

**Ambulante kardiale Rehabilitation in Deutschland  
unter besonderer Berücksichtigung der Langzeitergebnisse  
bei den Giessener Herzsportgruppen als Modell für die  
Einführung gesundheitspolitischer Strategien zur Bekämpfung  
der Koronaren Herzkrankheit (KHK) in China**

**Inaugural – Dissertation**

**Zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie (Dr. phil.) des Fachbereichs 06  
Psychologie und Sportwissenschaft  
der Justus-Liebig-Universität Giessen**

**Vorgelegt von  
Ning Wu, M.A.  
aus  
Taiyuan – CHINA**

**Giessen 2007**

**Aus dem**  
**Lehrstuhl für Sportmedizin**  
**(Ehemaliger Leiter: Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki, Em. 4 / 1973 – 3 / 2006)**  
**am**  
**Institut für Sportwissenschaft**  
**Zentrum für Innere Medizin**  
**der**  
**Justus-Liebig-Universität Giessen**

<b>Dekan:</b>	<b>Univ.-Prof. Prof. Dr. phil. Joachim Clemens Brunstein</b>
<b>Betreuer:</b>	<b>Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki</b>
<b>1. Berichterstatter:</b>	<b>Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki</b>
<b>2. Berichterstatter:</b>	<b>Univ.-Prof. Dr. med. Reinhard G. Bretzel</b>
<b>Tag der Disputation:</b>	<b>31. Oktober 2007</b>

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1	DIE ENTWICKLUNG DER DEUTSCHEN KARDIALEN REHABILITATION.....	1
1.2	GIESSENER HERZSPORTGRUPPEN 1976 – 2005 .....	19
1.3	KORONARE HERZERKRANKUNGEN IN CHINA .....	24
<b>2</b>	<b>FRAGESTELLUNG.....</b>	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>METHODIK.....</b>	<b>29</b>
3.1	UNTERSUCHUNGSGUT.....	29
3.2	UNTERSUCHUNGSABLAUF.....	31
3.3	UNTERSUCHUNGSVERFAHREN DER FAHRRADSPIROERGOMETRIE .....	42
3.4	MESSGRÖßEN .....	51
3.4.1	DIE KÖRPERLICHE BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT .....	51
3.4.1.1	Gesamtarbeit ( Wattminuten ).....	51
3.4.1.2	Maximale absolute Wattstufe ( Watt ).....	51
3.4.1.3	Maximale relative Wattstufe ( W/kg KG ) .....	51
3.4.2	DIE KARDIOZIRKULATORISCHE BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT .....	51
3.4.3	DIE RESPIRATORISCHE BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT .....	51
3.4.3.1	Vitalkapazität ( l ) und 1-Sek. Kapazität ( % ) .....	51
3.4.3.2	Atemfrequenz ( Af · min <sup>-1</sup> ) .....	52
3.4.3.3	Atemzugvolumen ( l ).....	52
3.4.3.4	Ateminutenvolumen ( l · min <sup>-1</sup> BTPS ).....	52
3.4.4	DIE KARDIORESPIRATORISCHE BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT .....	52
3.4.4.1	Absolute Sauerstoffaufnahme ( ml ) .....	52
3.4.4.2	Relative Sauerstoffaufnahme ( ml · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> STPD ) .....	52
3.4.4.3	Sauerstoffpuls ( ml · min <sup>-1</sup> STPD ) .....	53
3.4.4.4	Respiratorischer Quotient.....	53
3.4.4.5	Atemäquivalent .....	53
3.4.5	DIE METABOLISCHE BELASTBARKEIT ( LAKTAT MMOL/L ).....	53
3.5	STATISTIK .....	54
3.6	KRITIK DER METHODIK .....	55

3.7	INTERVALLISIERENDES AUSDAUERTRAINING DER GIESSENER UNIVERSITÄTS-HERZSPORTGRUPPEN .....	56
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>66</b>
4.1	DIE KÖRPERLICHE BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT VON KORONARKRANKEN – BEISPIELHAFT DARGESTELLT FÜR DIE AMBULANTEN HERZSPORTGRUPPEN DER JLU GIESSEN .....	66
4.1.1	GESAMTARBEIT IN WATTMINUTEN .....	66
4.1.2	MAXIMALE ABSOLUTE WATTSTUFE .....	70
4.1.3	MAXIMALE RELATIVE WATTSTUFE .....	73
4.2	DIE KARDIOZIRKULATORISCHE BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT VON KORONARKRANKEN – BEISPIELHAFT DARGESTELLT FÜR DIE AMBULANTEN HERZSPORTGRUPPEN DER JLU GIESSEN .....	76
4.3	DIE RESPIRATORISCHE BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT VON KORONARKRANKEN – BEISPIELHAFT DARGESTELLT FÜR DIE AMBULANTEN HERZSPORTGRUPPEN DER JLU GIESSEN .....	81
4.3.1	VIATALKAPAZITÄT UND 1-SEKUNDEN-KAPAZITÄT .....	81
4.3.2	MAXIMALES ATEMMINUTENVOLUMEN .....	84
4.3.3	MAXIMALE ATEMFREQUENZ .....	87
4.3.4	MAXIMALES ATEMZUGVOLUMEN .....	90
4.4	DIE KARDIORESPIRATORISCHE BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT VON KORONARKRANKEN – BEISPIELHAFT DARGESTELLT FÜR DIE AMBULANTEN HERZSPORTGRUPPEN DER JLU GIESSEN .....	93
4.4.1	MAXIMALE ABSOLUTE SAUERSTOFFAUFNAHME .....	93
4.4.2	MAXIMALE RELATIVE SAUERSTOFFAUFNAHME .....	96
4.4.3	MAXIMALER SAUERSTOFFPULS .....	99
4.5	DIE KARDIORESPIRATORISCHEN QUOTIENTEN VON KORONARKRANKEN – BEISPIELHAFT DARGESTELLT FÜR DIE AMBULANTEN HERZSPORTGRUPPEN DER JLU GIESSEN .....	102
4.5.1	MAXIMALES ATEMÄQUIVALENT .....	102
4.5.2	VENTILATORISCHER RESPIRATORISCHER QUOTIENT .....	105

4.6	<b>METABOLISCHE BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT VON KORONARKRANKEN – BEISPIELHAFT DARGESTELLT FÜR DIE AMBULANTEN HERZSPORTGRUPPEN DER JLU GIESSEN .....</b>	<b>108</b>
<b>5</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>110</b>
5.1	<b>DIE FUNKTIONSDIAGNOSTIK DER KÖRPERLICHEN BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT – AMBULANTE HERZSPORTGRUPPEN JLU GIESSEN .....</b>	<b>110</b>
5.2	<b>DIE FUNKTIONSDIAGNOSTIK DER KARDIOZIRKULATORISCHEN BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT – AMBULANTE HERZSPORTGRUPPEN JLU GIESSEN .....</b>	<b>114</b>
5.3	<b>DIE FUNKTIONSDIAGNOSTIK DER RESPIRATORISCHEN LEISTUNGSFÄHIGKEIT – AMBULANTE HERZSPORTGRUPPEN GIESSEN .....</b>	<b>116</b>
5.4	<b>DIE FUNKTIONSDIAGNOSTIK DER KARDIORESPIRATORISCHEN BELASTBARKEIT / LEISTUNGSFÄHIGKEIT – AMBULANTE HERZSPORTGRUPPEN GIESSEN .....</b>	<b>118</b>
5.5	<b>EINZELBEISPIEL – ERFOLG EINER LANGFRISTIGEN TEILNAHME EINES KHK-PATIENTEN AM AMBULANTEN HERZSPORT DER JLU GIESSEN.....</b>	<b>122</b>
<b>6</b>	<b>DIE AUSWIRKUNGEN DES MEDIZINISCH BETREUTEN KARDIALEN REHABILITATIONSSPORTS .....</b>	<b>125</b>
6.1	<b>AMBULANTER HERZSPORT IN DEUTSCHLAND .....</b>	<b>125</b>
6.2	<b>AMBULANTE REHABILITATION UND HERZSPORTGRUPPEN – EINE NEUE HERAUSFORDERUNG FÜR DIE VR CHINA .....</b>	<b>127</b>
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b><u>129</u></b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>135</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>160</b>
9.1	<b>KARTEIKARTE HERZSPORT.....</b>	<b><u>160</u></b>
9.2	<b>LEBENS LAUF .....</b>	<b><u>161</u></b>
9.3	<b>DANKSAGUNG.....</b>	<b>165</b>

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Die Entwicklung der deutschen kardialen Rehabilitation

Schon Ende der 50iger Anfang der 60iger Jahre des 20. Jahrhunderts begann der West-Berliner Sportmediziner *PD Dr. med. Harald Mellerowicz* ein **Gruppentraining** mit **Herzkranken**. Nach **sportmedizinischen Trainingsprinzipien** zwei bis dreimal / Woche für mehrere Monate wurden die Patienten auf dem **Fahrradergometer** im Sitzen belastet.

Wie in **Zusammenarbeit** mit der **Abteilung Kardiologie** ( Leiter: *PD Dr. med. Horst Schmutzler* ), der **I. Medizinischen Universitätsklinik** der **Freien Universität Berlin** im Städtischen Krankenhaus Westend, Berlin – Charlottenburg ( Ärztlicher Direktor:

*Prof. Dr. med. Dr. sc. h. c., Dr. med. vet. h. c. Hans Freiherr von Kreß von Kressenstein* ) und dem **Institut für Leistungsmedizin**, Forckenbeckstr. 20, Berlin – Schöneberg ( Leiter: *Prof. Dr. med. Harald Mellerowicz* ) festgestellt wurde, hatte sich die **Belastbarkeit** der Herzpatienten, vor allem auch ihre **Atemökonomie**, deutlich **verbessert** ( **MELLEROWICZ 1956, MELLEROWICZ 1962; MELLEROWICZ, WEIDENER, JOKL 1974** ).

Diese ersten Berliner Forschungsarbeiten und **fahrradergometrischen Trainingstherapien** mit **Herzkranken** wurden aber nicht als „**außerklinischer Herzsport**“ in der Bundesrepublik Deutschland wahrgenommen ( **WEIDENER 1975; KRASEMANN 1976** ).

Erst die **Initiative** des Baden-Württemberger Arztes, *Dr. med. Karl-Otto Hartmann* **1965** in **Schorndorf**, Patienten nach überstandenen Herzinfarkt, also **Koronarkranke**, mit einem **wöchentlichen körperlichen Übungs- oder Sportprogramm** in eine **vereinsinterne Behindertensportgruppe** zu integrieren, wird als **Geburtsstunde** der **ambulanten Herzinfarktsportgruppen** in der Bundesrepublik Deutschland angesehen ( **HARTMANN 1980; RAABE 1995; LOTZ 1995; GRAF, BJARNASON-WEHRENS, LÖLLGEN 2004** ).

Damit hatte Deutschland Anschluss an die **historische Entwicklung** der **Bewegungstherapie** als anerkannte Behandlungsform bei **chronisch Herzkranken** gefunden.

Erinnert sei an den **Beginn vor ca. 235 Jahren**, als der englische Arzt *William Heberden* **1772** eine **körperliche Bewegungstherapie** zur **Behandlung** der **Angina pectoris** empfahl. Auch die danach weit über ihre Landesgrenzen berühmten Ärzte und Herzmediziner *Christoph Wilhelm Hufeland* **1796** aus Langensalza ( Thüringen ) und der Engländer

**W. Stokes 1855** berichteten über **günstige Auswirkungen** einer vermehrten **körperlichen Aktivität** auf verschiedene Formen / Stadien von **Herzerkrankungen**.

Besonders die Monographie von **HUFELAND 1796** „*Makrobiotik oder die Kunst, sein Leben zu verlängern*“, muss aus dem Blickpunkt der Erfolge des ambulanten Herzsports mit der Verbesserung der körperlichen Belastbarkeit und Verlängerung der Lebenszeit von Koronarkranken als vorausschauendes zukunftsorientiertes medizinisches Grundlagenwerk betrachtet werden.

Gleiches gilt für die Anlage des **Kurweges** in den **Weinbergen oberhalb Merans / Tirol** durch *Dr. med. Franz Tappeiner* in der Mitte des 19. Jahrhunderts ( **Abb. 1** ).



**Abb. 1: Denkmal von Dr. med. Franz Tappeiner am Beginn des von ihm angelegten Kurweges, in dem der Arzt Dr. med. M. J. Oertel ab 1875 „Terrainkuren“ mit Bewegungstherapie für Herzranke durchführte.**

In diesem führte der Arzt *Dr. med. M. J. Oertel* ab **1875** erstmals „**Terrainkuren**“ in Verbindung mit einer **Bewegungs-** und **Traubensaft-Trinkkur** mit beachtlichen therapeutischen Erfolgen für **Herzranke** durch. So beschrieb **OERTEL 1891** eine Senkung der Pulsfrequenz und des Blutdrucks während sowie nach einer solchen Bewegungstherapie mit Herzranke. Der frische **Traubensaft** wirkte **diuretisch** und **steigerte** über seinen **Mineralgehalt**, besonders Kalium, die **Kontraktionskraft** des **Herzmuskels**.

Seine Methode der Bewegungstherapie in Verbindung mit einem moderaten Bergsteigen wurde dann in den Gebirgsländern Österreich, Schweiz und Bayern mit entsprechenden Erfolgen bei Herzkranken in sogenannten „*Terrain Curorten*“ praktiziert.

Viel zu spät hat man sich erst Ende der 60iger Jahre des 20. Jahrhunderts im Rahmen der Behandlung von **chronisch Herzkranken**, besonders bei der **Prophylaxe** ( **Abb. 2** ) und **Rehabilitation**, an diese von OERTEL wissenschaftlich belegten Erkenntnisse erinnert ( **KRASEMANN, DONAT 1981** ).



**Abb. 2: Professor Nowacki vor der Begehung des Tappeiner-Kurweges für Herzkranken 1995 in den Weinbergen des Dorfes Tirol oberhalb Merans mit seiner Frau, die den frisch gepressten Traubensaft – ein kardiales Therapeutikum ! – nach den Empfehlungen des Arztes OERTEL 1891 trinkt.**

Leider geriet durch die Umwälzungen des 1. Weltkrieges ( 1914-1918 ) diese **Bewegungstherapie** in den **Gebirgskurorten** in **Vergessenheit**. Im Gegenteil, die von **EDENS 1929** in Deutschland und später durch den amerikanischen Kardiologen **FRIEDBERG 1972** mit großer Entschlossenheit durchgesetzte „*Ruhetherapie*“ bei **Herz- und Kreislaufkrankheiten**, z.B. viele Wochen Bettruhe nach einem Herzinfarkt, Vermeiden jeglicher körperlicher und geistiger Anstrengungen, also absolute „**Schonhaltung**“ des

Herzkranken prägte das therapeutische Handeln der Ärzte, speziell auch der Kardiologen bis zum Anfang der 70iger Jahre des vorigen Jahrhunderts ( **NOWACKI 1981, RAABE 1995** ).

So soll im Rahmen dieser sportmedizinischen Dissertation über die **Effektivität des kardialen Rehabilitationssports** darauf hingewiesen werden, dass MEDAU, NOWACKI, AVENHAUS 1988 in ihre grundlegenden Arbeit über „*Die Beurteilung des Sportherzens im Wandel der Zeiten*“, bei der Auswertung des Schrifttums seit Beginn des 20. Jahrhunderts feststellten, dass auch die Betrachtung des **Sportherzens** stets eine **Gratwanderung** war zwischen der **Wertung** einerseits als ein physiologisch angepasstes, extrem **leistungsfähiges** und **gesundes Herz** ( **REINDELL, KLEPZIG, MUSSHOF 1960** ) und **andererseits** als ein **erkranktes Organ** oder zumindest als ein Herz, welches grenzwertig zum Pathologischen eingestuft wurde ( **FRIEDBERG 1972** )

Anknüpfend an die erwähnten historischen positiven Erfahrungen der Terrainkuren mit Herzkranken hatten Ende der 50iger Jahre **GOTTHEINER 1956** in Israel und **KARVONEN 1957** in Finnland ( **NOWACKI 1986, HOPF u. Mitarb. 1989, HALHUBER u. Mitarb. 1992** ) **wichtige Anstöße** zur Bewegungstherapie mit Koronarkranken gegeben. Diese Rehabilitationsärzte versetzten durch ihre frühen **ambulanten** und **intensiven Trainings- und Übungsformen** mit den Patienten schon 3 bis 4 Wochen nach überstandenen Infarkt die Kardiologen / Sportmediziner in den anderen europäischen Ländern in Erstaunen.

Das positive Echo führte letztlich **1971** zur Entwicklung des „**Hamburger Modells**“, in dem die Behandlung von **Patienten mit koronaren Herzkrankheiten ( KHK )** im Rahmen von allgemeinen **Sportvereinen am Wohnort** durchgeführt wurde ( **BOCK u. Mitarb. 1980; KRASEMANN, DONAT 1981; KINDERMANN 1983** ).

Seitdem sind die ambulanten Herzsportgruppen in Deutschland ein unverzichtbarer Bestandteil der umfassenden Rehabilitation einschließlich der Sekundärprävention von Herz-/ Kreislaufkrankungen geworden.

In zahlreichen Arbeiten wird nachgewiesen, dass die zielgerichtete **Bewegungstherapie**, sowohl die **Prognose nach überstandenem Herzinfarkt verbessert**, als auch im Sinne der Sekundärprävention von Herz- / Kreislaufkrankungen ein bewährtes Therapiekonzept darstellt ( **KRASEMANN, DONAT 1981; LUCK, RÖSLER 1983; ROST 1984;**

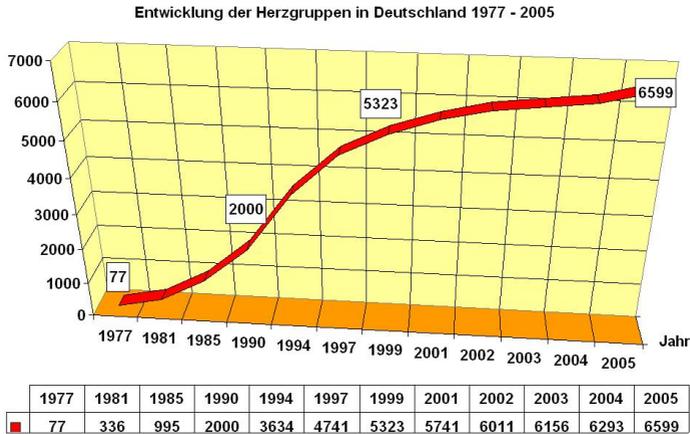
**LAGERSTRÓM 1987; TRAENCKNER 1988; DONAHUE, ABBOTT, REED, YANO 1988; HOPF, BECKER, KALTENBACH 1989; COATS u. Mitarb. 1993 ).**

Die Effektivität solcher Koronarsportgruppen hat auf den physischen und psychischen Wiederaufbau von Herzpatienten positive Auswirkungen ( **MELLEROWICZ, WEIDENER, JOKL 1974; KÖNIG, DIETERLE, BRUSIS 1977; DITTER, NOWACKI, SIMAI 1978; BERG, KEUL 1980; WEIDEMANN 1980; 1991; NOWACKI 1981; 1992; PIEHL 1981; ROST 1981; KRASEMANN 1982; HALHUBER 1982; HOLLMANN, ROST, DUFAUX, LIESEN 1983; HAGBERG, ESHANI, HOLLOSZY 1983; LÜBS 1984; SCHAUER, ORSCHEKOWSKI, BOSSE, CLAUS, HIMMEL 1985; BLOSS 1986; KOCH, BROUSTET 1993 )**, was zur Folge hatte, dass eine immer größer werdende Zahl von ambulanten Koronarsportgruppen gegründet wurde ( **LOTZ 1995; WU, NOWACKI 2000; 1999; NOWACKI, WU 2002 )**.

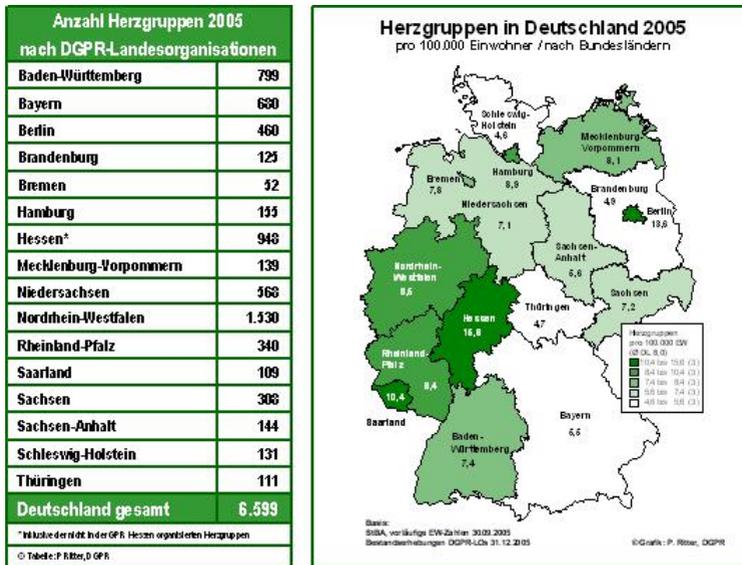
Bis zum Ende des Jahres 2005 bestanden **6599 solcher Gruppen ( Abb. 3 )** in der **Bundesrepublik Deutschland** und somit ein **nahezu flächendeckendes** Netz, besonders in den **alten Bundesländern** nach einer **Statistik** der **DGPR**, Mitglieder-Info Nr. 1 / 2006 ( **Abb. 4** ). Damit ist **heute** eine nahezu **optimale Versorgung Herzkranker mit Sportgruppen**, die von dafür besonders weitergebildeten ÄrztenInnen und ÜbungsleiternInnen betreut werden, gegeben.

Allerdings ist es nach der aktuellsten Information der „*Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen e.V.*“ am **Ende** des Jahres **2006** zu einem **geringen Abfall** auf **6.248 Gruppen** in der Bundesrepublik gekommen, Mitglieder-Info Nr. 1/2007.

**Alle** am ambulanten Herzsport beteiligten **gesellschaftlichen Gruppen** ( **Ärzte, Übungsleiter, Krankenkassen, Politiker** ) müssen jetzt **mobilisiert** werden, um diesen **abfallenden Trend aufzuhalten**.



**Abb. 3:** Entwicklung der Herzsportgruppen in Deutschland 1977-12/2005 (Statistik der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen e.V., DGPR).



**Abb. 4:** Höchster Stand ( 12/2005 ) der Herzsportgruppen in den 16 Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland und die jeweilige Anzahl der Gruppen / 100.000 Einwohnern ( Statistik der DGPR ).

**Ziel** muss es bleiben, **ca. 10.000 Ambulante Herzsportgruppen** in der **BRD** zu installieren, sowie speziell die **unbefriedigende Situation** in den **Neuen Bundesländern** und in **Bayern** zu **verbessern**.

In der ehemaligen DDR gab es relativ wenig Herzsportgruppen mit einer jetzt zunehmenden Verdichtung ( **ROST 1987, NOWACKI 1991, NOWACKI, WU 2002, 2006** ), wie dies die Abbildung 4 mit dem Ländervergleich und der **Anzahl von Herzsportgruppen / 100.000 Einwohner** verdeutlicht.

Das **Bundesland Hessen**, wo die jetzt ältesten Gruppen im April 1976 von dem Lehrstuhlinhaber für Sportmedizin, *Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki*, an der Justus-Liebig-Universität Giessen in Zusammenarbeit mit dem Sportverein MTV 1846 Giessen und dem Allgemeinen Hochschulsport (AHS) der JLU gegründet wurden, nimmt seit Jahren die führende Stellung mit 948 Herzsportgruppen, d.h. **16,8 Gruppen** für **100.000 Einwohner** ein. Den letzten Platz hält in dieser Statistik **Thüringen** mit 111 Gruppen, das sind **4,7 für 100.000 Einwohner**.

**Hessen** wurde diese **positive Entwicklung** auch durch die frühe Gründung der „*Arbeitsgemeinschaft für Kardiologische Prävention und Rehabilitation in Hessen e.V.*“ am 17. Oktober **1979** ( damaliger 1. Vorsitzender: Prof. Dr. Paul E. Nowacki; jetzt: Prof. Dr. med. Ingeborg Siegfried ) ermöglicht.

Das **deutsche Modell** basiert auf den langjährigen Erfahrungen und Diskussionen bei den Jahrestagungen der DGPR sowie den Rückmeldungen aus den Akut-, Reha-Kliniken und ambulanten Herzsportgruppen ( Abb. 5 ).

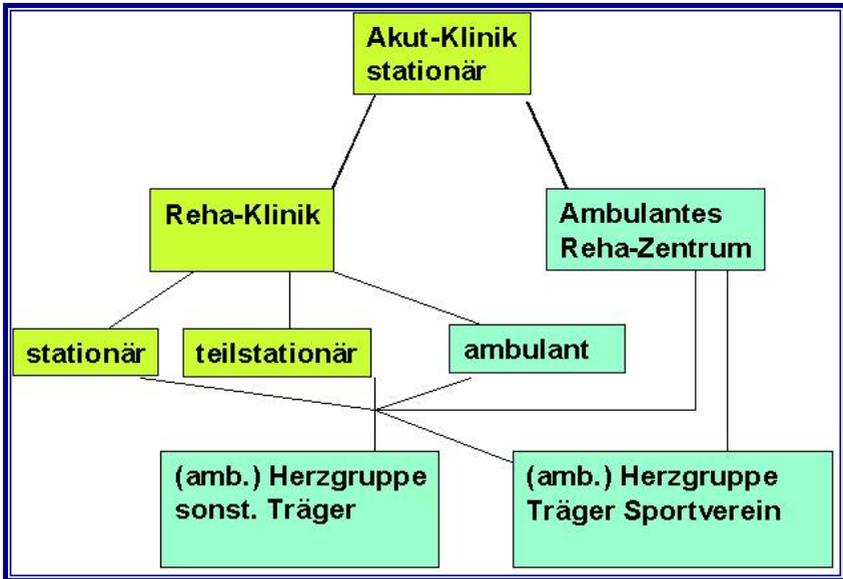


Abb. 5: Schematische Darstellung der deutschen kardialen Rehabilitation.

Die **Ursprungsidee** für die **kardiale Rehabilitation** wurde in Deutschland nach dem 2. Weltkrieg ( 1939 – 1945 ) in **West-Berlin** „geboren“. Mit der schnellen **Industrialisierung** der im Krieg zerstörten europäischen Länder wurde bald deutlich, dass für die an den Fließbändern der Fabriken und in den Büros, Geschäften etc. arbeitenden Menschen, deren Motorisierung und damit der verbundene Bewegungsmangel rapide zunahm, vielfältige Möglichkeiten für eine sinnvolle Freizeitgestaltung, aktive Erholung und zielgerichtete Gesundheitsförderung durch Sport, Spiel und Wandern geschaffen werden müssen. Schon früh erkannte dies auch der **erste Bundeskanzler** der **Bundesrepublik Deutschland**, *Dr. Konrad Adenauer*, in dem er prägnant und auffordernd formuliert: „Der Sport als Arzt am Krankenbett des deutschen Volkes“.

Dies griff der West-Berliner Sportmediziner *Harald Mellerowicz* ( **Abb. 6** ) auf und formulierte **1957** auf dem 6. Kongress für Ärztliche Fortbildung in Berlin: „*Natürliche Übung des Leibes, aktive Übung und Steigerung seiner funktionellen Leistungsfähigkeit braucht der Mensch unserer Zeit zur Erhaltung, Förderung und Wiederherstellung seiner*

*Gesundheit.*“ Mit seinen Forschungen über die „*Bedeutung des Sports als Mittel der präventiven und rehabilitativen Medizin*“, fand er weltweite Anerkennung.

6a



6b



**Abb. 6a:** Prof. Dr. med. Harald Mellerowicz ( 1919 – 2003 ) Pioniere der Prävention und ambulanten kardialen Rehabilitation.

**6b:** Prof. Mellerowicz bei der Handkurbelergometrie

Leider erst 1968 wurde von der **Europäischen Sektion der World Health Organisation** ein ausführliches **Programm für die physikalische Rehabilitation** von Patienten mit akutem Herzinfarkt aufgestellt, welches den Zeitraum von den ersten Tagen der Krankenhausbehandlung bis nach der Wiederaufnahme der Berufstätigkeit umfasst.

**Vorher** wurden die Patienten **mit akutem Herzinfarkt** in den Krankenhäusern **4 bis 6 Wochen ins Bett** gelegt. Eine körperliche Frühmobilisierung der Herzpatienten fand in den Akutkrankenhäusern nicht statt.

Die sogenannte **Frührehabilitation** setzt **Ziele** voraus, wie z.B. der **Aufbau** und die **Erhaltung** eines optimalen **körperlichen Leistungszustandes**, die **Korrektur der Risikofaktoren**, sowie die psycho-soziale Intervention und **Gesundheitserziehung**. Aber diese sind nur dann effektiv, wenn ein **lückenloser Übergang** von der Früh- zur Spät- und Langzeitrehabilitation erfolgt.

Dennoch stellten in den 70iger Jahren mit **ca. 250.000 akuten Herzinfarkten** pro Jahr in der BRD, wovon wiederum ca. **85.000 akut verstarben**, da eine schnelle **Erste-Hilfe-Kette** vom **Ort** des Infarkteintrittes in eine '*Kardiale Intensivstation*' – diese waren auch erst im Aufbau ! – nicht gegeben war, ein zentrales gesundheitspolitisches Problem dar.

Ebenfalls waren Nachsorge und Dauerbetreuung der Koronarkranken nach der Krankenhausentlassung und Kur nicht garantiert, da es eine große Lücke zur und im Bereich

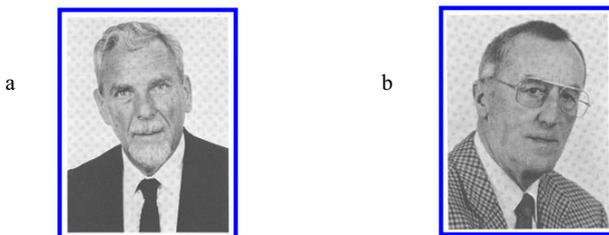
der Rehabilitation von Herz- und Kreislaufkranken am Wohnort in den Städten, vor allem in ländlichen Regionen gab.

Die Voraussetzungen für eine ambulante kardiale Rehabilitation in Sportgruppen verbesserte sich nach dem Bekanntwerden des „Hamburger Modells“ ( **BOCK, DONAT, ILKER, KRASEMANN, LAUBINGER 1973** ) sehr langsam, aber stetig, so dass es bis zur Wiedervereinigung von Ost- ( DDR ) und West-Deutschland ( BRD ) am 3. Oktober 1990 2000 Herzsportgruppen in den alten Bundesländern gab ( siehe **Abb. 3** ).

In der ehemaligen „Deutschen Demokratischen Republik“ gab es nur sehr wenige Gruppen, obwohl für die Statistiken der Weltgesundheitsorganisation ( WHO ) von dort hohe Zahlen im Sinne eines flächendeckenden Netzes gemeldet wurden.

**1971** wurde von **KRASEMANN** und **ILKER** ( **Abb. 7** ) zur Realisierung der durchgehenden Therapiekette beim Herzinfarkt in **Hamburg** eine „**Arbeitsgemeinschaft für Kardiologische Prävention und Rehabilitation** e.V.“ gegründet.

**Prinzip** dieser Arbeitsgemeinschaft ist es, den **Herzsport am Wohnort** so zu organisieren, dass er voll in die **ambulante, kassenärztliche Versorgung** integriert werden kann.



**Abb. 7a: Prof. Dr. med. Ernst Otto Krasemann geb. 1923.**

**7b: Prof. Dr. med. Hans-Georg Ilker ( 1926 – 1995 ).**

Bei den Überlegungen, welche **Institution** diese Aufgabe am Wohnort übernehmen könnte, entschlossen sich **KRASEMANN 1972** und **ILKER 1973** für den **Sportverein**.

Als **Gründe** dafür werden von ihnen besonders genannt:

- 1). **Sportvereine** mit entsprechenden Einrichtungen sind **vorhanden** (Turnlehrer, Hallen, Plätze, Geräte);

- 2). Sportvereine gehören zu den normalen (nicht medizinischen) Einrichtungen einer pluralistischen Gesellschaft. Der **mitturnende Arzt** ist hier Partner, nicht Autorität.
- 3). Die **ambulante Koronargruppe** kann überall dort eingerichtet werden, wo ein Sportverein und ein Arzt vorhanden sind, also auch in den kleinsten Gemeinden ( ca. 40000 Sportvereine in der Bundesrepublik Deutschland, 1986 ).

Eine entsprechende **gesetzliche Vorschrift** wurde auch **in der RVO** ( Reichs-Versicherungs-Ordnung ) so formuliert, dass die **Integration** der **ambulanten Koronargruppen** eine **kassenärztliche Vorsorgemaßnahme** ist.

In das **Hamburger Modell** ist ein System von **Vor- und Nachuntersuchungen** der Teilnehmer der ambulanten Koronargruppen eingebaut. Die erste **Eingangsuntersuchung** für die Koronartrainingsgruppe erfolgt meistens durch die Rehabilitations-Klinik **am Ende der Rehabilitations-Maßnahmen**, also etwa **10-12 Wochen nach dem Akutereignis**.

Für Patienten, die bis dahin noch nicht durch eine Rehabilitations-Klinik gelaufen sind, wird diese O-Untersuchung im Rahmen der kassenärztlichen Versorgung durchgeführt.

Weitere **Kontrolluntersuchungen** erfolgen **3 Monate, 6 Monate** und dann **alle 12 Monate** nach Aufnahme der Betätigung **in einer Koronartrainingsgruppe**.

Seit Oktober **1977** hat man in Hamburg nun der Koronar-Trainingsgruppe noch eine **Koronar-Übungsgruppe** zur Seite gestellt. Dabei handelt es sich um ehemalige **Patienten mit niedriger Belastbarkeit** und einem **größeren Krankheitsrisiko**. Diese Koronarkranken waren bisher von der Rehabilitation und der hier eingeschlossenen Gesundheitserziehung praktisch ausgeschlossen. Nach **KRASEMANN** und **ILKER** handelt es sich jedoch bei dieser Gruppe um den zahlenmäßig größeren Teil. Nach ihren **Schätzungen** sind nur etwa **1/3** ehemaliger **Infarkt-Patienten** für **Koronar-Trainingsgruppen geeignet**, dagegen **2/3** aller Infarkt-Patienten für **Koronar-Übungsgruppen ( ILKER 1981 )**.

Als **Träger** für diese Gruppen treten **Sportvereine, Behindertensportvereine, Volkshochschulen, Krankenhäuser, Kneippvereine, Kurorte, Rehabilitationskliniken** sowie eigens von **Patientenselbsthilfegruppen** gegründete Vereine auf. Die **Finanzierung** der Gruppen ist sehr **differenziert**. Die meisten Gruppen finanzieren sich aus **zwei Quellen**: zum einen durch die **Krankenkasse** und zum anderen durch den selbst gezahlten **Vereinsbeitrag**. Die Krankenkassen gewähren die Zuschüsse jedoch in der Regel nur über einen Zeitraum von 6-12 Monaten ( **HALHUBER C 1983** ), so dass die Finanzierung der Herzgruppen teilweise ein Problem der Rehabilitation der III. Phase ist.

In den **Anfängen** war das **Hauptziel** der Arbeit mit ambulanten Koronargruppen die bestmögliche **ambulante Rehabilitation von Patienten mit Angina pectoris, Zustand nach Herzinfarkt** oder **Zustand nach Bypass-Operation** ( **HALHUNBER C 1981** ).

**Heute** spricht man nicht mehr von „Koronar“-Gruppen, sondern von „**Herz“-Gruppen**. Dementsprechend ist das Ziel heute die bestmögliche **ambulante Rehabilitation von allen Herzkranken**.

“Die Wiederherstellung der körperlichen Leistungsfähigkeit” wurde von **ROST 1978** als Hauptziel gesehen.

Aus der Sicht des **Sportpädagogen** differenziert **KAPUSTIN 1978** - in **HASIBEDER / KAPUSTIN** Hrsgb. **1978**: „*Der zeitgemäße Sportverein*“ – in seinem für den **ambulanten Herzsport richtungsweisenden Kapitel**: „*Pädagogisch – didaktische Aspekte des Infarktsports*“, die folgenden **Zielsetzungen** und **Lernziele** nach **motorischen, affektiven, kognitiven** und **sozialen** Bereich.

Seine pädagogischen Ausführungen möchte ich im Rahmen meiner sportmedizinisch-kardiologisch-rehabilitativ orientierten Dissertation ausnahmsweise wörtlich zitieren:

#### **„Motorischer Bereich**

- Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit des Herz-Kreislauf-Systems
- Kompensation des täglichen Bewegungsmangels oder einseitiger Bewegungen
- Verbesserung der motorischen Eigenschaften
- Erhöhte Koordinationsfähigkeit und Bewegungssicherheit, verbesserte motorische Steuerung, Erhaltung und Verbesserung der Alltagsmotorik
- Erlernen von motorischen Fähigkeiten, soweit zum Spielen, Schwimmen, Tanzen, Skiwandern usw. notwendig
- Erlernen der Koordinierung von Atmung und Bewegung

#### **Affektiver Bereich**

- Verbesserung des allgemeinen Wohlbefindens
- Linderung der Angst durch ein verändertes, intensiveres Leibesverhältnis und Körpergefühl (Stärkung des Selbstgefühls, des Selbstvertrauens)
- Freude und Lust an Spiel und Bewegung in der Freizeit
- Empfinden von Harmonie und Rhythmus aller Bewegungen
- Fähigkeit zur Kontrolle der Muskelspannung (Spannung, Entspannung, Lockerung)

- Bereitschaft zur Einschätzung des Leistungsstrebens nach genormten Maßstäben (auch im Vergleich zu gesunden Gleichaltrigen)
- Erfolgserlebnisse unter Anerkennung des reduzierten Leistungsmaßstabes
- Fähigkeit zum Erfühlen der eigenen Belastungsgrenze

### **Kognitiver Bereich**

- Kenntnis und Beachtung der biologisch-medizinischen Gegebenheiten (Risikofaktoren, Alterungsprozesse, Infarktgenese)
- Kenntnis der funktionellen Auswirkungen der Sporttherapie und der Forderung zur krankheits- bzw. gesundheitsgerechten Lebensweise („jeder sein eigener Fachmann, bezogen auf seine Erkrankung!“)
- Kenntnis der Notwendigkeit und Dosierung der Sporttherapie
- Kenntnisse über den Übungsstundenaufbau und die langfristige Programmplanung
- Kenntnisse über sonstige Verhaltens- und Belastungsregeln bei individueller sportlicher Betätigung wie Wandern, Laufen, Radfahren, Tennis
- Kenntnisse von Sportarten und deren Regeln, die für den Freizeitsport und die Zielgruppe geeignet sind.

### **Sozialer Bereich**

- Herauslösen aus Gruppen, die die Lebensweise der Teilnehmer ungünstig beeinflussen
- Aufbau eines Freundeskreises, der das Bemühen des Patienten auf Umstellung seiner Lebensweise unterstützen kann
- Bereitschaft, eigene Probleme zu äußern
- Sensibilisierung für die Probleme des Mitbetroffenen
- Fähigkeit, mit anderen Menschen Kontakt aufzunehmen
- Bereitschaft zur Mitarbeit, Mitgestaltung, Mitverantwortung
- Bereitschaft, sich in eine Gemeinschaft zu integrieren und neue Mitglieder in die Gemeinschaft aufzunehmen. “\*

Durch die **Bewegungstherapie** und die anderen Komponenten, wie **Entspannungsübungen** und **Gruppengespräch** werden alle **Lernziele** in der ambulanten Herzgruppe angestrebt und erreicht ( **HALHUBER 1980** ). Damit die ärztlichen Betreuer und Primärtherapeuten den

---

\* Kapustin P: Pädagogisch-didaktische Aspekte des Infarktsports. In: HASIBEDER J, KAPUSTIN P (Hrsgb.): Der zeitgemässe Sportverein. Oberösterreichische Landesverlag 1978, 88-89

Teilnehmern auf ganz verschiedenen Ebenen Angebote machen können, sollten sie sich der komplexen Beziehungen zwischen Lernzielen und didaktischen Medien bewusst sein.

Die **ambulanten Herzgruppen** sind, wie schon erwähnt, **unter verschiedenen Trägerschaften** entstanden ( **WASILEWSKI 1994** ).

Die organisatorischen Voraussetzungen zur Gründung von Herzgruppen bzw. die **Durchführung** von Therapiemaßnahmen in **ambulanten Herzgruppen** sind nach **ROST 1978** folgende:

- ◆ Die Anwesenheit des Arztes beim Gruppentreffen ist unabdingbar
- ◆ Die Trainingsleitung darf nur von einem entsprechend ausgebildeten Übungsleiter übernommen werden
- ◆ Es muss eine tragende Organisation vorhanden sein
- ◆ Belastungsuntersuchungen müssen mit einem Dreikanal-EKG-Gerät und einem Fahrradergometer durchgeführt werden
- ◆ Bei Belastungsuntersuchungen und beim Training muss eine Notfallausrüstung mit Defibrillator, Intubationsbesteck und Notfallkoffer vorhanden sein

Eine allgemeine Übereinstimmung besteht in der Frage der **Voraussetzung** für die **Teilnahme** eines Herzpatienten an der Bewegungstherapie einer Herz-Trainingsgruppe. Mindestens 75 Watt sollten bei der Fahrradergometrie im Sitzen, also nach 6 Minuten Belastung – Beginn 25 Watt, 50 Watt, 75 Watt je 2 min -, beschwerdefrei und ohne objektive Abbruchkriterien vom Koronarpatienten geleistet werden können ( good-risk-group, 75 Watt-Gruppe ). Schon an diese Stelle sei darauf hingewiesen, dass eine Belastbarkeit von 2 Minuten 1 Watt/kg KG nach der Methode von **NOWACKI**, erstmals publiziert von **DITTER, NOWACKI, SIMAI 1978**, noch mehr Sicherheit für die Übungs- und Trainingsstunden gewährt.

Als **Aufnahmebedingungen** werden von verschiedenen Autoren nach dem **Hamburger Modell** genannt ( **HALHUBER C 1980** ):

- ◆ Das Einverständnis des behandelnden Arztes muss vorliegen
- ◆ Es dürfen keine Zeichen der Herzinsuffizienz bei 75 Watt zu erkennen sein
- ◆ Es dürfen keine Stenokardien bzw. keine ischämischen ST-Veränderungen im EKG bei stufenweiser fahrradergometrischer Belastung mit 50 Watt und 75 Watt erkennbar sein

- ◆ Bei einer fahrradergometrischen Belastung von 75 Watt dürfen keine gefährlichen Erregungsbildungs- oder Erregungsleitungsstörungen auftreten
- ◆ Bei Blutdruckerhöhungen von über 210/110 mmHg bei einer fahrradergometrischen Belastung von 75 Watt ist die Teilnahme am ambulanten Herzsport so lange abzulehnen, bis eine optimale medikamentöse Blutdruckeinstellung vorliegt
- ◆ Es darf kein Verdacht oder Nachweis von hämodynamisch wirksamen Herzwandaneurysmen bei einer fahrradergometrischen Belastung von 75 Watt aufkommen.

**Herzpatienten**, die die Aufnahmebedingungen in eine Herz-Trainingsgruppe nicht oder noch nicht erfüllen, sollen an der Bewegungstherapie in **Herz-Übungsgruppen ( bad-risk-group )** teilnehmen ( **HOLLMANN 1974, HALHUBER 1980; NOWACKI 1980** ). Dabei handelt es sich vornehmlich um Patienten

- ⊕ mit einem sehr großen Infarkt,
- ⊕ mit einem zweiten oder dritten Infarkt,
- ⊕ mit Zeichen der Herzschwäche,
- ⊕ mit Neigung zu schweren Herzrhythmusstörungen,
- ⊕ mit Zweiterkrankungen ( Schrittmacherträger, Aortenklappenersatz u.a. ),
- ⊕ mit schweren Verschleißerscheinungen des Skelettsystems,

in sehr hohem Alter.

Nach **KALTENBACH 1982** werden **drei Modelle** der **zeitlichen Limitation** der **Rehabilitation am Wohnort** diskutiert:

- a) Die zeitlich limitierte Teilnahme, d.h. die Patienten werden aufgenommen und nach einigen Monaten wieder entlassen.
- b) Die unlimitierte Teilnahme, d.h. die Patienten können gegebenenfalls bis an ihr Lebensende der Gruppe angehören.
- c) Die sowohl limitierte als auch unlimitierte Teilnahme, d.h. ein Stamm an Patienten ist immer da, und ein Teil fluktuiert.

Die **Teilnahme des Arztes** an der Bewegungstherapie wird als **sehr wichtig** erachtet. Aus **juristischen Gründen** ist seine Teilnahme wegen der Notfall-Intervention und der Gesundheitserziehung notwendig. Durch die aktive Teilnahme kann leichter ein kameradschaftliches Verhältnis zwischen Arzt und Patient aufgebaut werden. Außerdem kann der Arzt so auf Patienten mit falschem Ehrgeiz einwirken.

Die **Rehabilitation am Wohnort** hat **drei Schwerpunkte**, die bei der Programmplanung der Treffen berücksichtigt werden sollten ( **HALHUBER C 1981** ):

1. die dosierte Bewegungstherapie,
2. geeignete Entspannungsübungen,
3. das Gruppengespräch.

In der **Gestaltung der Bewegungstherapie** findet man in der Regel die von **ROST 1978** geforderte Dreiteilung der Stunde:

✓ **Gymnastik – Ausdauerbelastung – Spiel**

**HALHUBER 1981** differenziert diese Dreiteilung etwas und gliedert die Bewegungstherapie für Herzpatienten ohne Beschwerden in **vier Abschnitte**:

- ✚ Lockerungsübungen zur Aufwärmung der Muskulatur, mit oder ohne Musik.
- ✚ Geh- und Lauftraining (Jogging, Traben) als gleichmäßiges dynamisches Ausdauertraining, das z.B. im Dreieckslauf individuell dosierbar ist.
- ✚ Gymnastik mit oder ohne Gerät zur Übung der Flexibilität und Koordination, mit oder ohne Musik.
  - Partnerübungen, Ball- und Freizeitspiele, auch Schwimmen.

Der **Bewegungstherapie** gleichwertig ist nach **HALHUBER 1981** das **Gruppengespräch**. In seiner Art hat es **zweierlei Funktion**: es dient erstens der Information und zweitens der Gesundheitserziehung und Psychotherapie.

Zu **Beginn der Gruppentreffen** werden im allgemeinen **Gewicht, Ruhepuls und Ruheblutdruck** von den Teilnehmern dokumentiert. Dabei ist die Dokumentation des Ruhepulses besonders wichtig. Danach wird in einigen Gruppen eine kleine **Zwischenbilanz** der vergangenen Woche gezogen. Sie wird schriftlich oder mündlich durchgeführt. Diese Zwischenbilanz hat den Zweck, den Arzt und den Übungsleiter über Veränderungen im Befinden des Patienten aufzuklären. Nur so ist eine geeignete **Dosierung der Bewegungstherapie** nach dem jeweiligen Gesundheitszustand des Patienten möglich.

Für diesen Zweck hat sich nach **HALHUBER 1981** in vielen Gruppen ein **kleiner Fragebogen** bewährt, aus dem Arzt und Übungsleiter solche Störungen in kürzester Zeit erkennen können. Besonders wichtig ist das Erkennen von instabil werdender **Angina pectoris**, die eine Kontraindikation für jede Art von Bewegungstherapie darstellt.

Damit ergibt sich nach **HALHUBER C 1980** folgende **Gestaltung der Gruppentreffen**:

- Messung und Dokumentation von Gewicht, Ruhepuls und Ruheblutdruck durch die Teilnehmer selbst

- Erhebung einer Kurzanamnese
- Bewegungstherapie in vier (drei) Abschnitten
- Autogenes Training oder andere Entspannungsmethoden
- Gruppengespräch zur Information und Motivation

Die **Gruppentreffen** sollten in der Regel zwischen **eineinhalb** und **zwei Stunden** dauern.

In den letzten Jahren gab es mehrere **Untersuchungen und Erfahrungsberichte**, die **Ergebnisse** über die Arbeit mit **Herzpatienten in ambulanten Herzgruppen** lieferten.

Im Rahmen des „**Hamburger Modells**“ lieferten **BOCK u. Mitarb. 1980** schon positive Ergebnisse. Dabei wurden bei **543 Patienten nach Herzinfarkt**, die den **ambulanten Koronargruppen am Wohnort** beigetreten waren, **Nachuntersuchungen** durchgeführt.

Diese Untersuchungen fanden **drei und sechs Monate nach dem Eintritt** statt. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass die subjektiven Beschwerden in diesem halben Jahr abgenommen hatten. Die ergometrisch bestimmte **körperliche Leistungsfähigkeit** hatte deutlich **zugenommen**. Als weiterer Punkt wurde festgehalten, dass die Patienten, die sich den Koronargruppen angeschlossen hatten, im Beobachtungszeitraum signifikant **früher arbeitsfähig** waren. **5%** hatten zum Zeitpunkt der zweiten Nachuntersuchung die **Rente** eingereicht. **76%** waren **arbeitsfähig** und **51%** am alten Arbeitsplatz **voll tätig**.

Weitere Ergebnisse lieferte **WEIDENER 1974** aus dem „**Berliner Modell**“. Es stellte sich heraus, dass bei den Teilnehmern eine **Leistungssteigerung von 50 – 70 %** am Ergometer zu verzeichnen war. Die Erholungszeit, die Herzfrequenz und der Blutdruck nahmen in Ruhe und bei vorgegebener Belastung ab. Die **Sauerstoffaufnahmewerte verbesserten** sich so weit, dass sie sich im Mittel für die Probanden normalisierten. Das röntgenologische Herzvolumen blieb ebenso unverändert wie die EKG-Veränderungen. Die Mortalität **lag unter 2%**.

Eines der ersten Ergebnisse über die Arbeit in **Herzübungsgruppen** lieferte **ILKER 1980**. Nach einjähriger Arbeit zeigten Nachuntersuchungen, dass eine Verbesserung der allgemeinen aeroben Ausdauer wegen der schlechten gesundheitlichen Voraussetzungen nicht möglich ist. Dies wurde aber auch nicht angestrebt. Es wurden jedoch **Verbesserungen des psycho-physischen Zustandes** erreicht. Nach ILKER sollten neben den bekannten Herztrainingsgruppen daher in zunehmendem Maße auch Herzübungsgruppen eingerichtet werden, da sich zudem in Hamburg gezeigt hat, dass zwei Drittel der ehemaligen Infarktpatienten nicht für ein Herztrainingsprogramm geeignet sind.

**In Köln** wurden **Verbesserungen der Ausdauerleistungsfähigkeit** durch ein **Lauftraining** mit zunehmender Dauer erreicht. Durch **dreieckförmige Laufdistanzen** wurde eine

individuelle Belastung auch im Gruppenverband möglich ( **LAGERSTRØM u. Mitarb. 1976** ).

Die Auswirkungen von **fünf Jahren Gruppentherapie am Wohnort** für Herzpatienten im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne ambulante Therapiemaßnahmen zeigte **KALTENBACH 1982** auf. Nach 5 Jahren zeigte sich eine fast **identische Überlebensrate**. Aber hinsichtlich der Arbeitsfähigkeit zeigten die Teilnehmer an der Gruppentherapie eine fast doppelt so hohe Rate. Die **Häufigkeit an subjektiven Beschwerden**, z.B. bei körperlicher Belastung, sexueller Aktivität usw. war bei den Mitgliedern der ambulanten Koronargruppe **niedriger**. Es traten ebenfalls **weniger Schlafstörungen** auf und die bewusste **Annahme** der bestehenden **Herzkrankheit** wurde von den Therapiegruppenmitgliedern häufiger angegeben, In der Konsequenz des **Nichtrauchens** zeigte sich in beiden Gruppen eine **vorbildliche Disziplin**.

**DITTER, NOWACKI, SIMAI 1978** schildern die **positiven Effekte** regelmäßiger sportlicher Betätigung der **Herztrainingsgruppe** der Universität Giessen. Bei ihren Patienten kam es nach **eineinhalbjährigem Herztraining** zur **Abnahme der Ruhepulsfrequenz**, **Abnahme der submaximalen Herzfrequenz** bei gleicher Wattstufe, **Anstieg der maximal erreichbaren Hf**, d.h. **beschwerdefreies Erreichen eines höheren Ausbelastungsgrades** und nach längerer Trainingsperiode **Verbesserung** der **kardiozirkulatorischen Erholungsfähigkeit**.

Alle Veröffentlichungen über die Arbeit mit ambulanten Herzgruppen beschreiben eine **positive Auswirkung** des **teilnehmenden Herzpatienten**.

Es bestehen allerdings Unterschiede in der Organisation und im Aufbau der wöchentlichen Treffen. Die Aufnahmebedingungen sind wiederum nahezu gleich. Nach mehrjährigen Erfahrungen im Bereich des Rehabilitationssports wird deutlich, dass neben den Herztrainingsgruppen verstärkt Herzübungsgruppen gegründet werden müssen. Dies bestätigen auch Zahlen von **HALHUBER C 1983** und **ILKER 1980**, wonach etwa **78%** der bestehenden ambulanten Herzgruppen **Trainingsgruppen** sind und etwa **22% Übungsgruppen**, während nur ein Drittel aller Infarktpatienten für eine Trainingsgruppe, aber zwei Drittel für eine Übungsgruppe geeignet sind. Deshalb sollte dieses Missverhältnis zu Gunsten von mehr **Übungsgruppen** geändert werden.

## 1.2 Giessener Herzsportgruppen 1976 – 2006

Am **23.12.1975** wurden die Ärzte in Giessen und Umgebung von

**Prof. Dr. Med. Paul E. NOWACKI** ( **Abb. 8** ) mit einem Schreiben ( persönlicher Brief ! ) zur Mitarbeit bei der geplanten: „Gründung einer Sportgruppe für Herzinfarktpatienten – 3. Phase der Rehabilitation am Wohnort“ aufgefordert ( Abdruck der Briefes bei NOWACKI 1986; „Festschrift zum 10-jährigen Bestehen 1976-1986 der ambulanten Herzgruppen – Rehabilitationssports an der Professur für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen“ ). Nach 4-monatigen organisatorischen Vorbereitungen fand das erste Rehabilitationstraining für Patienten nach einem überstandenen Herzinfarkt in Gießen am 30. April 1976 statt.

Durch persönliche Gespräche und Presse-Mitteilungen ( Gießener Allgemeine, Gießener Anzeiger ) über den notwendigen Aufbau einer ambulanten Koronarsportgruppe in der Universitätsstadt Gießen wurden die Hausärzte und die Patienten nach überstandenem Herzinfarkt informiert und ihr Interesse für eine Teilnahme am "*Koronarsport*" geweckt.



**Abb. 8: Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. NOWACKI ( Bild 2005 ) Ärztlicher Leiter des Lehrstuhls für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen von 4/1973 – 3/2006.**

Nach 3-monatigen organisatorischen Vorbereitungen fand das **erste Rehabilitationstraining für Koronarkranke** auf dem Basketballplatz des Uni-Sportzentrums am Kugelberg 62 in **Giessen** am **30. April 1976** statt ( **Abb. 9** ).

Die „*Ambulante kardiale Rehabilitationssportgruppe der Justus-Liebig-Universität Gießen*“ wurde von Professor **NOWACKI 1976** in Zusammenarbeit mit dem **Sportverein**

( damals verpflichtend ! ) **MTV 1846 Gießen** ( 1. Vorsitzender: *Walter Isheim* ) und dem **Allgemeinen Hochschulsport der JLU** ( Leiter: Dozent Dipl. – Sportl. *Werner Jaschok* ) als **4. Gruppe in Hessen** – nach Darmstadt, Frankfurt/M. Kassel – gegründet. Sie rangierte damals unter den **ersten Dreißig** in der Bundesrepublik Deutschland und ist seit einigen Jahren nun die **älteste in Hessen**, nach dem die ersten 3 Gruppen sich in der ursprünglichen Form aufgelöst haben.



**Abb. 9: Herzsport-Trainingsgruppe des Lehrstuhls für Sportmedizin der JLU beim 1. Trainingstag am 30. April 1976. Mit den Patienten auf dem Bild Dr. med. H. Ditter ( ganz re. als mitübender Arzt ) und die ersten Übungsleiter Koronarsport, die Sportlehrer und Medizin-Studenten cand. med. A. Weselek ( li. außen ) und cand. med. W. Dort ( 5. von li. ) Erster Gründungspatient Herbert Spohr ( 2. von li. )<sup>\*</sup>.**

Aus den **archivierten Unterlagen** der JLU-Professur für Sportmedizin sollen beispielhaft für auch heute noch notwendige Neugründungen die „*historischen Daten*“ kurz erwähnt werden. Ausführlich wurde dies von **NOWACKI 1986** in der „*Festschrift zum 10-jährigen Bestehen 1976-1986*“ dargestellt.

---

<sup>\*</sup> Alle in dieser Dissertation verwandten Patientenaufnahmen bei den sportmedizinischen Untersuchungen, beim Training und den Gesellschaftsveranstaltungen wurden vom Leiter Prof. Dr. P. E. Nowacki aufgenommen. Für die Verwendung in wissenschaftlichen Publikationen und in der Lehre haben die Herzsportgruppen – TeilnehmerInnen ihr Einverständnis erteilt.

Am **23. Dezember 1975** wurden die **ÄrztInnen** in Gießen und Umgebung mit einem Brief zur Mitarbeit aufgerufen: **Presseinformationen** unterstützten die Aktion, **Kontaktaufnahme** zum Vorsitzenden des größten Gießener **Sportvereins MTV 1846** als **Voraussetzung** für einen **Versicherungsschutz** sind die **finanzielle Unterstützung** durch das **Hessische Sozialministerium** ( Koordinator: Ministerialdirektor Dr. med. Dr. jur. Karl Traenckner, Wiesbaden ). **Integration** in den Allgemeinen Hochschulsport ( **AHS** ) der Universität, so dass die **Übungs- und Trainingsstunden** jeden **Donnerstag** von **15:00 – 19:00** in der Spielhalle mit Nutzungsmöglichkeiten des Freigeländes und Schwimmbads am Uni-Sportzentrum **bis heute ( 04/2007 )** Bestand haben. Vereinbarung einer **Zusammenarbeit** mit dem **Klinikum** der JLU, speziell dem **Zentrum für Innere Medizin** ( damalige Direktor: *Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h. c. mult. Hanns-Gotthard Lasch* ) und der **Abteilung Kardiologie** ( Leiter: *Prof. Dr. med. univ. Erwin Wick* ), so dass eine ergänzende qualitativ **hochwertige Diagnostik, medikamentöse Therapie** und **Notfallsituationen** eine optimale Versorgung nach dem Transport vom Uni-Sportzentrum für die Patienten gesichert ist.

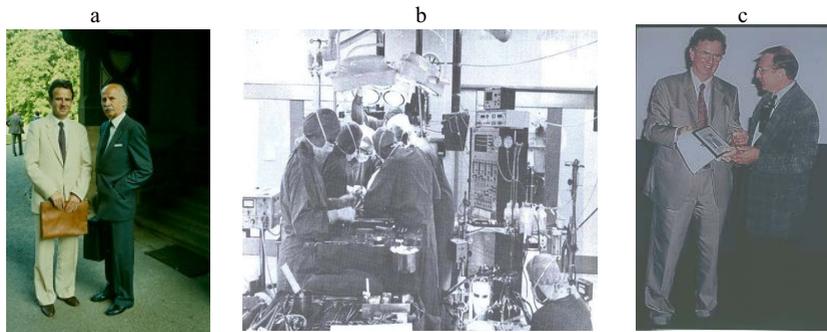
Seit Anfang der 90iger Jahre wird diese Zusammenarbeit von dem Direktor der Medizinischen Klinik I – Innere Medizin / Kardiologie *Univ.-Prof. Dr. med. Harald Tillmanns* garantiert ( **Abb. 10** ).



**Abb. 10: Gemeinsame Fortbildung für Herzpatienten und Ärzte in Hörsaal des Uni-Sportzentrums Gießen. Es referiert Prof. Dr. Tillmanns. Im Vordergrund Prof. Dr. med. Ingeborg Siegfried, Herzchirurg Prof. Dr. F. W. Hehrlein, Prof. Dr. P. E. Nowacki.**

Als Doktorand und früherer Assistenzarzt des Berliner Herzchirurgen *Univ.-Prof. Dr. Emil Sebastian Bücherl* ( 06.11.1919 – 28.06.2001 ) empfahl Professor Nowacki zahlreichen Koronarkranken eine **Bypass-Operation**, die mit großem Erfolg vom **Gießener**

**Herzchirurgen** Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. h. c. Friedrich Wilhelm Hehrlein durchgeführt wurden ( **Abb. 11** )



**Abb. 11:** a) Prof. Dr. E. S. Bücherl mit seinem Schüler Prof. Dr. P. E. Nowacki bei einer Herztagung im Schloss Rauschholzhausen 1985.

b) Operation eines Herzkranken mit der Herz-Lungen-Maschine in der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie der JLU Gießen, Direktor: Prof. Dr. F. W. Hehrlein ( Kleiner Bild )

c) Erfahrungsaustausch Prof. Nowacki / Prof. Hehrlein über den Erfolg der Sporttherapie bei einem Koronarkranken nach Bypass-Op

Durch **Nachuntersuchungen** im Rahmen meiner Dissertation konnten wir ( NOWACKI, WU 2007 ) nachweisen, dass die **Patientengruppe Typ II** ( n=23 ): „**KHK ohne HJ mit Bypass-Op**“ sich **erfolgreicher** im Hinblick auf die Verbesserung ihrer körperlichen, kardiozirkulatorischen und kardiorespiratorischen Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit trainieren ließ.

**Entscheidend** für den Erfolg von Herzsportgruppen und die Kontinuität ihres Fortbestandes ist aber die engagierte **Mitarbeit** – zumindest die positive Einstellung zur Bewegungstherapie – der **Hausärzte**. In Gießen waren 1976 als erste der Allgemeinmediziner *Dr. med. Kimmel* und der Internist **Dr. med. Gerhard Kröber** zu dieser so wichtigen primär unterstützenden Mitarbeit bereit.

Schon nach 5 $\frac{1}{2}$  Jahren nahm am **1. Oktober 1981** die **Herzsport-Übungsgruppe** ihren Sport in der Sporthalle des Universitäts-Sportzentrums am Gießen Kugelberg auf.

Die **Trainingsstunden** von 15:00 – 19:00 Uhr waren und sind grundsätzlich auch **offen** für alle **MitarbeiterInnen der Universität Gießen**, die an einer Herzkrankheit leiden oder in Einzelfällen auch prophylaktisch ein ärztlich gesteuertes Herz-Kreislauftraining für einige Zeit absolvieren wollen.

Die **Teilnahme am Herzsport** war für die PatientenInnen **bis zum 31.12.2006** kostenlos.

Die Abrechnung der Kostenbeteiligungen – zeitlich für ein halbes bis zu einem Jahr begrenzte Überweisungsscheine der Hausärzte – mit der jeweiligen Krankenkasse der Patienten erfolgte über die Geschäftsstelle des Hessischen Behinderten- und Rehabilitations-Sportverbandes e.V. ( HBRS ) in Fulda. Diese stellte dann Mittel zur teilweisen Deckung der Kosten des Trainingsbetriebs und der regelmäßigen spiroergometrischen Untersuchungen zur Verfügung. Darüber hinaus hatten sich alle **TeilnehmerInnen** bei der Aufnahme **bereit erklärt**, die **Forschung und Lehre** – Anleitung von Sport- und Medizinstudenten für den kardialen Rehabilitationssport, Weiterbildung von ÄrztenInnen aus anderen Regionen und Unterstützung derselben mit ihren Übungsleitern beim Aufbau ambulanter Herzsportgruppen – **zu unterstützen**.

Am **1. Juli 2006** übergab der emeritierte Lehrstuhlinhaber für Sportmedizin, Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki, die **ärztliche Leitung** der Universitäts-Herzsport-Trainings- und Übungsgruppe **an** seinen **Nachfolger** ( seit 1. April 2006 ), den Internisten und Sportmediziner, *Univ.-Prof. Dr. med. Frank Christoph Mooren*. Dieser gründete am Anfang des **Jahres 2007** mit seinem Mitarbeiter, dem Sportwissenschaftler *Karsten Krüger*, der zum 1. Vorsitzenden von den Gründungsmitgliedern – ein Teil der früheren Teilnehmer – gewählt wurde, den *"Verein für Gesundheitssport, Sporttherapie und Rehabilitation Gießen e.V."*.

Aus kommerziellen / organisatorischen Gründen wurden damit die „Herzsportgruppen **des** Lehrstuhls für Sportmedizin der JLU“ zu Herzsportgruppen **an der** Universität Gießen mit dem neuen Vereinsnamen.

Die **vorliegende Dissertation** über die **Gießener Universitäts-Herzsportgruppen** umfasst somit den **Zeitraum** von der **ersten Trainingsstunde** ( **30. April 1976** ) bis zum **Vorjahr** ( **1. Juli 2006** ) bzw. zur **letzten gemeinsamen Veranstaltung**, der **Weihnachtsfeier 12/2006** im Marine-Club, mit der Verabschiedung von Professor Nowacki und mir ( Ning Wu, M.A. als Trainerin mit dem Schwerpunkt „Chinesische Gymnastik“ und Sportmedizinische Betreuerin der Gruppe seit 1998 ) durch die Patienten.

### 1.3 Koronare Herzerkrankungen in China

Seit dem **WILLIAM HARVEY** seine Ergebnisse **1628** unter dem Titel *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* (Anatomische Schriften über die Bewegung des Herzens und des Blutes bei Tieren) veröffentlichte ( **DECKER**, zitiert bei **KARGER 2001**, **WILLIAM HARVEY 1578-1657**, <http://home.tiscalinet.ch/biografien/biografien/harvey.htm> ), steht die Erforschung der **physiologischen** und **pathophysiologischen Funktionen** des **Herz-/Kreislaufsystems** weiter im Mittelpunkt der Anatomie, Physiologie und Klinik ( **ROSKAMM, REINDELL 1989**; **BROUSTET 1993**; **KLINKE, SILBERNAGL 1994**; **RASSOULI, PARSI 2001** ).

In **Beijing / China** wurde erstmals von **YINGKAI WU** ( 1910-2003 ) **1962** im Rahmen der Chinesischen Akademie für Medizin eine **Forschungseinrichtung** für "**Herz und Kreislauf**" gegründet.

( <http://www.huweimin.com/yideyifen/yixueminjiayuyifengy/200507/20050711173818.html> )

Bei dem **internationalen Projekt** in **Sino-Monica-Beijing** zeigte sich, dass die **Mortalität** der koronaren Herzkrankheit in China **von der Region abhängig** ist. Obwohl die durchschnittliche **Prävalenz** der koronaren Herzkrankheit in **China niedriger** als in den meisten Staaten ist, die am Projekt **MONICA** teilgenommen haben. Allerdings im **Norden Chinas steigen die Risikofaktoren**, besonders der Cholesterin-Spiegel. Dies **korrelierte** sofort **signifikant** mit der **Prävalenz** der koronaren Herzkrankheit ( **Zhaosu Wu 1998-1999**, **Kari Kuulasmaa 2006** ).

( <http://www.ktl.fi/monica/public/popu/beijing.html>; [http://www.bhli.org.cn/huiyi/1\\_c2-1-\(2-4\).htm](http://www.bhli.org.cn/huiyi/1_c2-1-(2-4).htm) )

In **China** ist die **Behandlungsmöglichkeit** für **Koronarkranke** vielseitig. Im Vergleich zur westlichen Medizin spielt die **traditionelle chinesische Medizin** in der Therapie eine unverzichtbare Rolle. Seit 1955 kam es zur **Integration** der **traditionellen chinesischen Medizin** mit der **westlichen Medizin**, die einen **gleichberechtigten Platz** im **Gesundheitssystem Chinas** seit dieser Zeit einnehmen. **Herzerkrankungen** in **China**, besonders die **KHK**, konnten nun bis zum heutigen Zeitpunkt im Jahr **2007** immer **besser behandelt** werden.

Dies ist der Hintergrund für die Erklärung, dass die **Prävalenz** und **Mortalität** der **koronaren Herzkrankheit** in **China** noch immer **niedrig** geblieben sind.

Besonders die **Erfolge** der **Koronarchirurgie** sind in den **Schwerpunktkrankenhäusern** der großen industriellen Ballungsräume **Chinas**, vor allem aber auch in den **Universitätskliniken**, im letzten Jahrzehnt **immer besser geworden**.

Die **chinesische Herzchirurgie** hat heute den **internationalen Standard** erreicht [*Persönliche Mitteilung* von Prof. Dr. P.E. **NOWACKI** nach seinen **Gesprächen im Deutschen Herzzentrum Berlin ( DHZB )** im Oktober/November 2005 mit dem Ärztlichen Direktor: Prof. Dr. med. Dr.h.c.mult. Roland **HETZER** – Nachfolger des Herzchirurgen Prof. Dr. Emil Sebastian **BÜCHERL** ( 1919 – 2001 ) – und seinem leitenden Oberarzt / Stellvertreter Prof. Dr. med. Yuguo **WENG**].

Mit über **11.000** erfolgreichen **Herzoperationen**, darunter auch zahlreiche **Herztransplantationen** bei Säuglingen / Kindern / Erwachsenen, gehört der Chinese **Prof. Dr. Y. Weng** zu den **international führenden Kardiochirurgen**.

Ihm ist es besonders zu verdanken, dass das **DHZB intensive Kontakte** zu **chinesischen Krankenhäusern** und **Universitäten** seit dem Beginn der 90ziger Jahre unterhält sowie beim **Aufbau** der Abteilungen für **Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie** in **China** maßgeblich geholfen hat.

Regelmäßig fliegt Professor Weng ein- bis zweimal pro Monat nach **China**, um dort **Herzoperationen** durchzuführen und auf **Symposien** chinesische ÄrzteInnen auf dem Gebiet der **Herzchirurgie** und **Herzerkrankungen** weiterzubilden. Weltweite Aufmerksamkeit erfuhr Prof. Dr. Y. Weng durch die **erfolgreiche Herzoperation** im Jahr 2000 im Deutschen Herzzentrum Berlin, als er den **getrennten siamesischen Zwilling Ding-Ding** am Leben erhielt, wonach sich dieser bis jetzt normal entwickelte.

Das in der Herzchirurgie in China führende **Sino-German Herzzentrum** in **Beijing** wird von Dr. med. J. **WANG**, der von 1999 bis 2003 am DHZB bei den Professoren **HETZER, WENG** promovierte, stellvertretend geleitet.

Dies unterstreicht die schon bestehende **enge Zusammenarbeit Chinas** mit **Deutschland** auf dem **Gebiet** der **konservativen** und **operativen Therapie** von **Herzkrankheiten**.

Da die **Bewegungstherapie mit Herzkranken** für die **chinesische Medizin** noch unterentwickelt, praktisch **Neuland** ist, hoffe ich, mit der vorliegenden Dissertation auf der Grundlage der **Erfahrungen** in **Deutschland** mit der **Entwicklung** des **ambulanten Herzsports** seit Mitte der 60ziger Jahre, speziell aber auf der **Grundlage** der positiven **Langzeitergebnisse** der **Gießener Universitätsherzsportgruppen** seit **1976**, einen kleinen Anstoß für die **Einführung** der **Sporttherapie** mit **Herzkranken** in meinem Heimatland **China** zu geben.

## 2 FRAGESTELLUNG

Insgesamt **1,295 Milliarden Menschen** leben in der **Volksrepublik China** zu Beginn des Jahres **2006**. **1990** wurden in China schon **über 90.000.000 Patienten** mit einer **Hypertonie** erfasst ( **DAI 1996** ).

Die genaue **Zahl der Patienten** mit einer **Koronaren Herzerkrankung ( KHK )** ist in China nicht bekannt, dürfte aber deutlich **unter der Anzahl der Hypertoniker** liegen.

Eine **gesundheitspolitische und ökonomische Strategie zur Bekämpfung der KHK** in der VR China ist deshalb von allen Seiten – nicht nur von den einzelnen betroffenen Herzkranken, sondern auch von der Regierung – dringend erforderlich.

Natürlich ist und bleibt die **Primärprävention** zur Vermeidung der bekannten **Risikofaktoren** – *Hypertonie, Diabetes mellitus, Fettstoffwechselstörungen, Über- und Fehlernährung, Rauchen, Bewegungsmangel, Stress* – die **wichtigste Aufgabe** der **Gesundheitsstrategie** zur Vermeidung der Entwicklung von Herz-Kreislaufkrankungen, speziell der KHK und des Herzinfarktes.

Gerade aber auch der **Sekundärprävention** durch **mehr körperliche Aktivität** und **Sport** kommt eine besondere Bedeutung bei der **Therapie** der **Koronaren Herzerkrankung** und **ihrer Folgen** zu.

Durch die **Maßnahmen** im Rahmen der **Sekundärprävention**, die bei bereits vorliegender KHK empfohlen werden, soll die **Progression** der **Atherosklerose** verlangsamt oder eine **Regression** herbeigeführt werden.

So konnten **GIANNUZZI et al. 2003** nachweisen, dass eine **Erhöhung** der **körperlichen Aktivität** bei Koronarkranken die **kardiovaskuläre Morbidität** und **Mortalität** günstig beeinflussen und die **Lebensqualität** der Patienten verbessert wird.

Auch durch eine **aktuelle Metaanalyse** mit Daten von 63 randomisierten Studien an **21.295 Patienten** mit einer **KHK** wurde die **Reduktion** der **Gesamt mortalität** um **47 %** bestätigt und somit der positive Einfluss sekundärer Präventionsprogramme ( **CLARK et al. 2005** ).

Allerdings zeigten sich erst **überzeugende Ergebnisse** nach einem **Trainingsprogramm** von **24 Monaten**.

Dies stärkt den **Nutzen** der vorliegenden **eigenen Langzeitstudien** beim ambulanten Herzsport der JLU Gießen nach **9,0 bis 12,9 Jahren**, wenn auch mit kleineren Patientengruppen koronarkrankter Männer von  $n = 50$  – *Aktuelle Untersuchung* – und  $n = 46$  – *Langzeitstudie* –.

Für die **Gesundheitspolitik** der **VR China** ist es deshalb aktuell, so schnell wie möglich, vor allem aus den **frühen positiven Erfahrungen** der **Bekämpfung** der **KHK** in der **Bundesrepublik Deutschland** ( **BRUSIS, WEBER-FALKENSAMMER 1986** ) angepasste **Modelle** für den großen Flächenstaat zu entwickeln.

Nicht nur in der VR China, sondern auch in Deutschland ist eine **Reform** des **Gesundheitssystems** **dringend erforderlich**, da die finanziellen Belastungen des Gesundheitswesens sowohl von dem Einzelnen, aber auch von der Gesellschaft nicht mehr aufgebracht werden können.

Für die **Bewältigung** dieser *"Teilaufgabe"* des **chinesischen Gesundheitssystems** – eine wirksame Bekämpfung der KHK und ihrer Folgen durch eine adäquate Sekundärprävention in ambulanten Herzsportgruppen zu entwickeln – soll die vorliegende Dissertation eine bescheidene Anregung und Hilfe sein.

Die **vorliegende Dissertation** beschäftigt sich mit der **allgemeinen Situation** der **ambulanten kardialen Rehabilitation** in **Deutschland** von den **Anfängen 1965** bis zur **Gegenwart im Jahr 2006**.

Darüber hinaus werden die **speziellen Erfahrungen** der nun schon im **30igsten Jahr** existierenden **ambulanten Herzsportgruppen** der **Justus-Liebig-Universität Gießen** berücksichtigt.

Das konkrete **Ziel** dieser **experimentellen Dissertation** mit dem Titel:

*„Ambulante Kardiale Rehabilitation in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Langzeitergebnisse bei den Giessener Herzsportgruppen als Modell für die Einführung gesundheitspolitischer Strategien zur Bekämpfung der Koronaren Herzkrankheit ( KHK ) in der VR China“*

ist die **Beantwortung folgender Fragen**:

1. *Wie ist die aktuelle körperliche, kardiozirkulatorische, kardiorespiratorische und metabolische Leistungsfähigkeit/Belastbarkeit der aktiven TeilnehmerInnen in den ambulanten Herzgruppen der JLU Giessen bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen mit der 0,5 W/kg KG-Methode im Vergleich zur Aufnahmeuntersuchung ( Uo vs. Ua ) ?*
2. *Wie verhalten sich die körperlichen, kardiozirkulatorischen, kardiorespiratorischen und metabolischen Reaktionen von Patienten in den Herzgruppen der JLU Giessen nach einer mehr als 8 bis 13-jährigen Langzeitrehabilitation während einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie ?*
3. *Wann erreichen die Patienten nach Aufnahme des ambulanten Herzsports ihre beste körperliche, kardiozirkulatorische und kardiorespiratorische Belastbarkeit?*
4. *Gibt es eine unterschiedliche Entwicklung der körperlichen, kardiozirkulatorischen und kardiorespiratorischen Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit nach einer entsprechenden zeitlichen Teilnahme am ambulanten Herzsport der JLU Giessen zwischen den folgenden 4 unterschiedlichen Krankheitstypen:*  

<i>Typ I</i>	<i>(n = 9)</i>	<i>: KHK mit Herzinfarkt und Bypass-Operation;</i>
<i>Typ II</i>	<i>(n = 23)</i>	<i>: KHK ohne HI mit Bypass-Op.;</i>
<i>Typ III</i>	<i>(n = 9)</i>	<i>: KHK mit HI ohne Bypass-Op.;</i>
<i>Typ IV</i>	<i>(n = 5)</i>	<i>: KHK weder HI noch Bypass-Op.?</i>
5. *Gibt es geschlechtsspezifische Differenzen der körperlichen, kardiozirkulatorischen und kardiorespiratorischen Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit nach einer langjährigen Teilnahme am ambulanten Herzsport der JLU Giessen ?*
6. *Welche allgemeinen Empfehlungen zur Primär- und Sekundär-Prävention der Koronaren Herzkrankheit ( KHK ) können für die VR China unter Berücksichtigung der positiven Erfahrungen beim ambulanten Herzsport in Deutschland ausgesprochen werden ?*

## 3 METHODIK

### 3.1 Untersuchungsgut

**Insgesamt 413 Patienten** mit einer **Koronaren Herzerkrankung ( KHK )** haben seit der **Gründung der ambulanten Herzsportgruppen des Lehrstuhls für Sportmedizin der JLU Giessen im April 1976 bis Ende Dezember 2006** an den wöchentlichen Übungs- und Trainingsstunden mit **individuell unterschiedlichen Gesamtzeiten ( Jahre )** und **Intensitäten** – Übungs – oder / und Trainingsgruppe – teilgenommen.

Ihre **Krankenakten** wurden von mir durchgesehen und für die **speziellen Fragestellungen** meiner Dissertation ausgewertet.

**Weitere 55 aktive Teilnehmer** wurden von mir im Zeitraum vom **November 2002 bis zum Februar 2005** in Zusammenarbeit mit **Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki** und seinem Team im Zusammenhang mit den **Fragestellungen** meiner **experimentellen Dissertation mit dem modernsten computergesteuerten spiroergometrischen Messplatz** der Firma E. Jaeger / Würzburg – Höchberg leistungsmedizinisch untersucht.

Alle Patienten, davon **5 Frauen** und **50 Männer**, wurden nach der **0,5 W/kg KG-Methode** bis zur individuellen Erschöpfung bzw. dem Auftreten von objektiven Abbruchkriterien auf dem ebenfalls **computergesteuerten Fahrradergometer** der Firma Ergoline / Bitz **im Sitzen** belastet.

Die **Tab. 1** zeigt die **anthropometrischen Parameter** der Patienten.

**Tab. 1: Anthropometrische Parameter der aktuellen Teilnehmer am ambulanten Herzsport der Universität Giessen**

<b>Geschlecht</b>	<b>N</b>	<b>Alter (J)</b>	<b>Größe (cm)</b>	<b>Gewicht (kg)</b>
<b>Männliche</b>	<b>50</b>	<b>67,8 ± 6,3</b>	<b>171,0 ± 6,6</b>	<b>80,5 ± 10,3</b>
<b>Weibliche</b>	<b>5</b>	<b>59,8 ± 7,2</b>	<b>160,5 ± 6,4</b>	<b>80,6 ± 7,0</b>

Weiterhin wurden durch eine ergänzende **Statistische Studie** aus den **413 Akten** der Herzsportteilnehmer die **Befunde** von **46 Patienten** ausgewertet, die **mehr als 8 Jahre in den Universitäts – Herzsportgruppen trainierten** bzw. noch regelmäßig teilnehmen.

**22 Patienten** sind beim **Abschluss** der vorliegenden **Statistischen Studie** noch **aktiv**.

**24 Patienten** sind zu unterschiedlichen Zeitpunkten und Gründen – Umzug, andere wohnortnähere Vereinsgruppe, Einstellung des Trainings wegen nicht mehr fortgesetzter Unterstützung durch die eigene Krankenkasse etc., **ausgeschieden**.

Es wurde bei diesen **46 Patienten** der **Zeitpunkt** der **besten** körperlichen, kardiozirkulatorischen und kardiorespiratorischen **Leistungsfähigkeit / Belastbarkeit** nach Aufnahme des regelmäßigen ambulanten Herzsport ermittelt ( Tab. 2 ).

**Tab. 2: Anthropometrische Daten der mehr als 8 Jahre am ambulanten JLU-Herzsport teilnehmenden Patienten ( n=46 )**

<b>Gruppe</b>	<b>Untersuchung</b>	<b>Alter (J)</b>	<b>Größe (cm)</b>	<b>Gewicht (kg)</b>
<b>U0</b>	<b>Anfangsuntersuchung</b>	<b>54,2 ± 7,0</b>	<b>173,2 ± 6,6</b>	<b>77,0 ± 8,1</b>
<b>U1 nach 8,2 ± 5,1 J</b>	<b>Individuell beste Leistung / Belastbarkeit</b>	<b>62,7 ± 8,0</b>	<b>172,0 ± 6,7</b>	<b>81,0 ± 10,4</b>
<b>U2 nach 12,9 ± 4,0 J</b>	<b>Letzte Untersuchung</b>	<b>67,5 ± 7,0</b>	<b>171,5 ± 6,9</b>	<b>80,9 ± 10,4</b>

Nach der **Eingangsuntersuchung** und dem **Krankheitsbefund** wurden die **mehr als 8 Jahre am ambulanten Herzsport teilnehmenden** Patienten den folgenden **4 Befund-Hauptgruppen** oder **Typen** mit ihrem anthropometrischen Parametern zugeordnet ( Tab. 3 ):

**Tab. 3: Anthropometrische Parameter der 46 Patienten der Giessener ambulanten Universitätsherzsportgruppen mit 4 unterschiedlichen Krankheitsbildern bei der Anfangsuntersuchung**

BEFUND*	n	Alter (J)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
Typ I	9	54,6 ± 5,9	173,5 ± 6,8	75,4 ± 6,0
Typ II	23	53,0 ± 6,1	173,9 ± 7,2	77,7 ± 7,9
Typ III	9	54,7 ± 9,0	170,0 ± 5,5	73,9 ± 9,4
Typ IV	5	57,6 ± 9,2	175,4 ± 4,4	82,5 ± 8,7

\* 4 Befund – Hauptgruppen oder Typen

- Typ I (n = 9) : *KHK mit Herzinfarkt und Bypass-Operation;*  
 Typ II (n = 23) : *KHK ohne HI mit Bypass-Op.;*  
 Typ III (n = 9) : *KHK mit HI ohne Bypass-Op.;*  
 Typ IV (n = 5) : *KHK weder HI noch Bypass-Op.*

## 3.2 Untersuchungsablauf

Als **Basismaterial** für die **Auswertung / wissenschaftliche Analyse** dienen die aktuell von mir ermittelten, aber ebenso die in den individuellen Krankenakten enthaltenen **körperlichen, kardiozirkulatorischen und kardiorespiratorischen Leistungsdaten** aller Teilnehmer der Herzsportgruppen.

Die bei der **Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-/Kreislaufkrankungen in Hessen e. V. ( GPR )** und dem **Hessischen Behinderten- und Rehabilitations-Sportverband e. V. ( HBRS )** als **Nr. 38** geführte Giessener Herzsportgruppe ist seit ihrer **Gründung im Frühjahr 1976** in **Zusammenarbeit** mit dem **MTV 1846 Giessen**, dem **Allgemeinen Hochschulsport ( AHS )** und der **Professur für Sportmedizin** der **JLU** unter Nutzung der **optimalen Trainingsbedingungen** am **Unisportzentrum** ganzjährig tätig.

Die **Patienten** wurden für die vorliegende experimentelle und statistische Studie nicht nach ihrer **Zugehörigkeit** zur **Übungs- oder Trainingsgruppe** getrennt.

Alle *klinischen, leistungsmedizinischen und biochemischen Untersuchungen* in den letzten **30 Jahren ( 4/1976 – 6/2006 )** wurden von **Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki** und seinen MitarbeiterInnen am Lehrstuhl für Sportmedizin in **Zusammenarbeit** mit dem **Zentrum für Innere Medizin** ( Frühere Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h. C. Mlt. Hanns-Gotthard Lasch, Gf. Direktor: *Univ.-Prof. Dr. med. Harald Tillmanns* ) durchgeführt.

Ab 7/2006 wurde die ärztliche Verantwortung für die Giessener Universitätsherzsportgruppen seinem Nachfolger auf dem Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU, *Univ.-Prof. Dr. med. Frank C. Mooren*, mit dem Einverständnis der PatientInnen sowie des Cheftrainers *Edwin Mücke M.A.*, übertragen. Ab dem 1. Januar 2007 werden die Gruppen als Verein nach kommerziellen Notwendigkeiten weitergeführt.

Zu **Beginn** der **Untersuchung** wurde eine **klinische- und Sportanamnese** erhoben.

Besonders wird nach „*Jetzigen Beschwerden*“, vor allem bei körperlichen Belastungen gefragt. Während der Untersuchung wurden **die Befunde** auf unterschiedlichen Bögen protokolliert: **Sportärztlicher Untersuchungsbogen, klinische Befunde, Lungenfunktionsprüfung, Ruhe- und Ergo-EKG, Ergometrie, Spiroergometrie-Kurven oder Spiroergometrie-Tabellen** mit den **maximalen kardiorespiratorischen Leistungs- bzw. Belastungs-Parametern** ( s. Anhang ).

Neben der klinischen Untersuchung stand auch eine **Ruhe EKG-Registrierung** im Liegen mit den 12 **Ableitungen** nach **Einthoven** I, II, III, nach **Goldhover** aVR, aVL, aVF und den **Brustwandableitungen** V<sub>1-6</sub> im Vordergrund.

Abschließend wurde die **Spiroergometrie** unter fortlaufender Registrierung der **kardiorespiratorischen Funktionsgrößen** bis zur **individuellen Vita maxima** oder dem Eintreten von Abbruchkriterien durchgeführt.

Dabei stand mir für die aktuelle experimentelle Untersuchung nur noch ein kleines, aber sehr qualifiziertes und engagiertes **Untersuchungsteam** zur Verfügung ( **Abb. 12** ).



**Abb. 12:** Untersuchungsteam bis 12/2003 am Lehrstuhl für Sportmedizin nach der Emeritierung von Univ.-Prof. Dr. med. Paul E Nowacki zum 1. Oktober 2002. Von li nach re.: MTA Ursula Dittrich, Dr. Yaser Elgohari ( Ägypten, Promotion zum Dr. phil. am FB 06 Sportwissenschaft der Justus-Liebig-Universität Giessen ), Doktorandin Ning Wu, M.A. ( VR China ), Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki, Herzsportgruppenteilnehmer W. Lud.



**Abb. 13:** Herzkranker Patient H. Sch. bei der erschöpfenden fahrradspiroergometrischen Belastung im Sitzen. Angeschlossen über die Atemmaske und einem 1,5 m langen Atemschlauch mit dem kardio-respiratorischem Messplatz „ERGOPNEUMOTEST“ der Fa. E. JAEGER; Würzburg, am Sportmedizinischen Institut der JLU-Giessen.

Alle Patienten wurden nach der klinischen **Eingangsuntersuchung** auf einem elektrisch gebremsten drehzahlunabhängigen **Universalgometer** der **Firma E. Jaeger / Würzburg** belastet ( **Abb. 13** ).

Bei **keinem der Patienten** kam es zu **kardialen Problemen** oder **besorgniserregenden Abbruchkriterien**, so dass die individuelle „*erschöpfende Maximalbelastbarkeit*“ bei der **Fahrradspiroergometrie im Sitzen** festgestellt werden konnte.



**Abb. 14 :** Der komplette computergesteuerte spiroergometrische Messplatz am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen, aufgestellt 1974 und funktionsfähig eingesetzt bis zum Ende des Jahres 2002. Die damaligen Kosten von ca. 500.000,- DM wurden von Prof. Dr. Nowacki zu 80 % aus Dritt – und Eigenmitteln finanziert, der Rest aus Universitätsmitteln.

Für **spezielle Fragestellungen**, z.B. Inanspruchnahme der kardiorespiratorischen Reserven der Herzpatienten beim schnellen **Gehen** ( 4 km/h ) und langsamen **Laufen** ( 6 km/h ) wurde der komplette computergesteuerte spiroergometrische Messplatz ( **Abb. 14** ) ergänzt. ( **RIPPER 1991, LOTZ 1996, RAABE 1995, KIRCHHOFF 1999** ).

Bei der **Anfangsuntersuchung** wurde das **Belastung-EKG** oder **Ergo-EKG** elektrokardiographisch mit dem Dreikanalschreiber „**Multiscriptor EK26**“ der Fa HELLIGE, Freiburg i. Brsg., aufgezeichnet und simultan mit einem **Ein-Kanal-Oszilloskop** der gleichen Firma beobachtet. Die Elektroden, die mit dem EKG – Gerät verbunden waren, wurden an dem Thorax mittels Gummiband für die **Ableitungspunkte V4, V5, V6** befestigt.

Die **Extremitätenelektroden** I, II, III und die indifferente **Elektrode** wurden mit demselben Gummiband am Rücken der Probanden befestigt.

Sehr häufig wurden die **Extremitätenelektroden** aber auch in **klassischer Weise** – trotz der sitzenden Position auf dem Fahrradergometer – befestigt.

Das **Anbringen** der **Elektrodenkabel** in klassischer Weise am **rechten ( rot )** und am **linken ( gelb ) Handgelenk**, sowie am **linken ( grün )** und oberhalb des **rechten ( indifferente schwarze Elektrode ) Sprunggelenkes** und die spannungsfreie Justierung für die Tretkurbelarbeit erfordert relativ viel Zeit in der Vorstartphase. Grundsätzlich ist ein solches Vorgehen beim Schreiben des Ergo-EKGs aber möglich.

Diese von **NOWACKI 1977** inaugurierte **Methode** hat dagegen den **Vorteil**, dass vorher ein **Ruhe-EKG im Sitzen** mit den Ableitungen I, II, III, aVR, aVL, aVF, V4, V5, V6 bzw. den anderen Brustkorbableitungen V1-3, geschrieben werden kann. Die Aufzeichnung erfolgt durch Umschaltung eines Drei-Kanal-Elektrokardiographen (Multiscriptor EK 26 der Firma Hellige) mit einer Papiergeschwindigkeit von 50 mm/s.

Die **Vorstartwerte** der **Herzschlagfrequenz** und des **Blutdrucks**, gemessen nach **Riva – Rocci** und **Korotkow**, wurden vor Belastungsbeginn registriert.

Die **Herzschlagfrequenz** wird dagegen am **Ende der Belastungsminute**, sowie entsprechend in den anschließenden **5 Erholungsminuten** sitzend auf dem Fahrradergometer nach den beschriebenen Methoden registriert.

Die **Werte** des **Blutdrucks** wurden auch in der **2. und 4. Belastungsminute** sowie in der **Erholungsphase** ( 1. bis 5. Erholungsminute ) gemessen.

Ab **November 2002 bis März 2003** erfolgten die eigenen **experimentellen Untersuchungen** mit dem modernsten **computergesteuerten spiroergometrischen Messplatz** der Firma E. Jaeger / Würzburg – Höchberg ( **Abb. 15** ).



**Abb. 15: Modernster Spiroergometriemessplatz „Oxycon Delta“ der Firma E. Jaeger / Würzburg-Höchberg im Sportmedizinischen Institut der JLU Giessen. Ab November 2002 über Leasing-Vertrag der Firma mit Prof. Dr. Nowacki eingerichtet. Finanzierung über Eigen- und Drittmittel.**

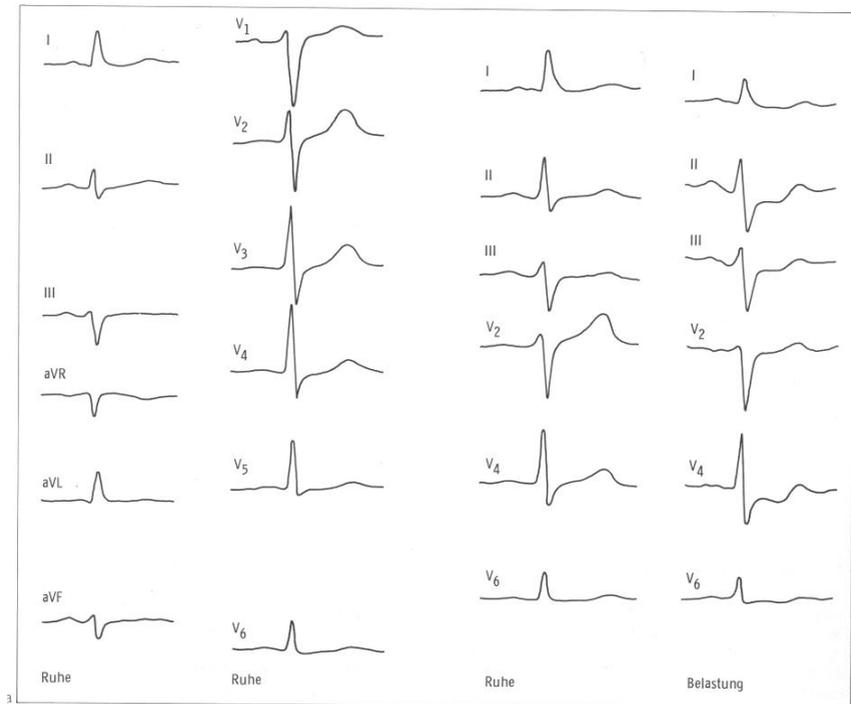
Mit diesem konnte die **Belastungs-Elektrokardiographie**, das Ergo-EKG, ganz **entscheidend** für die Herzpatienten **verbessert** werden.

Der neue **Elektrokardiograph MAC 1200/1200 ST**, ausgerüstet mit einer Standardsoftware, erlaubt die **gemeinsame Registrierung aller 12 EKG-Ableitungen** ( I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1-6 ) mit **sofortige Frequenzmessung** zu jedem gewünschten Zeitpunkt vor, während und nach der Belastung. Eine Registrierung je Minute reichte aber aus.

Auch eine **fortlaufende Monitorbeobachtung** des EKGs erhöht weiterhin die Sicherheit für den Patienten und das Untersuchungsteam.

Das dazugehörige **Elektroden – Applikationssystem KISS** garantierte eine störungsfreie Aufzeichnung der Herzstromkurven, wie man sie zu Beginn der Einführung des Belastungs-EKGs bei der Fahrradergometrie vor ca. 50 Jahren nicht für möglich gehalten hätte.

Bei der Registrierung und Darstellung des **Ruhe-** und **Belastungs-Elektrokardiogramms** haben wir uns an den Empfehlungen von REINDELL u. Mitarb. 1988 orientiert ( Abb. 16a ).



**Abb. 16a: EKG-Registrierung nach REINDELL. Patient, 54 J., seit 2 Jahren belastungsabhängige Angina-pectoris-Beschwerden, Ruhe-EKG unauffällig, Belastungs-EKG bei 120 Watt über 4 min mit Angina pectoris, deutliche elektrokardiographische Zeichen der Belastungs-Koronarinsuffizienz in den Ableitungen I, II, V<sub>4</sub> sowie angedeutet in III und V<sub>6</sub>.**

Die folgenden **3 Einzelbeispiele** ( Abb. 16 b, c, d ) sollen die eigenen methodischen Möglichkeiten der EKG-Aufzeichnung demonstrieren.

Vor allem soll durch diese **3 Patienten** ihre **hohe Belastbarkeit nach langjähriger Teilnahme** am ambulanten Herzsport gezeigt werden.

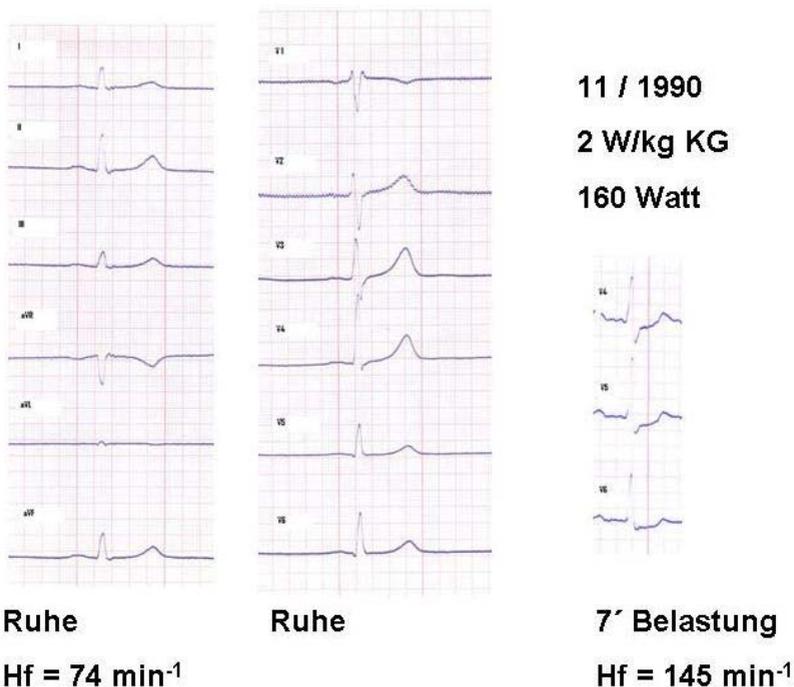
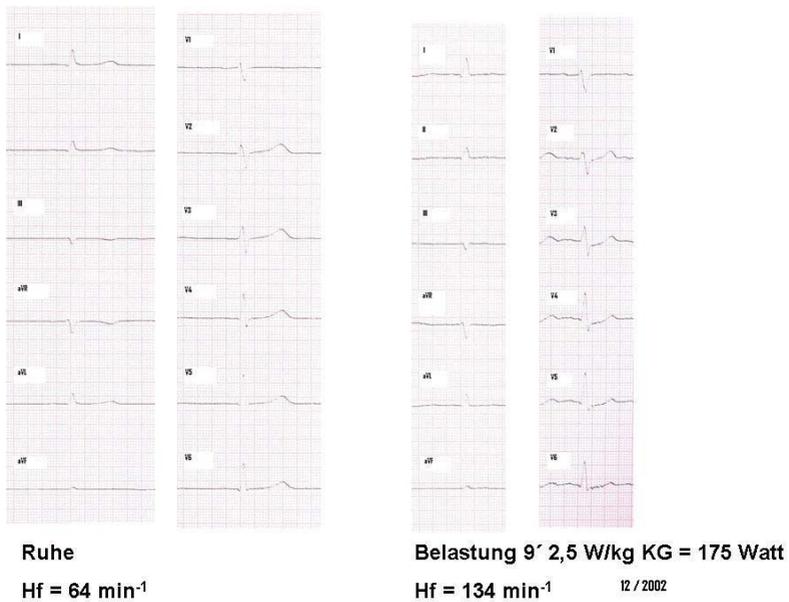


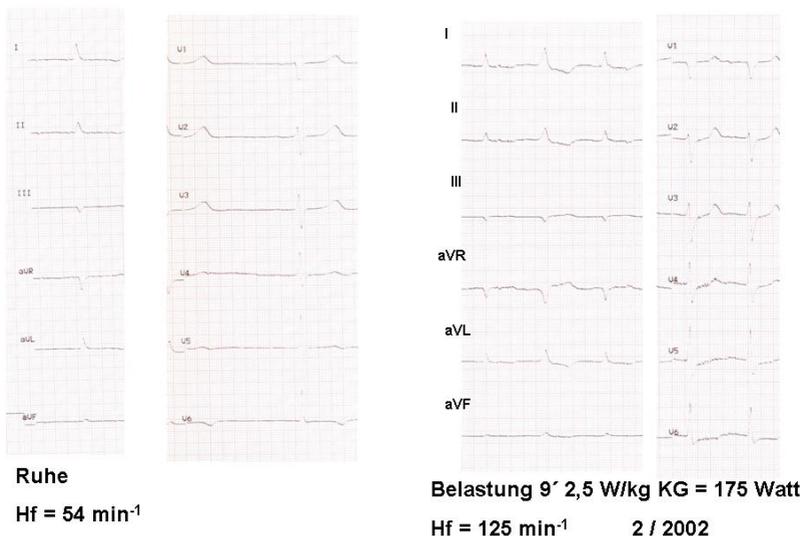
Abb. 16b: Herzpatient H.K., 60 J., 173 cm, 80 kg,

Beginn Herzsport: 8/1980

Diagnosen: KHK, VW-Infarkt 12/79, 2-fach Bypass-OP 5/90



**Abb. 16c:** Herzpatient W.L., 74 J., 165 cm, 77 kg  
Beginn Herzsport: 9/1983  
Diagnosen: KHK, Hypertonie, Dreifäßerkrankung seit 5/86,  
PCTA 6/92 und 9/93



**Abb. 16d:** Herzpatient F.G., 70 J., 163 cm, 68 kg

**Beginn Herzsport: 3/1979**

**Diagnosen: KHK, HW-Infarkt 10/78, 3-fach ACVB 3/97**

Auf eine Darstellung der **koronarangiographischen Befunde** unserer Patienten im Sinne von KALTENBACH, ROSKAMM 1980: "*Vom Belastungs-EKG zur Koronarangiographie*" wurde in der vorliegenden Dissertation verzichtet.

Entsprechende Befunde des Zentrums für Innere Medizin, Klinik I Kardiologie (Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Harald Tillmanns\*) liegen schriftlich in den Akten der Patienten, bzw. wurden im Herzkatheterlabor von uns betrachtet.

\*Prof. Dr. med. Harald Tillmanns und seinen MitarbeiternInnen danke ich für die kardiologische Beratung und fachärztliche Betreuung der PatientenInnen aus den ambulanten Herzsportgruppen.

Die geleistete **Wattstufe** wurde früher auf einer geeichten Skala, die von 0 bis 500 Watt reicht, angezeigt. Die **Sattelhöhe** wurde für jeden Probanden optimal eingestellt. Mit Hilfe des 3-Kanal-Elektrokardiographen „Multiscriptor EK 26“ der Firma Fritz Hellige, Freiburg i. Br., wurde die **Herzschlagfrequenz** ermittelt.

Durch die **Spiroergometrie** konnte die Leistung gemessen und gleichzeitig die **Atemfunktion** und der **Gasstoffwechsel** beobachtet werden.

Der spiroergometrische Messplatz der Firma E. Jaeger / Würzburg registriert die **Atemgrößen** nach dem *pneumotachographischen Prinzip*, d.h. im **offenen System**. Weiterhin misst er die **Sauerstoff-** und **Kohlendioxidkonzentration** einschließlich des **Ventilations-RQ** nach der *Wärmeleitmethode* mit einer Anzeigenvergrößerung von 30 sec.

Als **Mess-** und **Berechnungsgrößen** wurden die *Gesamtarbeit in Wattminuten*, die *maximale absolute* und *relative Wattstufe*, die *Herzschlagfrequenz*, die *absolute Sauerstoffaufnahme*, die *relative Sauerstoffaufnahme* und der *Sauerstoffpuls* registriert bzw. berechnet.

Die **Spiroergometrie** dient der Beurteilung des Leistungs- und Gesundheitszustands von Herz, Kreislauf, Atmung und Stoffwechsel. Nach **NOWACKI 1977** erfolgt heute in der Klinik und Sportmedizin die exakte Funktionsdiagnostik der körperlichen und kardiopulmonalen Leistung durch die Spiroergometrie. Sie erfüllt die Forderungen nach Objektivität, Reproduzierbarkeit und Unschädlichkeit der Methode.

Bei der **ersten Untersuchung** wurden die Patienten fast ohne Ausnahme mit der **1/4 Watt/kg Körpergewichts-Methode** belastet ( **Abb. 17** ). Die Belastung wurde alle zwei Minuten um den Ausgangswert erhöht.

Bei der **Untersuchung 2003** wurde wegen der zu erwartenden besseren Leistungsfähigkeit / Belastbarkeit schon mit **1/2 Watt/kg Körpergewicht** schon am Anfang der Untersuchung belastet. Begründet ist dieses Vorgehen damit, dass der Zeitfaktor als Abbruchkriterium ausgeschaltet werden sollte.

Bei der durch das Trainings / die Übungen beim Herzsport verbesserten körperlichen Belastbarkeit hätten die Patienten mit der 0,25 W/kg KG Methode bis zum Erreichen der 1. Minute 2 W/kg KG insgesamt 15 Minuten getreten. Mit der 0,5 W/kg KG-Methode dagegen nur 7 Minuten, bzw. Sie können dann meistens sich auch noch für 2 Minuten bis 2 W/kg KG belasten, d.h. 8 Minuten. So erreichen die Patienten eine intensivere Ausbelastung.

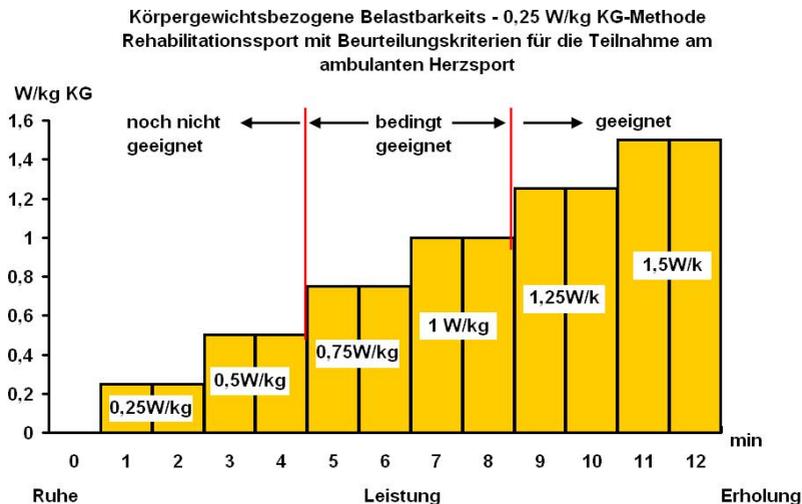


Abb. 17: Giessener körpergewichtsbezogenes fahrradergometrisches Belastungsverfahren. 0,25 W / kg KG-Methode mit Beurteilungskriterien nach NOWACKI, MEDAU.

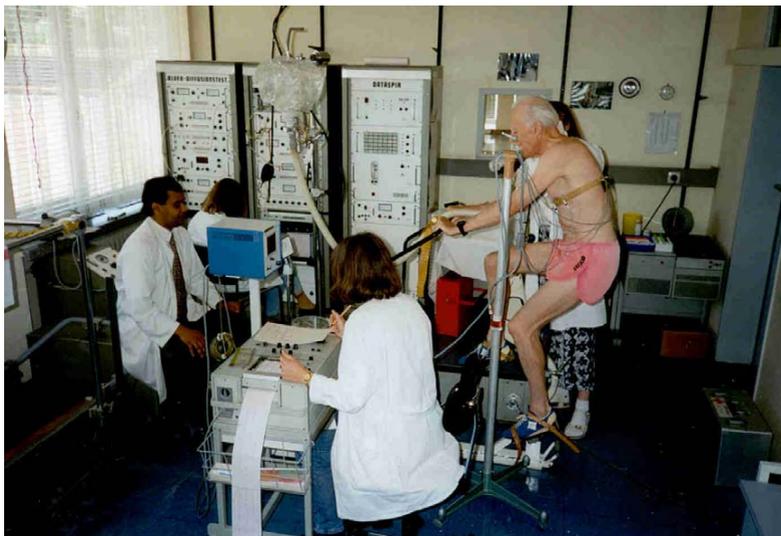
### 3.3 Untersuchungsverfahren der Fahrradspiroergometrie

Die **Fahrradspiroergometrie** ist ein diagnostisches Verfahren, mit dem sich qualitativ und quantitativ die Reaktion von Herz, Kreislauf, Atmung und Stoffwechsel auf muskuläre Arbeit, sowie die **kardiopulmonale Leistungsfähigkeit** beurteilen lässt. Sie setzt sich aus **zwei Teilen** zusammen: der **Fahrradergometrie** und der **Spirometrie**.

Mit ergometrischen Untersuchungen lassen sich physische Leistungen exakt dosieren und jederzeit präzise reproduzieren. Die Spirometrie dient der Erfassung des respiratorischen Gasstoffwechsels und der Atmung unter kontinuierlicher Aufzeichnung ( **KNIPPING, BOLT, VALENTIN, VENRATH 1955; NOWACKI 1977, 2005; HOLLMANN, PRINZ 1994; ELGOHARI 2003** ).

Ein einheitliches ergometrisches Belastungsverfahren in der **rehabilitativen Kardiologie** zur Festlegung der Belastbarkeit des Patienten gibt es nicht. Überwiegend werden in **Deutschland** Verfahren der **Fahrradergometrie** im **Sitzen** und **Liegen** gewählt, während sich in den **USA** die Belastung auf dem **Laufbandergometer** durchgesetzt hat ( **MELLEROWICZ 1979, NOWACKI 1981; HOLLMANN, HETTINGER 2000** ).

Seit langen Jahren werden bei den **Herzsportgruppen der JLU Giessen** ( Gründung und Leitung: Univ.-Prof. Dr. Med. Paul E. Nowacki ) die notwendigen **medizinischen Eingangs- und Kontrolluntersuchungen** nach einem standardisierten ergometrischen Belastungsverfahren durchgeführt ( **Abb. 18** ).



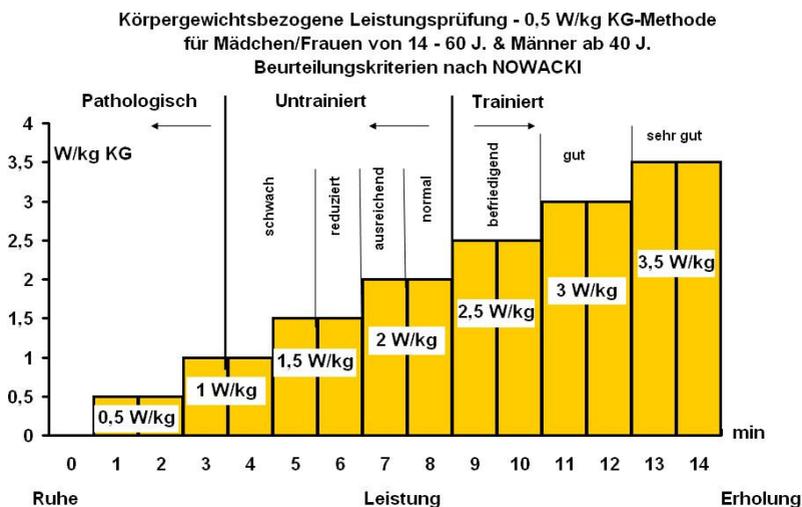
**Abb. 18: Fahrradspiroergometrie bei einem Patienten.**

Dies wird möglich durch die enge **Anbindung** der **Herzsportgruppen** an den **Lehrstuhl für Sportmedizin** mit den dort vorhandenen leistungsmedizinischen Untersuchungsmöglichkeiten. In zahlreichen *Veröffentlichungen, Dissertationen, wissenschaftlichen Examensarbeiten* und *Vorträgen* sind diese **Untersuchungsmethoden**, die **Sportprogramme**, sowie die **Kurz-** und auch schon einige **Langzeitergebnisse** des ambulanten kardialen Rehabilitationssports nach dem Giessener Modell beschrieben ( **DITTER, NOWACKI 1978; MEISTER 1985; 1991; NOWACKI 1980; 1986; 1991; 1992; 1985; 1988; PIEHL 1981; RIPPER 1989; RAABE 1994; LOTZ 1996; KIRCHHOFF 1999** ).

Bei den **Belastungsuntersuchungen** für die **vorliegende Dissertation** wurde das Giessener körperrgewichtszugehörige Belastungsverfahren – die **0,5 Watt/kg KG Methode** nach NOWACKI mit den gemeinsam mit MEDAU 1984 entwickelten Beurteilungskriterien angewendet. Mit diesem werden nach der Erstuntersuchung auch die regelmäßigen jährlichen bis zweijährigen Belastbarkeitsüberprüfungen der Herzsportgruppenteilnehmer – kostenlos für diese ! – durchgeführt.

Bei diesem Verfahren wird die Belastung ausgehend von einer **Anfangsleistung** von **0,5 Watt/kg KG**, alle zwei Minuten um 0,5 Watt/kg KG gesteigert. So z. B. für einen **Probanden** mit **80 kg** Körpergewicht mit einem **Anfangswert** von **40 Watt**, danach Steigerung auf 80 Watt, 120 Watt, 160 Watt u. sogar bis in dem **trainiertem Bereich** von **200 Watt**.

Dieses **Verfahren** wurde in erster Linie für den **Frauensport** entwickelt. Für Männer **ab 40 Jahren**, speziell den **Senioren-sport**, eignet sich diese 0,5 W/kg KG-Methode besonders (**Abb. 19**), aber ebenso für **fortgeschrittene Herzsportgruppenteilnehmer**.



**Abb. 19:** Giessener körperrgewichtszugehöriges fahrradergometrisches Belastungsverfahren. 0,5 W / kg KG-Methode mit Beurteilungskriterien nach MEDAU, NOWACKI 1984.

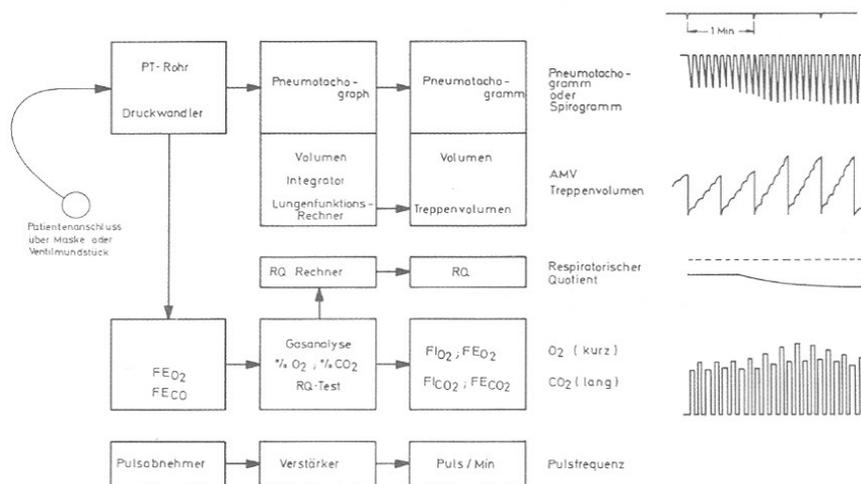
Die **Herzfrequenz**, das **Atemminutenvolumen** und die **Prozentwerte** der **Sauerstoffaufnahme** und der **Kohlendioxidausscheidung** wurden in Ruhe, in jeder Belastungsminute und in den ersten fünf Erholungsminuten gemessen.

Der **Blutdruck** wurde in Ruhe, in den ersten drei Belastungsstufen und in jeder Erholungsminute bestimmt. Die Probanden atmeten Raumluft mit 20,9 Vol % Sauerstoff ein. Somit lagen **Normoxie-Bedingungen** vor.

Bei der Spiroergometrie wurde die **Expirationsluft** nach dem Passieren der Ausatemungsventile über einen 1,5 bis 2 m langen Atemschlauch dem **Pneumotachographenrohr** zugeführt. Dort wird jeder Atemzug nach dem schon erwähnten pneumotachographischen Prinzip volumetrisch registriert. Ein Teil der Luft sammelt sich darüber in einem Mischbeutel, von wo sie kontinuierlich über eine kleine Pumpe den Messkammern zur **Registrierung** der **CO<sub>2</sub>-** und **O<sub>2</sub>-Konzentrationen** zugeführt wird. Die durchschnittliche **Temperatur** der **Analysenluft** entspricht mit 37° der Temperatur der Expirationsluft. Minimale Temperaturschwankungen von 0,1° bis 0,3°C können bei der Berechnung vernachlässigt werden ( Abb. 20 ).

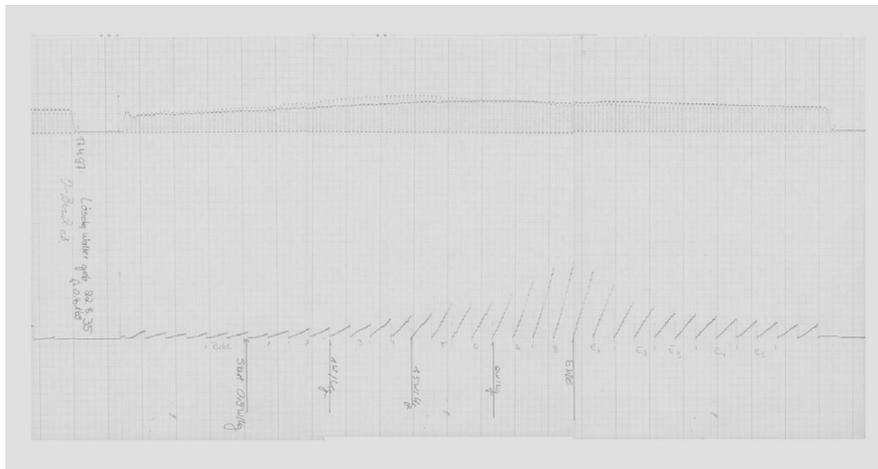
Die **Registrierung** des **Atemminutenvolumens** in Litern erfolgt unter **BTPS** – ( **B**ody **T**emperature **P**ressure **S**aturated ) – **Bedingungen**, da die Ausatemungsluft auf ihrem Weg zum Pneumotachographenrohr kaum unter 37°C abkühlt und zu 100% H<sub>2</sub>O gesättigt ist.

Nachdem die Ausatemungsluft das Pneumotachographenrohr passiert hat, sammelt sie sich in einem Expirationssammelbeutel, von dem aus dauernd Gasproben in einen angeschlossenen **Gas-Analysator** gepumpt werden. In diesem Gas-Analysator werden die Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentrationen als Differenz zwischen der Umgebungsluft = Einatemungsluft und der Ausatemungsluft nach der **Wärmeleitmethode** gemessen. Die **Genauigkeit** der Messung beträgt  $\pm 0,1$  Volumen – Prozent für O<sub>2</sub> % und CO<sub>2</sub> %.



**Abb. 20: Blockdiagramm zur ergospirometrischen Messung im offenen System mit dem Pneumotest der Fa. E. Jaeger/Würzburg.**

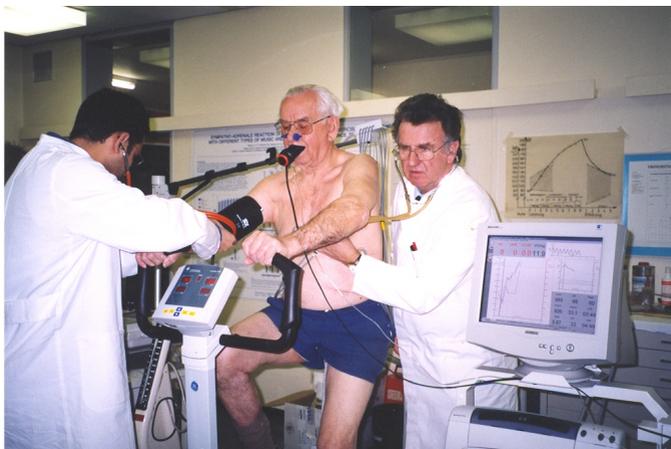
Von April 1976 bis zum Oktober 2002 wurde die Atmung als Treppenkurve registriert (**Abb. 21**), die nach jeweils 30 Sekunden wieder auf die Grundlinie zurückspringt, so dass man den Verlauf der Atemminutenvolumen – Kurve exakter verfolgen kann. Die Anzahl der Stufen in diesen 2 x 30 Sekunden-„Treppen“ gibt die **Atemfrequenz** pro Minute wieder. Um auch sehr große Atemminutenvolumina aufzeichnen zu können, besitzt der Schreiber zudem noch verschiedene Messbereiche (NOWACKI 1977). Aus der **Höhe** der **Treppenkurven** und dem jeweiligen **Messbereich** lässt sich dann das **Atemminutenvolumen** berechnen bzw. wird automatisch durch den integrierten Rechner erfasst und ausgedruckt.



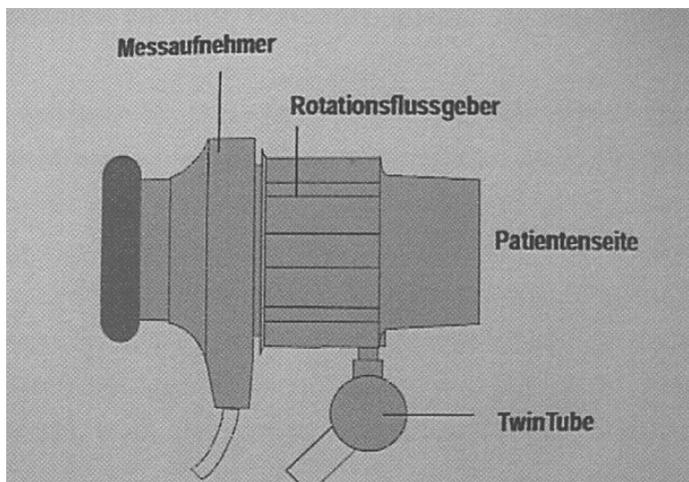
**Abb. 21: Originalregistrierung einer maximalen Spiroergometrie nach dem pneumotachographischen Prinzip bei einem Teilnehmer der JLU-Herzsportgruppen.**

Ab November 2002 haben wir mit dem modernen spirometrischen Gerät – Oxycon Delta – von der Firma Erich Jaeger, Würzburg-Höchstberg die neuen Untersuchungen durchgeführt ( **Abb. 22** ).

Das **neue Gerät – Oxycon Delta** – erfasst die Daten Atemzug für Atemzug im offenen System. Alle relevanten Daten befinden sich in einem einzigen System, so dass anhand einer umfassenden Analyse eine fundierte Diagnose erstellt werden kann. Um diesen hohen Ansprüchen zu genügen, werden Sensoren eingesetzt, die alle gängigen Empfehlungen übertreffen. Der hochgenaue **Triple V-Sensor** hat einen geringen Totraum und ist leichter als vergleichbare Produkte. Dies ist vor allem für den Probanden angenehm, der während der Messung ein Mundstück oder eine leichte Maske mit dem Sensor tragen muss. Das Gerät wurde mit einem leistungsstarken **Pentium-PC** der neuesten Generation ausgerüstet. Ein Tintenstrahldrucker in Farbe, graphische Benutzeroberfläche „Windows“, kompaktes Gehäuse mit O<sub>2</sub>- / CO<sub>2</sub>-Gasanalysatoren, Ventilationsmessung über den digitalen **Volumensensor „Triple V“** ( **Abb. 23** ), vollautomatische Eichprogramme für das Flussvolumen und die Gasanalysatoren sind auf kleinstem Raum untergebracht.



**Abb. 22:** Ein Patient bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen mit dem neuen Messplatz, sowie Messung des Blutdrucks mit gleichzeitiger Pulskontrolle durch Y. Elgohari (Ägypten) und Prof. Dr. P. E. Nowacki.



**Abb. 23:** Digitaler Volumensensor „Triple V“ für die Ventilationsmessung.

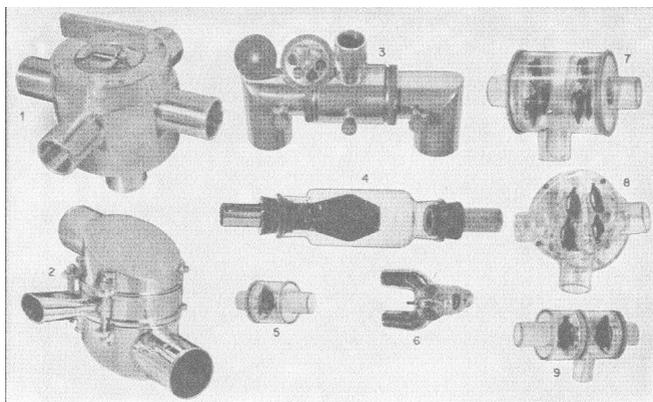


Fig. 5-14. Respiratory valves in common use. (1) Rudolph five-way residual air valve. (2) Rudolph high respiratory valve. (3) Collins high velocity valve. (4) Sadd type, flutter valve. (5) Collins plastic "J" valve. (6) Collins free breathing valve. (7) Collins plastic triple "J" high velocity valve. (8) Modified Otis-McKerrow plastic valve. (9) Collins plastic "J" valve, two-way.

**Abb. 24: In den USA entwickelte Atmungsventile mit der Legende von CONSOLAZIO, JOHNSON, PECORA 1963.**

Die **Entwicklung** der **Rahn-Otis-Ventile** ( **Abb. 24** ) zur **exakten Trennung** zwischen der **Inspirations- und Expirationsluft** war letztlich eine der entscheidenden Voraussetzungen für den Einsatz der Spiroergometrie. Moderne, leichte Kunststoffmaterialien garantieren dabei nicht nur die einwandfreie Funktion, sondern stellen sowohl als **Y- Ventil mit Nasenklemme** oder integriert in einer **Atemmaske** keine Atemzugsbehinderung, d.h. Erhöhung des Atemwegwiderstandes für die Koronarkranken, bis zur individuellen Vita-Maxima dar.

Die **Belastungssteuerung** des **Fahrrads**, die Übernahme der Sauerstoffsättigung aus einem externen Pulsoximeter, die Registrierung der systolischen und diastolischen Blutdruckwerte, ein Fußschalter zur Fernsteuerung des Messablaufs sowie eine LAB-Datenbank mit der Möglichkeit, durch Generierungsprogramme kundenspezifische Einstellungen tätigen zu können, vervollständigen das **neueste Spiroergometrie-Messsystem**.

Die **Ausbelastung** erfolgte bis zur **subjektiven** bzw. **peripher-muskulären Erschöpfung**, wenn nicht bereits vorher **objektivierbare Abbruchkriterien** ( Herzfrequenz, Blutdruck, ST-Streckenveränderungen ) zur Beendigung der Untersuchung führten.

Als **Kriterien** für einen solchen **vorzeitigen Abbruch**, obwohl der Patient subjektiv sich noch nicht voll erschöpft fühlt, gelten:

- Überhöhte **Blutdruckanstiege** mit Abbruch bei Erreichen von 220 bis 240 mmHg systolisch, fehlendem Druckanstieg und besonders Druckabfall bei weiter ansteigender Belastung;
- Auftreten von **Herzrhythmusstörungen**, insbesondere in Form von polytopen salvenförmigen oder frühzeitig einfallenden **Extrasystolen**;
- Auftreten akuter **Blockbildungen**;
- **Erreichen** der vorgegebenen **Ausbelastungsherzfrequenz** 200 minus Lebensalter, wobei eine Einnahme von **Betablockern** zu berücksichtigen ist ( **ROST 1984** );
- Deutliche **Erregungsrückbildungsstörungen** in Form von ST-Streckensenkungen oder -hebungen über 2 mm ( **MELLEROWICZ, WEIDENER, JOKL 1974; NOWACKI 1975; WEIDEMANN, MEYER 1991** ).

## 3.4 Messgrößen

### 3.4.1 Die körperliche Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit

#### 3.4.1.1 Gesamtarbeit ( Wattminuten )

Die **absolute Gesamtarbeit** in Wattminuten als Parameter der körperlichen Leistungsfähigkeit errechnet sich aus der Summe der getretenen Wattstufen.

#### 3.4.1.2 Maximale absolute Wattstufe ( Watt )

Die maximale Leistung des Probanden wird in der letzten Belastungsstufe in Watt gemessen und als **absolute maximale Wattstufe** angegeben.

#### 3.4.1.3 Maximale relative Wattstufe ( W/kg KG )

Die **maximale relative Wattstufe** ergibt sich zwangsläufig aus der erreichten W/kg KG-Stufe bei dem Belastungsverfahren nach NOWACKI 1971.

### 3.4.2 Die kardiozirkulatorische Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit

Die kardiozirkulatorische Belastbarkeit fokussiert sich hauptsächlich auf die **Herzfrequenz** (  $Hf \cdot \text{min}^{-1}$  ), die der Anzahl der Herzaktionen pro Minute entspricht.

Das Verhalten des **Blutdrucks** (  $RR \text{ mmHg}$  ) in der Vorstart-, Leistungs- und Erholungsphase bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen muss bei der Beurteilung der kardiozirkulatorischen Reaktionen zusammen mit dem Hf-Verhalten berücksichtigt werden.

### 3.4.3 Die respiratorische Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit

#### 3.4.3.1 Vitalkapazität ( l ) und 1-Sek. Kapazität ( % )

Die **Vitalkapazität** ist dasjenige Lungenvolumen, das nach langsamer maximaler Expiration maximal eingeatmet werden kann.

Die **1-Sekunden Kapazität** ist die Menge Luft, die nach einer maximalen Inspiration forciert in 1 Sekunde ausgeatmet werden kann. Der Wert für die 1-S-Kapazität, auch als **Tiffeneau-Test** bekannt, wird in % der VK angegeben. Er sollte  $> 70$  % der normalen VK betragen, bzw. den Normbereich von  $80 \pm 5$  % erreichen.

#### 3.4.3.2 Atemfrequenz ( $Af \cdot \text{min}^{-1}$ )

Die Anzahl der **Atemzüge** pro Minute ist die Atemfrequenz.

#### 3.4.3.3 Atemzugvolumen (l)

Das AZV beschreibt die pro **Atemzug** ventilerte Luftmenge.

#### 3.4.3.4 Atemminutenvolumen ( $l \cdot \text{min}^{-1}$ BTPS)

Das AMV beschreibt das pro Minute ventilerte Volumen unter **BTPS-Bedingungen**.

**BTPS** = Body Temperature Pressure Saturated:  $37^{\circ}\text{C}$ , 760 mmHg, 100 %  $\text{H}_2\text{O}$

$\text{AMV} (l \cdot \text{min}^{-1}) \text{ BTPS} = \text{AZV} (l) \text{ BTPS} \cdot \text{Af} \cdot \text{min}^{-1}$

### 3.4.4 Die kardiorespiratorische Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit

#### 3.4.4.1 Absolute Sauerstoffaufnahme ( $l \cdot \text{min}^{-1}$ STPD)

Das Produkt von Atemminutenvolumen und der prozentualen Sauerstoffausnutzung für die entsprechende Minute ergibt den Wert der jeweiligen **Sauerstoffaufnahme** pro Minute.

**STPD** = Standard Temperature Pressure Dry:  $0^{\circ}\text{C}$ , 760 mmHg, 0 %  $\text{H}_2\text{O}$

#### 3.4.4.2 Relative Sauerstoffaufnahme ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ STPD)

Durch die Division der  $\text{O}_2$ -Aufnahme ( $l \cdot \text{min}^{-1}$  STPD) mit dem Körpergewicht des Probanden erhält man die **relative Sauerstoffaufnahme** pro Kilogramm Körpergewicht. Die maximale relative Sauerstoffaufnahme bezeichnet den zu 95 % in der letzten Belastungsminute errechneten Wert.

Die  $\text{VO}_2\text{max ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD kann aber auch schon in der vorletzten Belastungsminute bzw. in Einzelfällen auch erst in der ersten Erholungsminute registriert werden ( SCHÖLL 1995 ).

#### 3.4.4.3 Sauerstoffpuls ( $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$ STPD )

Unter dem Sauerstoffpuls versteht man die Menge Sauerstoff, die in der Zeit einer ganzen Herzaktion ( Systole + Diastole ) aufgenommen wird.

#### 3.4.4.4 Respiratorischer Quotient

Der „Ventilatorische“ **Respiratorische Quotient** ( VRQ ) ist der Quotient aus der Kohlendioxidausscheidung und Sauerstoffaufnahme.

#### 3.4.4.5 Atemäquivalent

Das **Atemäquivalent** ( AÄ ) ergibt sich aus dem On-Line Datenverarbeitungsquotienten AMV BTPS und der dazugehörigen  $\text{O}_2$ -Aufnahme STPD. Es ist eine dimensionslose Zahl und gibt an, wie viel ml Luft ventilert werden müssen, um 1 ml Sauerstoff aufzunehmen. Normal in Ruhe liegt das AÄ bei  $28 \pm 2$  ( NOWACKI 1981 ).

### 3.4.5 Die metabolische Belastbarkeit ( Laktat mmol/l )

Es erfolgten Blutentnahmen aus dem hyperämisierten Ohrläppchen. Die Messergebnisse wurde in mmol/l registriert.

Die **aerobe Schwelle** liegt bei **2 mmol/l Laktat**. Der **aerob/anaerobe Übergang** zwischen **2-4 mmol/l Laktat**. Ab **4 mmol/l Laktat**, bzw. Oberhalb der **individuellen Schwelle** knapp unterhalb oder über 4 mmol/l Laktat beginnt der anaerobe Bereich, die Azidose.

### 3.5 Statistik

Die gemessenen **Daten** ( Rohwerte ) der verschiedenen **Variablen**, wie z.B. Alter, Größe, Herzfrequenz etc. der ProbandenInnen sind mit Hilfe des **Statistikprogramms** für Sozialwissenschaften **Statistical Package for the Social Sciences** ( SPSS 11.0 u. 11.5 für Windows) in Tabellen erfasst und bearbeitet worden. Durch die in SPSS verfügbaren Funktionen wurden bei einzelnen Messgrößen die statistischen Verteilungen überprüft und für berechnete Z-, T-, F- oder Chi2-Werte die zugehörigen **P-Werte** berechnet. Für eine Normalverteilung wurde das Univeriat eines allgemeinen linearen Modells gebraucht. Weiterhin sind die **Tukey-** und **Dunnnett-T3 Tests** beim Post-Hoc-Mehrfachvergleich in dieser Arbeit sehr von Bedeutung. Die Daten, die nicht zur Normalverteilung gehören, waren durch einen nichtparametrischen Test zu bearbeiten. Die Median-Tests wurden in der Funktion von SPSS mit unabhängigen Stichproben zusammen gekoppelt. Außerdem hatte Dr. HOLLENHORST vom Hochschulrechenzentrum der Justus-Liebig-Universität Giessen mir durch seine Beratung bei der statistischen Analyse und Beurteilung geholfen. Dafür möchte ich ihm danken.

Die Ergebnisse der statistischen Berechnungen werden in den nächsten Kapiteln behandelt: Arithmetische Mittel, Standardabweichung, P-Werte.

Weiterhin wurden die **Unterschiede** der **Mittelwerte** auf ihre **Signifikanz** untersucht ( **Tab. 4** ).

**Tab. 4: Abkürzungen für die Signifikanz**

<b>P</b>	<b>BEDEUTUNG</b>	<b>ABKÜRZUNG</b>
<b>&gt; 0,05</b>	<b>Nicht signifikant</b>	<b>N. S.</b>
<b>&lt; 0,05</b>	<b>Signifikant</b>	<b>*</b>
<b>&lt; 0,01</b>	<b>Hoch signifikant</b>	<b>**</b>
<b>&lt; 0,001</b>	<b>Höchst signifikant</b>	<b>***</b>

Die **statistische Auswertung** erfolgte mit dem **Personalcomputer Pentium III Prozessor** mit dem **Programm Windows NT und Windows 2000**.

### 3.6 Kritik der Methodik

Spiroergometrische Messmethoden sind ein seit vielen Jahren, nicht nur in der Sportmedizin, anerkanntes, sicheres experimentelles Verfahren, um kardiorespiratorische Leistungen beurteilen zu können (MELLEROWICZ u. Mitarb. 1974, NOWACKI 1975, 1981; SCHAUER u. Mitarb. 1984, HOLLMANN 1986, MEDAO u. Mitarb. 1988 ).

Unsere Patienten nahmen bereits im Mittel seit  $9,02 \pm 5,5$  Jahren am wöchentlichen Training teil und wurden in dieser Zeit durchschnittlich  $4,2 \pm 2,9$  Mal spiroergometrisch untersucht. Trotzdem erhielten die Patienten nochmals zu Beginn der Belastungsprüfungen im Rahmen dieser Dissertation ausführliche Instruktionen.

**Fehler im technischen Umgang** einzelner Untersucher mit den experimentellen Geräten können nicht ganz ausgeschlossen werden. Aber durch die umfangreichen Erfahrungen des Leiters – Univ.-Prof. Dr. med. Nowacki – mit der Spiroergometrie war eine optimale Einarbeitung der MitarbeiterInnen oder DoktorandenInnen mit dem `kompletten computergesteuerten spiroergometrischen Messplatz` der Fa. E. Jaeger Würzburg garantiert. Dies umso mehr, da er bei allen Untersuchungen der Herzpatienten aktiv beteiligt war.

Auf den möglichen Einfluss der jeweils eingenommenen **Medikamente** der Patienten im Zeitraum über die Jahre kann im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen werden.

Die Unterschiede in den klimatischen Verhältnissen, der Temperatur und der relativen Luftfeuchte wurden durch die angeschlossene Datenverarbeitung mitberücksichtigt. Alle Schwankungen lagen im Toleranzbereich für ergometrische Untersuchungen, so dass die internationalen Standardisierungsvorschläge ( MELLEROWICZ 1979 ) eingehalten wurden. Die Eichungen und Messungen mit dem modernsten Messplatz „Oxycon Delta“ der Fa. E. Jaeger, Höchberg habe ich selbst durchgeführt. Die Einarbeitung zur Bedienung dieses komplett computergesteuerten Messplatzes erfolgte durch einen besonders qualifizierten Techniker der Fa. E. Jaeger, Höchberg, dem an dieser Stelle gedankt sei.

Die Analyse der alle 15 Sekunden ausgedruckten Spiroergometriedaten wurde zusammen mit Prof. Dr. Nowacki durchgeführt, so dass mögliche Messfehler der spiroergometrischen Leistungsparameter, die nicht mit der erbrachten Wattstufe der Patienten kompatibel waren, erkannt werden konnten.

So musste zum Beginn der Untersuchung mit dem neuen Gerät in Folge eines primären Eichfehlers die Spiroergometrie bei einem Herzsportgruppenteilnehmer an einem folgenden Tag noch einmal wiederholt werden.

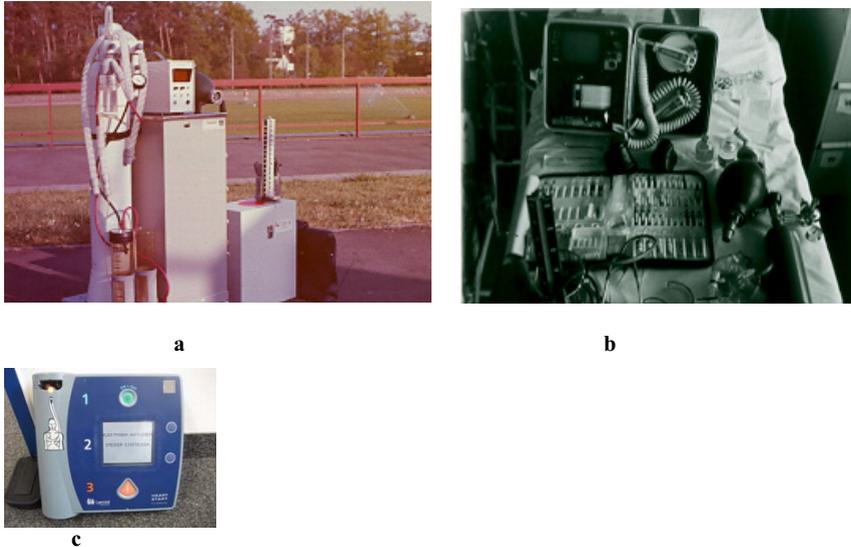
Die kardiorespiratorischen Leistungsdaten waren in Relation zur getretenen Wattstufe viel zu hoch, was nur nach langjähriger Erfahrung mit der spiroergometrischen Leistungsdiagnostik vom Kranken bis zum Hochleistungssportler erkannt werden kann. So ist zu erklären, dass unerfahrene Untersuchungsteams in ärztlichen Praxen, Rehabilitationskliniken und sogenannten ‚Fitness- und Gesundheitszentren‘ kritiklos die ausgedruckten Computerdaten als Befund weiterreichen. Deshalb wird man beim Einsatz der Spiroergometrie für die ambulanten Herzsportgruppen der VR China darauf zu achten haben, dass die Untersuchungsteams qualifiziert mit der kardiorespiratorischen Leistungsdiagnostik vertraut gemacht werden.

Somit waren die 50 herzkranken Männer und 5 Frauen in der Lage, sich bis an ihre **individuelle Leistungsgrenze** zu belasten.

### 3.7 Intervallisierendes Ausdauertraining der Giessener Universitäts-Herzsportgruppen

Bevor ein Training mit Herzpatienten beginnen kann, muss neben dem **Betreuungsteam** – **Arzt** mit Qualifikation für den ambulanten Herzsport, **Trainer / Übungsleiter** mit der Zusatzweiterbildung "Herz-Kreislauf". Auch ein für Sporthallen– bzw. Sportplatzgegebenheiten angepasstes **kardiologisches Notfallequipment** vorhanden und einsatzbereit sein.

Die **Notfallausrüstung** für den Herzgruppen-Rehabilitationssport hat sich in den letzten drei Jahrzehnten ständig technisch verbessert und ist mit dem **EKG**, den **Monitoren**, **Defibrillatoren** sowie der **medikamentösen kardialen Notfalltherapie** einfacher und sicherer geworden.



**Abb. 25 a,b,c: Entwicklung der Notfallgeräte für den ambulanten Herzsport in den letzten 3 Jahrzehnten (a: Beginn 70iger Jahre, b: ab Mitte 80iger Jahre, "sprechender" Kleinst-Defibrillator ab 2000).**

Mit der **sicheren Handhabung der Notfallwiederbelebungsgeräte** müssen auch die Übungsleiter, vielleicht sogar einige dafür geeignete Patienten der Herzsportgruppe, vertraut sein.

Darüber hinaus ist aktuell in den Herzsportgruppen zu beachten, dass die bisherigen **„ABC“ – Empfehlungen zur Wiederbelebung** von Patienten mit akutem Herz-Kreislaufstillstand zu der **Reihenfolge „ACB“** geändert hat ( REINECKE, AKEN, BREITHARDT 2006 ). „A“ bedeutet überprüfen der „Ansprechbarkeit sowie Alarmierung“, z.B. weitere Helfer und Rettungswagen. „C“ als wichtigste Empfehlung an zweiter Stelle, sofort die „Circulation durch Cardiokompression inklusive Defibrillation“ wiederherstellen.

Erst als dritte Maßnahme erfolgt „B“ mit der Beatmung in typischer Weise.

Das **Übungs- und Trainingsprogramm** der **Giessener Universitäts-Herzsportgruppen** wurde seit der Gründung in April 1976 als **intervallisierendes Ausdauertraining** konzipiert sowie über 30 Jahre bis zum Ende meiner Untersuchungen / Langzeitstudie durchgeführt.

Nach einer kurzen **Befragung** zum **aktuellen Befinden** der Herzpatienten, der **Blutdruck- und Pulskontrolle** durch den Arzt / Trainer wird die **Sportstunde** mit einer **Ruhe- und Konzentrationsphase** eingeleitet, da jeder Teilnehmer schon der vorausgegangenen beruflichen Belastung und dem üblichen Verkehrsstress bei der Anfahrt zum Sportgelände ausgesetzt war. Yoga-Übungen sind dabei nicht erforderlich, eine **beruhigende Atmungsschulung** erfüllt den angestrebten Zweck der Einstimmung auf das Trainingsprogramm ebenso vollwertig. Auch sollte zu Beginn der Stunde **nicht sofort** mit dem **intensiven Laufprogramm** oder einer „**Tempo-**“**Gymnastik** ( z.B. Aerobic mit Musik ) begonnen werden, da die Patienten dann relativ rasch in eine Sauerstoffschuld kommen, wobei pectanginöse Beschwerden ausgelöst werden können. Ein solcher Stundenbeginn belastet dann den Patienten psychisch ( NOWACKI 1984).

Mit dem von NOWACKI 1984 inaugurierten Begriff des „**intervallisierenden Ausdauertrainings**“ sollte herausgestellt werden, dass die Kreislaufbelastung nicht die individuelle Ausdauertrainingsfrequenz überschreiten soll und zwischenzeitlich noch genügend Übungen mit geringer Intensität, aber auch Pausen mit einem Rückgang der Puls- und Blutdruckwerte eingeschaltet werden.

Die **Herzfrequenzen** der Patienten liegen während der gesamten Trainingsstunden um wenigstens **10 bis 15 Schläge höher** als die zu Anfang registrierten Ruhe-Frequenzen ( besser Erwartungs-Pulsfrequenzen ).

Auf die Darstellung des Herzfrequenz-Verlaufes, der auf den regelmäßigen Pulskontrollen unmittelbar nach jedem Übungsabschnitt, die von den Patienten selbst durchgeführt und protokolliert werden, beruht, wird verzichtet. Weitere Einzelheiten hierzu hat RAABE 1994 systematisch in ihrer Dissertation über unterschiedliche Trainingsprinzipien anderer Herzsportgruppen im Vergleich zu den Universitätsgruppen dargestellt.

Die **30 bis 45-minütige Gymnastik** wird zunehmend dynamischer und schließt gleichzeitig die **Schulung** der **Flexibilität** und **Koordination** ein ( **Abb. 26** a, b, c, d, e, f ).



a



b



c



d



e



f

**Abb. 26:** Beispiele für die Gymnastik mit Flexibilitäts- und Koordinationsübungen der Herzsportgruppen auf dem Sportplatz und in der Spielhalle des Universitäts-Sportzentrum der Justus-Liebig-Universität Gießen.

Danach werden die **Ausdauerbelastungen** mit **3 Geh-** und **2 Laufintervallen** bei durchschnittlichen **Geschwindigkeiten** von **2 km/h** = „**Langsames Gehen**“ oder mit **4 km/h**= „**Schnelles Gehen**“ „**Walking**“ und „**Langsames Laufen**“ mit **7-8 km/h** für jeweils **3 Minuten** fortgeführt.



**Langsames Gehen** ~ 2 km/h

**Schnelles Gehen**  
**Walking** ~ 4 km/h

**Langsames Laufen** 7-8 km/h

**Abb.27: Ausdauerbelastungen beim JLU-Herzsport.**

Entscheidend ist beim Laufen, dass der Patient nach seinem „**Leistungsempfinden**“ an diesem Tag sein **Tempo individuell** etwas variieren kann.

Optimal ist das Zurücklegen von **400 m** ( eine Sportplatzrunde ! ) in **3 Minuten**, entsprechend **8 km/h**.

Schon lange Jahre vor den Empfehlungen der Sektion *"Rehabilitations- und Behindertensport"* der *"Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention ( Deutscher Sportärztebund ) E.V."* ( DGSP ) haben die Giessener Universitäts-Herzsportgruppen mindestens einmal im Monat ein moderates und abgestuftes **Krafttraining** für **15 bis 20 Minuten** – beispielhaft für ein **ergänzendes Heimtraining** – durchgeführt ( **Abb.28 a – f** ).



a



b



c



d



e



f

**Abb.28: Moderates abgestuftes Krafttraining mit anschließender Blutdruckmessung bei den Herzsportgruppen der Justus-Liebig-Universität Gießen.**

Die danach folgenden „Sportspiele“ nach **vereinfachten Regeln** und **reduziertem Wettkampfcharakter** – *keine Gewinner, keine Verlierer!* – sind für die meisten Patienten ihre Hauptmotivation zur **regelmäßigen Teilnahme** an den Herzsportstudien.

Dabei wurde überwiegend Basketball, Federball, aber auch Fußball mit einem Softball praktiziert ( **Abb. 29** ).



**Abb. 29: Ballspiele der Herzsportgruppen der Justus-Liebig-Universität Gießen.**

Viel Freude bereiten den PatientInnen aber auch gemeinsame `Kleine Spiele, z.B. mit dem Fallschirm ( Abb. 30 ).



**Abb. 30: Gemeinschaftsübungen in der Herzsportstunde mit dem Fallschirm.**

Das **abschließende 3 minütige Gehen, Laufen und Gehen** dient der aktiven **Regeneration** und **Beruhigung**. Gleichzeitig fördert es durch die dabei möglichen **Gespräche** die **sozialen Kontakte** zwischen den Patienten.

Der **Aufbau der Stunden** ( 2 h mit einer 90-minütigen Übungs- / Trainingszeit ) lässt sich somit wie folgt zusammenfassen:

- 1) Messung des Ruhepulses und Blutdruckes. Nach Rücksprache des Teilnehmers mit dem Arzt und Übungsleiter über sein aktuelles Befinden und eventuelle Unregelmäßigkeiten in der letzten Woche erfolgt seine Registrierung.
- 2) Gymnastik (ca. 30 Minuten) mit oder ohne Musik
- 3) Pulsmessung und Registrierung
- 4) 3 Minuten Gehen

- 5) Pulsmessung und Registrierung
- 6) 3 Minuten Laufen
- 7) Pulsmessung und Registrierung
- 8) 3 Minuten Gehen
- 9) Pulsmessung und Registrierung
- 10) 3 Minuten Laufen
- 11) Pulsmessung und Registrierung
- 12) 3 Minuten Gehen
- 13) Pulsmessung und Registrierung
- 14) Ballspiele (ca. 25-30 Minuten)
- 15) Pulsmessung und Registrierung
- 16) 3 Minuten Gehen
- 17) Pulsmessung und Registrierung
- 18) 3 Minuten lockeres Traben
- 19) Pulsmessung und Registrierung
- 20) 3 Minuten Gehen
- 21) Pulsmessung und Registrierung
- 22) Information über „Verträglichkeit“ der körperlichen Aktivität während der abgelaufenen Herzsportstunde. Verabschiedung.

Bei den **Giessener Universitäts-Herzsportgruppen** erfolgt das ambulante Rehabilitationstraining für Koronarkranke **regelmäßig, ganzjährig** und mindestens **einmal in der Woche** für **2 Stunden** unter der Leitung eines besonders ausgebildeten **Übungsleiters** und eines aktiv sich beteiligenden, im Koronarsport fortgebildeten **Arztes**.

Eine normale **Rehabilitationssportstunde** wird im Sinne eines **intervallisierenden Ausdauertrainings** unter Einbeziehung **dynamisch gymnastischer Übungen** und eines für **Abwechslung** sorgenden **Spiele** durchgeführt. Als **minimale Teilnehmerzahl** sind **10** Patienten anzusehen, maximal bis **30 Teilnehmer**.

Die **Pulsmessungen** werden von den Patienten selbst durchgeführt und auf einer **Karteikarte** ( s. Anhang ) registriert. Sie dienen der **Überprüfung** der **Belastungsfolgen** verschiedener Übungsstunden und weisen den **Arzt** auf **Veränderungen** im **Zustand** des **Patienten** hin. Ein **psychologischer Effekt** der **Registrierung** der **Herzfrequenz** ist, dass sie dem Patienten

eine **gewisse Sicherheit** während des Sportprogramms gibt und er die **Dosierung** der **sportlichen Betätigung** besser auf seine **körperlichen Aktivitäten außerhalb** der ambulanten Herzgruppe **übertragen kann**.

Das **Ziel** ist, dass jeder Patient seine **Leistungsgrenze** kennen bzw. kennen lernen soll und gegebenenfalls **Pausen** einlegt.

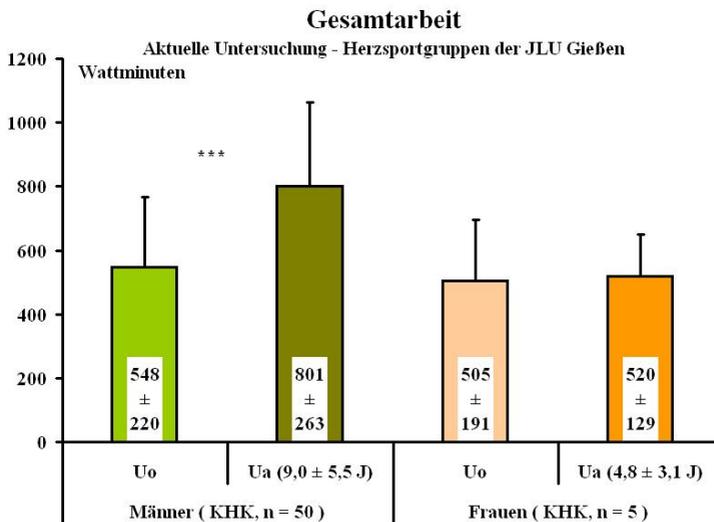
Außer der normalen Rehasunde werden **jährlich andere Programme** von den Patienten selbst organisiert. **Wandern** im Frühling, z.B. **Bergsteigen** auf den Dünsberg in der Nähe Gießens oder auch nur kurze **Ausflüge**. Ebenso finden jährlich **Weihnachtsfeiern** statt, wo einzelne Herzsportler Urkunden für ihren Einsatz beim Training bzw. für eine jahrelange regelmäßige Teilnahme erhalten. Die Übungsleiter / Ärzte werden von den Patientensprechern belobigt.

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Die körperliche Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit von Koronarkranken – beispielhaft dargestellt für die ambulanten Herzsportgruppen der JLU Giessen

#### 4.1.1 Gesamtarbeit in Wattminuten

Bei der **aktuellen** erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen ( **Ua** ) mit der **0,5 W/kg KG-Methode** erreichten die untersuchten **koronarkranken 50 Männer** der Giessener Universitätsherzsportgruppen eine durchschnittliche **Gesamtarbeit** von **801 ± 266 Wattminuten**.



**Abb. 31: Gesamtarbeit in Wattminuten (  $M \pm 1s$  ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradsportspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme (  $U_o$  ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und aktuell (  $U_a$  ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer (  $n=50$ , Teilnahme:  $9,0 \pm 5,5$  Jahre ); Frauen (  $n=5$ , Teilnahme:  $4,8 \pm 3,1$  Jahre ).**

Wie die **Abb. 31** zeigt, stellt der Vergleich zur **Ausgangsuntersuchung ( U<sub>0</sub> )** im Mittel mit **548 ± 220 Wattminuten** eine deutliche Steigerung der Belastbarkeit dieser männlichen Herzpatienten nach einer durchschnittlichen regelmäßigen **Teilnahme am Herzsport von 9,0 ± 5,5 Jahren** dar.

Der **Anstieg der Gesamtarbeit** der Männer von **U<sub>0</sub> bis U<sub>a</sub>** betrug **253 Wattminuten** oder **31,6 %**. Er ist hoch signifikant ( $p < 0,001$ ).

Auf den **geschlechtsspezifischen Vergleich Männer vs. Frauen** wurde wegen der geringen Anzahl der weiblichen Probandinnen generell **verzichtet**.

Die **koronarkranken Frauen** konnten ihre Belastbarkeit von der Ausgangsuntersuchung ( U<sub>0</sub> ) mit **505 ± 191 Wattminuten** nur um 15 Wattminuten auf **520 ± 129 Wattminuten ( U<sub>a</sub> )** nicht signifikant steigern.

Im Rahmen einer weiteren **speziellen Langzeitstudie** wurden die **leistungsmedizinischen Parameter** von **46 herzkranken Männern** – alle mit einer KHK ! –, die **mehr als 8 Jahre** am ambulanten **Herzsport der JLU teilgenommen** hatten, ausgewertet und statistisch beurteilt.

Die Patienten wurden in diesen Jahren mehrfach – in vielen Fällen jedes Jahr ! – bis zur individuellen Leistungsgrenze fahrradspiroergometrisch im Sitzen belastet.

Die **beste körperliche Belastbarkeit** wurde im Durchschnitt **nach 8,2 ± 5,1 Jahren** registriert. Sie war **abhängig vom individuellen Krankheitsverlauf** und der **Regelmäßigkeit der Teilnahme** am ambulanten Herzsport.

Verglichen werden die Durchschnittswerte der **Ausgangsuntersuchung ( U<sub>0</sub> )** mit dem Mittelwert der jeweils **besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit ( U<sub>1</sub> )** und dem Untersuchungsergebnis nach der **individuell längsten Teilnahme ( U<sub>2</sub> )** dieser 46 Männer mit einer koronaren Herzkrankheit ( KHK ).

Die **Entwicklung der Gesamtarbeit in Wattminuten** von der Ausgangsuntersuchung ( U<sub>0</sub> ) bis zur letzten Untersuchung U<sub>2</sub> **nach 12,9 ± 4,0 Jahren** über die durchschnittliche **individuelle beste körperliche Belastbarkeit U<sub>1</sub> nach 8,5 ± 5,1 J** dieser 46 männlichen Patienten zeigt die **Abb. 32**. Wie die **Tab. 5** zeigt, ist U<sub>0</sub> vs. U<sub>1</sub> mit 223 Wattminuten hoch signifikant. Aber auch die Differenz von U<sub>0</sub> vs. U<sub>2</sub> mit 148 Wm ist mit  $p = 0,009$  noch hoch signifikant. Der durchschnittliche Abfall von der höchsten Gesamtarbeit U<sub>1</sub> mit 725 Wm nach weiteren 4,7 Trainingsjahren beträgt nur 74 Wm und ist nicht signifikant.

### Gesamtarbeit

Langzeitstudie - Herzsportgruppen der JLU Gießen

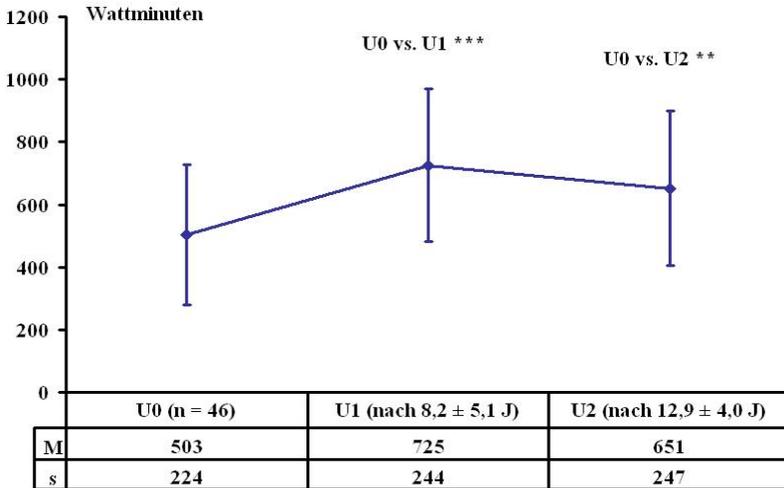


Abb. 32: Gesamtarbeit in Wattminuten von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 = 8,2 ± 5,1 Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 = 12,9 ± 4,0 Jahre nach U0 ).

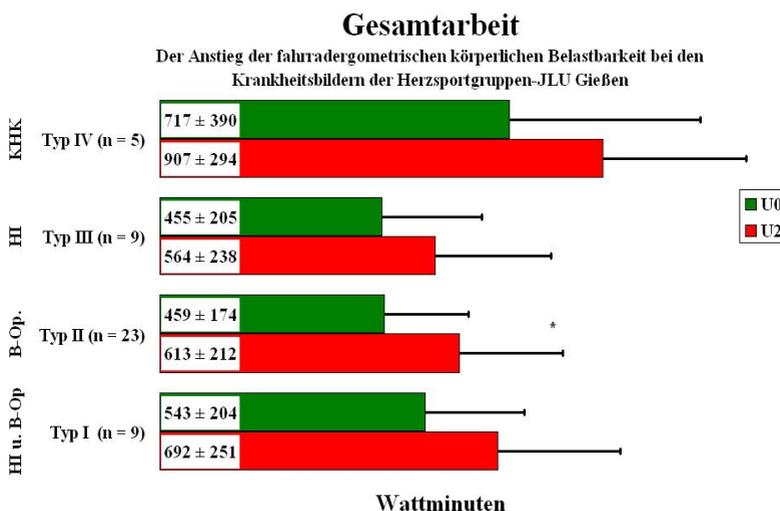
Tab. 5: Vergleich der Gesamtarbeit von Herzkranken der ambulanten Herzsportgruppen am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen

n = 46	U0		U1		U2	
	D	P	D	P	D	P
U0	/	/	223	< 0,001	148	0,009
U1	223	< 0,001	/	/	74	N. S.
U2	148	0,009	74	N. S.	/	/

Zwischen den **unterschiedlichen Krankheitsbildern der KHK** bestanden keine signifikanten Unterschiede, weder vor der Aufnahme des ambulanten Herzsports noch bei der letzten Untersuchung **U2 nach 12,9 ± 4,0 J.** Aber innerhalb der **4 Krankheits-Typen** fanden wir deutliche Veränderungen nach dem langjährigen Herzsportraining.

Die **Abb. 33** zeigt, dass der **Typ IV** ( KHK weder Herzinfarkt noch Bypass-Operation ) – obwohl ohne signifikante Verbesserung zwischen der Ausgangsuntersuchung von **717 ± 390** Wattminuten und der letzten Untersuchung mit **907 ± 294** Wattminuten – die beste körperliche Belastbarkeit im Vergleich zu den Krankheitsbildern III, II und I erreicht.

Für den **Typ II** ( KHK ohne Infarkt mit Bypass-Operation ) konnte eine signifikante Änderung ( **p<0.05** ) zwischen der Ausgangsuntersuchung mit **459 ± 174 Wattminuten** und der letzten Untersuchung mit **613 ± 212 Wattminuten**, also eine Verbesserung von **154 Wattminuten**, das sind 33,6%, festgestellt werden.

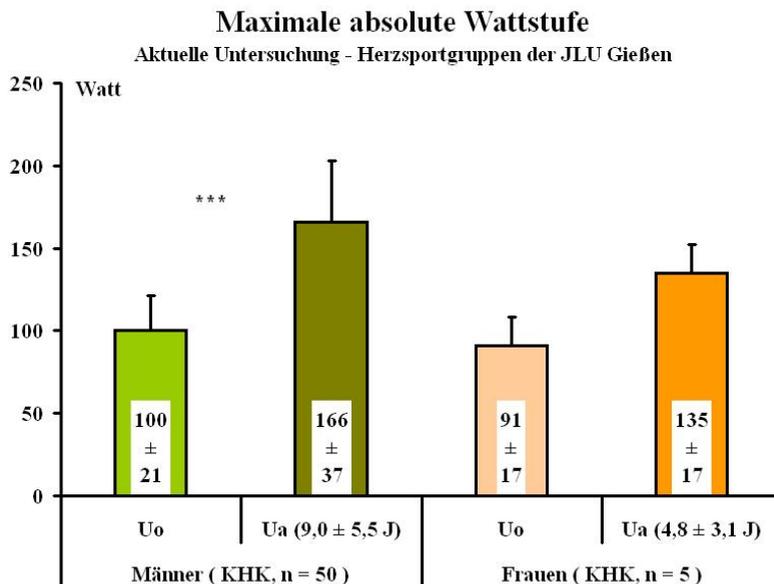


**Abb. 33: Gesamtarbeit in Wattminuten ( M ± 1s ) von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) der unterschiedlichen Krankheitstypen bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und bei der letzten Untersuchung U2 nach 12,9 ± 4,0 jähriger Teilnahme.**

### 4.1.2 Maximale absolute Wattstufe

Die zum Zeitpunkt dieser akuten experimentellen Studie aktiven männlichen Teilnehmer der Herzsportgruppen des Lehrstuhls für Sportmedizin der JLU Giessen haben **nach  $9,0 \pm 5,5$  Jahren** bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen ihre **maximale absolute Wattstufe** von durchschnittlich  **$100 \pm 21$  Watt (  $U_0$  )** bis auf  **$166 \pm 37$  Watt (  $U_a$  )** höchst signifikant verbessert (  $p < 0,001$ ; **Abb. 34** ).

Ebenfalls konnten wir **bei den Frauen** nach einer durchschnittlichen Übungsperiode von  $4,8 \pm 3,1$  Jahren eine **Verbesserung** ihrer maximalen fahrradergometrischen Belastbarkeit von  $91 \pm 17$  Watt bis auf  $135 \pm 17$  Watt feststellen.

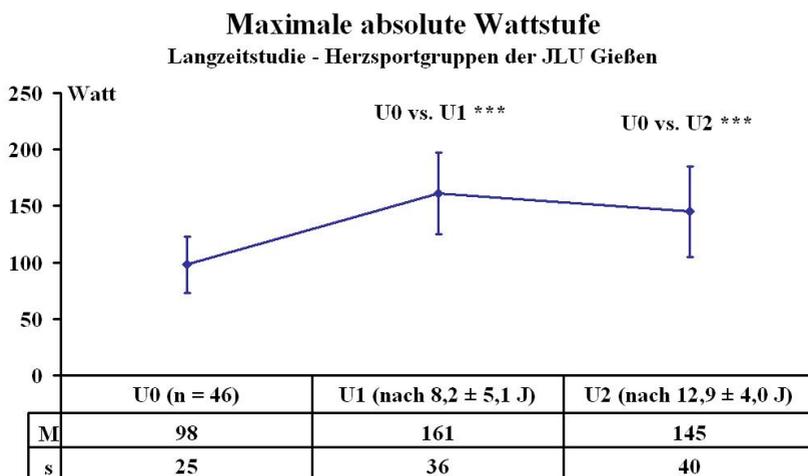


**Abb. 34:** Maximale absolute Wattstufe (  $M \pm 1s$  ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme (  $U_0$  ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und aktuell (  $U_a$  ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer (  $n = 50$ , Teilnahme:  $9,0 \pm 5,5$  Jahre ); Frauen (  $n = 5$ , Teilnahme:  $4,8 \pm 3,1$  Jahre ).

Die **46 männlichen Patienten** der **Langzeitstudie** erreichen **nach  $8,2 \pm 5,1$  Jahren** Teilnahme am Herzsport eine **Verbesserung** der durchschnittlichen **maximalen Wattstufe von  $98 \pm 25$  Watt** bei der Eingangsuntersuchung **bis auf  $161 \pm 36$  Watt ( U1 )** der jeweils individuell besten Belastbarkeit ( **Abb. 35** ).

**Nach  $12,9 \pm 4,0$  Jahren** Teilnahme am Herzsport schafften die Patienten immer noch durchschnittlich  **$145 \pm 40$  Watt ( U2 )**. Sie waren damit körperlich immer noch **leistungsfähiger bzw. belastbarer als bei der Aufnahmeuntersuchung**.

Der statistische Vergleich der maximalen Wattstufe von **U0 vs. U1** mit einer **Verbesserung von  $63$  Watt** sowie **U0 vs. U2** mit noch  **$47$  Watt** zeigt für die gefundenen Unterschiede eine **höchste Signifikanz** von  $p < 0,001$ . Der geringe Abfall der maximalen durchschnittlichen Wattstufe von U1 zu U2 mit  **$16$  Watt** in den abgelaufenen weiteren  **$4,7$  Jahren** war dagegen nicht signifikant ( Tab. 6 ).

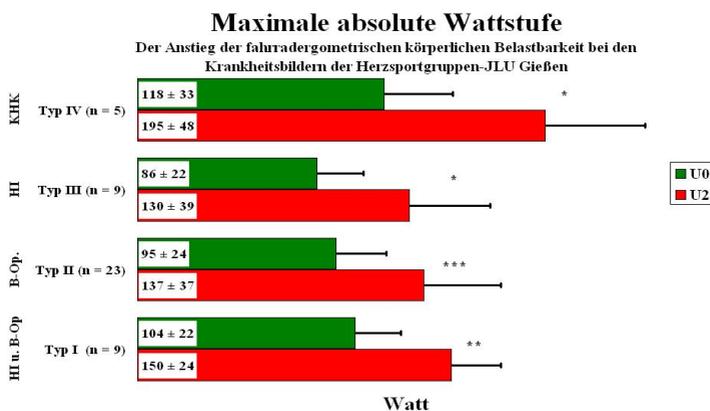


**Abb. 35:** Maximale absolute Wattstufe von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 =  $8,2 \pm 5,1$  Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 =  $12,9 \pm 4,0$  Jahre nach U0 ).

**Tab. 6: Vergleich der maximalen absoluten Wattstufe von Herzkranken der ambulanten Herzsportgruppen am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen**

n = 46	U0		U1		U2	
	D	P	D	P	D	P
U0			63	<0,001	47	<0,001
U1	63	<0,001			16	N. S.
U2	47	<0,001	16	N. S.		

Durch die Teilnahme am ambulanten Herzsport konnten die Patienten der **4 Krankheitstypen** eine **signifikante Steigerung** ihrer **maximalen absoluten Wattstufe** erreichen. Besonders im Vergleich zu den anderen 3 Typen lag die maximale absolute Wattstufe beim **Typ IV** am höchsten, sowohl bei der Ausgangsuntersuchung mit **118 ± 33 Watt** als auch bei der letzten Untersuchung mit **195 ± 48 Watt** ( **Abb. 36** ).



**Abb. 36: Maximale absolute Wattstufe ( M ± 1s ) von Herzkranken ( KHK, n=46 ) der unterschiedlichen Krankheitstypen bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und bei der letzten Untersuchung U2 nach 12,9 ± 4,0 jähriger Teilnahme.**

### 4.1.3 Maximale relative Wattstufe

Bei der aktuellen Untersuchung zeigten sich für die **maximale relative Wattstufe** ebenfalls positive Veränderungen im Vergleich zur Ausgangsuntersuchung. Sowohl bei den **männlichen** Patienten von  $1,3 \pm 0,2$  W/kg KG bis auf  $2,1 \pm 0,4$  W/kg KG, als auch bei den **weiblichen** Patienten von  $1,2 \pm 0,2$  W/kg KG bis auf  $1,7 \pm 0,2$  W/kg KG ( Abb. 37 ).

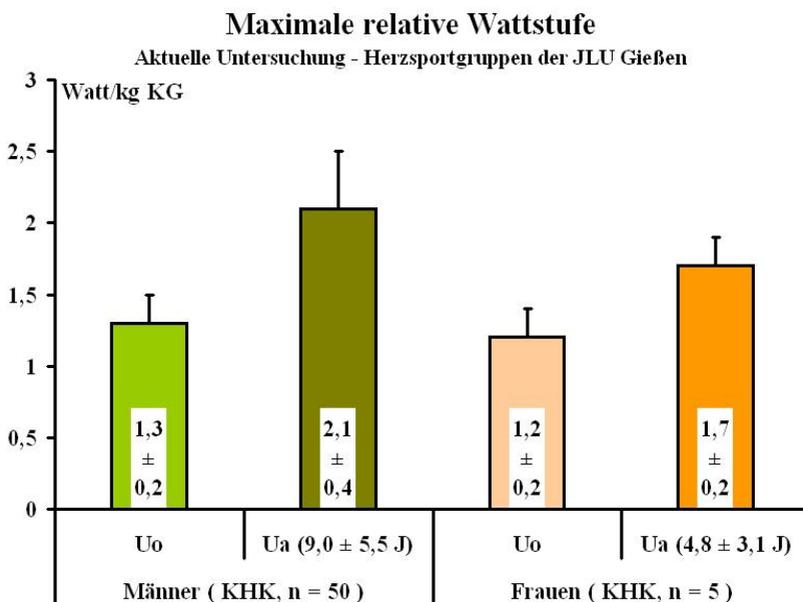


Abb. 37: Maximale relative Wattstufe (  $M \pm 1s$  ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( Uo ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und aktuell ( Ua ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer (  $n=50$ , Teilnahme:  $9,0 \pm 5,5$  Jahre ); Frauen (  $n=5$ , Teilnahme:  $4,8 \pm 3,1$  Jahre ).

Die 46 männlichen Patienten der Langzeitstudie erreichen nach  $8,2 \pm 5,1$  Jahren Teilnahme am Herzsport eine Verbesserung der durchschnittlichen maximalen relativen Wattstufe von  $1,3 \pm 0,3$  W/kg KG bei der Eingangsuntersuchung bis auf  $2,0 \pm 0,4$  W/kg KG ( U1 ) der jeweils individuell besten Belastbarkeit.

Nach  $12,9 \pm 4,0$  Jahren Teilnahme am Herzsport schafften die Patienten immer noch durchschnittlich  $1,8 \pm 0,5$  W/kg KG ( U2 ). Sie waren damit körperlich immer noch leistungsfähiger bzw. belastbarer als bei der Aufnahmeuntersuchung.

Es ist in der Abb. 38 zu sehen, dass die höchste Signifikanz zwischen U0 vs. U1 und U0 vs. U2 besteht.

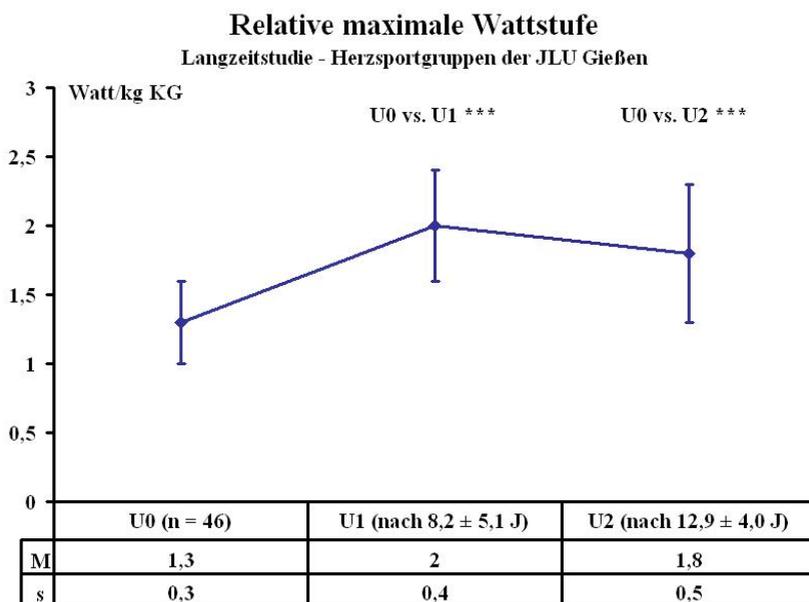
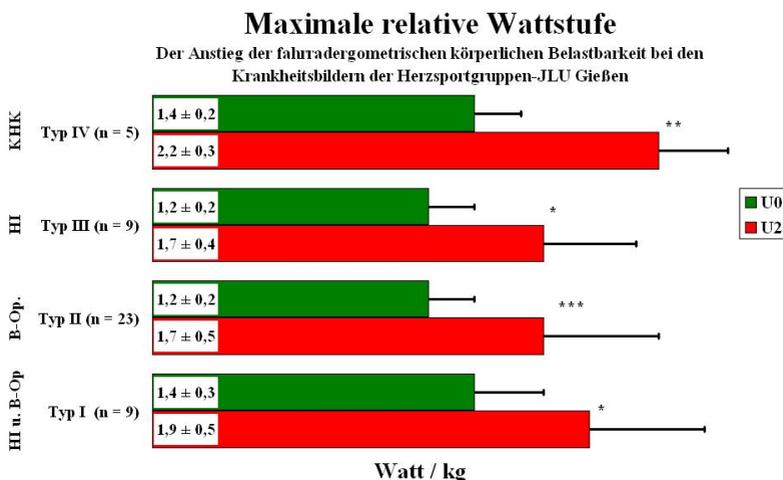


Abb. 38: Relative maximale Wattstufe von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 =  $8,2 \pm 5,1$  Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 =  $12,9 \pm 4,0$  Jahre nach U0 ).

Bei dem Parameter – **maximale relative Wattstufe** – ergeben sich bei allen **4 Krankheitstypen** der KHK eine signifikante Verbesserung nach dem langjährigen Herzsporttraining. Die **Abb. 39** zeigt, dass die Patienten des Typs IV – KHK ohne Infarkt und Bypass-Op – ihr körperliches Leistungsvermögen hoch signifikant von **1,4 ± 0,2 W/kg KG** bis auf **2,2 ± 0,3 W/kg KG** bei der letzten Untersuchung verbesserten.

Für den **Typ II** konnte eine höchste Signifikanz zwischen der Ausgangsuntersuchung mit **1,2 ± 0,2 W/kg KG** und der letzten Untersuchung mit **1,7 ± 0,5 W/kg KG** festgestellt werden. Ebenfalls fanden wir signifikante Anstiege (  $p < 0,05$  ) der maximalen relativen Wattstufe bei den Krankheitstypen I und III.



**Abb. 39:** Maximale relative Wattstufe (  $M \pm 1s$  ) von Herzkranken ( KHK,  $n=46$  ) der unterschiedlichen Krankheitstypen bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und bei der letzten Untersuchung U2 nach  $12,9 \pm 4,0$  jähriger Teilnahme.

### 4.2 Die kardiozirkulatorische Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit von Koronarkranken – beispielhaft dargestellt für die ambulanten Herzsportgruppen der JLU Giessen

Das Verhalten der Herzfrequenz von Herzkranken – Männer u. Frauen – bei der aktuellen Untersuchung zeigt die Abb. 40.

Die Herzfrequenz sowohl der männlichen als auch weiblichen Patienten unter Belastung steigt kontinuierlich an. Der Maximalwert lag bei einem Patienten in der 12. Belastungsminute bzw. 3 W/kg KG, bei 162 min<sup>-1</sup>.

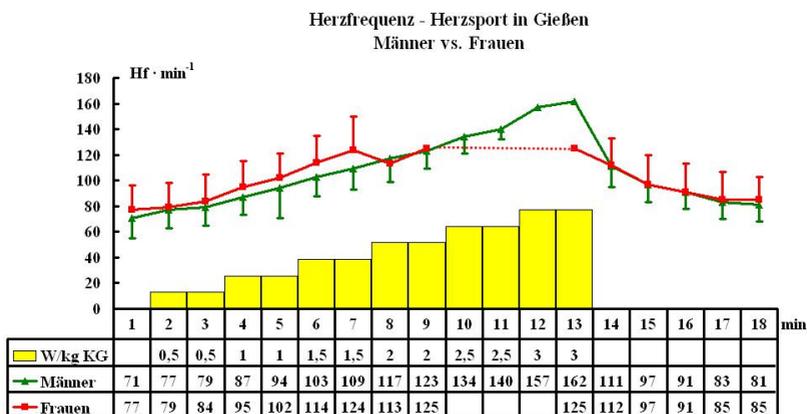
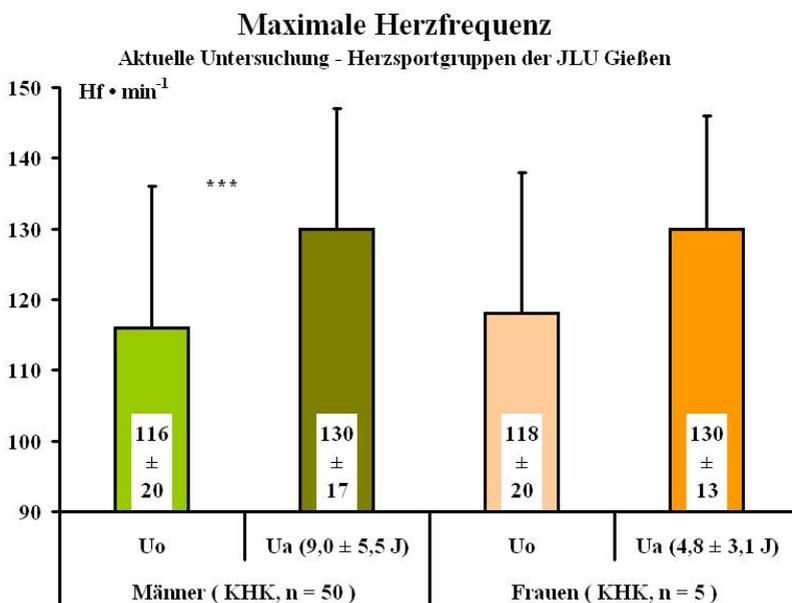


Abb. 40: Vergleich der Herzfrequenz ( M ± 1s ) von Koronarkranken zwischen Männern und Frauen bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen mit der 0,5 W/kg KG-Methode nach einer mehrjährigen Teilnahme am ambulanten Herzsport am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen. Männer ( n=50, Teilnahme: 9,0 ± 5,5 Jahre ); Frauen ( n=5, Teilnahme: 4,8 ± 3,1 Jahre ).

Bei der **aktuellen** erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen (  $U_a$  ) mit der **0,5 W/kg KG-Methode** erreichten die untersuchten **koronarkranken 50 Männer** der Giessener Universitätsherzsportgruppen eine durchschnittliche **maximale Herzfrequenz** von  **$130 \pm 17 \text{ min}^{-1}$** .

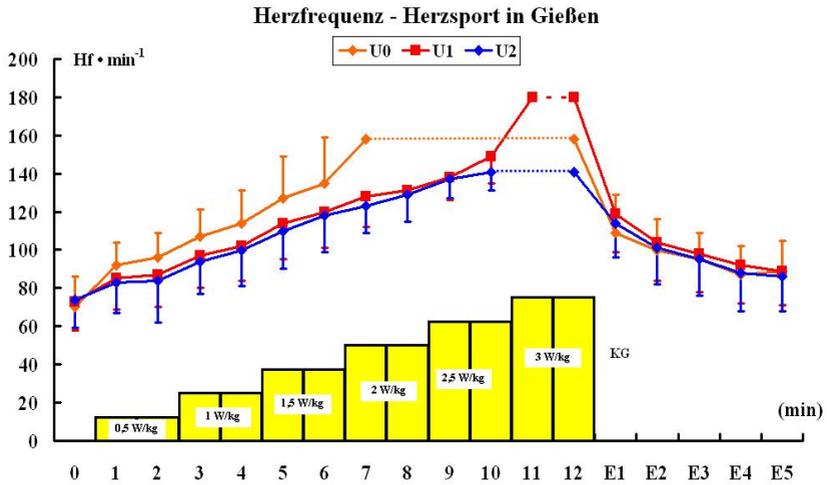
Wie die **Abb. 41** zeigt, stellt der im Vergleich zur **Ausgangsuntersuchung** (  $U_o$  ) mit im Mittel  **$116 \pm 20 \text{ min}^{-1}$**  eine **höchst signifikante Steigerung** der kardiozirkulatorischen Belastbarkeit dieser männlichen Herzpatienten nach einer durchschnittlichen regelmäßigen **Teilnahme am Herzsport** von  **$9,0 \pm 5,5$  Jahren** dar.



**Abb. 41:** Maximale Herzfrequenz (  $M \pm 1s$  ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradsportspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme (  $U_o$  ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und aktuell (  $U_a$  ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer (  $n=50$ , Teilnahme:  $9,0 \pm 5,5$  Jahre ); Frauen (  $n=5$ , Teilnahme:  $4,8 \pm 3,1$  Jahre ).

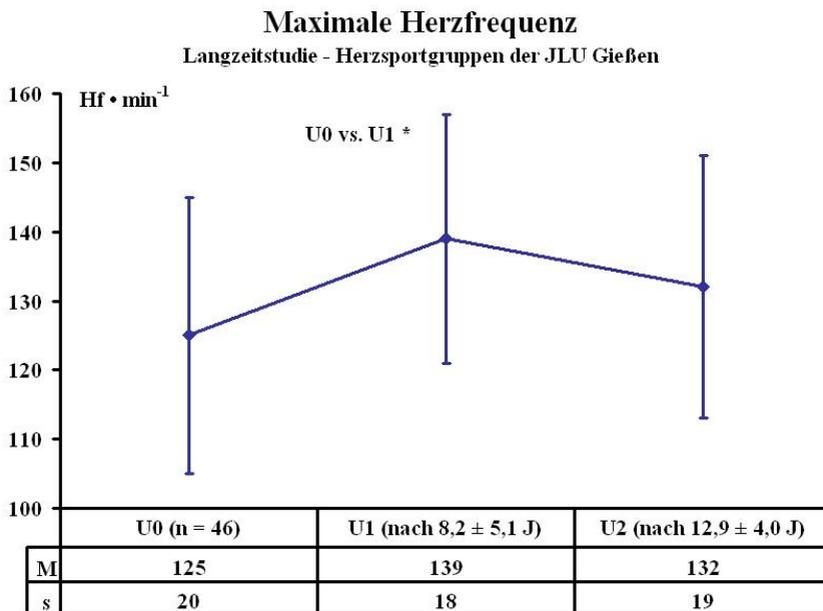
Das Verhalten der Herzfrequenz der mehr als 8 Jahre am Herzsport teilnehmenden Patienten im Vergleich zur Ausgangsuntersuchung und ihrer individuell besten Belastbarkeit sowie der letzten Untersuchung nach fast 13 Jahren wird in **Abb. 42** dargestellt.

Eine **Verbesserung** ihrer **kardiozirkulatorischen Belastbarkeit** erreichen **alle 46 männlichen Patienten nach  $8,2 \pm 5,1$  Jahren** Teilnahme am Herzsport.



		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	E1	E2	E3	E4	E5
U0	M	70	92	96	108	114	127	135	158	/	/	/	/	109	100	95	87	89
	Is	16	12	12	14	17	22	24	/	/	/	/	/	21	16	14	15	16
U1	M	73	85	87	97	102	114	120	128	131	138	149	180	119	104	98	92	89
	Is	15	15	17	17	18	19	19	16	16	12	14		20	20	20	20	18
U2	M	74	83	84	94	100	110	118	123	129	137	141		114	101	95	88	86
	Is	15	16	21	17	19	20	19	14	14	10	10		18	19	19	20	18

**Abb. 42:** Verlaufskurven der Herzfrequenz von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen, nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 =  $8,2 \pm 5,1$  Jahre ) sowie bei der letzten Untersuchung ( U2 =  $12,9 \pm 4,0$  Jahre nach U0 ).



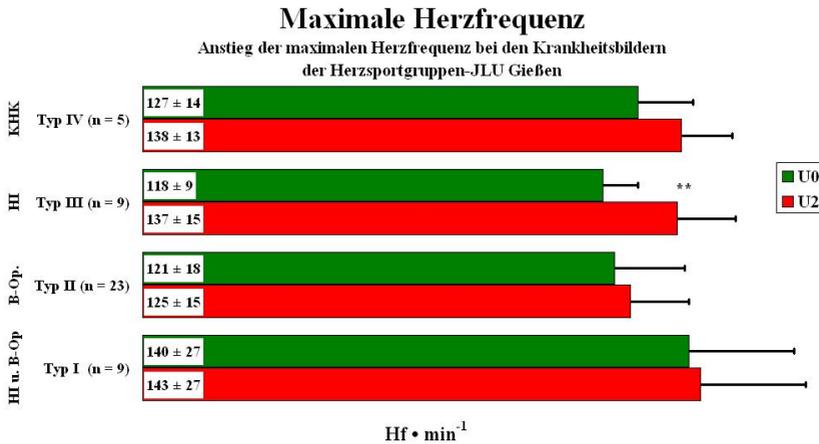
**Abb. 43: Maximale Herzfrequenz von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 = 8,2 ± 5,1 Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 = 12,9 ± 4,0 Jahre nach U0 ).**

Die durchschnittliche maximale Herzfrequenz von  $125 \pm 20 \text{ min}^{-1}$  bei der Eingangsuntersuchung stieg bis auf  $139 \pm 18 \text{ min}^{-1}$  ( U1 ) bei der jeweils individuell besten Belastbarkeit. Nach  $12,9 \pm 4,0$  Jahren Teilnahme am Herzsport erreichen die Patienten immer noch eine durchschnittliche maximale Hf von  $132 \pm 19 \text{ min}^{-1}$  ( U2, Abb. 43 ).

Der statistische Vergleich der maximalen Herzfrequenz von U0 (  $125 \pm 20 \text{ min}^{-1}$  ) vs. U1 (  $139 \pm 18 \text{ min}^{-1}$  ) zeigt eine Signifikanz von  $p < 0,05$ . Der statistische Vergleich der

maximalen durchschnittlichen Herzfrequenz von U1 zu U2 (  $132 \pm 19 \text{ min}^{-1}$  ) mit einem Abfall von 7 Schlägen in den abgelaufenen weiteren 4,7 Jahren war dagegen nicht signifikant.

Die **Abb. 44** zeigt für den **Typ III** ( KHK mit Infarkt ohne Bypass-Operation ) einen hoch signifikanten Anstieg (  $p < 0.01$  ) der maximalen Herzfrequenz zwischen der Ausgangsuntersuchung mit  $118 \pm 9 \text{ min}^{-1}$  und der letzten Untersuchung mit  $137 \pm 15 \text{ min}^{-1}$ .



**Abb. 44:** Maximale Herzfrequenz (  $M \pm 1s$  ) von Herzkranken ( KHK,  $n=46$  ) der unterschiedlichen Krankheitstypen bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und bei der letzten Untersuchung U2 nach  $12,9 \pm 4,0$  jähriger Teilnahme.

### 4.3 Die respiratorische Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit von Koronarkranken – beispielhaft dargestellt für die ambulanten Herzsportgruppen der JLU Giessen

#### 4.3.1 Vitalkapazität und 1-Sekunden-Kapazität

Die untersuchten **koronarkranken 50 Männer** der Giessener Universitätsherzsportgruppen haben nach durchschnittlich  $9,0 \pm 5,5$  Jahren Herzsport eine stabile **Vitalkapazität** von **3745  $\pm$  455 ml** gegenüber der Ausgangsuntersuchung mit einer Vitalkapazität von **3676  $\pm$  901 ml**. Auch die **5 Frauen** zeigen eine ähnliche Stabilisierung der Vitalkapazität nach durchschnittlich  $4,8 \pm 3,1$  Jahren Herzsport von **2560  $\pm$  805 ml** bis auf **2664  $\pm$  354 ml**.

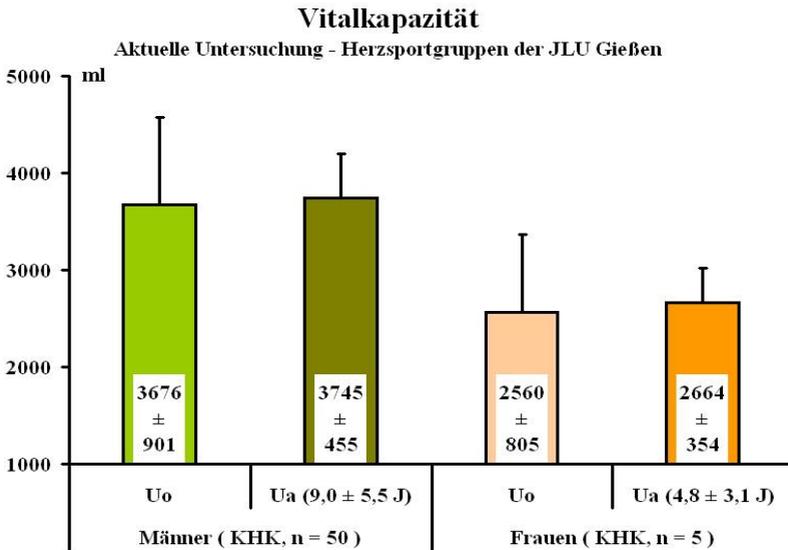
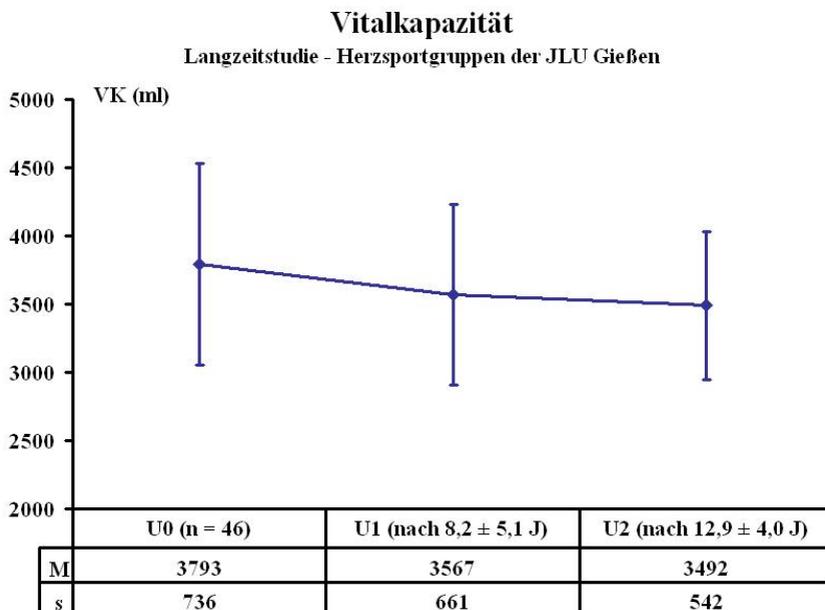


Abb. 45: Vitalkapazität (  $M \pm 1s$  ) von Koronarkranken vor Aufnahme (  $U_o$  ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und aktuell (  $U_a$  ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer (  $n=50$ , Teilnahme:  $9,0 \pm 5,5$  Jahre ); Frauen (  $n=5$ , Teilnahme:  $4,8 \pm 3,1$  Jahre ).

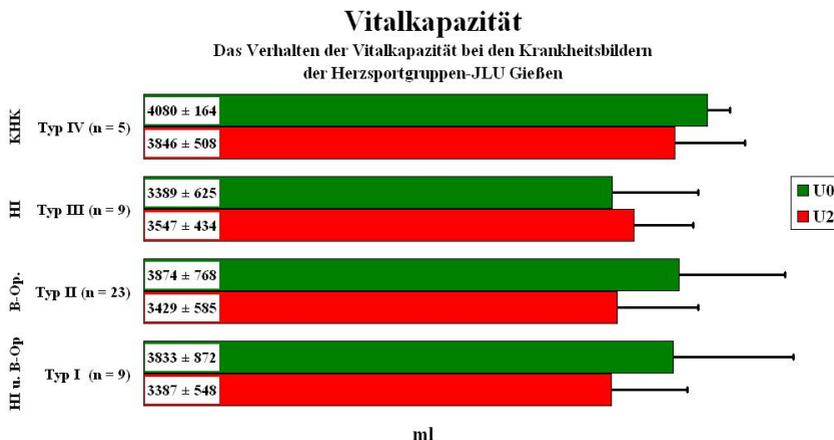
Bei der **Langzeitstudie** mit den mehr als 8 Jahre in den Universitäts – Herzsportgruppen trainierenden Koronarkranke ist eine leichte Senkung der Vitalkapazität festzustellen. Die **Abb. 46** zeigt, dass vom Ausgangswert mit  $3793 \pm 736$  ml bis zur letzten Untersuchung mit einer VK von  $3492 \pm 542$  ml ein geringer, statistisch nicht signifikanter Abfall registriert wurde.



**Abb. 46:** Vitalkapazität von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 = 8,2 ± 5,1 Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 = 12,9 ± 4,0 Jahre nach U0 ).

Ein **Vergleich** der **Vitalkapazität** von Patienten der Giessener ambulanten Universitätsherzsportgruppen mit **unterschiedlichen Krankheitsbildern** wird in **Abb. 47** dargestellt.

Die Unterschiede bei der VK zwischen allen 4 Krankheitstypen sind statistisch nicht signifikant.



**Abb. 47:** Vitalkapazität (  $M \pm 1s$  ) von Herzkranken ( KHK,  $n=46$  ) der unterschiedlichen Krankheitstypen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und bei der letzten Untersuchung U2 nach  $12,9 \pm 4,0$  jähriger Teilnahme.

### 4.3.2 Maximales Atemminutenvolumen

Bei der aktuellen Untersuchung erreichen die **Männer** der Giessener Universitätsherzsportgruppen ein durchschnittliches **maximales Atemminutenvolumen** von **71,1 ± 19,8 l BTPS**. Im Vergleich zu ihrem **Ausgangsniveau** mit **42,4 ± 11,2 l BTPS** ist dies eine höchste signifikante Steigerung (  $p < 0,001$ ; Abb. 48 ).

Ebenfalls hatten die **5 weiblichen Patienten** während der aktuellen Untersuchung ein vermehrtes Atemminutenvolumen mit **62,6 ± 8,6 l BTPS**. Bei der **Anfangsuntersuchung** lag ihr durchschnittliches maximales Atemminutenvolumen bei **42,1 ± 21,6 l BTPS**.

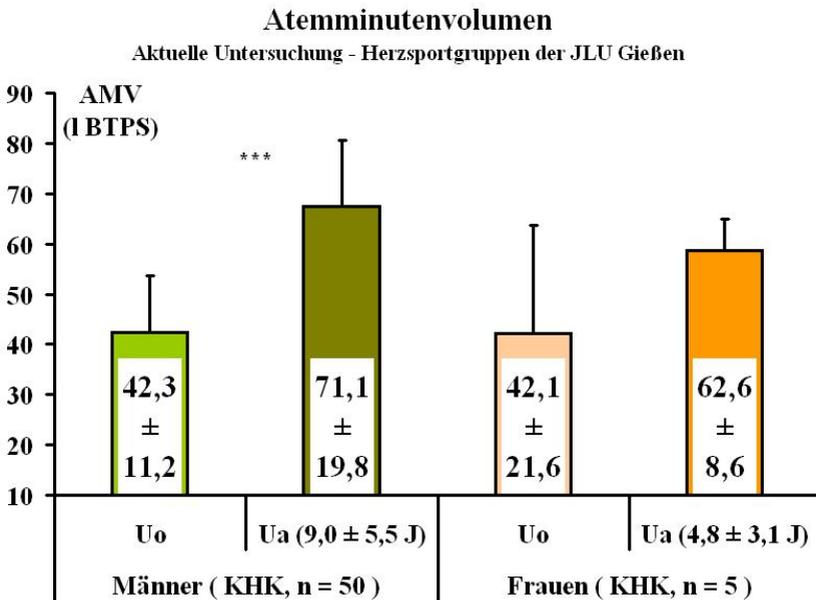
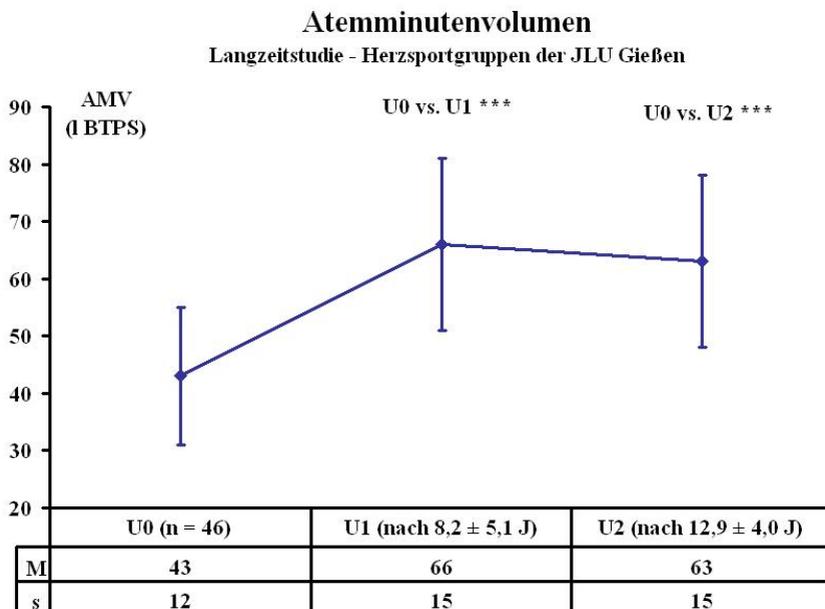


Abb. 48: Atemminutenvolumen (  $M \pm 1s$  ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( Uo ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und aktuell ( Ua ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer ( n=50, Teilnahme:  $9,0 \pm 5,5$  Jahre ); Frauen ( n=5, Teilnahme:  $4,8 \pm 3,1$  Jahre ).

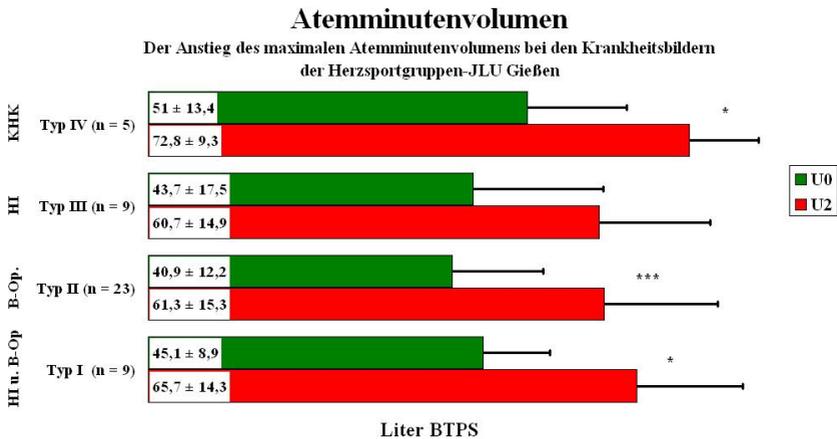
Die **Langzeitstudie** über die mehr als 8 Jahre trainierenden Koronarkranken der Giessener Universitätsherzsportgruppen ( **Abb. 49** ) zeigt eine **Steigerung** des **Atemminutenvolumens** von **U0** (  $43 \pm 12$  l/min ) vs. **U1** (  $66 \pm 15$  l/min ) und von **U0** vs. **U2** (  $63 \pm 15$  l/min ).

Die ventilatorischen Steigerungsraten von 23 l ( U1 ) und 20 l ( U2 ) zeigen eine höchste Signifikanz (  $p < 0,001$  ).



**Abb. 49:** Atemminutenvolumen von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 =  $8,2 \pm 5,1$  Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 =  $12,9 \pm 4,0$  Jahre nach U0 ).

Für die **unterschiedlichen Krankheitsbilder der KHK** änderte sich das maximale Atemminutenvolumen der **Typ I** Patienten **signifikant** nach durchschnittlich **13,2 ± 3,9 Jahren** Teilnahme am Herzsport von **45,1 ± 8,9 l/min** bis auf **65,7 ± 14,3 l/min**. Die **Typ II** Patienten besaßen die **höchste Signifikanz** beim Unterschied zwischen deren Ausgangsniveau von **40,9 ± 12,2 l/min** und ihrer letzten Untersuchung mit einem AMV von **61,3 ± 15,3 l/min** nach durchschnittlich **13,7 ± 4,4 Jahren** Teilnahme am Herzsport. Nach einer durchschnittlichen Teilnahme von **6,9 ± 5,0 Jahren am Herzsport** fanden wir bei den **Typ III** Patienten keine statistisch gesicherte Erhöhung des maximalen AMV von **43,7 ± 17,5 l/min** bis auf **60,7 ± 14,9 l/min**. Bei den **Typ IV** Patienten bestand dagegen eine **signifikante Verbesserung** nach ihrer durchschnittlichen **11,2 ± 3,3 jährigen Herzsportanamnese** von **51 ± 13,4 l/min** bis auf **72,8 ± 9,3 l/min** ( **Abb. 50** ).



**Abb. 50:** Atemminutenvolumen ( M ± 1s ) von Herzkranken ( KHK, n=46 ) der unterschiedlichen vier Krankheitstypen bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und bei der letzten Untersuchung U2 nach durchschnittlich 12,9 ± 4,0 jähriger Teilnahme.

### 4.3.3 Maximale Atemfrequenz

Die koronarkranken 50 Männer der Giessener Universitätsherzsportgruppen erreichen bei der aktuellen Untersuchung eine durchschnittliche Atemfrequenz von  $28,5 \pm 5,1 \text{ min}^{-1}$ .

In der Abb. 51 ist zu sehen, dass die männlichen Patienten eine höchst signifikante Vermehrung der Atemfrequenz von  $22,4 \pm 4,5 \text{ min}^{-1}$  bis auf  $28,5 \pm 5,1 \text{ min}^{-1}$  haben. Die weiblichen Patienten zeigten ebenfalls eine Steigerung der Atemfrequenz in der ergometrischen Erschöpfungsminute von  $24,0 \pm 12,3 \text{ min}^{-1}$  bis auf  $28,6 \pm 5,6 \text{ min}^{-1}$ .

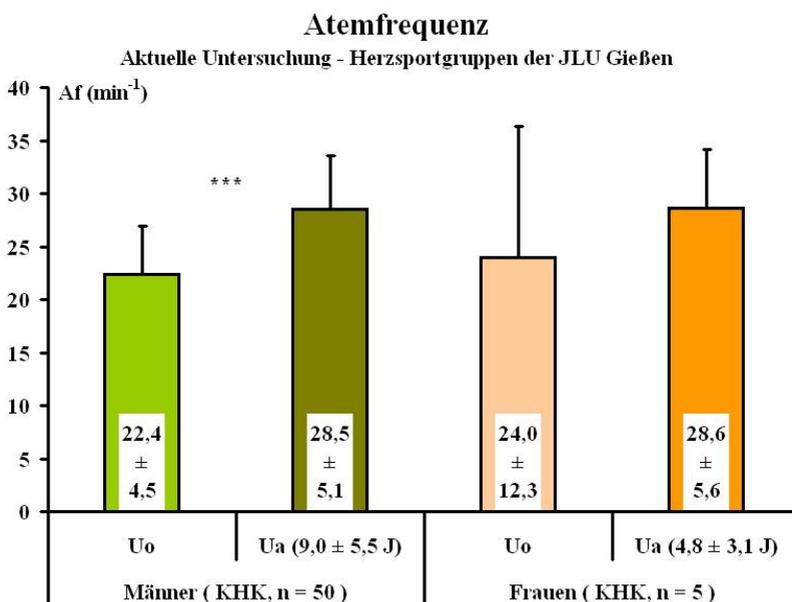


Abb. 51: Atemfrequenz (  $M \pm 1s$  ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme (  $U_o$  ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und aktuell (  $U_a$  ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer (  $n=50$ , Teilnahme:  $9,0 \pm 5,5$  Jahre ); Frauen (  $n=5$ , Teilnahme:  $4,8 \pm 3,1$  Jahre ).

Die mehr als 8 Jahre am Herzsport teilnehmenden Patienten haben eine höchst signifikante Steigerung der Atemfrequenz von U0 mit  $22 \pm 5 \text{ min}^{-1}$  bis zu U1 mit  $30 \pm 6 \text{ min}^{-1}$ . Ebenfalls von U0 mit  $22 \pm 5 \text{ Atemzügen} \cdot \text{min}^{-1}$  bis zu U2 mit einer Af von  $29 \pm 6 \text{ min}^{-1}$  ist auch eine höchste Signifikanz festzustellen ( Abb. 52 ).

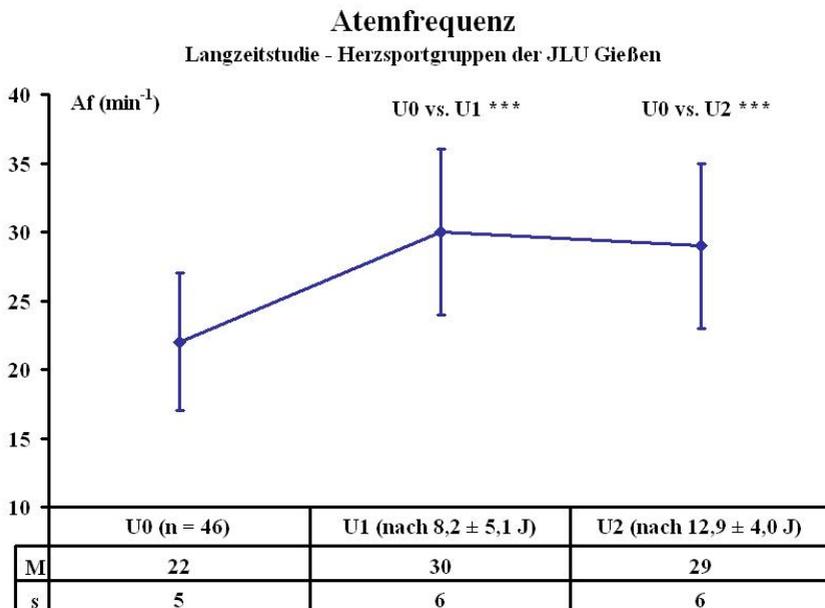
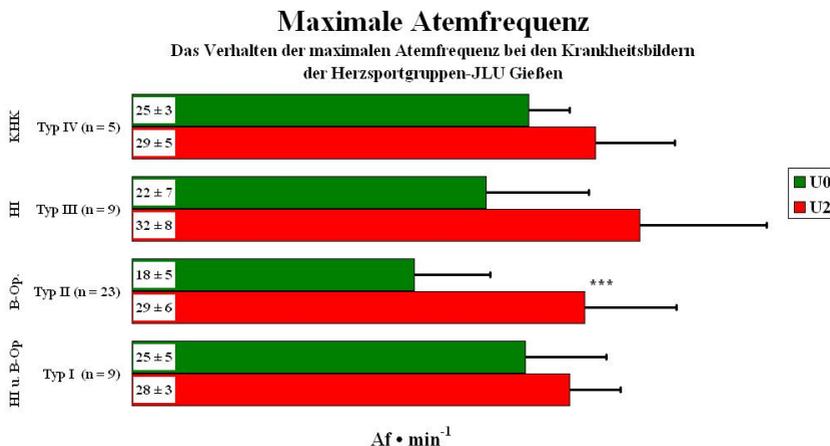


Abb. 52: Atemfrequenz von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 = 8,2 ± 5,1 Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 = 12,9 ± 4,0 Jahre nach U0 ).

Bei den Patienten der **4 Krankheitstypen** konnte ausnahmslos die **maximale Atemfrequenz** nach dem 12,9 jährigen Herzsporttraining gesteigert werden. **Beim Typ II** – KHK ohne Herzinfarkt mit Bypass-Op – sogar höchst signifikant von **U0** mit einer Af von **18 ± 5 min<sup>-1</sup>** bis auf **U2** mit **29 ± 6 min<sup>-1</sup>** ( **Abb. 53** ).

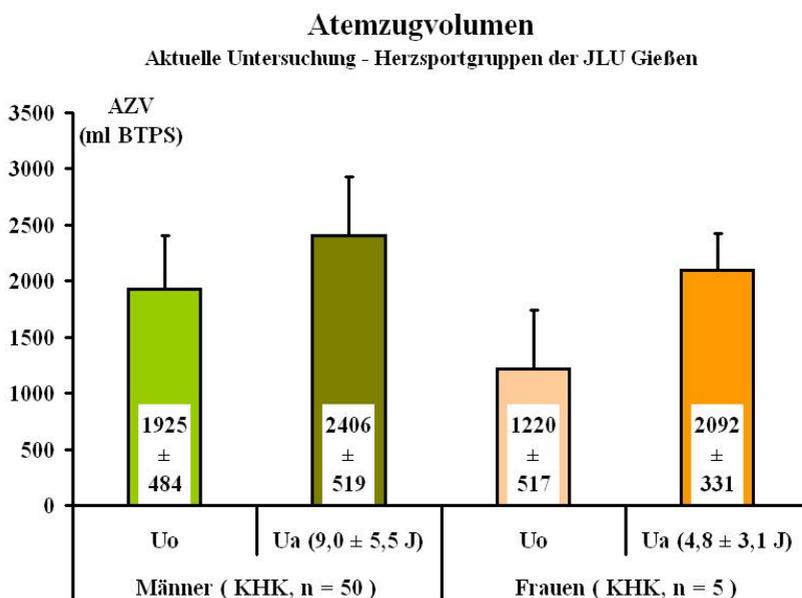


**Abb. 53:** Atemfrequenz ( M ± 1s ) von Herzkranken ( KHK, n=46 ) der unterschiedlichen Krankheitstypen bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und bei der letzten Untersuchung U2 nach 12,9 ± 4,0 jähriger Teilnahme.

### 4.3.4 Maximales Atemzugvolumen

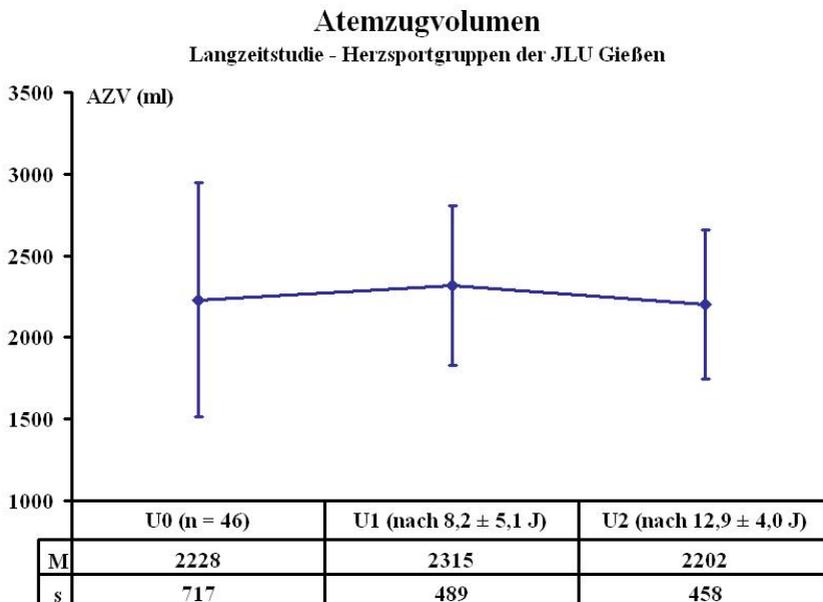
Die **koronarkranken 50 Männer** der Giessener Universitätsherzsportgruppen erreichen bei der aktuellen Untersuchung ein durchschnittliches **Atemzugvolumen** von **2406 ± 519 ml** in der Erschöpfungsminute.

Die **Abb. 54** zeigt, dass die männlichen Patienten bei der Anfangsuntersuchung nur ein AZV von **1925 ± 484 ml** ventilieren konnten. Die **weiblichen Patienten** konnten ebenfalls ihr Atemzugvolumen von **1220 ± 517 ml** bis auf **2092 ± 331 ml** steigern.



**Abb. 54:** Atemzugvolumen (M ± 1s) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme (Uo) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und aktuell (Ua) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer (n=50, Teilnahme: 9,0 ± 5,5 Jahre); Frauen (n=5, Teilnahme: 4,8 ± 3,1 Jahre).

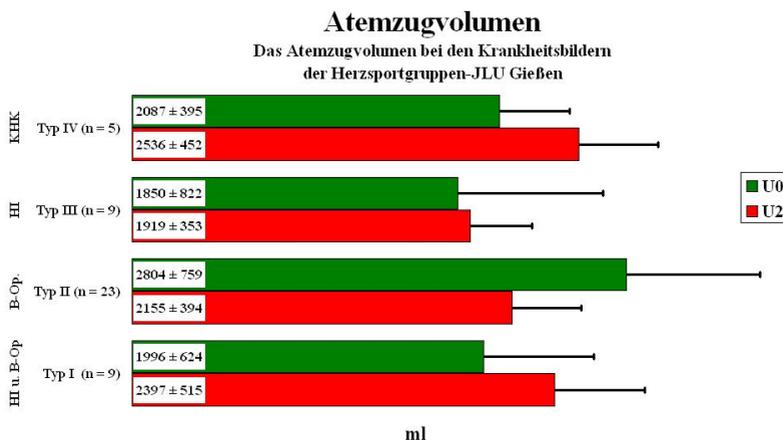
Nur minimal hat sich das Atemzugvolumen der mehr als 8 Jahre am Herzsport teilnehmenden männlichen Patienten gesteigert ( **Abb. 55** ) von der Anfangsuntersuchung mit **2228 ± 717 ml** bis auf **2315 ± 489 ml** ( U1 ) und schließlich mit **2202 ± 458 ml** ( U2 ) im identischen Bereich nach 12,9 jähriger Teilnahme.



**Abb. 55:** Atemzugvolumen von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 = 8,2 ± 5,1 Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 = 12,9 ± 4,0 Jahre nach U0 )

Die **Abb. 56** zeigt, dass alle **4 Krankheitstypen** keine signifikanten Verbesserungen zwischen ihrer Ausgangsuntersuchung ( **U0** ) und der letzten Untersuchung ( **U2** ) bei ihrem **AZV** in der **Erschöpfungsminute** erreichten .

Die **Typ I, III und IV Patienten** haben nach mehrjähriger Teilnahme ihr Atemzugvolumen steigern können. Bei den **Typ II Patienten** ohne Herzinfarkt, aber einer Bypass-Op, kam es zu einer **Erniedrigung** des AZV von **2804 ml ( U0 )** auf **2155 ml ( U2 )**.

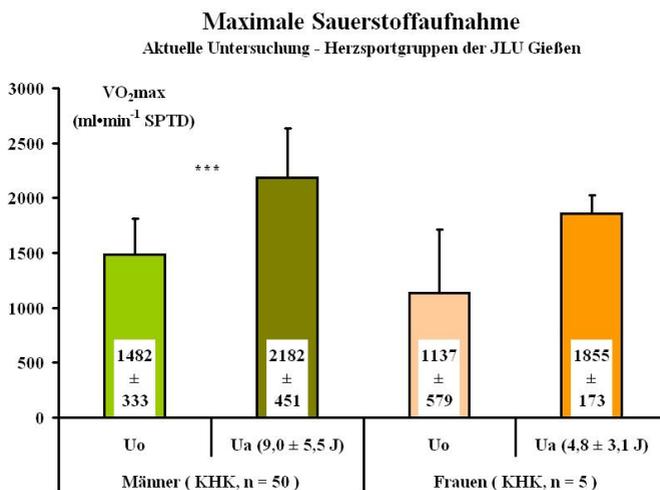


**Abb. 56:** Atemzugvolumen (  $M \pm 1s$  ) von Herzkranken ( **KHK**,  $n=46$  ) der unterschiedlichen **4 Krankheitstypen** bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( **U0** ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und bei der letzten Untersuchung **U2** nach  $12,9 \pm 4,0$  jähriger Teilnahme.

## 4.4 Die Kardiorespiratorische Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit von Koronarkranken – beispielhaft dargestellt für die ambulanten Herzsportgruppen der JLU Giessen

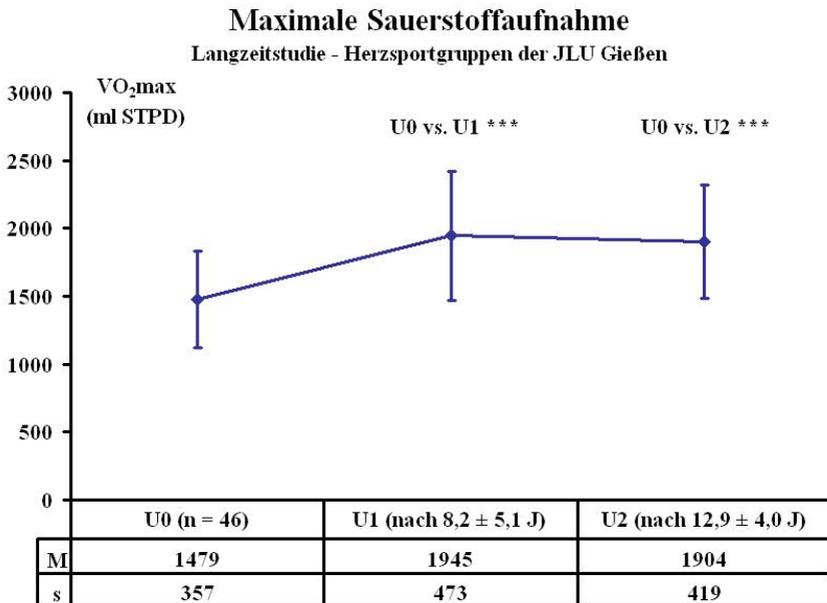
### 4.4.1 Maximale absolute Sauerstoffaufnahme

Die Koronarkranken der Giessener Universitätsherzsportgruppen erreichten eine **maximale Sauerstoffaufnahme** von  $2182 \pm 451 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \text{ STPD}$  bei der aktuellen Untersuchung. Dies entspricht einer **höchsten Signifikanz** im Vergleich zur Anfangsuntersuchung mit einer  $\text{VO}_2 \text{ max}$  von  $1482 \pm 333 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \text{ STPD}$  ( Abb. 57 ).



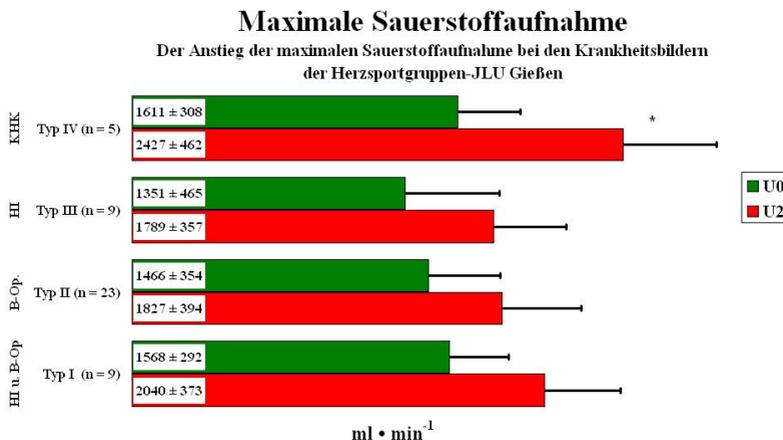
**Abb. 57:** Maximale Sauerstoffaufnahme (  $M \pm 1s$  ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme (  $U_o$  ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und aktuell (  $U_a$  ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer (  $n=50$ , Teilnahme:  $9,0 \pm 5,5$  Jahre ); Frauen (  $n=5$ , Teilnahme:  $4,8 \pm 3,1$  Jahre ).

Die mehr als 8 Jahre am ambulanten Herzsport der JLU teilnehmenden **herzkranken Männer** zeigten eine **höchste signifikante** Verbesserung ihrer **maximalen Sauerstoffaufnahme** bei der individuell **besten körperlichen Belastbarkeit U1** mit **1945 ± 473 ml·min<sup>-1</sup> STPD** und bei der **letzten Untersuchung** mit **1904 ± 419 ml·min<sup>-1</sup> STPD** im Vergleich zu ihrer **Anfangsuntersuchung** mit **1479 ± 357 ml·min<sup>-1</sup> STPD** ( **Abb. 58** ).



**Abb. 58:** Maximale Sauerstoffaufnahme von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 = 8,2 ± 5,1 Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 = 12,9 ± 4,0 Jahre nach U0 ).

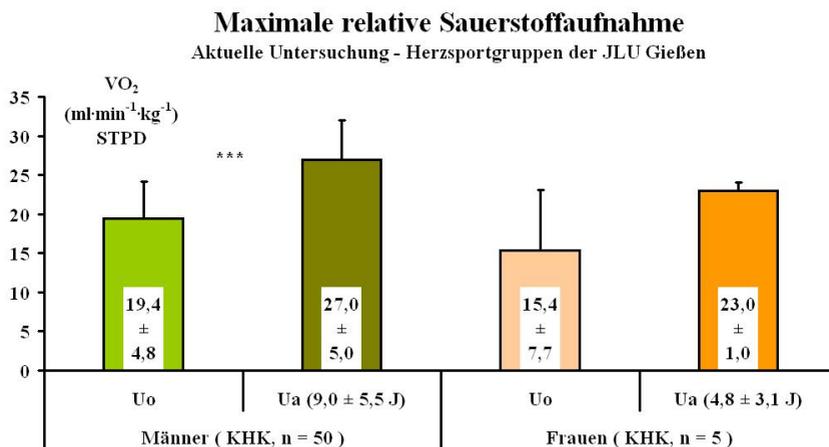
Bei jedem Typ der unterschiedlichen **4 Krankheitsbilder** fanden wir einen Anstieg der **maximalen absoluten Sauerstoffaufnahme** nach mehrjähriger Teilnahme am Herzsport ( **Abb. 59** ). Der **Anstieg** der  $VO_2 \text{ max}$  von  $1611 \pm 308 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \text{ STPD}$  bis auf  $2427 \pm 462 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \text{ STPD}$  ist signifikant (  $p < 0,05$  ).



**Abb. 59:** Maximale Sauerstoffaufnahme (  $M \pm 1s$  ) von Herzkranken ( KHK,  $n=46$  ) der unterschiedlichen Krankheitstypen bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und bei der letzten Untersuchung U2 nach  $12,9 \pm 4,0$  jähriger Teilnahme.

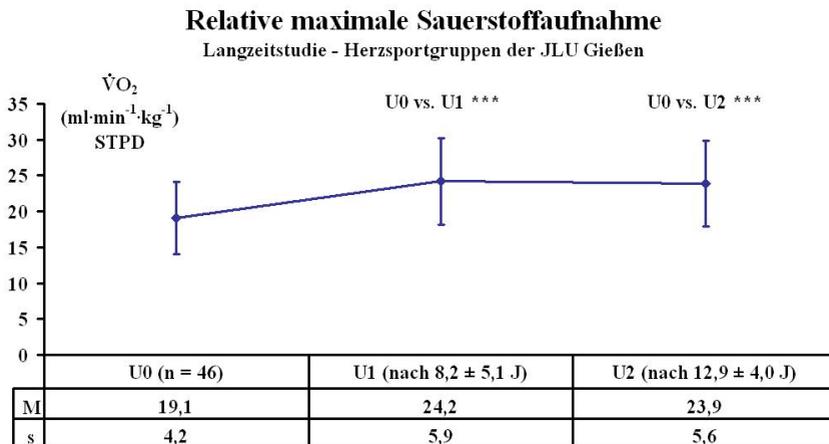
### 4.4.2 Maximale relative Sauerstoffaufnahme

Die 50 koronarkranken Männer hatten bei der akuten experimentellen Studie eine **höchste signifikante Verbesserung** ihrer **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme** gezeigt. Der Unterschied Uo mit  $19,4 \pm 4,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} \text{ STPD}$  und Ua mit  $27 \pm 5,0 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1} \text{ STPD}$  ) ist in **Abb. 60** veranschaulicht.



**Abb. 60:** Maximale relative Sauerstoffaufnahme (  $M \pm 1s$  ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( Uo ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und aktuell ( Ua ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer (  $n=50$ , Teilnahme:  $9,0 \pm 5,5$  Jahre ); Frauen (  $n=5$ , Teilnahme:  $4,8 \pm 3,1$  Jahre ).

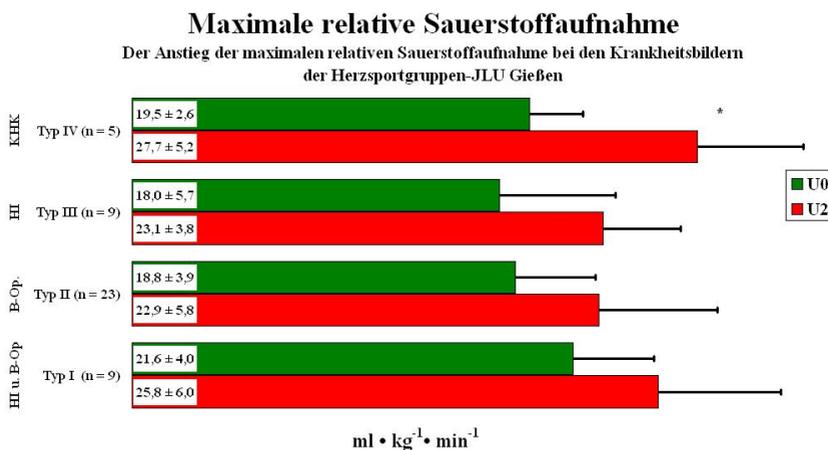
Die positive **Entwicklung** der **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme** bei den mehr als 8 Jahre am Herzsport teilnehmenden Patienten ist **höchst signifikant** ( **Abb. 61** ): **U0** ( **19,1 ± 4,2 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> STPD** ) vs. **U1** ( **24,2 ± 5,9 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> STPD** ) und **U0** vs. **U2** ( **23,9 ± 5,6 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> STPD** ).



**Abb. 61:** Maximale relative Sauerstoffaufnahme von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 = 8,2 ± 5,1 Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 = 12,9 ± 4,0 Jahre nach U0 )

Bei **allen Patienten** mit den 4 unterschiedlichen **Krankheitstypen** der **KHK** registrierten wir nach ihrer langfristigen Teilnahme von durchschnittlich **12,9 Jahren** einen **Anstieg** der **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme** ( **Abb. 62** ).

Bei den Patienten vom **Typ IV** erwies sich der Anstieg der max. relativen O<sub>2</sub>-Aufnahme von **U0** mit **19,5 ± 2,6 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> STPD** bis auf **27,7 ± 5,2 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> STPD** ( **U2** ) als statistisch signifikant.



**Abb. 62:** Maximale relative Sauerstoffaufnahme (  $M \pm 1s$  ) von Herzkranken ( **KHK**, **n=46** ) der 4 unterschiedlichen Krankheitstypen bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( **U0** ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der **JLU Gießen** und bei der letzten Untersuchung **U2** nach **12,9 ± 4,0** jähriger Teilnahme.

### 4.4.3 Maximaler Sauerstoffpuls

Nach  $9,0 \pm 5,5$  Jahren Teilnahme am **Herzsport** stieg der **maximale Sauerstoffpuls** bei den 50 koronarkranken Männern von  $12,8 \pm 3,3 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \text{ STPD}$  bis auf  $17,2 \pm 3,8 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \text{ STPD}$  höchst signifikant an (  $p < 0,001$  ). Auch bei den **weiblichen Patienten** konnten wir nach  $4,8 \pm 3,1$  Jahren Teilnahme am Herzsport eine Verbesserung des **maximalen Sauerstoffpulses** von  $9,1 \pm 3,3 \text{ ml}/\text{min}$  bis auf  $14,5 \pm 2,5 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \text{ STPD}$  ( Abb. 63 ) feststellen.

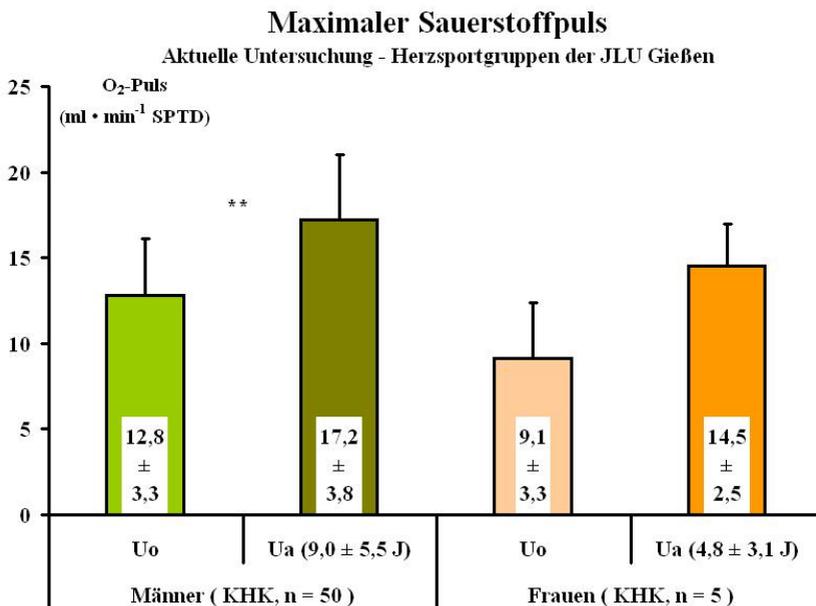
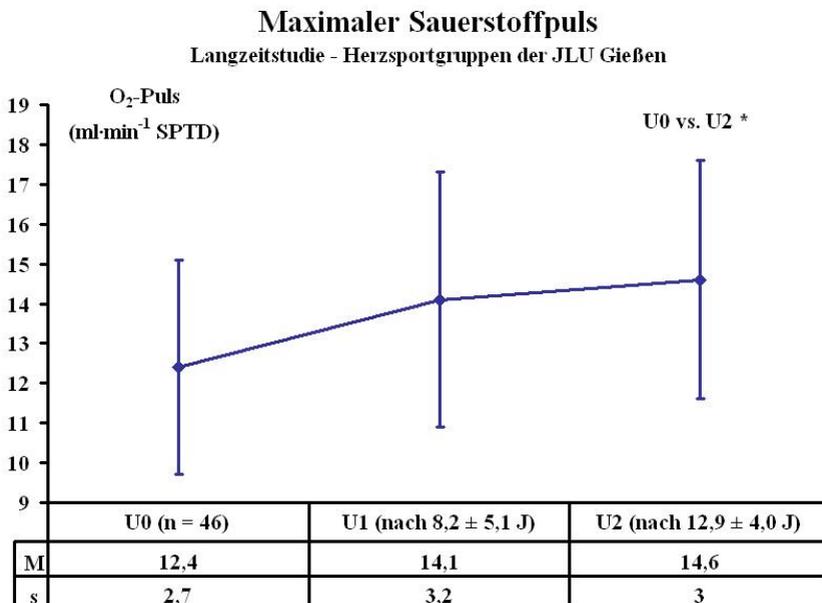


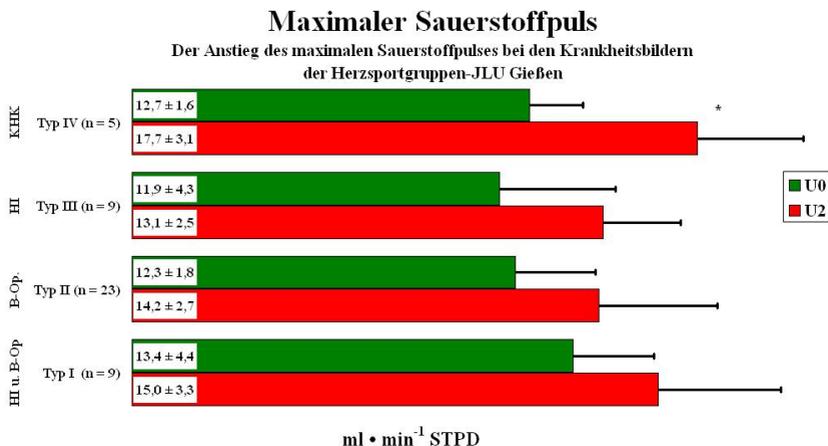
Abb. 63: Maximale Sauerstoffpuls (  $M \pm 1s$  ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( Uo ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und aktuell ( Ua ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer (  $n=50$ , Teilnahme:  $9,0 \pm 5,5$  Jahre ); Frauen (  $n=5$ , Teilnahme:  $4,8 \pm 3,1$  Jahre ).

Die positive **Entwicklung** des **maximalen Sauerstoffpulses** ( $\text{O}_2/\text{Hf ml STPD}$ ) der mehr als 8 Jahre am Herzsport teilnehmenden Patienten wird in **Abb. 64** dargestellt. Eine signifikante Änderung von U0 mit  $12,4 \pm 2,7 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \text{ STPD}$  bis zu U2 mit  $14,6 \pm 3,0 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1} \text{ STPD}$  ist festzustellen.



**Abb. 64:** Maximaler Sauerstoffpuls von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 = 8,2 ± 5,1 Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 = 12,9 ± 4,0 Jahre nach U0 ).

Für die 4 unterschiedlichen Krankheitsbilder der Giessener Koronarsportler ist in **Abb. 65** eine Zunahme des **maximalen Sauerstoffpulses** zu erkennen. Besonders bei **Typ IV** Patienten ist die Steigerung von  $12,7 \pm 1,6 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \text{ STPD}$  bis auf  $17,7 \pm 3,1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \text{ STPD}$  signifikant.



**Abb. 65:** Maximaler Sauerstoffpuls (  $M \pm 1s$  ) von Herzkranken ( KHK,  $n=46$  ) der unterschiedlichen 4 Krankheitstypen bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und bei der letzten Untersuchung U2 nach  $12,9 \pm 4,0$  jähriger Teilnahme.

## 4.5 Die Kardiorespiratorischen Quotienten von Koronarkranken – beispielhaft dargestellt für die ambulanten Herzsportgruppen der JLU Giessen

### 4.5.1 Maximales Atemäquivalent

Bei der aktuellen Untersuchung erreichten die **50 koronarkranken Männer** ihr **maximales Atemäquivalent** am Ende der letzten ergometrischen Belastungsminute mit **31,5 ± 5,3** keine signifikante Änderung. Dies ist im Vergleich zur Anfangsuntersuchung mit einem AÄ von **28,7 ± 4,3** keine signifikante Änderung.

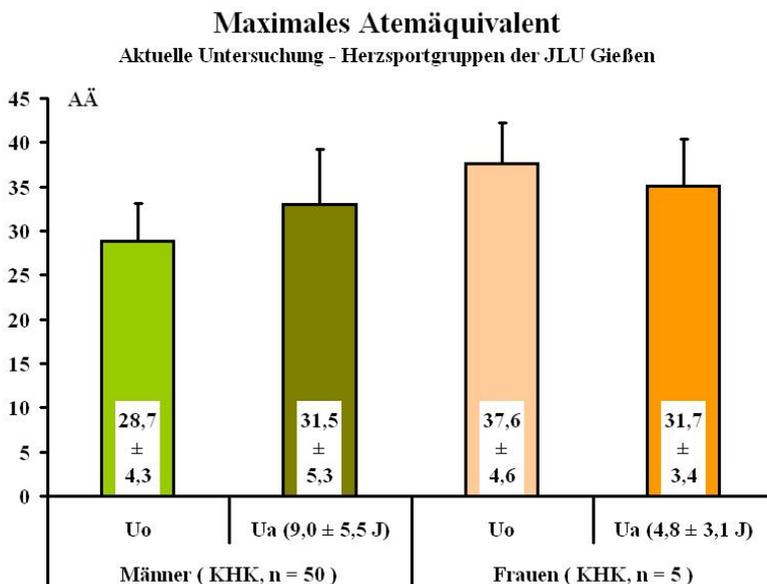


Abb. 66: Maximales Atemäquivalent ( M ± 1s ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( Uo ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und aktuell ( Ua ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer ( n=50, Teilnahme: 9,0 ± 5,5 Jahre ); Frauen ( n=5, Teilnahme: 4,8 ± 3,1 Jahre ).

Das AÄ in der Erschöpfungsminute der koronarkranken Frauen wies mit  $37,6 \pm 4,6$  bei der Aufnahmeuntersuchung (U<sub>0</sub>) auf eine starke Hyperventilation hin. Nach der Teilnahme am Herzsport stabilisierte sich die Atmung mit einem AÄ von  $31,7 \pm 4,4$  (U<sub>a</sub>).

Das Verhalten des Atemäquivalents der 46 herzkranken Männer, die mehr als 8 Jahre am ambulanten Herzsport der JLU Giessen teilgenommen hatten, zeigt die Abb. 67.

### Maximales Atemäquivalent

Langzeitstudie - Herzsportgruppen der JLU Giessen

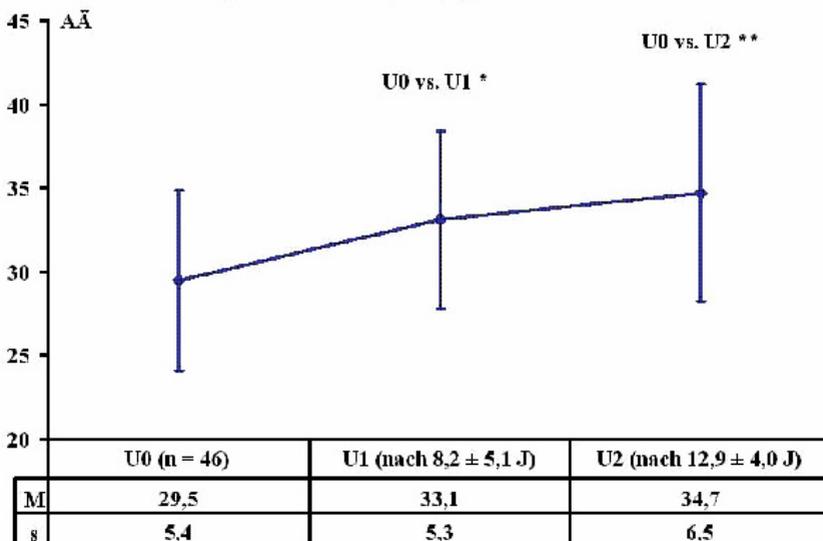
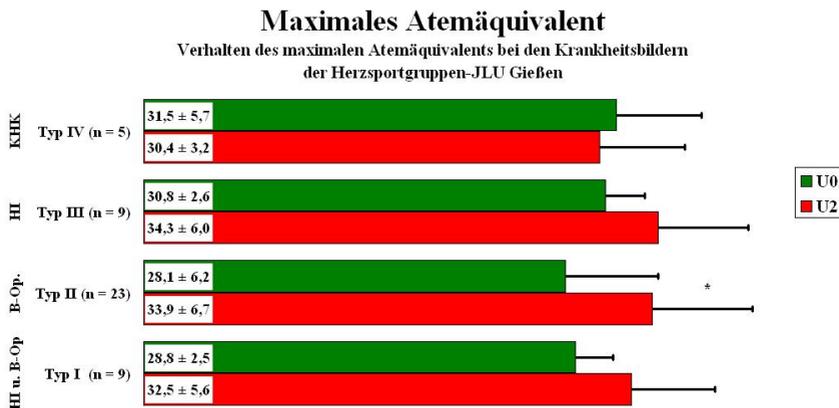


Abb. 67: Maximales Atemäquivalent von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U<sub>0</sub> ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U<sub>1</sub> = 8,2 ± 5,1 Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U<sub>2</sub> = 12,9 ± 4,0 Jahre nach U<sub>0</sub> ).

Bei ihnen ist das **ÄÄ** in der Erschöpfungsminute von **U0** mit **29,5 ± 5,4** bis **U1** mit **33,1 ± 5,3** signifikant (  $p < 0,05$  ) und nach 12,9 J mit **34,7 ± 6,5** hoch signifikant (  $p < 0,01$  ) angestiegen.

Das Verhalten des **Atemäquivalents** der Gruppen mit den **4 Krankheitstypen** zeigt die **Abb. 68**. Lediglich beim **Typ II** war ein signifikanter **Anstieg** des **ÄÄ** von **U0** mit **28,1 ± 6,2** nach 12,9 Jahren auf **U2** mit **33,9 ± 6,7** zu registrieren.



**Abb. 68:** Maximales Atemäquivalent (  $M \pm 1s$  ) von Herzkranken ( KHK,  $n=46$  ) der unterschiedlichen 4 Krankheitstypen bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( **U0** ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und bei der letzten Untersuchung **U2** nach  $12,9 \pm 4,0$  jähriger Teilnahme.

### 4.5.2 Ventilatorischer Respiratorischer Quotient

Der 'Ventilatorische' Respiratorische Quotient der 50 koronarkranken Männer lag beim Abbruch der erschöpfenden ergometrischen Anfangsuntersuchung U<sub>0</sub> bei  $0,99 \pm 0,07$  ( Abb. 69 ). Ein höherer VRQ konnte nach 9-jährigem Training bei U<sub>a</sub> mit  $1,15 \pm 0,07$  eingegangen werden. Diese stärkere Inanspruchnahme der anaeroben Kapazität war hoch signifikant. Auch bei den Frauen war ein Anstieg des VRQ von U<sub>0</sub> mit  $0,96 \pm 0,25$  bis zu U<sub>a</sub> mit  $1,11 \pm 0,08$  zu beobachten.

#### Ventilatorischer Respiratorischer Quotient

Aktuelle Untersuchung - Herzsportgruppen der JLU Gießen

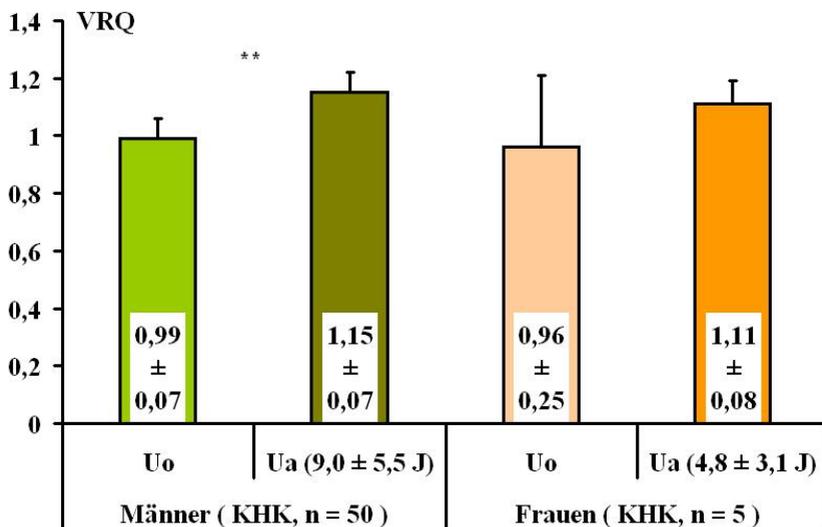
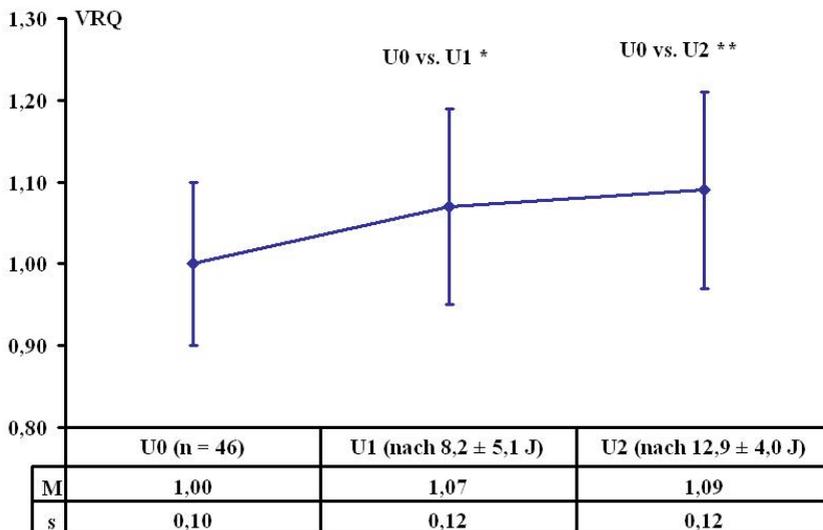


Abb. 69: Ventilatorischer Respiratorischer Quotient ( M ± 1s ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U<sub>0</sub> ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und aktuell ( U<sub>a</sub> ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer ( n=50, Teilnahme: 9,0 ± 5,5 Jahre ); Frauen ( n=5, Teilnahme: 4,8 ± 3,1 Jahre ).

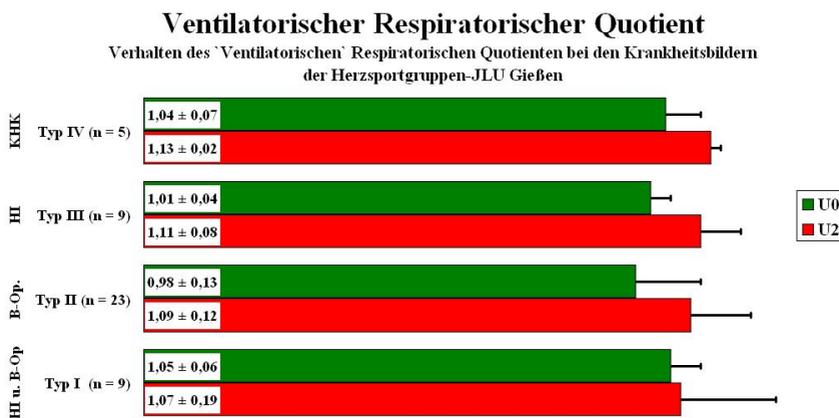
Eine signifikante Steigerung des **Ventilatorischen Respiratorischen Quotienten** von Herzkranken zeigt die **Abb. 70**. Von **U0** mit  $1,00 \pm 0,10$  vs. **U1** mit  $1,07 \pm 0,12$  war die Steigerung signifikant. Von **U0** vs. **U2** mit  $1,09 \pm 0,12$  fanden wir eine hohe Signifikanz.

### Ventilatorischer Respiratorischer Quotient Langzeitstudie - Herzsportgruppen der JLU Gießen



**Abb. 70:** Ventilatorischer Respiratorischer Quotient von Herzkranken ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 = 8,2 ± 5,1 Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 = 12,9 ± 4,0 Jahre nach U0 ).

Die **Abb. 71** zeigt den '**Ventilatorischen**' **Respiratorischen Quotienten** (  $M \pm 1s$  ) von **46 Herzkranken** der unterschiedlichen **4 Krankheitstypen** bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( **U0** ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und bei der letzten Untersuchung **U2** nach **12,9 ± 4,0** jähriger Teilnahme. Eine leichte, wenn auch nicht signifikante, **Erhöhung des VRQ** konnte bei allen 4 Krankheitstypen beobachtet werden.



**Abb. 71:** Ventilatorischer Respiratorischer Quotient (  $M \pm 1s$  ) von Herzkranken ( KHK, n=46 ) der unterschiedlichen Krankheitstypen bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( **U0** ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und bei der letzten Untersuchung **U2** nach **12,9 ± 4,0** jähriger Teilnahme.

## 4.6 Metabolische Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit von Koronarkranken – Beispielhaft dargestellt für die ambulanten Herzsportgruppen der JLU Giessen

Im Rahmen der vorliegenden Langzeitstudie wurden bei den erschöpfenden spiroergometrischen Belastungen der koronarkranken Männer auf dem Fahrradergometer im Sitzen auch wiederholt die **Laktatleistungskurven** ermittelt.

Die **Blutproben** wurden vor, während einzelner Belastungsstufen der 0,5 W/kg KG-Methode sowie in den Erholungsminuten E3 und E10 aus dem **hyperämisierten Ohrläppchen** entnommen. Die **Bestimmung** der **Laktatkonzentrationen** ( **LA mmol/l** ) erfolgte standardisiert mit den üblichen biochemischen Methoden.

Diesbezügliche methodische Einzelheiten und umfassende Ergebnisse zur metabolischen Belastbarkeit der Patienten aus den Gießener Universitäts-Herzsportgruppen hat die Ärztin U. RIPPER 1991 in ihrer Dissertation *"Aerobe und anaerobe Belastbarkeit von Patienten mit koronarer Herzkrankheit bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie, dynamischer Laufbandspiroergometrie und während der Rehabilitationssportstunde"* beschrieben.

Im Mittel steigt die Laktatkonzentration bei den Koronarkranken nach erschöpfender Ausbelastung – überwiegend nach 1 bis 2 Minuten 2 W/kg KG – in der 3. **Erholungsminute** bis zu **maximal 6,04 ± 2,16 mmol/l Laktat** an ( **Abb. 72 a** ).

Deutlicher Abfall nach der **10. Erholungsminute** bis auf **4,69 ± 2,47 mmol/l Laktat**. Somit kommen die Patienten nur in den Bereich einer **niedrigen Azidose**.

Bei den **eigenen aktuellen Untersuchungen** konnten aus Kostengründen nur beispielhaft für **3 Männer** die **Laktatleistungskurven** bestimmt werden. Auch ihre Laktat-Werte lagen im oben angegebenen **Maximalbereich** zwischen **5 – 8 mmol/l**. Wegen der geringen Anzahl wird auf eine graphische Darstellung verzichtet.

**Entscheidend** ist aber, dass die **Herzkranken** bei den **einzelnen sportlichen Belastungen nicht übersäuern**. Aus einer Vielzahl von **Laktatmessungen** während des **ambulanten Herzsports** konnten folgende **Durchschnittswerte** ermittelt werden: **Gymnastik 3,80 ± 1,52; Laufen 3,4 ± 2,30; Ballspiele 2,76 ± 2,21** ( **Abb. 72 b** ). Somit besteht ein deutlicher **"Sicherheitsbereich"** zwischen der für die Patienten **maximalen Azidose** bei der

erschöpfenden Ergometrie und ihren möglichen Höchstwerten des Laktats beim Training.

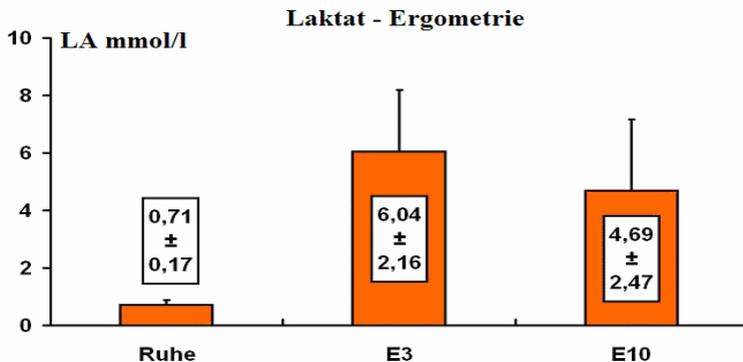


Abb. 72a: Laktatwerte von Patienten der JLU-Herzsportgruppe vor und nach erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen (0,5 Watt/kg KG-Methode) nach RIPPER 1989 und WU, NOWACKI 2003.

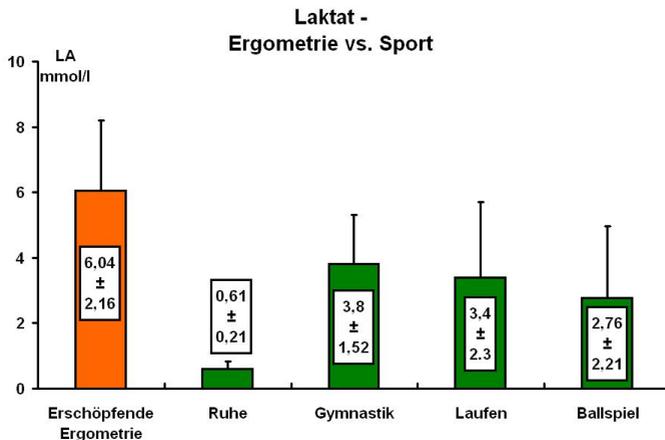


Abb. 72 b: Laktatwerte von Patienten der JLU-Herzsportgruppe beim Training im Vergleich zur erschöpfenden Fahrradspiroergometrie.

## 5 DISKUSSION

### 5.1 Die Funktionsdiagnostik der körperlichen Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit – ambulante Herzsportgruppen JLU Giessen

Der integrale Wert der **aeroben u n d anaeroben Kapazitäten** limitiert die **gesamtmuskuläre Leistung**, welche zur Durchführung **mechanischer Arbeiten** von möglichst **langer Dauer** bereitgestellt werden kann ( **HOLLMANN, HETTINGER 2000, NOWACKI 2005** ).

Wenn man weltweit im Internet nach dem Begriff "*körperliche Belastbarkeit*" sucht, findet man eine **Definition**, die sich weitgehend mit der obigen deckt ( <http://www.fitnesswelt.com/allgemeine+k%F6rperliche+Leistungsf%E4higkeit/fitnessbegriff.html>, 08072006 ).

Allerdings ist die "**Größe**" der **körperlichen Leistungsfähigkeit/Belastbarkeit** des Menschen auch abhängig von den **sportmedizinischen Messmethoden** – Fahrradergometrie im Sitzen/Liegen, Handkurbelergometrie, Laufband, sportartspezifisch, wie Ruder- und Rennradergometrie u.a. – und den **Umweltbedingungen** – Tageszeit, Temperatur, Feuchtigkeit, Höhe -, sowie der geforderten **Intensität** und **Belastungszeit** bis zur **individuellen Leistungsgrenze** ( **MELLEROWICZ 1962, 1979; NOWACKI 1977, 1981; HOLLMANN, HETTINGER 2000** ).

Je komplizierter die **internen** und **externen Bedingungen** für den Körper sind, desto stärker muss er sich den **jeweiligen Ausgangssituationen** seiner **momentanen Verfassung** – *krank, schwach, normal untrainiert, verschieden hoch trainiert* sowie der *Umwelt* – bei **Maximalleistungen** und **Steady-State-Belastungen** – Ausdauerleistungen über längere Dauer mit niedriger Intensität – anpassen ( **ÅSTRAND 1952, NEUMANN, SCHÜLER 1994** ).

Die **Begriffe Leistungsfähigkeit – Belastbarkeit** sollten so zugeordnet werden, dass der erste für normal/trainiert leistungsfähige und der zweite für kranke schwache Männer/Frauen verwandt wird ( **NOWACKI 1987** ).

In dieser Arbeit wurden mit Hilfe der **ergometrischen Verfahren** von **NOWACKI 1981** die **körperliche Belastbarkeit/Leistungsfähigkeit** der Koronarkranken mit den **Parametern Gesamtarbeit** ( Wattminuten ), **maximale absolute Wattstufe** ( Watt ) und **maximale relative Wattstufe** (W/kg KG ) festgestellt.

Dabei wurden nur die **0,25-** und **0,5 Watt/kg KG-Methoden** eingesetzt. Auf die **Bestimmung der Physical Working Capacity ( PWC170 )** wurde bei den Herzpatienten **verzichtet**, da auf diesen sonst in der Sportmedizin sehr wichtigen Parameter ( **KIM 1994** ) Medikamente mit frequenzsenkender Wirkung Einfluss nehmen.

Die **Gesamtarbeit in Wattminuten** als **Produkt** der **Summe** der **einzelnen Belastungsstufen** und der **getretenen Zeit** ist ein **wichtiger Faktor** für die Beurteilung der **körperlichen Belastbarkeit**, die sowohl die Muskelkraft als auch die Funktionsfähigkeit der am Sauerstofftransport beteiligten Organsysteme einschließt.

Aber **unterschiedliche** erschöpfende **ergometrische Belastungsmethoden** können die **Gesamtarbeit** in Wattminuten erheblich **beeinflussen**. **Vergleichende Untersuchungen** der körperlichen Leistungsfähigkeit mit dem Parameter Gesamtarbeit in Wattminuten sind deshalb **nur sinnvoll**, wenn immer das **gleiche Belastungsverfahren** angewandt wird.

Für die Fahrradspiroergometrie ist die Gesamtarbeit leicht zu berechnen und hängt sowohl von der körperlichen Belastbarkeit wie auch der psychischen Leistungsfähigkeit ab ( **AIGNER 1985, ISRAEL 1992, LOTZ 1996, ELGOHARI 2003, NOWACKI 2005** ).

Für **50-60-jährige** gesunde, **untrainierte Männer** werden für die **Gesamtarbeit 700-800 Wattminuten** bis zum Erschöpfungspunkt angegeben.

So würde ein 80 kg schwerer Mann – 8 min belastet nach der Giessener 0,5 W/kg KG-Methode 800 Wattminuten leisten, um im untrainierten Bereich ausreichend belastbar zu sein. Für Ausdauersportler werden sogar 1300-1600 Wattminuten angegeben ( **NOWACKI 1981, MEISTER 1991, LOTZ 1996** ).

Mit einer **Gesamtarbeit** von **801 ± 263 Wattminuten** liegen die durchschnittlich **67,8 Jahre** alten **Patienten** der **Herzgruppen** im **normalen untrainierten Bereich**. Einige Patienten

dieser Gruppen wurden **1995** vom **LOTZ** in seiner Dissertation beschrieben und mit **54,8 ± 8,3 Jahren** untersucht, wobei er durchschnittlich **604 ± 227 Wattminuten** feststellte.

Die **50 koronarkranken Männer** haben so eine **gute körperliche Belastbarkeit** in der **aktuellen Untersuchung** gezeigt und sind etwas besser als die **46 Herzkranke** der **Langzeitstudie**, die nach mehr als 8 Jahren Teilnahme am 'Herzinfarkttraining' eine **Gesamtarbeit** von **725 ± 244 Wattminuten** aufwiesen.

Die **maximale absolute Wattstufe**, die bei einer erschöpfenden Ergometrie zu erreichen ist, kann ein Maßstab sein, auf dessen Basis die körperliche Belastbarkeit, registriert mit unterschiedlichen Meßmethoden, vergleichbar ist.

Die Koronarkranken der Giessener Herzsportgruppen hatten bei der **aktuellen Untersuchung** mit der 0,5 W/kg KG-Methode eine durchschnittliche **maximale Wattstufe** von **166 ± 37 Watt**.

Der **sicherste Parameter** zur **Vergleichbarkeit** der **körperlichen Belastbarkeit** von **Kranken** sowie der **corporalen Leistungsfähigkeit** von **Gesunden** und **Trainierten**, ist die **maximale relative Wattstufe – W/kg KG!**

Diese von **NOWACKI 1977, 1984, 2005** seit mehr als 30 Jahren empfohlene **Leistungsgröße – maximale Wattstufe pro Kilogramm Körpergewicht, W/kg KG** – ist zunehmend von allen sportmedizinischen Arbeitskreisen, aber auch von den Akut- und Rehabilitationskliniken sowie den mehr als 6.000 ambulanten Herzsportgruppen **anerkannt** worden und wird für die Beurteilung der eigenen Patienten / Probanden herangezogen (**WEIDEMANN 1984, DIETZ, RAUCH 2003**).

Voraussetzung ist lediglich eine in etwa **vergleichbare Belastungszeit**, die unabhängig von der Methode, z.B. Belastungsstufen und ihre Zeit, in welcher der Patient/Gesunde/Sportler bei der erschöpfenden **Fahrradergometrie im Sitzen** nach **minimal 5 bis maximal 15 Minuten** **ausbelastet** ist (**ZHAO 1995**).

So sind die **diagnostischen Parameter** der **körperlichen Leistungsfähigkeit**, wie die **Gesamtarbeit in Wattminuten**, die **absolute maximale Wattstufe**, die **Physical Working Capacity** (PWC 170, 130 absolut / relativ), aber vor allem die **relative maximale Wattstufe**, international anerkannt (**NOWACKI 1971, SMODLAKA 1972, ÅSTRAND, RODAHL 1977, KLIMT 1978, MELLEROWICZ 1979, ROST, HOLLMANN, HECK, LIESEN,**

MADER 1982, KLIMT 1993, KIM 1995, NOWACKI, N.S. 1998, KILLICH 2001, FREY 2003, NOWACKI 2007).

Die **eingeschränkte maximale körperliche Belastbarkeit** von **0,75 – 1,25 W/kg KG** bei der Aufnahmespiroergometrie konnte sogar von einzelnen Männern (Kleingruppen) auch nach **15- bis 25-jähriger Teilnahme** am ambulanten Herzsport der JLU Gießen im Bereich **untrainierter gesunder Männer** mit **1,75 – 2,0 W/kg KG** stabilisiert werden.

Dies gilt für alle Krankheitstypen I-IV, wobei die günstigste Ausgangssituation für den Typ IV (n = 5): **KHK ohne Herzinfarkt** und Bypass-Op, mit  $1,4 \pm 0,2$  W/kg KG bestand.

Dennoch, **alle Herzsportgruppenteilnehmer** sind auch trotz Erreichen einer normal untrainierten Leistungsfähigkeit nur **"bedingt gesund"**, denn die **Grundkrankheit KHK** bleibt.

Zwischen den **unterschiedlichen Krankheitsbildern** der KHK bestanden **keine** signifikanten **Unterschiede**, weder vor der Aufnahme des ambulanten Herzsports noch bei der letzten Untersuchung U2 nach  $12,9 \pm 4,0$  J. Alle Patienten mit den 4 Krankheitstypen konnten ihre **maximal erreichbare relative Wattstufe** um mindestens **0,5 W/kg KG erhöhen** sowie über lange Jahre auf einem **Niveau** zwischen **1,7 bis 2,2 W/kg KG** stabilisieren.

Somit ist es nötig, die **biologische Entwicklung** der **körperlichen Belastbarkeit** zu erforschen, um Rückschlüsse für die **Trainierbarkeit** der körperlichen Belastungsfähigkeit bei den **Herzpatienten** ziehen zu können. Nur dann kann man zielgerichtet trainieren und üben. So kommt die weitere **Erforschung** der **menschlichen Belastbarkeit** bei **chronischen Herz- und Kreislauferkrankungen** voran.

## 5.2 Die Funktionsdiagnostik der kardiozirkulatorischen Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit – ambulante Herzsportgruppen JLU Giessen

Die **Herzfrequenz** und der **Blutdruck** sind wichtige Parameter zur Beurteilung der **kardiozirkulatorischen Funktion**. Sie charakterisieren den **Trainings- und Leistungszustand** des kardiozirkulatorischen Funktionssystems in **Ruhe**, unter **definierten Belastungsbedingungen** und in der **Erholungsphase** ( **HOLLMANN 1959, REINDELL 1960, ISRAEL 1968, NOWACKI 1977, MELLEROWICZ 1979, NÖCKER 1980, HOLLMANN 1990, RIECKERT 1992** ).

Die Herzfrequenz kann vom Arzt, Trainer, Sportlehrer, aber auch vom Athleten und Patienten selbst, zur Leistungs-, Anpassungs- und Ermüdungsdiagnostik eingesetzt werden ( **ELGOHARI 2003** ).

Vor Beginn der Teilnahme am Herzsport lag die Herzfrequenz der KHK Patienten in Ruhe bei durchschnittlich  $66 \pm 12$  Schlägen / min. Nach durchschnittlich  $9,0 \pm 5,5$  Jahren Teilnahme am Herzsport lag die Hf der Patienten in Ruhe bei  $71 \pm 16$  Schlägen / min. Während der Belastung bei der Fahrradspiroergometrie lag die Herzfrequenz nach der langjährigen Trainingsperiode deutlich niedriger ( **Abb. 73** ).

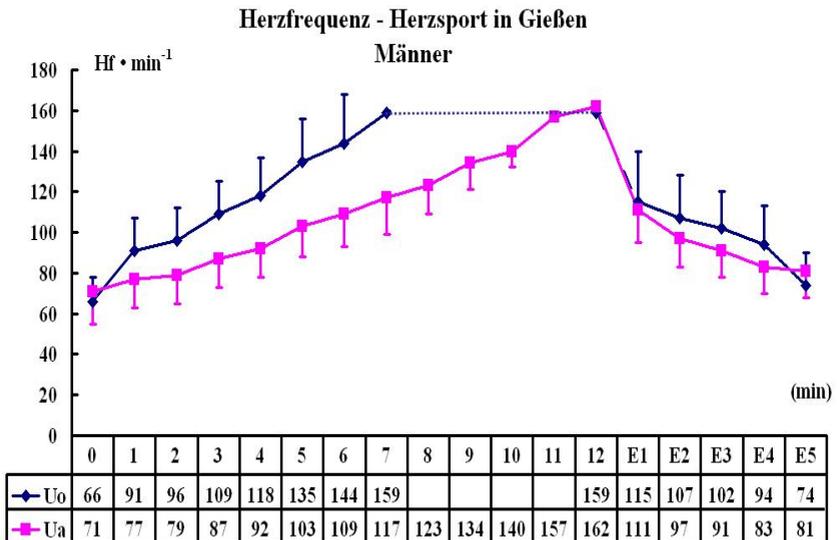
Die **maximalen Herzfrequenzen** lagen bei  $U_0$  mit  $144 \cdot \text{min}^{-1}$  praktisch im gleichen Bereich mit  $140 \cdot \text{min}^{-1}$  bei  $U_a$ . Einzelne Patienten erreichten maximale Herzfrequenzen bis 159/min.

In den Erholungsphasen verhalten sich die Herzfrequenzen wieder ähnlich (  $U_0$  vs.  $U_a$  ).

Bei der Anfangsuntersuchung gab es nur 6 Patienten, die mit der 0,5 Watt/kg KG-Methode erschöpfend fahrradspiroergometrisch untersucht wurden. Die anderen 44 männlichen Patienten wurden mit der 0,25 Watt/kg KG-Methode untersucht. Dies hatte aber keinen Einfluss auf die zu erzielenden maximalen biologischen Leistungsdaten.

Bei der **aktuellen Untersuchung** konnten alle 50 Patienten nach  $9,02 \pm 5,5$  Jahren Herzsport mit der 0,5 Watt/kg KG-Methode ausbelastet werden.

Wie schon erwähnt, liegen die vergleichbaren Herzfrequenzen ( $U_0$  vs.  $U_a$ ) bei 0,5-, 1,0- und 1,5 W/kg KG nach der langjährigen Teilnahme am Herzsport deutlich niedriger.



**Abb. 73:** Verlaufskurven der Herzfrequenz ( $M \pm 1s$ ) von Koronarkranken bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( $U_o$ ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und aktuell ( $U_a$ ) nach einer mehrjährigen Teilnahme. Männer ( $n=50$ , Teilnahme:  $9,0 \pm 5,5$  Jahre).

Zwischen den **unterschiedlichen Krankheitsbildern der KHK** bestanden keine signifikanten Unterschiede, weder vor der Aufnahme des ambulanten Herzsports noch bei der letzten Untersuchung **U2 nach  $12,9 \pm 4,0$  J.** Aber innerhalb der 4 Krankheitstypen fanden wir deutliche Veränderungen nach dem langjährigen Herzsporttraining.

Bei allen war eine **deutliche Erhöhung** der **maximalen Hf** von  $125 \cdot \text{min}^{-1}$  bis auf  $143 \cdot \text{min}^{-1}$  festzustellen. Aber nur der **Anstieg** der **Hfmax** von  $118/\text{min}$  auf  $137/\text{min}$  beim **Typ III KHK** mit Herzinfarkt ohne Bypass-Op war hoch signifikant ( $p < 0,01$ ).

Den **Einfluss** von **frequenzsenkenden Pharmaka** haben wir für diese Studie nicht weiter untersucht. Die **medikamentösen Verordnungen** ermöglichen es zahlreichen Patienten, überhaupt erst am ambulanten Herzsport teilzunehmen (**RAABE 1995**).

### 5.3 Die Funktionsdiagnostik der respiratorischen Leistungsfähigkeit – ambulante Herzsportgruppen Giessen

Die spezielle **pulmonale Leistungsfähigkeit** eines Mensch wird durch die Vitalkapazität und Verlaufskurven des **Atemminutenvolumens** ( AMV l BTPS ), der **Atemfrequenz** ( Af  $\cdot$  min<sup>-1</sup> ) und des **Atemzugvolumens** ( AZV ml BTPS ) bei steigender ergometrischer Belastung bis zum Erschöpfungspunkt charakterisiert ( NOWACKI 1981, LOTZ 1995 ).

Die **Vitalkapazität** von Koronarkranken der Giessener Herzsportgruppen ist relativ stabil. Eine leichte Zunahme bei der aktuellen Untersuchung im Vergleich zur Anfangsuntersuchung konnte mit 69 ml festgestellt werden. Dies liegt aber im Fehlerbereich der Methode!

Bei den Patienten mit den unterschiedlichen Krankheitsbildern Typ I, II, IV fanden wir eine leichte Abnahme der VK. Dagegen wurde beim Typ III eine leichte Steigerung der VK gemessen.

Beim ambulanten Herzsport werden nur selten Untersuchungen über die **Parameter der Atmung** durchgeführt, obwohl die Koronarkranken gerade bei ihren submaximalen täglichen Anforderungen ganz besonders von der **durch den langfristigen Herzsport verbesserten Ökonomie der Atmung** profilieren ( NOWACKI, WU 2007 ).

Überraschend und unerwartet fiel das Ergebnis für das **maximale Atemminutenvolumen** bei der 'Aktuellen Untersuchung' und 'Langzeitstudie' aus. So registrierten wir bei den **Männern** von Uo mit **42,3 ± 11,2 l BTPS** einen höchst signifikanten **Anstieg** des AMV nach 9 Jahren Teilnahme am Herzsport auf **71,1 ± 19,8 l BTPS (Ua)**. Dies entspricht dem **gesunden Normalbereich** gleichaltriger untrainierter Männer des 7. Lebensjahrzehnts, liegt bzw. nach den Angaben von **HOLLMANN 1959, 1977; HOLLMANN, HETTINGER 2000** sogar deutlich höher.

Der Anstieg des **Atemminutenvolumens** bei den **5 koronarkranken Frauen** nach 4,8-jähriger Teilnahme von **42,1 l (Uo)** auf **62,6 l BTPS (Ua)** ist deutlich, aber nicht signifikant.

Auch die **Koronarkranken der Langzeitstudie verbesserten ihre maximale ventilatorische Kapazität** – vor allem durch die **Aufgabe des Rauchens**, früherer Nikotinabusus bei den

meisten Teilnehmern! – von einem **AMVmax** mit **43 ± 12 l BTPS (U0)** über **U1** mit **66 ± 15 l** bis zu **U2** nach **12,9 ± 4,0 J** Teilnahme auf **63 ± 15 l BTPS** höchst signifikant ( $p < 0,001$ ). Ebenso war bei den **4 Krankheitstypen** ein entsprechender **Anstieg** der **max. AMV** zu registrieren.

Involviert und Basis dieser stark verbesserten pulmonalen Leistungsfähigkeit sind der höchst signifikante Anstieg der **maximalen Atemfrequenz** bis in den Normalbereich untrainierter Männer des 5. Lebensjahrzehnts von **22/min (Uo)** auf **29 Atemzüge/min. (Ua)**.

Beim **maximalen Atemzugvolumen** konnten bei den Männern **Anstiege** um **481 ml**, also von **1925 ml (U0)** auf **2406 ml BTPS (Ua)** unter dem Einfluss des Trainings beobachtet werden.

Das Verhalten des **Atemäquivalents (AÄ)**, also derjenigen Luftmenge in ml, die für die Aufnahme von 1 ml Sauerstoff ventilert werden muss, bestätigte diese verbesserte Atemökonomie vor allem im submaximalen Belastungsbereich, aber auch teilweise durch die Werte in der Erschöpfungsminute.

**NOWACKI 1962, 1979** hatte schon in seinem Beitrag in der Monographie: Ergometrie ( **MELLEROWICZ 1962, 1979** ) darauf hingewiesen, dass sich die **Atemökonomie** – ausgewiesen durch niedrigere AÄ-Werte bei submaximaler Belastung von 1 Watt/kg KG – bei **Patienten mit Herzoperationen nach** einem mehrwöchigen **Ergometertraining verbessert**.

## 5.4 Die Funktionsdiagnostik der kardiorespiratorischen Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit – ambulante Herzsportgruppen Giessen

Für diese Dissertation wurden die **maximale Sauerstoffaufnahme**, die **maximale relative Sauerstoffaufnahme**, der **maximale Sauerstoffpuls**, **Atemäquivalent** und der **Ventilatorische Respiratorische Quotient** vor, während und nach den erschöpfenden Fahrradspiroergometrien gemessen und die Veränderungen bei Koronarkranken nach einer langjährigen Teilnahme am ambulanten Herzsport statistisch überprüft.

Die maximale Sauerstoffaufnahme wird oft bei Koronarpatienten gemessen ( **WANNAMETHEE et al. 2000**, **SANTA-CLARA et al. 2002**, **ENRIGHT et al. 2003**, **GAYDA et al. 2003**, **ADES et al. 2003** ), aber die maximale relative Sauerstoffaufnahme wird schon weniger beachtet ( **WURM-KREIDER 1997** ).

Die anderen Parameter, wie der Sauerstoffpuls, das Atemäquivalent und der Ventilatorische Respiratorische Quotient sind kaum für Koronarpatienten beschrieben worden. Meistens werden diese kardiorespiratorischen Leistungsgrößen und ihre Quotienten nur für untrainierte oder trainierte Gesunde registriert und vergleichend diskutiert ( **MELLEROWICZ 1962**, **NOWACKI 1977**, **HOLLMANN**, **HETTINGER 2000** ).

Während **HOLLMANN 1977** die **Sauerstoffaufnahme** als **Bruttokriterium** der **kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit** definiert, wird die **VO<sub>2</sub>max** von **NOWACKI 1977** **umfassender** als **integraler Wert** der **aeroben u n d anaeroben Kapazität** beschrieben.

Der **Anstieg** der **VO<sub>2</sub>max** von **1,5 l · min<sup>-1</sup> STPD** bei den koronarkranken Männern nach 9-jährigem Training auf aufgerundet **2,2 l · min<sup>-1</sup> STPD** (  $p < 0,001$  ), ist ein sehr schöner **Beweis** für die **Effektivität** des **Herzgruppensports**.

Mit Werten knapp unter **2,0 l** maximaler Sauerstoffaufnahme konnte auch in der **Langzeitstudie** noch eine höchst signifikante **Zunahme** von **425 ml** nach fast 13-jähriger Teilnahme gehalten werden.

Damit decken sich unsere **VO<sub>2</sub>-Mittelwerte** fast exakt mit den **Durchschnittswerten**, die **VALENTIN u. Mitarb. 1955** mit **2140 ± 310 ml · min<sup>-1</sup>** für **50 - 60-jährige untrainierte Männer** publiziert hatten. Ebenso entsprechen die **VO<sub>2</sub>-max-Werte** der Aktuellen Studie den

Werten von **KIRCHHOFF 1999**, die dieser für **22 koronarkranke Männer** mit **2163 ± 480 ml · min<sup>-1</sup>** im Rahmen seiner '**Schwimmbadstudie**' angab.

Als **bedeutsames Beurteilungskriterium** für den **Trainings- und Leistungszustand** ist die **maximale relative Sauerstoffaufnahme** (  $\text{VO}_2\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  STPD ) nach **PE NOWACKI 1987** sowie in ihrer *modifizierten Beurteilung* nach **NS NOWACKI 1998**, auch oder gerade auch für **Herzranke** heranzuziehen.

Eine **maximale VO<sub>2</sub>/kg** von **< 20 ml** ist in jedem Fall als **pathologisch** zu beurteilen.

Bei der '**Aktuellen Untersuchung**' lag die max. relative O<sub>2</sub>-Aufnahme bei den 50 Männern mit **19,4 ± 4,8 ml · min<sup>-1</sup> · kg<sup>-1</sup>** im 'oberen pathologischen' Bereich. Die **Steigerung** durch den Herzsport auf **27,0 ± 5,0 ml VO<sub>2</sub>/kg ( U<sub>a</sub> )** ist dann höchst signifikant. Aber es wird schon der "**Leistungsschwache (+)**"-Bereich ( **26 – 30 ml O<sub>2</sub>/kg** ) erreicht. Der Abstand zu dem "**Untrainierten (-)Bereich**" gesunder Männer mit **31-35 ml** ist nur noch relativ gering.

Die 46 Männer aus der **Langzeitstudie** erreichen nach einem **U0-Wert** mit **19,1 ± 4,2 ml O<sub>2</sub>/kg** einen Anstieg der **VO<sub>2</sub>max/kg** auf **24,2 ± 5,7 ml** nach 8,2 J ( **U1** ) und fallen dann nach weiteren 4 Jahren und 7 Monaten ( **U2** ) nur noch auf **23,9 ± 5,6 ml VO<sub>2</sub> · min<sup>-1</sup> · kg<sup>-1</sup>** ab.

Somit wird durch die zusätzliche Berücksichtigung des Körpergewichts die **relative Sauerstoffaufnahme** zur **entscheidenden Messgröße** aller leistungsmedizinischen Untersuchungsverfahren und damit zum **zuverlässigen Maß** der **körperlichen Leistungsbreite** ( **ÅSTRAND, SALTIN 1961, HOLLMANN 1965, NOWACKI 1977, KIRCHHOFF 1982** ).

Letztlich muss man sich bei der **Einschätzung** der **VO<sub>2</sub>max/kg** von **Koronarkranken** aus ambulanten Herzsportgruppen immer vergegenwärtigen, dass die **Normalebereiche gesunder untrainierter Frauen und Männer** des **6. und 7. Lebensjahrzehnts** mit **28 – 35 ml/kg** wegen der Grundkrankheit nicht oder nur in Ausnahmen erreicht werden.

Vor allem gilt dies für **sportlich aktive Männer und Frauen** über 60 Jahre. Aktuell berichteten **DERUELLE et al. 2007** aus den USA über eine **VO<sub>2</sub>max ml · min<sup>-1</sup> · kg<sup>-1</sup>** bei 63-jährigen **Männern** von **40,5 ± 4,9 ml** und sportlich aktiven 62-jährigen **Frauen** mit **30,2 ± 3,9 ml**.

Wesentlich besser im Vergleich zu Gesunden schneiden die Herzsportler beim **maximalen Sauerstoffpuls** ab, der eine bedeutsame Größe zur Beurteilung der kardiorespiratorischen

Leistungsreserven ist (**HOLLMANN 1965, REINDELL u. Mitarb. 1967, ISRAEL 1968, NOWACKI 1973** ). Dieser Begriff wurde von dem schwedischen Sportmediziner **WAHLUND 1948** eingeführt und als die **Menge Sauerstoff** definiert, die in der Zeit einer **gesamten Herzaktion** ( Systole + Diastole ) aufgenommen wird.

Die pro Pulsschlag aufgenommene Sauerstoffmenge ist abhängig vom **Schlagvolumen** und der **Größe** der **arterio-venösen Sauerstoffdifferenz**. Damit zeigt der **max. O<sub>2</sub>-Puls** neben der **Leistungsfähigkeit** auch den Grad der **Ökonomie** der **Herzarbeit** an ( **HOLLMANN 1965, NÖCKER 1980** ). In **Ruhe** haben **Untrainierte** einen Sauerstoffpuls von **3 – 5 ml**, was von allen Patienten unserer Studie erreicht wurde.

Die in der Literatur umfassendste Untersuchung über das **Verhalten** des **maximalen Sauerstoffpulses** in **Abhängigkeit** vom **Alter**, **Geschlecht**, der **Sportart** sowie dem **Trainingszustand** hat **SCHÖLL 1996** nach der erschöpfenden Spiroergometrie von **905 Probanden** und **286 Probandinnen** am Institut für Sportmedizin der JLU Gießen publiziert. Darauf sei für Vergleiche mit den O<sub>2</sub>-Puls-Werten der HerzsportlerInnen verwiesen.

Die **untrainierten Normalwerte** des maximalen Sauerstoffpulses gesunder **Frauen** und **Männer** im Alter von 18 – 40 J liegen bei **10 ± 1 ml ♀** und **15 ± 2 ml ♂**.

**MEISTER 1991** und **NOWACKI 1992** haben auf der Grundlage ihrer Untersuchungen bei den Herzsportlern der JLU Gießen schon darauf hingewiesen, dass die '**Normalisierung**' des **maximalen Sauerstoffpulses** bei den Koronarkranken neben der **erhöhten körperlichen Aktivität** auch auf der optimalen **kardialen** – häufig frequenzsenkenden, durch z.B. **β-Blocker-Therapie** beruht. Dies ist auch die Erklärung für die optimalen **maximalen O<sub>2</sub>-Puls-Werte** der vorliegenden **Aktuellen Studie** mit **17,2 ± 3,8 ml** bei den **Männern** und mit **14,5 ± 2,5 ml** bei den **Frauen**.

Ebenso den stabilen Anstieg in der **Langzeitstudie** von **12,4 ± 2,7 ml** nach **12,9 Jahren** Teilnahme am Herzsport bis auf **14,6 ± 3 ml O<sub>2</sub>/Hf ( U<sub>2</sub> )** der 46 Koronarkranken.

Auch bei den Patienten der **4 Krankheitstypen** konnte ein **Anstieg** des **max. O<sub>2</sub>-Pulses** registriert werden.

Auch mit Hilfe der **kardiorespiratorischen Quotienten** – **Atemäquivalent (AÄ)** und '**Ventilatorischer**' **Respiratorischer Quotient (VRQ)** – konnte die langfristige Verbesserung der kardialen und pulmonalen Belastbarkeit/Leistungsfähigkeit der Koronarkranken durch die Teilnahme am ambulanten Herzsport bestätigt werden.

Das **Verhalten** des  $\dot{V}A$  wurde im **Kapitel 5.3** Respiratorische Funktionsdiagnostik diskutiert.

Der '**Ventilatorische**' **Respiratorische Quotient** aus der Kohlendioxydausscheidung dividiert durch die Sauerstoffaufnahme muss nach **NOWACKI 1962, 1975, 1981** vom bekannteren '**Metabolischen**' **Respiratorischen Quotienten**, der nur unter **Grundumsatzbedingungen ( GU )** aus der Kohlendioxydproduktion dividiert durch den Sauerstoffverbrauch gemessen werden kann, unterschieden werden.

Unter den **Leistungsumsatzbedingungen** einer erschöpfenden Spiroergometrie wird durch den Anfall saurer Stoffwechselprodukte, z.B. Milchsäure, aus den Bikarbonaten infolge der Pufferung **zusätzliches CO<sub>2</sub>** zur schon vermehrten CO<sub>2</sub>-Produktion ausgeatmet. Der Sauerstoffbedarf der arbeitenden Muskulatur wird durch die Sauerstoffaufnahme nicht gedeckt, es entsteht eine **Sauerstoffschuld ( NOWACKI 1987 )**.

Somit zeigt ein **Anstieg** des **VRQ** an, dass sich die Herzpatienten auch **stärker anaerob ausbelasten** können, so z.B. die **Männer** in der **Akutuntersuchung** bis auf **1,15 ± 0,07** und in der **Langzeitstudie** von **U0** mit **1,00 ± 0,10** bis zu **U2** nach 12,9 J Herzsportteilnahme bis auf **1,09 ± 0,12**.

Die Überprüfung der **metabolischen Belastbarkeit** anhand der **Laktatwerte** während der erschöpfenden Ergometrien und den Belastungen bei den unterschiedlichen **Sportprogrammen** der Trainings- und Übungsstunden haben gezeigt, dass die durchschnittlichen **Maximalwerte** der **Ergometrie** mit **6,04 ± 2,16 mmol/l Laktat** bei den einzelnen Übungen nur von wenigen Patienten erreicht werden. Dies gilt besonders für den oberen Streubereich der **dynamischen Gymnastik** mit **Laktatwerten** von **3,8 ± 1,52 mmol/l**. Hier ist es **Aufgabe** des **überwachenden Arztes**, die **klinischen Zeichen** einer "**Überbelastung**" – hoher Puls, schnelle Atmung, stärkerer Schweißausbruch – zu **erkennen** und die **Intensität** zu **reduzieren**, d.h. der augenblicklichen "Form / Belastbarkeit" des Koronarkranken anzupassen.

Das **Auftreten** eines **Angina pectoris-Anfalls** ist unbedingt in der Herzsportstunde zu **vermeiden!**

Im Gegensatz zum **Kölner Arbeitskreis ( HOLLMANN, ROST, DUFAUX, LIESEN 1983 )** halten wir regelmäßige Bestimmungen der Laktatwerte beim ambulanten Herzsport nicht für erforderlichlich.

Der "**Sicherheitsabstand**" zwischen der **Laktatazidose** bei der erschöpfenden **Ergometrie** – als Einganguntersuchung somit notwendig! – und den möglichen **Laktatwertanstiegen** während des **Trainings schützt** die Koronarkranken vor einer **anaeroben Überbelastung**.

## 5.5 Einzelbeispiel – Erfolge einer langfristigen Teilnahme eines KHK-Patienten am ambulanten Herzsport der JLU Giessen

H. S., geb. 04.05.1925

Herzinfarkt am 31.12.1975 zu Hause nach einem Duschbad. **29.03.1976** wurde er als **erster "Gründungspatient"** der "**Herzinfarktsportgruppe**" **Giessen** aufgenommen. Grundlage waren positive Befunde über seine ausreichende Belastbarkeit aus der Akut- und Reha-Klinik. Am 23.07.1976 wurde er zum ersten Mal am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen sport- und leistungsmedizinisch untersucht. Seit dieser Zeit nahm der Patient fast regelmäßig einmal in der Woche bis 2001 teil. Dann Umzug nach Kassel. Dort weitere Teilnahme am Herzsport, der nach seinem Bericht nicht mehr so intensiv wie in Gießen war. In den 25 Jahren wurde er 15 Mal mit der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie untersucht. Die Tabelle 7 zeigt seine körperliche Leistungsfähigkeit bei 8 Ergometrien nach der **0,5 W/kg KG-Methode**.

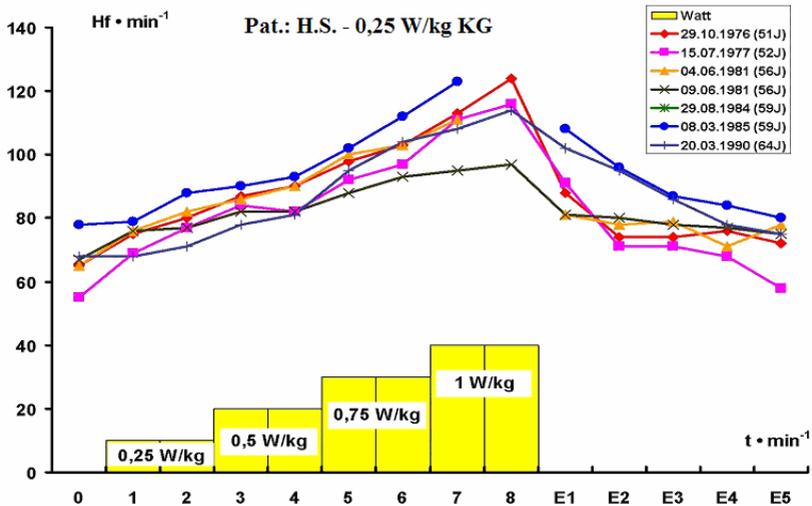
**Tab. 7 : Sportmedizinische Untersuchungsdaten des Patienten H.S. aus der Herzsportgruppe am Lehrstuhl für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen**

U. Datum	05.07.1978	19.07.1979	19.05.1983	13.03.1986	05.07.1990	28.11.1991	26.07.1994	15.01.1997
Alter	53	54	58	60	65	66	69	72
Gewicht	93	91,9	93	89,1	95,5	97	98	100,5
BMI	28,96	29,17	29,68	28,12	30,48	30,96	30,93	31,72
Watt / kg KG	1,5	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,5
Gesamt	558	736	418,5	472,5	432	534	300	450
max. Watt	140	184	139,5	135	144	142,5	100	150
Dauer	6	7	5	6	5	6	4	5

Der Patient hatte neben seinem Übergewicht noch eine Hypertonie und rauchte weiter 6 bis 8 Zigarren pro Tag ( **Nikotinabusus** ).

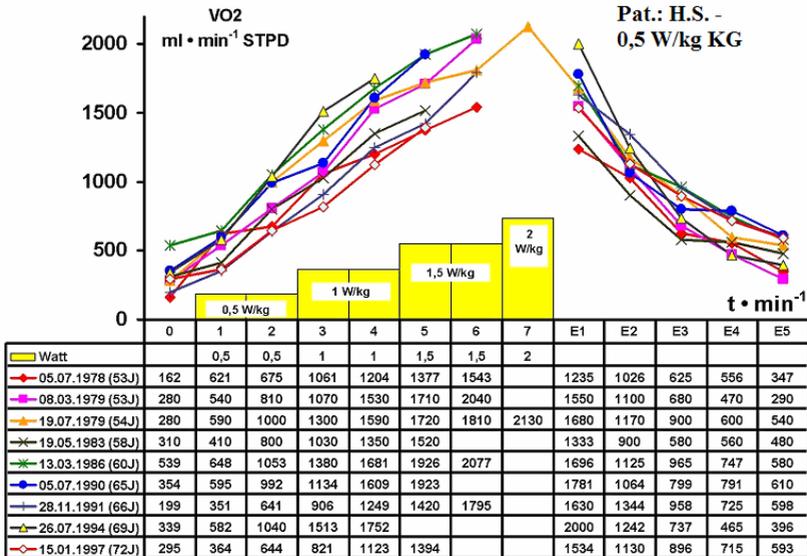
Am 06.12.1984 wurde eine **3fach-ACVB-Operation**. Der Patient hat danach das **Rauchen eingestellt!**

Im Laufe des Herzsporttrainings wurde er auch mehrfach mit der **0,25 W/kg KG-Methode** untersucht. Das Herzfrequenzverhalten während der spiroergometrischen Belastungen war stabil (s. **Abb. 74**).



**Abb. 74:** Verlauf der Herzfrequenz des Patienten H.S. bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen mit der 0,25 W/kg KG-Methode am Lehrstuhl für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen.

Durch das weitere **Herzsporttraining** sowie vermehrte **körperliche Aktivitäten** in der **Freizeit**, wurde nicht nur seine kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit, sondern auch seine kardiorespiratorische Belastbarkeit – ausgewiesen durch das Verhalten der **Sauerstoffaufnahme**kurven vor, während und nach den erschöpfenden Spiroergometrien – stabilisiert ( **Abb. 75** ).



**Abb. 75:** Verlaufskurven der Sauerstoffaufnahme des Patient H. S. bei erschöpfenden Fahrradspiroergometrien im Sitzen nach der 0,5 W/kg KG-Methode während seines Herzsporttrainings am Lehrstuhl für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen.

## 6 Die Auswirkungen des medizinisch betreuten kardialen Rehabilitationssports

### 6.1 Ambulanter Herzsport in Deutschland

Die jetzige Organisation des **deutschen Modells** der kardialen Rehabilitation basiert auf den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen e.V. (DGBR), so wie sie schon in der Abb. 5 dargestellt wurden.

In Deutschland gibt es eine optimale Versorgung mit Akutkrankenhäusern und Rehabilitationskliniken in allen 18 Bundesländern. ( [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de) ). Dies ist eine gute Basis für alle Gesundheitsprojekte. Außerdem wachsen die sportlichen Institutionen heutzutage immer mehr, z.B. Fitness-Studios ( Elektronische Dissertation, [http://www.ub.uni-duesseldorf.de/home/etexte/diss/diss\\_files/542.pdf](http://www.ub.uni-duesseldorf.de/home/etexte/diss/diss_files/542.pdf) ), welche ambulante Herzsportgruppen betreuen können.

Besonders zu beachten sind 42,9 Sporthallen pro 100.000 Einwohner, die öffentlich für die körperlichen Aktivitäten der Bevölkerung zur Verfügung stehen ( Körperliche Aktivität aus der Reihe "Gesundheitsberichterstattung des Bundes", [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de) ).

Somit wäre es kein Problem, dass jeder Deutsche eine ihm angemessene Sportart finden kann, um seine eigene körperliche Belastbarkeit/Leistungsfähigkeit zu verbessern oder zu stabilisieren. Dies gilt nicht nur Gesunde, sondern auch für Kranke.

Für Letztere kann der Sport aber nur auf der Grundlage gesicherter sportwissenschaftlicher und sportmedizinischer Erkenntnisse mit entsprechend weitergebildeten ÜbungsleiternInnen, TrainernInnen und ÄrztenInnen gewährleistet werden.

Der für den weiteren Krankheitsverlauf **positive Einfluss** der **Sekundärprävention** bei der **koronaren Herzerkrankung** durch **Bewegung** ist **gesichert**. Dies wurde in der aktuellen Publikation über die entsprechenden "*Standards der Sportmedizin*" zum Thema: '**KHK und Bewegung**', bestätigt ( **HANSEL, SIMON 2007** ).

Sie entsprechen praktisch den "*Guidelines and audit standards*" der "*Cardiac rehabilitation*" in **Großbritannien** ( **THOMPSON et al. 1996** ).

Nicht nur die körperliche, kardiozirkulatorische, kardiorespiratorische und metabolische **Belastbarkeit/Leistungsfähigkeit** der **Koronarkranken steigt** durch die regelmäßige, langfristige Teilnahme am richtig durchgeführten ambulanten Herzsport - dies **beweisen** die in meiner Dissertation **vorgelegten Ergebnisse** einer **Akutuntersuchung** nach 9-jähriger und der **Langzeitstudie** nach 12,9-jähriger Teilnahme -, sondern vor allem **verbessert** sich auch die Lebensqualität der Patienten.

In ihren bahnbrechenden Untersuchungen in Leipzig konnten **HAMBRECHT u. Mitarb. 2000** nachweisen, dass sich auch durch die vermehrte körperliche Aktivität ( kontrollierte Ergometerstudien ) die **arteriosklerotischen Plaques** in den Coronararterien bei den Patienten **zurückbilden** ( coronarangiographische Untersuchungen! ).

Die **positiven Erfahrungen/leistungsmmedizinischen Ergebnisse** beim ambulanten Herzsport des Lehrstuhls für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki vom April 1976 bis Juni 2006 haben bestätigt, dass dies **nur** durch eine **langfristige Teilnahme** der Koronarkranken, vor allem in ihrer Lebensphase vom 6. zum 7. Lebensjahrzehnt, möglich ist.

Das **deutsche Modell** ( **GRAF, BJARNASON-WEHRENS, LÖLLGEN 2004** ) der **ambulanten Herzsportgruppen** – *"Outpatient Cardiac Rehabilitation Groups in Germany"* – wurde von **vielen Staaten** mit landesspezifischen Modifikationen **übernommen**. Zu dieser **internationalen Verbreitung** des **Herzsports** konnte unser Gießener Arbeitskreis durch den Vortrag: *"New Aspects of Cardiac Rehabilitation in Germany – Long-Termin Results in Giessen"* auf dem XXVII FIMS World Congress of Sports Medicine in Budapest/Ungarn vom 5. – 9. Juni 2002 einen bescheidenen Beitrag leisten ( **NOWACKI, WU 2002** ).

## 6.2 Ambulante Rehabilitation und Herzsportgruppen – eine neue Herausforderung für die VR China

Bis zum Ende des Jahres 2005 gab es in der VR China ca. 300.000 Gesundheits- bzw. Hygienische Institutionen, welche aber nicht über alle klinischen Fachabteilungen verfügen (2005 年国民经济和社会发展统计公报, [www.XINHUANET.com](http://www.XINHUANET.com), 28.02.2006).

Somit ist man zur Zeit in der VR China nicht in der Lage im Vergleich zu Deutschland allen Bevölkerungsschichten eine gleichberechtigte standardisierte medizinische Versorgung zu gewährleisten. Dies ist 13,09 Milliarden Menschen auch eine Herausforderung von größter Dimension.

So muss das chinesische Ministerium für Hygiene noch dringliche klinische Aufgaben lösen, ehe man sich verstärkt der dem westlichen Standard entsprechenden Prävention und Rehabilitation, speziell für die Herzerkrankungen, zukünftig widmen können.

Deshalb sollte eine besondere "Organisationsform" gefunden werden, um die körperliche Aktivität entsprechender Patientengruppen auf der Grundlage einer Zusammenarbeit zwischen den Ministerien für Hygiene und Körperkultur zu verbessern.

So könne ein "Ministerium für Gesundheit" die zuständige Institution für die Rehabilitation der Herzpatienten Chinas sein.

In den **industriellen Ballungszentren Chinas** ist infolge der **zunehmenden** Motorisierung – somit auch hier ein Anstieg des **Bewegungsmangels** – und einer leider auch die auf westliche Standards – viel Fleisch, Fett, etc. – zu beobachtende **Ernährungsumstellung** – in den nächsten Jahren mit einem **Anstieg der Herz- und Kreislauferkrankungen** zu rechnen.

Mit diesem Hinweis schließt sich ein weiterer Kreis in Bezug auf meine Dissertation.

Schon **1959** hat der Berliner Sportmediziner **MELLEROWICZ** auf den **Bewegungsmangel** des „modernen Menschen“, den damit verbunden Anstieg der sogenannten **Zivilisationskrankheiten** bzw. der **Hypokinetic diseases**, und damit auf die Auswirkungen und Kosten für den Staat hingewiesen.

Gleiches gilt praktisch für alle **Industrieländer** dieser Erde, die einen drastischen **Anstieg der Erkrankungen** infolge **körperlicher Inaktivität** und **Überernährung** in den letzten 3 Jahrzehnten zu verzeichnen haben.

Darauf hat der **Club of Cologne** auf seinem bedeutsamen Kölner Kongress 1994 in Zusammenarbeit mit der **Weltgesundheitsorganisation ( WHO )** und der **International Federation of Sports Medicine ( FIMS )** hingewiesen ( **MESTER 1994** ).

So hoffe ich, dass auch meine **vorliegende Dissertation** nach der **Übersetzung** ins **Chinesische** und einer **erweiterten Publikation** als Monographie in Zusammenarbeit mit meinem Doktorvater nützlich beim **Aufbau** eines **adäquaten Herzsports** mit spezieller *"chinesischer Komponente"* in der **VR China** nützlich sein kann.

Die **"Ambulante kardiale Rehabilitation"** in **Deutschland**, besonders das **Giessener Modell**, ist für die moderne **Volksrepublik China** zur Bekämpfung der Koronaren Herzkrankheit ( KHK ) **empfehlenswert**.

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende **experimentelle** und **statistisch-analyisierende Dissertation** über die **Auswirkungen** des **ambulanten Herzsports** auf die **körperliche, kardiozirkulatorische, respiratorische, kardiorespiratorische und metabolische Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit** von **Männern** und **Frauen** mit einer **Koronaren Herzerkrankung ( KHK )** der Universitäts-Herzsportgruppen des Lehrstuhls für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen basiert auf einer **"Aktuellen Untersuchung ( Ua )"** sowie einer **"Langzeitstudie ( U1, U2 )"**.

In der **"Aktuellen Untersuchung"** wurden im **Zeitraum** vom **November 2002** bis zum **Februar 2005** von mir in Zusammenarbeit mit Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki und dem Team des Instituts für Sportmedizin der JLU **50 Männer – Alter 67,8 ± 6,3 J; Größe 171,0 ± 6,6 cm; Gewicht 80,5 ± 10,3 kg – und 5 Frauen – 59,8 ± 7,2 J; 160,5 ± 6,4 cm; 80,6 ± 7,0 kg – mit dem modernsten computergesteuerten spiroergometrischen Messplatz** der Firma E. Jaeger / Würzburg-Höchberg und dem **computergesteuerten Fahrradergometer** der Firma Ergoline / Bitz **im Sitzen** bis zur **individuellen Erschöpfung** bzw. dem **Auftreten** von **objektiven Abbruchkriterien** mit der Gießener **0,5 W/kg KG – Methode ausbelastet**.

Durch die besondere **Trainings- und Übungsgestaltung** für die Herzpatienten der Gießener Universitäts-Herzsportgruppen als **"intervallisierendes Ausdauertraining"** mit den **Schwerpunkten Gymnastik, Laufen, Gehen, abgestuftes Krafttraining und Sportspiele** erreichten die PatientenInnen nach mehrjähriger, regelmäßiger Teilnahme eine **Verbesserung aller leistungsmedizinischen Parameter**.

Dies führte bei den Koronarkranken zu einer **Steigerung** der **Lebensqualität, besserem psychischen Wohlbefinden** sowie einer **Senkung** der **Reinfarktrate** und **anderer Komplikationen** infolge ihrer **Herzerkrankung**.

**Statistisch** verglichen wurde das **sportmedizinische Belastungsprofil vor Aufnahme** des ambulanten Herzsports (**Uo**) und **nach einer mehrjährigen Teilnahme (Ua)**.

Die Ergebnisse für die körperliche, kardiozirkulatorische, respiratorische und kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit / Belastbarkeit der aktuellen Untersuchung von 50 koronarkranken Männern nach einer  $9,0 \pm 5,5$  jährigen regelmäßigen Teilnahme am ambulanten Herzsport des Lehrstuhls für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen sind in der Tabelle 8 zusammen gefasst ( Uo vs. Ua ).

**Tab. 8:** Maximale Leistungsdaten von koronarkranken Männern ( n = 50 ) bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen mit der 0,5 W/kg KG-Methode vor Aufnahme ( Uo ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und aktuell ( Ua ) nach einer mehrjährigen (  $9,0 \pm 5,5$  J ) Teilnahme

Parameter	Uo	Ua nach $9,0 \pm 5,5$ Jahren Uo vs. Ua
Alter (J)	58,3 $\pm$ 6,3	67,8 $\pm$ 6,3***
Größe (cm)	172,6 $\pm$ 6,3	171,0 $\pm$ 6,6
Gewicht (kg)	77,1 $\pm$ 8,0	80,5 $\pm$ 10,3
Gesamtarbeit (Wattmin)	548 $\pm$ 220	801 $\pm$ 263***
Max. Wattstufe (Watt)	100 $\pm$ 21	166 $\pm$ 37***
Max. relative Wattstufe ( W/kg KG )	1,3 $\pm$ 0,2	2,1 $\pm$ 0,4
Max. Hf (min <sup>-1</sup> )	116 $\pm$ 20	130 $\pm$ 17***
Max. Af (min <sup>-1</sup> )	23 $\pm$ 5	29 $\pm$ 6***
Max. AZV ( ml BTPS )	1907 $\pm$ 480	2412 $\pm$ 526***
Max. AMV (l·min <sup>-1</sup> BTPS)	42,3 $\pm$ 11,2	71,1 $\pm$ 19,8***
Max. VO <sub>2</sub> (ml·min <sup>-1</sup> STPD)	1476 $\pm$ 332	2147 $\pm$ 508***
Re. Max. VO <sub>2</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> STPD)	19,3 $\pm$ 4,8	27,0 $\pm$ 5,7***
O <sub>2</sub> -Puls (ml·min <sup>-1</sup> )	12,7 $\pm$ 3,2	16,9 $\pm$ 4,2***

Die **Ergebnisse** für die **5 koronarkranken Frauen** nach eine  **$4,8 \pm 3,1$  jährigen** regelmäßigen Teilnahme am ambulanten Herzsport der JLU Gießen sind in der **Tabelle 9** zusammengefasst ( Uo vs. Ua ).

**Tab. 9: Maximale Leistungsdaten von koronarkranken Frauen ( n = 5 ) bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen mit der 0,5 W/kg KG-Methode vor Aufnahme ( Uo ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Gießen und aktuell ( Ua ) nach einer mehrjährigen (  $4,8 \pm 3,1$  J ) Teilnahme**

Parameter	Uo	Ua nach $4,8 \pm 3,1$ Jahren Uo vs. Ua
Alter (J)	55,4 $\pm$ 5,8	59,8 $\pm$ 7,2
Größe (cm)	162,1 $\pm$ 6,6	160,6 $\pm$ 6,5
Gewicht (kg)	75,7 $\pm$ 4,4	80,6 $\pm$ 7,0
Gesamtarbeit (Wattmin)	505 $\pm$ 191	520 $\pm$ 129
Max. Wattstufe (Watt)	91 $\pm$ 17	135 $\pm$ 17
Max. relative Wattstufe ( W/kg KG )	1,2 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 0,2
Max. Hf (min <sup>-1</sup> )	118 $\pm$ 20	129 $\pm$ 17
Max. Af (min <sup>-1</sup> )	34 $\pm$ 12	36 $\pm$ 16
Max. AZV ( ml BTPS )	1220 $\pm$ 517	1927 $\pm$ 533
Max. AMV (l·min <sup>-1</sup> BTPS)	42,1 $\pm$ 21,6	62,6 $\pm$ 8,6
Max. VO <sub>2</sub> (ml·min <sup>-1</sup> STPD)	1137 $\pm$ 579	1816 $\pm$ 376
Re. Max. VO <sub>2</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> STPD)	15,4 $\pm$ 7,7	22,5 $\pm$ 4,6
O <sub>2</sub> -Puls (ml·min <sup>-1</sup> )	9,1 $\pm$ 3,3	14,5 $\pm$ 4,5

Die **anthropometrischen** und **leistungsmedizinischen Parameter** der **Langzeitstudie** von **46 koronarkranken Männern** die regelmäßig am ambulanten Herzsport des Instituts für Sportmedizin der JLU Gießen teilgenommen haben sind mit der durchschnittlichen **individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit** nach  **$8,2 \pm 5,1$  Jahren** ( U1 ) und der durchschnittlich **individuell längsten Teilnahme** nach **fast 13 Jahren** ( U2 =  $12,9 \pm 4,0$  Jahre ) im Vergleich zu ihren Werten vor Aufnahme ( U0 ) der Übungen / des Trainings in der **Tabelle 10** gegenübergestellt.

**Tab. 10: Maximale Leistungsdaten von koronarkranken Männern ( KHK, n = 46 ) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen mit der 0,5 W/kg KG-Methode vor Aufnahme ( U0 ) des ambulanten Herzsports am Lehrstuhl für Sportmedizin der JLU Giessen und nach mehr als 8 Jahren Teilnahme ( U1 = 8,2 ± 5,1 Jahre ) bei der individuell besten Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit sowie nach der durchschnittlich individuell längsten Teilnahme nach fast 13 Jahren ( U2 = 12,9 ± 4,0 Jahre nach U0 )**

Parameter	U0	U1 nach 8,2 ± 5,1 J U0 vs. U1	U2 nach 12,9 ± 4,0 J U0 vs. U2
Alter (J)	54,2 ± 7,0	62,7 ± 8,0***	67,5 ± 7,0***
Größe (cm)	173,2 ± 6,6	172,0 ± 6,7	171,5 ± 6,9
Gewicht (kg)	77,0 ± 8,1	81,0 ± 10,4	80,9 ± 10,4
Gesamtarbeit (Wattmin)	503 ± 224	725 ± 244***	651 ± 247**
Max. Wattstufe (Watt)	98 ± 25	161 ± 36***	145 ± 40***
Re. Wattstufe (W/kg KG)	1,3 ± 0,3	2,0 ± 0,4***	1,8 ± 0,5***
Max. Herzfrequenz (min <sup>-1</sup> )	125 ± 20	139 ± 18*	132 ± 19
Max. AMV (l·min <sup>-1</sup> BTPS)	43 ± 12	66 ± 15***	63 ± 15***
Max. Af (min <sup>-1</sup> )	22 ± 5	30 ± 6***	29 ± 6***
Max. VO <sub>2</sub> (ml·min <sup>-1</sup> STPD)	1479 ± 357	1945 ± 473***	1904 ± 419***
Re. Max. VO <sub>2</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> STPD)	19,1 ± 4,2	24,2 ± 5,9***	23,9 ± 5,6***
O <sub>2</sub> -Puls (ml·min <sup>-1</sup> )	12,4 ± 2,7	14,1 ± 3,2	14,6 ± 3,0*

Der Vergleich der wichtigsten leistungsmedizinischen Parameter der 46 herzkranken Patienten mit den 4 unterschiedlichen Krankheitstypen vor Aufnahme des ambulanten Herzsports und nach ihrer durchschnittlich längsten Teilnahme nach  $12,9 \pm 4,0$  Jahren ( U0 vs. U2 ) sind der Tabelle 11 zu entnehmen.

**Tab. 11: Maximale körperliche, respiratorische und kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit/Belastbarkeit herzkranker Männer ( KHK, n = 46 ) mit unterschiedlichen Krankheitstypen der Langzeitstudie bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor Aufnahme ( U0 ) und nach der durchschnittlich längsten Teilnahme ( U2 ) nach  $12,9 \pm 4,0$  Jahren**

a.

Max. Wattstufe (Watt)		U0	versus	U2
Typ I : KHK mit HI u. Bypass-Op.	n= 9	104 ± 22		150 ± 24*
Typ II : KHK ohne HI mit Bypass-Op.	n=23	95 ± 24		137 ± 37*
Typ III : KHK mit HI ohne Bypass-Op.	n= 9	86 ± 22		130 ± 39***
Typ IV : KHK ohne HI ohne Bypass-Op.	n= 5	118 ± 33		195 ± 48**

b.

Max. AMV ( $l \cdot \text{min}^{-1}$ BTSP)		U0	versus	U2
Typ I : KHK mit HI u. Bypass-Op.	n= 9	45,1 ± 8,9		65,7 ± 14,3 *
Typ II : KHK ohne HI mit Bypass-Op.	n=23	40,9 ± 12,2		61,3 ± 15,3 ***
Typ III : KHK mit HI ohne Bypass-Op.	n= 9	43,7 ± 17,5		60,7 ± 14,9 <sup>N.S.</sup>
Typ IV : KHK ohne HI ohne Bypass-Op.	n= 5	51 ± 13,4		72,8 ± 9,3 *

c.

Relative Max. $\text{VO}_2$ ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ STPD)		U0	versus	U2
Typ I : KHK mit HI u. Bypass-Op.	n= 9	21,6 ± 4,0		25,8 ± 6,0
Typ II : KHK ohne HI mit Bypass-Op.	n=23	18,8 ± 3,9		22,9 ± 5,8
Typ III : KHK mit HI ohne Bypass-Op.	n= 9	18,0 ± 5,7		23,1 ± 3,8
Typ IV : KHK ohne HI ohne Bypass-Op.	n= 5	19,5 ± 2,6		27,7 ± 5,2*

**Insgesamt 413 Patienten** mit einer **Koronaren Herzerkrankung ( KHK )** haben seit der **Gründung der ambulanten Herzsportgruppen des Lehrstuhls für Sportmedizin der JLU Giessen im April 1976 bis Ende Dezember 2006** an den wöchentlichen Übungs- und Trainingsstunden mit **individuell unterschiedlichen Gesamtzeiten ( Jahre )** und **Intensitäten** – Übungs – oder / und Trainingsgruppe – teilgenommen.

Ihre **Krankenakten** wurden von mir durchgesehen und für die **speziellen Fragestellungen** meiner Dissertation ausgewertet.

Im Rahmen meiner Dissertation konnten für die **Akut-, Langzeit- und Krankheitstypenstudie** insgesamt **101 Patienten – 96 Männer, 5 Frauen** – mit einer **Koronaren Herzerkrankung ( KHK )** mit ihren **leistungsmedizinischen Parametern** nach einer **4,8-, 8,2-, 9,0- und 12,9 jährigen Teilnahme** am **ambulanten Herzsport** ausgewertet und im **Vergleich** zu ihrer **Belastbarkeit vor Aufnahme** desselben **analysiert** werden.

Durch die regelmäßigen jährlichen spiroergometrischen Untersuchungen konnte die **Entwicklung** der körperlichen, kardiozirkulatorischen, kardiorespiratorischen und metabolischen Belastbarkeit – *eingeschränkt!* – und Leistungsfähigkeit – *normal untrainiert, also bedingt "gesund", die Grundkrankheit KHK bleibt!* – der koronarkranken Männer und Frauen beim ambulanten Herzsport verfolgt werden.

Auch nach fast **13 Jahren** – eine **vergleichsweise Langzeitstudie** an **Koronarkranken** über die Auswirkungen einer regelmäßigen Teilnahme am Herzgruppensport im Rahmen der **Rehabilitation III** der **Weltgesundheitsorganisation ( WHO )** wurde **national** und **international** meines Erachtens noch **nicht publiziert** – liegt die **körperliche** und **kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit** der Herzpatienten **deutlich** und **signifikant** über dem **Eingangsniveau**.

Ihre **Lebensqualität** hat sich damit ganz erheblich **verbessert**.

Somit können die **Fragen 1 – 5** der Dissertation **positiv beantwortet** werden.

Auch die **Frage 6** für die allgemeinen Empfehlungen zur **Primär- und Sekundär-Prävention** der Koronaren Herzkrankheit ( KHK ) können für die **VR China** im Sinne einer Berücksichtigung der **Erfahrungen** in der **Bundesrepublik Deutschland** beim **ambulanten Herzsport** ausgesprochen werden.

## 8 LITERATURVERZEICHNIS

**Ades PA, Savage PD, Cress ME, Brochu M, Lee NM, Poehlman ET:**

Resistance Training on Physical Performance in Disabled Older Female Cardiac Patients.

Med. Sci. Sports Exerc. 35, 2003, 265-270

**Aigner A:**

Sportmedizin in der Praxis.

Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo 1985

**Åstrand PO:**

Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age.

Munksgaard, Kopenhagen, 1952

**Åstrand PO, Saltin B:**

Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity.

J Appl Physiol 16, 1961, 977-981

**Åstrand PO, Rodahl K:**

Textbook of Work Physiology.

Mc Graw-Hill Book Camp, New York, 2. Auflage, 1977, 52-69

**Berg A, Keul J:**

Langfristige Veränderungen verschiedener Serumgrößen mit Risikocharakter für die koronare Herzkrankheit durch ein vereinsinternes Trainingsprogramm.

In: Nowacki PE, Böhmer D (Hrsg.):

Sportmedizin, Aufgaben und Bedeutung, für den Menschen in unserer Zeit.

Kongressbericht 26 Deutscher Sportärztekongress Bad Nauheim 1978. Thieme

Verlag, Stuttgart, New York, 1980, 296-301

**Bloss HA:**

Bewegung gegen Herzinfarkt.

Piper Verlag, München, Zürich, 1986

**Bock H, Donat K, Jungmann H, Krasemann EO, Laubinger G:**

Ergebnisse mit ambulanten Koronargruppen, 5 Jahre Hamburger Modell

MMW, 122, 1980, 81-86

**Broustet JP (Ed.):**

Proceedings of the Vth World Congress on Cardiac Rehabilitation.

Bordeaux, France, July 5-8, 1992

Intercept Limited, Andover, Hampshire 1993, 1-531

**Brusis OA, Weber-Falkensammer H (Hrsg.):**

Handbuch der Koronargruppenbetreuung.

Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Erlangen, 1986, 1-344

**Clark AM, Hartling L, McAlister FA, Vandermeer B, McAlister FA:**

Meta-analysis: secondary prevention programs for patients with coronary artery disease.

Ann Intern Med. 143, 2005, 659-672

**Coats AJS, Adamopoulos S, Radaelli A, Meyer TE, Piepoli M, Duvey P, Sleight P:**

Exercise rehabilitation in chronic heart-failure.

In: Broustet JP (Hrsg.):

Proceedings of the Vth. World Congress on Cardiac Rehabilitation

Intercept Ltd, Andover, 1993, 247-252

**Consolazio CF, Johson RE, Pecora LJ:**

Physiological Measurements of Metabolic Functions in Man.

Mc Graw-Hill Book Company, New York-Toronto-London 1963

**戴若竹 Dai RZH (Hrsg):**

心脏康复 (Cardiac Rehabilitation) .

Ji-Nan-Universität Verlag, Guang Zhou, 1996

**Deruelle F, Nourry C, Mucci P, Bart F, Grosbois JM, Lensele Ch, Fabre C:**

Optimal exercise intensity in trained elderly men and women.

Int J Sports Med 28, 2007, 612-616

**Dietz R, Rauch B:**

Leitlinie zur Diagnose und Behandlung der chronischen koronaren Herzerkrankung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung (DGK) in Kooperation mit der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankungen (DGPR) und der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

Z Kard 92, 2003, 501-521

**Ditter H, Nowacki PE, Simai E:**

Erfahrungen und Ergebnisse eines 1 ½ jährigen Reha-Trainings von Herzinfarktpatienten am Wohnort.

In: Clauss A (Hrsg.): Beiträge zur Sportmedizin.

Perimed Verlag, Erlangen, 1978, 261-267

**Ditter H, Nowacki PE:**

Auswirkungen eines 2 1/2jährigen Rehabilitationstrainings von Herzinfarktpatienten am Wohnort auf ihre kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit.

In: Nowacki PE, Böhner D (Hrsg.):

Sportmedizin – Aufgaben und Bedeutung für den Menschen in unserer Zeit.

26. Deutscher Sportärztekongreß Bad Nauheim 1978.

Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1980, 316-21

**Donahue RP, Abbott RD, Reed DM, Yano K:**

Physical Activity and Coronary Heart Disease in Middle Aged and Elderly Men:  
The Honolulu Heart Program.  
Am. J. Public Health 78, 1988, 683-685

**Donat K:**

Kardiologische Prävention und Rehabilitation am Wohnort.  
Perimed Verlag, Erlangen, 1975

**Edens E:**

Krankheiten des Herzens und der Gefäße.  
Springer Verlag, Berlin 1929

**Elgohari Y:**

Quantitative und qualitative corporale, kardiozirkulatorische, kardiorespiratorische  
und metabolische Reaktionen von Männern bei / nach erschöpfenden  
Spiroergometrien in Abhängigkeit vom Trainingszustand, der Sportart sowie  
unterschiedlichen Belastungsmethoden.  
Inaug. Diss. (Dr. phil.) JLU Giessen, 2003, 1-394

**Enright PL, McBurnie MA, Bittner V, Tracy RP, McNamara R, Arnold A,****Neumann AB:**

The 6-min Walk Test. A Quick Measure of Functional Status in Elderly Adults.  
Chest 123, 2003, 387-98

**Frey D:**

Sportmedizinisches Leistungsprofil motorisch positiver Giessener Schulkinder des  
dritten und vierten Schuljahres vor und nach einer zweijährigen außerschulischen  
Sportförderung in Talentaufbaugruppen.  
Inaug.-Diss. (Dr. med.), Gießen 2003, 1-175

**Friedberg ChK:**

Diseases of the Heart.

In: Hegglin Mara (Hrsg.): Erkrankungen des Herzens.

Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2. Aufl. 1972, Bd. I, 1-958; Bd. II, 961-1870

**Gayda M, Choquet D, Temfemo A, Ahmatdi S:**

Cardiorespiratory Fitness and Functional Capacity Assessed by the 20-Meter Shuttle Walking Test in Patients with Coronary Artery Disease.

Arch Phys Med Rehabil 84, 2003, 1012-1016

**Giannuzzi P, Mezzani A, Saner H, Bjornstad H, Fioretti P, Mendes M, Cohensolal A, Dugmore L, Hambrecht R, Hellemans I, McGee H, Perk J, Vanhees L, Veress G:**

Working Group on Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology. European Society of Cardiology. Physical activity for primary and secondary prevention.

Position paper of the Working Group on Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology of the European Society of Cardiology.

Eur J Cardiovasc Prev Rehabil. 10, 2003, 319-327

**Gottheiner V:**

Die Renaissance der Zivilisationskrankheiten und die Wiederherstellung des Herz- und Gefäßleidenden durch maximale körperliche Übung.

Rehabilitation 3, 1964, 173

**Gottheiner V:**

Die Renaissance der Zivilisationskrankheiten und die Wiederherstellung des Herz- und Gefäßleidenden durch maximale körperliche Übung.

Rehabilitation 5, 1966, 104

**Gottheiner V:**

Long-range strenuous sports training for cardiac recondition and rehabilitation.

Am. J. Cardiol. 22, 1968, 426

**Graf C, Bjarnason-Wehrens B, Löllgen H:**

Ambulanten Herzgruppen in Deutschland – Rückblick und Ausblick.  
Dtsch. Z. Sportmed. 55, 2004, 339-346

**Hagberg JM, Eshani AA, Holloszy JO:**

Effects of 12 month of intensive exercise training on stroke volume in patients with coronary artery disease.  
Circulation, 67, 1983, 1194-1199

**Halhuber C:**

Rehabilitation in ambulanten Koronargruppen – Ein humanökologischer Ansatz.  
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1980

**Halhuber C:**

Rehabilitation in ambulanten Koronargruppen.  
In: Mitteilungen der dt. Herzstiftung e.V. Juli 1981, 1. Jahrgang, 29-32

**Halhuber C:**

Ambulante Herz-Gruppen, Neue Aspekte '83.  
A. Schmid-Neuhaus GmbH, Medizin und Information 1983, 1-112

**Halhuber C (Hrsg.):**

Ambulante Herzgruppen – Interdisziplinäre Aspekte einer umfassenden Betreuung.  
Perimed Verlag, Erlangen, 1984

**Halhuber C, Traenckner C (Hrsg.):**

Die koronare Herzkrankheit – eine Herausforderung an Gesellschaft und Politik.  
Perimed Verlag, Erlangen, 1986

**Halhuber M:**

Rehabilitation des Koronarkranken.  
Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft, Erlangen, 1982

**Halhuber M (Hrsg.):**

Umfassende Herzinfarktnachsorge in Klinik und Praxis.  
Huber Verlag, Bern, Stuttgart, Toronto, 1989

**Halhuber M:**

10 Thesen zur kardiologischen Rehabilitation  
Herz / Kreislauf 21, 1989, 100-102

**Halhuber M, Krasemann EO, Held K (Hrsg.):**

Ratgeber zur Betreuung von Herzgruppen.  
Echo Verlags GmbH, Köln, 2. Aufl. 1992

**Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S, Schoene N, Schuler G:**

Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease.  
N Engl J Med. 342, 2000, 454-460

**Hansel J, Simon P:**

Sekundärprävention der koronaren Herzerkrankung durch Bewegung – Was ist gesichert ?  
Dtsch. Z. f. Sportmed. 58, 2007, 65-66

**Hartmann KO:**

Infarktsport in einer Behindertensportgruppe.  
In: Nowacki PE, Böhmer D (Hrsg.):  
Sportmedizin, Aufgaben und Bedeutung, für den Menschen in unserer Zeit.  
Kongressbericht 26 Deutscher Sportärztekongress Bad Nauheim 1978.  
Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1980, 292-296

**Hollmann W:**

Der Arbeits- und Trainingseinfluss auf Kreislauf und Atmung.  
Dr. D. Steinkopff Verlag, Darmstadt, 1959

**Hollmann W:**

Kriterien der körperlichen, cardialen und pulmonalen Leistungsgrenzen.

In: Mellerowicz H, Hansen G (Hrsg.):

Kongreßbericht des 1. Internationalen Seminars für Ergometrie.

Ergon Verlag, Berlin 1965, 186-188

**Hollmann W:**

Körperliches Training als Prävention von Herz-Kreislaufkrankheiten.

Hippokrates-Verlag Stuttgart, 1965, 1-148

**Hollmann W:**

Leistungsphysiologische Grundlagen zur rehabilitativen Kardiologie.

In: Mellerowicz H, Weidener J, Jockl E:

Rehabilitative Kardiologie. Dosiertes Training und Leistungsmessung.

Karger Verlag, Basel, 1974, 44-55

**Hollmann W:**

Lungenfunktion, Atmung und Stoffwechsel im Sport.

In: Hollmann W (Hrsg.):

Zentrale Themen der Sportmedizin.

Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2. Auflage, 1977, 67-90

**Hollmann W, Rost R, Dufaux B, Liesen H:**

Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankheiten durch körperliches Training.

Hippokrates Verlag, Stuttgart, 1983

**Hollmann W, Prinz JP:**

Zur Geschichte und klinischen Bedeutung der kardiopulmonalen Arbeitsuntersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Spiroergometrie.

Zschr. Kardiol. 83, 1994, 247-257

**Hollmann W, Hettinger T:**

Sportmedizin, Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin.  
Schattauer Verlag, Stuttgart, New York, 4. Auflage, 2000, 1-792

**Hopf R, Becker HJ, Kaltenbach M:**

Bewegungstherapie für Herzranke.  
PMI Verlag, Frankfurt / M. 1989

**Ilker HG:**

Ambulante Koronargruppen: Hamburger Erfahrungen.  
Therapiewoche 30, 1980, 5233-5235

**Ilker HG:**

Hamburger Erfahrungen.  
In: Halhuber C (Hrsg.):  
Ambulante Koronargruppen: Erfahrungen und Probleme.  
Perimed 1981, Erlangen, 87-89

**Israel S:**

Sport, Herzgröße und Herz-Kreislauf-Dynamik.  
Sportmedizinische Schriftenreihe, Bd. 3,  
Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, 1968, 1-115

**Israel S:**

Die Problematik körperbezogener Normwerte bei Menschen nach dem sogenannten  
Höchstleistungsalter.  
Sportpraxis, 1992, 33, 37-39

**Kaltenbach M, Roskamm H:**

Vom Belastungs-EKG zur Koronarangiographie.  
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1980, 1-357

**Kaltenbach M:**

Sinn und Unsinn von Rehabilitationsmaßnahmen bei Zustand nach Myokardinfarkt.  
Therapiewoche 32, 1982, 1109-1118

**Kapustin P:**

Das zielgruppenorientierte Sportangebot – Forderung und Chance für den Verein.  
In: Hasibeder J, Kapustin P:  
Der zeitgemäße Sportverein.  
Oberösterreichischer Landesverlag, Linz, 1978, 62-95

**Karger-Decker B:**

Die Geschichte der Medizin.  
Albatros Verlag, Düsseldorf, 2001, 132-135

**Killich Chr.:**

Anwendung und Bewertung ausgewählter Untersuchungsverfahren zur  
Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung im Biathlon-Nachwuchsbereich.  
Inaug. Diss. (Dr. phil.), Justus-Liebig-Universität Gießen, 2001, 1-145

**Kim JH:**

Die PWC170 im Kindes- und Jugendalter (7-18 Jahre) und ihre Bedeutung für den  
Schul- und Vereinssport.  
Inaug. Diss. (Dr. phil.), Justus-Liebig-Universität Gießen, 1994, 1-186

**Kindermann W:**

Stellenwert der Bewegungstherapie für die koronare Herzkrankheit.  
Med. Welt 34, 1983, 487-90

**Kirchhoff HW:**

Ekg-Ergometrie – Meßgrößen während spiroergometrischer Belastung.  
Kassenarzt 22, 1982, 860-882

**Kirchhoff J:**

Kardiorespiratorische und biochemische Reaktionen von Patienten mit einer KHK bei der Fahrradspiroergometrie und einer Schwimmbadbelastung.

Inaug. Diss. (Dr. med.) Justus-Liebig-Universität Gießen, 1999, 1-190

**Klimt F:**

Sportliche Belastbarkeit von Kindern im Primärbereich.

In: Clauss A (Hrsg.):

Sportärztliche und sportpädagogische Betreuung. Beiträge zur Sportmedizin Bd. 8.

Perimed Verlag, Erlangen, 1978, 54-76

**Klimt F:**

Pädiatrische Sportmedizin

Institut für Sportwissenschaft und Motologie – Bereich Sportmedizin – der Philipps-Universität Marburg,

Marburg, 1993, Bd. XI, 1-82

**Klinke R, Silbernagl S (Hrsg.):**

Lehrbuch der Physiologie.

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1994, 1-808

**Knipping HW, Bolt W, Valentin H, Venrath H:**

Untersuchung und Beurteilung des Herzkranken.

Enke Verlag, Stuttgart, 1955

**Koch M, Broustet JP:**

The benefit of graded physical exercise in chronic heart failure.

In: Broustet JP (Hrsg.):

Proceedings of the Vth World Congress on Cardiac Rehabilitation, Intercept, Andover, 1993, 265-274

**König K, Dieterle J, Brusis O:**

Die Wirkung körperlichen Trainings auf Funktion und Leistung des Herzens bei 100 Patienten mit Zustand nach Herzinfarkt.

Herz / Kreislauf, 9, 1977, 607-621

**Krasemann EO (Hrsg.):**

Herzinfarkt-Rehabilitation. Sozialmedizinische Analysen und Vorstellungen.

Perimed Verlag, Erlangen, 1976

**Krasemann EO, Donat K:**

Zehn Jahre Herzinfarkt-Rehabilitation Hamburger Modell.

Verlag GmbH, Mannheim, 1981.

**Krasemann EO:**

Ärztliche Erfahrungen über einen Skilanglaufurlaub mit Patienten nach Herzinfarkt.

Fortschritte der Medizin, 100, 1982, 2143-2147

**Lagerström D, Rost R, Hollmann W:**

Sport im Rahmen der Herzinfarkt-rehabilitaton am Wohnort. Belastungskriterien, Belastungsformen und Trainingsaufbau der Kölner Infarktgruppen.

In: Decker W, Lämmer M:

Kölner Beiträge zur Sportwissenschaft

4. Jahrbuch der Deutschen Sporthochschule Köln 1975

Hofmann Verlag, Schorndorf, 1976, 81-92

**Lagerström D:**

Grundlagen der Sporttherapie bei koronarer Herzkrankheit, Teil 1.

Echo Verlag, Köln, 1987

**Lotz M:**

Kardiorespiratorische und metabolische Reaktionen von Patienten mit koronarer Herzkrankheit bei dynamischer Laufbandspiroergometrie und beim ambulanten Herzgruppensport im Vergleich zur maximalen Belastbarkeit bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie.

Inaug. Diss. (Dr. med.) JLU Giessen 1996, 1-116

**Lübs ED:**

Untersuchungen zur Trainerbarkeit des kardio-pulmonalen Systems im höheren Lebensalter.

Therapiewoche 25, 1984, 3904-3907

**Luck P, Rösler K:**

10 Jahre Infarkt-rehabilitation.

Med. u. Sport 23, 1983, 148-151

**Mader A, Liesen H, Heck H, Philippi H, Schürch PM, Hollmann W:**

Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor.

Sportarzt u. Sportmed. 27, 1976, 80-88 u. 109-112

**Medau HJ, Nowacki PE:**

Die ergometrische Belastung von Frauen.

Therapiewoche 34, 1984, 3873-3875

**Medau HJ, Nowacki PE, Avenhaus H:**

Die Beurteilung des Sportherzens im Wandel der Zeiten.

medwelt 39, 1988, 13-23

**Meister ER:**

Kritische Analyse der 8-jährigen Langzeitstudie über die Effektivität des ambulanten Rehabilitationssports in den Koronargruppen der Justus-Liebig-Universität Gießen.

Wissenschaftliche Examensarbeit (Sportmedizin) zum 1. Staatsexamen für das Lehramt an Gymnasien im Fach Sportwissenschaft, JLU Gießen, 1985, 1-145

**Meister ER:**

Körperliche und kardio-respiratorische Belastbarkeit von Herzpatienten vor und nach einer langjährigen Teilnahme am ambulanten Rehabilitationssport der Justus-Liebig-Universität Gießen.

Inaug. Diss. (Dr. phil.) JLU Giessen 1991, 1-81

**Mellerowicz H:**

Training Leistung Gesundheit.

Sportmedizinische Schriften 1956-1958 aus dem Institut für Leibeserziehung der Freien Universität Berlin und der Sportärztlichen Hauptberatungsstelle Berlin.

**Mellerowicz H:**

Ergometrie. Grundriß der medizinischen Leistungsmessung für die Innere Medizin Arbeitsmedizin, Sportmedizin, Versorgungsmedizin und Versicherungsmedizin.

Urban & Schwarzenberg Verlag, München – Berlin, 1. Aufl. 1962, 1-254

Urban & Schwarzenberg Verlag, München, Wien, Baltimore, 3. Aufl. 1979, 1-434

**Mellerowicz H, Weidener J, Jokl E:**

Rehabilitative Kardiologie.

Karger Verlag, Basel, München, Paris, London, New York, Sydney, 1974

**Mellerowicz H, Franz I-W:**

Training als Mittel der präventiven Medizin. Konsequenzen für die ärztliche Praxis.

Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH, Erlangen, 1981,

**Mester J (Ed.):**

Health Promotion and Physical Activity.

Joint Meeting, Cologne, April 07-10, 1994

Club of Cologne. Federation Internationale de Medicine Sportive

World Health Organization.

Verlag Sport und Buch Strauß GmbH, Köln, 1994, 1-204

**Neumann G, Schüler KP:**

Sportmedizinische Funktionsdiagnostik.

Sportmedizinische Schriftenreihe, Bd. 29

Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig Berlin Heidelberg, 1994, 1-271

**Nöcker J:**

Physiologie der Leibesübungen.

Enke Verlag, Stuttgart, 4. Auflage, 1980, 1-332

**Nowacki NS:**

Entwicklung des sportmedizinischen Leistungsprofils beim Skilanglauf in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht.

Inaug. Diss. (Dr. med.) Christian-Albrechts-Universität Kiel, 1998, 1-62

**Nowacki PE:**

Der Wirkungsgrad bei ergometrischer Leistung.

In: Mellerowicz H, Hansen G (Hrsg.):

2. Internationales Seminar für Ergometrie.

Ergon Verlag, Berlin, 1967, 241-247

**Nowacki PE:**

Funktionsdiagnostik der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit.

Der Kassenarzt 13, 1973, 77-94

**Nowacki PE:**

Die Bedeutung des Ventilations-RQ bei ergometrischer Leistung.

In: Mellerowicz H, Jokl E, Hansen G (Hrsg.):

Ergebnisse der Ergometrie. Beiträge zur Kardiologie.

Perimed Verlag Dr. med. D. Straube 1975, 167-171

**Nowacki PE:**

Sportmedizinische und leistungsfysiologische Aspekte des Ruderns.

In: Adam K, Lenk H, Nowacki PE, Rulffs M, Schroder:

Rudertraining.

Limpert Verlag, Bad Homburg, 1977, 251-646

**Nowacki PE:**

Das Atemäquivalent bei ergometrischer Leistung.

CO<sub>2</sub>-Bildung und respiratorischer Quotient bei ergometrischer Leistung.

In: Mellerowicz H ( Hrsg. ):

Ergometrie-Grundriß der medizinischen Leistungsmessung.

Urban & Schwarzenberg Verlag, München-Berlin 1. Aufl., 1962, 181-202

Urban & Schwarzenberg Verlag, München-Wien-Baltimore 3.Auflg., 1979, 242-256

**Nowacki PE:**

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

In: Kindermann W (Hrsg.).

Sportmedizin für Breiten- und Leistungssport.

Berichtsband deutscher Sportärztekongress, Saarbrücken 10/ 1980,

Demeter Verlag, Hamburg, 1981, 255-67

**Nowacki PE:**

Bewegungstherapie in der ambulanten Spätrehabilitation bei Herz- und Kreislaufkrankungen.

In: Clauss A (Hrsg.):

Sport, Bewegungstherapie und sozialmedizinische Begutachtung.

Beiträge zur Sportmedizin, Bd. 13,

Perimed Fachbuch Verlagsgesellschaft, Erlangen, 1981

**Nowacki PE:**

Stellenwert von Sport- und Bewegungstherapie bei Koronarkranken und Hypertonikern für Urlaub und Freizeit.

In: Donat K, Matzdorff F, Nowacki PE (Hrsg.):

Sport und Hochdruck.

Sport und Bewegungstherapie im Behandlungskonzept der Hypertonie.

Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft, Erlangen, 1984, 76-99

**Nowacki PE:**

Ambulanter Herzgruppen-Rehabilitationssport an der Professur für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen. Festschrift zum 10-jährigen Bestehen 1976-1986.

„Effektivität des ambulanten Herzgruppen-Rehabilitationssports“

Typostudio Rücker & Schmidt, 6306 Niederkleen 1986, 1-105

**Nowacki PE:**

Stellenwert der maximalen Sauerstoffschuld im Rahmen der qualitativen und quantitativen Diagnostik der anaeroben Kapazität.

In: Bachl N, Baumgart P, Huber G, Keul J (Hrsg.):

Die trainingsphysiologische und klinische Bedeutung der anaeroben Kapazität.

ATKL-Kongress, St Johann in Tirol

Brüder Hollinek, Wien, 1987, 67-78

**Nowacki PE:**

Ambulanter Rehabilitationssport mit Herzpatienten – 15-jährige Erfahrungen in Giessen mit Verlaufskontrollen zur Entwicklung der kardio-respiratorischen Belastbarkeit.

In: Gottschalk K, Brauer BM (Hrsg.):

2. Hallenser Therapiesportkolloquium. Die Einordnung des Sports in Konzepte der Prävention, Therapie und Rehabilitation von Krankheiten.

Druckhaus, Eisleben 1991, 27-36

**Nowacki PE:**

Cardiac rehabilitation and sports – Result of 15 years experience at the University of Giessen.

In: Chan KM (Ed.):

Sports, Medicine, and Health – The Asian Perspective.

Proceedings of the FIMS-1992-Hong Kong International Sports Medicine Conference.

Inaugural Scientific Congress of Asian Federation of Sports Medicine (AFSM)

Daniel Printing, Hong Kong, 1992, 27-32

**Nowacki PE, Wu N:**

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

In: Martos E (Ed.):

XXVII FIMS World Congress of Sports Medicine.

Monduzzi Editore, Bologna, 2002, 175-181

**Nowacki PE, Elgohari Y, Nowacki NS, Wu N:**

Quantitative Cardio Respiratory Parameters – A New Dimension of Spiroergometric Diagnostics.

In: Proceedings of 4<sup>th</sup> European Sports Medicine Congress – EFSMA.

Medimond international proceedings, 2005, 47-57

**Nowacki PE, Wu N:**

Verbesserung der kardiorespiratorischen Belastbarkeit von Koronarkranken durch die langjährige Teilnahme an den ambulanten Gießener Universitäts-Herzsportgruppen.

herz medizin 23, 2006, 101-102

**Nowacki PE:**

Leistungssport Schießen im Training und Wettkampf.

Allgemeine konditionelle Voraussetzungen sowie das physisch-psychische Anforderungsprofil des Schützen / der Schützkin aus sportmedizinischer Sicht.

In: Groß J, Birkeneder HR, Kleinschmidt U, Nowacki PE (Hrsg.):

50 Jahre Schützenverein 1957 Wißmar e.V.

Stafadruk GmbH, Hüttenberg, 2007, 111-124

**Nowacki PE, Wu N:**

Entwicklung der Atmung und des Sauerstoffpulses Koronarkranker während langfristiger Teilnahme am ambulanten Herzsport.

herz medizin 24, 2007, 88

**Oertel MJ:**

Allgemeine Therapie der Kreislaufstörungen.

Verlag Vogel, Leipzig, 1891, 4. Aufl.

**Piehl W:**

Rehabilitation von Herzinfarktpatienten durch ambulantes körperliches Training.

Inaug. Diss. (Dr. med.) JLU Giessen, 1981, 1-145

**Raabe K:**

Betreuung ambulanter Herzgruppen durch Vertragsärzte in Gießen: Kritische Bestandsaufnahme und Zukunftsperspektiven.

Inaug. Diss. (Dr. med.) JLU Giessen, 1995, 1-169

**Rassouli RA, Parsi E:**

Kardiologie, Angiologie.

Urban & Fischer Verlag, München, Jena 2001, 1-902

**Reindell H, Klepzig H, Musshoff K:**

Herz-Kreislaufkrankheiten und Sport.

Johann Ambrosius Barth, München, 1960

**Reindell H, König K, Roskamm H:**

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

**Reindell H, Bubenheimer P, Dickhuth HH, Görnandt L (Hrsg.):**

Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens.  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1988, 1-550

**Reinecke H, Van Aken H, Breithardt G:**

Cardiopulmonale Reanimation im Jahre 2006. Das ABC der Wiederbelebung wird neu buchstabiert zu ACB.  
Med Klin 101, 2006, 485-497

**Rieckert H:**

Kreislauf.  
In: Eberspächer H (Hrsg.):  
Handlexikon Sportwissenschaft.  
Rowohlt, Reinbek 1992, 201-218

**Ripper U:**

Aerobe und anaerobe Belastbarkeit von Patienten mit koronarer Herzkrankheit bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie, dynamischer Laufbandspiroergometrie und während der Rehabilitationssportstunde.  
Inaug. Diss. (Dr. med.), JLU Gießen 1991, 1-129

**Roskamm H, Reindell H:**

Herzkrankheiten – Pathophysiologie, Diagnostik, Therapie.  
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong,  
1989, 1-1506

**Rost R:**

Training und Sport beim Herzpatienten.  
Therapiewoche 28, 1978, 3945-3947

**Rost R:**

Körperliches Training bei Patienten mit koronarer Herzkrankheit.

Indikation, Durchführung, Dosierung.

Dtsch. med. Wschr. 106, 1981, 1624-1625

**Rost R, Hollmann W, Heck H, Liesen H, Mader A:**

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

Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, New York, 1982

**Rost R:**

Auswirkungen einer Beta-Rezeptoren-Blockade im Leistungs- und Breitensport.

Therapiewoche, 25, 1984, 3916-3922

**Rost R:**

Entwicklung, Chancen und Risiken der ambulanten Herzgruppen in der BRD.

In: Rost R, Webering F (Hrsg.):

Kardiologie im Sport.

Deutscher Ärzteverlag, Köln, 1987

**Rost R:**

Die koronare Herzkrankheit. Sekundärprävention und Rehabilitation in der Praxis.

Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig / Wiesbaden, 1988, 4-32

**Rost R:**

Sport- und Bewegungstherapie bei Inneren Krankheiten.

Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 2. Aufl., 2001, 1-384

**Santa-Clara H, Fernhall B, Mendes M, Sardinha LB:**

Effect of a 1 year combined aerobic- and weight-training exercise programme on aerobic capacity and ventilatory threshold (VT) in patients suffering from coronary artery disease.

Eur J Appl Physiol 87, 2002, 568-575.

**Schauer J, Orscekowski H, Bosse A, Claus R, Himmel W:**

Ergebnisse einer Landzeitkonditionierung bei Patienten mit Herzinfarkt in der Rehabilitationsphase III.

Z. Gesamte Innere Medizin, 40, 1985, 330-5

**Schöll J:**

Der Sauerstoffpuls als sportmedizinische Leistungsgröße.

Inaug. Diss. ( Dr. med. ), Justus-Liebig-Universität Giessen 1995, 1-62

**Schrey A:**

Die koronare Herzkrankheit.

Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore 1978

**Smodlaka VN:**

Use of the internal work capacity test in the evaluation of severely disabled patients.

J. Chron. Diseases 25, 1972, 345-352

**Speck C:**

Physiologie des menschlichen Athmens nach eigenen Untersuchungen.

FCW Vogel, Leipzig 1892

**Stokes W:**

Die Krankheiten des Herzens und der Aorta.

Würzburg, 1855

**Thompson DR, Bowman GS, Kitson AL, Bono DP, Hopkins A:**

Cardiac rehabilitation in the United Kingdom: guidelines and audit standards.

Heart 75, 1996, 89-93

**Tokarski W, Euteneuer-Treptow K, Wagner-Hauthal B (Hrsg.):**

Ein Leben lang in Schwung.

Meyer & Meyer Verlag. Aachen, Adelaide, Auckland, Budapest, Graz, Johannesburg, Miami, Olten (CH), Oxford, Singapore, Toronto, 2002,

**Traenckner K:**

Herzgruppen heute – Eine Bestandsaufnahme. Teil 1 u. 2.

Herz, Sport und Gesundheit 5, Nr. 3, 1988, 66-67; Nr. 4, 1988, 59-61

**Valentin H, Venrath H, v. Malinckrodt H, Gürakar M:**

Die maximale Sauerstoffaufnahme in den verschiedenen Altersklassen. Eine praktisch wichtige Herz-Kreislauf-Funktionsprüfung im Vita-maxima-Bereich.

Z. Altersforsch 9, 1955, 291-309

**Wahlund H:**

Determination of the physical working capacity.

A physiological and clinical study with special reference to standardization of cardiopulmonary functional tests.

Acta med. Scand. Suppl. 132, 1948, 5-78

**Wannamethee S G, Shaper A G, Walker M:**

Physical Activity and Mortality in Older Men with Diagnosed Coronary Heart Disease.

Circulation 102, 2000, 1358

**Wasilewski R:**

Ambulante Rehabilitation durch Sozialstationen.

Eine explorative Studie ihrer Strukturen Konzepte und Möglichkeiten.

Institut für empirische Soziologie Nürnberg.

Nürnberg, 1994

**Weidemann H, Meyer K:**

Lehrbuch der Bewegungstherapie mit Herzkranken.

Steinkopferverlag, Darmstadt 1991

**Weidemann H:**

Aufgaben und Bedeutung der Sportmedizin für die rehabilitative Kardiologie.

In: Nowacki PE, Böhmer D (Hrsg.):

Sportmedizin, Aufgaben und Bedeutung, für den Menschen in unserer Zeit.

Kongressbericht 26 Deutscher Sportärztekongress Bad Nauheim 1978.

Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1980, 278-287

**Weidemann H:**

Leitfaden zur beruflichen Wiedereingliederung und Berentung des Koronarkranken:  
Arbeitsphysiologie, Kardiologie, Sozialmedizin.

Steinkopff Verlag, Darmstadt, 1984, 1-83

**Weidener J:**

Quantität und Qualität des Trainings bei Koronarinsuffizienz und nach Herzinfarkt.

In: Mellerowicz H, Weidener J, Jokl E (Hrsg.):

Rehabilitative Kardiologie.

Karger Verlag, Basel, 1974, 118

**Weidener J:**

Das „Berliner Modell“ der Infarkt-rehabilitaton.

In: Donat K (Hrsg.):

Kardiologische Prävention und Rehabilitation am Wohnort.

Perimed Verlag, Erlangen, 1975, 58-62

**Wu N, Nowacki PE:**

Herzsport in Deutschland.

SHAN-XI Sportstechnik 1, 2000, 1-3;

**Wurm-Kreider B:**

Rehabilitationserfolge von Bypass-operierten Patienten durch Teilnahme am ambulanten Herzsporttraining der Justus-Liebig-Universität Giessen.

Inaug. Diss. (Dr. med.) Justus-Liebig-Universität Gießen, 1997, 1-134

**Zhao Z:**

Qualitative und quantitative kardiorespiratorische Reaktionen bei Trainierten in Abhängigkeit von international standardisierten fahrradspiroergometrischen Belastungsverfahren im Sitzen.

Inaug. Diss. (Dr. med.), Johannes Gutenberg Universität Mainz 1995, 1-150

## 9 ANHANG

## 9.1 Karteikarte

## Herzsport

Name: Drolsbach Klaus geb.: 2.9.41 Tel.: 0641/62655 Gruppe: IIDg.: HI 7/97Hausarzt: Dr. med. Herden-Schwarz

Datum	Ge- wicht	RR	Ruhe- puls	Gym- nastik	3' Gehen	3' Laufen	3' Gehen	3' Laufen	3' Gehen	Ball ½ Ball E	3' Gehen	3' Laufen	3' Gehen	Bemer- kung
05.01.06	180/80	76	84	80	112	86	122	88	126	86	122	84		
12.01.06			↓											
19.01.06	117/85	76	96	72	122	86	118	84	132	84	116	82		
26.01.06	140/80	78	96	70	104	82	116	86	126	86	118	82		
02.02.06	145/85	84	112	82	124	86	126	84	134	88	122	86		
09.02.06	145/85	78	104	84	130	84	124	86	136	86	120	84		
16.02.06	180/80	74	96	80	122	86	126	88	132	84	120	86		
23.02.06	115/85	72	90	82	102	82	118	84						
02.03.06	115/80	78	116	84	124	88	122	86						
09.03.06	110/76	82	102	80	116	82	118	84	132	86	122	84		
16.03.06	120/80	78	98	84	110	84	126	86	134	84	118	82		
23.03.06	115/85	84	94	78	108	84	126	86	134	88	126	82		
30.03.06	120/80	86	88	82	122	86	120	82	136	86	118	80		
06.04.06	110/70	82	84	78	134	88	128	84	132	84	122	84		
13.04.06	110/85	80	96	74	116	82	122	86	118	86	118	82		
20.04.06	130/80	78	98	72	122	84	126	88	124	84	116	84		
27.04.06	120/80	84	96	74	112	82	128	84	122	82	116	82		
04.05.06	110/85	78	106	76	114	84	122	86	128	86	116	84		
11.05.06	100/85	76	96	72	108	86	118	84	124	88	118	86		
18.05.06	120/80	72	92	84	126	88	134	86	126	86	124	84		
24.05.06														
01.06.06	120/80	72	118	82	126	86	128	88	132	88	122	86		
08.06.06	110/85	78	86	76	124	86	126	86	128	86	120	84		
14.06.06														
22.06.06	115/85	82	78	84	126	88	128	84	130	88	118	86		
29.06.06	120/85	78	90	80	128	90	124	82	132	86	122	84		
06.07.06														
13.07.06	120/80	76	100	78	108	86	118	84	128	84	124	88		
20.07.06	110/80	76	94	72	112	86	118	86	134	24	122	86		
27.07.06														
03.08.06	110/80	78	90	74	122	84	116	84	126	86	118	84		
10.08.06	110/80	76	95	72	126	86	122	84	118	84	120	82		
17.08.06														
24.08.06														
31.08.06														
07.09.06	110/88	80	102	76	126	88	124	86	132	86	116	84		
14.09.06	120/80	78	120	84	124	86	126	84	128	84	118	82		

## 9.2 Lebenslauf

<b>Name</b>	: <b>Ning Wu</b>
<b>Geburtsdatum/-ort</b>	: 04.08.1973 in Taiyuan / China
<b>Staatsangehörigkeit</b>	: Chinesisch
<b>Ausbildung</b>	: 1979 – 1985 Grundschule in der Taiyuan / China 1985 – 1988 Mittelschule in der Taiyuan / China 1988 – 1992 Gymnasium mit Abschluss Abitur in der Taiyuan / China 1992 – 1996 Diplom Studium der Prävention und Rehabilitation im Fachbereich Sport und Biologie an der Sport Universität Beijing / China 1998 Deutschkurs in der Beijing chinesische Sprache und Kultur Universität Beijing / China 1998 – 1999 Weiterbildung am Lehrstuhl für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen: Vorlesungen, Seminare, Kongress, Klinische Sportmedizin, Leistungsdiagnostik, Feldteste, Betreuung der ambulanten Herzsportgruppen 2000 – 2003 Magister Studium der Sportwissenschaft und Psychologie und Soziologie an der Justus-Liebig-Universität Giessen / Deutschland 2003 - 2007 Promotion mit dem Thema: Ambulante kardiale Rehabilitation in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Langzeitergebnisse bei den Giessener Herzsportgruppen als Modell für die Einführung gesundheitspolitischer Strategien zur Bekämpfung der Koronaren Herzkrankheit (KHK) in China

### [ Titel ]

Im Hauptfachbereich der Sportwissenschaft und den Nebenfächer – Psychologie und  
Soziologie mit Abschlüssen **Magister Atrium**

Im Fachbereich der sportlichen und biologischen Forschung mit Abschlüssen **Diplom der  
Naturwissenschaft**

- Berufserfahrung** : 1996 – 1997 Wissenschaftliche Mitarbeit am Xuanwu Sportwissenschaft Institut in Beijing / China
- 1999 – 2003 Wissenschaftliche Hilfskraft am Lehrstuhl für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen / Deutschland
- Veröffentlichungen** :
- Auf Chinesisch** : **Wu N**, Nowacki PE: Herzsport in Deutschland. In: SHAN-XI Sportstechnik 1, 2000, 1-3
- Wu N**: Giessener Verfahren in Ergotest. III Chinesischer Akademischer Kongress, Abstractband. 2001, 159
- Wu N**, Nowacki PE: Die Beeinflussung der wöchentlichen Sportaktivität auf die Leistungsfähigkeit der SchülerInnen vom 11. bis 15. Lebensjahr. Proceeding of CAAG 2004 Joint Conference, Hamburg, 2004, 82-84
- Wu N**, Nowacki PE: Die Leistungsfähigkeit der deutschen SchülerInnen vom 11. bis 15. Lebensjahr. SHAN-XI Sportstechnik 4, 2004, 1-3
- Auf Deutsch** : Appel B, **Wu N**, Elgohari Y, Nowacki PE: Körperliche und kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit adipöser, normalgewichtiger untrainierter und trainierter SchülerInnen des 12. Lebensjahres. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, S(7-8), 2001, 30
- Kim JH, Elgohari Y, Nowacki NS, **Wu N**, Nowacki PE: Die PWC170 im Kindes- und Jugendalter (7-18 Jahre) und ihr Stellenwert für die sportmedizinische Leistungsdiagnostik. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, S(7-8), 2001, 30

Nowacki PE, Langsdorf E, Nowacki NS, **Wu N**: Inaugurierung der Universitätssportmedizin 1920 in Giessen. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, S(7-8), 2001, 105

Nowacki PE, Bauer A, Langsdorf E, Nowacki NS, **Wu N**: Forschung, Lehre und Praxis am Lehrstuhl für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, S(7-8), 2001, 110

Nowacki PE, **Wu N**: Verbesserung der kardiorespiratorischen Belastbarkeit von Koronarkranken durch die langjährige Teilnahme an den ambulanten Gießener Universitäts-Herzsportgruppen. herz medizin 23, 2006, 101-102

Nowacki PE, **Wu N**: Entwicklung der Atmung und des Sauerstoffpulses Koronarkranker während langfristiger Teilnahme am ambulanten Herzsport. herz medizin 24, 2007, 88

#### **Auf Englisch**

: Nowacki PE, **Wu N**: New Aspects of Cardiac Rehabilitation in Germany - Long-Term Results in Giessen. In: XXVII FIMS World Congress of Sports Medicine. Monduzzi Editore, Bologna (Italy), 2002, 175

**Wu N**, Nowacki PE: Cardiorespiratory Utilization of Healthy and Heart Patients During Walking and Running. In: XXVII FIMS World Congress of Sports Medicine. Monduzzi Editore, Bologna (Italy), 2002, 183

Nowacki PE, Elgohari Y, Nowacki NS, **Wu N**: Quantitative Cardio Respiratory Parameters – A New Dimension of Spiroergometric Diagnostics. In: 4<sup>th</sup> European Sports Medicine Congress – EFSMA. Medimond International Proceedings, Bologna (Italy), 2005, 47-57

Nowacki PE, Nowacki NS, Mohammed MFI, **Wu N**: The prerequisite of physical and cardiorespiratory performance of German soccer players from the juveniles (6.0 – 17.9 Y) to the world champions. In: 4<sup>th</sup> European Sports Medicine Congress – EFSMA. Medimond International Proceedings, Bologna (Italy), 2005, 87-90

**Wu N**, Kreuter P, Nowacki PE: Effect of different sport beside school at the physical and cardiocirculatory performance. In: 4<sup>th</sup> European Sports Medicine Congress – EFSMA. Medimond International Proceedings, Bologna (Italy), 2005, 155-158

Christodoulakis C, Nowacki PE, Spanos N, Tiniakos G-A, **Wu N**: Physical and cardiocirculatory performance of Cypriot athletes in various types of sports in comparison to German athletes. In: 4<sup>th</sup> European Sports Medicine Congress – EFSMA. Medimond International Proceedings, Bologna (Italy), 2005, 65-69

U. Schlevoigt, P.E. Nowacki, H.J. Gerlach, **Wu N**: Influence of regular handball training on the physical and cardiorespiratory performance of girls and women. In: 4<sup>th</sup> European Sports Medicine Congress – EFSMA. Medimond International Proceedings, Bologna (Italy), 2005, 129-132

**Mitgliedschaften** : Präsidiumsmitglied der Gesellschaft für Chinesische Medizin in Deutschland (GCM)

**Sprachkenntnisse** : Chinesisch mit mehreren Dialekten  
Deutsch  
Englisch

**Computerkenntnisse:** Betriebssysteme (DOS, WINDOWS 98/2000/XP)  
Software (Word, Excel, Power Point, SPSS, HTML)

### **9.3 Danksagung**

Für die freundliche Überlassung des Themas meiner Dissertation danke ich dem damaligen Leiter des Lehrstuhls für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen, Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki .

Weiterhin danke ich der MTA Frau Ursula Dittrich und der Sportmedizinischen Funktionsassistentin Frau Doralies Nowacki für die qualifizierte Mitarbeit bei den Untersuchungen.

Für das Schreiben der Reinschrift meiner Dissertation bin ich der Sekretärin Frau Jutta Groß zu besonderem Dank verpflichtet.

Ein ebenfalls besonderer Dank für die freundliche Hilfe gilt den Patienten der Herzsportgruppe der JLU Giessen, die an der Akutuntersuchung und Langzeitstudie beteiligt waren.

## **Erklärung**

Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe.

Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Ning Wu, M.A.

20. Juli 2007

