W.:**

Comparison of four methods to assess body composition in women.  
Europ J Clin Nutr, 47 (1993), 353 – 360.

**EHRHARDT, M.:**

Möglichkeiten der Sporttherapie bei der Behandlung von Patientinnen mit Essstörungen.  
Herz, Sport und Gesundheit 4 (1988), Anhang 3 – 7.

**EISELE, R.:**

Sauerstoffaufnahme während Fahrrad- und Laufbandergometrie.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 47, 2 (1996), 54 – 60.

**ELMADFA, I., LEITZMANN, C.:**

Ernährung des Menschen.  
Ulmer, Stuttgart 1990.

**ESPOSITO, K., PONTILLO, A., DI PALO, C., GIUGLIANO, G., MASELLA, M., MARFELLA, R., GIUGLIANO, D.:**

Effect of weight loss and lifestyle changes on vascular inflammatory markers in obese women.  
JAMA 289, (2003), 1799 – 1804.

**EWBANK, P., DARGA, L., LUCAS, C.:**

Physical activity as a predictor of weight maintenance in previously obese subjects.  
Obes Res 3 (1995), 257 – 263.

**FLEGAL, K.M., CAROLL, M.D., OGDEN, C.L., JOHNSON, C.L.:**

Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2000.  
JAMA 288 (2002), 1723 – 1727.

**FLECHTNER-MORS, M., DITSCHUNEIT, H.H., JOHNSON, T.D., SUCHARD, M.A., ADLER, G.:**

Metabolic and weight loss effects of long-term dietary intervention in obese patients: four-year results.  
Obes Res 8 (2000), 399 – 402.

**FONTAINE, K.R., REDDEN, D.T., WANG, C., WESTFALL, A.O., ALLISON, D.B.:**

Years of life lost due to obesity.  
JAMA 289 (2003), 187 – 193.

**FÖRSTER, H.:**

Übergewicht - Folge eines gestörten Gleichgewichtes zwischen Energiebedarf und Nahrungszufuhr.  
Moderne Ernährung heute, Kompendium wissenschaftlicher Pressedienste 1, Köln 1995, 21 – 23.

**FRANZ, I., MELLEROWICZ H.:**

Vergleichende Messungen der PWC<sub>170</sub> mit Leistungsstufen von unterschiedlicher Größe und Dauer.  
Zeitschrift der Kardiologie 66 (1977), 670 – 674.

**FRICK, U.:**

Kraftausdauerverhalten im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus.  
Bundesinstitut für Sportwissenschaft Band 13, Köln, 1993.

**FRÖLEKE, H., GÜNSTER, K.H.:**

Alters- und leistungsabhängige Ernährung.  
Schneider, Hohengehren 1995.

**FRÖLEKE, H., GNECH, G., KRAUMSCHKE-JÜTTNER, J.:**

Gelassen essen – Diätstress vergessen. Teil 1: Hintergrund, Basis und Zielsetzung eines Programms zur Gewichtsreduktion unter besonderer Berücksichtigung gesundheitsfördernder Aspekte.

Ernährungsumschau 46, 11 (1999), 409 – 142.

**FRÖLEKE, H., GNECH, G., KRAUMSCHKE-JÜTTNER, J.:**

Gelassen essen – Diätstress vergessen. Teil 2: Evaluation eines Programms zur Gewichtsreduktion unter besonderer Berücksichtigung gesundheitsfördernder Aspekte.

Ernährungsumschau 46, 12 (1999), 447 – 451.

**GIPPINI, A., MATO, A., PAZOS, R., SUAREZ, B., VILA, B., GAYOSA, P., LAGE, M., CASANUEVA, F.F.:**

Effect of long-term strength training on glucose metabolism. Implications for individual impact of high lean mass and high fat mass on relationship between BMI and insulin sensitivity.

J Endocrinol Invest 6 (2002), 520 – 525.

**GONNERMANN, B., GENZ, J.:**

Untersuchung zur Körperzusammensetzung im Zuge der Gewichtsreduzierung.

35. Wissenschaftlicher Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Ernährung, Kiel, 19. – 20. März 1998.

**GRAF, C., ROST, R.:**

Herz und Sport.

Spitta, Balingen 2000.

**GRONEUER, K.-J., GILLAR, F.:**

Einfluß verschiedener Trainingsformen auf die Körperzusammensetzung von Frauen bei einer nährstoffkontrollierten Gewichtsreduktion.

Zeitschrift für Physiotherapeuten 50, 7 (1998), 1182 – 1188.

**HAMANN, A.:**

Genetik der Adipositas.

Kliniker 11, 27 (1998), 274 – 280.

**HAMMON, A.V.:**

Abnehmen mit mentalem Training und Diät.

Ernährungsumschau 41, Sonderheft (1994), 90 – 92.

**HAUNER, H.:**

Strategie der Adipositas therapie.

Internist 38 (1997), 244 – 250.

**HAUNER, H., WESTENHÖFER, J., WIRTH, A., LAUTERBACH, K.:**

Adipositas-Leitlinien für den behandelnden Arzt. Anwenderversion der Evidenz-basierten Leitlinie zur Behandlung der Adipositas in Deutschland.

Internet, 1998, ISBN 3-933740-02-9.

**HAUNER, H., WECHSLER, J.G., KLUTHE, R., LIEBERMEISTER, H., EBERSDOBLER, H., WOLFRAM, G., FÜRST, P., JAUCH, K.W.:**

Qualitätskriterien für ambulante Adipositasprogramme. Eine gemeinsame Initiative der Deutschen Adipositas-Gesellschaft, Deutsche Akademie für Ernährungsmedizin, Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin. Adipositas 10, 19 (2000), 5 – 8.

**HAUNER, H.:**

Adipositas – Klinik und Ernährungstherapie.  
In: SCHAUDER, P., OLLENSCHLÄGER, G.:  
Ernährungsmedizin.  
Urban & Fischer, München 2003.

**HAUNER, H., BUCHHOLZ, G., HAMANN, A., HUSEMANN, B., KOLETZKO, B., LIEBERMEISTER, H., WABITSCH, M., WESTENHÖFER, J., WIRTH, A., WOLFRAM, G.:**

Prävention und Therapie der Adipositas. Evidenzbasierte Leitlinie der Deutschen Adipositas-Gesellschaft, der Deutschen Diabetes-Gesellschaft, der Deutschen Gesellschaft für Ernährung und der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin.  
Internetveröffentlichung: [www.adipositas-gesellschaft.de](http://www.adipositas-gesellschaft.de), 2005.

**HAUNER, H.:**

Evidenzbasierte Therapie der Adipositas.  
Der Internist 47 (2006), 159 – 170.

**HASLAM, D.W., JAMES, W.P.:**

Obesity.  
Lancet 366 (2005), 1197 – 1209.

**HEILBRONN, L.K., NOAKES, M., CLIFTON, P.M.:**

Energy restriction and weight loss on very-low-fat diets reduce C-reactive protein concentrations in obese, healthy women.  
Arterioscler Thromb Vasc Biol 21 (2001), 968 – 970.

**HENRIK, K., LANGE, W.:**

Fat metabolism in exercise – with special reference to training and growth hormone administration.  
Scand J Med Sci Sports 14 (2004), 74 – 99.

**HEROLD, G.:**

Innere Medizin.  
Köln 2001.

**HETTINGER, TH.:**

Isometrisches Muskeltraining.  
Thieme, Stuttgart 1983.

**HICKNER, R.C., RACETTE, S.B., BINDER, E.F., FISHER, J.S., KOHRT, W.M.:**

Effects of 10 days of endurance exercise training on the suppression of whole body and regional lipolysis by insulin.  
J Clin Endocrinol Metab 85 (2000), 1498 – 1504.

**HOLLMANN, W.:**

Bewegungsmangel - kritisch betrachtet.  
Sportunterricht 36, 2 (1987), 55 – 65.

**HOLLMANN, W., HETTINGER, TH.:**

Sportmedizin - Arbeits- und Trainingsgrundlagen.  
Schattauer, Stuttgart 1990.

**HOLLMANN, W.:**

Zur gesundheitlichen Bedeutung von Training.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 42, 10 (1991a), 457 – 463.

**HOLLMANN, W.:**

Faul oder fit?  
In: RITZDORF, W.: Bewegung: Freizeitsport – Wohlbefinden – Fitnesstraining –  
Entspannung. Techniker Krankenkasse, Hamburg 1991b.

**HOLLMANN, W.:**

Die Bedeutung der Sportmedizin als Präventivmedizin.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin Sonderheft 1 (1996), 127 – 137.

**HOLLMANN, W., HETTINGER, TH.:**

Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin.  
Schattauer, Stuttgart 2000.

**HOROWITZ, J.F., KLEIN, S.:**

Lipid metabolism during endurance exercise.  
Am J Clin Nutr 72 (2000), 558 – 563.

**ISRAEL, S.:**

Sport, Herzgröße und Herz-Kreislauf-Dynamik.  
Sportmedizinische Schriftenreihe 3, Barth, Leipzig 1968.

**ISRAEL, S.:**

Sport und Herzschlagfrequenz.  
Sportmedizinische Schriftenreihe 21, Barth, Leipzig 1982.

**ISRAEL, S.:**

Optimierung der Lungenfunktion durch rationelle Atemtechnik während sportlicher  
Ausdaueranforderungen.  
Medizin und Sport 25, 8 (1985), 242 – 247.

**ISRAEL, S.:**

Muskelaktivität und Menschwerdung – technischer Fortschritt und Bewegungsmangel.  
Academia, Sankt Augustin 1995.

**JAKICIC, J.M., CLARK, K., COLEMAN, E., DONELLY, J.E., FOREYT, J.,  
MELANSON, E., VOLEK, J., VOLPE, S.L.:**

American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies  
for weight loss and prevention of weight regain for adults.  
Med Sci Sports Exerc 33 (2001), 2145 – 2156.

- JAKICIC, J.M., MARCUS, B.H., GALLAGHER, K.I., NAPOLITANO, M., LANG, W.:**  
Effect of exercise duration and intensity on weight loss in overweight, sedentary women. A Randomized Trial.  
JAMA 290 (2003), 1323 – 1330.
- JEFFERY, R.W., WING, R.R., SHERWOOD, N.E., TATE, D.F.:**  
Physical Activity and weight loss: does prescribing higher physical activity goals improve outcome?  
Am J Clin Nutr 78 (2003), 684 – 689.
- JUNG, K.:**  
Physiotherapeutische Aspekte sportlicher Betätigung im Alter.  
Zeitschrift für Physiotherapeuten 49, 9 (1997), 1501 – 1514.
- JÜRIMÄE, T., JÜRIMÄE, J., PHIL, E.:**  
Circulatory response to single circuit weight and walking training sessions of similar energy cost in middle-aged overweight females.  
Clin Phys 2 (2000), 143 – 149.
- KASPER, H.:**  
Ernährungsmedizin und Diätetik.  
Urban & Fischer, München 2003.
- KELLER, U., STÖCKLI, R.:**  
Fastenstoffwechsel – Stresstoffwechsel.  
In: SCHAUDER, P., OLLENSCHLÄGER, G.:  
Ernährungsmedizin.  
Urban & Fischer, München 2003.
- KEUL, J.:**  
Ernährung, Sport und muskelzelluläre Belastbarkeit.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin Sonderheft 1 (1996), 228 – 237.
- KIENS, B., ESSEN GUSTAVSSON, B., CHRISTENSEN, N.J., SALTIN, B.:**  
Skeletal muscle substrate utilization during submaximal exercise in men: effect of endurance training  
J Phys (1993), 469 – 475.
- KIM, J.H.:**  
Die PWC 170 im Kindes- und Jugendalter und ihre Beeinflussung für den Schul- und Vereinssport.  
Inaugural-Dissertation (Dr. phil.) am Institut für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen 1994.
- KLAUS, C.:**  
Krafttraining in der sportwissenschaftlichen Forschung: Dokumentation eines vom Bundesinstitut für Sportwissenschaft durchgeführten Workshops.  
Köln 1995.

**KLAUS, S., MEYERHOF, W.:**

Hunger entsteht im Gehirn – Die Neurobiologie des Essverhaltens.  
Ernährung im Fokus 1 (2001) 142 – 147, 176 – 179.

**KLEIN, S., BURKE, L.E., BRAY, G.A., BLAIR, S., ALLISON, D.B., PI-SUNYER, X., HONG, Y., ECKEL, R.H.:**

Clinical implications of obesity with specific focus on cardiovascular disease: a statement for professionals from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: endorsed by the American College of Cardiology.  
Circulation 110 (2004), 2952 – 2967.

**KLEMT, U., ROST, R.:**

Normwerte kindlicher Leistungsfähigkeit.  
In: ROST, R., S. STARISCHKA:  
Das Kind im Zentrum interdisziplinärer sportwissenschaftlicher Forschung.  
Erlensee 1986, 193 – 203.

**KLITGAARD, P.:**

Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle : a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds.  
Acta Physiologica Scandinavica 140 (1990), 41 – 45.

**KLOBUT, G., SCHNORR, P., MEDAU, H.J., NOWACKI, P.E.:**

Eingangsvoraussetzungen und Effektivitätsprüfungen von älteren Anfängern für eine Sport und Bewegungstherapie.  
In: ALFERMANN, D., SCHEID, V.:  
Psychologie und Sport, Band 26: Bericht über die Tagung des ASP vom 3. bis 5. September 1992 in Gießen.  
BPS-Verlag, Köln 1994.

**KRAEMER, W.J., VOLEK, J.S., CLARK, K.L., GORDON, S.E., INCLEDON, T., PUHL, S.M., TRIPLETT-McBRIDE, N.T., McBRIDE, J.M., PUTUKIAN, M., SEBASTIANELLI, W.J.:**

Physiological adaptations to a weight-loss dietary regimen and exercise programs in women.  
J Appl Physiol 83 (1997), 270 – 279.

**KRAKAMP, B., DIEFENBACH, G., MÜLLER-WIELAND, D.:**

Adipositasstherapie.  
Kassenarzt 11 (2001), 45 – 47.

**KRAUSE, R.:**

Gesundheit - Ernährung – Übergewicht.  
Herz, Sport und Gesundheit 3, 1 (1986), 19 – 20.

**KULAPUTANA, O., MACKO, R.F., GHIU, I., PHARES, D.A., GOLDBERG, A.P., HAGBERG, J.M.:**

Human gender differences in fibrinolytic responses to exercise training and their determinants.  
Exp Physiol 90 (2005), 881 – 887.

**KUßMAUL, B.:**

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) in einer epidemiologischen Studie  
Ernährungsumschau 43, 2 (1996), 46 – 48.

**KUMAGAI, S., SHONO, N., KONDO, Y., NISHIZUMI, M.:**

The effect of endurance training on the relationships between sex hormone binding globulin, high density lipoprotein cholesterol, apoprotein A1 and physical fitness in premenopausal women with mild obesity.  
Int J Obes Relat Metab Disord 4 (1994), 249 – 254.

**LAGERSTRØM, D., GRAF, J.:**

Die richtige Trainingspulsfrequenz beim Ausdauersport.  
Herz, Sport und Gesundheit 3, 1 (1986), 21 – 24.

**LAGERSTRØM, D., POHL, L.:**

Intensitätssteuerung mittels Pulsfrequenzmessungen bei der Sporttherapie mit Herz-Kreislauf-Patienten.  
Herz, Sport und Gesundheit 3, 1 (1986), Anhang 8 – 10.

**LAKÄMPER, M.:**

Sportliches Verhalten bei eßgestörten Frauen.  
Gesundheitssport und Sporttherapie 14 (1998), 8 – 11.

**LARSEN, C.:**

Prävention durch Bewegung.  
Zeitschrift für Physiotherapeuten 50, 6 (1998), 967 – 974.

**LEHMANN, M.:**

Unterschiede der aeroben Ausbelastung, der freien Plasmakatecholamine und energieliefernden Substrate während Fahrrad-, Laufband- und Gehbandergometrie.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 34, 6 (1983), 188 – 194.

**LEHMKUHL, G.:**

Eßstörungen... wie sie sich äußern, und was man tun kann.  
Moderne Ernährung heute, Kompendium wissenschaftlicher Pressedienste 2, Köln 1997, 38 – 40.

**LEIBEL, R.L., ROSENBAUM, M., HIRSCH, J.:**

Changes in energy expenditure resulting from altered body weight.  
N Engl J Med 332 (1995), 621 – 628.

**LEIDNER, A.:**

Gewichtsreduktionsprogramme unter der Lupe.  
Ernährungslehre und -praxis 9 (1996), B33 – 36.

**LEITZMANN, C., MÜLLER, C., MICHEL, P., BREHME, U., HAHN, A., LAUBE, H.:**

Ernährung in Prävention und Therapie.  
Hippokrates, Stuttgart 2003.

**LEVINE, J.A., LAMMINGHAM-FOSTER, L.M., McCRADY, S.K., KRIZAN, A.C., OLSON, L.R., KANE, P.H., JENSEN, M.D., CLARK, M.M.:**

Interindividual variation in posture allocation: possible role in human obesity.  
Science 307 (2005a), 584 – 586.

**LEVINE, J.A., KOTZ, C.M.:**

NEAT – non exercise activity thermogenesis – egocentric and geocentric environmental factors vs. biological regulation.  
Acta Physiol Scand 184 (2005b), 309 – 318.

**LIESEN, H.:**

Körperliche Belastung und Training im Alter.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 30, 7 (1979), 218 – 226.

**LÖFFLER, G.:**

Basiswissen Biochemie mit Pathobiochemie.  
Springer, Berlin 1999.

**LÖWE, B., HERZOG, W.:**

Eßstörungen aus internistisch-psychosomatischer Sicht.  
Kliniker 11, 27 (1998), 295 – 299.

**LORANI, A.:**

Der Muskelkater.  
MSI - Interdisziplinäre Schriftenreihe für Orthopäden, Rheumatologen und Neurologen der Deutschen Gesellschaft für Muskelkranke 2, 1 (2002), 1 – 8.

**LOWELL, B.B., SPIEGELMANN, B.M.:**

Towards a molecular understanding of adaptive thermogenesis.  
Nature 404 (2000), 652 – 660.

**MAES, H.H., NEALE, M.C., EAVES, L.J.:**

Genetic and environmental factors in relative bodyweight and human adiposity.  
Behaviour Genetics 27 (1997), 325 – 351.

**MALIK, S., WONG, N.D., FRANKLIN, S.S., KAMATH, T.V., L'HALIEN, G.J., PIO, J.R., WILLIAMS, G.R.:**

Impact of the metabolic syndrome on mortality from coronary heart disease, cardiovascular disease and all causes in US adults.  
Circulation 110 (2004), 1245 – 1250.

**MALENFANT, P., TREMBLAY, A., DOUCET, É, IMBEAULT, P., SIMONEAU, J.A., JOANISSE, D.R. :**

Elevated intramyocellular lipid concentration in obese subjects is not reduced after diet and exercise training.  
Am J Physiol Endocrinol Metab 280 (2001), 632 – 639.

**MAYER, F., GOLLHOFER, A., BERG, A.:**

Krafttraining mit Älteren und chronisch Kranken.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 54, 3 (2003), 88 – 94.

**McLEAN, K.P., SKINNER, J.S.:**

Validity of Futrex-5000 for body composition determination.  
J Am College Sport Med, 24 (1992), 253 – 258.

**MEDAU, H.J., NOWACKI, P.E.:**

Frau und Sport. Beiträge zu Sportmedizin.  
Band 19, perimed, Erlangen 1983.

**MEDAU, H.J., NOWACKI, P.E.:**

Die ergometrische Belastung von Frauen“  
Therapiewoche 34 (1984), 3873 – 3875.

**MEDAU, H.J., NOWACKI, P.E., AVENHAUS, H.:**

Die Beurteilung des Sportherzens im Wandel der Zeiten.  
Medizinische Welt 39 (1988), 13 – 23.

**MEDAU, H.J., NOWACKI, P.E.:**

Frau und Sport IV. Die olympischen Disziplinen der Frau im Sport.  
Band 41, perimed, Erlangen 1992.

**MELLEROWICZ, H.:**

Ergometrie. Grundriß der medizinischen Leistungsmessung für die Innere Medizin,  
Arbeitsmedizin, Sportmedizin, Versorgungsmedizin und Versicherungsmedizin.  
Urban & Schwarzenberg, München 1962

**MELLEROWICZ, H.:**

Ergometrie. Grundriß der medizinischen Leistungsmessung. 2. Auflage.  
Urban & Schwarzenberg, München 1975.

**MELLEROWICZ, H.:**

Ergometrie. Grundriß der medizinischen Leistungsmessung. 3. Auflage.  
Urban & Schwarzenberg, München 1979.

**MELLEROWICZ, H.:**

Der Kreislauf des Jugendlichen bei Arbeit und Sport.  
Basel, München, Paris 1981.

**MOKDAD, A.H.:**

Obesity Trends among U.S. Adults.  
J Am Med Assoc 10 (2001).

**MORO, C., PILLARD, F., DE GLISEZINSKI, I., HARANT, I., RIVIERE, D., STICH, V., LAFONTAN, M., CRAMPES, F., BERLAN, M. :**

Training enhances ANP lipid-mobilizing action in adipose tissue of overweight men.  
Med Sci Sports Exerc 37 (2005), 1126 – 1132.

**MÖLLER, H., NIESS, A.M.:**

Getränke im Sport.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 48, 9 (1997), 360 – 365.

**MÜLLER, M.J., ASBECK, J., MAST, M., LANGNÄSE, K., GRUND, A.:**

Adipositasprävention – ein Ausweg aus dem Dilemma.  
Ernährungsumschau 46, 12 (1999), 436 – 440.

**MÜLLER, M.J., MAST, M., LANGNÄSE, K.:**

Die Adipositasepidemie – Gesundheitsförderung und Prävention sind notwendige Schritte zu ihrer Eingrenzung.  
Ernährungsumschau 48, 10 (2001), 398 – 402.

**NEUMANN, B.:**

Maximale körperliche und kardio-zirkulatorische Leistungsfähigkeit und Muskelstoffwechsel bei Adipösen bei freiwilliger Nahrungskarenz und sportlicher Betätigung.  
Inaugural-Dissertation (Dr. med) der Universität zu Lübeck und der Justus-Liebig-Universität Gießen 1979.

**NEUMANN, G.:**

Nutzung des Ausdauertrainings zur Prävention von Gesundheitsstörungen.  
Theorie und Praxis 36, 1 (1987), 44 – 50.

**NEUMANN, G., ENGELHARDT, M.:**

Präventive Ausdauer – Primus inter pares?  
TW Sport und Medizin 6, 5 (1994), 321 – 326.

**NIELSEN, D.H.:**

Validation of the Futrex-5000 near-infrared spectrometer analyser for assessment of body composition.  
J Ortho Sport Phys Ther, 16 (1992), 281 – 287.

**NIESTEN-DIETRICH, U.:**

Wirkungen eines Geh-, Lauf- und Krafttrainings auf Leistungsfähigkeit und Fettstoffwechselfparameter.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 1 (1994), 18 – 20.

**NOACK, R.:**

Adipositas und Energieverwertung.  
Ernährungsumschau 39, 5 (1992), 195 – 199.

**NOACK, R.:**

Adipositas und Energieverwertung.  
Moderne Ernährung heute, Kompendium wissenschaftlicher Pressedienste 1, Köln 1995, 42 – 45.

**NOWACKI, N.S.:**

Entwicklung des sportmedizinischen Leistungsprofils beim Skilanglauf in Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht.  
Inaugural-Dissertation (Dr. med.) Christian-Albrechts-Universität zu Kiel in Verbindung mit der Justus-Liebig-Universität Giessen 1998.

**NOWACKI, P.E., UTHGENANNT, H.:**

Das Sportherz.

Physiotherapie, Sonderdruck 5, 67 (1976), 288 – 291.

**NOWACKI, P.E., SCHMID, E.:**

Über die sympathiko-adrenale Reaktion im Training und Wettkampf bei verschiedenen Sportarten.

Medizinische Welt 39, 21 (1970), 327 – 331.

**NOWACKI, P.E.:**

Die Objektivierung der körperlichen und kardio-pulmonalen Leistungsfähigkeit mit einfachen und komplizierten Methoden.

Physiotherapie 65 (1974), 663 – 666, 727 – 732, 792 – 795.

**NOWACKI, P.E.:**

Sportmedizinische und leistungsphysiologische Aspekte des Ruderns.

In: ADAM K., LENK, H., NOWACKI, P.E., RULFFS, M., SCHRÖDER, W.:

Rudertraining.

Limpert, Bad Homburg v.d.H. 1977, 251 – 615.

**NOWACKI, P.E.:**

Beurteilung körperlicher und biologischer Leistungsfähigkeit bei Schülerinnen und Schülern mit unterschiedlicher schulsportlicher Aktivität.

Therapiewoche 28 (1978), 5402 – 5424.

**NOWACKI, P.E.:**

Bessere Gesundheit und körperliche Belastbarkeit durch regelmäßiges Training in allen Altersbereichen.

Physikalische Therapie 1, 2 (1980), 2 – 5.

**NOWACKI, P.E.:**

Neue Aspekte der körperrgewichtbezogenen Fahrrad- und Laufbandergometrie für den Leistungs-, Breiten- und Rehabilitationssport.

In: KINDERMANN, W., HORT, W.:

Sportmedizin für den Breiten- und Leistungssport – Berichtsband Deutscher Sportärztekongress Saarbrücken 16.10.-19.10.1980 (1981), 255 – 267.

**NOWACKI, P.E., SCHÄFER, D.:**

Die Physical Working Capacity (PWC 170).

Therapiewoche 34, 6 (1984), Sonderdruck..

**NOWACKI, P.E., ALEFELD, G.:**

Training und Sport als Mittel der präventiven Medizin in der technisierten Umwelt.

Medizinische Welt 36 (1985), 886 – 894.

**NOWACKI, P.E., HEHRLEIN, F.W.:**

Effektivität des ambulanten Herzgruppen-Rehabilitationssports – Festschrift zum 10jährigen Bestehen 1976 – 1986.

Ambulanter Herzgruppen-Rehabilitationssport an der Professur für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen 1986.

**NOWACKI, P.E.:**

Unterschiede und Entwicklung der maximalen biologischen Leistungsfähigkeit sport- und nicht-sporttreibender Kinder und Jugendlicher.

In: RICKERT, H.:

Sportmedizin – Kursbestimmung, Kongressband 30 des deutschen Sportärztekongresses in Kiel 1986.

Berlin – Heidelberg – New York 1987, 75 – 84.

**NOWACKI, P.E.:**

Sportmedizinische Leistungsdiagnostik.

In: EBERSPÄCHER, H.:

Handlexikon Sportwissenschaft 1992, 237 – 246.

**NOWACKI, P.E.:**

Trainingssteuerung.

In: EBERSPÄCHER, H.:

Handlexikon Sportwissenschaft 1992, 504 – 507.

**NOWACKI, P.E., WU, N.:**

New Aspects of Cardiac Rehabilitation in Germany – Long-Term Results in Giessen.

In: MARTOS EVA (Eds): XXVII FIMS World Congress of Sports Medicine. Budapest (Hungary), June 5-9, 2002. Monduzzi Editore, Italy (2002) 175 – 181.

**NUBER, U.:**

Essen: Satt und unbefriedigt.

Psychologie heute, 1992.

**PAFFENBERGER, R.S.:**

Körperliche Aktivität, Leistungsfähigkeit, koronare Herzkrankheit und Lebenserwartung.

Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 42, 2 (1991), 60 – 69.

**PAPE, D.:**

Aktuelle Therapiekonzepte – Vergleich, Bewertung, Leitlinien.

Ernährungsumschau 48 (2001) Sonderheft 25 – 26.

**PATE, R.R., PRATT, M., BLAIR, S.N., HASKELL, W.L., MACERA, C.A., BOUCHARD, C., BUCHNER, D., ETTINGER, W., HEATH, G.W., KING, A.C.:**

Physical activity and public health : a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine.

JAMA 273 (1995), 402 – 407.

**PAVLOU, K., KREY, S., STEFFEE, W.:**

Exercise as an adjunct to weight loss and maintenance in moderately obese subjects.

Am J Clin Nutr 49 (1989), 1115 – 1123.

**PEETERS, A., BARENDREGT, J.J., WILLEKENS, F., MACKENBACH, J.P., AL MAMUN, A., BONNEUX, L.:**

Obesity in adulthood and its consequences for life expectancy: a life-table analysis.

Ann Intern Med 138 (2003), 24 – 32.

**PENZLIN, H.:**

Lehrbuch der Tierphysiologie.  
Fischer, Jena 1991.

**PETTE, D.:**

Das adaptative Potential des Skelettmuskels.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 50 (1999), 262 – 271.

**PFEIFFER, K., BUCKLITZSCH, W.:**

Die Tauglichkeitsuntersuchung bei Sporttauchern.  
Medizin und Sport 1 (1961), 86 – 89.

**PI-SUNYER, F.X.:**

A review of long-term studies evaluating the efficacy of weight loss in ameliorating disorders associated with obesity.  
Clin Ther 18 (1996), 1006 – 1035.

**POIRIER, P., DESPRES J.P.:**

Exercise in weight management of obesity.  
Cardiol Clin 19 (2001), 459 – 470.

**POLLOCK, M.L.:**

Effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes.  
J Appl Physiol 62, 2 (1987), 725 – 731.

**REHNER, G., DANIEL, H.:**

Biochemie der Ernährung.  
Spektrum, Heidelberg/Berlin 2002.

**REINDELL, H., KÖNIG, K., ROSKAMM, H.:**

Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens.  
Thieme, Stuttgart 1967.

**RIEDL, D.:**

Pädagogische Grundlagen in Präventionskursen - überflüssig oder unverzichtbar?  
Zeitschrift für Physiotherapeuten 50, 6 (1998), 984 – 990.

**RIECKERT, H.:**

Kreislauf.  
In: EBERSPÄCHER, H.:  
Handlexikon Sportwissenschaft.  
Hamburg 1992, 204 – 208.

**RISSANEN, P., VAHTERA, E., KRUSIUS, T., UUSITUPA, M., RISSANEN, A.:**

Weight change and blood coagulability and fibrinolysis in healthy obese women.  
Int J Obes Relat Metab Disord 25 (2001), 212 – 218.

**RITTNER, V.:**

Sport und Gesundheit.  
Sportwissenschaft 15, 2 (1985), 136 – 154.

**ROST, R., HOLLMANN, W.:**

Belastungsuntersuchungen in der Praxis.  
Schattauer, Stuttgart 1982.

**ROST, R.:**

Hochdruck und Sport. Teil IV: Hochdruck - Medikament und Sport.  
Herz, Sport und Gesundheit 3, 1 (1986), 36 – 37.

**ROST, R.:**

Lehrbuch der Sportmedizin.  
Deutscher Ärzteverlag, Köln 2001.

**ROTTKA, H.:**

Übergewicht - Fehleinschätzungen und Vorurteile.  
Moderne Ernährung heute, Kompendium wissenschaftlicher Pressedienste 1, Köln  
1995, 49 – 51.

**RYAN, A.S.:**

Insulin resistance with aging: effects of diet and exercise.  
Sports Med 5 (2000), 327- 346.

**SALE, J.E., McCARGER, L.J., CRAWFORD, S.M., TAUNTON, J.E.:**

Effects of exercise modality on metabolic rate and body composition.  
Clin J Sport Med 2 (1995), 100 – 107.

**SCHAFF, P.:**

Biomechanische Adaptation im Sport.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin Sonderheft 1 (1996), 273 – 280.

**SCHAUDER, P., OLLENSCHLÄGER, G.:**

Ernährungsmedizin.  
Urban & Fischer, München 2003.

**SCHEK, A.:**

Anorexie, Bulimie und Adipositas.  
Ernährungslehre und -praxis 4, B13 (2001).

**SCHEIBE, J.:**

Sportliches Training während der Kur.  
Volk & Wissen, Berlin 1986.

**SCHETTLER, G., STANGE, E., WISSLER, R.W.:**

Artherosclerosis – is it reversible?  
Springer, Berlin 1978.

**SCHLUMBERGER, A.:**

Optimierung von Trainingsstrategien im Schnellkrafttraining.  
Bundesinstitut für Sportwissenschaft Band 6 Köln 2000.

**SCHMIDT, S.:**

Die Ernährung des Sportlers gestern und heute.  
Herz, Sport und Gesundheit 3, 1 (1986), 16.

**SCHMIDT, R.F., THEWS, G.:**

Physiologie des Menschen.  
Springer, Berlin 1997.

**SCHMIDTBLEICHER, D.:**

Maximalkraft und Bewegungsschnelligkeit.  
Lampert, Bad Homburg 1980.

**SCHMIDTBLEICHER, D.:**

Kraftausdauer.  
In: RÖTHIG, P.:  
Sportwissenschaftliches Lexikon.  
Hofmann, Schorndorf 1983.

**SCHMIDTBLEICHER, D.:**

Strukturanalyse der motorischen Eigenschaft Kraft  
Lehre der Leichtathletik 30, Beilage zu Leichtathletik 35 (1984), 1785 – 1792.

**SCHMIDTBLEICHER, D.:**

Motorische Beanspruchungsform Kraft – Definition und Trainierbarkeit.  
In: OW, D., HÜNI, G.:  
Muskuläre Rehabilitation.  
Erlangen 1987, 62 – 85.

**SCHMIDTBLEICHER, D.:**

Entwicklung der Kraft und Schnelligkeit.  
In: BAUR, J., BÖS, K., SINGER, R.:  
Motorische Entwicklung.  
Beiträge zu Lehre und Forschung im Sport 106 (1994), 129 – 150.

**SCHMIDTBLEICHER, D.:**

Trainingsmethoden zur Steigerung der Muskelhypertrophie.  
In: KOMI, P.V.:  
Kraft und Schnellkraft im Sport (1994), 379 – 380.

**SCHMIDTBLEICHER, D., FRICK, U.:**

Kurzfristige und langfristige Regeneration nach Krafttraining.  
In: BUNDESINSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT:  
Jahrbuch 1997, Köln, 221-226.

**SCHNABEL, G., HARRE, D., BORDE, A.:**

Trainingswissenschaft: Leistung – Training – Wettkampf.  
Sportverlag, Berlin 1997.

**SCHNEIDER, R.:**

Relevanz und Kosten der Adipositas in Deutschland.  
Ernährungsumschau 43, 10 (1996), 369 – 375.

**SCHNEIDER, R., HESEKER, H.:**

Zusammenhang zwischen der Zucker-, Energie- und Fettaufnahme sowie der Verbreitung von Übergewicht. Teil 1: Zielstellung und Methodik.  
Ernährungsumschau 46, 8 (1999), 292 – 295.

**SCHNEIDER, R., HESEKER, H.:**

Zusammenhang zwischen der Zucker-, Energie- und Fettaufnahme sowie der Verbreitung von Übergewicht. Teil 2: Ergebnisse und Diskussion.  
Ernährungsumschau 46, 9 (1999), 330 – 335.

**SCHREIBER, H.:**

Lecher - Lehrbuch der Physik für Mediziner und Biologen.  
Teubner, Leipzig 1963.

**SCHRÖDER, E.M.:**

Richtige Ernährung im Alter.  
Zeitschrift für Physiotherapeuten 49, 9 (1997), 1535 – 1539.

**SCHULZ, C., LEHNERT, H.:**

Regulation der Nahrungsaufnahme.  
In: BIESALSKI, H.K., ADAM, O.:  
Ernährungsmedizin.  
Thieme 1999, 42 – 57.

**SCHWANDT, P., RICHTER, W.O.:**

Fettstoffwechselstörungen: praktische Ratschläge zur Ernährungsumstellung und Pharmakotherapie.  
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1992.

**SEPPELT, B.:**

Langzeiteffekte einer Ernährung mit fettreduzierten Lebensmitteln auf die Energieaufnahme und das Körpergewicht.  
Zeitschrift für Ernährungswissenschaften 35, 4 (1996), 369 – 377.

**SLAWIK, M., BEUSCHLEIN, F.:**

Genetik und Pathophysiologie der Adipositas.  
Der Internist 47 (2006), 120 – 129.

**SOBOTKA, R.:**

Energetische Kriterien für die Leistung beim Radfahren und Ergometer-Treten.  
Sportwissenschaft 10, 3 (1980), 299 – 308.

**SPLITT, B.:**

Adipositas - Ursachen und Therapie aus der Sicht der Diätassistentin.  
Ernährungsumschau 42, Sonderheft (1995), 72 – 77.

**STEGEMANN, J.:**

Leistungsphysiologie: physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports.  
Thieme, Stuttgart 1991.

**STEINIGER, J.:**

Gewichtsreduktion mit saccharose- oder süßstoffhaltiger Reduktionskost?  
Ernährungsumschau 42, 12 (1995), 430 – 437.

**STEVENS, J., CAI, J., PAMUK, E.R., WILLIAMSON, D.F., THUN, M.J., WOOD, J.L.:**

The effect of age on the association between body-mass index and mortality.  
N Engl J Med 338 (1998), 1 – 7.

**STICH, V., DE GLISEZINSKI, I., GALITZKY, J., HEJNOVA, J., CRAMPES, F., RIVIERE, D., BERLAN, M. :**

Endurance training increases the beta-adrenergic lipolytic response in subcutaneous adipose tissue in obese subjects.  
Int J Obes Relat Metab Disord 4 (1999), 374 – 381.

**STRAUZENBERG, S.E.:**

Gesundheitstraining: leistungsfähig – lebensfroh – aktiv bis ins hohe Alter.  
Volk & Gesundheit, Berlin 1982.

**STRAUZENBERG, S.E.:**

Sportmedizin - Grundlagen der sportmedizinischen Betreuung.  
Barth, Leipzig 1990.

**STROH, M:**

Methoden zur Erfassung der Körperzusammensetzung.  
Ernährungsumschau 42, 3 (1995), 88 – 94.

**STUNKARD, A.J., SORENSEN, T.I., HANIS, C., TEASDALE, T.W., CHAKRABORTY, R., SCHULL, W.J., SCHULSINGER, F.:**

An Adoption study of human obesity.  
N Engl J Med 314 (1986), 193 – 198.

**SZMEDRA, L., LE MURA, L.M., SHEARN, W.M.:**

Exercise tolerance, body composition and blood lipids in obese African-American women following short-term training.  
J Sports Med Phys Fitness 38 (1998), 59 – 65.

**TAMME, M.:**

Die Alters- und Geschlechtsspezifik von Muskeleigenschaften und deren Veränderung durch Krafttraining.  
Dissertation (Dr. phil.) der Friedrich-Schiller-Universität Jena 1994.

**TAMMELING, G.J., QUANJER, P.H.:**

Physiologie der Atmung - Band I.  
Thomae, Biberach a. d. Riss 1980.

**TAMMELING, G.J., QUANJER, P.H.:**

Physiologie der Atmung - Band II.  
Thomae, Biberach a. d. Riss 1984.

**TEGTBURG, U., MACHOLD, H., BUSSE, M.W.:**

Bewegungstherapie bei Adipositas.  
In: SCHAUDER, P., OLLENSCHLÄGER, G.:  
Ernährungsmedizin.  
Urban & Fischer, München 2003.

**TIEMANN, M.:**

Fitnessstraining als Gesundheitstraining.  
Hofmann, Schorndorf 1997.

**TIHANYI, J.A.:**

Die physiologischen und mechanischen Grundprinzipien des Krafttrainings.  
Leistungssport 17 (2002), 38 – 44.

**UHLENBRUCK, G., LAGERSTRØM, D., PLATEN, P.:**

Gesundheitsorientiertes Ausdauertraining.  
Echo, Köln 1994.

**ULMER, H.V.:**

Zur Methodik, Standardisierung und Auswertung von Tests für die Prüfung der körperlichen Leistungsfähigkeit.  
Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Schriftenreihe Med. 1, Köln Lövenich 1975, 1–93.

**VOLKERT, D.:**

Ernährung im Alter.  
UTB für die Wissenschaft 1948, Quelle und Meyer Wiesbaden 1997.

**VÖLKER, K.:**

Probleme der Belastungsintensität beim Freizeitsport.  
Herz, Sport und Gesundheit 1,1 (1984), Anhang 5 – 7.

**VÖLKER, K.:**

Abnehmen durch Sport.  
Herz, Sport und Gesundheit 3, 1 (1986), 12 – 14.

**VÖLKER, K.:**

Der Blutdruck beim Fahrradfahren.  
Herz-Kreislauf-Sport-Gesundheit 3 (1993), 10 – 13.

**VOSS, S.:**

Obesity as a major determinant of underreporting in a self-administered food frequency questionnaire: Results from the EPIC-Potsdam study.  
Zeitschrift für Ernährungswissenschaften 36, 3 (1997), 229 – 236.

**WAHLUND, H.:**

Determination of the physical working capacity.  
Acta med. scand. 132, Suppl. 215 (1948).

**WAIZENEGGER, M.:**

Prävention: Chance - Modell - Mode?  
Zeitschrift für Physiotherapeuten 50, 6 (1998), 976 – 978.

**WECHSLER, J.G.:**

Adipositas - Ursachen und Therapie aus der Sicht des Arztes.  
Ernährungsumschau 42, Sonderheft (1995), 69 – 72.

**WECHSLER, J.G., SCHUSDZIARRA, V., HAUNER, H., GRIES, F.A.:**

Therapie der Adipositas.  
Deutsches Ärzteblatt 93 (1996), 2214 – 2218.

**WECK, M.:**

Therapie der Adipositas unter besonderer Berücksichtigung des modifizierten Fastens.  
Ernährungsumschau 46 (1999) Sonderheft.

**WEICKER, H.:**

Biochemische, metabolische und muskuläre Adaptation durch regelmäßige körperliche  
Aktivität im höheren Alter.  
Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin Sonderheft 1 (1996), 240 – 248.

**WEINECK, J., REIJNDERS, R.J.R.:**

Ausdauertraining.  
Spitta, Balingen 1994.

**WEINECK, J.:**

Sportbiologie.  
Spitta, Balingen 1998.

**WELSCH, G.:**

Sportmedizinische Erkenntnisse aus dem Leistungssport für die effektive Gestaltung des  
Trainings zur Förderung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit.  
Medizin und Sport 14 (1974), 107 – 112.

**WESSENDORF, F.:**

Einsatz der near-infrared- und der Impedanz-Meßmethode zur body-composition-  
analysis in der Ernährungsberatung.  
Ernährungsumschau 41, 3 (1994), 119.

**WIENKEN, E., KOHNHORST, M.L.:**

Was macht Ernährungsberatung bei Adipositas so schwierig?  
Ernährungsumschau 40, 12 (1993), 476 – 479.

**WIRTH, A.:**

Adipositas: Epidemiologie, Ätiologie, Folgekrankheiten, Therapie.  
Springer, Berlin 2000.

**WOLFRAM, G.:**

Einfluß des Alters auf die Beziehung zwischen BMI und Mortalität.  
Deutsche Gesellschaft für Ernährung - Information 11 (1998), 168.

**WU, N.:**

Körperliche und kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit aller Schülerinnen vom 11. – 15. Lebensjahr der hessischen Gesamtschule Busecker Tal unter besonderer Berücksichtigung der Sportfähigkeit und des Gesundheitszustandes seit 24 Jahren (1979 – 2003).

Magisterarbeit des Fachbereichs Psychologie und Sport der Justus-Liebig-Universität Giessen 2003.

**WYDRA, G., KARISCH, G.:**

Zur Bedeutung der palpatorischen Pulsbestimmung im Gesundheitssport.

Herz, Sport und Gesundheit 7, 1 (1990), 4 – 7.

**WYDRA, G.:**

Gesundheitsförderung durch sportliches Handeln: sportpädagogische Analysen einer modernen Facette des Sports.

Hofmann, Schorndorf 1996.

**ZHAO, Z.:**

Qualitative und quantitative kardiorespiratorische Reaktion bei Trainierenden in Abhängigkeit von international standardisierten fahrradspiroergometrischen Belastungsverfahren im Sitzen.

Inauguraldissertation (Dr. med.) am Institut für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen 1995.

**ZIEGEWEIDT, A.:**

Gesundheitsrisiko Übergewicht?

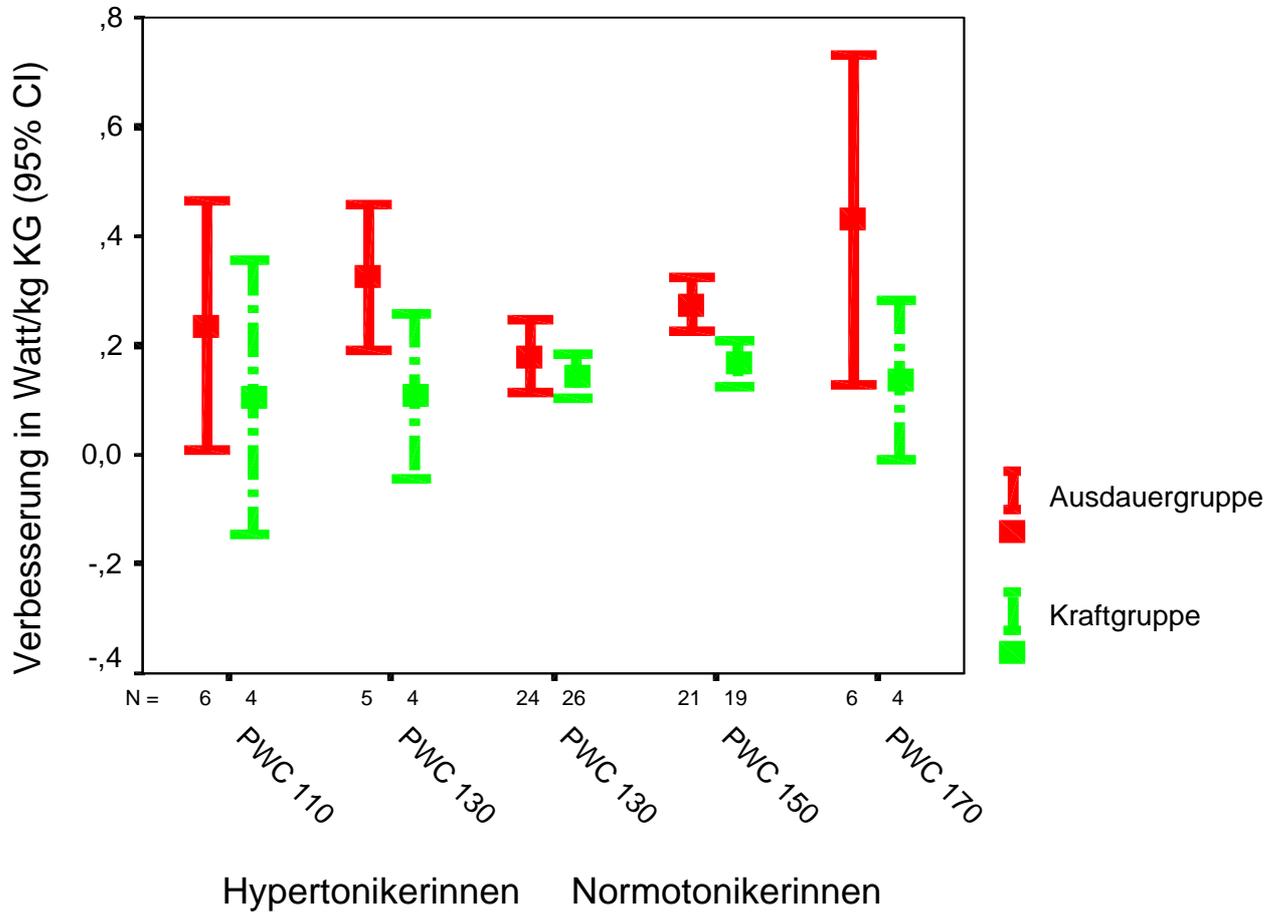
Herz-Kreislauf-Sport-Gesundheit 5 (1993).

**ZIMMERMANN, K.:**

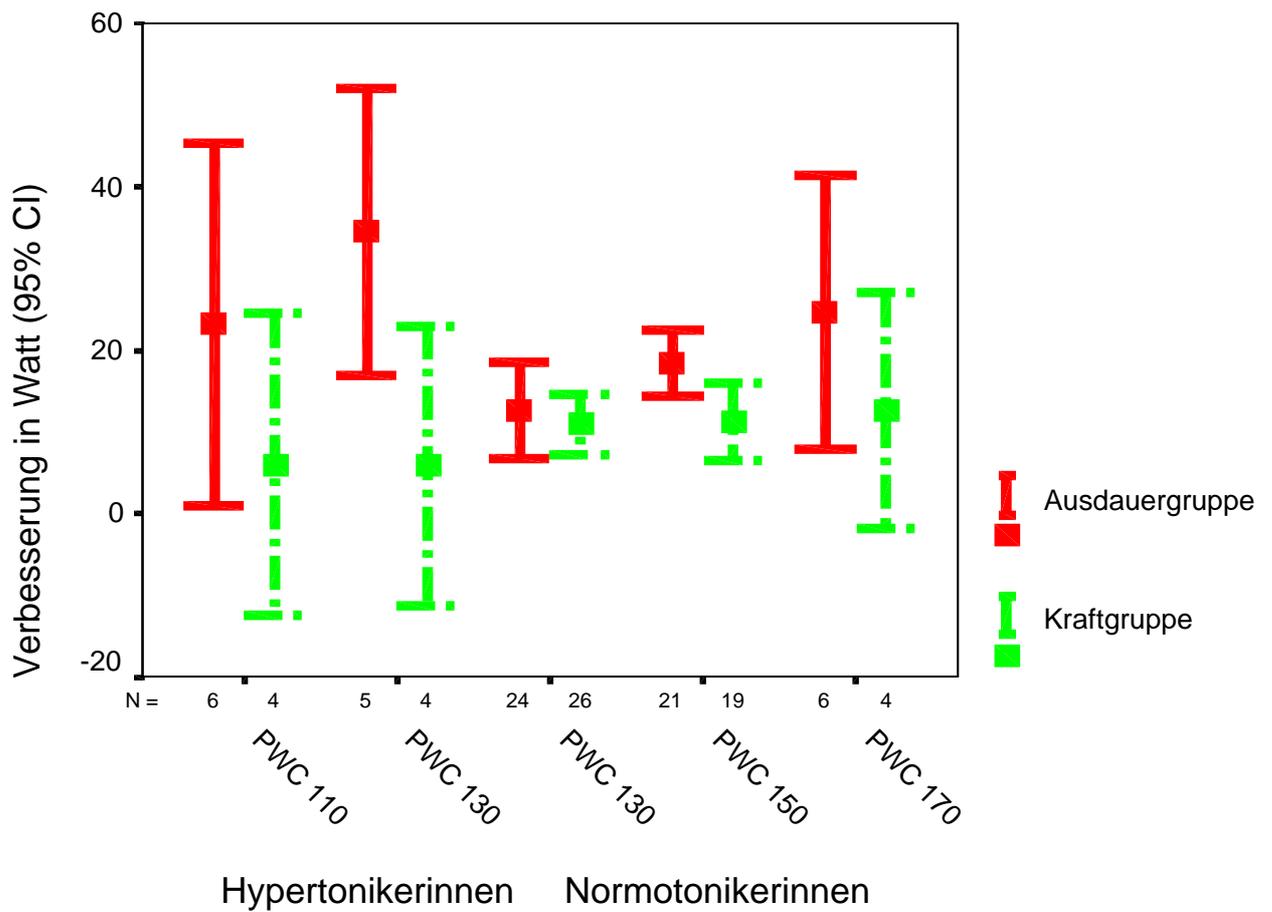
Gesundheitsorientiertes Muskelkrafttraining: Theorie-Empirie-Praxis-Orientierung.

Hofmann, Schorndorf 2000.

## 7 ANHANG



**Abb. 46:** Der mittlere Trainingserfolg als Verbesserung der relativen Ausdauerleistungsfähigkeit in Watt/kg KG (PWC 110, 130, 150, 170) – Kraft (grün) vs. Ausdauer (rot) – differenziert nach Normo- und Hypertonikerinnen



**Abb. 47:** Der mittlere Trainingserfolg als Verbesserung der absoluten Ausdauerleistungsfähigkeit in Watt (PWC 110, 130, 150, 170) – Kraft (grün) vs. Ausdauer (rot) - differenziert nach Normo- und Hypertonikerinnen

JUSTUS-LIEBIG-

UNIVERSITÄT  
GIESSEN

Lehrstuhl für Sportmedizin

Leiter: Univ.-Prof. Dr. med.

Paul E. Nowacki

Facharzt für Innere Medizin • Sportmedizin

## Anthropometrische Daten

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_ Geb.: \_\_\_\_\_ Größe(cm): \_\_\_\_\_

Parameter	Ersttest	2. Test	3. Test
Datum			
Trainer			

Ruhepuls (S/min)			
Ruhe-Blutdruck (mmHg)			

Körpergewicht (kg)				
Körperanalyse % (kg)	Fett			
	Mager			
	Wasser (l)			

Körperumfang (cm)				
Taille	Abst.:			
Hüfte	Abst.:			
Gesäß	Abst.:			
Oberschenkel 1	Abst.:			
Unterschenkel	Abst.:			

Lungenvolumen (ml)			
--------------------	--	--	--

PWC 130 (W/kg KG)			
PWC 150 (W/kg KG)			
PWC 170 (W/kg KG)			
Pulserholung 1`			
Pulserholung 2`			
Pulserholung 3`			

weitere persönliche Daten:

Art des Berufes:

Kunden-Nr.: \_\_\_\_\_

## Leistungsdiagnostik nach dem „Gießener Verfahren“

Trainingsziel:

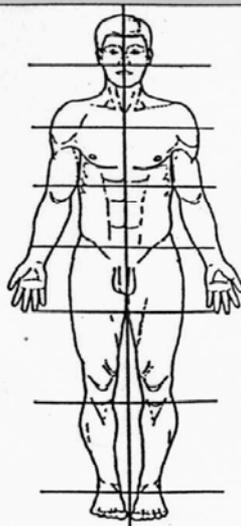
Zeit	Watt/kg KG	Watt	Herzfrequenz	Blutdruck
2'	0.5			
	1			
	1.5			
	2			
	2.5			
	3			
	3.5			
	4			
	4.5			
	5			

**Pulserholung**

Zeit	Watt	Herzfrequenz	Blutdruck
1'			
2'			
3'			
4'			
5'			

## Haltungsprotokoll

### Frontal-Ebene



- Kopfhaltung \_\_\_\_\_
- Schulter/Nackensym. \_\_\_\_\_
- Wirbelsäulenform \_\_\_\_\_
- Beckenstellung \_\_\_\_\_
- Armlängen \_\_\_\_\_
- Beinachsensymetrie \_\_\_\_\_
- Fußstellung \_\_\_\_\_

### Sagittal-Ebene



- Kopfhaltung \_\_\_\_\_
- Schulter/Nackensym. \_\_\_\_\_
- Wirbelsäulenform \_\_\_\_\_
- Beckenstellung \_\_\_\_\_
- Armlängen \_\_\_\_\_
- Beinachsensymetrie \_\_\_\_\_
- Fußstellung \_\_\_\_\_

Anmerkungen: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## EINGANGSFRAGEBOGEN

**Name:** \_\_\_\_\_ **Vorname:** \_\_\_\_\_ **Geb.:** \_\_\_\_\_

**Anschrift:** \_\_\_\_\_ **Tel.:** \_\_\_\_\_

**Wie sind Sie auf unser Untersuchungsprojekt aufmerksam geworden ?**

- |  |                                      |   |
|--|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Freunde /Bekannte | <input type="checkbox"/> Anzeige     | <input type="checkbox"/> Außenwerbung     |
| <input type="checkbox"/> interne Bewerbung | <input type="checkbox"/> Telefonbuch | <input type="checkbox"/> sonstiges: _____ |

### Trainingswünsche

**Wie oft und wie lange möchten und können Sie in unserer Einrichtung trainieren?**

angestrebte Häufigkeit: \_\_\_\_\_ Trainingstage/Woche  
 angestrebte Dauer: \_\_\_\_\_ Trainingsstunden/Woche

**Welche der folgenden Trainingsziele treffen für Sie zu?**

(Bitte nach Bedeutung zuordnen: 1 - 6)

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Allgemeine Verbesserung der Fitneß | <input type="checkbox"/> Linderung körperl. Beschwerden |
| <input type="checkbox"/> ausdauerbetontes HKL-Training      | <input type="checkbox"/> Gewichtsreduktion              |
| <input type="checkbox"/> Vorbereitung zu Ihrer Sportart     | <input type="checkbox"/> Haltungsverbesserung           |
| <input type="checkbox"/> Ergänzung zu Ihrer Sportart        | <input type="checkbox"/> Muskelaufbau                   |
| <input type="checkbox"/> Stressausgleich                    | <input type="checkbox"/> Figurtraining                  |
- sonstige Wünsche: \_\_\_\_\_

**Welche persönlichen Erwartungen haben Sie an das Training?**

(Bitte nach Bedeutung zuordnen: 1 - 3)

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Mir geht es hauptsächlich um die konkrete sportliche Leistung | <input type="checkbox"/> Ich möchte möglichst bald selbstständig trainieren können             |
| <input type="checkbox"/> Ich möchte eher angenehm und entspannt trainieren             | <input type="checkbox"/> Eine kontinuierliche Anleitung und Trainingskontrolle ist mir wichtig |
| <input type="checkbox"/> Ich bevorzuge ein Training im Kreise Gleichgesinnter          | <input type="checkbox"/> Ich wünsche Hintergrundinformationen zu Training und Gesundheit       |
- sonstige Erwartungen: \_\_\_\_\_

### Fitneßskala

**Mein aktuelles Fitneßniveau empfinde ich als**

- 1 ausgezeichnet     2 gut     3 mittel     4 schlecht     5 sehr schlecht

### sportliche Aktivitäten

#### Welche Sportarten betreiben Sie momentan ?

Sportart	seit...	Training/Woche	Freizeitsport	Leistungssport
_____	_____	_____	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
_____	_____	_____	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
nein				

#### Welche Sportarten betrieben Sie in der Vergangenheit ?

Sportart	von...bis	Training/Woche	Freizeitsport	Leistungssport
_____	_____	_____	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
_____	_____	_____	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Haben Sie bereits Fitneßtrainingserfahrungen ?  ja  nein

### Gesundheitliche Voraussetzungen

#### Haben Sie Beschwerden, Erkrankungen oder akute Verletzungen ?

1. Im Bereich des aktiven/passiven Bewegungsapparates ?  ja  nein

wenn, ja welche \_\_\_\_\_

2. Im Bereich der Inneren Organe oder des Stoffwechsels ?  ja  nein

wenn, ja welche \_\_\_\_\_

3. Nehmen Sie Medikamente ein ?  ja  nein  Präparat: \_\_\_\_\_

4. Sind schwerwiegende Familienerkrankungen bekannt ?  ja  nein

wenn, ja welche \_\_\_\_\_

5. Wann hatten Sie die letzte ärztliche Untersuchung ? \_\_\_\_\_

6. Gibt es ärztliche Bedenken bzgl. sportlichen Aktivitäten ?  ja  nein

### Lebensstil

Grad der sportlichen Betätigung:  keine  wenig  mittel  intensiv

Grad der körperlichen Betätigung:  wenig  mittel  intensiv

Art des Berufes: \_\_\_\_\_

Fühlen Sie sich in Ihrem Alltag gestreßt ?  öfters  manchmal  selten  nie

Die erhobenen Daten dienen ausschließlich der Planung Ihres Training und werden streng vertraulich behandelt!

JUSTUS-LIEBIG-

UNIVERSITÄT  
GIESSEN

Lehrstuhl für Sportmedizin

Leiter: Univ.-Prof. Dr. med.

Paul E. Nowacki

Facharzt für Innere Medizin • Sportmedizin

## AUSGANGSFRAGEBOGEN

Name:

Vorname:

**Welche der folgenden Trainingsziele glauben Sie erreicht zu haben?** (Bitte nach Bedeutung zuordnen)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Allgemeine Verbesserung der Fitness | <input type="checkbox"/> Linderung körperl. Beschwerden |
| <input type="checkbox"/> Ausdauerbetontes HKL-Training       | <input type="checkbox"/> Gewichtsreduktion              |
| <input type="checkbox"/> Vorbereitung zu Ihrer Sportart      | <input type="checkbox"/> Haltungsverbesserung           |
| <input type="checkbox"/> Ergänzung zu Ihrer Sportart         | <input type="checkbox"/> Muskelaufbau                   |
| <input type="checkbox"/> Stressausgleich                     | <input type="checkbox"/> Figurtraining                  |

**Welche sportlichen Aktivitäten betrieben Sie während des Inform-Programmes außerhalb Ihres Trainingsplanes?**

1. \_\_\_\_\_ Wie oft /Woche? \_\_\_\_ Wie lange /Einheit? \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_ Wie oft /Woche? \_\_\_\_ Wie lange /Einheit? \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_ Wie oft /Woche? \_\_\_\_ Wie lange /Einheit? \_\_\_\_\_

**Hätten Sie gerne mehr / weniger trainiert?**

- Nein
- Ja, ich hätte gerne \_\_\_\_\_ trainiert! Es ging aber nicht, weil \_\_\_\_\_

**Welche neuen Trainingsziele werden Sie formulieren?**

(Bitte nach Bedeutung zuordnen)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Allgemeine Verbesserung der Fitness | <input type="checkbox"/> Linderung körperl. Beschwerden |
| <input type="checkbox"/> Ausdauerbetontes HKL-Training       | <input type="checkbox"/> Gewichtsreduktion              |
| <input type="checkbox"/> Vorbereitung zu Ihrer Sportart      | <input type="checkbox"/> Haltungsverbesserung           |
| <input type="checkbox"/> Ergänzung zu Ihrer Sportart         | <input type="checkbox"/> Muskelaufbau                   |
| <input type="checkbox"/> Stressausgleich                     | <input type="checkbox"/> Figurtraining                  |

**Konnten Sie bereits nachteilige Verhaltensweisen bezüglich Ihrer Ernährung erkennen und gelang es Ihnen, Sie umzustellen?**

- Ja, ich konnte meine Ernährung positiv beeinflussen in folgenden Bereichen:
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- Nein, weil: \_\_\_\_\_

**Professur für Sportmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen**

Leiter: Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki  
Arzt für Innere Medizin, Sportmedizin

Kugelberg 62  
D-35394 Giessen

Telefon: 06 41/99 - 2 52 10/11/13  
Telefax: 06 41/99 - 252 19

**SPORTMEDIZINISCHER UNTERSUCHUNGSBEFUND**

Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki · Kugelberg 62 · D-35394 Giessen

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Sportmedizinische Untersuchung

geb.:   Jahre

Gewicht:  kg Größe:  cm

Sportart:

Verein:

Schule/Beruf:

Stunden Sport/Woche:

Klinischer Befund:

Ruheblutdruck:  mm Hg

- o. B. = ohne pathologischen Befund
- A = Befund liegt vor, Arztüberweisung notwendig
- B = Befund liegt vor, bereits in ärztlicher Behandlung
- X = Befund liegt vor, keine Behandlung erforderlich

Lungenfunktion: VK:  ml; 1-Sekundenkapazität:  %

Ruhe- und Ergo-EKG:

**Leistungsprüfung**

Die Belastung auf dem Fahrradergometer im Sitzen begann bei  Watt/kg =  Watt,  
Steigerung alle 2 Min. um  Watt/kg =  Watt bis zu  Min.  Watt/kg =  Watt.  
(Gießener Belastungsverfahren nach Prof. Dr. Nowacki)

Meßzeitpunkt	Hf/min.	RR mm Hg	Bemerkungen
Vorstart			
Submax. (nach 4 Min.)			
Letzte Bel.-Min.			
Erholung 1. Min.			
Erholung 5. Min.			
			PWC <sub>170</sub> : <input type="text"/> Watt

Körperliche Leistungsfähigkeit:

Kardio-zirkulatorische Erholungsfähigkeit:

Beurteilung der Sporttauglichkeit:

Sporttauglich       Sporttauglich mit Einschränkung       Sportverbot

Besondere Hinweise:

- 0 = nicht beurteilbar
- 1 = leistungsschwach
- 2 = ausreichende Leistung eines Untrainierten
- 3 = normale Leistung eines Untrainierten
- 4 = befriedigend trainiert
- 5 = gut trainiert
- 6 = sehr gut trainiert
- 7 = Hochleistungszustand

Nachuntersuchung vorgesehen:

\_\_\_\_\_  
Arzt

**Tab. 21:** Das 12 wöchige Ernährungskonzept INFORM – 9 Verhaltensstrategien, die stufenartig im 2-Wochen-Rhythmus vermittelt werden (Quelle: © INFORM-Konzept Ingrid Bruns 1995 (unveröffentlicht)).

Strategien	Medien	1.&2. Woche	3.&4. Woche	5.&6. Woche	7.&8. Woche	9.&10. Woche	11.&12. Woche
1 - Ich setze mir ein realistisches und klares Ziel	aktuelles Körperfoto	X	X	X	X	X	X
2 - Ich analysiere und erkenne mich selbst	Eß- und Bewegungsprotokoll	X (Wann und Warum esse ich?)	X (Wie esse ich? Kombiniert mit Strat. 6)	X	X	X (Was esse ich? Kombiniert mit Strat. 9)	X
3 - Ich denke positiv	positive Suggestionen per Kassette, mentales Training	X	X	X	X	X	X
4 - Ich baue durch gezielte Bewegung Fett ab	theoretische Grundlagen des Stoffwechsels	X	X	X	X	X	X
5 - Ich esse, wenn ich Hunger habe		X (Hungergefühle kennenlernen)	X	X	X	X	X
6 - Ich höre auf zu essen, wenn ich mich wohl fühle			X	X	X	X	X
7 - Ich finde meinen Eßrhythmus				X (bewußtes Verknüpfen der Strat. 5 und 6)	X	X	X
8 - Ich esse gesund und ausgewogen	Tafeln, Folien, Video mit Informationen zur Ernährungsphysiologie				X	X	X
9 - Ich esse fettarm und achte auf versteckte Fette	Ernährungsmöglichkeiten praktisch erfahren, Kochrezepte					X	X

## Erklärung

Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe.

Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Christian Schulz

## **Danksagung**

Für die großzügige Überlassung des Themas und die jederzeit hilfsbereite und freundliche Unterstützung während der Erstellung der Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. Paul E. Nowacki und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Professur für Sportmedizin der Justus Liebig Universität Gießen danken.

Weiterhin danke ich meinen Eltern, die mich jederzeit mit vollstem Engagement unterstützten und immer hinter mir standen.

## Lebenslauf

<b>Name:</b>	Christian Schulz	
<b>Geburtsdatum:</b>	17. 02. 1973	
<b>Geburtsort:</b>	Halle / Saale	
<b>Familienstand:</b>	ledig	
<b>Staatsangehörigkeit:</b>	deutsch	
<b>Schulbildung:</b>	1979 – 1987	Oberschule „Krupskaja“, Halle/Saale
	1987 – 1990	Gymnasium „Augustiner“, Friedberg
	1990 – 1993	Gymnasium „Ernst-Ludwig“, Bad Nauheim
<b>Studium:</b>	1993 – 1999	Studium der Biologie und Sportwissenschaften mit Abschluss des 1. Staatsexamens für Lehramt an Gymnasien, JLU Gießen
	1999 – 2005	Studium der Humanmedizin, JLU Gießen
<b>Berufstätigkeit:</b>	1990 – 1993	Stationsaushilfe im Altenwohnheim „Aeskulap“, Bad Nauheim
	1990 – 1995	freier Mitarbeiter der Stadtzeitung Bad Nauheim und der Wetterauer Zeitung
	1994 – 1995	Vorstandsmitglied des Leichtathletikvereins LSC Bad Nauheim
	1995 – 2001	Selbständiger Trainer und Sportlehrer
	2001 – 2005	Arzthelfer und Nachtwache im Klinikum Weilmünster
	2005 – 2006	Assistenzarzt Chirurgie Solothurn/Schweiz
<b>sonstiges:</b>	1980 – 1987	Violinausbildung am Konservatorium Georg-Friedrich-Händel, Halle/Saale
	1988 – 1995	Mitglied im Leichtathletikverein LSC Bad Nauheim
	14. 09. 1998	Spinninginstructor, Mad Dogg Athletics Inc.
	28. 03. 1999	Rückenschulleiter, Forum Gesunder Rücken

