

**SPORTMEDIZINISCHE UND
TRAININGSWISSENSCHAFTLICHE
LANGZEITSTUDIE (1982 – 2004)
ZUM ALTERSSPORT MIT DER
„SENIORENSPORTGRUPPE WETTENBERG“
(MÄNNER VS. FRAUEN)**

Inaugural – Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades der Philosophie (Dr. phil.)

des Fachbereichs 06 Psychologie und Sportwissenschaft

der Justus - Liebig - Universität Gießen

vorgelegt von

Agathe Venedey-Grenda

aus Pohlheim

2008

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. phil. Joachim C. Brunstein

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki

2. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. phil. Hannes Neumann

Tag der Disputation: 30. März 2009

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG.....	1
2	THEORETISCHE ÜBERLEGUNGEN ZUM SENIORENSPORT.....	7
2.1	Leistungsfähigkeit und Trainierbarkeit im höheren Lebensalter.....	7
2.2	Psycho-soziale Aspekte des Seniorensports.....	11
2.3	Didaktisch-methodische Überlegungen.....	13
3	AUFBAU UND ORGANISATION DER SENIORENSPORTGRUPPE.....	14
	WETTENBERG	
3.1	Struktur der Seniorensportgruppe von 1982 bis 2004.....	14
3.2	Fluktuation innerhalb der Gruppe.....	18
3.3	Sportmedizinische Untersuchungen am Institut für Sportmedizin der JLU... Gießen über den 22jährigen Übungsbetrieb hinweg	21
3.3.1	Spiroergometrische Eingangsuntersuchung 1982.....	21
3.3.2	Zweite spiroergometrische Leistungsdiagnose nach 8-monatigem Training....	22
3.3.3	Dritte spiroergometrische Leistungsdiagnose nach 10-jährigem Training.....	23
3.3.4	Vierte sportmedizinische Leistungsdiagnose nach 22-jährigem Training.....	24
4	TRAININGSGESTALTUNG.....	25
4.1	Allgemeine Grundsätze.....	25
4.2.	Allgemeiner Aufbau einer Übungseinheit.....	26
4.3	Überblick über Stundeninhalte.....	27
4.4	Gemeinsame Aktivitäten über den Sport hinaus.....	31
5	METHODIK.....	34
5.1	Untersuchungsverfahren.....	34
5.2	Belastungsverfahren.....	37
5.3	Untersuchungsgut.....	39

5.4	Medikation.....	41
5.5	Untersuchungsbedingungen.....	42
5.6	Mess- und Berechnungsgrößen.....	45
5.6.1	Körperliche Leistungsfähigkeit	46
5.6.1.1	Gesamtarbeit in Wattminuten.....	46
5.6.1.2	Maximale absolute und relative Wattstufen.....	46
5.6.2	Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen.....	46
5.6.2.1	Herzschlagfrequenz.....	46
5.6.2.2	Blutdruck.....	47
5.6.3	Respiratorische Leistungsgrößen.....	47
5.6.3.1	forcierte Vitalkapazität und Soll-Vitalkapazität.....	47
5.6.3.2	Relative Sekundenkapazität.....	47
5.6.3.3	Atemminutenvolumen.....	48
5.6.3.4	Atemfrequenz und Atemzugvolumen.....	48
5.6.4	Kardiorespiratorische Leistungsgrößen.....	48
5.6.4.1	Absolute Sauerstoffaufnahme.....	48
5.6.4.2	Relative Sauerstoffaufnahme.....	49
5.6.4.3	Sauerstoffpuls.....	49
5.6.4.4	Atemäquivalent.....	50
5.6.4.5	Ventilations-RQ.....	50
5.7	Kritik der Methodik.....	50
5.8	Statistische Auswertung.....	51
6.	ERGEBNISSE	52
6.1	Körperliche Leistungsfähigkeit.....	52
6.2	Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen.....	61
6.2.1	Herzschlagfrequenz	61
6.2.2	Blutdruck.....	76
6.3	Respiratorische Leistungsgrößen.....	86
6.3.1	Forcierte Vitalkapazität und Soll-Vitalkapazität.....	86
6.3.2	Relative Sekundenkapazität.....	91
6.3.3	Atemminutenvolumen.....	96
6.3.4	Atemfrequenz und Atemzugvolumen.....	102

6.4	Kardiorespiratorische Leistungsgrößen.....	106
6.4.1	Absolute Sauerstoffaufnahme.....	106
6.4.2	Relative Sauerstoffaufnahme.....	112
6.4.3	Sauerstoffpuls.....	118
6.4.4	Atemäquivalent.....	124
6.4.5	Ventilations-RQ.....	129
7	DISKUSSION.....	135
7.1	Körperliche Leistungsfähigkeit.....	135
7.2	Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen.....	141
7.2.1	Herzschlagfrequenz.....	143
7.2.2	Blutdruck.....	153
7.3	Respiratorische Leistungsgrößen.....	160
7.3.1	Atemminutenvolumen und forcierte Vitalkapazität.....	160
7.4	Kardiorespiratorische Leistungsgrößen.....	162
7.4.1	Absolute und relative Sauerstoffaufnahme.....	162
7.4.2	Sauerstoffpuls.....	166
7.4.3	Atemäquivalent.....	171
7.4.4	Ventilations-RQ.....	173
8	ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSS.....	178
9	LITERATURVERZEICHNIS.....	184
10	ANHANG.....	197
10.1	Probandenlisten.....	197
10.1.1	Probandenlisten der Seniorensportgruppe Wetttenberg 1982 – 1992.....	197
10.1.2	Probandenlisten der Seniorensportgruppe Wetttenberg 1982, 1992 und 2004... 	199
10.2	Teilnehmerliste der Seniorensportgruppe Wetttenberg von 1982 bis 2005.....	200

10.3	Versuchsprotokolle.....	201
10.3.1	Versuchsprotokolle Gruppe FRAUEN 82/92.....	201
10.3.2	Versuchsprotokolle Gruppe MÄNNER 82/92.....	212
10.3.3	Versuchsprotokolle Gruppe FRAUEN 82/92/04 und FRAUEN 92/04.....	223
10.3.4	Versuchsprotokolle der Gruppe MÄNNER 82/04.....	229
10.4	Spirometrische Standardwerte durchschnittlicher Frauen.....	233
10.5	Spirometrische Standardwerte durchschnittlicher Männer.....	234
10.6	LEBENS LAUF.....	235
10.7	DANKSAGUNG.....	237
10.8	ERKLÄRUNG.....	238

1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Die Sportmedizin und Sportwissenschaft beschäftigen sich seit nunmehr einigen Jahrzehnten mit der Thematik '**Sport im fortgeschrittenen Lebensalter**', wobei besonders **HOLLMANN** (1959, 1965, 1977, 1983, 1988, 1990, 1993, 2000) zu erwähnen ist, der seit den 50er Jahren zahlreiche Arbeiten zu dieser Problematik veröffentlicht hat. Mit der Einrichtung spezieller Studienangebote an den Universitäten, so auch in Gießen, hat die Idee des 'Altersports' wesentlichen Aufschwung erfahren. In den ersten Jahren wurden "Versuchsgruppen" gegründet, die Aufschluss über die **Belastbarkeit** und **Trainierbarkeit im höheren Lebensalter**, besonders im Hinblick auf **kardio-pulmonale Leistungsgrößen**, erbringen sollten. Außerdem wurden in der Bundesrepublik Deutschland seit Mitte der 70er Jahre von einigen sportmedizinischen Zentren **Herzsportgruppen**, die dem Ziel der Rehabilitation von Herzinfarktpatienten dienen, gegründet. Im Zuge dieser Entwicklung entstand auch die *Rehabilitationssportgruppe der Professur für Sportmedizin der Universität Gießen in Verbindung mit dem Allgemeinen Hochschulsport der Justus-Liebig-Universität mit dem MTV 1846 Gießen* als eine der **Pioniergruppen in der Bundesrepublik Deutschland** im Frühjahr **1976** (WU 2007). Die *Seniorengruppe Wettenberg* stellt mit ihrer Gründung im Jahr **1982** eine der ersten geschlechtsheterogenen Gruppen für ältere Menschen ohne medizinische Indikation in Hessen dar.

Dieses wachsende Engagement für ältere Menschen und besonders für Menschen jenseits des Erwerbslebens resultiert aus der Erkenntnis, dass die Bevölkerung westlicher Industrienationen zunehmend "überaltert", d.h. der Anteil der über 60 bzw. über 65-jährigen bei zunehmender Lebenserwartung stetig steigt. Dieser Personengruppe sollte durch gezielte Sportangebote in gesundheitlicher Hinsicht mehr Lebensqualität geboten werden.

Wie ein Blick auf die Bevölkerungspyramide zeigt, ist der **Anteil der über 60-jährigen** von **14,0% im Jahr 1950** auf **24,1% im Jahr 2001** gestiegen, wobei ein weiterer Anstieg auf **29,3%** für das **Jahr 2020** erwartet wird (Abb. 1).

Aber nicht nur die Chance auf ein hohes Alter ist dank der Errungenschaften der modernen Medizin gestiegen, sondern die älteren Menschen der heutigen Zeit sind stärker daran interessiert, "aktiv an der Wahrung der Qualität ihres Lebens zu arbeiten und ihren Anspruch auf entsprechende Chancenverteilung anzumelden" (KAPUSTIN 1980).

Diesem Anspruch versucht auch der Sport gerecht zu werden. So wurden in den letzten zwanzig Jahren immer mehr gemischte Sportgruppen für ältere Menschen in und außerhalb

von Vereinen gegründet; Volkshochschulen und private Sportzentren machen ihr Angebot für diese Personengruppe deutlich attraktiver (MEUSEL u. a.1980).

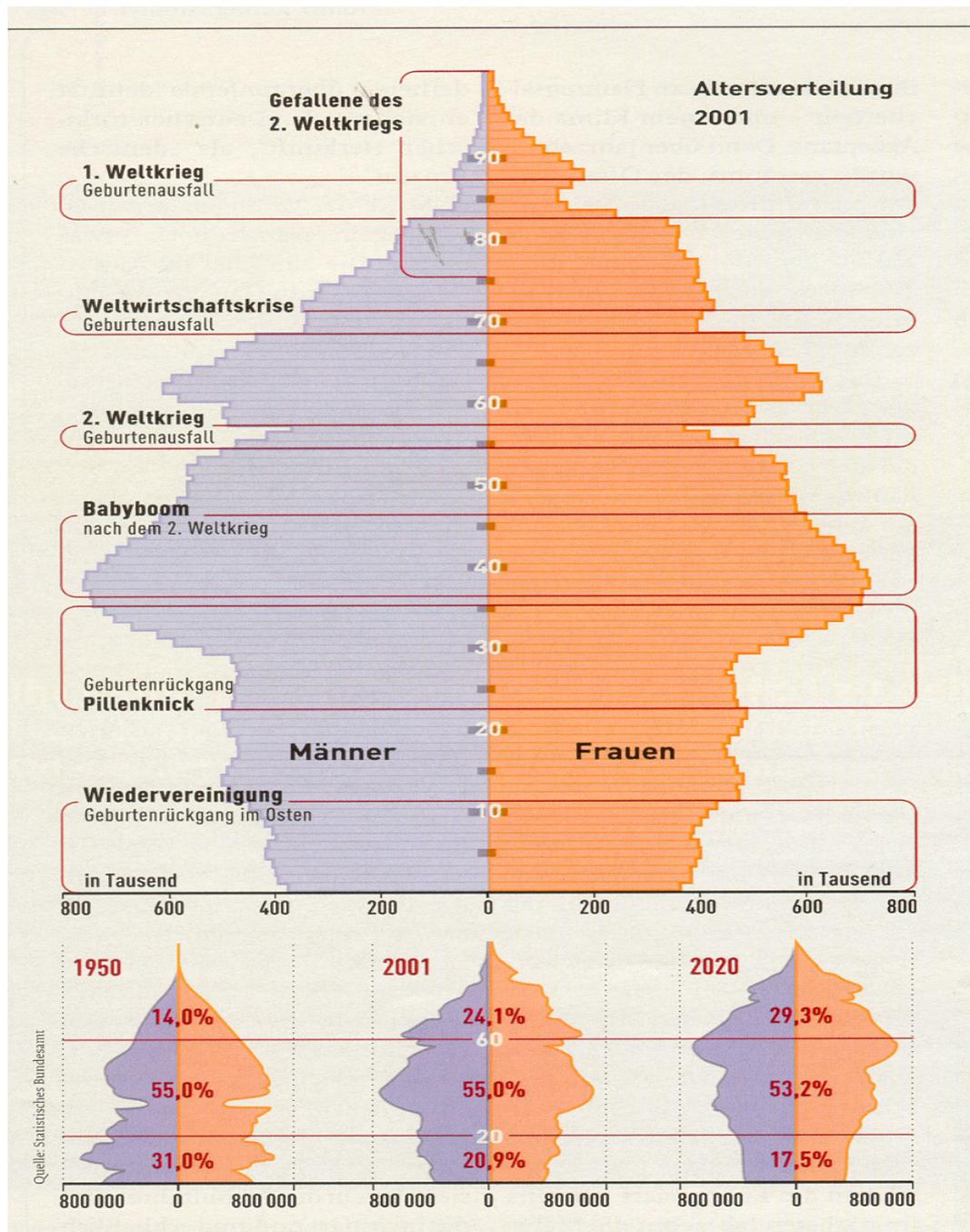


Abb. 1: Altersstruktur der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 1950 und 2001, sowie eine Prognose für das Jahr 2020 (KLINGHOLZ 2004)

Sportverbände in Zusammenarbeit mit den Krankenkassen werben mit ihrer "**50-plus Kampagne**" für aktive sportliche Betätigung der Senioren. Auch der LANDESSPORTBUND HESSEN sieht im Rahmen seiner Neuorientierung auf die "**soziale Offensive im Sport**" hin

alte Menschen als eine Personengruppe, denen sich künftig verstärkt zugewendet werden muss (FALLAK1992).

Diese Anregung haben inzwischen das **Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ)** und der **Deutsche Sportbund (DSB)** in einem gemeinsamen Modellprojekt umgesetzt. Mit dem im Jahr 2003 gestarteten Programm „**richtig fit ab 50**“ werben sie für körperliche Aktivität im fortgeschrittenen Lebensalter (www.richtigfit-ab50.de).

Dass diese Angebote ihre Adressaten erreichen, liegt in einer starken **Umorientierung des Sports** seit den 70er Jahren, die **vom Leistungsgedanken weg** führt und dabei stärker den **individuellen Bedürfnissen** einer bisher großteils **sportabstinenten Mehrheit der Bevölkerung gerecht** wird mit den neuen Schwerpunkten **Gesundheit, Geselligkeit (soziale Integration)** und **Selbstfindung** durch Sport.

Um die Infrastruktur für die an sportlicher Betätigung interessierten Seniorinnen und Senioren zu verbessern, forderte auf dem **6. Aktionstag Seniorensport** im März **1993** in Wettengel der Vizepräsident des Deutschen Turnerbundes **HARTMANN** die Einführung eines **Seniorensportpasses**, der seinen Inhabern in einem Netzwerk von Vereinen und Trägern erlauben würde, Angebote wahrzunehmen, die sie ohne Vereinszugehörigkeit nutzen können sollten (SPORT IN HESSEN 1993). Leider hat dieser Vorschlag bislang keine Umsetzung gefunden.

Aber nicht nur der Sport hat die Herausforderung angenommen, welche die wachsende Zahl aktiver Seniorinnen und Senioren heute schon und in Zukunft noch verstärkt darstellt, sondern auch die Politiker kommen nicht mehr umhin, sich den Problemen und Bedürfnissen der älteren Menschen intensiver zu widmen. Die Tatsache, dass das **Jahr 1993** zum **"Europäischen Jahr der älteren Menschen und der Solidargemeinschaft der Generationen"** proklamiert wurde, zeigt einen Schritt in diese Richtung.

In einer Pressemitteilung vom 01.09.2003 erklärt die **Bundesministerin** für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, **Renate Schmidt**: "Jeder Mensch möchte gerne geistig und körperlich fit älter werden. Zum gesunden Älterwerden gehört eine aktive Lebensführung, gesundheitsbewusstes Verhalten und eine positive Lebenseinstellung. Sport zu treiben ist ein sehr guter Weg, gesund zu bleiben und die Lebensqualität zu steigern. Vielfältige Sport- und Bewegungsangebote bieten ein abwechslungsreiches Feld für persönliches Erleben und gemeinschaftliche Aktivitäten. Unser Ziel ist es, gerade auch Menschen ab 50 zu zeigen, dass Sport nicht nur Spaß macht, sondern auch Krankheiten vorbeugt und den Alterungsprozess verlangsamt."

„Zielgruppe in allen Einzelprojekten sind insbesondere Frauen und Männer zwischen 50 und 60 Jahren, die lange nicht mehr oder noch nie Sport getrieben haben. Von dem Modellprojekt

werden neue Ideen, Konzepte und Angebote erwartet, wie mehr Frauen und Männer der 50plus-Generation zur aktiven und regelmäßigen Beteiligung an Sport- und Bewegungsangeboten motiviert und vorhandene Barrieren gesenkt werden können.“

(<http://www.bmfsfj.de/Kategorien/Presse/pressemitteilungen,did=6486.html>)

Bei solchen Überlegungen haben Politiker natürlich auch die Kostenentwicklung im Gesundheitswesen im Auge, die durch die höhere Lebenserwartung zwangsläufig auf die Krankenkassen zukommt. Nach LÖLLGEN 2003 verursacht Bewegungsmangel - nach Berechnungen in den USA - den zweithöchsten Kostenfaktor im Gesundheitswesen durch Krankenhausaufenthalte, Arzt- und Pflegekosten, Medikamente und Produktivitätseinbußen. Ähnliches gilt für Deutschland, womit die Mahnungen des Berliner Sportmediziners MELLEROWICZ in Bezug auf den auch schon in den 50er Jahren erkennbaren Bewegungsmangel und die damit verbundenen Folgen für hohe Krankenkosten leider heute Realität geworden sind.

Damit ist die sportliche Betätigung nicht mehr nur eine Frage der individuellen Lebensführung, sondern von gesamtgesellschaftlicher Bedeutung. Krankenkassen führen verstärkt Bonussysteme ein, die Beitragssenkungen oder andere Vergünstigungen für sportlich Aktive beinhalten.

Auf dem Seniorentag 2003 der **AG 60 plus** der **SPD** plädiert der Heidelberger Gerontologe KRUSE für mehr Eigenverantwortung der Menschen im Hinblick auf Lebensführung und Altern. Er fordert mehr Prävention, zu der - neben dem Verzicht auf Alkohol und Nikotin - die körperliche Aktivität kommt, um Kosten, die im Zusammenhang mit chronischen Erkrankungen anfallen, langfristig zu senken (RIESER 2003).

Allerdings gehört die wichtigste Erkenntnis der Präventivmedizin, nämlich „vorbeugen ist besser als heilen“, schon seit mehr als 2000 Jahren zum Wissensschatz der Menschheit.

PLATO (427-345 v. Chr.) drückte es nur etwas anders aus: „Der sicherste Weg zur Gesundheit ist es, jedem Menschen möglichst genau die erforderliche Dosis an Nahrung und Belastung zu verordnen, nicht zu viel und nicht zu wenig“. (<http://www.ipd-regensburg.de/presseartikel.htm>)

LÖLLGEN 2004 kommt zu dem gleichen Schluss, er sagt: „Die Auswirkungen körperlicher Aktivität auf Mortalität und Morbidität, auch im Alter, sind vergleichbar mit der Wirkung teurer Medikamente“. Auch Alltagsbelastungen wie Haus- und Gartenarbeit, die „bewusst als Training und weniger als mühsame Bewegung verstanden werden“, sind für die Fitness - besonders des älteren Menschen - von großer Bedeutung.

Auf wissenschaftlicher und gesundheitspolitischer Ebene hat sich also die Erkenntnis, dass **Bewegung „die beste Medizin“** ist, auf breiter Front durchgesetzt. Anders sieht es aber an

der Basis aus, nämlich bei den Menschen, die dem allzu bequemen Leben mit einem Überangebot an Nahrungs- und Genussmitteln und den überwiegend genutzten technischen Möglichkeiten, mit ihrer Umwelt in Kontakt zu treten, adieu sagen sollten.

So zeigt der **Bundesgesundheitsurvey 1998**, dass **50%** der **50 – 59-jährigen Frauen** und **30%** der **Männer** dieser Altersgruppe **nicht mehr in der Lage sind, drei Stockwerke zu ersteigen**. Bei Älteren ist der Anteil entsprechend höher. Dagegen treiben nur ca. **50%** der **30 – 59-jährigen Männer und Frauen** irgendwelchen **Sport**. **Regelmäßig mehr als 2 Stunden Sport pro Woche** treiben in der Altersklasse der **70 – 79-jährigen Männer** weniger als **10%**, bei den **gleichaltrigen Frauen** sind es gerade noch **6%**, die ein derartiges sportliches Engagement zeigen (JESCHKE, ZEILBERGER 2004).

Auf der **Grundlage** einer mehr als **22-jährigen Trainingsaktivität** in der **Seniorenportgruppe Wettenberg** sollen in der vorliegenden experimentellen Dissertation: *Sportmedizinische und trainingswissenschaftliche Langzeitstudie (1982 – 2004) zum Alterssport mit der „Seniorenportgruppe Wettenberg“ (Männer vs. Frauen)* praktische Einblicke in **Aufbau** und **Organisation** einer **selbst verwalteten Seniorenportgruppe** sowie **Hinweise** über die **Trainingsgestaltung** gegeben werden.

Auf der **Basis** von vier **sportmedizinischen Belastungsuntersuchungen** (Februar und Oktober **1982**, sowie Februar **1992** Spiroergometrie, Oktober **2004** Ergometrie), durchgeführt mit aktiven Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Seniorenportgruppe Wettenberg, sollen **folgende Fragen** geklärt werden:

- 1. Welchen Einfluss hat ein 8-monatiges regelmäßiges Training von 1,25 Stunden pro Woche auf das Verhalten der körperlichen, kardiozirkulatorischen und kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit von bis dato sportlich inaktiven Seniorinnen und Senioren des 6. und 7. Lebensjahrzehnts?*
- 2. Wie verändert sich die körperliche, kardiozirkulatorische und kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit unter gleich bleibendem Trainingsaufwand nach weiteren 10 Jahren?*
- 3. Welchen Einfluss hat ein regelmäßiges sportliches Training auf das Verhalten der körperlichen und kardiozirkulatorischen Leistungsfähigkeit der Seniorenportler und Seniorenportlerinnen im Hinblick auf den Alterungsprozess von 22 Jahren?*

4. *Welche Empfehlungen für die Gestaltung des Seniorensports im Hinblick auf ein gesünderes und aktiveres Altern lassen sich aus den Erfahrungen und Untersuchungsergebnissen der Seniorensportgruppe Wettenberg nach 23 Jahren auf der Grundlage meiner kontinuierlichen Übungs- und Trainingsgestaltung – in Zusammenarbeit mit Volker Reeh, Gymnasialsportlehrer, und dem betreuenden Internisten und Sportmediziner Prof. Dr. Paul E. Nowacki – ableiten?*

2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN DES SENIORENSPORTS

2.1 Leistungsfähigkeit und Trainierbarkeit im höheren Lebensalter

Eine **Abnahme der allgemeinen Leistungsfähigkeit** durch Veränderungen im **kardiovaskulären** und **pulmonalen Bereich** und **degenerativ-reaktive Veränderungen am Bewegungsapparat bei zunehmendem Alter** lassen sich nicht von der Hand weisen (HOLLMANN 1993). **Chronischer Bewegungsmangel beschleunigt den Alternsprozess** maßgeblich. Seine **Auswirkungen bei submaximaler Belastung** sind im **kardio-pulmonalen Bereich** (NOWACKI 1997):

- **Verminderung des Herzzeitvolumens**
- **Verminderung der O₂-Aufnahme**
- **Erhöhung des Laktatwertes im Blut**
- **Verschlechterung der Atemökonomie**

Im Bereich der **Skelettmuskulatur** sind die Auswirkungen des Alternsprozesses:

- **eine Abnahme der Muskelmasse/der fettfreien Körpermasse**
- **eine Abnahme der Muskelkraft**
- **eine relative Zunahme der langsam zuckenden Muskelfasern**
- **eine Vergrößerung der motorischen Einheiten**
- **eine Abnahme des synaptischen Kontaktes**
- **eine Abnahme der Kontraktilität**
- **eine Verschlechterung des Energie liefernden Metabolismus**
- **eine Abnahme der Elastizität**

Bei geringerer Leistungsfähigkeit ist ein höherer Energieaufwand nötig. Andererseits wird der Grundumsatz durch den Rückgang der Muskelmasse reduziert, was bei gleicher Energiezufuhr zu einer Zunahme des Körpergewichts führt.

Jedoch zeigen Beispiele von zeitlebens sportlich aktiven Menschen, dass es durchaus möglich ist, im hohen Alter Leistungen zu vollbringen, die die durchschnittliche körperliche Leistungsfähigkeit Gleichaltriger oder sogar Jüngere bei weitem übertreffen.

Betrachtet man die fünf Hauptgruppen körperlicher Beanspruchungsmöglichkeiten, nämlich die **Koordination, Flexibilität, Kraft, Schnelligkeit** und **Ausdauer**, so zeigt sich, dass der Mensch ohne geeignetes Training in allen Bereichen früher oder später mehr oder minder starke Einbußen seiner Leistungsfähigkeit erlebt (NEUMANN 1978, STRAUZENBERG 1982, WEINECK 1988, HOLLMANN 1993).

HOLLMANN fasst in seinem Referat vom 28. März 1993 anlässlich des *6. Aktionstags Seniorensport* in Wettenberg die Untersuchungsergebnisse zahlreicher Sportmediziner und Sportwissenschaftler auf dem Gebiet der Leistungsfähigkeit und Trainierbarkeit im fortgeschrittenen Lebensalter wie folgt zusammen:

„Die **Qualität** der **Bewegungskoordination** nimmt bei Männern ab dem 50., bei Frauen ab dem 60. Lebensjahr deutlich ab. Geeignete Übungen im Alltag wie im Sport (z. B. Fangen eines zugeworfenen Balles, Klavierspielen, Handarbeiten) wirken dem **Verlust** an **Koordinationsvermögen** entgegen.“

Die **Flexibilität**, d.h. das maximal mögliche Bewegungsausmaß in einem oder mehreren Gelenken, nimmt bei beiden Geschlechtern schon jenseits des 25. Lebensjahres ab. Mehrmals täglich durchgeführte Dehnübungen, die die wichtigsten Gelenke betreffen, begegnen dem Rückgang der Flexibilität.

Durch den Verlust von ca. **20 bis 40 Prozent** der **Muskelmasse** bei nicht Sport treibenden bzw. nicht Kraft trainierenden Menschen im Zeitraum vom 20. bis 70. Lebensjahres geht die statische (isometrische) **Kraft** bei Männern jenseits des 40., bei Frauen jenseits des 50. Lebensjahres zurück. Der Erhalt einer durchschnittlich großen Muskelmasse "lässt sich erreichen, indem man z.B. fünfmal am Tage je 5 Sekunden lang die größten Muskelgruppen mit etwa 2/3 der individuellen Maximalkraft statisch (isometrisch) belastet" (HOLLMANN 1993). Da die **Muskulatur** das **wichtigste Stoffwechselorgan** des menschlichen Körpers und darüber hinaus die Voraussetzung für die funktionsgerechte Beanspruchung der inneren Organe darstellt, sollte ihrem Erhalt eine wesentliche Bedeutung beigemessen werden. Allerdings muss beim **Krafttraining bei älteren Menschen** besonders auf **Art** und **Durchführung der Belastung** geachtet werden, denn bei Kraftbelastungen werden die intramuskulären Gefäße komprimiert, damit steigt der periphere Gefäßwiderstand an. Dies führt zu einer stärkeren **Erhöhung des systolischen und diastolischen Blutdrucks** als bei dynamischen Belastungen (SAMITZ, MENSINK 2002, Abb. 2). Einseitige Belastungen von Muskeln, Knochen, Sehnen und Bändern sind unerwünscht. Pressatmung, die zu einem Druckanstieg in der Lunge führt und damit eine verstärkte Kontraktionskraft des rechten Herzens fordert und den venösen Rückstrom behindert, muss vermieden werden.

Um den altersbedingten **degenerativen Prozessen** im **sensomotorischen System**, das unter anderem durch fortschreitende Desensibilisierung von Muskelspindeln, Reduktion sensorischer Neuronen, Verlust von Inter- und Motoneuronen und Reduktion von

Muskelfasern stark beeinträchtigt wird, zu begegnen, schlagen GRANACHER, GOLLHOFER 2005 vor, besonders die **Schnellkraftfähigkeit** und **reflektorische Ansteuerung von Muskeln der unteren Extremitäten** durch **sensomotorisches Training** zu verbessern und somit der zunehmenden Sturzgefahr im Alter entgegenzuwirken.

Geeignet hierfür sind alle Kräftigungsübungen der Beinmuskulatur, die mit Anforderungen an das Gleichgewichtssystem einhergehen, wie z. B. Kniebeugen (auch einbeinig) auf einem Minitramp.

Schnelligkeit und **Schnelligkeitsausdauer** nehmen schon um das 25. Lebensjahr ab. Da das Schnelligkeitstraining anaeroben Charakter hat, ist es **für ältere Menschen und Personen mit eingeschränkter Koronarreserve unverantwortlich** und **gefährlich**. Die Schwächung des Band- und Gelenkapparates sowie die fortschreitende Abnahme der Muskulatur im höheren Lebensalter steigern zudem die Verletzungsgefahr erheblich. Einen positiven Einfluss auf das Herz-Kreislaufsystem kann man durch ein reines Schnelligkeitstraining ebenfalls nicht erzielen.

Eine besondere Bedeutung im Seniorenbereich kommt dem Training der **aeroben Ausdauer** zu. Die organische Leistungsfähigkeit, und damit einhergehend die **Ausdauerleistung, geht bei Männern und Frauen** ohne entsprechendes Training **ab dem 30. Lebensjahr zurück**. Ein gezieltes aerobes Ausdauertraining, das die dynamische Beanspruchung großer Muskelgruppen mit einer **Belastungsintensität von 50 bis 70% der maximalen Kreislaufleistungsfähigkeit** über eine Zeitspanne von **5 bis 10 Minuten** darstellt, kann dem altersbedingten Leistungsverlust der inneren Organe entgegenwirken. Für die Ausdauerbelastung des kardiozirkulatorischen Systems gilt die Faustregel: **180 - Lebensalter = Mindestpulsfrequenz** (HOLLMANN 1977). Mehrmals wöchentlich durchgeführt, kann ein so geartetes Training, das in Form von Dauerläufen, Radfahren, Schwimmen, Bergwandern, Walking u.v.m. absolviert werden kann, einen "hochsignifikanten Schutzfaktor für degenerativ verursachte Herzkrankheiten" darstellen (HOLLMANN 1990).

Dynamisch aerobe Belastungen mit geringem bis mäßigem Krafteinsatz sind vorwiegend **Volumenbelastungen**, bei denen das **Herzzeitvolumen** linear zur Intensität **anstiegt**, während der **periphere Gefäßwiderstand abfällt**. D. h. derartige Belastungen sind besonders trainingswirksam für den Herzmuskel mit gleichzeitig **günstiger Beeinflussung** besonders des **diastolischen Blutdruckverhaltens** (SAMITZ, MENSINK 2002, Abb.2).

JESCHKE und ZEILBERGER (2004) empfehlen eine Belastungsintensität von **45 bis 60 Prozent der individuellen maximalen Sauerstoffaufnahme** im aeroben Schwellenbereich (um 2,0 mmol/l Lactat) und Herzfrequenzen um „**170 Schläge/Minute minus Lebensalter**“.

	Dynamisch	Statisch
Herzzeitvolumen	↑↑↑	↑
Herzfrequenz	↑↑	↑
Schlagvolumen	↑	←→(↓)
Peripherer Widerstand	↓	↑↑
Systolischer Blutdruck	↑↑	↑↑↑
Diastolischer Blutdruck	←→(↓)	↑↑↑
	Volumen- belastung	Druck- belastung

Abb. 2: Hämodynamik bei dynamischen und statischen Belastungen
(SAMITZ, MENSINK 2002)

Die **sportliche Betätigung** bringt neben den körperlichen Vorteilen auch **positive Auswirkungen auf das Gehirn**. Eine körperliche Belastung in Höhe von ca. 1/3 der individuellen Maximalleistung erbringt eine **Durchblutungssteigerung im Gehirn von 25 bis 30 Prozent**, die sich wiederum auf die Stoffwechselforgänge im Zentralnervensystem auswirken. "Sie erklären unter anderem die gehobene Stimmung, ...welche man nach verschiedenen sportlichen Betätigungen mit Ausdauercharakter empfinden kann" (HOLLMANN 1993).

2.2 Psycho-soziale Aspekte des Seniorensports

Sportliche Betätigung kann einen wesentlichen Beitrag zur Gesunderhaltung des Menschen leisten (NOWACKI, SCHNORR, KLOBUT, MEDAU 1994). Dennoch ist Sport "nur dann Bestandteil einer gelingenden, d.h. psychisch wie physisch gesunden Lebensführung, wenn er als Vollzug des Lebens betrieben wird und nicht als Mittel zum Zweck der Gesunderhaltung" (RÖTHIG, PROHL 1990).

Auch wenn methodisch überzeugende empirische Untersuchungen zu den Auswirkungen sportlicher Aktivität auf das psychische Wohlbefinden und die soziale Integration des älteren Menschen kaum vorliegen, stellen doch fast alle Autoren, die sich mit der Problematik in Vergangenheit und Gegenwart beschäftigt haben, hier positive Auswirkungen fest.

Eine physiologische Erklärung der positiven Auswirkungen auf die Psyche liegt u.a. in der Verbesserung der vegetativen Anpassungsfähigkeit. Nach sportlicher Betätigung kommt es zu einer verstärkten Aktivität des Parasympathikus und damit zu einer besseren Durchblutung des Gehirns und der inneren Organe. Folge davon sind Entspannung und Wohlbefinden. „Die **Nachbelastungseuphorie** hängt mit der vermehrten Bildung körpereigener Opiate zusammen. Endorphine bewirken eine verbesserte Durchblutung und damit Sauerstoffversorgung des Gehirns. Dies führt zu gewünschten und präventiv wirksamen Umstellungsprozessen im vegetativ-nervalen und hormonellen System. Der Sport wirkt somit als Antistressfaktor ...“ (NOWACKI, ALEFELD 1985)

MEUSEL ist der Auffassung, dass "der Schwerpunkt der prophylaktischen Bedeutung des Sports im psychischen Bereich" in seiner "positiven Auswirkung auf affektive Persönlichkeitsmerkmale, wie *Vitalität, Aktivität, Stimmung, Zufriedenheit* u. ä." liege (MEUSEL 1988).

Durch wachsendes Selbstvertrauen, Selbstbestätigung und Leistungszuwachs können depressive Stimmungslagen überwunden werden. Sportliche Betätigung führt durch erworbene größere Bewegungssicherheit, Beweglichkeit und Leistungsvermögen zu einer allgemeinen Aktivierung des Sporttreibenden und öffnet damit die Kontaktmöglichkeiten zu anderen Menschen. Damit trägt der **Senioren-sport** zu einem nicht unerheblichen Teil zur **Wahrung der Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit** der älteren Menschen bei.

Untersucht man die **Lebensumstände älterer Menschen**, so zeigt sich, dass schon in den 70er Jahren ca. **60%** der über **60-Jährigen alleinstehend** waren, wovon zu einem Anteil von $\frac{3}{5}$ Frauen und $\frac{2}{5}$ Männer betroffen waren. Die Hälfte dieser Personen lebte allein (GEBHARD, HERTLE 1980). Da der Trend zur Überalterung der Bevölkerung fortschreitend ist, kann davon ausgegangen werden, dass der Kreis der Betroffenen wächst.

Die sozialen Kontakte, die ältere Menschen pflegen, sind überwiegend auf die Familie konzentriert. Es folgen der Häufigkeit nach Kontakte zu Verwandten, Nachbarn und Bekannten.

BARTEL veranschaulicht die Sozialbeziehungen des Menschen an dem von MORENO entwickelten Konzept des sozialen Atoms.

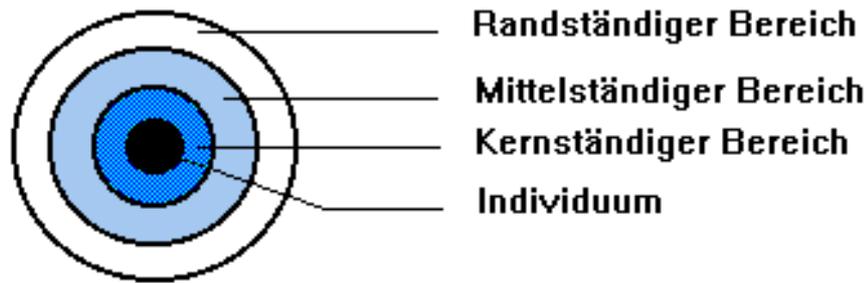


Abb. 3: Diagramm des sozialen Atoms (BARTTEL 1986)

Der **alternde Mensch** als Individuum im **Zentrum** des *Atoms* **verliert** besonders durch den Austritt aus dem Berufsleben im *randständigen* und *mittelständigen Bereich* **Kontakte**, also zu Personen, zu denen er nur in einer flüchtigen oder weniger engen Beziehung steht.

Im Kernbereich, in dem nur solche Personen angesiedelt sind, die in enger Beziehung, in großer Vertrautheit mit dem Individuum leben, haben Verluste besonders nachteilige Auswirkungen, "da diese Personen im Alter weitgehend unersetzt bleiben. Diese Atrophie des sozialen Atoms, deutlich gemacht durch den fortschreitenden Verlust an Rollenspielpartnern, bezeichnet MORENO (1960) als den *sozialen Tod von außen*" (BARTTEL 1986).

Auch durch das räumliche Auseinanderdriften der Familien werden die Besuchsmöglichkeiten älterer Menschen mehr und mehr eingeschränkt. Dies verstärkt ebenfalls **Einsamkeit** und **Isolation im Alter**, aber auch den Wunsch nach mehr sozialen Kontakten zu Gleichgesinnten. LEHR 1972 sieht das Gefühl der Einsamkeit als Funktion der Erwartungshaltung, der Langeweile, der fehlenden Rhythmisierung des Tagesablaufs und als Folge von Abhängigkeiten an, mit der objektiven Kontakthäufigkeit hänge es nur lose zusammen.

Ein **regelmäßiges Sportangebot** trägt somit über die **neuen sozialen Kontakte** zu einer **Verlangsamung der Atrophie des sozialen Atoms** bei und schafft zusätzlich eine **Rhythmisierung des Tagesablaufs**, **vermindert die Langeweile** und wirkt damit dem Einsamkeitsgefühl entgegen.

2.3 Didaktisch-methodische Überlegungen

Bei Seniorensportgruppen, wie auch bei anderen Freizeitsportgruppen, geht es neben dem allgemeinen gesundheitlichen Wohlbefinden in erster Linie um den Aufbau und die Aufrechterhaltung sozialer Kontakte und um persönliche Gruppenerfahrungen und -erlebnisse. Daher sollten die Leistungsvergleiche, die zum Aufdecken von Schwächen Einzelner führen, auf alle Fälle vermieden werden, was aber nicht bedeutet, dass Wettstreit und Wettspiele ausgeschlossen werden. Wettkampf als Gemeinschaftsaufgabe und Anreiz, seine Kräfte für die Gruppe einzusetzen, sind durchaus zu befürworten. "Wie für andere Sportgruppen, so gelten auch für die Senioren die übergreifenden Zielsetzungen mit Entwicklung von Selbsttätigkeit und Selbstbestimmung. Ihre Aktivität darf sich nicht auf die eine Stunde oder zwei Stunden in der Woche beschränken, sondern soll nach Möglichkeit im häuslichen Bereich fortgesetzt werden" (SCHWANER 1978).

Wie bei der allgemeinen **Methodik** des **Sportunterrichts** gelten auch für den Bereich des Seniorensports folgende **methodische Grundsätze**: vom **Leichten zum Schweren**, vom **Bekanntem zum Neuen**, sowie **Wiederholen** und **Schulen**. Besondere Beachtung verlangt die **richtige Dosierung** der Belastung und das **anschauliche Darstellen** der Übungen. Ebenso wichtig ist eine gewisse **Abwechslung**, jedoch sollte man nicht versuchen, dies um jeden Preis zu erreichen. Richtig ist vielmehr eine gesunde Mischung von Bekanntem und Neuem, wobei den Übenden Einsichten und Kenntnisse in Übungszweck, Übungsfolgen, Spielidee etc. vermittelt werden sollte.

Wichtig ist auch die Frage der **Zusammensetzung einer Seniorensportgruppe**. Sinnvoll erscheint die **heterogene Gruppenstruktur**. So empfiehlt BECKMANN 1980 die Übungsgruppe ohne Einschränkung zusammenzustellen. Sie solle nicht homogen sein, könne Menschen verschiedenen Geschlechts und Alters, verschiedener sozialer Schichten und verschiedener Schädigungen aufnehmen. Homogene Gruppen, nur Männer, nur Frauen, nur Patienten mit bestimmten Gesundheitsschäden brächten weniger Anregung, weniger gruppenspezifische, heilsame Reaktionen mit sich.

Trotzdem sollte man darauf achten, dass die Unterschiede in der Leistungsfähigkeit nicht zu groß sind. Wenn man die Einteilung von NEUMANN 1978 zugrunde legt, ist es wohl nicht ratsam, "Nichtsportler" und "Sportler" in einer Gruppe zusammenzufassen. Dagegen ist ein gemeinsames Sporttreiben von "Nichtsportlern" und "ehemaligen Sportlern" sowie von "ehemaligen Sportlern" und "Sportlern" durchaus möglich.

3 AUFBAU UND ORGANISATION DER SENIORENSPORTGRUPPE WETTENBERG

Die **Seniorenportgruppe Wetttemberg** wurde im **Januar 1982** auf Initiative von Univ.-Prof. Dr. med. Paul E. NOWACKI unter der Mitarbeit meines Kommilitonen Volker REEH und mir als **vereinsunabhängige Gruppe des Lehrstuhlinhabers für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen** gegründet. Hierbei unterstützte uns die Gemeinde Wetttemberg (Bürgermeister Schmidt) durch die kostenlose Überlassung ihrer Mehrzweckhalle zu einem zeitlich günstigen Trainingstermin wesentlich.

Die **Trainingspraxis** liegt seit der ersten Stunde im Januar 1982 über den **22-jährigen Untersuchungszeitraum** hinaus in **meiner** und **Volker REEHs Hand**, wobei sich die Gruppe regelmäßig **einmal wöchentlich** für **1 1/4 Stunden** zum Sporttreiben trifft.

Organisatorische Belange, die die Gruppe betreffen, (wie z.B. Schriftverkehr mit der Gemeinde, Öffentlichkeitsarbeit und Aufnahme neuer Mitglieder) **obliegen** überwiegend, sofern nicht die Gesamtgruppe an der Ausführung der jeweiligen Problematik beteiligt ist, **einem gewählten Gruppenmitglied**.

Seit 1986 entrichtet jedes Mitglied einen monatlichen Unkostenbeitrag, zunächst in Höhe von 5.- DM, ab 1990 monatlich 6.- DM und seit 2002 wegen rückläufiger Mitgliederzahl 4.-€ pro Monat zur Deckung der Kosten, die im Wesentlichen für die Aufwandsentschädigung der Übungsleiter anfallen.

Bis zum Jahr 1993 wurde regelmäßig eine Anwesenheitsliste in den einzelnen Stunden geführt, danach wurden die Gruppenmitglieder nur noch in einem seit Januar 1986 existierenden und bis heute kontinuierlich weiter geführten „Beitragsheft“ registriert.

3.1 Struktur der Seniorenportgruppe von 1982 bis 2004

Zur **Vorbesprechung** am 18.1.1982, die den zukünftigen Teilnehmer(inne)n Ziele und Inhalte der geplanten sportpraktischen Betätigung verdeutlichen sollte, erschienen ca. **70 Personen**. Da sich das **Angebot** in erster Linie an **ungeübte SportanfängerInnen** richtete, reduzierte sich die Teilnehmerzahl der **ersten Übungsstunde** am 25.1.82 auf **19 Frauen** und **15 Männer**. Im Laufe der folgenden zwei Monate traten weitere 21 Frauen und 3 Männer der Gruppe bei, womit die **Gesamtgruppenstärke** Ende **März 1982** bei **58** aktiven TeilnehmerInnen lag.

Das **Durchschnittsalter** der **Gesamtgruppe** lag zu diesem Zeitpunkt bei **57.1 Jahren**, wobei die **Frauen** mit **58.1 Jahren** durchschnittlich um 3,3 Jahre älter waren als die **Männer** mit

einem mittleren Alter von **54,8 Jahren**. In Altersgruppen aufgeteilt ergibt sich für die Gründungsmitglieder folgendes Bild:

Tab. 1: Gruppenstruktur der Seniorensportgruppe Wettenberg 1982

Altersgruppe	Frauen	Männer	Gesamtgruppe	% der Gesamtgruppe
jünger als 50 Jahre	5	1	6	10%
50 bis 55 Jahre	10	11	21	36%
56 bis 60 Jahre	9	4	13	23%
61 bis 65 Jahre	8	2	10	17%
66 bis 70 Jahre	7	-	7	12%
älter als 70 Jahre	1	-	1	2%
Gesamtanzahl	40(69%)	18(31%)	58	100%

Der prozentuale Anteil der **Frauen** im Jahr 1982 betrug **69%**, der der **Männer 31%**.

Die Zusammensetzung der Gesamtgruppe im Untersuchungszeitraum 1992 ergibt folgendes Bild:

Tab. 2: Gruppenstruktur der Seniorensportgruppe Wettenberg 1992

Altersgruppe	Frauen	Männer	Gesamtgruppe	% der Gesamtgruppe
jünger als 50 Jahre	1	-	1	3%
50 bis 55 Jahre	3	1	4	13%
56 bis 60 Jahre	7	1	8	25%
61 bis 65 Jahre	7	4	11	34%
66 bis 70 Jahre	2	4	6	19%
älter als 70 Jahre	2	-	2	6%
Gesamtanzahl	22(69%)	10(31%)	32	100%

Im Laufe des Untersuchungszeitraums bis **1992** stieg das **Durchschnittsalter** aller aktiven **Frauen** auf **60,5 Jahre**. Bei den **Männern** der Gesamtgruppe war über die Jahre hinweg ein kontinuierlicher Anstieg von 54,8 Jahren 1982 auf **63,3 Jahre** im Jahr **1992** festzustellen. Die Ursache für den fast linearen Anstieg des Durchschnittsalters der Männer über den 10-jährigen Untersuchungszeitraum hinweg liegt darin, dass die Gruppe Männer zwar Abgänge, aber nur wenig Neuzugänge zu verzeichnen hatte. Bei den Frauen kamen dagegen für ältere ausscheidende Aktive immer wieder jüngere Teilnehmerinnen nach. Das Gleiche

gilt auch für den folgenden **Untersuchungszeitraum** bis zum Jahr **2004**. Hier lag das **Durchschnittsalter** der **Gesamtgruppe** bei **73,2 Jahren**, das der Männer bei **74,2 Jahren** und das mittlere Alter der **Frauen** bei **72,7 Jahren**. Die **älteste Aktive** im Jahr **2004** war **85 Jahre** alt und hat seit der ersten Übungsstunde im Januar 1982 regelmäßig an den Sportstunden teilgenommen.

Die Zusammensetzung der Gesamtgruppe im Untersuchungsjahr 2004 ergibt folgendes Bild:

Tab. 3: Gruppenstruktur der Seniorensportgruppe Wettenberg 2004

Altersgruppe	Frauen	Männer	Gesamtgruppe	% der Gesamtgruppe
66 bis 70 Jahre	3	1	4	21%
70 bis 75 Jahre	7	3	10	53%
76 bis 80 Jahre	2	2	4	21%
älter als 80 Jahre	1	-	1	5%
Gesamtanzahl	13(68%)	6(32%)	19	100%

Der prozentuale Anteil der Frauen an der Gesamtgruppe lag während des 22-jährigen Untersuchungszeitraums zwischen 65% und 70%, der der Männer bei 35% bis 30%.

Um die **Seniorensportgruppe Wettenberg** im Hinblick auf die **sportliche Sozialisation** ihrer Mitglieder analysieren zu können, werden in Anlehnung an NEUMANN 1978 die drei Kategorien "**Nichtsportler**", "**ehemalige Sportler**" und "**Sportler**" in leicht modifizierter Form übernommen. Als "**Nichtsportler**" sollen alle ProbandInnen gelten, die über den Schulsport hinaus **im Laufe ihres Lebens keinerlei sportlicher Betätigung** nachgingen. Zu den "**ehemaligen Sportlern**" zählen diejenigen Personen, die zu **einem beliebigen Zeitpunkt ihres Lebens einer oder mehreren Sportarten im Verein** nachgegangen sind. Unter die Gruppe "**Sportler**" werden hier alle Gruppenmitglieder subsumiert, die über den Seniorensport **hinaus regelmäßig im Verein oder informell Sport treiben**. Für die angeführten Jahre 1982, 1992 und 2004 bezieht sich die erfolgte Einteilung auf das über die Teilnahme an unserem Trainingsprogramm hinausgehende sportliche Engagement der Teilnehmer/innen.

Die gewählte Einteilung soll nichts über Qualität und Quantität der sportlichen Betätigung der zu den einzelnen Gruppen zusammengefassten Personen aussagen. Vielmehr sollen hier die Erfahrungen mit und Einstellungen zum Sport deutlich werden.

Die folgende Tabelle veranschaulicht, welchen prozentualen Anteil die SeniorensportlerInnen an den drei Gruppen haben. Dabei fällt auf, dass bei den **Frauen** der Anteil der **"Nichtsportlerinnen"** in den Untersuchungsjahren **1982** und **1992** mit **ca. 50%** relativ hoch war, jedoch im Jahr **2004** der Anteil der Nichtsportlerinnen zugunsten der aktiven Sportlerinnen **auf ca. 30% gesunken** ist. Die **Männer** dagegen sind über den **gesamten Untersuchungszeitraum** stärker zu den **"Sportlern"** bzw. **"ehemaligen Sportlern"** zu zählen. Auffällig ist, dass im Jahr **2004** nur **einer** der **6 aktiven Männer keinen weiteren Sport betreibt**. Aus psychologischer Sicht betrachtet heißt das, dass die **Männer** sich mit ihrem Gruppenbeitritt eher **auf bekanntem Terrain** bewegten, während die **Frauen** vermehrt bereit waren, **Neuland** zu betreten. Im Laufe der im Seniorensport aktiven Jahre hat Sport und **Bewegung** aber bei **beiden Gruppen** einen **höheren Stellenwert in ihrer Lebensgestaltung** bekommen, was einerseits auf die vermehrte Freizeit im Rentenalter zurückzuführen ist, andererseits aber auch auf ein **verbessertes Körperbewusstsein** durch die Teilnahme an unserem Trainingsprogramm.

Tab. 4: Die sportliche Sozialisation aller Aktiven der SSG Wetttenberg in den Jahren 1982, 1992 und 2004

	Nichtsportler/innen	ehemalige Sportler/innen	Sportler/innen
Gesamtgruppe			
1982 (n = 58)	36,2%	37,9%	25,9%
1992 (n = 32)	40,6%	40,6%	18,8%
2004 (n =19)	26,3% (5)	21,1% (4)	52,6% (10)
Frauen			
1982 (n = 40)	47,5%	35,0%	17,5%
1992 (n = 22)	50,0%	40,9%	9,1%
2004 (n =13)	30,7% (4)	30,8% (4)	38,5% (5)
Männer			
1982 (n = 18)	11,2%	44,4%	44,4%
1992 (n = 10)	20,0%	40,0%	40,0%
2004 (n =6)	16,7% (1)	0 %	83,3% (5)

Bei den über den gesamten Untersuchungszeitraum hinaus aktiv verbliebenen ProbandInnen („Gesamt-Aktive“) zeigt sich das oben beschriebene Phänomen hin zu mehr körperlicher Aktivität im Rentenalter ebenfalls:

Tab. 5: Die sportliche Sozialisation der Probandengruppe 82/92 und der Probandengruppe 82/92/04

	Nichtsportler/innen	ehemalige Sportler/innen	Sportler/innen
Gesamt-Aktive	n	n	n
1982 (n = 18)	8	9	2
1992 (n = 18)	7	6	6
2004 (n = 11)	2	1	8
Frauen			
1982 (n = 11)	6	5	0
1992 (n = 11)	6	3	2
2004 (n = 6)	1	1	4
Männer			
1982 (n = 7)	2	3	2
1992 (n = 7)	1	2	4
2004 (n = 5)	1	-	4

Der **Wassersport** (Schwimmen, Aqua-Jogging und Wassergymnastik) erfreut sich bei den „SportlerInnen“ **besonderer Beliebtheit**. Immerhin 7 der 10 über den Seniorensport hinaus Aktiven betrieben regelmäßig Wassersport. Dies ist besonders auf die Gelenk schonende Möglichkeit sportlicher Betätigung im Wasser zurückzuführen.

Über die rein sportlichen Aktivitäten hinaus führten **alle** in der Studie **erfassten Personen** einen **eigenen Haushalt**, großteils mit **eigenem Garten**, wobei ungezählte Stunden **zusätzlicher körperlicher Betätigung** anfielen. Kein Gruppenmitglied wohnte in einer betreuten Einrichtung oder wurde von Familienmitgliedern versorgt.

3.2 Fluktuation innerhalb der Gruppe

Die **Seniorensportgruppe Wetttemberg** war seit Beginn ihres Bestehens über den gesamten Untersuchungszeitraum mit Abgängen und Neuzugängen ihrer Mitglieder konfrontiert. Die Abgänge, die überwiegend alters- und krankheitsbedingt waren (s. 10.1.1), konnten durch Neuzugänge nicht aufgewogen werden, da sich im Laufe der Jahre im sportlichen Umfeld unserer Gruppe im Hinblick auf weitere Seniorensportangebote einiges getan hat, sodass der Interessentenkreis sich mittlerweile auf mehrere Gruppen aufteilt.

Für die Jahre 1982 bis 2004 lässt sich die Teilnehmerzahl der Gruppe mit ihren Zu- und Abgängen wie folgt darstellen:

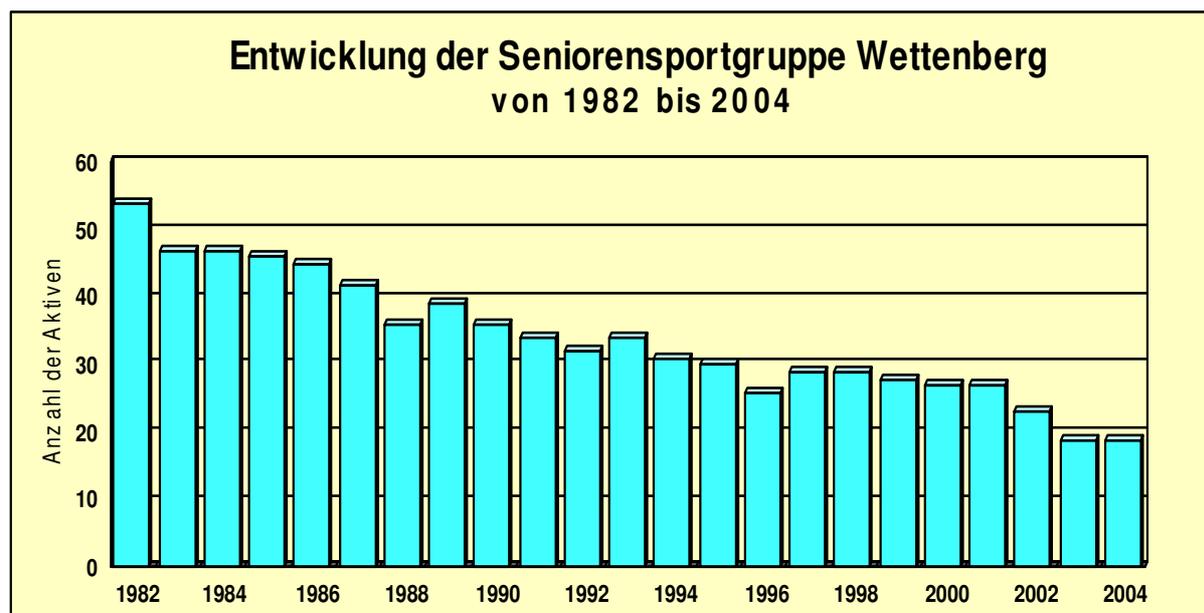


Abb. 4: Gruppenstärke der Seniorensportgruppe Wettenberg von 1982 bis 2004

Die Gesamtgruppenstärke fiel von durchschnittlich 54 Teilnehmer(inn)en im Gründungsjahr 1982 auf 32 im Jahr 1992, wobei im Jahr 1989 durch intensivere Werbemaßnahmen der Mitgliederrückgang etwas gebremst werden konnte. Hier konnte ein Zuwachs von 36 Personen im Vorjahr auf 39 im Jahresmittel für 1989 verbucht werden. In Bezug auf die Gesamtgruppe 1992 stellt die Untersuchungsgruppe mit 18 Teilnehmer(inne)n einen Anteil von 56%.

Die Anzahl der Aktiven ist in den folgenden Jahren bis zum Untersuchungsjahr 2004 kontinuierlich bis auf 19 Personen zurückgegangen, wobei die meisten Männer und Frauen aus Altersgründen die Gruppe verlassen haben.

Neue Mitglieder zu werben ist bei der wachsenden Zahl privater Fitness-Studios, die auch gezielt Angebote für ältere Menschen machen, schwierig. Viele Bewegungswillige bevorzugen die zeitliche Ungebundenheit und Unverbindlichkeit eines Fitness-Studios. Neuzugänge unserer Gruppe kamen immer aus dem Bekanntenkreis der alten Mitglieder der Seniorensportgruppe Wettenberg.

Die Gruppe setzte sich im Jahr 2004 aus 13 Frauen und 6 Männern zusammen, wovon 6 Frauen und 5 Männer zu den Gründungsmitgliedern von 1982 gehörten, d.h. der Anteil der Mitglieder mit 23-jähriger Zugehörigkeit zur Gruppe betrug zu diesem Zeitpunkt 59% der Gesamtgruppe.



Abb. 5: Gruppenbild der Seniorensportgruppe Wetttenberg 1984



Abb. 6: Die SSG Wetttenberg 2004

3.3 Sportmedizinische Untersuchungen am Institut für Sportmedizin der JLU Gießen über den 22-jährigen Übungsbetrieb hinweg

3.3.1 Spiroergometrische Eingangsuntersuchung 1982

Im Zeitraum vom 2.2.1982 bis zum 26.3.1982 wurden 58 Probandinnen und Probanden (40 Frauen und 18 Männer) der Seniorensportgruppe Wetttenberg am Institut für Sportmedizin der JLU Gießen leistungsmedizinisch untersucht. Somit waren alle Teilnehmer(innen) der Gruppe zum damaligen Zeitpunkt erfasst. Die mit 31 Jahren jüngste Aktive, die im Juli 1982 der Gruppe beigetreten ist, wurde am 12.8.1982 erstmalig sportmedizinisch untersucht. Nach Zuordnung der Seniorensportler(innen) zu den in Kap. 5.2 dargestellten Belastungsverfahren, ergibt sich für die Erstuntersuchung folgende Gruppeneinteilung:

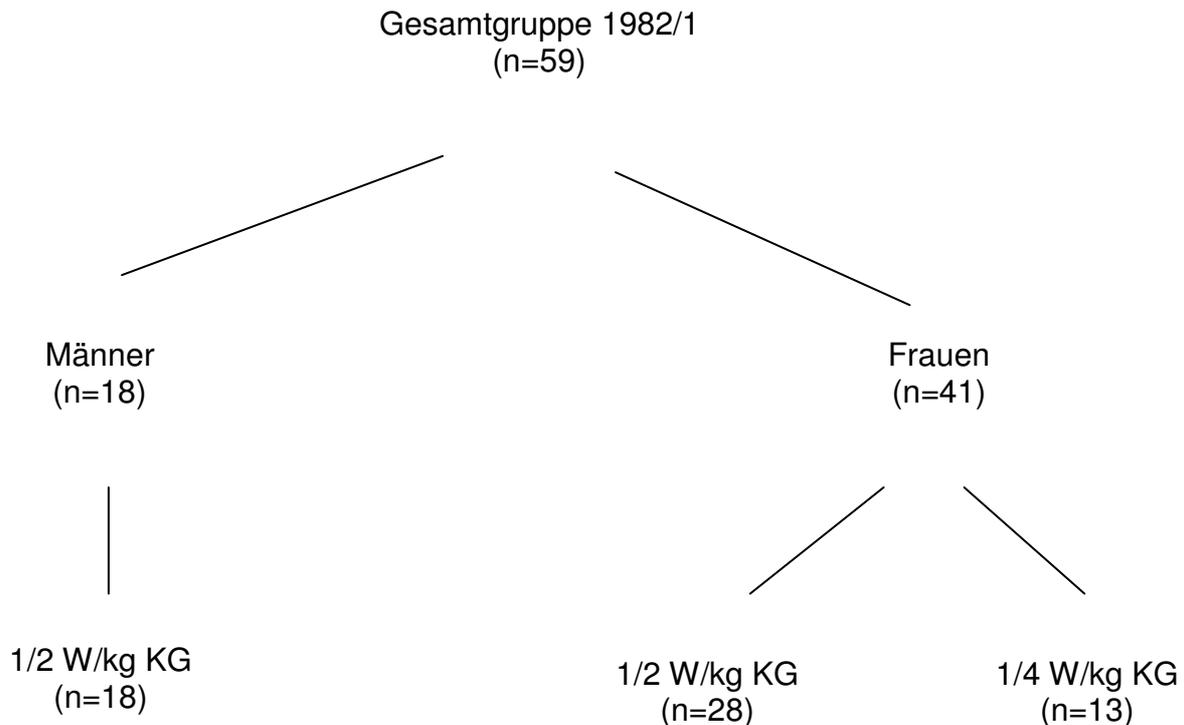


Abb. 7: Gruppeneinteilung für die Erstuntersuchung 1982 nach Geschlecht und Belastungsmethode

Nach der 1. sportmedizinischen Untersuchung kam es zu einer großen Fluktuation innerhalb der Gruppe, was seine Ursachen darin hat, dass zum einen für etliche Teilnehmer/innen die Aussicht auf eine kostenlose sportmedizinische Leistungsdiagnose ein wesentlicher Motivationsfaktor für ihren Beitritt zur Gruppe darstellte, zum andern sich für einige ihre

Erwartungen an das sportliche Angebot nicht erfüllten. So verließen in den ersten Monaten 12 Personen (3M, 9F) die Gruppe, größtenteils ohne Angabe von Gründen.

3.3.2 Zweite spiroergometrische Leistungsdiagnose nach 8-monatigem Training

Zur zweiten sportmedizinischen Leistungsdiagnose im Zeitraum vom 1.10. bis 29.10.1982 erschienen noch 47 Teilnehmer(innen) der Erstuntersuchung. Außerdem wurde eine Frau, die Ende April 1982 in die Gruppe aufgenommen wurde, erstmalig sportärztlich untersucht.

Bei allen ProbandInnen wurde für die zweite spiroergometrische Untersuchung die gleiche Belastungsmethode gewählt wie bei der ersten.

Die Gruppeneinteilung für die zweite Untersuchung 1982 sieht damit wie folgt aus:

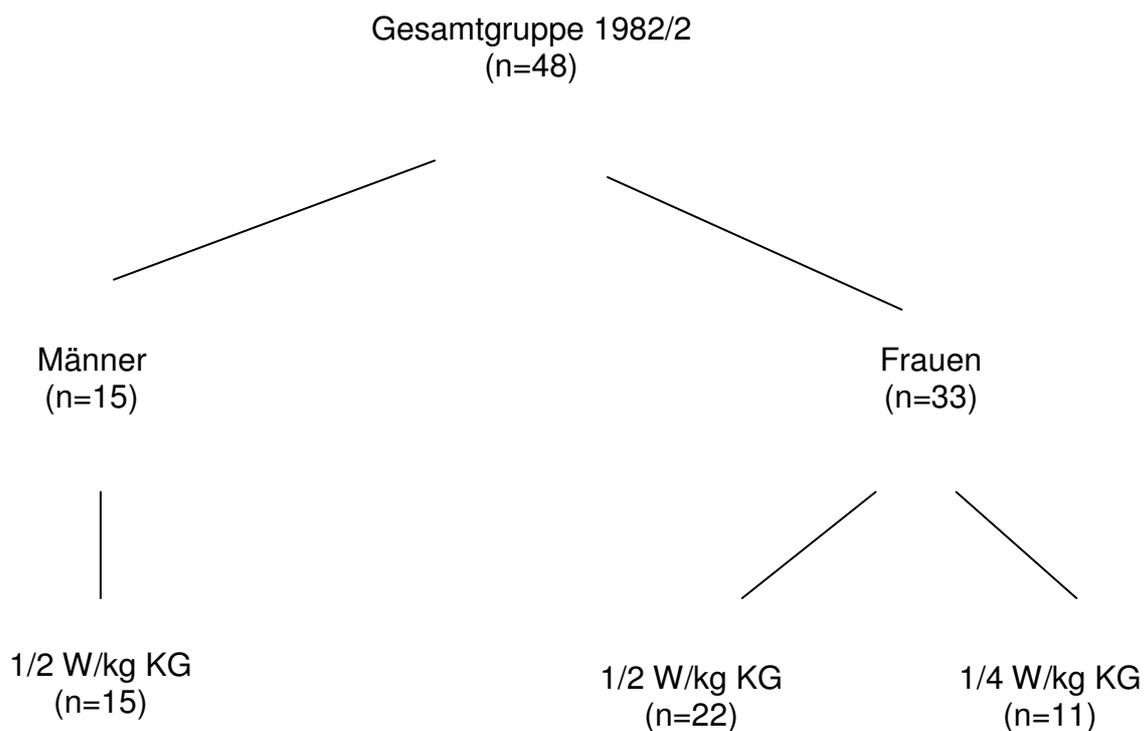


Abb. 8: Gruppeneinteilung für die Zweituntersuchung 1982 nach Geschlecht und Belastungsmethode

Die Ergebnisse der ersten beiden sportmedizinischen Untersuchungen sind Gegenstand der beiden wissenschaftlichen Hausarbeiten im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien im Fach Sportwissenschaft von REEH 1983 und VENEDEY 1983.

3.3.3 Dritte spiroergometrische Leistungsdiagnose nach 10-jährigem Training

Im Verlauf der folgende 10-jährigen Trainingsperiode verließen 8 Männer und 22 Frauen (13 Probandinnen aus der Gruppe "Frauen $\frac{1}{2}$ W/kg" und 9 aus der Gruppe "Frauen $\frac{1}{4}$ W/kg"), die an der zweiten Untersuchung beteiligt waren, die Gruppe. Bei den Männern ist der Ausstieg in fünf Fällen krankheitsbedingt (1 Todesfall), in zwei Fällen führte eine berufliche Entscheidung zu einem dauerhaften Ortswechsel und ein Proband verließ die Gruppe ohne Angabe von Gründen. Aus der Gruppe "Frauen $\frac{1}{2}$ W/kg" nahmen sechs Teilnehmerinnen aus gesundheitlichen Gründen Abschied von der SSG Wetttenberg, zwei aus familiären Gründen und vier wegen diverser anderer Ursachen. Altersbedingt schieden vier Frauen der Gruppe "Frauen $\frac{1}{4}$ W/kg" aus, weitere vier aufgrund schwerer Erkrankungen und lediglich eine Frau verließ die Sportgruppe ohne Angabe von Gründen.

Nach 10-jährigen kontinuierlichem Training konnten somit aus der Ausgangsgruppe noch 18 Aktive, die an den beiden ersten Leistungsdiagnosen beteiligt waren, im Zeitraum vom 24.1. bis 17.2.1992 (drei Personen zwischen dem 10.6. und dem 20.7.) untersucht werden. Außerdem unterzogen sich bis auf vier Personen alle übrigen aktiven Mitglieder der Seniorensportgruppe Wetttenberg (10 Frauen und 1 Mann) zur gleichen Zeit am Institut für Sportmedizin einer spiroergometrischen Leistungsuntersuchung.

So ergibt sich für den ersten Teil der Langzeitstudie folgende, für diese Arbeit relevante Gruppeneinteilung:

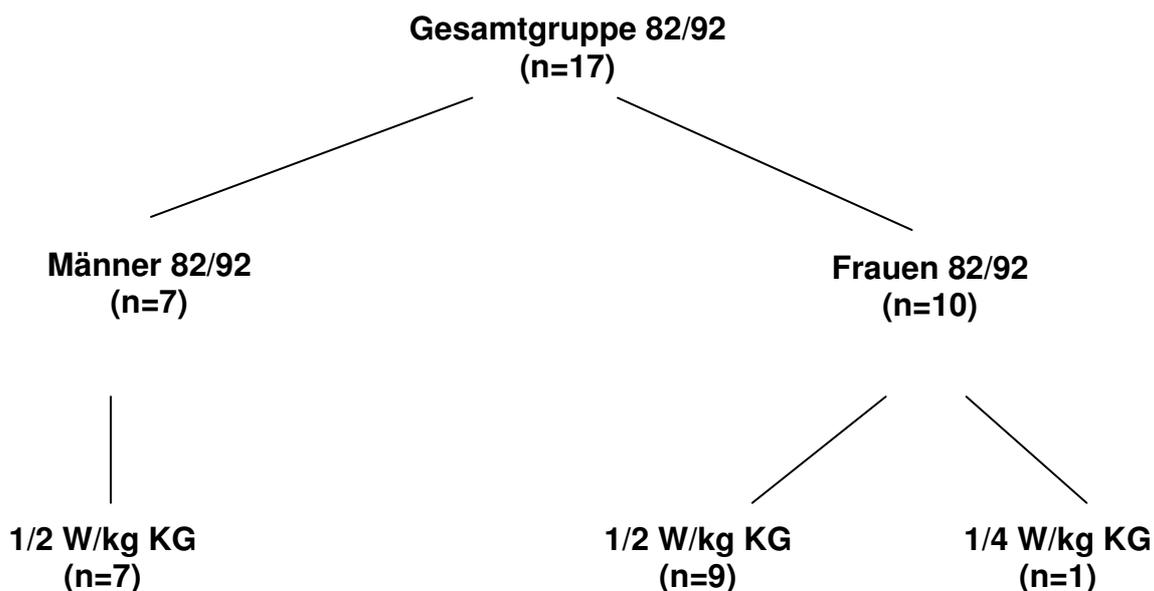


Abb. 9: Gruppeneinteilung für die 3. Untersuchung 1992 der verbliebenen Aktiven nach Geschlecht und Belastungsmethode

Die Anzahl der Probandinnen, die mit der $\frac{1}{4}$ W/kg KG-Methode belastet wurden, sank von 11 Frauen 1982 auf eine einzige (Prob.Nr.06) im Jahr 1992. Die Ursache hierfür ist darin zu sehen, dass schon zu Beginn der Langzeitstudie das wichtigste Einteilungskriterium für diese Gruppe das fortgeschrittene Lebensalter war. So verwundert es nicht, dass hier im Laufe der 10 Jahre besonders viele Teilnehmerinnen aus dem aktiven Sporttreiben ausschieden.

Vergleicht man die Alterstruktur der Gesamtgruppe "Frauen $\frac{1}{2}$ W/kg" und der "Männer" der beiden ersten Untersuchungen 1982 mit der Restgruppe FRAUEN 82/92 und MÄNNER 82/92, die an allen drei Untersuchungen teilgenommen hatten, so fällt auf, dass die Frauen der Gesamtgruppe 1982 mit einem Durchschnittsalter von 56,0 Jahren um mehr als 6 Jahre älter waren als die bis 1992 verbliebenen Frauen es zum damaligen Zeitpunkt waren. D.h., dass überwiegend die jüngeren Teilnehmerinnen über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg aktiv geblieben sind. Bei den Männern ist die Altersdiskrepanz weniger drastisch. Während die Gesamtgruppe Männer 1982 im Durchschnitt 55,5 Jahre alt war, war die Gruppe MÄNNER 82/92, deren Untersuchungsergebnisse Gegenstand dieser Arbeit sind, bei den beiden Untersuchungen im Jahr 1982 mit einem Durchschnittsalter von 53,6 -54,3 Jahren nur um knapp zwei Jahre jünger als der Gruppendurchschnitt.

3.3.4 Vierte sportmedizinische Leistungsdiagnose nach 22-jährigem Training

Nach 22-jährigem kontinuierlichem Übungsbetrieb, der über die gesamte Zeitdauer von meinem Kollegen Volker REEH und mir durchgeführt wurde, waren im Untersuchungsjahr 2004 noch 11 Gründungsmitglieder aktiv (6 F., 5 M.), wovon eine Frau (Prob.Nr.23) wegen längerfristiger Erkrankung und schwerer Kniearthrose nicht an der letzten Untersuchung teilnehmen konnte. Die Probanden Nr. 1 und 3 haben aus beruflichen Gründen mehrere Jahre pausiert, weswegen sie im Untersuchungsjahr 1992 nicht zu den aktiven Mitgliedern der Gruppe zählten. Beide sind aber seit Jahren (1995 bzw. 1998) wieder in der SSG Wetttenberg sportlich aktiv.

Außerdem nahm Probandin Nr. 4, die seit 1984 Gruppenmitglied ist und an der Untersuchung im Jahr 1992 teilgenommen hat, ebenfalls an der sportmedizinischen Leistungsdiagnose teil.

4 TRAININGSGESTALTUNG

4.1 Allgemeine Grundsätze

Das **Training im Alter soll Spaß machen** und positive Wirkung auf das psycho-physische Wohlbefinden haben, darf also nicht zur "Quälerei" für Leistung um jeden Preis werden und sollte auf keinen Fall zu eintönig sein.

Da auch der **alte Mensch** noch **regenerationsfähig** ist, ist der **Mensch bis ins hohe Alter trainierbar**. Ein **immerwährendes mäßiges Training des Bewegungsapparates** wirkt zwar nicht lebensverlängernd, **beeinflusst den Menschen aber in Bezug auf sein biologisches Alter außerordentlich günstig** (BANZER, HOFFMANN 1990).

Als grundsätzliche Forderung für den Stundenaufbau einer allgemeinen (nicht sportartspezifischen) Trainingsstunde leiten sich folgende Kriterien ab:

Abwechslung in den einzelnen Stunden sowie Abwechslung zwischen den Stundeninhalten **erhöhen die Motivation der Teilnehmer**.

Die **Anforderungen** sollten **auf die Möglichkeiten der Aktiven abgestimmt** sein. Sowohl Über- als auch Unterforderung lassen den Spaß am Üben leicht vergehen. In **leistungsheterogenen Gruppen** sollte das Übungsangebot eine **individuelle Belastungsintensität** zulassen, d. h. dass jeder seinen Möglichkeiten entsprechend belastet werden können sollte.

Die Übungsleiter sollten, im Rahmen der Möglichkeiten, bemüht sein, **neue Übungselemente** anzubieten (z.B. neue Tänze, Geräte, Spiele etc.). Dabei muss aber die Gewähr bestehen, durch **Üben** und **Wiederholen** in mehreren Übungseinheiten **motorische Verbesserungen erzielen** zu können.

Die **körperliche Belastung** sollte **nicht einseitig** sein, d.h. es sollten alle Körperteile und Muskelgruppen im Verlauf einer Übungseinheit angesprochen werden, um **Entspannungsfähigkeit, Flexibilität und Kraft** zu schulen.

Besondere Beachtung sollte aber in jeder Stunde die Belastung von **Herz-Kreislauf- und Atmungssystem** finden, indem eine **trainingswirksame Pulsfrequenz** von ca. **180 - Lebensalter** über **mehrere Minuten** erreicht werden sollte. Solche relativ kurzen (3 - 5 min), intensiven Herz-Kreislaufbelastungen können mehrmals pro Stunde durchgeführt werden.

Zur **Förderung sozialer Kontakte** innerhalb der Trainingseinheit bieten sich sowohl **Partner-** als auch **Gruppenübungen und -spielformen** an. Außerdem kann eine kürzere

Pause zwischen zwei Übungsblöcken, in der organisatorische Aufgaben bewältigt werden, Gelegenheit zu privaten Gesprächen unter den Gruppenmitgliedern bieten.

Das **Gruppenerlebnis** lässt sich durch gelegentliche **gemeinsame Aktivitäten** über die Trainingsstunden hinaus, wie etwa durch Wanderungen, Grillabende etc., die von den Gruppenmitgliedern selbst organisiert werden, intensivieren.

4.2. Allgemeiner Aufbau einer Übungseinheit

Unter Beachtung der oben angeführten Grundsätze sollte eine Trainingsstunde etwa folgendermaßen aufgebaut sein:

I. Gymnastik

- Aufwärmen (z.B. durch Tanz oder lockeres Laufen, schnelles Gehen etc.)
- Lockerung der Muskulatur (z.B. durch große schwunghafte Bewegungen)
- Dehnübungen (aktive, nicht ruckhafte Dehnung, keine Partnerarbeit)
- Koordinationsübungen (z.B. Drehungen um die Längsachse, Gleichgewichtsübungen, Schrittkombinationen)
- Kräftigungsübungen (keine Schnellkraft, nicht gegen zu große Widerstände!)

(MEUSEL 1988, 1999)

II. Ausdauerbelastungen (Laufen mit Musik, mit Bällen etc.)

III. Spielformen (z.B. Prellball, Treibball, etc.)

Dabei ist die Reihenfolge nicht stur einzuhalten, sondern durchaus variabel zu gestalten. Wesentlich ist nur, dass allen Übungsformen eine allgemeine und spezielle Aufwärmphase vorausgeht, um Verletzungen, wie Zerrungen und Muskelfaserrisse, zu vermeiden. Vor Kräftigungsübungen für einzelne Muskelgruppen sollte deren aktive Dehnung stehen, da die vorgedehnte Muskulatur besser arbeitet (SCHNACK 1992).

Um besonders bei Gymnastik Eintönigkeit zu vermeiden, sollte darauf geachtet werden, dass nicht mehrere Übungen nacheinander für den gleichen Körperteil gemacht werden und dass die Ausgangstellungen öfters gewechselt werden (Stehen, Sitzen, Liegen). Besonders motivierenden Charakter hat der Einsatz von Musik oder von Geräten (oder beidem) zur Gymnastik. Dies lenkt von der Anstrengung ab und spornt zum Durchhalten an.

Ausdauerleistungen können in Form eines Intervalltrainings in die Übungsstunde eingebaut werden, wobei zwischen den einzelnen Belastungen aktive Erholungspausen mit Gymnastik

im Gehen oder, nach einer kurzen Erholung des kardiozirkulatorischen Systems durch Gehen oder langsames Traben, mit Gymnastik am Ort durchgeführt werden können. Kraftübungen sollten wegen der hohen Kreislaufbelastung nicht in den Intervallpausen ausgeführt werden.

Die Spielformen sollten abwechslungsreich gestaltet sein. Spiele mit Zweikampfcharakter und direktem Körperkontakt mit dem Gegenspieler und Spiele, die Schnellkraft erfordern, sollten nur nach verantwortungsbewusstem Abwägen möglicher Risiken durchgeführt werden. Durch Abwandlung von Regeln und Spielgeräten eignen sich einige "große Spiele" und die meisten "kleinen Spiele" sehr gut für eine Seniorensportgruppe. Auch geeignete Spiele aus der "New Games Bewegung" (FLUEGELMAN, TEMBECK 1979) finden großen Zuspruch.

4.3 Überblick über Stundeninhalte

Im Verlauf des 22-jährigen Untersuchungszeitraums wurde der Übungsbetrieb für die Aktiven sehr kontinuierlich wahrgenommen, wobei nur wenige Stunden infolge äußerer Umstände (Feiertage bzw. Hallenschließung) ausfallen mussten. Längere Pausen zu Ferienzeiten wurden nicht eingeschoben.

Die Trainingsgestaltung war den räumlichen Bedingungen, der Gruppenstärke und der Heterogenität der Gruppe angepasst.

Die Mehrzweckhalle in Krofdorf-Gleiberg, die uns seit Januar 1982 zur Durchführung des sportlichen Trainings zur Verfügung steht, ist nicht ausgerüstet für die großen Sportspiele, ebenso fehlen Markierungslinien auf dem Boden. Vereinseigene Turngeräte (Kästen, Matten, etc.), Gymnastik-Handgeräte wie Bälle, Seile, Reifen, Stäbe und Tennisringe, sowie Medizinbälle, Zauberschnüre, kleine Hanteln, drei Schwebebänke, einige „Fit-Tramps“, zahlreiche „Stepper“ und ca. 30 Gymnastikmatten waren vorhanden und konnten von uns frei benutzt werden. Außerdem war die Halle mit einer kompletten Saalbestuhlung ausgestattet. Um das Geräteangebot zu bereichern, stellten wir öfters selbst organisierte Spielgeräte wie Luftballons, Federballschläger, "punching-balls" (große, sehr stabile Luftballons), selbstgemachte bunte Tücher u.Ä. zur Verfügung. In Laufe der Jahre schafften sich alle Teilnehmer/inner einen Gymnastikball und ein Springseil selbst an, da die Hallenausrüstung durch Gräteverlust immer schlechter wurde. Seit Dezember 1998 besitzen alle Mitglieder ein eigenes „Theraband“. Zum Abspielen von Musik benutzten wir einen tragbaren Cassetten-/CD-Player.

Um der Stärke und der Heterogenität der Gruppe Rechnung zu tragen, bot sich bei der Trainingsdurchführung überwiegend die deduktive Lehrmethode an, da hierdurch die Effektivität des Trainings eher gewährleistet werden konnte.

Die Übungsangebote wurden so gewählt, dass sie von allen gemeistert werden konnten, wobei aber immer darauf hingewiesen wurde, dass jede/r Teilnehmer/in auf der Basis eines von uns vorgegebenen Mindestmaßes die Intensität (Anzahl der Wiederholungen, Tempo etc.) selbst bestimmen musste.

Einzelkorrekturen beschränkten sich auf Ausnahmen, im Vordergrund stand die Gruppenkorrektur.

Die ausgewählten Spiele mussten folgende Bedingungen erfüllen: Sie mussten ohne großen technischen Aufwand durchführbar sein, sollten eine große Mitspielerzahl zulassen, durften vom Regelwerk her nicht zu kompliziert sein und durften keine größeren Verletzungsgefahren in sich bergen.

Geeignet erschienen danach besonders Riegenspiele, Wurfspiele, kommunikative Spiele und einzelne Rückschlagspiele, die durch die Auswahl entsprechender Spielgeräte (wie Softbälle, Wasserbälle etc.) das Verletzungsrisiko gering hielten.

Den Bedingungen und Möglichkeiten entsprechend, waren die Stundeninhalte überwiegend durch Gymnastik in verschiedensten Formen, durch Laufen und Spielen sowie gelegentlichem Tanzen geprägt. Damit sah eine Übungsstunde von den motorischen Anforderungen im Allgemeinen etwa folgendermaßen aus:

1. Aufwärmen durch Laufen, schnelles Gehen und Hüpfen in verschiedenen Variationen mit und ohne Musik, unterbrochen durch gymnastische Übungselemente.



Abb. 10: Allgemeines Aufwärmen – Hüpfen (1985)

2. Gymnastik (insbesondere Dehnübungen), Geschicklichkeits- und Koordinationsübungen, Kräftigungsübungen sowie Spielelemente mit Geräten



Abb. 11: Gleichgewichtsübung (1985)



Abb. 12: Kräftigung mit dem Theraband (2004)

3. Laufen nach individuellem Leistungsvermögen
4. Pause für Anwesenheitsliste und organisatorische Belange
5. Spielerische Übungsformen mit Geräten, Spiele, Tanzen, Zirkeltraining



Abb. 13: Ententanz (1985)



Abb. 14: Zirkeltraining (2004)

Im Verlauf des 22-jährigen Untersuchungszeitraumes verschob sich die Gewichtung einzelner Stundenelemente je nach dem Leistungsvermögen der Aktiven. Während am Anfang mit den überwiegend völlig ungeübten Teilnehmer(inne)n Stuhlgymnastik, einfache Koordinationsübungen und wenig belastende Riegenspiele durchgeführt wurden, konnte im Laufe der Zeit, dem in allen Bereichen wachsenden Leistungsvermögen der Aktiven entsprechend, mehr zu Herz-Kreislauf belastenden Übungsformen, wie häufigeres und ausdauernderes Laufen, intensiveren Bewegungsspielen und einer mehr dynamisch orientierten Zweckgymnastik übergegangen werden (VENEDEY 1983).

Mit fortschreitendem Alter der "Stammgruppe" (d.h. derer, die von Anfang an dabei waren) musste das Laufprogramm zu Gunsten verstärkter Gymnastik, die zunehmend in Richtung Stretching ging, reduziert werden, da immer mehr Aktive wegen arthrotischer Gelenkbeschwerden Mühe mit ausdauerndem Laufen bekamen. Um den "Fitteren" dennoch die Möglichkeit eines kreislaufwirksamen Trainings zu bieten, wurde vor Beginn der ca. 10minütigen Pause standardmäßig ein Ausdauerlauf eingeflochten, den jede/r so intensiv und lange durchführen konnte, wie es ihren/seinen Möglichkeiten entsprach.

Seit dem Jahr 1993 wurde keine Anwesenheitsliste mehr für die einzelnen Stunden geführt, wodurch die Notwendigkeit einer eingeschobenen Pause entfiel, der Übungsbetrieb wird seither lediglich durch Auszeiten für Geräteaufbau oder Wechsel des Handgeräts unterbrochen. Zeit für Privatgespräche oder allgemeine Mitteilungen stehen zu Beginn oder am Ende der Übungsstunden zur Verfügung.

4.4 Gemeinsame Aktivitäten über den Sport hinaus

Wie in Kapitel 2.3 dargestellt, trägt sportliche Betätigung zu einer allgemeinen Aktivierung des Sporttreibenden bei, was wiederum hilft, soziale Vereinsamung zu überwinden und über den Sport hinaus neue Aktivitäten zu entwickeln.

Im Laufe der vielen Jahre gemeinsamen Sporttreibens haben einige Gruppenmitglieder schwere Schicksalsschläge, wie Verlust des Lebenspartners, schwere Erkrankungen etc. hinnehmen müssen. In derart schwierigen Lebensphasen hat sich die Zugehörigkeit zur Gruppe als ein äußerst hilfreicher Faktor zur Bewältigung dieser Situationen erwiesen. Für die Betroffenen war und ist es wichtig zu wissen, dass sie in ihrer Sportgruppe den nötigen Rückhalt und Stärke für das Weiterleben bekommen.

Außerdem hat die sportliche Aktivität Mut gemacht, Neues in Angriff zu nehmen, seien es neue Hobbys, Fernreisen, etc. bis hin zu neuen Lebensgemeinschaften.

Gemeinsame Unternehmungen außerhalb des Sports, die längst zur Tradition der Gruppe gehören, tragen ebenfalls zum allgemeinen Wohlbefinden der Seniorinnen und Senioren bei. So wird jedes Jahr am Montag vor dem Rosenmontag gemeinsam Fasnacht gefeiert, wobei seit 1994 der Spaß mit lustigen musikalischen Beiträgen und Mundartgedichten von zwei Gruppenmitgliedern noch gekrönt wird.



Abb. 15: Fasnacht 1987 mit tollen Verkleidungen



Abb. 16: Fasnacht 2001 mit Musik und Unterhaltung durch zwei aktive Seniorensportler



Abb. 17: Fasnacht 2005 mit einem lustigen Dialog über Schiller

Im Sommer steht eine gemeinsame Wanderung mit gemütlichem Beisammensein auf dem Programm. Auch größere Ausflüge, wie zwei Weinproben in Ülversheim/Rheinhessen und der Besuch der Bundesgartenschau im Kassel fanden regen Anklang. Zu diesen Unternehmungen konnten auch zahlreiche ehemalige Mitglieder, die aus gesundheitlichen Gründen am aktiven Sportprogramm nicht mehr teilnehmen, mobilisiert werden. Dabei zeigt sich immer wieder die enge emotionale Verbundenheit dieser „Ehemaligen“ mit der Seniorensportgruppe Wettenberg.



**Abb. 18:
Zur Vorbereitung auf die
Weinprobe werden auf dem
"Musterrebgarten" der
Ülversheimer Winzer mit
über vierzig verschiedenen
Rebsorten die
verschiedenen
Geschmacksrichtungen
getestet.
(Oktober 2003)**

Den Abschluss der Jahresaktivitäten stellt eine fröhliche und besinnliche Weihnachtsfeier Mitte Dezember dar.



**Abb. 19: Weihnachtsfeier
Dezember 2004**

5 METHODIK

5.1 Untersuchungsverfahren

Der **medizinischen Langzeitstudie** über die körperliche, kardiozirkulatorische und kardiorespiratorische Belastbarkeit von **SeniorenportlerInnen** liegen umfassende **klinisch-internistische Untersuchungen**, eine **Lungenfunktionsdiagnostik**, eine **elektrokardiographische Untersuchung** (Ruhe- und Ergo-EKG) und **spiroergometrische Belastungsuntersuchungen** bei Tretkurbelarbeit im Sitzen zugrunde. Unter der Leitung von Prof. Dr. NOWACKI und seinen MitarbeiterInnen wurden die Untersuchungen am Institut für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführt, wobei mein ehemaliger Kommilitone Volker REEH und ich bei den beiden ersten Untersuchungsreihen (U1 1982, U2 1982) assistierten. Weiterhin konnte ich bei allen Nachuntersuchungen mitwirken.

Im Zeitraum von Anfang **Februar** bis Ende **März 1982** fand die erste, **nach 8-monatigem Training im Oktober 1982** die zweite Untersuchungsreihe statt.

Weitere Untersuchungen folgten in den Jahren **1984, 1986** sowie im Jahr **1989**. Da diese Leistungsdiagnosen teils im Untersuchungsverfahren, teils in den Untersuchungsbedingungen von den Hauptuntersuchungen differieren, sind sie nicht Gegenstand dieser Arbeit.

Einen **Schwerpunkt** der **sportmedizinischen Langzeitstudie** bildet eine **Untersuchungsreihe**, die im **Frühjahr 1992** am Sportmedizinischen Institut der JLU Gießen durchgeführt wurde.

Den **Abschluss** stellt letztlich eine **ergometrische Leistungsuntersuchung** der verbliebenen **aktiven Gründungsmitglieder** der SSG Wettenberg im **Oktober 2004** dar.

Der **chronologische Ablauf** der Einzeluntersuchungen in den Jahren 1982 und 1992 sah folgendermaßen aus:

1. Aufnahme der ProbandInnen
 - Name, Anschrift, Geburtsdatum
 - Messung des **Gewichts** mittels einer geeichten Waage der Firma SECA und Bestimmung der **Körpergröße** anhand einer mit der Waage verbundenen Messlatte
 - sportliche Anamnese**
2. Schreiben eines **Ruhe-EKGs** mit 12 Standardableitungen nach EINTHOVEN (I, II, III), nach GOLDBERGER (aVR, aVL, aVF) und nach WILSON (V1 – 6) (SCHÜTZ, CASPERS, SPECKMANN 1978). Im Jahr 1992 wurde diese Untersuchung nur in begründeten Ausnahmefällen durchgeführt.

3. **Lungenfunktionsprüfung** mit Hilfe des elektronischen Digitalspirometers "Spirotron" der DRÄGERWERK AG Lübeck zur Messung des **Peak Flow** (Spitzenfluss), der **Forced Vital Capacity**, sowie des **Forced Expired Volume** in % nach 0,5, 1 und 3 Sekunden. Der 1 s - Wert ist auch als TIFFENEAU - Test bekannt. Mit dieser einfachen **statischen** und **dynamischen Lungenfunktionsprüfung** kann zwischen einem altersentsprechenden Normalbefund oder einer beginnenden **obstruktiven** (1-Sekunden-Kapazität < als 70% der Normal-Vitalkapazität), **restriktiven** (VK unter 70% der Soll-VK) oder **kombinierten obstruktiven und restriktiven Ventilationsstörung** differenziert werden.
4. **Hautfaltenmessung** zur Bestimmung des **fettfreien Körpergewichts** nach FAULKNER. (Diese Messung wurde nur bei der ersten Untersuchungsreihe - leider nicht vollständig - vorgenommen, so dass eine Auswertung der Ergebnisse nicht erfolgte.)
5. **Biochemische Laboruntersuchungen** von Blut und Urin, bei der Eingangsuntersuchung durchgehend, später nur in begründeten Ausnahmefällen.
6. **Ausführliche internistisch - orthopädische Untersuchung** durch Prof. Dr. NOWACKI und die AssistenzärztInnen zur Beurteilung des Gesundheitszustands und der körperlichen Konstitution.
7. Messung der **körperlichen, kardiozirkulatorischen und kardiorespiratorischen Leistungsgrößen** auf dem Fahrradergometer im Vorstart, sowie fortlaufend jede Minute während der Leistungsphase bis zur individuellen erschöpfenden Ausbelastung und in den ersten fünf Erholungsminuten nach dem GIEßENER MODELL.
8. Abschließende **Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit** nach den bei der 0,5 W/kg KG – Methode vorgeschlagenen Kriterien für die Eignung zur aktiven Teilnahme an einer Seniorensportgruppe.

Für die **letzte Untersuchung**, die im Zeitraum vom 18. bis zum 29. Oktober **2004** durchgeführt wurde, entfallen die Punkte 2 (Ruhe-EKG im Liegen – dafür EKG in der Vorstartphase mit 12 Ableitungen im Sitzen), 4. und 5.

Während für die Messung von Körpergröße und Gewicht nach wie vor die gleiche Messvorrichtung zur Verfügung stand, wurde die **Lungenfunktionsprüfung** mit einem neuen Gerät, dem „Vitalograph Alpha“ der Firma VITALOGRAPH GmbH durchgeführt.

Die **Fettmessung** erfolgte mit dem Gerät „Omron BF 300“ der Firma OMRON MATSUSAKA Co. (Japan) nach der BIA-Methode (**Bioelektrische Impedanz-Analyse**), wobei ein extrem schwacher, nicht spürbarer Elektro-Impuls durch den Körper gesendet wird.

Da Fett praktisch nicht leitet, kann anhand des elektrischen Widerstandes, der beim Durchfließen des elektrischen Impulses entsteht, der Körperfettanteil bestimmt werden. (<http://omron.vitaltrendshop.de/>).

Beim 7. Punkt musste leider aus personellen und apparativen Gründen die Messung der kardiorespiratorischen Leistungsgrößen entfallen, da der Pneumotachograph "Pneumotest" der Fa. JAEGER/Würzburg nicht mehr zur Verfügung stand.

5.2 Belastungsverfahren

Zur Feststellung der körperlichen, kardiozirkulatorischen und kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit aller ProbandInnen wurde das körperlgeichtsbezogene Belastungsverfahren nach dem GIEßENER MODELL (nach NOWACKI 1977) mit den modifizierten Beurteilungskriterien für den Frauen- und Seniorensport (MEDAU, NOWACKI 1984) angewandt. Es entspricht in seiner modifizierten Form besonders den Anforderungen für den Senioren- und Rehabilitationssports. Das körperlgeichtsbezogene Belastungsverfahren erlaubt eine bessere Vergleichbarkeit der Leistungen von Personen verschiedenen Geschlechts und Körpergewichts. Zudem kann mit der Anwendung von $\frac{1}{2}$ W/kg KG - bzw. $\frac{1}{4}$ W/kg KG - im Gegensatz zu 1 W/kg KG - Stufen der Forderung zur Standardisierung ergometrischer Leistungsmessungen, wie sie MELLEROWICZ vorschlägt, am ehesten für unsere ProbandInnen entsprochen werden, da alle Untersuchten mindestens mit drei Leistungsstufen belastet werden sollten (MELLEROWICZ 1979). Somit darf die Eingangstufe nicht zu hoch, aber auch nicht zu gering gewählt werden.

Die folgende Abbildung zeigt das körperlgeichtsbezogene Belastungsverfahren nach der $\frac{1}{2}$ Watt/kg Körpergewichts-Methode nach dem GIEßENER MODELL mit den Beurteilungskriterien für die Leistungsfähigkeit. Dieses Belastungsverfahren liegt allen in dieser Arbeit ausgewerteten Leistungsprüfungen zugrunde.

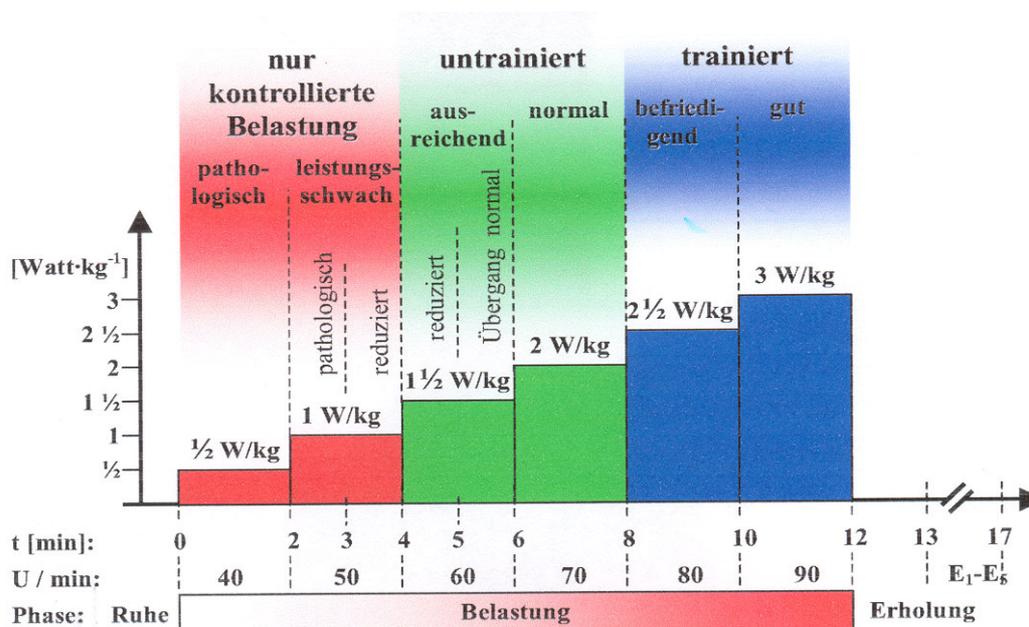


Abb. 20: Körpergewichtsbezogenes Belastungsverfahren ($\frac{1}{2}$ Watt/kg - KG - Methode) nach NOWACKI 1974 und Beurteilungskriterien der körperlichen Belastbarkeit/Leistungsfähigkeit nach NOWACKI 1981, MEDAU, NOWACKI 1984 für den Präventions-, Senioren- (ab 40 J.) und Frauensport.

Bei Menschen mit kardio-vaskulären Beeinträchtigungen empfiehlt sich die von NOWACKI entwickelte $\frac{1}{4}$ Watt/kg KG- Methode.

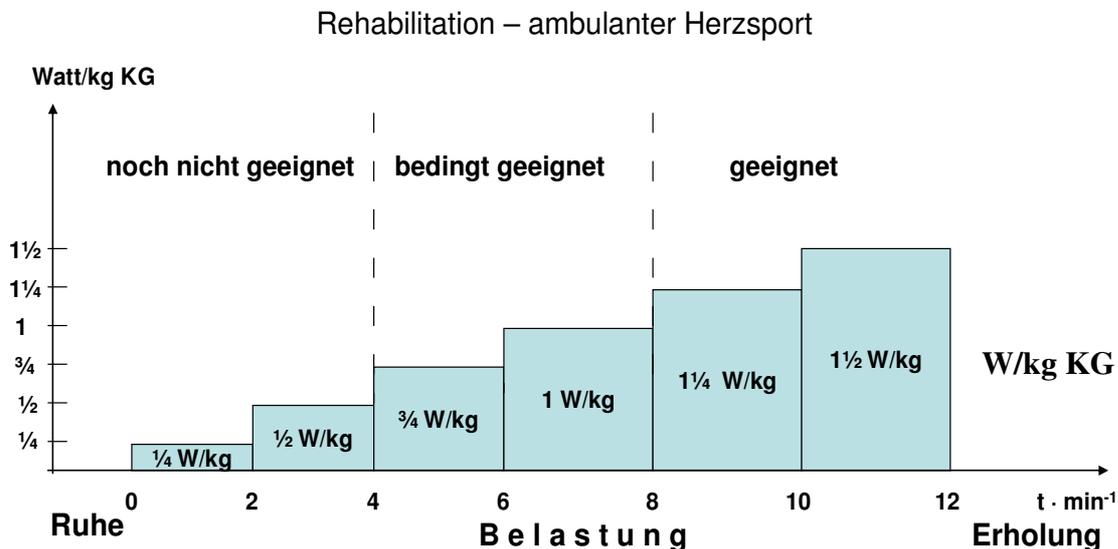


Abb. 21: Körpergewichtsbezogenes Belastungsverfahren als Fahrradergometrie im Sitzen für den ambulanten Herzsport ($\frac{1}{4}$ Watt/kg KG-Methode nach NOWACKI 1984).

Unter besonderer Berücksichtigung des Alters und des Blutdruckverhaltens in Ruhe erfolgte bei der ersten Untersuchung eine den individuellen Möglichkeiten der ProbandInnen entsprechende Zuordnung zum $\frac{1}{4}$ W/kg- bzw. $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Belastungsverfahren.

Die Art der Belastungsmethode wurde für alle ProbandInnen bei der zweiten und dritten Untersuchung entsprechend der ersten gewählt, um einen genauen Leistungsvergleich zwischen den drei Untersuchungen vornehmen zu können. Jede(r) Proband(in) wurde mit einer vom Körpergewicht abhängigen individuellen Wattstufe konfrontiert, die alle zwei Minuten um die Ausgangswattstufe erhöht wurde, bis subjektive oder objektive Abbruchkriterien auftraten.

Die häufigsten subjektiven Abbruchursachen lagen in lokalen Muskelermüdungserscheinungen und im Auftreten von Gelenkschmerzen. Dies fiel aber dann doch mit den objektiven Kriterien für das Erreichen der individuellen Vita maxima zusammen.

Eine vorzeitige Beendigung der Fahrradergometrie im Sitzen durch das Untersuchungsteam war aber nur einmal (Pr. Nr. 15, 3.U. 1992) durch das Auftreten einer der folgenden objektiven Abbruchkriterien erforderlich:

1. **Überschreiten des systolischen RR von 230 - 260 mmHg und des diastolischen RR von 115 mmHg**
2. **Auftreten von Extrasystolen**
3. **Überschreiten einer altersgemäßen maximalen Herzfrequenz von ca. 220 Schlägen/min minus Lebensalter in Jahren \pm 10 Schlägen /min.**
4. **EKG-Veränderungen entsprechend der Abbruchkriterien von Belastungs-Untersuchungen nach Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK, HOLLMANN, NOWACKI, ROST u. a.)**

5.3 Untersuchungsgut

Im Rahmen dieser Dissertation werden die sportmedizinischen Untersuchungsergebnisse von aktiven Teilnehmerinnen und Teilnehmern der **Senioren-sportgruppe Wettberg**, die an den beiden spiroergometrischen Leistungsdiagnosen im Jahr **1982** und an einer weiteren im Jahr **1992** teilgenommen haben, Gegenstand einer ersten, **10-jährigen Langzeitstudie** sein.

An den genannten 3 Untersuchungen haben **18 Aktive - 11 Frauen und 7 Männer** teilgenommen, wobei die Untersuchungsergebnisse von Probandin Nr. 12 nicht in die Auswertung mit eingehen, da sie bei der dritten Untersuchung mit der $\frac{1}{2}$ W/kg KG statt mit der $\frac{1}{4}$ W/kg KG-Methode, was ihren ersten beiden Untersuchungen entsprochen hätte, konfrontiert wurde. Dieser Wechsel des Belastungsverfahrens wurde nötig, da die Probandin aufgrund eines schweren Knieschadens die nach der $\frac{1}{4}$ W/kg KG-Methode erforderliche längere Belastungsdauer nicht hätte tolerieren können. Außerdem wird auf eine Darstellung der Ergebnisse von Probandin Nr. 6 verzichtet, da sie die einzig verbliebene Teilnehmerin war, die mit der $\frac{1}{4}$ W/kg KG-Methode belastet wurde.

Somit ergeben sich für die erste, 10-jährige Langzeitstudie zwei Gruppen, die **Gruppe FRAUEN 82/92** und die **Gruppe MÄNNER 82/92**. Sie stellen sich für die drei Leistungsdiagnosen nach Anzahl, Durchschnittsalter, -größe und -gewicht folgendermaßen dar (Tab.6):

Tab. 6: Anthropometrische Parameter – FRAUEN 82/92 und MÄNNER 82/92

	FRAUEN 82/92 (n=9)			MÄNNER 82/92 (n=7)		
	1.U. 82	2.U. 82	3.U. 92	1.U. 82	2.U. 82	3.U. 92
Alter (Jahre)	49,3 J. \pm 8,4 J.	49,9 J. \pm 8,4 J.	59,3 J. \pm 8,4 J.	53,7 J. \pm 3,9 J.	54,4 J. \pm 3,9 J.	63,7 J. \pm 3,9 J.
Größe (cm)	159,8 \pm 4,5	159,8 \pm 4,5	158,6 \pm 4,7	171,6 \pm 4,2	171,6 \pm 4,2	170,9 \pm 4,2
Gewicht (kg)	69,6 \pm 10,4	67,6 \pm 8,1	69,1 \pm 10,1	78,3 \pm 4,9	77,9 \pm 4,5	77,7 \pm 4,6

Für die **22-jährige Langzeitstudie** werden **folgende Gruppen** gebildet:

Gruppe **MÄNNER 82/04** , bestehend aus 3 aktiven Seniorensportlern, die an allen durchgeführten Untersuchungen teilgenommen haben und den Probanden Nr. 1 und 3, die nur an den ersten beiden Untersuchungen im Jahr 1982 und der letzten im Jahr 2004 teilgenommen haben.

Gruppe **FRAUEN 82/92/04** bestehend aus 4 Seniorensportlerinnen, die an allen 4 Untersuchungen teilgenommen haben. Außerdem kommen die Ergebnisse der Gruppe **FRAUEN 92/04** zur Darstellung. Diese Gruppe setzt sich zusammen aus der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** , sowie den Probandinnen Nr. 4 und Nr. 12, von denen Untersuchungsergebnisse aus den Jahren 1992 und 2004 zur Auswertung kommen.

Die Gruppeneinteilung für das Jahr 2004 sieht damit wie folgt aus:

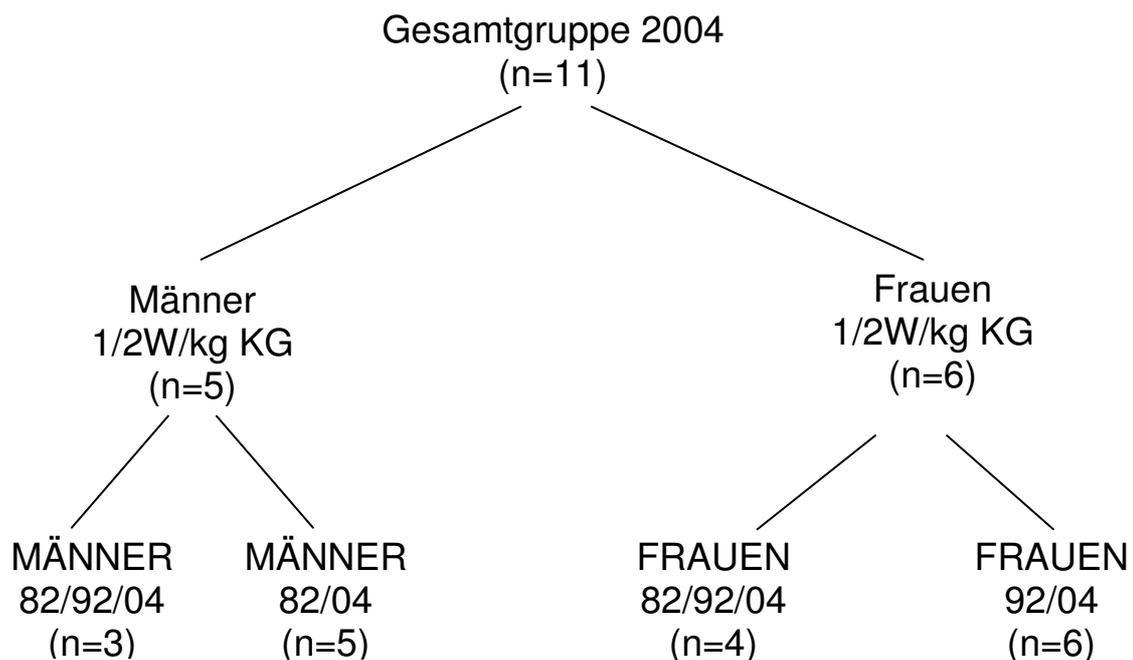


Abb. 22: Gruppeneinteilung für die 4. Untersuchung 2004 der verbliebenen Aktiven nach Geschlecht und Belastungsmethode

Das Durchschnittsalter der Gruppe **MÄNNER 82/04** betrug bei der ersten Untersuchung im Jahr 1982 **53,6 ± 1,7 Jahre**, im Jahr 2004 **75,9 ± 1,7 Jahre**. Ein Blick auf die anthropometrischen Daten der Gruppe **MÄNNER 82/04** (Tab. 7) zeigt, dass die männlichen Probanden im Verlauf der Untersuchungszeitraumes von 22 Jahren im Durchschnitt um etwa **3 cm kleiner** geworden sind (von $174,4 \pm 5,8$ cm im Jahr 82 auf $171,5 \pm 6,4$ cm im Jahr 04)

und parallel dazu ca. **3 kg an Körpergewicht verloren haben** (von $77,6 \pm 5,7$ kg auf $73,7 \pm 6,8$ kg).

Tab. 7: Anthropometrische Parameter - MÄNNER 82/92/04 und MÄNNER 82/04

MÄNNER 82/92/04 (n=3)					MÄNNER 82/04 (n=5)			
	1.U. 82	2.U. 82	3.U. 92	4.U. 04	1.U. 82	2.U. 82		4.U. 04
Alter (Jahre)	53,0 $\pm 2,1$	53,7 $\pm 2,1$	63,0 $\pm 2,1$	75,7 $\pm 2,1$	53,2 $\pm 1,7$	53,9 $\pm 1,7$		75,9 $\pm 1,7$
Größe (cm)	171,0 $\pm 5,1$	171,0 $\pm 5,1$	169,7 $\pm 4,9$	168,2 $\pm 5,9$	174,4 $\pm 5,8$	174,4 $\pm 5,8$		171,5 $\pm 6,4$
Gewicht (kg)	73,2 $\pm 1,9$	73,3 $\pm 2,0$	74,6 $\pm 4,1$	69,3 $\pm 4,5$	77,6 $\pm 5,7$	76,6 $\pm 4,8$		73,7 $\pm 6,8$

Das Durchschnittsalter der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** belief sich **1982** auf **54,1 \pm 6,3 Jahre** und im Jahr **2004** auf **76,4 \pm 6,3 Jahre**. Damit ist das durchschnittliche Alter der Gruppe **MÄNNER 82/04** und **FRAUEN 82/92/04** nahezu identisch (Tab. 8).

Auch die Probandinnen der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** sind im Verlauf der 22 Jahre durchschnittlich um **3 cm kleiner** geworden, haben aber im Gegensatz zu den Männern einen **Gewichtsanstieg** von ca. **3 kg** zu verzeichnen.

Tab. 8: Anthropometrische Parameter - FRAUEN 82/92/04 und FRAUEN 92/04

FRAUEN 82/92/04 (n=4)					FRAUEN 92/04 (n=6)			
	1.U. 82	2.U. 82	3.U. 92	4.U. 04			3. U. 92	4.U. 04
Alter (Jahre)	53,7 $\pm 6,3$	54,4 $\pm 6,3$	63,7 $\pm 6,3$	76,4 $\pm 6,3$			62,2 $\pm 5,7$	74,9 $\pm 5,7$
Größe (cm)	159,8 $\pm 3,3$	159,8 $\pm 3,3$	158,0 $\pm 3,0$	156,8 $\pm 4,3$			158,8 $\pm 2,7$	157,3 $\pm 3,6$
Gewicht (kg)	61,1 $\pm 2,5$	61,0 $\pm 2,7$	61,6 $\pm 4,9$	64,1 $\pm 4,1$			65,6 $\pm 7,5$	65,9 $\pm 6,0$

5.4 Medikation

Medikamente mit bradykardialer Wirkung (β -Blocker) nahm Probandin Nr. 08 über den gesamten ersten 10-jährigen Untersuchungszeitraum hinweg, Probandin Nr. 09 bei den beiden ersten, die Probanden Nr. 02 und 20 nur bei der zweiten und Proband Nr. 15 nur bei der dritten Untersuchung.

Aus der Untersuchungsgruppe des Jahres 2004 nahmen die Probanden Nr. 1, 4, 9, 12, 18, 19 und 21 regelmäßig blutdrucksenkende Mittel ein. Proband Nr. 3 nimmt regelmäßig ein Medikament gegen Herzrhythmusstörungen ein, das die Herzfrequenz senkt.

Außer Probandin Nr. 16, die lediglich homöopathische Mittel verwendet, nehmen alle Untersuchten regelmäßig ein oder mehrere Medikamente ein, wobei neben den Herz-Kreislaufmitteln Medikamente zur Blutverdünnung, Schilddrüsenpräparate, Cholesterin senkende Mittel und Arzneimittel gegen Prostatahyperplasie zur Anwendung kommen.

5.5 Untersuchungsbedingungen

Die spiroergometrischen Leistungsuntersuchungen, die der Langzeitstudie zugrunde liegen, beruhen auf der Fahrradergometrie im Sitzen. Die **Registrierung aller Messwerte vor der Belastung** (Vorstart), **während der Arbeit** und über die **fünfminütige Erholungsphase** erfolgte **im Sitzen auf dem Fahrradergometer**. Die Untersuchungsbedingungen entsprachen den Standardisierungsvorschlägen nach MELLEROWICZ 1979. Bei den Untersuchungen 1982 wurde vor der Ergometerbelastung bei allen ProbandInnen durchgängig, 1992 nur in begründeten Ausnahmefällen, ein **Ruhe-EKG** mit den Ableitungen I, II, und III nach EINTHOVEN, aVR, aVL, aVF nach GOLDBERGER und V1 - V6 nach WILSON mittels eines Elektrokardiographen der Firma Fritz HELLIGE/Freiburg i. Br. geschrieben.

Bei der **Lungenfunktionsprüfung** zur Ermittlung der forcierten Vitalkapazität und der 1-Sekunden-Kapazität kam das Digitalspirometer "Spirotron" der DRÄGERWERK AG Lübeck zum Einsatz, im Jahr 2004 der „Vitalograph Alpha“ der Firma VITALOGRAPH GmbH.

Die **spiroergometrische Leistungsdiagnose** wurde mit folgenden Geräten durchgeführt und registriert:

1. Fahrradergometer

In den Untersuchungsjahren 1982 und 1992 erfolgte die Belastung auf einem elektrisch gebremsten, drehzahlunabhängigen Universalergometer "Ergotest" der Fa. JAEGER/Würzburg. Auf einer von 0 bis 500 Watt geeichten Skala wurde die geleistete Wattzahl angezeigt.

Im Untersuchungsjahr 2004 stand das drehzahlunabhängige, wirbelstromgebremste Fahrradergometer „Variobike 500“ der Firma GE MEDICAL SYSTEMS zur Verfügung.

Die Wattzahl wurde individuell - auf 5Watt gerundet- vom vernetzten EKG-Gerät aus eingestellt.

Die Drehzahl, in der untersten Belastungsstufe 40/min, in der 2. Belastungsstufe 40 - 50/min, in der 3. Belastungsstufe 50/min, in der 4. und 5. Belastungsstufe 50 - 60/min, konnte von den ProbandInnen selbst mit Hilfe eines im Gesichtsfeld angebrachten Drehzahlmessers beobachtet und reguliert werden. Darüber hinaus wurden Drehzahl und Leistung in Wattminuten durch eine/n Mitarbeiter/in ständig überwacht.

Die Sattelhöhe wurde individuell eingestellt. Bei dem moderneren „Variobike 500“ konnte auch die Griffstange für jede Person angemessen positioniert werden.



Abb. 23: Seniorensportlerin bei der fahrradergometrischen Leistungsprüfung am Institut für Sportmedizin in Gießen (aufgenommen im Oktober 2004)

2. Elektrokardiograph

Die **Herzfrequenz** wurde 1982 und 1992 mit Hilfe des 3-Kanal-Elektrokardiographen "Multiscriptor EK 26" der Firma Fritz HELLIGE/Freiburg i. Br. ermittelt. Die Elektroden zur Dauerableitung des EKGs wurden an den Ableitungsstellen V4, V5, V6 der unipolaren Brustwandableitung nach WILSON angebracht. Über den Oszillographen war eine ständige Kontrolle der Herzaktionen möglich.

Zur Bestimmung der Herzfrequenz wurde im Vorstart, während der Belastung und in der Erholungsphase jeweils 10 Sekunden vor Ablauf einer jeden Minute das EKG in den Ableitungen V4 - V6 mitgeschrieben. Die Bandgeschwindigkeit betrug 50 mm/s. Durch Anlegen einer Messlineal an vier R-Zacken des EKGs wurde die Herzfrequenz ermittelt.

Im Untersuchungsjahr 2004 wurde die Herzaktivität mittels des EKG-Gerätes „MAC 1200 ST“ der Firma GE MEDICAL SYSTEMS registriert. Die Elektroden des Geräts wurden auf der ventralen Thoraxseite an den bekannten Ableitungspunkten V1 – V6 nach Wilson positioniert. Auf der dorsalen Seite des Thorax wurden die Extremitätenelektroden I, II und III sowie die indifferente Elektrode angebracht. Das Gerät schrieb automatisch jede Minute für 10 Sekunden das EKG mit und ermittelte gleichzeitig die Herzfrequenz pro Minute.

Über das Graphikdisplay, auf dem sich die EKG-Ableitungen in frei wählbaren Dreier-Sequenzen darstellen lassen, konnte die Herzaktivität jederzeit kontrolliert werden.

Das Gerät arbeitet im vernetzten System über bidirektionale Kommunikation mit dem Fahrradergometer, d.h. die Belastungsstufen wurden von hier aus auf das Fahrradergometer übertragen und hier auch überwacht.



Abb. 24 : EKG-Gerät „MAC 1200 ST“ der Firma GE MEDICAL SYSTEMS
(<http://www.hkt-medizintechnik.de/mac1200.htm>)

3. Manometer nach RIVA, ROCCI

Der **Blutdruck** wurde nach der Methode von RIVA, ROCCI und KOROTKOW am rechten Oberarm gemessen. Dies geschah vor der Belastung, in der ersten Hälfte jeder 2. Belastungsminute pro Wattstufe und bei kritischem Blutdruckverhalten in der letzten Belastungsminute, sowie in jeder der 5 Erholungsminuten. Alle Werte wurden auf einem standardisierten Ergometrie-Test-Bogen festgehalten.

4. Spiroergometrischer Messplatz

Die **Spiroergometrie** ermöglicht die gleichzeitige **Messung** der **geleisteten Arbeit** sowie der **Atemgrößen** und des **Gasstoffwechsels**.

Durch den Einsatz des nach dem "offenen System" arbeitenden Pneumotachographen "Pneumotest" der Fa. JAEGER/Würzburg konnte für alle ProbandInnen das **AMV**, die **O₂-Aufnahme**, **O₂/kg KG**, **O₂-Puls**, **Ventilations-RQ** und **Atemäquivalent** gemessen und errechnet werden.

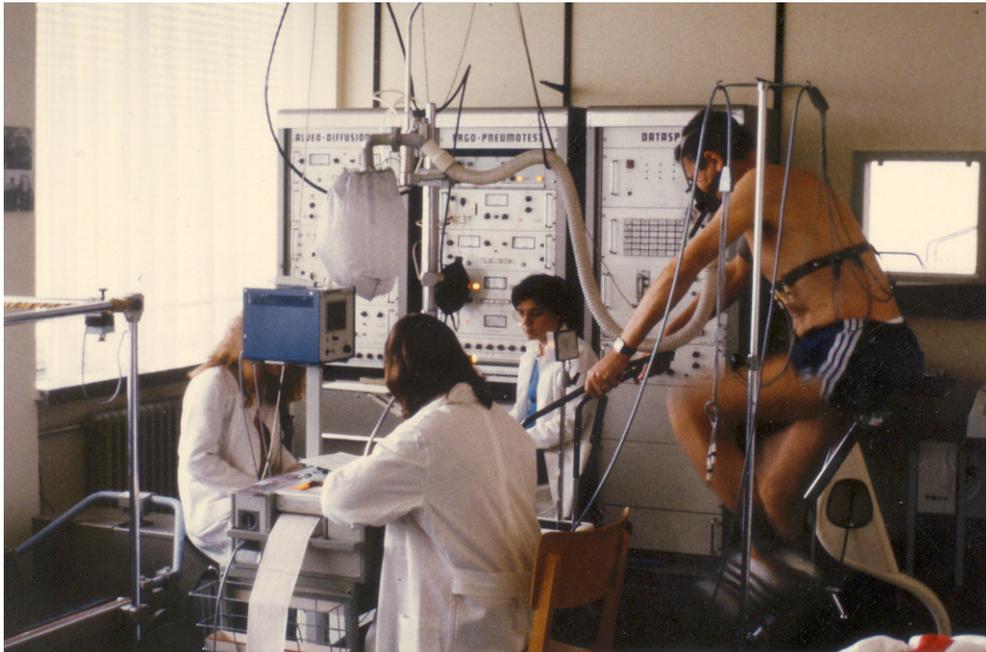


Abb. 25: Seniorensportler bei der spiroergometrischen Leistungsprüfung am Institut für Sportmedizin in Gießen (aufgenommen im Oktober 1982)

Mit Ausnahme des Atemminutenvolumens, das bei der ersten Untersuchung 1982 dem Ausdruck des angeschlossenen Computers "Dataspir" der Fa. JAEGER entnommen wurde, mussten alle übrigen Parameter bei der ersten und bei den folgenden Leistungsdiagnosen, das AMV eingeschlossen, der Originalregistrierung entnommen werden, da "Dataspir" fehlerhafte Werte lieferte und demzufolge abgeschaltet werden musste.

5.6 Mess- und Berechnungsgrößen

Zur **Beurteilung der Belastbarkeit/Leistungsfähigkeit** der ProbandInnen **vor und nach einer 8-monatigen Trainingsperiode** 1982 und nach **10-jährigem kontinuierlichem Training** wurden folgende Parameter ermittelt und verglichen:

- **Körperliche Leistungsfähigkeit**
- **Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen**
- **Respiratorische Leistungsgrößen**
- **Kardiorespiratorische Leistungsgrößen**

5.6.1 Körperliche Leistungsfähigkeit

5.6.1.1 Gesamtarbeit in Wattminuten

Die physikalische Messung des Leistungs- / Belastungsvermögens durch eine erschöpfende Fahrradergometrie im Sitzen im Labor hat sich für die Beurteilung der körperlichen Leistungs- / Belastungsfähigkeit für gesunde und kranke Menschen beiderlei Geschlechts bewährt (MELLEROWICZ 1979).

Unter der Voraussetzung der Anwendung gleicher Methoden eignet sich die Gesamtarbeit in Wattminuten optimal zum Vergleich der Leistungsfähigkeit zwischen verschiedenen Personen oder unterschiedlichen Untersuchungen von ein und derselben Person. (NOWACKI 1977)

Die Gesamtarbeit stellt die Summe der Produkte aus Wattstufen (in absoluten Wattzahlen) und der Anzahl der Minuten, über die in den einzelnen Belastungsstufen gearbeitet wurde, nach folgender Formel dar.

$$W_{\text{ges}} = \sum(L_x \cdot t_x) \quad L_x[\text{Watt}]; t_x [\text{min}]$$

5.6.1.2 Maximale absolute und relative Wattstufen

Die in der letzten Belastungsstufe erreichte **maximale Leistung** des Probanden wird in Watt gemessen und als **maximale absolute Wattstufe** angegeben. Die Division der absoluten Wattstufe durch das Körpergewicht des Probanden ergibt die **maximale relative Wattstufe** (relative W/kg KG)

5.6.2 Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen

5.6.2.1 Herzschlagfrequenz

Die Herzschlagfrequenz ($H_f \cdot \text{min}^{-1}$) gibt die Anzahl der Herzaktionen pro Minute an. Sie kann auf unterschiedliche Weise gemessen werden. Bei der vorliegenden Untersuchung wurde die $H_f \cdot \text{min}^{-1}$ über den Elektrokardiographen während der letzten 10 Sekunden jeder Belastungsminute registriert. Bei den Untersuchungen 1982 und 1992 wurde durch Anlegen einer geeichten Meßplatte über vier "R-Zacken" die $H_f \cdot \text{min}^{-1}$ für die jeweilige Belastungsminute abgelesen. Im Jahr 2004 ermittelte das EKG-Gerät die $H_f \cdot \text{min}^{-1}$ automatisch.

5.6.2.2 Blutdruck

Der Blutdruck (RR) stellt den in den Gefäßen herrschenden Druck dar, der vom Herzschlagvolumen, dem peripheren Widerstand in den Arteriolen und den Kapillaren abhängig ist. Gemessen wurde der Blutdruck mit Hilfe eines Sphygomanometers, dem Standblutdruckgerät „Erkameter“ der Firma ERKA nach RIVA, ROCCI und KOROTKOW. Der Blutdruck wurde mittels einer Blutdruckmanschette und einem Stethoskop am rechten Oberarm der ProbandInnen über der Arteria cubitalis in Ruhe, am Ende der zweiminütigen Belastungsintervalle und in jeder der fünf Erholungsminuten gemessen .

5.6.3 Respiratorische Leistungsgrößen

5.6.3.1 forcierte Vitalkapazität und Soll-Vitalkapazität

Die forcierte Vitalkapazität (FVC) stellt das Luftvolumen dar, das nach tiefster Einatmung so schnell wie möglich maximal ausgeatmet werden kann. Die Messung der forcierten Vitalkapazität erfolgte in den Jahren 1982 und 1992 mit Hilfe des elektronischen Digitalspirometers "Spirotron" der DRÄGERWERK AG Lübeck. Die Werte wurden in Liter BTPS (**B**ody **T**emperature = 37°C, **P**ressure = 760 mmHg, **S**aturated = 100% Wasserdampf gesättigt) angezeigt.

Die Soll-Vitalkapazität (Soll-VK) wird anhand von Geschlecht, Größe und Alter der ProbandInnen mittels einer Tabelle für spirometrische Standardwerte durchschnittlicher Männer und Frauen nach MORRIS, KOSKI und JOHNSON (s. Anhang) bestimmt. Die Werte sind ebenfalls in Litern unter BTPS-Bedingungen angegeben.

Der im Jahr 2004 eingesetzte „Vitalograph Alpha“ der Firma VITALOGRAPH GmbH errechnete neben der FVC (in Liter BTPS) nach Eingabe von Alter, Größe und Geschlecht automatisch die Soll-VK und die prozentuale Abweichung zwischen Ist- und Soll-Wert.

Bei Werten, die unter 70 % des errechneten Soll-Werts liegen, spricht man von einer restriktiven Ventilationsstörung.

5.6.3.2 Relative Sekundenkapazität

Die relative Sekundenkapazität, auch Atemstoßtest, 1-s-Kapazität oder TIFFENEAU-Test genannt, gibt an, wie viel Prozent der FVC in einer Sekunde ausgeatmet werden kann. Sie wurde bei den Untersuchungsreihen in den Jahren 1982, 1992 und 2004 ebenfalls mit Hilfe des "Spirotrons" bzw. des „Vitalograph“ ermittelt und wird in % angegeben.

Für untrainierte Erwachsene liegt der Norm-Wert bei 70 – 80 % der FVC (BRAUER, GOTTSCHALK 1992). Bleibt ein Proband unter 70% der FVC pro Sekunde, so spricht man von einer obstruktiven Ventilationsstörung.

5.6.3.3 Atemminutenvolumen

Das Atemminutenvolumen (AMV l BTPS) stellt das Produkt aus Atemzugvolumen (AZV ml BTPS) und Atemfrequenz ($AF \cdot \text{min}^{-1}$) dar. Zur Berechnung des AMVs wurde die Originalregistrierung der Atmungs- und Gasstoffwechsel-Werte des "Pneumotest" der Fa. JAEGER/Würzburg zugrunde gelegt. Das AMV wird halbminütig als Treppenkurve, deren Stufen jeweils einen Atemzug darstellen, auf der Millimeterpapierrolle registriert. Die Summe aus den beiden zu jeder Messminute gehörenden AMV-Kurvenhöhen multipliziert mit dem Faktor 12 für die Untersuchungen im Jahr 1982 und mit dem Faktor 6 (durch Umstellung der Geräteeinstellung) für die Leistungsdiagnosen im Jahr 1992 ergibt die AMV-Werte unter BTPS-Bedingungen. Bei Überschreitung von AMV-Werten von $45 - 50 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ musste bei der Untersuchungsreihe im Jahr 1992 vom Messbereich 1 auf den Messbereich 2 umgeschaltet werden, wodurch die Kurvenhöhe halbiert wurde und der Umrechnungsfaktor damit verdoppelt werden musste.

Im Untersuchungsjahr 2004 wurden keine kardiorespiratorischen Leistungsgrößen unter Belastung ermittelt.

5.6.3.4 Atemfrequenz und Atemzugvolumen

Die Atemfrequenz ($Af \cdot \text{min}^{-1}$) gibt die Anzahl der Atemzüge pro Minute an. Auf der Originalregistrierung kann sie als Treppenstufen des AMVs pro Minute ausgezählt werden.

Das Atemzugvolumen (AZV) gibt die Tiefe eines jeden Atemzuges an. In der Spiroergometrie wird das AZV als Quotient aus AMV und Af errechnet. Die Angabe erfolgt in cm^3 (ml) BTPS.

5.6.4 Kardiorespiratorische Leistungsgrößen

5.6.4.1 Absolute Sauerstoffaufnahme

Die Sauerstoffaufnahme stellt das Produkt aus der prozentualen Sauerstoffausnutzung ($\text{Vol}\% \text{O}_2$) der Atemluft, d.h. der Differenz zwischen $\text{Vol}\% \text{O}_2$ der Einatemluft und $\text{Vol}\% \text{O}_2$ der Ausatemluft, und dem Atemminutenvolumen dar. Da die Sauerstoffaufnahme-fähigkeit

sowie die O₂-abhängigen Leistungsgrößen O₂/kg, und O₂/Hf zu den leistungsbestimmenden Größen der Spiroergometrie gehören, wird zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen die O₂-Aufnahme unter Standardbedingungen (STPD - Standard Temperature = 0°C, Pressure = 760 mmHg, Dry = 0% H₂O) angegeben.

Errechnet wurde die O₂-Aufnahme anhand der Originalregistrierung des "Pneumotest" nach folgender Formel:

Mittlere Kurvenhöhe pro Minute x 2 = Vol% O₂

O₂-Aufn. (ml) = Vol% O₂ x AMV (BTPS) x f₁

f₁ = Umrechnungsfaktor auf Standardbedingungen (MELLEROWICZ 1979)

Ein weiterer Umrechnungsfaktor (f₂) wurde bei einzelnen Untersuchungen durch die Diskrepanz zwischen der Höhe der Eichzacke und dem vom Gerät "gelesenen" Wert erforderlich. War dem Gerät z.B. ein Sollwert von 6,4 eingegeben, die Höhe der Eichkurve (Istwert) entsprach aber dem Wert von 6,6, so war der Umrechnungsfaktor f₂ wie folgt zu errechnen:

$$f_2 = 6,4 : 6,6 = 0,97$$

5.6.4.2 Relative Sauerstoffaufnahme

Als relative Sauerstoffaufnahme bezeichnet man den Quotienten aus absoluter O₂-Aufnahme und dem Körpergewicht. Anhand der relativen Sauerstoffaufnahme können Rückschlüsse auf die Kapillarisation der Muskulatur gezogen werden. Damit kommt der relativen O₂-Aufnahme „eine besondere Bedeutung bei der Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit von Athleten unterschiedlichen Körpergewichts zu“ (NOWACKI 1977).

5.6.4.3 Sauerstoffpuls

Der Sauerstoffpuls (O₂/Hf) gibt an, wie viel ml O₂ pro Herzaktion transportiert werden. Er stellt somit den Quotienten aus absoluter Sauerstoffaufnahme und der Herzfrequenz pro Minute dar. Mit dem Sauerstoffpuls lässt sich die Ökonomie der Arbeit gut beurteilen, denn hohe O₂-Aufnahmen bei geringer Hf sind weitaus ökonomischer als hohe O₂-Aufnahme bei hoher Hf, da der Eigensauerstoffbedarf des Herzens bei hoher Frequenz wesentlich ins Gewicht fällt.

5.6.4.4 Atemäquivalent

Das Atemäquivalent (AÄ) stellt den Quotienten aus Atemminutenvolumen und absoluter Sauerstoffaufnahme dar. Damit gibt das AÄ Auskunft über die Ökonomie der Atmung, denn es besagt, wie viel Liter Luft ventiliert werden müssen, um einen Liter Sauerstoff aufzunehmen.

5.6.4.5 Ventilations-RQ

Der Ventilations-Respirationsquotient (VRQ) gibt das Verhältnis von CO₂-Ausscheidung zur O₂-Aufnahme an. Gemessen wird die CO₂-Ausscheidung wie die O₂-Aufnahme als Volumen%-Differenzen zwischen Einatmungs- und Ausatemluft und kann der Originalregistrierung des "Pneumotest" nach der gleichen Methode wie Vol%-O₂/min entnommen werden (s. o.).

5.7 Kritik der Methodik

Die Untersuchungsmethodik zur Erhebung der kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit der ProbandInnen mit Hilfe der Spiroergometrie entsprach in allen Belangen den Vereinbarungen zur internationalen Standardisierung der Ergometrie, wie sie auf dem 16. Weltkongress für Sportmedizin am 14.6.1966 in Hannover vereinbart wurden (MELLEROWICZ, JOKL, HANSEN 1975). Somit sind die Untersuchungsergebnisse aufgrund ihrer standardisierten Erhebungsmethode mit denen anderer Autoren vergleichbar. Die spiroergometrische Untersuchung erfüllt die Forderung nach Objektivität, Reproduzierbarkeit und Unschädlichkeit der Methode.

Für die Langzeitstudie von besonderem Vorteil war, dass trotz der großen Zeitspanne von 10 Jahren zwischen den ersten drei Untersuchungen nach wie vor die gleiche Anlage zur Erhebung der spiroergometrischen Messwerte zur Verfügung stand, womit die Untersuchungsbedingungen konstant blieben.

Probleme bei der spiroergometrischen Datenerhebung zeigten sich im Rahmen der Untersuchungsreihe 1992 im Moment des Umschaltens von Messbereich 1 auf 2 für das Atemminutenvolumen (vgl. Kap. 5.6.3.3.), da hier in Einzelfällen die Registrierung der AMV-Werte auf der Originalkurve kurzzeitig um ca. 20 - 25% unter den zu erwartenden Werten lag. Da dieser Fehler für alle betroffenen Untersuchungen die gleiche Größenordnung aufwies, konnten die entsprechenden Werte mit einem realistischen Umrechnungsfaktor von 1,2 nach oben korrigiert werden.

Die Wahl der verschiedenen Belastungsmethoden (1/2 W/kg KG bzw. 1/4 W/kg KG) wurden nach den in Kapitel 5.2 beschriebenen Kriterien vorgenommen.

Die Zuordnung der ProbandInnen zu den verschiedenen Gruppen muss so erfolgen, dass alle in mindestens drei Wattstufenbereichen belastet werden können. Hierbei sollte die gewählte Belastungsstufe der körperlichen Leistungsfähigkeit adäquat sein. Da die Einteilung ausschließlich auf der Basis der klinischen Voruntersuchung stattfand, konnte die Möglichkeit einer Fehleinschätzung nicht mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen werden.

Um die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse zu gewährleisten, erfolgte keine Änderung der ursprünglichen Belastungsmethode für jede/n Einzelne/n, auch wenn sich die Leistungsfähigkeit einzelner ProbandInnen über den Gesamtuntersuchungszeitraum hinweg verändert haben mag.

Die Messung des Blutdrucks während der Ergometerarbeit wurde nach der in Kapitel 5.6.2.2 angeführten Methode vorgenommen. Einzelwerte, die abweichend von der Norm in ungeraden Belastungsminuten registriert wurden, besitzen keine gruppenspezifische Aussagekraft und gehen daher nicht in den Kurvenverlauf bei der Ergebnisdarstellung mit ein.

Bei der graphischen Darstellung des Verlaufs der Belastungsuntersuchungen der einzelnen Gruppen werden die Standardabweichungen nur in Tabellenform unter den jeweiligen Graphiken verzeichnet, da bei drei (1982 -1992) bis vier (1982 – 2004) Verlaufskurven pro Graphik die Übersichtlichkeit der Darstellung durch sich überlagernde Standardabweichungen verloren ginge.

5.8 Statistische Auswertung

Die Auswertung aller ermittelten Einzeldaten der ProbandInnen wurden von mir unter Benutzung des Programms "LOTUS 1-2-3 für WINDOWS" in Form einer Tabellenkalkulation zur Berechnung von Mittelwerten und Standardabweichungen auf einem Personal Computer vorgenommen. Zur Erstellung und Überarbeitung der Graphiken bediente ich mich der "MICROSOFT" Programme EXCEL 97, sowie MICROSOFT OFFICE WORD 2003.

Die Berechnung von Signifikanzen ist im Sinne der Fragestellung nicht sinnvoll, weswegen in dieser Arbeit darauf verzichtet wird. Die statistische Auswertung fand die Zustimmung des Instituts für Medizinische Informatik der Justus-Liebig-Universität Gießen (Leiter Prof. Dr. J. DUDECK).

6 ERGEBNISSE

6.1 Körperliche Leistungsfähigkeit

Die Abbildungen 26, 27 und 28 zeigen die **mittleren Maximalwerte** und Standardabweichungen der **Gesamtarbeit in Wattminuten** bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen mit der 0,5 W/kg KG-Methode vor und nach einer **Trainingsperiode** von **acht Monaten** und **10 Jahren** der Gruppe **FRAUEN 82/92**, sowie die **mittleren Maximalwerte** und Standardabweichungen der **Gesamtarbeit in Wattminuten** der Gruppen **FRAUEN 82/92/04** vor und nach einer **Trainingsperiode** von **acht Monaten, 10 Jahren** und **22 Jahren** und der Gruppe **FRAUEN 92/04** vor und nach einer **Trainingsperiode** von **12 Jahren**.

Die **anthropometrischen Daten** der Gruppen sind den jeweiligen Abbildungen in **Tabellenform** beigelegt.

Gesamtarbeit - FRAUEN 82/92 (n = 9)

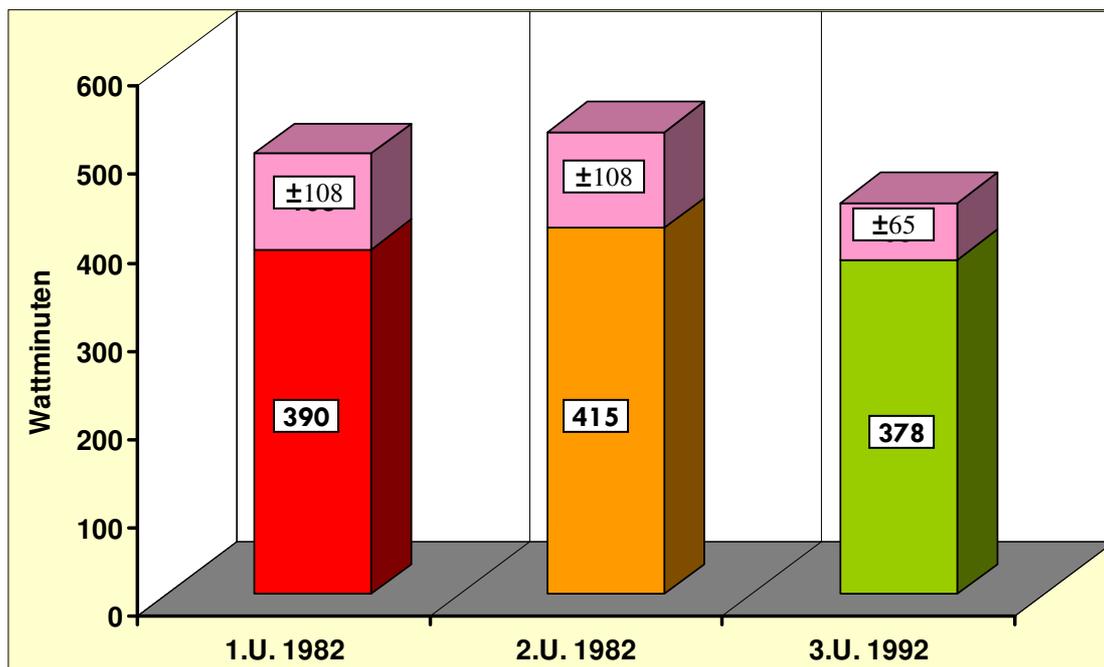


Abb. 26: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Gesamtarbeit der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Tab. 9: Anthropometrische Daten der Gruppe FRAUEN 82/92

FRAUEN 82/92 (n=9)			
	1.U. 82	2.U. 82	3.U. 92
Alter (Jahre)	49,3 ± 8,4	49,9 ± 8,4	59,3 ± 8,4
Größe (cm)	159,8 ± 4,5	159,8 ± 4,5	158,6 ± 4,7
Gewicht (kg)	69,6 ± 10,4	67,6 ± 8,1	69,1 ± 10,1

Die Gruppe **FRAUEN 82/92** erreicht bei der **1. Untersuchung** im Jahr **1982** eine durchschnittliche **absolute Gesamtarbeit** von **390 ± 108 Wmin**. Das entspricht einer **maximalen relativen Wattstufe** von **1,6 ± 0,2 W/kg KG**. Umgerechnet auf die körpergewichtsbezogene Leistung nach der ½ W/kg KG-Methode haben die 9 Probandinnen durchschnittlich **1½ W/kg KG für 1' 45"** auf dem Fahrradergometer getreten.. **Nach 8-monatigem Training** erreicht die Gruppe eine **absolute Gesamtarbeit** von **415 ± 108 Wmin**, was einer **maximalen relativen Wattstufe** von **1,7 ± 0,3 W/kg KG** entspricht.

Durchschnittlich haben sie damit eine Belastung von $1\frac{1}{2}$ W/kg KG für 2' erreicht. Der prozentuale Anstieg der Gesamtarbeit von der 1. zur 2. Untersuchung beträgt ca. 6%.

Nach 10-jährigem Training erreicht die Gruppe FRAUEN 82/92 durchschnittlich eine absolute Gesamtarbeit von 378 ± 65 Wmin. Die maximale relative Wattstufe liegt hier bei $1,6 \pm 0,2$ W/kg KG oder $1\frac{1}{2}$ W/kg KG für 1' 36". Die Gesamtarbeit liegt damit um ca. 3% unter der Leistung der 1. Untersuchung und um ca. 9% unter dem Wert der 2. Untersuchung.

Gesamtarbeit - FRAUEN 82/92/04 (n = 4)

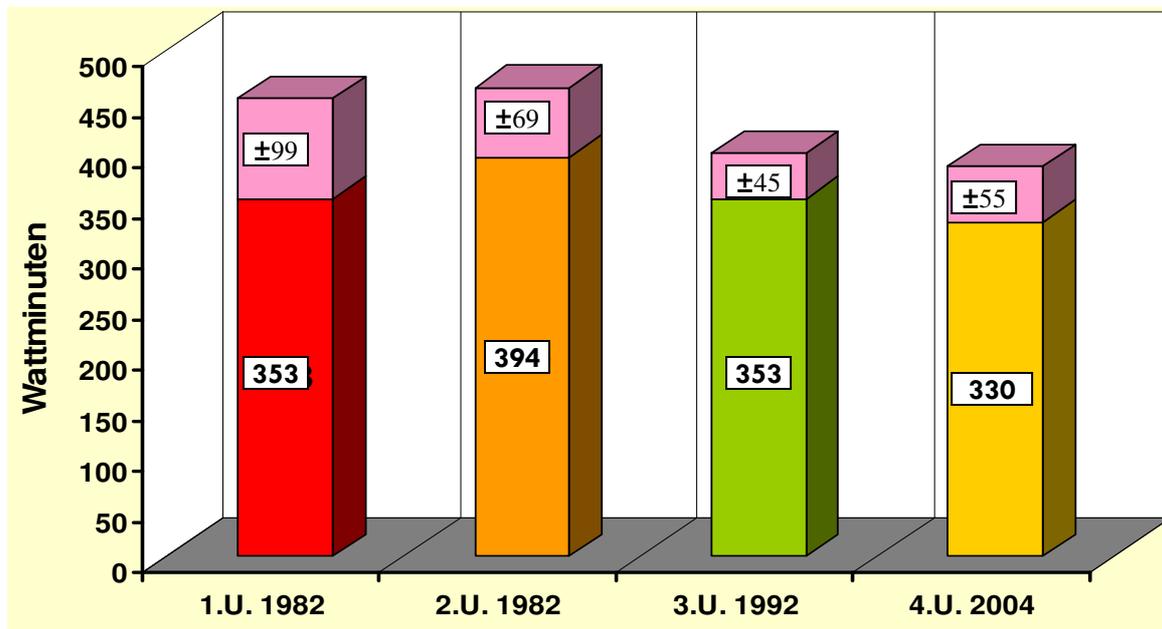


Abb. 27: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Gesamtarbeit in Wattminuten der Gruppe FRAUEN 82/92/04 bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen sowie einer 22-jährigen Trainingsperiode.

Tab. 10: Anthropometrische Daten der Gruppe FRAUEN 82/92/04

Gruppe FRAUEN 82/92/04 (n=4)				
	1.U. 82	2.U. 82	3.U. 92	4.U. 04
Alter (Jahre)	$53,7 \pm 6,3$	$54,4 \pm 6,3$	$63,7 \pm 6,3$	$76,4 \pm 6,3$
Größe (cm)	$159,8 \pm 3,3$	$159,8 \pm 3,3$	$158,0 \pm 3,0$	$156,8 \pm 4,3$
Gewicht (kg)	$61,1 \pm 2,5$	$61,0 \pm 2,7$	$61,6 \pm 4,9$	$64,1 \pm 4,1$

Vier Frauen der Seniorensportgruppe Wetttenberg haben an allen **sportmedizinischen Leistungstests** teilgenommen. Sie erreichen bei der **1. Untersuchung 1982** eine **mittlere Gesamtarbeit** von **353 ± 99 Wattminuten**. Das entspricht einer **maximalen relativen Wattstufe** von **1,6 ± 0,3 W/kg KG**, d.h. sie haben in Schnitt die 1 ½ W/kg KG Stufe erreicht und für 2 Minuten absolviert.

Bei fast identischem Durchschnittsgewicht (61,0 kg) erhöht sich die mittlere Gesamtarbeit der Probandinnen **nach 8-monatigem Training** um ca. **12% ↑** auf **394 ± 99 Wattminuten**. Die maximale relative Wattstufe bleibt konstant bei 1,6 ± 0,3 W/kg KG. Im Hinblick auf das Belastungsverfahren haben sie die 4. Belastungsstufe von 2 W/kg KG für 17 Sekunden geschafft.

Nach **10-jähriger Trainingszeit** erreichen die 4 Probandinnen wiederum mit nahezu gleichem Ausgangsgewicht (61,6 kg) die gleiche **absolute Gesamtarbeit** von **353 ± 45 Wattminuten** wie bei der 1. Untersuchung. Die **maximale relative Wattstufe** liegt geringfügig niedriger bei **1,5 ± 0,0 W/kg KG**. Umgerechnet auf die Zeit, mit welcher sie die 3. Belastungsstufe (1 ½ W/kg KG) absolviert haben, bleibt es bei 2 Minuten wie bei der 1. Untersuchung von 1982.

Nach einer **Trainingszeit** von **22 Jahren** und einem um ca. 4% erhöhten Ausgangsgewicht (64,1 kg) erreichen die Probandinnen durchschnittlich eine **Gesamtarbeit** von **330 ± 55 Wattminuten**, das ist absolut gesehen eine **Verringerung** der Gesamtleistung um ca. **7% ↓** im Vergleich zur 1. und 3. Untersuchung und um **16% ↓** im Vergleich zur 2. Untersuchung.

Die **maximale relative Wattstufe** entspricht der 3. Untersuchung mit 1,5 ± 0,0 W/kg KG. Im Hinblick auf die durchschnittlich erreichte Belastungszeit haben sie sich aber auf 1 W/kg KG für 1'26" verschlechtert.

Die Gruppe **FRAUEN 92/04** setzt sich zusammen aus den 4 Probandinnen der Gruppe FRAUEN 82/92/04 und zwei weiteren Probandinnen (Prob.Nr. 12 und 4). Probandin Nr. 12 hat zwar an den beiden ersten Untersuchungen teilgenommen, wurde dabei aber nach der ¼ W/kg KG-Methode belastet. 1992 und 2004 wurde sie mit der ½ W/kg KG-Methode belastet, weswegen ihre Werte bei diesen Auswertungen mit berücksichtigt werden. Probandin Nr. 4 ist seit September 1984 kontinuierlich aktives Mitglied der Seniorensportgruppe Wettenberg. Sie hat somit nicht an den ersten beiden Untersuchungen teilgenommen.

Im Jahr **1992** erreicht die Gruppe **FRAUEN 92/04** eine durchschnittliche **Gesamtarbeit** von **357 ± 81 Wattminuten** und **12 Jahre später 340 ± 84 Wattminuten** (Abb. 28), wobei ihr **Durchschnittsgewicht** (Tab. 11) nahezu **unverändert** geblieben ist (1992: 65,6 ± 7,5 kg; 2004: 65,9 ± 6,0 kg).

Gesamtarbeit - FRAUEN 92/04 (n = 6)

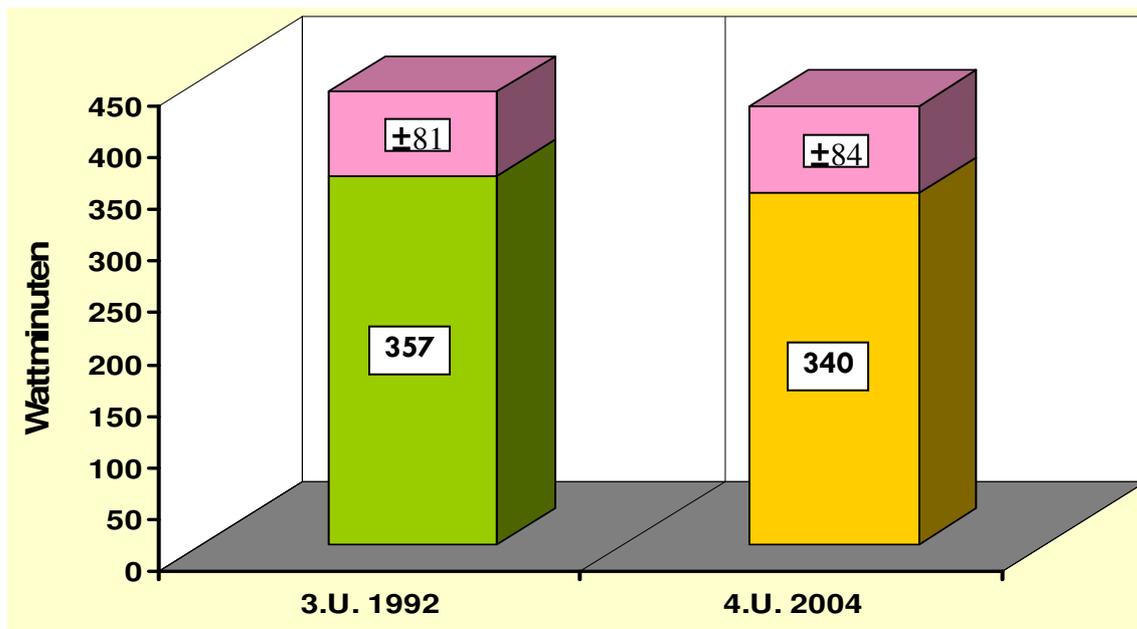


Abb. 28: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Gesamtarbeit in Wattminuten der Gruppe FRAUEN 92/04 bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 12-jährigen Trainingsperiode.

Tab. 11: Anthropometrische Daten der Gruppe FRAUEN 92/04

Gruppe FRAUEN 92/04		
	3. U. 92	4.U. 04
Alter (Jahre)	62,2 ± 5,7	74,9 ± 5,7
Größe (cm)	158,8 ± 2,7	157,3 ± 3,6
Gewicht (kg)	65,6 ± 7,5	65,9 ± 6,0

Damit liegt ihre mittlere **maximale relative Wattstufe 1992** bei $1,5 \pm 0,3$ W/kg KG, was einer relativen Leistung von $1 \frac{1}{2}$ W/kg KG für 1'36" entspricht. Im Jahr **2004** erreichen sie ebenfalls eine mittlere maximale relative Wattstufe von $1,5 \pm 0,0$ W/kg KG, was einer geringfügig schlechteren relativen Leistung von $1 \frac{1}{2}$ W/kg KG für 1 Minute und 26 Sekunden entspricht.

Die Abbildungen 29 und 30 zeigen die **mittleren Maximalwerte** und Standardabweichungen der **Gesamtarbeit in Wattminuten** bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen mit der 0,5 W/kg KG-Methode vor und nach einer **Trainingsperiode** von **acht Monaten** und **10 Jahren** der Gruppe **MÄNNER 82/92**, sowie die **mittleren Maximalwerte** und Standardabweichungen der **Gesamtarbeit in Wattminuten** der Gruppen **MÄNNER 82/04** vor und nach einer **Trainingsperiode** von **8 Monaten** und **22 Jahren**.

Den Abbildungen sind die **anthropometrischen Daten** der Gruppen in Tabellenform beigelegt.

Gesamtarbeit - MÄNNER 82/92 (n = 7)

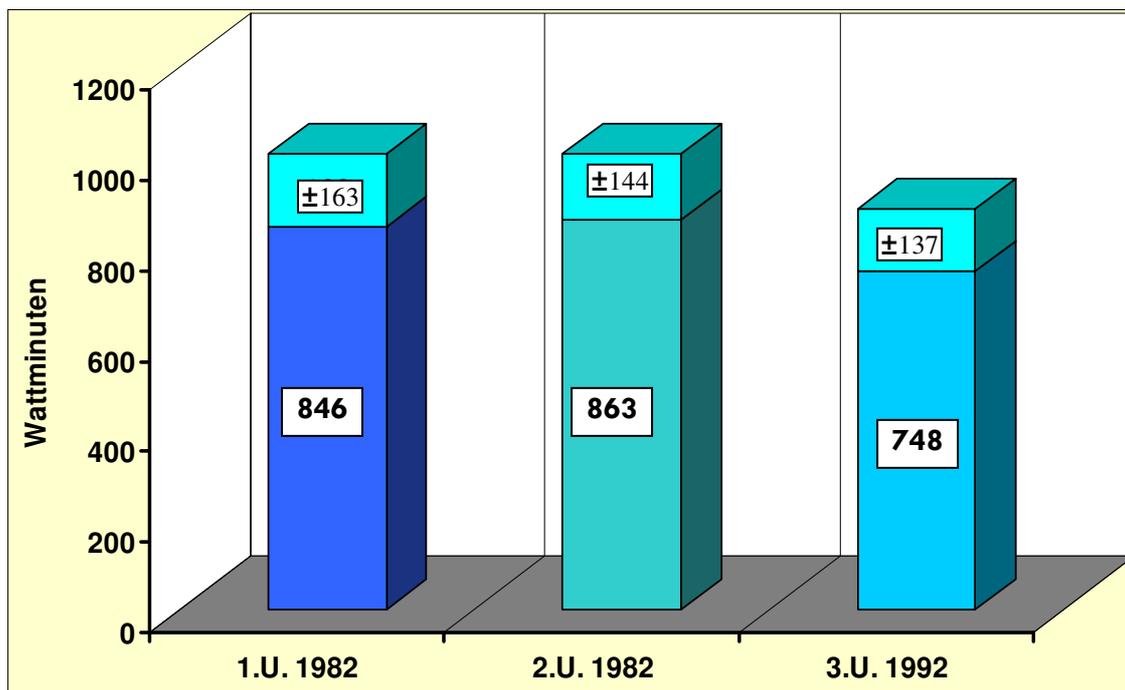


Abb. 29: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Gesamtarbeit der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Tab. 12: Anthropometrische Daten der Gruppe MÄNNER 82/92

MÄNNER 82/92 (n=7)			
	1.U. 82	2.U. 82	3.U. 92
Alter (Jahre)	53,7 ± 3,9	54,4 ± 3,9	63,7 ± 3,9
Größe (cm)	171,6 ± 4,2	171,6 ± 4,2	170,9 ± 4,2
Gewicht (kg)	78,3 ± 4,9	77,9 ± 4,5	77,7 ± 4,6

Die Gruppe MÄNNER 82/92 erreicht bei der 1. Untersuchung im Jahr 1982 eine durchschnittliche absolute Gesamtarbeit von 846 ± 163 Wmin. Das entspricht einer maximalen relativen Wattstufe von 2,2 ± 0,3 W/kg KG. Entsprechend dem Belastungsverfahren haben die 7 Probanden im Durchschnitt die 5. Belastungsstufe von 2 ½ W/kg KG für 20 Sekunden absolviert. Nach 8-monatigem Training erreicht die Gruppe eine absolute Gesamtarbeit von 863 ± 144 Wmin, was einer maximalen relativen Wattstufe von 2,2 ± 0,3 W/kg KG entspricht. Damit haben sie durchschnittlich die

2 ½ W/kg KG Stufe erreicht und diese für 26 Sekunden toleriert. Der **prozentuale Anstieg** der Gesamtarbeit von der 1. zur 2. Untersuchung beträgt ca. 2%.

Nach **10-jährigem Training** erreicht die Gruppe **MÄNNER 82/92** durchschnittlich eine **absolute Gesamtarbeit** von **748 ± 137 Wmin**. Die **maximale relative Wattstufe** liegt hier bei **2,0 ± 0,3 W/kg KG** oder **2 W/kg KG für 1' 48"**. Die Gesamtarbeit liegt damit um ca.12% unter der Leistung der 1. Untersuchung und um ca. 13% unter dem Wert der 2. Untersuchung.

Gesamtarbeit - MÄNNER 82/04 (n = 5)

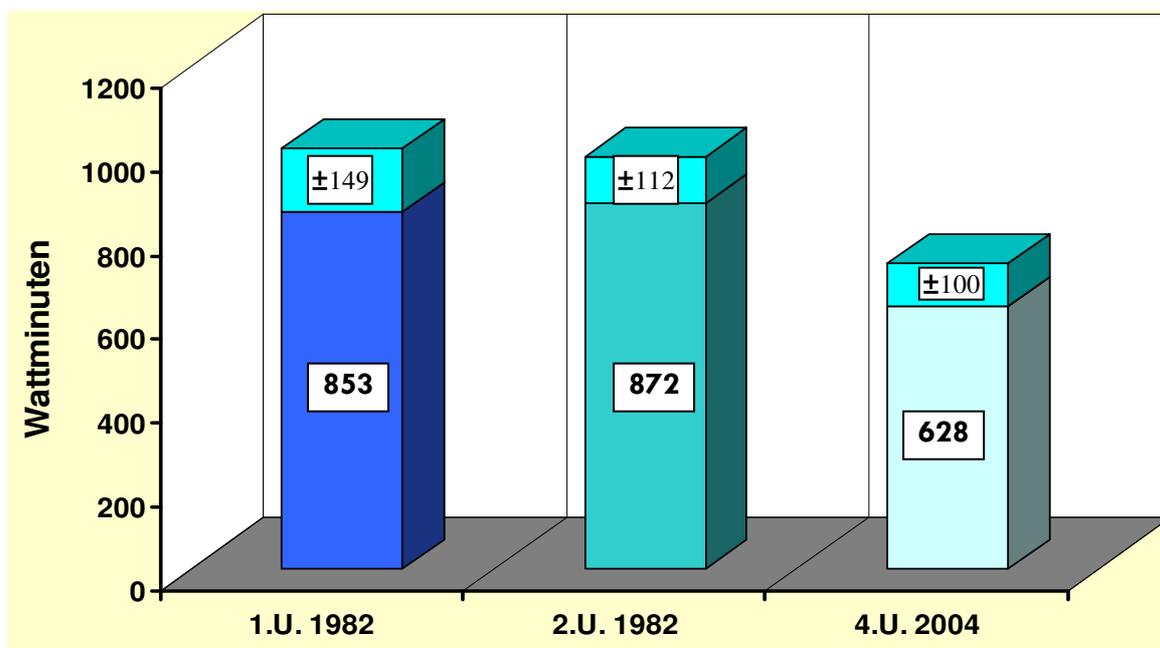


Abb. 30: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Gesamtarbeit der Gruppe MÄNNER 82/04 bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 22-jährigen Trainingsperiode.

Tab. 13: Anthropometrische Daten der Gruppe MÄNNER 82/04

Gruppe MÄNNER 82/04			
n=5	1.U. 82	2.U. 82	4.U. 04
Alter (Jahre)	53,2 ± 1,7	53,9 ± 1,7	75,9 ± 1,7
Größe (cm)	174,4 ± 5,8	174,4 ± 5,8	171,5 ± 6,4
Gewicht (kg)	77,6 ± 5,7	76,6 ± 4,8	73,7 ± 6,8

Die Gruppe **MÄNNER 82/04** setzt sich zusammen aus 3 Probanden, die an allen sportmedizinischen Leistungsuntersuchungen über den Zeitraum von 1982 bis 2004 teilgenommen haben. Zwei Probanden (Prob. Nr. 1 und 3) haben aus beruflichen Gründen mehrere Jahre pausiert, wodurch sie im Untersuchungsjahr 1992 nicht aktive Mitglieder der Seniorensportgruppe Wettberg waren und damit auch an den damaligen Untersuchungen nicht teilgenommen haben.

Die Gruppe **MÄNNER 82/04** erreicht bei der **1. Untersuchung** im Jahr **1982** eine durchschnittliche **Gesamtarbeit** von **853 ± 149 Wattminuten** bei einem Durchschnittsgewicht von **77,6 ± 5,7 kg** (Tab. 13), was einer **maximalen relativen Wattstufe** von **2,2 ± 0,3 W/kg KG** entspricht. Bezogen auf das Belastungsverfahren haben sie im Mittel **2 ½ W/kg KG** für 24 Sekunden geschafft.

Die Probanden können diese Leistung nach **8-monatigem Training** geringfügig **auf 872 ± 112 Wattminuten** bei einem leicht reduzierten mittleren Körpergewicht von **76,6 ± 4,8 kg** verbessern. Die maximale relative Wattstufe bleibt aber konstant bei **2,2 ± 0,3 W/kg KG**. Die Belastungszeit auf der **2 ½ W/kg KG** Stufe erhöht sich aber auf 32 Sekunden.

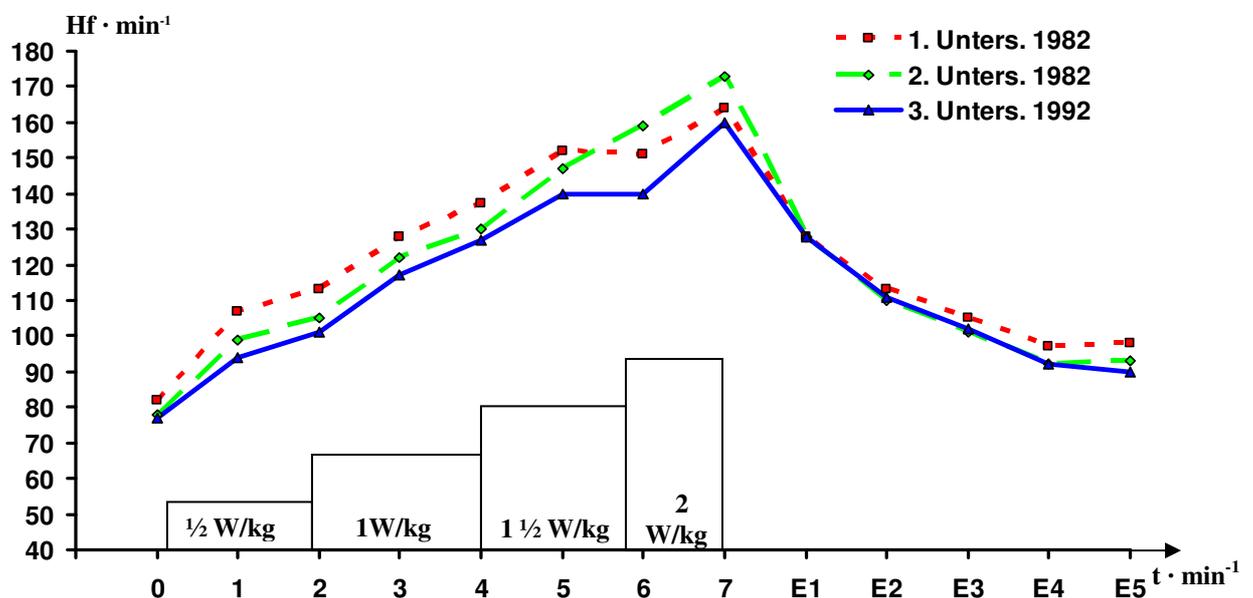
Nach **22-jähriger Trainingszeit** erreicht die Gruppe bei einem Durchschnittsgewicht von **73,7 ± 6,8 kg** eine mittlere **Gesamtarbeit** von **628 ± 100 Wattminuten**, was einer **Leistungsreduzierung** von **25%↓** im Vergleich zur vorangegangenen Untersuchung entspricht. Sie erreichen damit eine maximale relative Wattstufe von **2,1 ± 0,2 W/kg KG** oder die 4. Belastungsstufe von **2 W/kg KG** für 1 Minute und 15 Sekunden.

6.2 Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen

6.2.1 Herzschlagfrequenz

Die Abbildung 31 zeigt das Verhalten der **Herzschlagfrequenz** ($Hf \cdot \text{min}^{-1}$) für die **Gruppe FRAUEN 82/92** ($n = 9$) **vor und nach** einer **Trainingsperiode** von **acht Monaten** und **10 Jahren** im Vorstartzustand, während jeder vollen Belastungsminute sowie in der fünfminütigen Erholungsphase.

Herzschlagfrequenz - FRAUEN 82/92 (n = 9)



	Vorstart	Belastung							Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	9	9	9	9	9	9	4	2	9	9	9	9	9
M	82	107	113	128	137	152	151	164	128	113	105	97	98
± 1 S	10	11	14	14	16	14	7	7	15	14	13	15	14
n 2.U. 82	9	9	9	9	9	9	7	3	9	9	9	9	9
M	78	99	105	122	130	147	159	173	128	110	101	92	93
± 1 S	11	12	15	14	14	15	11	5	21	19	17	16	17
n 3.U. 92	9	9	9	9	9	9	5	1	9	9	9	9	9
M	77	94	101	117	127	140	140	160	128	111	102	92	90
± 1 S	12	12	11	14	15	19	17		16	15	12	15	13

Abb. 31: Durchschnittliches Verhalten der Herzschlagfrequenz ($Hf \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe **FRAUEN 82/92** bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen ($\pm 1S$) in Tabellenform.

Bei der **ersten Untersuchung 1982** zu Beginn der Trainingsphase liegt der mittlere Wert der **Hf · min⁻¹** der Gruppe **FRAUEN 82/92** im Vorstartzustand bei **82 ± 10 · min⁻¹** und steigt unter Belastung in der **ersten Minute** auf **107 ± 11 · min⁻¹** an. Im weiteren Verlauf der Belastung erreicht die **mittlere Herzfrequenz** der **9 Probandinnen** in der **5. Belastungsminute** einen ersten **Höhepunkt** mit **152 ± 14 · min⁻¹**. Für 5 Probandinnen ist die Ausbelastung hier erreicht, die verbleibenden 4 Probandinnen erreichen in der 6. Belastungsminute eine durchschnittliche Herzfrequenz von **151 ± 7 · min⁻¹**. In der ersten Minute der 2 W/kg KG Stufe können noch 2 Probandinnen weiterarbeiten und erreichen eine **maximale Herzfrequenz** von **164 ± 7** Schlägen pro Minute. In der anschließenden **Erholungsphase** sinkt die **Hf · min⁻¹** kontinuierlich von **128 ± 15 · min⁻¹** in der ersten Erholungsminute auf **97 ± 15 · min⁻¹** bis **98 ± 14** Schläge pro Minute (**nach 5. Erholungsminuten**).

Nach 8-monatigem Training liegt der Mittelwert der Herzfrequenz im **Vorstartzustand** bei **78 ± 11 · min⁻¹**. Unter Belastung bleibt der Kurvenverlauf bis zur 5. Belastungsminute mit 8 bis 5 Schlägen pro Minute weniger kontinuierlich unter dem Kurvenverlauf der ersten Untersuchung. In der ersten Belastungsminute liegt der Durchschnittswert bei **99 ± 12 · min⁻¹**, in der 5. Belastungsminute, die alle 9 Probandinnen erreicht haben, liegt der Wert bei durchschnittlich **147 ± 15 · min⁻¹**. Im Gegensatz zur ersten Untersuchung können 7 Frauen die 6. Belastungsminute absolvieren, drei von ihnen sind in der Lage, eine weitere Erhöhung der Belastung um $\frac{1}{2}$ W/kg KG für eine Minute zu tolerieren. Ihre durchschnittliche **maximale Herzfrequenz** liegt in der **7. Belastungsminute** bei **173 ± 5 · min⁻¹**. In der **Erholungsphase** fällt die mittlere Herzfrequenz von **128 ± 21 · min⁻¹** in der 1. Minute kontinuierlich auf **93 ± 17 · min⁻¹** in der **5. Erholungsminute**.

Nach 10-jährigem kontinuierlichem Training (1992) liegt die mittlere Herzfrequenz im **Vorstartzustand** bei **77 ± 12 · min⁻¹** und steigt über **94 ± 12 · min⁻¹** in der 1. Belastungsminute auf **140 ± 19 · min⁻¹** in der 5. Belastungsminute, die alle **9 Probandinnen** erreichen. In der **6. Belastungsminute** bleibt für die **fünf** verbliebenen **Probandinnen** die **mittlere Hf** stabil bei durchschnittlich **140 ± 17 · min⁻¹**, eine Frau ist in der Lage, eine weitere Steigerung der Belastung auf 2 W/kg KG für eine Minute zu tolerieren und erreicht hier eine **maximale Hf** von **160 · min⁻¹**.

In der **Erholungsphase** fällt die mittlere Herzfrequenz von **128 ± 16 · min⁻¹** in der 1. Minute kontinuierlich auf **90 ± 13 · min⁻¹** in der **5. Erholungsminute**.

Die Gruppe **FRAUEN 82/92** erreicht bei der **1. Untersuchung 1982** eine durchschnittliche **maximale Herzfrequenz** von $160 \pm 11 \cdot \text{min}^{-1}$. Nach **8-monatigem Training** liegt die mittlere maximale Hf der 9 Probandinnen mit einem Wert von $158 \pm 19 \cdot \text{min}^{-1}$ minimal höher als bei der 1. Untersuchung. Nach **10-jährigem Training** sinkt die maximale Hf um ca. **7%↓** auf $149 \pm 17 \cdot \text{min}^{-1}$ (Abb. 32).

Maximalwerte der Herzfrequenzen FRAUEN 82/92 (n = 9)

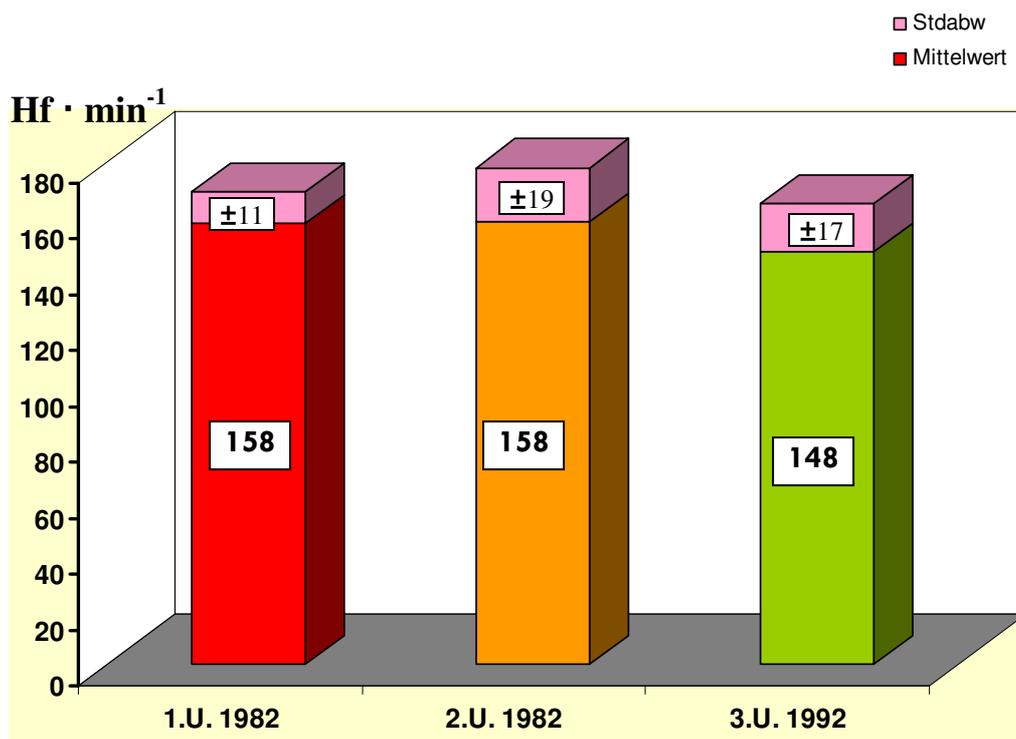
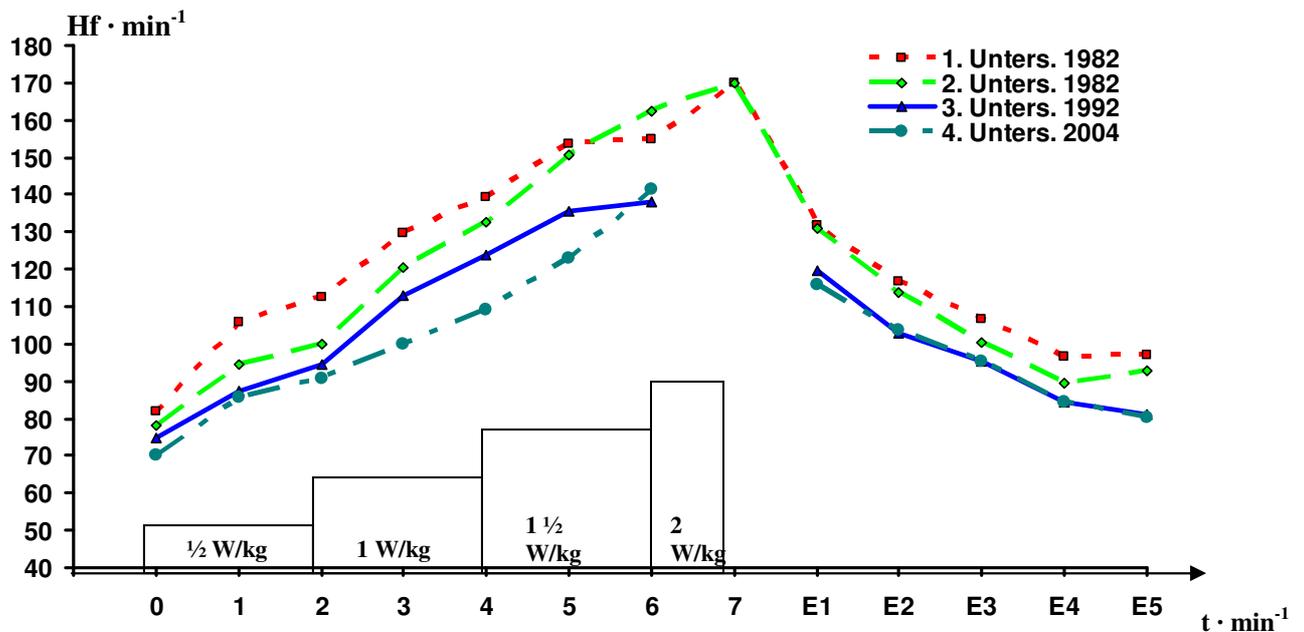


Abb. 32: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Herzfrequenz ($\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Die Abbildungen 33 und 35 zeigen das Verhalten der **Herzschlagfrequenz ($Hf \cdot \text{min}^{-1}$)** der Gruppen **FRAUEN 82/92/04** und **FRAUEN 92/04** während jeder vollen Belastungsminute sowie in der fünfminütigen Erholungsphase.

Herzschlagfrequenz - FRAUEN 82/92/04 (n = 4)



	Vorstart	Belastung								Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	E1	E2	E3	E4	E5	
n 1.U. 82	4	4	4	4	4	4	2	1	4	4	4	4	4	
M	82	106	113	130	139	154	155	170	132	117	107	97	97	
± 1S	9	9	9	10	14	10	8		12	10	9	8	9	
n 2.U. 82	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	
M	78	95	100	121	133	151	162	170	131	114	100	90	93	
± 1S	9	5	10	6	6	7	9		10	11	11	13	12	
n 3.U.92	4	4	4	4	4	4	3		4	4	4	4	4	
M	75	88	95	113	124	136	138		120	103	96	85	81	
± 1S	7	10	9	14	17	20	20		18	11	9	12	11	
n 4.U. 04	4	4	4	4	4	4	3		4	4	4	4	4	
M	70	86	91	100	109	123	141		116	104	95	84	80	
± 1S	10	8	10	9	11	14	15		17	13	13	14	14	

Abb. 33: Durchschnittliches Verhalten der Herzschlagfrequenz ($Hf \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen sowie einer 22-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen ($\pm 1S$) in Tabellenform.

Bei der **1. Untersuchung 1982** zu Beginn der Trainingsphase liegt der mittlere Wert der **Hf** der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** im **Vorstartzustand** bei $82 \pm 9 \cdot \text{min}^{-1}$ und steigt unter Belastung in der ersten Minute auf $106 \pm 9 \cdot \text{min}^{-1}$ an. Im weiteren Verlauf der Belastung erreicht die mittlere Herzfrequenz der 4 Probandinnen in der **5. Belastungsminute** einen Wert von $154 \pm 10 \cdot \text{min}^{-1}$. Für 2 Probandinnen ist die Ausbelastung hier erreicht, die verbleibenden beiden Probandinnen erreichen in der **6. Belastungsminute** eine durchschnittliche Herzfrequenz von $155 \pm 8 \cdot \text{min}^{-1}$. In der ersten Minute der 2 W/kg Stufe kann noch eine Probandin weiterarbeiten und erreicht eine individuelle maximale Herzfrequenz von 170 Schlägen pro Minute. In der anschließenden **Erholungsphase** sinkt die Hf kontinuierlich von $132 \pm 12 \cdot \text{min}^{-1}$ in der ersten Erholungsminute auf 97 ± 8 bzw. ± 9 **Schläge** in der 4. und 5. **Erholungsminute**.

Nach **8-monatigem Training** liegt der Mittelwert der **Herzfrequenz** im **Vorstartzustand** bei $78 \pm 9 \cdot \text{min}^{-1}$. Unter Belastung bleibt der Kurvenverlauf bis zur 5. Belastungsminute deutlich unter dem Kurvenverlauf der ersten Untersuchung. In der ersten Belastungsminute liegt der Durchschnittswert bei $95 \pm 5 \cdot \text{min}^{-1}$, in der **6. Belastungsminute**, die alle 4 Probandinnen erreicht haben, liegt der Wert bei durchschnittlich $162 \pm 9 \cdot \text{min}^{-1}$. Wie bei der ersten Untersuchung ist eine Probandin in der Lage, eine weitere Erhöhung der Belastung um $\frac{1}{2}$ W/kg KG für eine Minute zu tolerieren. Ihre durchschnittliche maximale Herzfrequenz liegt in der 7. Belastungsminute bei $170 \cdot \text{min}^{-1}$. In der **Erholungsphase** fällt die mittlere Herzfrequenz von $131 \pm 10 \cdot \text{min}^{-1}$ in der **1. Minute** kontinuierlich auf $90 \pm 13 \cdot \text{min}^{-1}$ in der **4. Erholungsminute** und steigt in der 5. Erholungsminute nochmals leicht an auf $93 \pm 12 \cdot \text{min}^{-1}$.

Nach **10-jährigem kontinuierlichem Training** (1992) liegt die mittlere **Herzfrequenz** im **Vorstartzustand** bei $75 \pm 7 \cdot \text{min}^{-1}$ und steigt über $88 \pm 10 \cdot \text{min}^{-1}$ in der 1. Belastungsminute auf $136 \pm 20 \cdot \text{min}^{-1}$ in der 5. Belastungsminute, die alle Probandinnen erreichen. In der **6. Belastungsminute** steigt die mittlere Hf der drei verbliebenen Probandinnen nochmals geringfügig auf $138 \pm 20 \cdot \text{min}^{-1}$. In der **Erholungsphase** fällt die mittlere Herzfrequenz von $120 \pm 18 \cdot \text{min}^{-1}$ in der 1. Minute kontinuierlich auf $81 \pm 11 \cdot \text{min}^{-1}$ in der **5. Erholungsminute**.

Bei der **4. Untersuchung** (nach **22 Jahren**) liegt der mittlere **Vorstartwert** der **Hf** der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** bei 70 ± 10 **Schlägen pro Minute**. Während in der **1. Belastungsminute** die mittlere Hf noch mit $86 \pm 8 \cdot \text{min}^{-1}$ annähernd an den Wert der vorangehenden Untersuchung kommt, bleibt der Kurvenverlauf ab der 3. Belastungsminute deutlich unter dem der Untersuchungsreihe von 1992. Wie bei der 3. Untersuchung erreichen

alle 4 Probandinnen die 5. Belastungsminute und kommen hier auf eine durchschnittliche Hf von $123 \pm 14 \cdot \text{min}^{-1}$. Drei Probandinnen erreichen entsprechend der vorangegangenen Untersuchung die **6. Belastungsminute** mit einer mittleren Hf von $141 \pm 15 \cdot \text{min}^{-1}$.

In der **Erholungsphase** sinkt der Durchschnittswert von $116 \pm 17 \cdot \text{min}^{-1}$ in der 1. auf $80 \pm 14 \cdot \text{min}^{-1}$ in der 5. Erholungsminute.

Wie Abb. 34 zeigt, erreicht die Gruppe **FRAUEN 82/92/04** bei der **1. Untersuchung 1982** eine durchschnittliche **maximale Herzfrequenz** von $160 \pm 8 \cdot \text{min}^{-1}$. Nach **8-monatigem Training** liegt die mittlere **maximale Hf** der 4 Probandinnen mit einem Wert von $165 \pm 10 \cdot \text{min}^{-1}$ minimal höher als bei der 1. Untersuchung. Nach **10-jährigem Training** sinkt die maximale Hf um ca. **14%↓** auf $142 \pm 19 \cdot \text{min}^{-1}$ und nach **22-jähriger Trainingszeit** auf einen Durchschnittswert von $133 \pm 20 \cdot \text{min}^{-1}$, was eine weitere Reduzierung um ca. **6%↓** und im **Vergleich zur Erstuntersuchung** einen Verlust von **17%↓** darstellt.

Maximale Herzschlagfrequenz - FRAUEN 82/92/04 (n = 4)

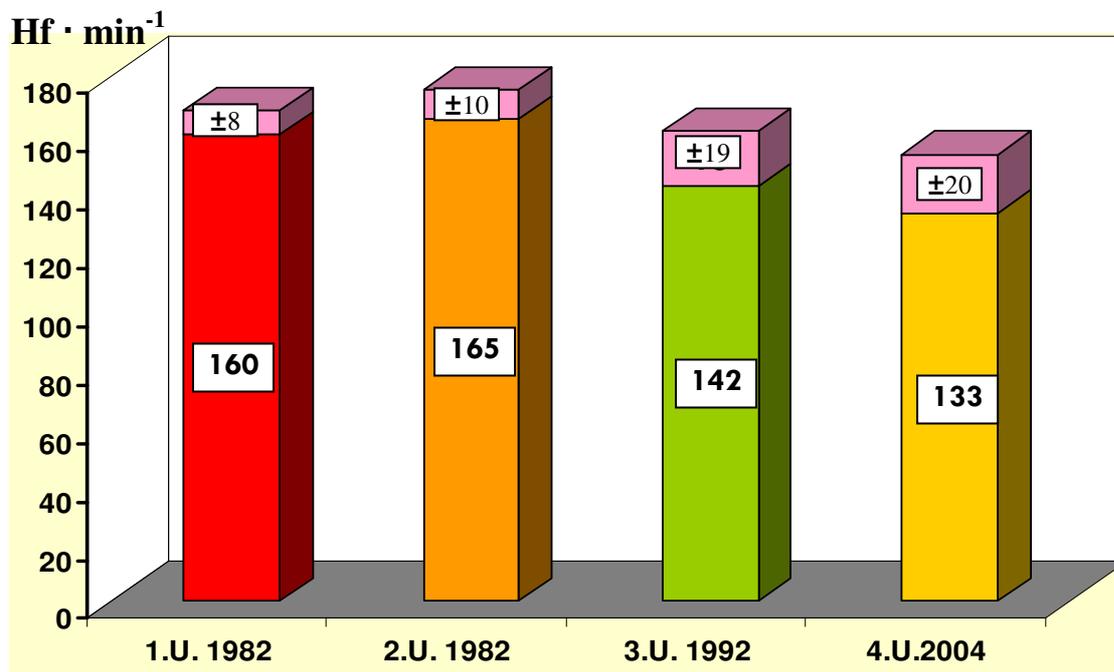


Abb. 34: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Herzfrequenz ($\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen und einer 22-jährigen Trainingsperiode.

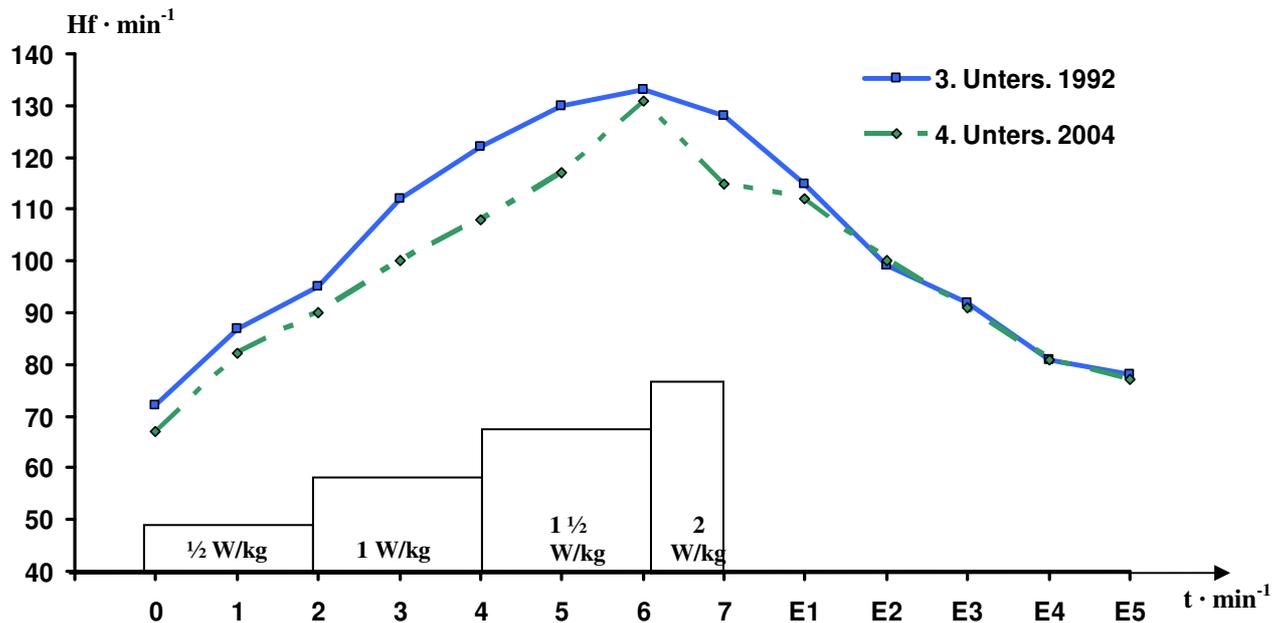
Alle Probandinnen der **Gruppe FRAUEN 92/04** haben zum Untersuchungszeitpunkt 1992 schon jahrelang regelmäßig Sport betrieben. Bei der sportmedizinischen Leistungsuntersuchung **1992** liegt die mittlere **Herzfrequenz** (Abb. 35) der Probandinnen im **Vorstartzustand** bei $72 \pm 8 \cdot \text{min}^{-1}$ und steigt über $87 \pm 10 \cdot \text{min}^{-1}$ in der 1. Belastungsminute auf $130 \pm 21 \cdot \text{min}^{-1}$ in der 5. Belastungsminute, die alle Probandinnen erreichen. In der **6. Belastungsminute** steigt die mittlere Hf $\cdot \text{min}^{-1}$ der vier verbliebenen Probandinnen nochmals geringfügig auf $133 \pm 20 \cdot \text{min}^{-1}$. Die 7. Belastungsminute erreicht eine Probandin mit einer Herzfrequenz von $128 \cdot \text{min}^{-1}$.

In der **Erholungsphase** fällt die mittlere Herzfrequenz von $115 \pm 17 \cdot \text{min}^{-1}$ in der **1. Minute** kontinuierlich auf $78 \pm 10 \cdot \text{min}^{-1}$ in der **5. Erholungsminute**.

Bei der Untersuchung im Jahr **2004** nach 12 Jahren liegt der mittlere **Vorstartwert** der **Hf $\cdot \text{min}^{-1}$** der Gruppe FRAUEN 92/04 bei 67 ± 9 **Schlägen pro Minute**. Damit liegt die mittlere Hf um $5 \cdot \text{min}^{-1}$ niedriger als bei der vorangehenden Untersuchung. Diese Differenz zur vorangehenden Untersuchung bleibt über die ersten beiden Belastungsminuten mit einer mittleren Hf von $82 \pm 9 \cdot \text{min}^{-1}$ bzw. $90 \pm 12 \cdot \text{min}^{-1}$ konstant. Der Kurvenverlauf liegt ab der 3. bis zur 5. Belastungsminute mit 12 bis 14 Schlägen pro Minute noch deutlicher unter dem der Untersuchungsreihe von 1992. 5 Probandinnen erreichen die 5. Belastungsminute und kommen hier auf eine durchschnittliche Hf $\cdot \text{min}^{-1}$ von $117 \pm 18 \cdot \text{min}^{-1}$. Ebenfalls wie in der vorangehenden Untersuchung können noch 4 Probandinnen die **6. Belastungsminute** bewältigen mit einer mittleren Hf $\cdot \text{min}^{-1}$ von $131 \pm 22 \cdot \text{min}^{-1}$ und eine Probandin die 7. Belastungsminute mit einer Hf von $115 \cdot \text{min}^{-1}$.

In der **Erholungsphase** sinkt der Durchschnittswert der Herzfrequenz von $112 \pm 16 \cdot \text{min}^{-1}$ in der 1. auf $77 \pm 13 \cdot \text{min}^{-1}$ in der **5. Erholungsminute**.

Herzschlagfrequenz - FRAUEN 92/04 (n = 6)



	Vorstart	Belastung							Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	E1	E2	E3	E4	E5
n 3.U. 92	6	6	6	6	6	6	4	1	6	6	6	6	6
M	72	87	95	112	122	130	133	128	115	99	92	81	78
± 1S	8	10	11	15	19	21	20		17	11	11	12	10
n 4.U. 04	6	6	6	6	6	5	4	1	6	6	6	6	6
M	67	82	90	100	108	117	131	115	112	100	91	81	77
± 1S	9	9	12	12	15	18	22		16	14	14	14	13

Abb. 35: Durchschnittliches Verhalten der Herzschlagfrequenz ($Hf \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe FRAUEN 92/04 bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 12-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen ($\pm 1S$) in Tabellenform.

Die Gruppe **FRAUEN 92/04** erreicht im Untersuchungsjahr **1992** eine durchschnittliche maximale Herzfrequenz von $140 \pm 17 \cdot \text{min}^{-1}$. Nach **12-jähriger Trainingszeit** fällt der Durchschnittswert auf $129 \pm 17 \cdot \text{min}^{-1}$, was einer Verringerung der durchschnittlichen maximalen Herzfrequenz von ca. **13%↓** gleichkommt (Abb. 36).

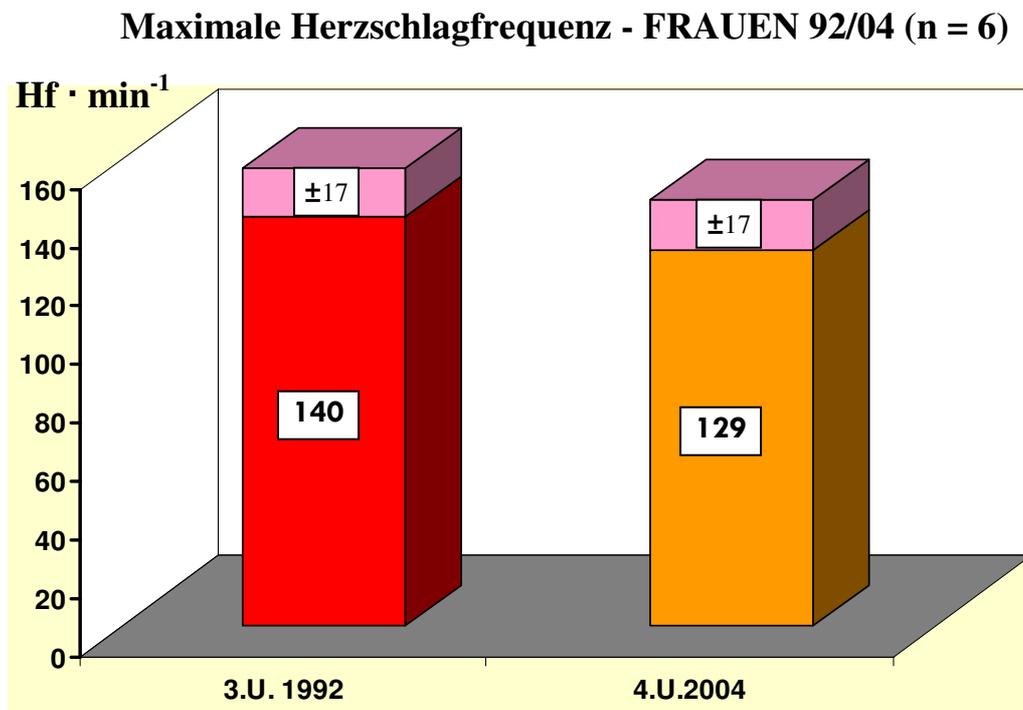
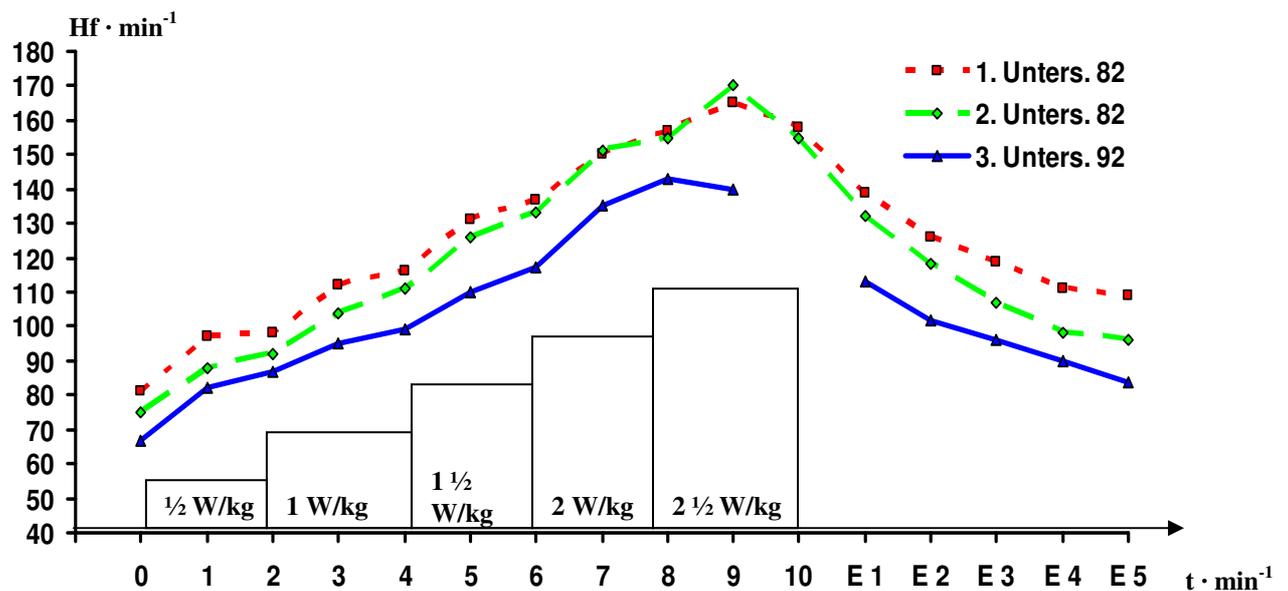


Abb. 36: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Herzfrequenz ($\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe **FRAUEN 92/04** bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach 12-jährigen Trainingsperiode.

Das Verhalten der **Herzschlagfrequenz** für die Gruppe **MÄNNER 82/92** ($n = 7$) vor, während und nach einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach einer **8-monatigen** und **10-jährigen Trainingsperiode** bei der Wettenger Seniorensportgruppe veranschaulicht die Abbildung 37 mit der dazugehörigen Wertetabelle.

Herzschlagfrequenz - MÄNNER 82/92 ($n = 7$)



Minuten	Vorstart	Belastung										Erholung					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	E1	E2	E3	E4	E5	
n 1.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	81	97	98	112	116	131	137	150	157	165	158	139	126	119	111	109	
± 1S	8	12	10	9	10	10	10	12	11	8		12	11	11	8	9	
n 2.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7	
M	75	88	92	104	111	126	133	151	155	170	155	132	118	107	98	96	
± 1S	12	12	12	14	16	12	13	14	13	12		20	16	15	15	15	
n 3.U. 92	7	7	7	7	7	7	7	6	5	1		7	7	7	7	7	
M	67	82	87	95	99	110	117	135	143	140		113	102	96	90	84	
± 1S	10	9	15	15	14	17	14	12	12			16	17	16	18	16	

Abb. 37: Durchschnittliches Verhalten der Herzschlagfrequenz ($Hf \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe **MÄNNER 82/92** bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen ($\pm 1S$) in Tabellenform.

Ausgehend von einer mittleren Hf von $81 \pm 8 \cdot \text{min}^{-1}$ im Vorstartzustand steigt die Herzfrequenz der **Gruppe MÄNNER 82/92** bei der **1. Untersuchung 1982** über 97 ± 12 Schläge pro Minute zu Belastungsbeginn kontinuierlich auf $150 \pm 12 \cdot \text{min}^{-1}$ in der 7. Belastungsminute an, wobei hier noch alle **7 Probanden** mit einbezogen sind. In der **9. Belastungsminute** erreichen die drei verbliebenen Probanden eine durchschnittliche **maximale Herzfrequenz** von $165 \pm 8 \cdot \text{min}^{-1}$, während lediglich ein Proband auch die 10. Belastungsminute mit einer Hf von $158 \cdot \text{min}^{-1}$ tolerieren kann. In der **Erholungsphase** fällt die mittlere Herzfrequenz von $139 \pm 12 \cdot \text{min}^{-1}$ in der 1. Minute kontinuierlich auf $109 \pm 9 \cdot \text{min}^{-1}$ in der **5. Erholungsminute**.

Bei der **2. Untersuchung** nach **8-monatigen Training** liegt die Hf $\cdot \text{min}^{-1}$ im Vorstartzustand mit $75 \pm 12 \cdot \text{min}^{-1}$ um 6 Schläge pro Minute niedriger als bei der 1. Untersuchung. Im weiteren Verlauf gleicht sich die 2. Kurve der ersten allmählich bis zur 6. Belastungsminute von unten her an ($131 \cdot \text{min}^{-1}$) und übersteigt in der 7. Belastungsminute mit $151 \pm 14 \cdot \text{min}^{-1}$ den Wert der 1. Untersuchung um $1 \cdot \text{min}^{-1}$. Die Anzahl der Probanden, die die folgenden Belastungsminuten noch tolerieren können, ist identisch mit der 1. Untersuchung. Während die **mittlere Hf** der drei verbliebenen Probanden in der **9. Belastungsminute** mit $170 \pm 12 \cdot \text{min}^{-1}$ um durchschnittlich $5 \cdot \text{min}^{-1}$ höher liegt als bei der 1. Untersuchung, ist die maximale Hf $\cdot \text{min}^{-1}$ des einzigen Probanden, der die 10. Belastungsminute erreicht, mit $155 \cdot \text{min}^{-1}$ geringfügig niedriger als 8 Monate zuvor. In der 5-minütigen **Erholungsphase**, die mit durchschnittlich $132 \pm 20 \cdot \text{min}^{-1}$ beginnt, fällt die Hf $\cdot \text{min}^{-1}$ im Gegensatz zur ersten Untersuchung deutlich schneller ab und erreicht am **Ende** der Messungen einen Wert von $96 \pm 15 \cdot \text{min}^{-1}$.

Nach 10-jähriger Trainingszeit liegt die mittlere Hf $\cdot \text{min}^{-1}$ der Gruppe MÄNNER 82/92 im Vorstartzustand bei $67 \pm 10 \cdot \text{min}^{-1}$ und steigt bis zur **8. Belastungsminute** kontinuierlich bis auf $143 \pm 12 \cdot \text{min}^{-1}$ an. Ein Proband erreicht die nächst höhere Belastungsstufe von $2 \frac{1}{2} \text{ W/kg KG}$ für 1 Minute und erzielt hier sein individuelles Maximum der Hf $\cdot \text{min}^{-1}$ mit 140 Schlägen pro Minute.

In der **Erholungsphase** fällt die mittlere Hf $\cdot \text{min}^{-1}$ von $113 \pm 16 \cdot \text{min}^{-1}$ zu Beginn auf $84 \pm 16 \cdot \text{min}^{-1}$ am Ende ab.

Die Gruppe **MÄNNER 82/92** erreicht bei der **1. Untersuchung 1982** eine durchschnittliche **maximale Herzfrequenz** von $163 \pm 10 \cdot \text{min}^{-1}$. Nach **8-monatigem Training** liegt die mittlere maximale Hf der 7 Probanden mit einem Wert von $162 \pm 14 \cdot \text{min}^{-1}$ minimal niedriger als bei der 1. Untersuchung. **Nach 10-jährigem Training** sinkt die maximale Hf um ca. **16% ↓** auf $139 \pm 18 \cdot \text{min}^{-1}$ (Abb. 38)

Maximalwerte der Herzfrequenzen MÄNNER 82/92 (n = 7)

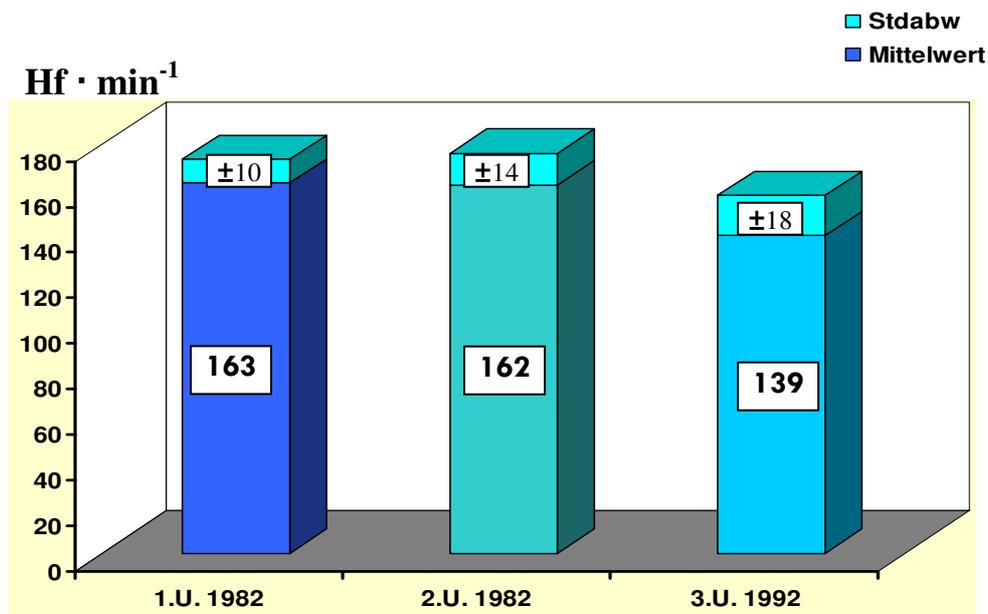
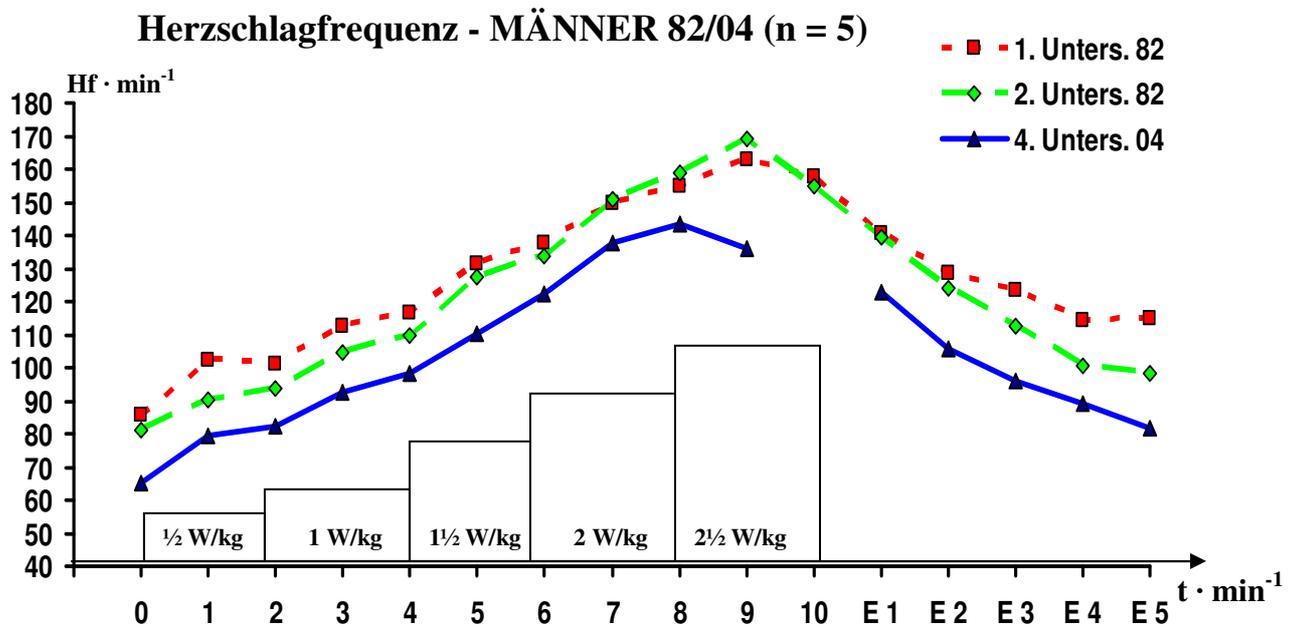


Abb. 38: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Herzfrequenz ($\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe **MÄNNER 82/92** bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Die Abb. 39 zeigt die **kardiozirkulatorischen Reaktionen** der Gruppe **MÄNNER 82/04** vorund nach einer Trainingsperiode von 8 Monaten und 22 Jahren im Vorstart, während und nach einer erschöpfenden Fahrradergometrie im Sitzen nach der 0,5 W/kg KG-Methode.



	Vorstart	Belastung										Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	1	5	5	5	5	5
M	86	102	101	113	117	131	138	150	155	163	158	141	129	124	114	115
± 1S	10	13	11	10	10	9	10	11	11	9		9	11	9	11	7
n 2.U. 82	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	1	5	5	5	5	5
M	81	90	94	105	110	127	134	151	159	169	155	140	124	113	101	98
± 1S	9	2	1	4	7	6	10	11	13	14		13	10	5	10	13
n 4.U. 04	5	5	5	5	5	5	5	5	2	1		5	5	5	5	5
M	65	79	82	92	98	110	122	138	144	136		123	106	96	89	82
± 1S	6	10	10	13	12	11	14	17	23			19	22	16	14	13

Abb. 39: Durchschnittliches Verhalten der Herzschlagfrequenz ($Hf \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe **MÄNNER 82/04** bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 22-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen ($\pm 1S$) in Tabellenform.

Ausgehend von einer mittleren **Herzfrequenz** von $86 \pm 10 \cdot \text{min}^{-1}$ im **Vorstartzustand** steigt die Herzfrequenz der **Gruppe MÄNNER 82/04** bei der **1. Untersuchung 1982** über 102 ± 13 Schläge pro Minute zu Belastungsbeginn kontinuierlich auf $150 \pm 11 \cdot \text{min}^{-1}$ in der

7. Belastungsminute an, wobei hier noch alle 5 Probanden mit einbezogen sind. In der **8. Belastungsminute** erreichen die vier verbliebenen Probanden eine durchschnittliche $Hf \cdot \text{min}^{-1}$ von $155 \pm 11 \cdot \text{min}^{-1}$, 2 Probanden können die 9. Belastungsminute mit einer mittleren $Hf \cdot \text{min}^{-1}$ von $162 \pm 9 \cdot \text{min}^{-1}$ bewältigen, während lediglich ein Proband auch die 10. Belastungsminute mit einer Hf von $158 \cdot \text{min}^{-1}$ tolerieren kann. In der **Erholungsphase** fällt die mittlere Herzfrequenz von $141 \pm 9 \cdot \text{min}^{-1}$ in der 1. Minute kontinuierlich auf $115 \pm 7 \cdot \text{min}^{-1}$ in der **5. Erholungsminute**.

Bei der **2. Untersuchung** nach 8-monatigen Training liegt die $Hf \cdot \text{min}^{-1}$ der Gruppe MÄNNER 82/04 im **Vorstartzustand** mit $81 \pm 9 \cdot \text{min}^{-1}$ um 5 Schläge pro Minute niedriger als bei der 1. Untersuchung. Im weiteren Verlauf gleicht sich die 2. Kurve der ersten allmählich bis zur 6. Belastungsminute von unten her an ($134/\text{min}$) und übersteigt in der 7. Belastungsminute mit $151 \pm 11 \cdot \text{min}^{-1}$ den Wert der 1. Untersuchung um $1 \cdot \text{min}^{-1}$. Im Gegensatz zur 1. Untersuchung können alle 5 Probanden auch die **8. Belastungsminute** absolvieren ($159 \pm 13 \cdot \text{min}^{-1}$). Während die mittlere Hf der beiden verbliebenen Probanden in der 9. Belastungsminute mit $169 \pm 14 \cdot \text{min}^{-1}$ um durchschnittlich 6 Schläge pro Minute höher liegt als bei der 1. Untersuchung, ist die maximale $Hf \cdot \text{min}^{-1}$ des einzigen Probanden, der die 10. Belastungsminute erreicht, mit $155 \cdot \text{min}^{-1}$ geringfügig niedriger als 8 Monate zuvor.

In der 5-minütigen **Erholungsphase**, die mit einer durchschnittlichen Herzfrequenz von $140 \pm 13 \cdot \text{min}^{-1}$ beginnt, fällt die Hf im Gegensatz zur ersten Untersuchung deutlich schneller ab und erreicht **am Ende der Messungen** einen Wert von $98 \pm 13 \cdot \text{min}^{-1}$.

Nach **22-jähriger Trainingszeit** liegt die mittlere $Hf \cdot \text{min}^{-1}$ im **Vorstartzustand** bei $65 \pm 6 \cdot \text{min}^{-1}$ und steigt bis zur **8. Belastungsminute** kontinuierlich bis auf $144 \pm 23 \cdot \text{min}^{-1}$ an. Ein Proband erreicht die nächst höhere Belastungsstufe von $2 \frac{1}{2}$ W/kg KG für 1 Minute und erzielt hier sein individuelles Maximum der Hf mit 136 Schlägen pro Minute

In der fünfminütigen **Erholungsphase** fällt die mittlere $Hf \cdot \text{min}^{-1}$ von $123 \pm 19 \cdot \text{min}^{-1}$ zu Beginn auf $82 \pm 13 \cdot \text{min}^{-1}$ **am Ende** ab.

Wie Abb. 40 zeigt, erreicht die **Gruppe MÄNNER 82/04** bei der **1. Untersuchung 1982** eine durchschnittliche **maximale Herzfrequenz** von $163 \pm 10 \cdot \text{min}^{-1}$. Nach **8-monatigem Training** liegt die mittlere maximale Hf der 5 Probanden mit einem Wert von $164 \pm 13 \cdot \text{min}^{-1}$ minimal höher als bei der 1. Untersuchung. Nach **22-jährigem Training** sinkt die maximale Hf um ca. **13%↓** auf $143 \pm 16 \cdot \text{min}^{-1}$.

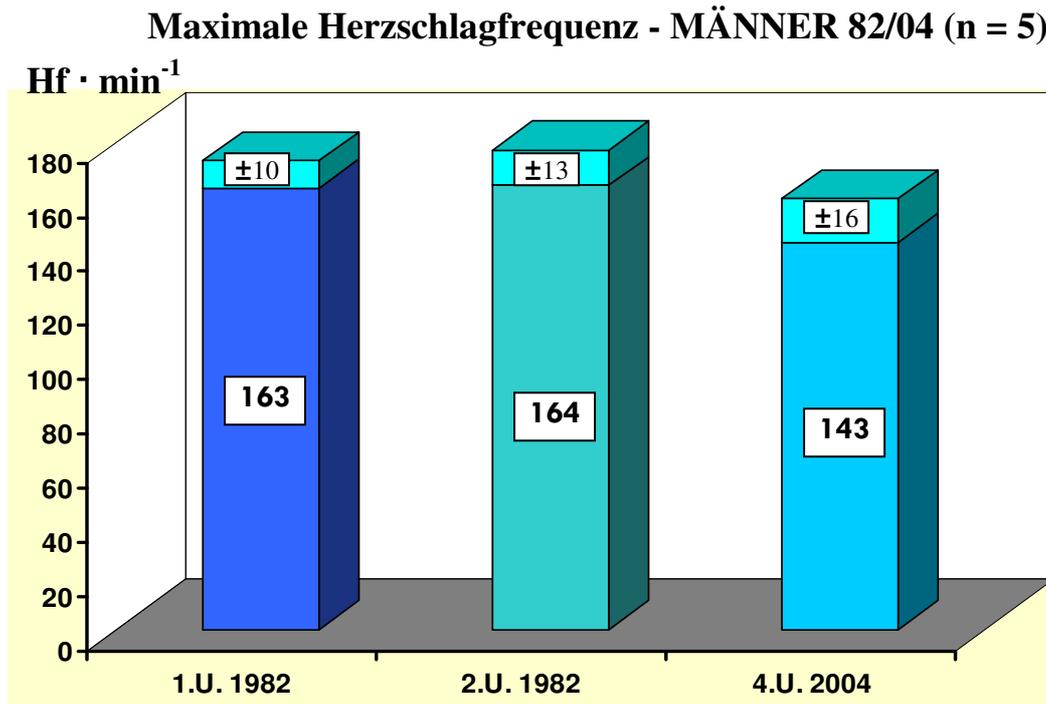
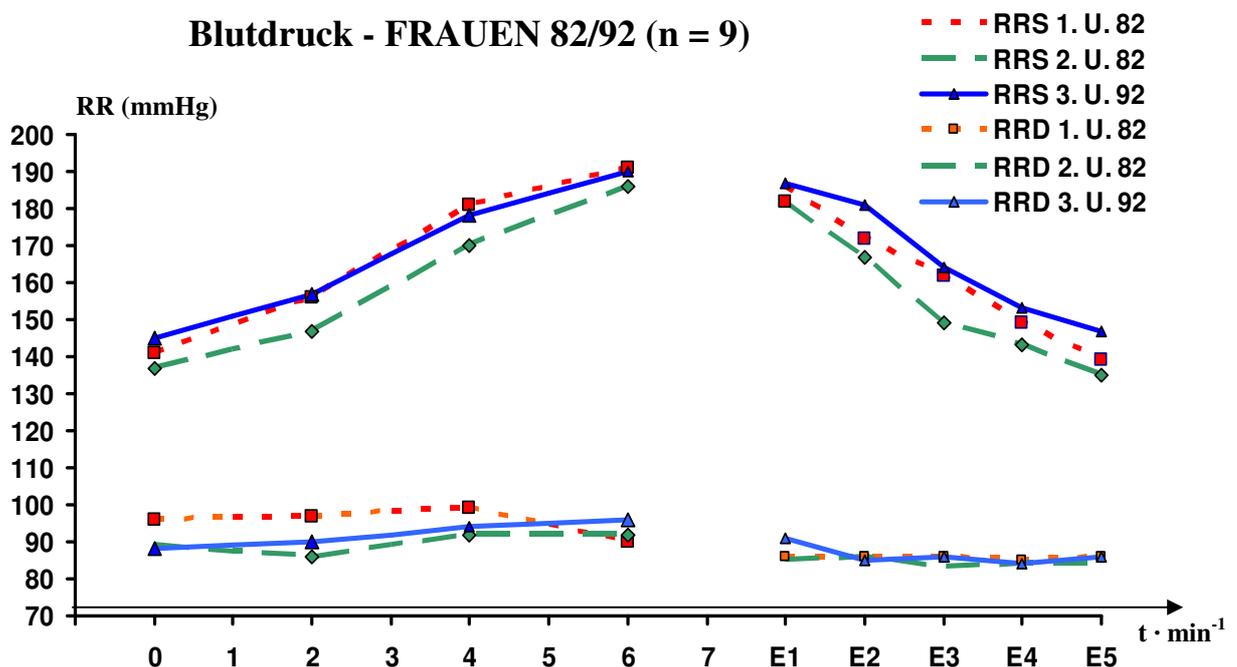


Abb. 40: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Herzfrequenz ($\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe MÄNNER 82/04 bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen und einer 22-jährigen Trainingsperiode.

6.2.2 Blutdruck

Die Abbildung 41 zeigt das Verhalten des systolischen und diastolischen Blutdrucks vor und nach einer Trainingsperiode von acht Monaten und 10 Jahren bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG - Methode im Vorstartzustand, während jeder zweiten Belastungsminute sowie in der fünfminütigen Erholungsphase.

Die RR – Mittelwerte werden entsprechend der Messgenauigkeit nach Riva Rocci und Korotkow auf ± 5 mmHg auf- oder abgerundeten angegeben.



Minuten	Vorstart	Belastung				Erholung				
	0	2	4	6	E1	E2	E3	E4	E5	
n 1.U. 82	9	9	9	4	9	9	9	9	9	
M	140 : 95	155 : 95	180 : 100	190 : 90	185 : 85	170 : 85	160 : 85	150 : 85	140 : 85	
± 1S	20 10	25 10	35 15	45 5	30 10	25 10	25 10	25 10	25 10	
n 2.U. 82	9	9	9	7	9	9	9	9	9	
M	135 : 90	145 : 85	170 : 90	185 : 90	180 : 85	165 : 85	150 : 85	145 : 85	135 : 85	
± 1S	20 10	20 10	25 10	25 5	25 10	25 10	25 10	20 10	20 10	
n 3.U. 92	9	9	9	4	9	9	9	9	9	
M	145 : 90	155 : 90	180 : 95	190 : 95	185 : 90	180 : 85	165 : 85	155 : 85	145 : 85	
± 1S	25 10	25 10	25 10	25 5	30 10	25 10	25 5	25 10	25 10	

Abb. 41: Durchschnittliches Verhalten des Blutdrucks (RR) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Ausgehend von einem mittleren **systolischen Blutdruckwert** von 140 ± 20 mmHg bei der **1. Untersuchung** 1982 steigt der Wert der Gruppe **FRAUEN 82/92** in den beiden folgenden Messintervallen auf 180 ± 35 mmHg in der 4. Belastungsminute an. Parallel dazu steigt der diastolische Wert von 95 ± 10 mmHg im Vorstart auf 100 ± 15 mmHg in der 4. Belastungsminute. Bei der **letzten Belastungsmessung** nach 6 Minuten sind noch 4 Probandinnen beteiligt. Ihr **systolischer Wert steigt** weiter auf **190 ± 45 mmHg**, während der **diastolische** auf **90 ± 5 mmHg sinkt**.

In der **Erholungsphase** sinkt der systolische Wert von 185 ± 30 mmHg kontinuierlich auf 140 ± 25 mmHg in der 5. Erholungsminute, während der diastolische Wert nahezu konstant bei 86 ± 10 bis 11 mmHg liegt.

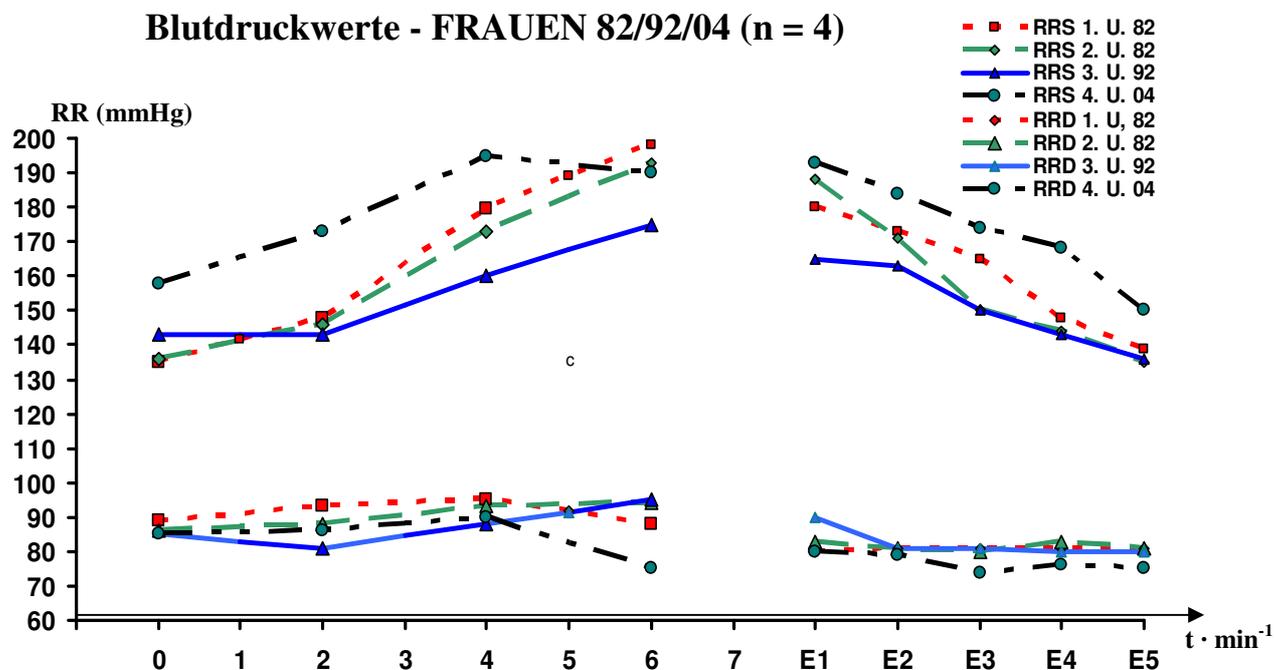
Nach 8-monatigem Training zeigt sich eine **deutliche Reduzierung** des mittleren **systolischen** wie **diastolischen Blutdrucks** während der Belastungsphase von 135 ± 20 mmHg zu 90 ± 10 mmHg im Vorstart auf 170 ± 25 mmHg zu 90 ± 5 mmHg in der 4. Belastungsminute. Der mittlere Blutdruckwert der **6. Belastungsminute** von 7 Probandinnen mit **$185/90$ mmHg** liegt systolisch geringfügig unter, diastolisch über dem Wert der 1. Untersuchung.

In der **Erholungsphase** liegen die Werte **systolisch** um **2 – 8 % unter** denen der **1. Untersuchung**, **diastolisch geringfügig unter** den Werten der **1. Untersuchung**.

Nach 10-jährigem Training liegt der systolische Ausgangswert mit 145 ± 25 mmHg höher, während der diastolische Wert mit 90 ± 10 mmHg geringer ist als bei der vorausgehenden Untersuchungen. Insgesamt verläuft die systolische Blutdruckkurve während der Belastungsphase nahezu identisch mit der Kurve der 1. Untersuchung, während die Erholungswerte über denen der beiden vorangehenden Untersuchungen liegen.

Diastolisch liegen die Werte der 3. Untersuchung zwischen 90 ± 10 mmHg im Vorstart und 95 ± 5 mmHg in der 6. Belastungsminute. In der Erholungsphase fällt der mittlere diastolische Blutdruckwert von 90 ± 10 mmHg zu Beginn auf 85 ± 10 mmHg am Ende der Messperiode.

Die Abbildungen 42 und 43 zeigen das Verhalten des **systolischen** und **diastolischen Blutdrucks (RR)** der Gruppen **FRAUEN 82/92/04** und **FRAUEN 92/04** bei der erschöpfenden Fahrradergometrie im Sitzen nach der 0,5 W/kg KG-Methode im Vorstart, während jeder vollen Belastungsminute sowie in der fünfminütigen Erholungsphase.



Minuten	Vorstart	Belastung				Erholung				
	0	2	4	6	E1	E2	E3	E4	E5	
	RRS : RRD									
n 1.U. 82	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
M	135 : 90	150 : 95	180 : 95	200 : 90	180 : 80	175 : 80	165 : 80	150 : 80	140 : 80	
± 1S	20 5	25 10	40 15	65 10	35 10	35 10	35 10	30 10	30 10	
n 2.U. 82	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
M	135 : 5	145 : 90	175 : 95	195 : 95	190 : 85	170 : 80	150 : 80	145 : 85	135 : 0	
± 1S	25 10	25 5	35 5	30 5	30 5	35 5	35 5	30 10	25 10	
n 3.U. 92	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
M	145 : 85	145 : 80	160 : 90	175 : 95	165 : 90	165 : 80	150 : 80	145 : 80	140 : 80	
± 1S	25 10	15 5	10 5	5 5	15 10	10 5	10 0	10 0	15 5	
n 4.U. 04	4	4	4	2	4	4	4	4	4	
M	160 : 85	175 : 85	195 : 90	190 : 75	195 : 80	185 : 80	175 : 75	170 : 75	150 : 75	
± 1S	25 10	30 5	35 15	20 5	35 15	30 5	35 5	35 5	30 10	

Abb. 42: Durchschnittliches Verhalten des Blutdrucks (RR) der Gruppe FRAUEN 82/92/04 bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen sowie einer 22-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Ausgehend von einem mittleren systolischen Blutdruckwert von 135 ± 20 mmHg bei der 1. Untersuchung 1982 steigt der Wert der Gruppe FRAUEN 82/92/04 in den beiden

folgenden Messintervallen auf 180 ± 40 mmHg in der 4. Belastungsminute an. Parallel dazu steigt der **diastolische Wert** von 90 ± 5 mmHg im Vorstart auf 95 ± 15 mmHg in der 4. Belastungsminute. An der letzten Belastungsmessung sind noch 2 Probandinnen beteiligt. Ihr systolischer Wert steigt weiter auf 200 ± 65 mmHg, während der diastolische auf 90 ± 10 mmHg sinkt.

In der **Erholungsphase** sinkt der systolische Wert von 180 ± 35 mmHg kontinuierlich auf 140 ± 30 mmHg in der 5. Erholungsminute, während der diastolische Wert nahezu konstant bei 80 ± 10 mmHg liegt.

Nach **8-monatigem Training** zeigt sich eine **deutliche Reduzierung** des mittleren **systolischen** wie **diastolischen Blutdrucks** der 4 Probandinnen während der Belastungsphase von 135 ± 25 mmHg zu 85 ± 10 mmHg im Vorstart auf 195 ± 30 mmHg zu 95 ± 5 mmHg in der 6. Belastungsminute. In der Erholungsphase fällt der mittlere systolische RR von 190 ± 30 mmHg in der 1. Erholungsminute auf 135 ± 25 mmHg in der 5. Erholungsminute.

Nach 10-jährigem Training liegt der **systolische** Ausgangswert mit 145 ± 25 mmHg **höher**, während der **diastolische** Wert mit 85 ± 10 mmHg **geringer** ist als bei der vorausgehenden Untersuchungen. Insgesamt verläuft die systolische Blutdruckkurve während der Belastungsphase deutlich unterhalb der Kurven der vorausgehenden Untersuchungen. Entsprechend liegen auch die Werte zu Beginn der Erholungsphase mit 165 ± 15 mmHg in der 1. und 165 ± 10 mmHg in der 2. Erholungsminute unter denen der beiden vorangehenden Untersuchungen. Die Werte der 3. bis 5. Erholungsminute sind nahezu identisch mit denen der vorausgehenden Untersuchung.

Diastolisch liegen die Werte der **3. Untersuchung** zwischen 85 ± 10 mmHg im Vorstart und 95 ± 5 mmHg in der 6. Belastungsminute. In der Erholungsphase fällt der mittlere diastolische Blutdruckwert von 90 ± 10 mmHg zu Beginn auf 80 ± 5 mmHg am Ende der Messperiode.

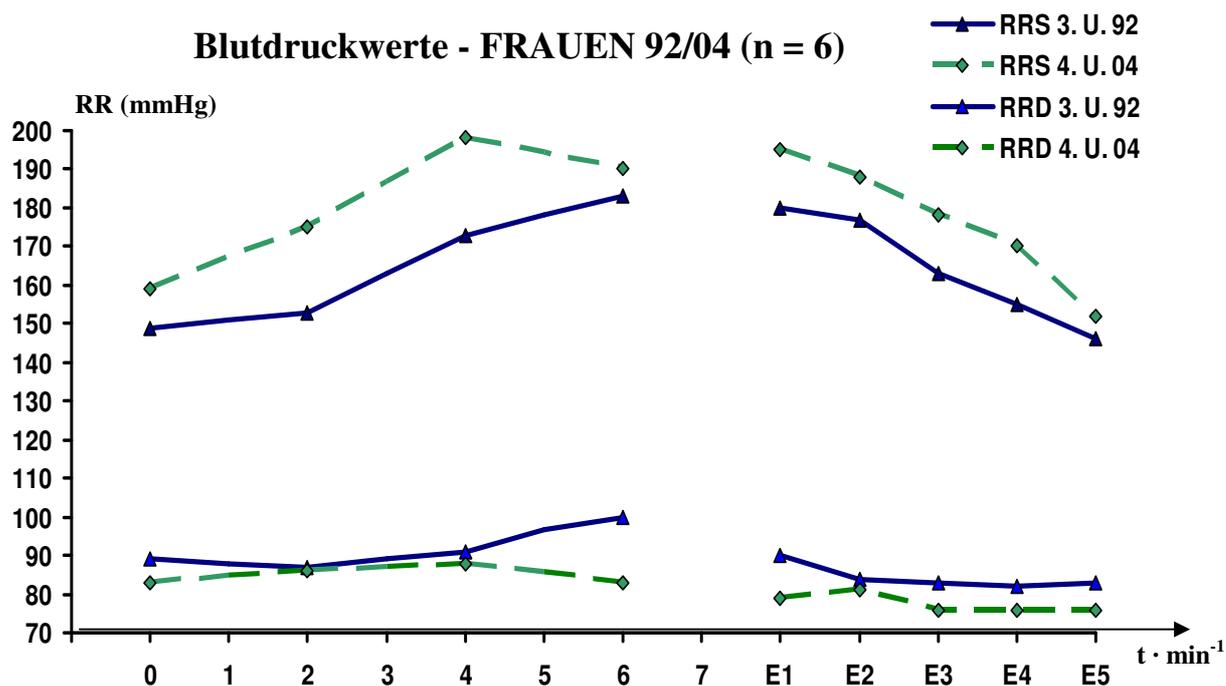
Nach 22-jähriger Trainingszeit liegt der mittlere systolische Blutdruck der Gruppe FRAUEN 82/92/04 sowohl in der **Belastungs-**, als auch in der **Erholungsphase deutlich über den Werten der drei vorausgegangenen Untersuchungen**. Von 160 ± 25 mmHg im Vorstart steigt der Durchschnittswert der 4 Probandinnen auf ein Maximum von 195 ± 35 mmHg in der 4. Belastungsminute. Zwei Probandinnen erreichen die 6. Belastungsminute mit einem mittleren Wert von 190 ± 20 mmHg.

In der **Erholungsphase** fällt der mittlere systolische Blutdruck von 195 ± 35 mmHg in der 1. auf 150 ± 30 mmHg in der 5. Erholungsminute.

Der **diastolische Blutdruckwert** steigt für die 4 Probandinnen von 85 ± 10 mmHg im Vorstart auf 90 ± 15 mmHg in der 4. Belastungsminute. Die beiden Probandinnen, deren

Werte in die 6. Belastungsminute eingehen, erreichen hier einen diastolischen Blutdruckwert von 75 ± 5 mmHg.

In der **Erholungsphase** fällt der mittlere diastolische Blutdruck von 80 ± 15 mmHg in der 1. auf 75 ± 10 mmHg in der 5. Erholungsminute.



Minuten	Vorstart	Belastung				Erholung				
	0	2	4	6	E1	E2	E3	E4	E5	
	RRS : RRD									
n 3.U. 92	6	6	6	3	6	6	6	6	6	
M	150 : 90	155 : 85	175 : 90	185 : 100	180 : 90	175 : 85	165 : 85	155 : 80	145 : 85	
± 1S	20 10	20 10	25 10	10 10	25	25 10	25 5	20 5	20 5	
n 4.U. 04	6	6	6	3	6	6	6	6	6	
M	160 : 85	175 : 5	200 : 90	190 : 5	195 : 0	190 : 0	180 : 5	170 : 5	150 : 75	
± 1S	20 10	30 5	30 15	15 10	30 10	25 10	30 10	30 10	30 10	

Abb. 43: Durchschnittliches Verhalten des Blutdrucks (RR mmHg) der Gruppe FRAUEN 92/04 bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der 1/2 W/kg KG-Methode vor und nach einer 12-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Der mittlere **systolische Blutdruckwert** der Gruppe **FRAUEN 92/04** der Untersuchung **1992** liegt bei 150 ± 20 mmHg in der Vorstartminute und steigt kontinuierlich auf 175 ± 25 mmHg in der 4. Belastungsminute an. Drei Probandinnen erreichen die 6. Belastungsminute mit

einem mittleren systolischen Blutdruckwert von 185 ± 10 mmHg. In der **Erholungsphase** fällt der durchschnittliche systolische Blutdruckwert von 180 ± 25 mmHg in der 1. Erholungsminute auf 145 ± 20 mmHg in der 5. Erholungsminute.

Diastolisch liegen die Werte der Untersuchung von 1992 zwischen 85 ± 10 mmHg in der 2. Belastungsminute und 100 ± 5 mmHg in der 6. Belastungsminute. In der Erholungsphase fällt der mittlere diastolische Blutdruckwert von 90 ± 10 mmHg zu Beginn auf 85 ± 5 mmHg am Ende der Messperiode.

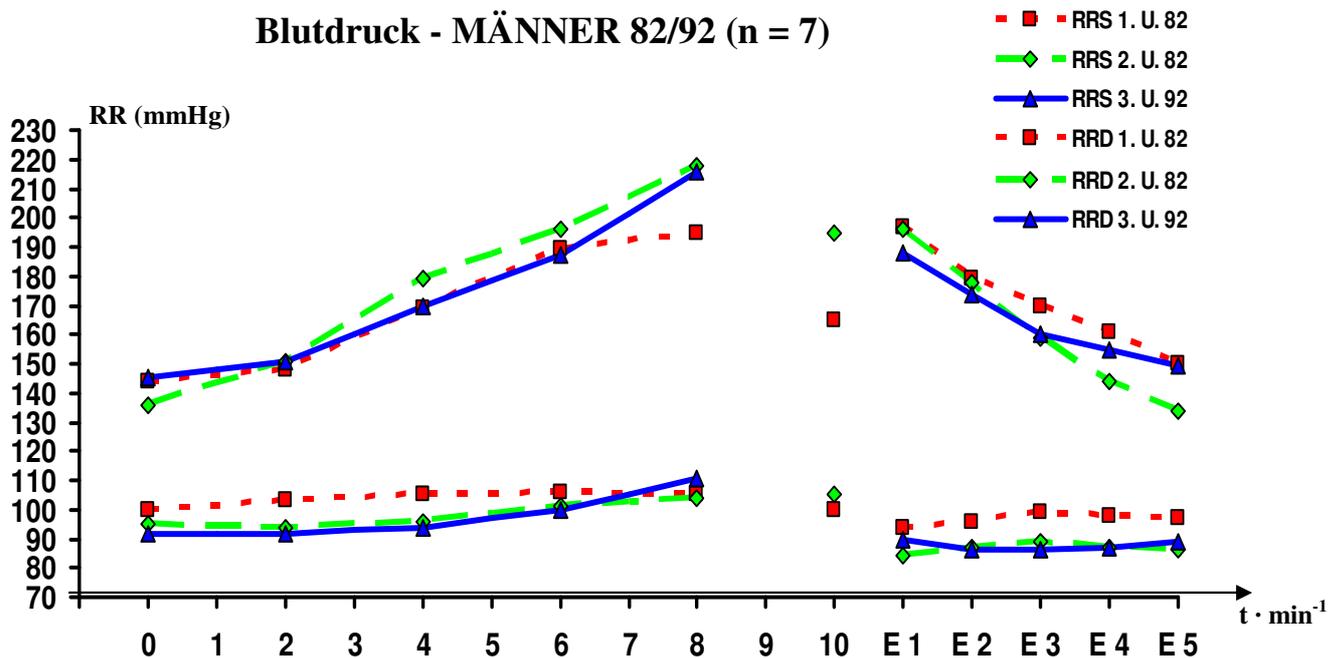
Nach **12-jähriger Trainingszeit** liegt der mittlere **systolische Blutdruck** der Gruppe FRAUEN 92/04 sowohl in der Belastungs-, als auch in der Erholungsphase deutlich über den Werten der vorausgegangenen Untersuchung. Von 160 ± 20 mmHg im Vorstart steigt der Durchschnittswert der 6 Probandinnen auf ein Maximum von 200 ± 35 mmHg in der 4. Belastungsminute. Drei Probandinnen erreichen die 6. Belastungsminute mit einem mittleren Wert von 190 ± 15 mmHg.

In der **Erholungsphase** fällt der mittlere systolische Blutdruck von 195 ± 30 mmHg in der 1. auf 150 ± 30 mmHg in der 5. Erholungsminute.

Die Kurve des **diastolischen Blutdruckwerts** der 6 Probandinnen liegt bei der Untersuchung im Jahr **2004** kontinuierlich **unter der Kurve** von **1992**. Von 85 ± 10 mmHg im Vorstart steigt der mittlere diastolische Wert auf 90 ± 15 mmHg in der 4. Belastungsminute. Die drei Probandinnen, deren Werte in die 6. Belastungsminute eingehen, erreichen hier einen diastolischen Blutdruckwert von 85 ± 10 mmHg.

In der **Erholungsphase** fällt der mittlere diastolische Blutdruck von 80 ± 10 mmHg in der 1. auf 75 ± 10 mmHg in der 5. Erholungsminute.

Das **Verhalten** des **systolischen** und **diastolischen Blutdrucks** der Gruppe **MÄNNER 82/92** vor und nach einer **Trainingsperiode** von **acht Monaten** und **10 Jahren** und der Gruppe **MÄNNER 92/04** vor und nach einer **Trainingsperiode** von **acht Monaten** und **22 Jahren** bei erschöpfender Fahrrad(spiro)ergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG - Methode im Vorstartzustand, während jeder zweiten Belastungsminute sowie in der fünfminütigen Erholungsphase zeigen die Abbildungen **44** und **45**.



Minuten	Vorstart	Belastung						Erholung				
	0	2	4	6	8	10	E1	E2	E3	E4	E5	
	RRS : RRD											
n 1.U. 82	7	7	7	7	5	1	7	7	7	7	7	
M	145 : 100	150 : 105	170 : 105	190 : 105	195 : 105	165 : 100	195 : 95	180 : 95	170 : 100	160 : 100	150 : 95	
± 1S	15 5	15 5	15 5	15 5	20 5		20 10	15 5	20 5	20 5	20 5	
n 2.U. 82	7	7	7	7	5	1	7	7	7	7	7	
M	135 : 95	150 : 95	180 : 95	195 : 100	220 : 105	195 : 105	195 : 85	180 : 85	160 : 90	145 : 85	135 : 85	
± 1S	5 5	5 10	10 10	15 10	15 10		20 10	20 5	20 5	25 10	20 10	
n 3.U. 92	7	7	7	7	5		7	7	7	7	7	
M	145 : 90	150 : 90	170 : 95	185 100	215 : 110		190 : 90	175 : 85	160 : 85	155 : 85	150 : 90	
± 1S	10 5	15 5	15 5	20 10	10 5		25 10	20 5	15	15 5	15 5	

Abb. 44: Durchschnittliches Verhalten des Blutdrucks (RR) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der 1/2 W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Der Ausgangswert der Gruppe MÄNNER 82/92 liegt bei der 1. Untersuchung 1982 bei 145 ± 15 mmHg zu 100 ± 5 mmHg und steigt im Verlauf der Belastung der 7 Probanden auf 190 ± 15 mmHg zu 105 ± 5 mmHg in der 6. Belastungsminute an. Die verbleibenden 5 Probanden in der 8. Minute verzeichnen systolisch einen weiteren Anstieg auf 195 ± 20 mmHg, während der diastolische Wert geringfügig auf 105 ± 5 mmHg sinkt.

Die 10. Belastungsminute bewältigt lediglich 1 Proband. Sein Blutdruckwert ist bei Ausbelastung 165 mmHg : 100 mmHg.

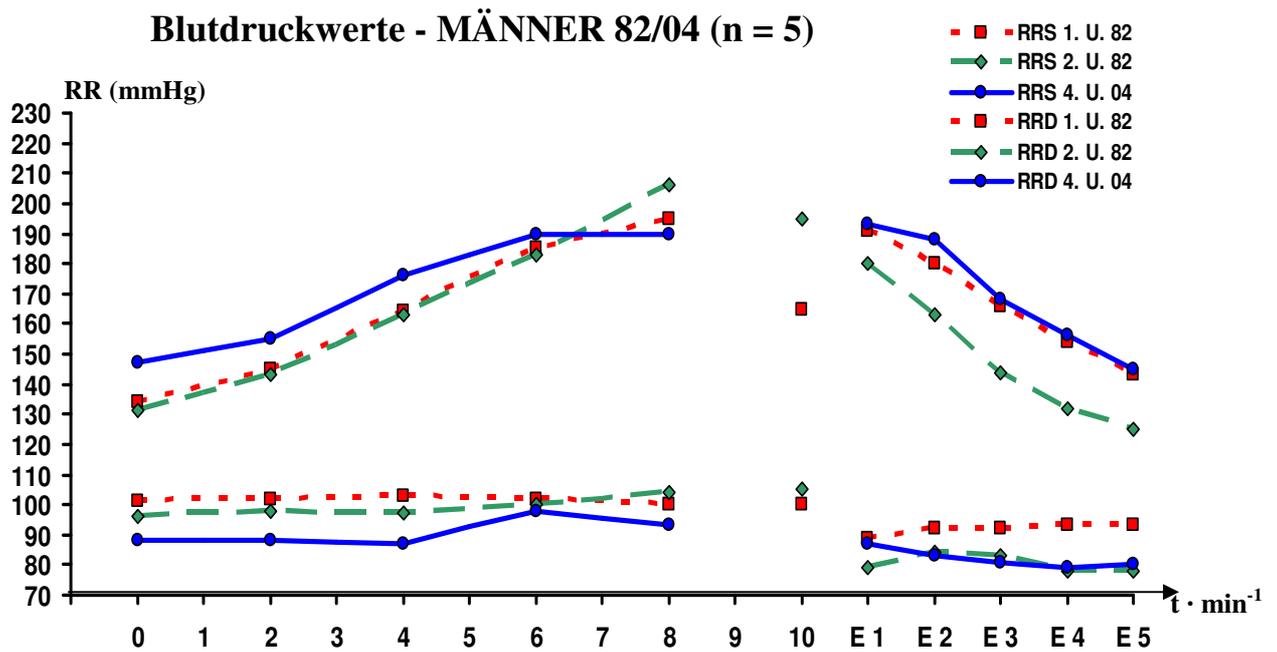
In der **Erholungsphase** fällt der mittlere systolische Wert kontinuierlich von 195 ± 20 mmHg auf 150 ± 20 mmHg. Der diastolische Wert steigt von 95 ± 10 mmHg in der 1. Erholungsminute auf 100 ± 5 mmHg in der 3. und fällt auf 95 ± 5 mmHg in der 5. Erholungsminute ab.

Nach 8-monatigem Training liegt der mittlere Blutdruckwert im Vorstartzustand mit 135 ± 5 mmHg zu 95 ± 5 mmHg deutlich unter dem Wert der 1. Untersuchung. Im Verlauf der Belastung steigt der systolische Wert aber deutlich höher als bei der ersten Untersuchung auf ein **Maximum** von 220 ± 15 mmHg in der **8. Belastungsminute**. Diastolisch liegen die Belastungswerte der 2. Untersuchung in der 2. und 4. Belastungsminute deutlich, in der 6. und 8. Minute geringfügig unter denen der ersten. Bei Proband Nr. 22, der wie bei der ersten Untersuchung als einziger die 10. Belastungsminute erreicht, steigt der Blutdruck in der Ausbelastung auf 195 mmHg : 105 mmHg an.

In der **Erholungsphase** ist ein deutlicherer Abfall der mittleren Blutdruckwerte sowohl im systolischen als auch im diastolischen Bereich zu verzeichnen. Systolisch fällt der Wert von 195 ± 20 mmHg in der ersten auf 135 ± 20 mmHg in der 5. Erholungsminute, diastolisch liegt er zwischen 85 ± 10 mmHg und 90 ± 5 mmHg.

Nach 10-jährigem kontinuierlichem Training liegt der Ausgangswert bei der 3. Untersuchung 1992 im Vorstartzustand bei 145 ± 10 mmHg zu 90 ± 5 mmHg und steigt systolisch auf ein **Maximum** von 215 ± 10 mmHg in der 8. Belastungsminute an. Diastolisch ist zunächst ein Anstieg auf 100 ± 10 mmHg in der 6. Belastungsminute zu verzeichnen. In der 8. Belastungsminute, die von 5 Probanden bewältigt wird, ist **diastolisch** ein sprunghafter Anstieg auf 110 ± 5 mmHg zu verzeichnen.

In der **Erholungsphase** fällt der mittlere systolische Blutdruckwert von 190 ± 25 mmHg in der 1. Erholungsminute auf 150 ± 15 mmHg in der 5. Erholungsminute. Der diastolische Wert pendelt zwischen 90 ± 10 mmHg und 85 ± 5 mmHg.



	Vorstart		Belastung						Erholung													
Minuten	0		2		4		6		8		10		E1		E2		E3		E4		E5	
	RRS	: RRD	RRS	: RRD	RRS	: RRD	RRS	: RRD	RRS	: RRD	RRS	: RRD										
n 1.U. 82	5		5		5		5		4		1		5		5		5		5		5	
M	135 : 100		145 : 100		165 : 105		185 : 100		195 : 100		165 : 100		190 : 90		180 : 90		165 : 90		155 : 95		145 : 95	
± 1S	10	5	15	10	15	10	15	10	20	5			15	10	15	10	10	5	10	5	5	5
N 2.U. 82	5		5		5		5		5		1		5		5		5		5		5	
M	130 : 95		145 : 100		165 : 95		185 : 100		205 : 05		195 : 105		180 : 80		165 : 85		145 : 85		130 : 80		125 : 80	
± 1S	10	10	10	5	15	10	20	5	15	5			15	10	5	5	15	5	20	10	20	10
N 4.U. 04	5		5		5		3		2				5		5		5		5		5	
M	145 : 90		155 : 90		175 : 85		190 : 100		190 : 95				195 : 85		190 : 85		170 : 80		155 : 80		145 : 80	
± 1S	10	5	10	5	15	10	20	10	20	5			10	5	10	10	10	5	15	10	10	5

Abb. 45: Durchschnittliches Verhalten des Blutdrucks (RR) der Gruppe MÄNNER 82/04 bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der 1/2 W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 22-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Der Ausgangswert des **Blutdrucks** der Gruppe **MÄNNER 82/04** liegt bei der **1. Untersuchung 1982** bei 135 ± 10 mmHg zu 100 ± 5 mmHg und steigt im Verlauf der **Belastung** der 5 Probanden auf 185 ± 15 mmHg zu 100 ± 10 mmHg in der 6. Belastungsminute an. Die verbleibenden 4 Probanden in der 8. Minute erreichen systolisch einen weiteren Anstieg auf 195 ± 20 mmHg, während der diastolische Wert geringfügig auf 100 ± 5 mmHg sinkt. Die 10. Belastungsminute bewältigt lediglich 1 Proband. Sein Blutdruckwert beläuft sich bei Ausbelastung auf 165 mmHg : 100 mmHg. In der **Erholungsphase** fällt der mittlere **systolische Wert** kontinuierlich von 190 ± 15 mmHg auf

145 ± 5 mmHg. Der **diastolische Wert** steigt von 90 ± 10 mmHg in der 1. Erholungsminute auf 95 ± 5 mmHg in der 5. Erholungsminute.

Nach 8-monatigem Training liegt der mittlere Blutdruckwert im Vorstartzustand mit 130 ± 10 mmHg zu 95 ± 10 mmHg knapp unter dem Wert der 1. Untersuchung. Im Verlauf der Belastung steigt der systolische Wert der 5 Probanden bis zur 6. Belastungsminute parallel zur ersten Untersuchung auf 185 ± 20 mmHg an. In der 8. Belastungsminute ist ein sprunghafter Anstieg der **systolischen Mittelwerte** aller 5 Probanden auf 205 ± 15 mmHg zu verzeichnen. Auch bei der 2. Untersuchung 1982 bewältigt lediglich einer der fünf Probanden die 10. Belastungsminute. Sein Blutdruckwert ist bei Ausbelastung 195 mmHg : 100 mmHg.

Diastolisch liegen die **Belastungswerte** der 2. Untersuchung 1982 vom Vorstart bis zur 6. Belastungsminute unter denen der ersten Untersuchung von 1982. Bei Proband Nr. 22, der wie bei der ersten Untersuchung als einziger die 10. Belastungsminute erreicht, steigt der Blutdruck in der Ausbelastung auf 195 mmHg : 105 mmHg an.

In der **Erholungsphase** ist ein deutlicherer Abfall der mittleren Blutdruckwerte sowohl im systolischen als auch im diastolischen Bereich zu verzeichnen. Systolisch fällt der Wert von 180 ± 15 mmHg in der 1. auf 125 ± 20 mmHg in der 5. Erholungsminute, diastolisch liegt er zwischen 85 ± 5 mmHg und 80 ± 10 mmHg.

Nach 22-jährigem kontinuierlichem **Training** liegt der Ausgangswert des Blutdrucks bei der Untersuchung im Jahr 2004 im Vorstartzustand bei 145 ± 10 mmHg zu 80 ± 5 mmHg und steigt systolisch auf ein Maximum von 190 ± 20 mmHg (2 Probanden) in der 8. Belastungsminute an. Diastolisch ist zunächst ein Anstieg auf 100 ± 10 mmHg in der 6. Belastungsminute (3 Probanden) zu verzeichnen. In der 8. Belastungsminute, die von 2 Probanden bewältigt wird, fällt der diastolische Durchschnittswert auf 95 ± 5 mmHg.

In der **Erholungsphase** fällt der mittlere systolische Blutdruckwert von 195 ± 10 mmHg in der 1. Erholungsminute auf 145 ± 10 mmHg in der 5. Erholungsminute. Der diastolische Wert fällt von 85 ± 5 mmHg in der 1. Erholungsminute auf 80 ± 5 mmHg in der 5. Erholungsminute.

6.3 Respiratorische Leistungsgrößen

6.3.1 Forcierte Vitalkapazität und Soll-Vitalkapazität

Die Abbildungen 46, 47, 48, 49 und 50 zeigen die Mittelwerte und Standardabweichungen der aufgrund von Alter, Größe und Geschlecht ermittelten **Soll-Vitalkapazität** nach MORRIS, KOSKI und JOHNSON 1971 und der mittels des Digitalspirometers „Spirotron“ gemessenen **forcierten Vitalkapazität (FVK)** der Gruppen **FRAUEN 82/92**, **FRAUEN 82/92/04**, **FRAUEN 92/04** sowie **MÄNNER 82/92** und **MÄNNER 82/04**.

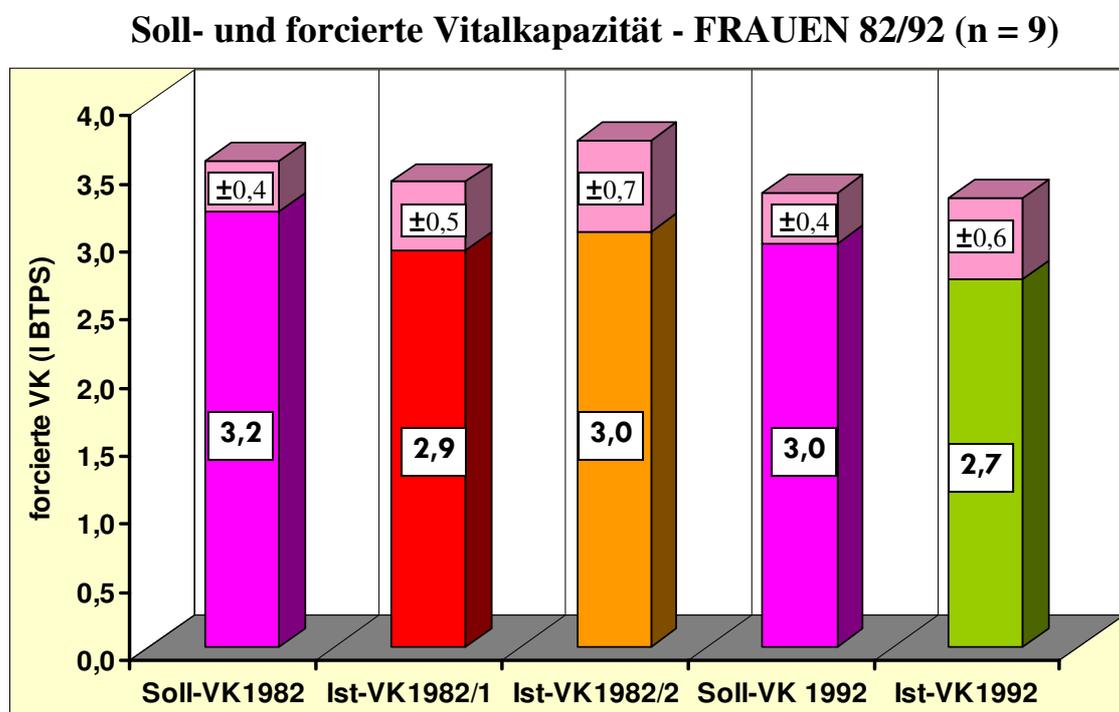


Abb. 46: Nach MORRIS, KOSKI und JOHNSON ermittelte Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Soll - Vitalkapazität und forcierten Ist - Vitalkapazität der Gruppe FRAUEN 82/92 vor und nach einer 8-monatigen sowie 10-jährigen Trainingsperiode.

Während im Jahr 1982 die mittlere Soll-Vitalkapazität der Gruppe FRAUEN 82/92 bei $3,2 \pm 0,4$ l BTPS liegt, erreichen die 9 Probandinnen bei der 1. Untersuchung vor Trainingsaufnahme durchschnittlich mit $2,9 \pm 0,5$ l BTPS ca. 90% dieses Soll-Wertes.

Nach 8-monatigem Training verbessert sich die Ist-Vitalkapazität auf $3,0 \pm 0,7$ l BTPS, was ca. 94% des Soll-Wertes entspricht.

Nach **10 Jahren** liegt der Sollwert der Vitalkapazität dieser Gruppe bei $3,0 \pm 0,4$ l BTPS, die **9 Probandinnen erreichen** aber lediglich einen mittleren Wert von $2,7 \pm 0,6$ l BTPS, was **90%** des Soll-Wertes darstellt.

Soll- und forcierte Vitalkapazität - FRAUEN 82/92/04 (n = 4)

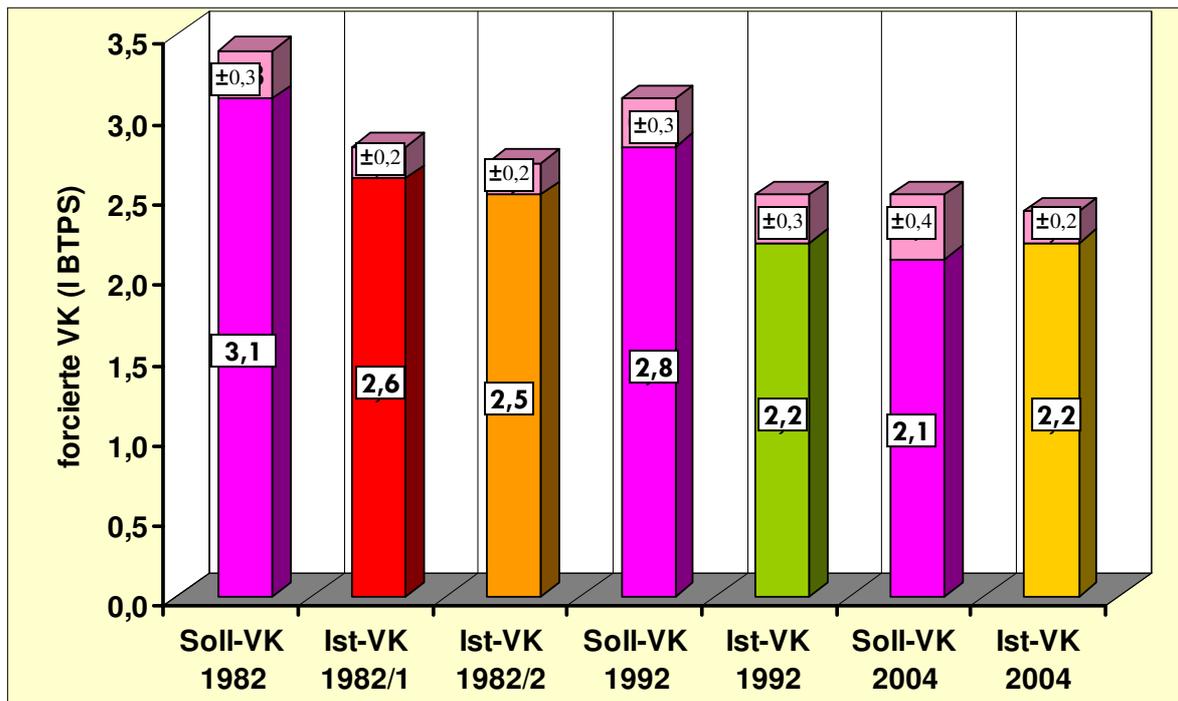


Abb. 47: Nach MORRIS, KOSKI und JOHNSON ermittelte Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Soll - Vitalkapazität und forcierten Ist - Vitalkapazität der Gruppe FRAUEN 82/92/04 vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen und einer 22-jährigen Trainingszeit.

Während im Jahr **1982** die **mittlere Soll-Vitalkapazität** der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** bei $3,1 \pm 0,3$ l liegt, erreichen die **4 Probandinnen** bei der **1. Untersuchung** vor Trainingsaufnahme durchschnittlich mit $2,6 \pm 0,2$ l ca. **84%** dieses Soll-Wertes. Nach **8-monatigem Training** liegt die Ist-Vitalkapazität mit $2,5 \pm 0,2$ l etwas niedriger und erreicht ca. **81%** des Soll-Wertes.

Nach **10 Jahren** liegt der Sollwert der Vitalkapazität der 4 Probandinnen bei $2,8 \pm 0,3$ l, die Frauen erreichen aber lediglich einen **mittleren Wert** von $2,2 \pm 0,3$ l, was **79%** des **Soll-Wertes** darstellt. Im Jahr **2004** liegt die Soll-Vitalkapazität der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** bei durchschnittlich $2,1 \pm 0,4$ l, tatsächlich erreichen die 4 Probandinnen aber einen mittleren Wert von $2,2 \pm 0,2$ l. Damit liegt die **Ist-Vitalkapazität** dieser Gruppe nach **22-jährigem Training** bei **105%** des Sollwerts.

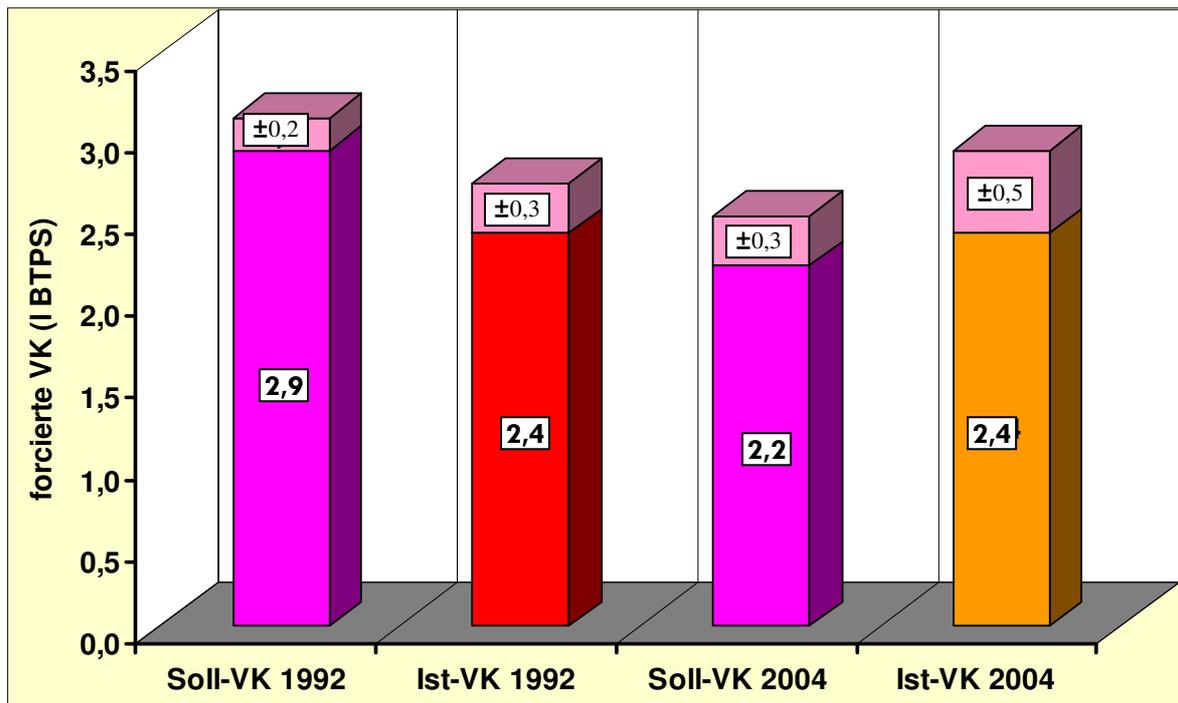
Soll- und forcierte Vitalkapazität - FRAUEN 92/04 (n = 6)

Abb. 48: Nach MORRIS, KOSKI und JOHNSON ermittelte Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Soll - Vitalkapazität und forcierten Ist -Vitalkapazität der Gruppe FRAUEN 92/04 vor und nach einer 12-jährigen Trainingszeit.

Die **6 Probandinnen** der Gruppe **FRAUEN 92/04** erreichen bei der Untersuchung im Jahr **1992** eine **Ist-Vk** von **2,4 ± 0,3 l** und liegen damit um ca. **17% ↓** unter ihrem **Soll-Wert** von **2,9 ± 0,2 l**. **12 Jahre später** weisen sie mit **2,4 l** noch die gleiche Ist-Vitalkapazität auf wie im Jahr 1992, lediglich die Streuung der Werte innerhalb der Gruppe ist mit **± 0,5 l** größer geworden. Im Verhältnis zu ihrer errechneten Soll-Vk von **2,2 ± 0,3 l** liegt die Gruppe durchschnittlich um **9% ↑ höher**, als ihrem Alter und ihrer Größe entsprechend durchschnittlich zu erwarten wäre.

Soll- und forcierte Vitalkapazität - MÄNNER 82/92 (n = 7)

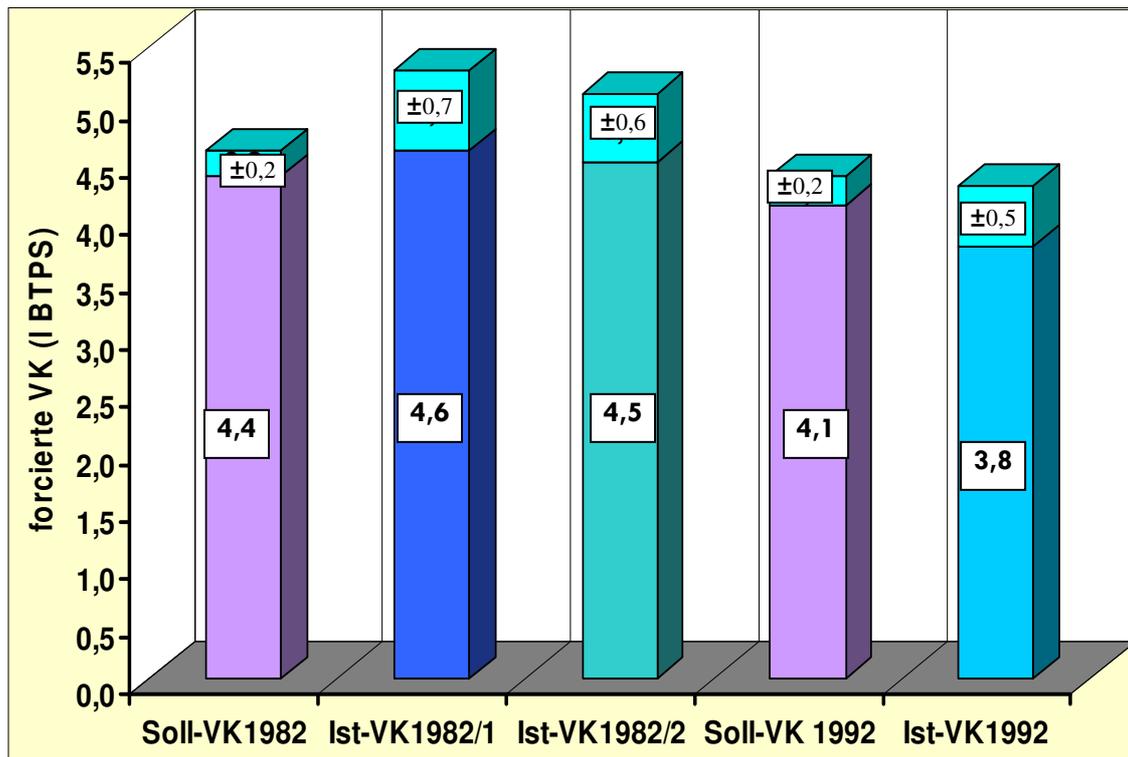


Abb. 49: Nach MORRIS, KOSKI, JOHNSON 1971 ermittelte Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Soll - Vitalkapazität und forcierten Ist - Vitalkapazität der Gruppe MÄNNER 82/92 vor und nach einer 8-monatigen sowie 10-jährigen Trainingsperiode.

Die durchschnittliche **Soll-Vitalkapazität** der Gruppe **MÄNNER 82/92** liegt im 1. Untersuchungsjahr 1982 bei $4,4 \pm 0,2$ l. Die Gruppe **übertrifft** bei beiden im **Jahr 82** durchgeführten Untersuchungen diesen Soll-Wert, bei der **1. Untersuchung** um 4% mit durchschnittlich $4,6 \pm 0,7$ l bzw. um 2% mit $4,5 \pm 0,6$ l im **Oktober 1982**. Bei der **3. Untersuchung 1992** liegt die **Soll-VK** bei $4,1 \pm 0,2$ l. Die 7 Probanden erreichen aber durchschnittlich nur einen Wert von $3,8 \pm 0,5$ l, was ca. **93%** des **Soll-Wertes** darstellt.

Soll- und forcierte Vitalkapazität - Männer 82/04 (n = 5)

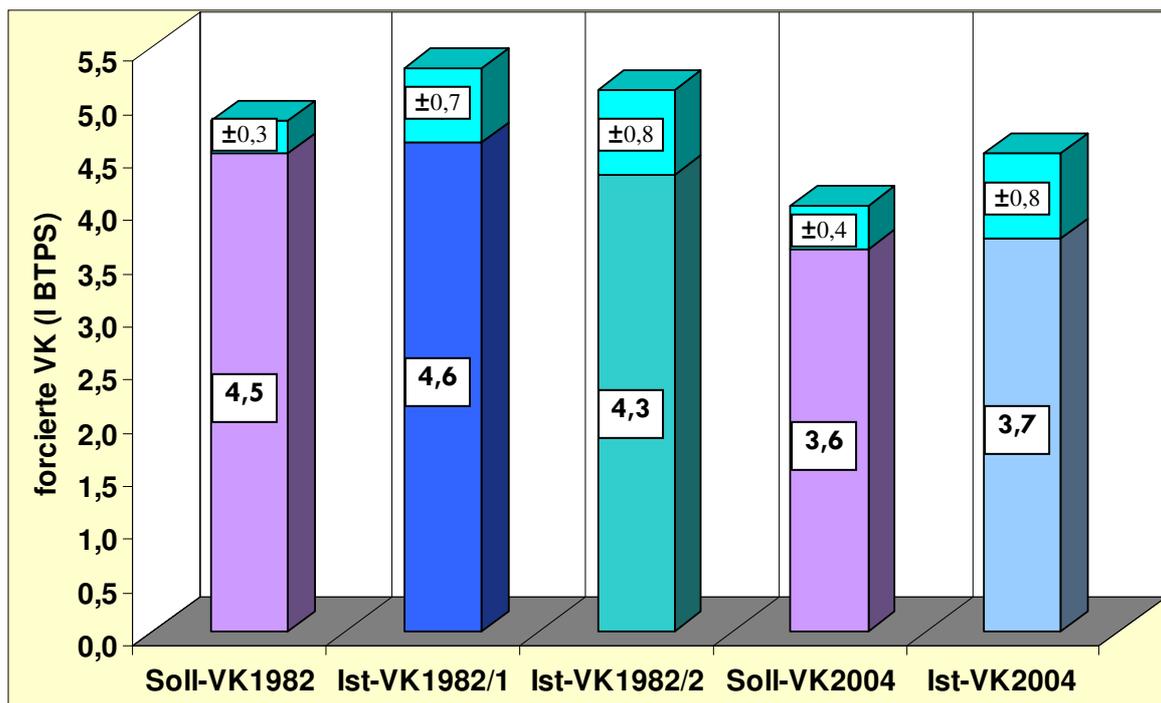


Abb. 50: Nach MORRIS, KOSKI, JOHNSON 1971 ermittelte Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Soll - Vitalkapazität und forcierten Ist -Vitalkapazität der Gruppe MÄNNER 82/04 vor und nach einer 8-monatigen und einer 22-jährigen Trainingszeit.

Die 5 Probanden der Gruppe MÄNNER 82/04 erreichen bei der **1. Untersuchung** im Jahr **1982** mit $4,6 \pm 0,7$ l eine geringfügig höher (+ 2% ↑) forcierte Vitalkapazität als ihrem Soll-Wert von $4,5 \pm 0,3$ l entspräche. Bei der **2. Untersuchung 1982** liegt der erreichte Mittelwert der forcierten Vk mit $4,3 \pm 0,8$ l um ca. 4% ↓ unter dem Soll-Wert. Nach **22 Jahren** ist der Sollwert alters- und größenbedingt auf $3,6 \pm 0,4$ l gesunken, die 5 Probanden erreichen aber tatsächlich mit $3,7 \pm 0,8$ l einen um ca. 3% ↑ höheren Ist-Wert.

6.3.2 Relative Sekundenkapazität

Die Abbildungen 51, 52, 53, 54 und 55 zeigen die **Relationen** zwischen **forcierter Vitalkapazität** und **relativer Sekundenkapazität** (Atemstoßtest) der Gruppen **FRAUEN 82/92**, **FRAUEN 82/92/04**, **FRAUEN 92/04** sowie **MÄNNER 82/92** und **MÄNNER 82/04**.

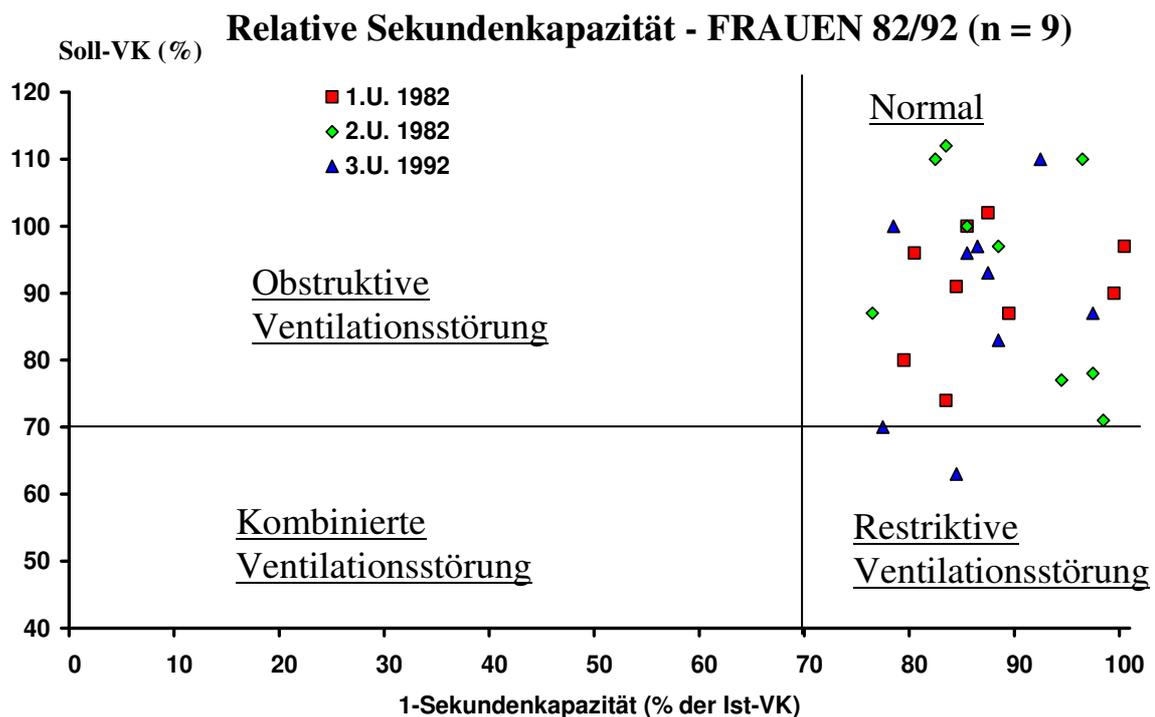


Abb. 51: Differenzierung zwischen einer normalen statischen und dynamischen Lungenfunktion der Gruppe FRAUEN 82/92 vor und nach einer 8-monatigen sowie 10-jährigen Trainingsperiode.

Der Bereich des **normalen Ventilationsverhaltens** liegt bei einer **Überschreitung** der **Ist-Vitalkapazität** von **70% der Soll-Vitalkapazität** und einer **relativen Sekundenkapazität** von **mehr als 70%**, wie in Kap. 5.6.3.1 und 5.6.3.2 dargestellt. Damit liegen **alle Probandinnen** bei den beiden ersten **Untersuchungen 1982** im Normbereich.

Bei der **3. Untersuchung im Jahr 1992** erreicht **Probandin Nr. 18** lediglich **63% der Soll-VK** und fällt damit in den Bereich der **restriktiven Ventilationsstörung**. Alle anderen Probandinnen weisen normale Werte auf.

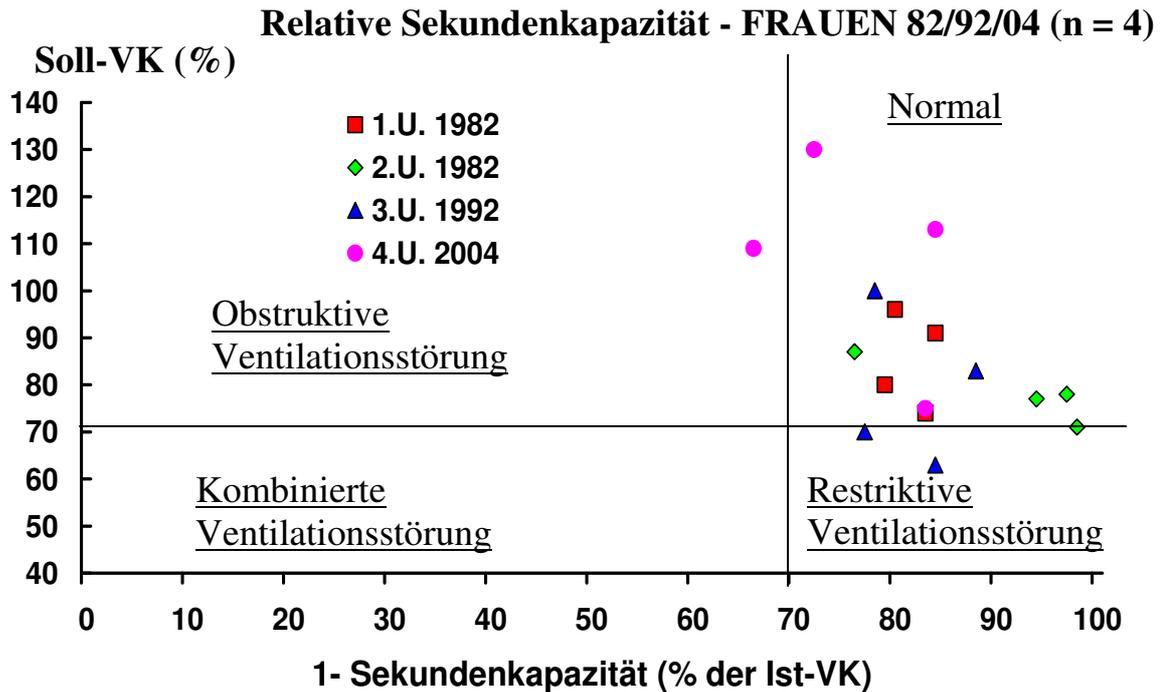


Abb. 52: Normales Ventilationsverhalten bzw. obstruktive, restriktive oder kombinierte Ventilationsstörungen der Gruppe FRAUEN 82/92/04, dargestellt anhand von prozentualer Vitalkapazität und relativer Sekundenkapazität vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen und einer 22-jährigen Trainingszeit.

Die 4 Probandinnen der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** liegen bei den beiden Untersuchungen im Jahr **1982** im Bereich des **normalen Ventilationsverhaltens** mit einer **Ist-Vitalkapazität** von **mehr als 70% der Soll-Vitalkapazität** und einer **relativen Sekundenkapazität** von ebenfalls **mehr als 70%**.

Bei der 3. Untersuchung im Jahr **1992** erreicht **Probandin Nr. 18** lediglich **63%** der Soll-VK und fällt damit in den Bereich einer leichten **restriktiven Ventilationsstörung**. Alle anderen Probandinnen weisen normale Werte auf. Im Untersuchungsjahr **2004** fällt **Probandin Nr. 9** mit einer relativen Sekundenkapazität von **66%** in den Bereich einer geringgradigen **obstruktiven Ventilationsstörung**.

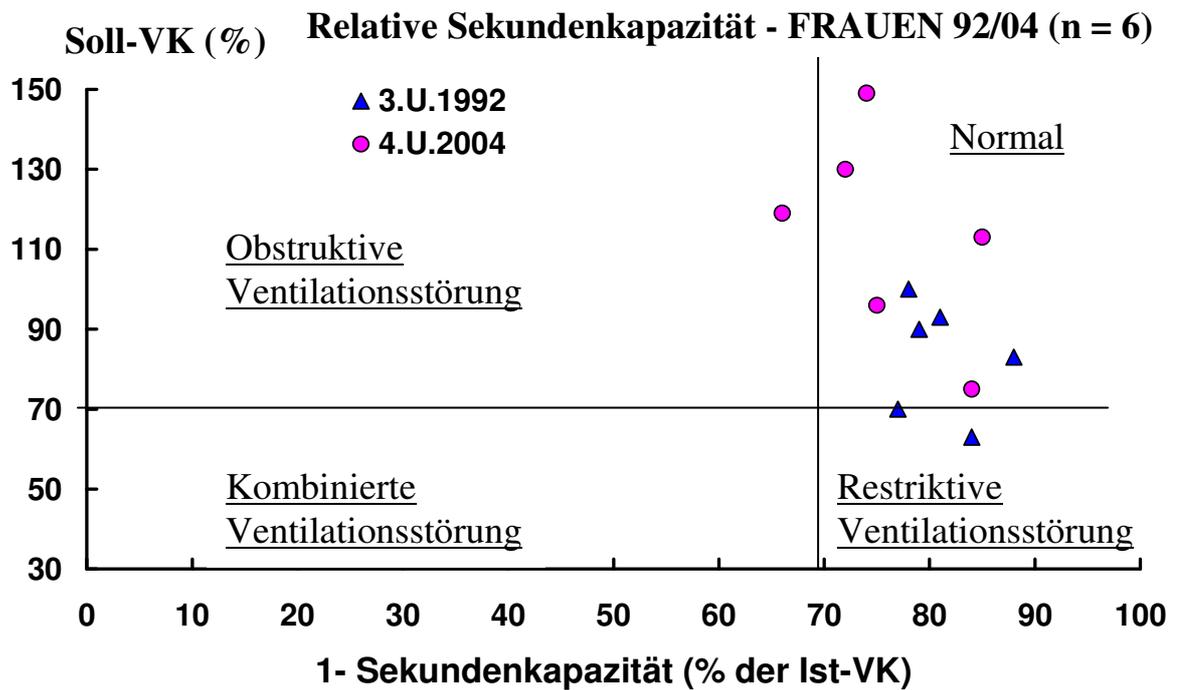


Abb. 53: Normales Ventilationsverhalten bzw. obstruktive, restriktive oder kombinierte Ventilationsstörungen der Gruppe FRAUEN 92/04, dargestellt anhand von prozentualer Vitalkapazität und relativer Sekundenkapazität vor und nach einer 12-jährigen Trainingszeit.

Wie oben erwähnt, erreicht Probandin Nr. 18 im Jahr 1992 nur 63% der Soll-VK und fällt damit in den Bereich der restriktiven Ventilationsstörung. Ebenfalls oben erwähnt ist Probandin Nr. 9, die bei der Untersuchung im Jahr 2004 mit einer relativen Sekundenkapazität von 66% im Bereich einer obstruktiven Ventilationsstörung liegt. Vier der sechs Probandinnen erreichen allerdings im Jahr **2004** eine **Ist-Vk**, die deutlich über 100% der Soll-Vk liegt. **Probandin Nr. 12** kommt auf einen **Spitzenwert von 149% der Soll-Vk**.

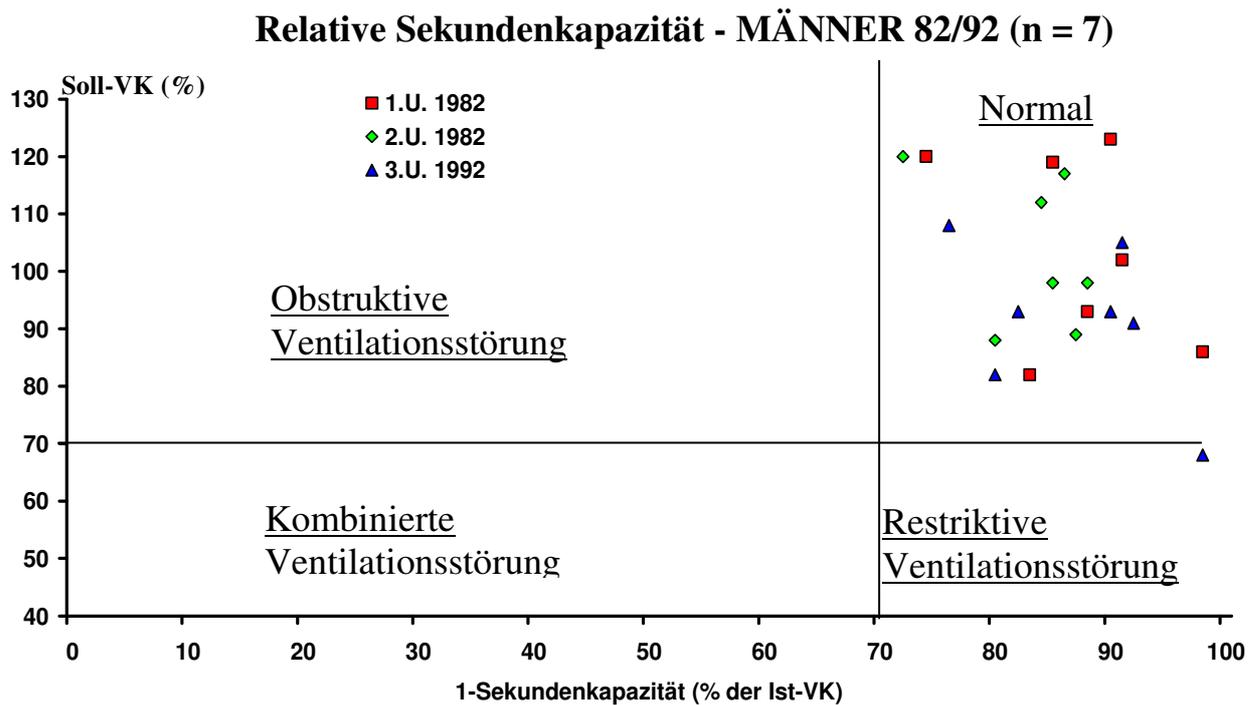


Abb. 54: Differenzierung zwischen einer normalen statischen und dynamischen Lungenfunktion der Gruppe MÄNNER 82/92 vor und nach einer 8-monatigen sowie 10-jährigen Trainingsperiode.

Bei der Gruppe MÄNNER 82/92 erreichten alle 7 Probanden bei den **ersten beiden Untersuchungen 1982** den Bereich der normalen statistischen und dynamischen Lungenfunktionswerte. Lediglich bei der **3. Untersuchung 1992** liegt der Proband Nr. 14 mit **68% der Soll-VK** geringfügig unter der Norm im **restriktiven Ventilationsstörungsbereich**.

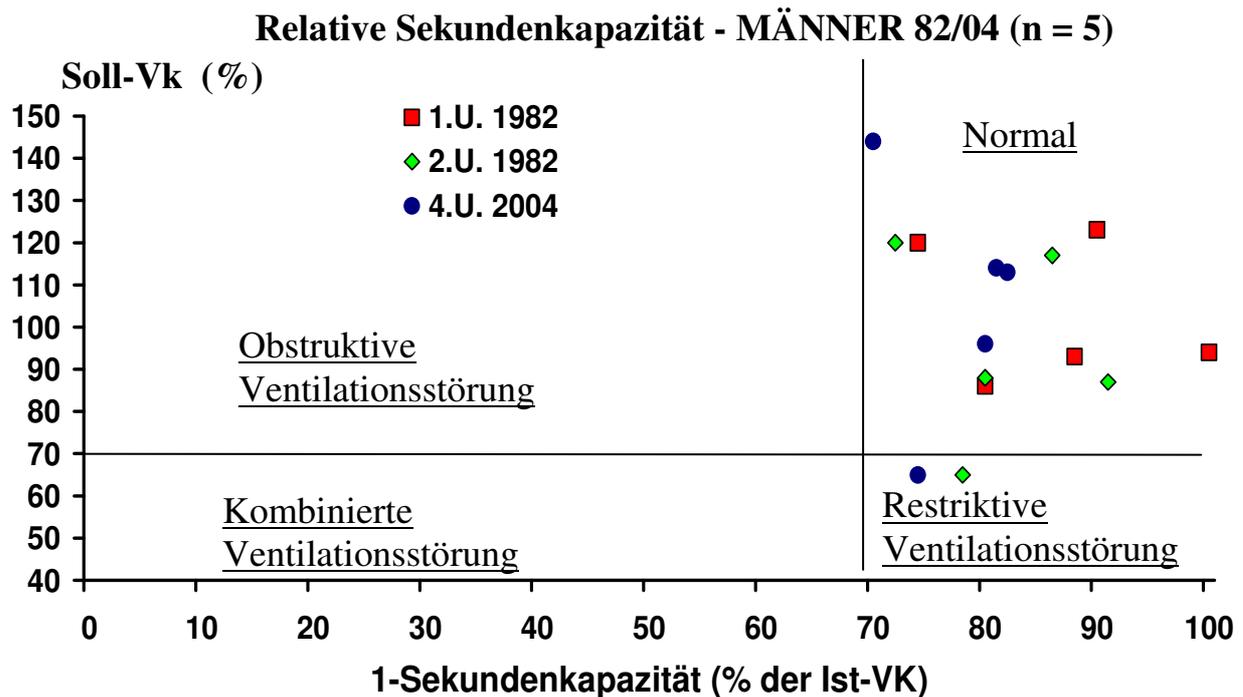


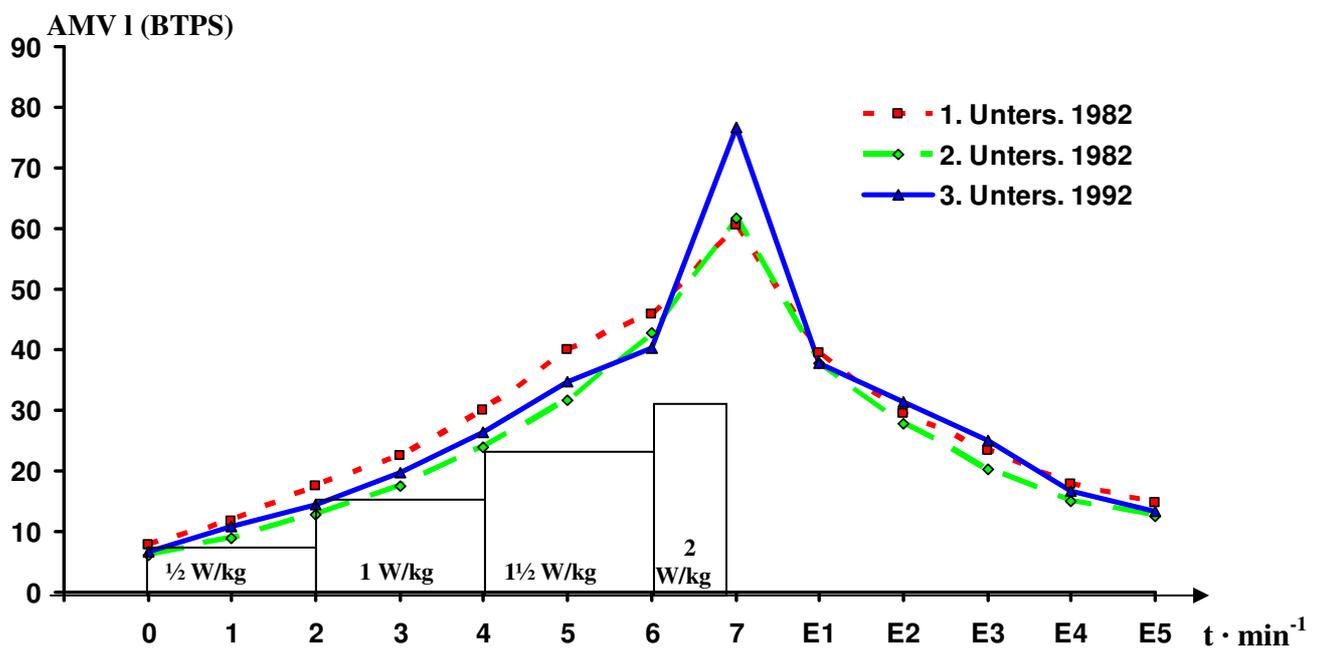
Abb. 55: Normales Ventilationsverhalten bzw. obstruktive, restriktive oder kombinierte Ventilationsstörungen der Gruppe MÄNNER 82/04, dargestellt anhand von prozentualer Vitalkapazität und relativer Sekundenkapazität vor und nach einer 22-jährigen Trainingszeit.

Proband Nr. 3 liegt als Einziger der 5 Probanden der Gruppe MÄNNER 82/04 bei der **zweiten Untersuchung** im Jahr **1982** und bei der abschließenden Untersuchung im Jahr **2004** mit einer **Ist-VK** von **65 %** der Soll-VK im Bereich einer leichten **restriktiven Ventilationsstörung**. Bei allen anderen Probanden kann man von einem normalen Ventilationsverhalten mit Werten der Ist-Vitalkapazität von mehr als 70% der Soll-Vitalkapazität und einer relativen Sekundenkapazität von ebenfalls mehr als 70% der Ist-VK sprechen.

6.3.3 Atemminutenvolumen

Die Abbildungen 56 und 57 zeigen das Verhalten des Atemminutenvolumens (AMV I BTPS) vor und nach einer Trainingsperiode von acht Monaten und 10 Jahren im Vorstartzustand, während jeder vollen Belastungsminute und in der fünfminütigen Erholungsphase sowie die Maximalwerte des AMV der Gruppe FRAUEN 82/92.

Atemminutenvolumen - FRAUEN 82/92 (n = 9)



	Vorstart	Belastung							Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	9	9	9	9	9	9	4	2	9	9	9	9	9
M	7,9	11,6	17,4	22,4	29,9	39,9	45,8	60,5	39,4	29,5	23,2	17,9	14,8
± 1S	1,9	2,7	3,6	3,4	4,2	6,5	6,5	7,1	7,7	5,3	3,8	3,2	3,4
n 2.U. 82	9	9	9	9	9	9	7	3	9	9	9	9	9
M	6,2	8,8	12,8	17,4	23,9	31,8	42,9	61,6	37,8	27,7	20,4	14,9	12,5
± 1S	1,8	1,5	2,6	3,4	4,3	5,4	7,0	11,1	12,0	10,1	7,6	5,8	4,8
n 3.U.92	9	9	9	9	9	9	5	1	9	8	8	8	8
M	6,6	10,9	14,4	19,8	26,5	34,8	40,3	76,8	37,7	31,4	25,1	16,7	13,2
± 1S	1,4	3,3	2,7	3,4	5,5	8,8	10,0		13,7	12,7	9,1	9,2	4,1

Abb. 56: Durchschnittliches Verhalten des Atemminutenvolumens (AMV I BTPS) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der 1/2 W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Bei der **1. Untersuchung** der Gruppe **FRAUEN 82/92** im Jahr 1982 steigt das **Atemminutenvolumen** von einem Ausgangswert von $7,9 \pm 1,9 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ im Vorstartzustand nahezu linear auf einen mittleren Wert der 9 Probandinnen von $39,9 \pm 6,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ in der 5. Belastungsminute an. In der **6. Belastungsminute**, die noch 4 Probandinnen erreichen, liegt der Wert bei $45,8 \pm 6,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ und in der **7. Belastungsminute** ist der Mittelwert der beiden verbliebenen Probandinnen $60,5 \pm 7,1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. In der **Erholungsphase** sinkt der Durchschnittswert von $39,4 \pm 7,7 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ in der ersten auf $14,8 \pm 3,4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ in der 5. Erholungsminute.

Nach **8-monatigem Training** liegen die Werte des Atemminutenvolumens vom Vorstartzustand bis zur 5. Belastungsminute kontinuierlich um **20 – 25 %↓ unter den Werten der 1. Untersuchung**. In der **7. Belastungsminute** (3 Probandinnen) überschreitet der Durchschnittswert mit $61,6 \pm 11,1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ geringfügig den letzten Belastungswert der 1. Untersuchung.

In der **Erholungsphase** liegen die Werte des AMVs um **4%** (1. Erholungsminute) **bis 15 %↓** (5. Erholungsminute) **unter den Werten der 1. Untersuchung**.

Nach **10-jährigem Training** erreichen die Probandinnen vom Vorstart bis zur 5. Belastungsminute durchschnittliche AMV-Werte, die zwischen denen der beiden ersten Untersuchungen liegen. In der **6. Belastungsminute** ist der Durchschnittswert mit $40,3 \pm 10,0 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (5 Prob.) **8 – 12 %↓ niedriger** als die Werte der ersten beiden Untersuchungen. Die nächst höhere Belastungsstufe (**2 W/kg KG für 1 min**) kann lediglich **eine Probandin** bewältigen. Sie erreicht hier einen Spitzenwert von $76,8 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$.

Das **maximale Atemminutenvolumen** der Gruppe **FRAUEN 82/92** fällt von **46,8 ± 9,4 l BTPS** bei der **1. Untersuchung** geringfügig auf **46,2 ± 13,2 l BTPS** bei der **2. Untersuchung**. Bei der **3. Untersuchung 1992** liegt das maximale AMV mit **41,9 ± 14,1 l BTPS** um ca. **10% ↓** unter dem vorhergehenden Wert (Abb. 57).

Maximalwerte AMV l BTPS FRAUEN 82/92 (n = 9)

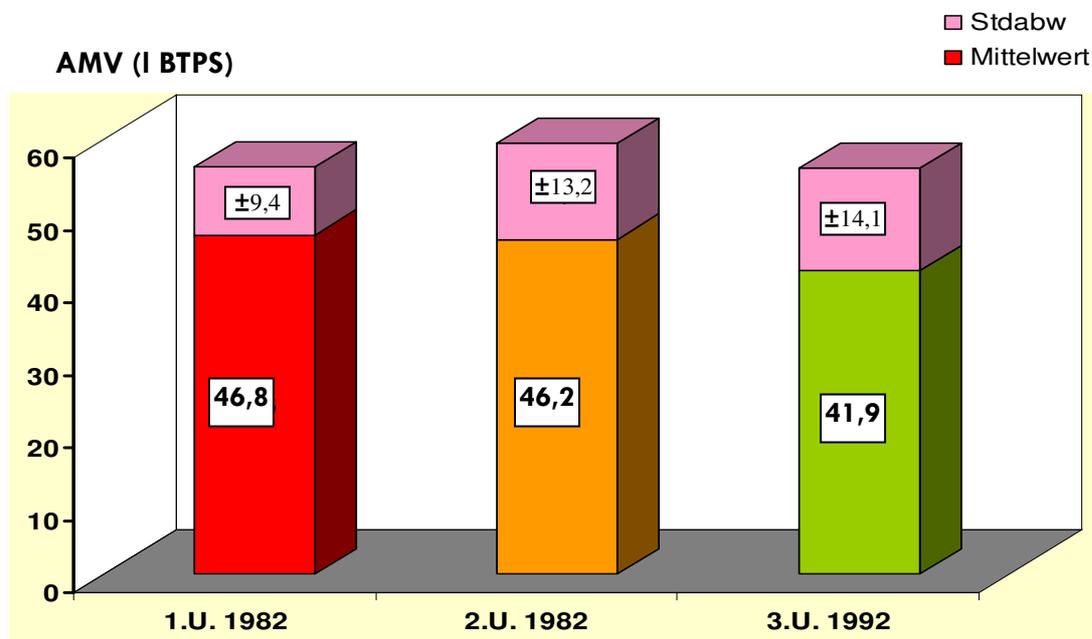
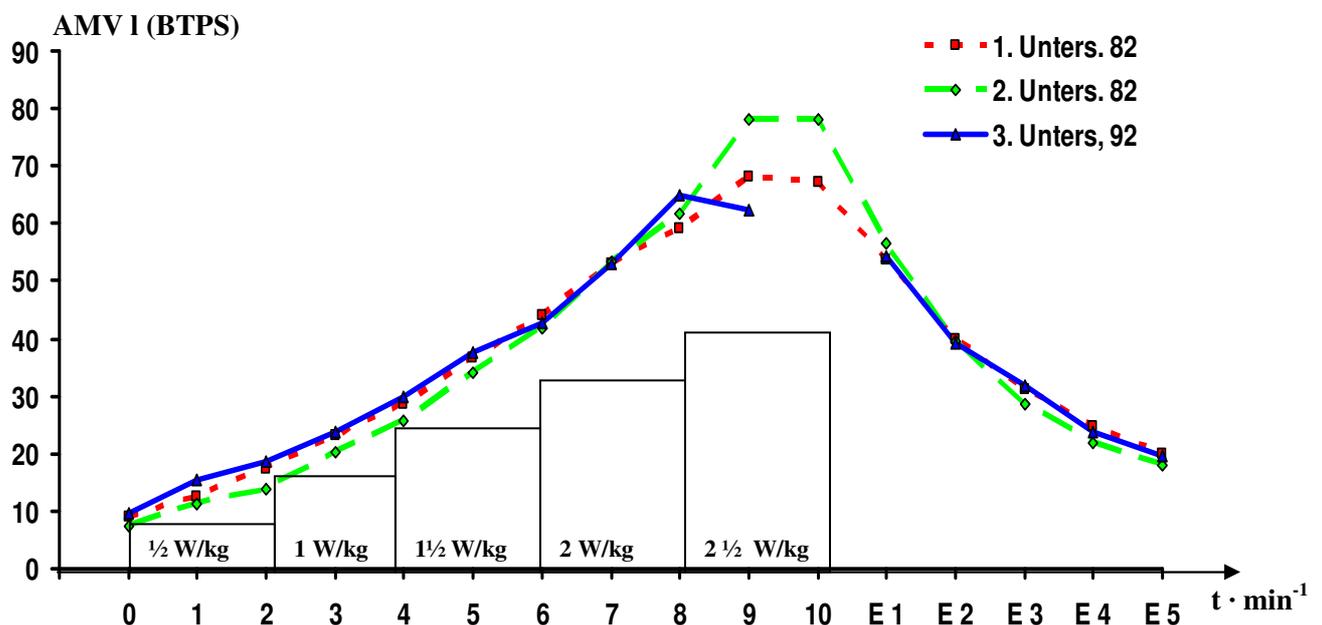


Abb. 57: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte des Atemminutenvolumens (AMV l BTPS) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Die Abbildungen 58 und 59 zeigen das Verhalten des **Atemminutenvolumens (AMV 1 BTPS)** bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen vor und nach einer Trainingsperiode von acht Monaten und 10 Jahren im Vorstartzustand, während jeder vollen Belastungsminute und in der fünfminütigen Erholungsphase sowie die **Maximalwerte** des AMVs der Gruppe **MÄNNER 82/92**.

Atemminutenvolumen - MÄNNER 82/92 (n = 7)



	Vorstart	Belastung										Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	8,9	12,6	17,3	23,3	28,7	36,7	43,9	53,0	59,0	68,3	67,2	53,7	39,7	31,3	24,9	19,8
± 1S	3,1	2,1	2,3	2,4	3,4	4,2	4,2	8,5	9,8	7,7		7,9	5,1	4,0	2,0	2,3
n 2.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	7,5	11,3	13,9	20,2	25,7	34,1	41,7	53,5	61,8	78,0	78,0	56,6	39,6	28,6	21,8	18,0
± 1S	1,5	1,1	1,8	2,5	2,5	2,7	4,8	7,4	6,3	7,4		13,1	8,6	5,6	5,9	4,6
n 3.U.92	7	7	7	7	7	7	7	6	5	1		7	7	7	7	7
M	9,6	15,5	18,7	23,9	29,8	37,5	42,8	53,0	64,9	62,4		54,2	39,3	31,7	23,7	19,6
± 1S	3,1	3,0	3,9	4,8	6,4	7,5	7,8	8,2	16,7			8,5	5,5	5,0	4,1	4,6

Abb. 58: Durchschnittliches Verhalten des Atemminutenvolumens (AMV 1 BTPS) der Gruppe **MÄNNER 82/92** bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der 1/2 W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Bei der Gruppe **MÄNNER 82/92** ist bei der **1. Untersuchung 1982** von der **Vorstartminute** ($8,9 \text{ l} \pm 3,1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) bis zur **7. Belastungsminute** ($53,0 \pm 8,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) ein nahezu linearer Anstieg des Atemminutenvolumens zu beobachten. Die Kurve steigt weiter über $59,0 \pm 9,8 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ in der 8. Belastungsminute (5 Prob.) auf $68,3 \text{ l} \pm 7,7 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ in der 9. Belastungsminute (3 Prob.) und fällt in der 10. Belastungsminute auf ein AMV max von $67,2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ BTPS (1 Prob.) ab.

In der **Erholungsphase** sinkt der Wert von $53,7 \text{ l} \pm 7,9 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ in der ersten auf **$19,8 \pm 2,3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$** in der **5. Erholungsminute**.

Bei der **2. Untersuchung 1982** liegen die Werte vom **Vorstart** ($7,5 \text{ l} \pm 1,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) bis zur 6. Belastungsminute ($41,7 \pm 4,8 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) konstant unter denen der 1. Untersuchung. In der 7. und 8. Belastungsminute überschreiten die Werte geringfügig die der 1. Untersuchung, während sie in der **9. und 10. Belastungsminute** mit **$78,0 \pm 7,4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$** um ca. **15% ↑ höher** liegen als bei der vorhergehenden Untersuchung.

In der **Erholungsphase** fallen die mittleren Werte des AMVs von $56,6 \pm 13,1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ in der 1. Erholungsminute auf **$18,0 \text{ l} \pm 4,6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$** in der **letzten Erholungsminute**.

Nach **10-jährigem Training** liegen die mittleren Werte des Atemminutenvolumens der Gruppe **MÄNNER 82/92** vom **Vorstart** ($9,6 \text{ l} \pm 3,1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) bis zur 7. Belastungsminute ($42,8 \pm 7,8 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) geringfügig höher als oder gleich wie bei den vorausgehenden Untersuchungen. In der **8. Belastungsminute überschreitet** der Mittelwert (**$64,9 \pm 16,7 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$**) der verbliebenen 5 Probanden die Werte der ersten beiden Untersuchungen um **10% ↑ (1.U.)** bzw. **5% ↑ (2.U.)**. Lediglich ein Proband kann die 9. Belastungsminute mit einem Atemminutenvolumen von $62,8 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ BTPS absolvieren.

In der **Erholungsphase** fallen die Werte der 3. Untersuchung fast mit denen der 1. Untersuchung zusammen und liegen zwischen $54,2 \pm 8,5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (1. Erholungsminute) und **$19,6 \pm 4,6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$** (5. Erholungsminute).

Das **maximale Atemminutenvolumen** der Gruppe **MÄNNER 82/92** steigt von **64,8 ± 9,7 l BTPS** bei der **1. Untersuchung** um ca. **7%↑** auf **69,1 ± 11,0 l BTPS** bei der **2. Untersuchung**. Bei der **3. Untersuchung 1992** liegt das maximale AMV mit **61,2 ± 15,9 l BTPS** um ca. **13%↓** unter dem vorhergehenden Wert (Abb. 59).

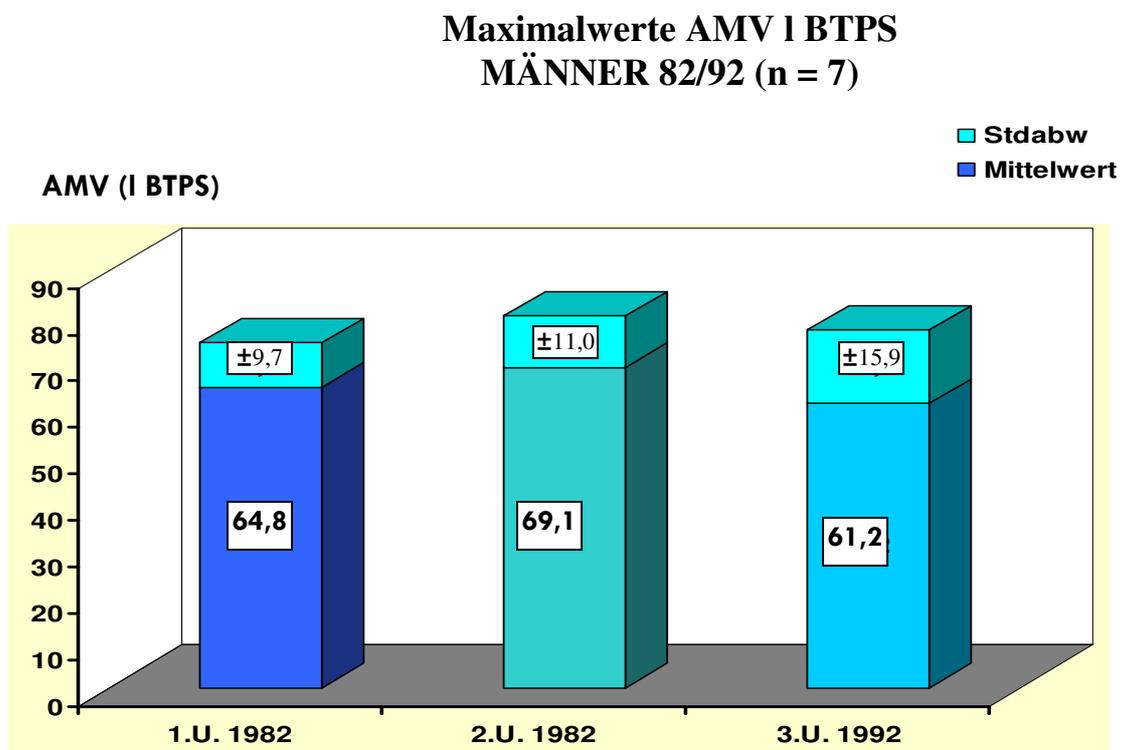


Abb. 59: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte des Atemminutenvolumens (AMV l BTPS) der Gruppe **MÄNNER 82/92** bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

6.3.4 Atemfrequenz und Atemzugvolumen

Die Abbildungen 60 bis 63 zeigen die mittleren Maximalwerte und Standardabweichungen der **Atemfrequenz (Af)** und des **Atemzugvolumens (AZV)** vor und nach einer Trainingsperiode von acht Monaten und 10 Jahren der Gruppen **FRAUEN 82/92** und **MÄNNER 82/92**.

Maximalwerte Atemfrequenz pro Minute - FRAUEN 82/92 (n = 9)

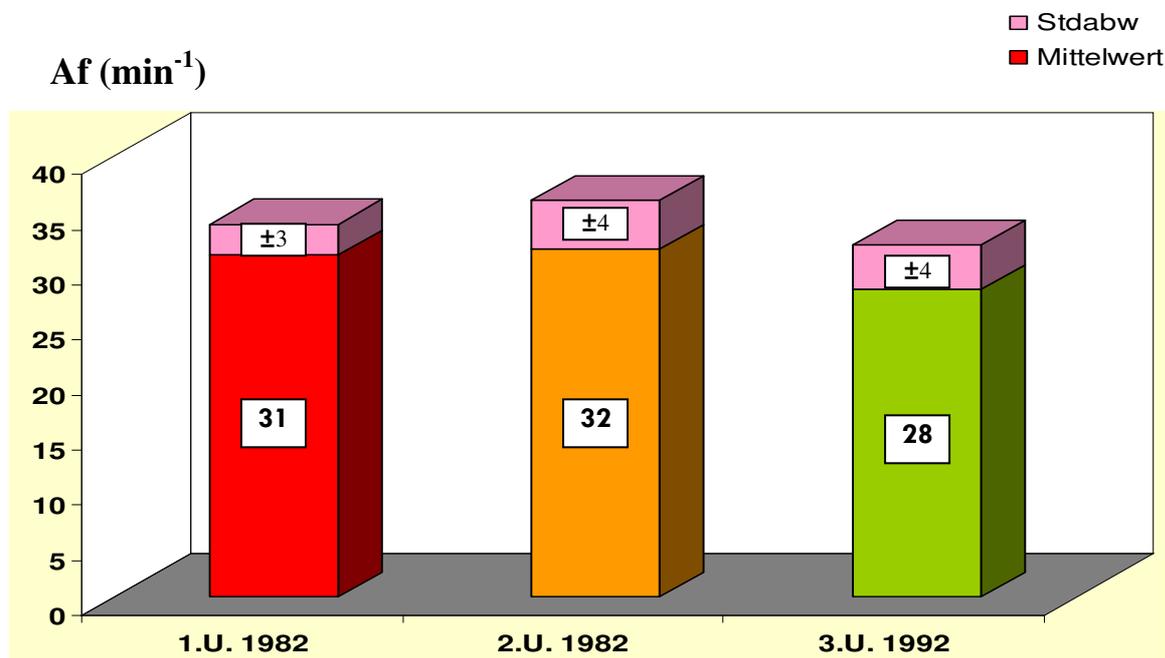


Abb. 60: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Atemfrequenz der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Während die mittlere Atemfrequenz der Gruppe FRAUEN 82/92 bei der **1. Untersuchung 1982** in der Phase der Ausbelastung bei **31 ± 3 Atemzügen pro Minute** liegt, steigt der Wert bei der **2. Untersuchung 1982** geringfügig auf **32 ± 4** an. Bei der **3. Untersuchung 1992** liegt der Wert um ca. **13% ↓ niedriger** mit **28 ± 4** Atemzügen pro Minute.

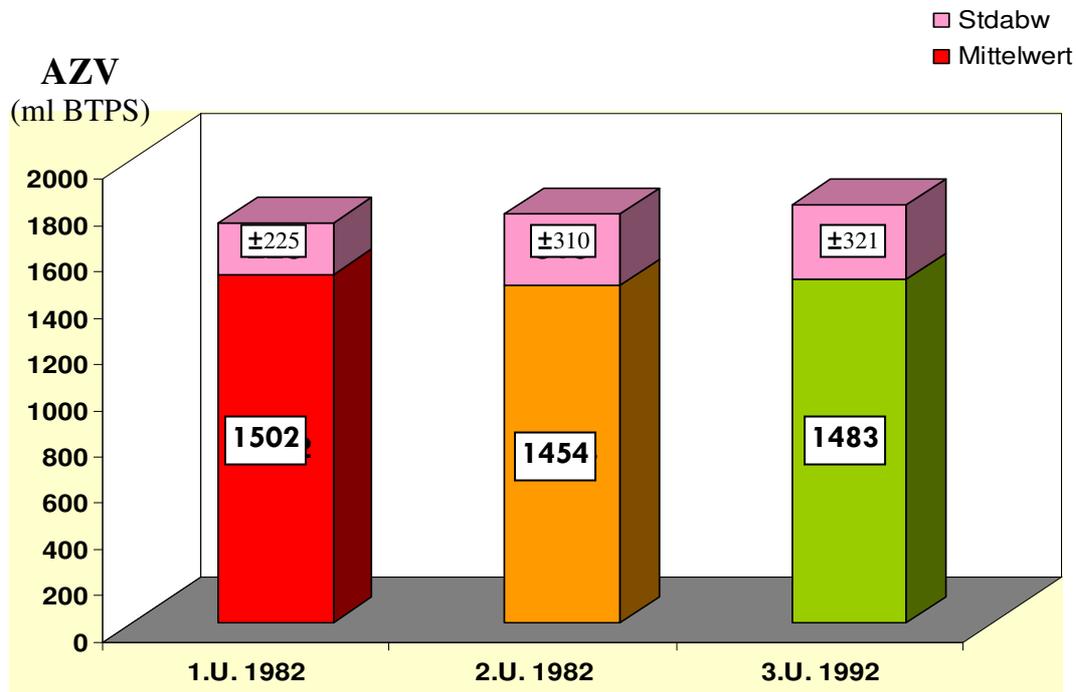
Maximalwerte Atemzugvolumen - FRAUEN 82/92 (n = 9)

Abb. 61: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte des Atemzugvolumens der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Gleichzeitig fällt das **maximale Atemzugvolumen** der Gruppe **FRAUEN 82/92** von durchschnittlich **1502 ± 225 ml** pro Atemzug bei der **1. Untersuchung** auf **1454 ± 310 ml** bei der **2. Untersuchung 1982**. Bei der 3. Untersuchung im Jahr **1992** liegt das mittlere maximale Atemzugvolumen mit **1483 ± 321 ml** um ca. **2% ↑ höher** als bei der vorausgehenden Untersuchung.

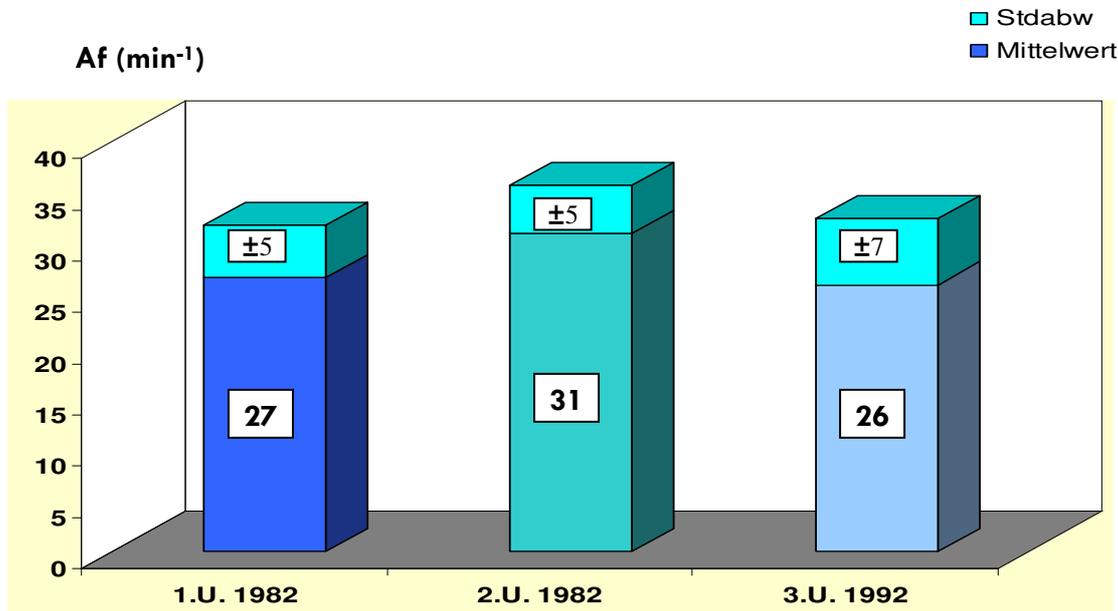
Maximalwerte Atemfrequenz pro Minute - MÄNNER 82/92 (n = 7)

Abb. 62: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der Atemfrequenz der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Die mittlere Atemfrequenz der Gruppe MÄNNER 82/92 liegt bei der **1. Untersuchung 1982** in der Phase der Ausbelastung bei 27 ± 5 Atemzügen pro Minute. Der Wert steigt bei der **2. Untersuchung 1982** um **16% ↑** auf durchschnittlich 31 ± 5 Atemzüge pro Minute an. Bei der **3. Untersuchung 1992** sinkt die maximale Atemfrequenz auf 26 ± 7 pro Minute, womit dieser Wert in etwa das Niveau der 1. Untersuchung erreicht.

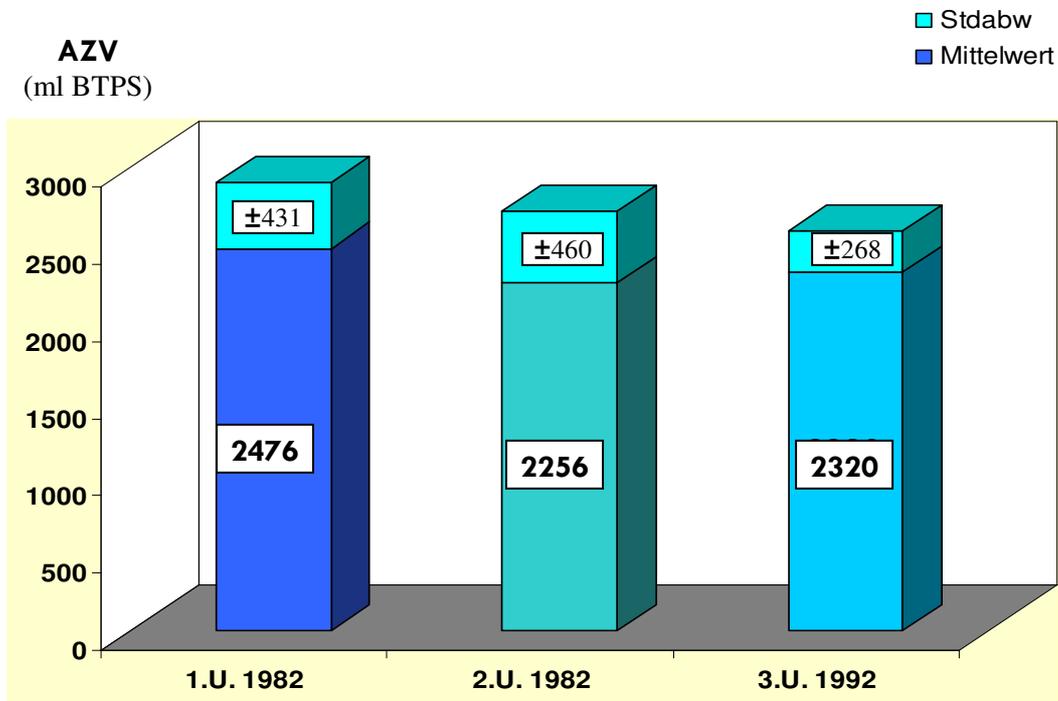
Maximalwerte Atemzugvolumen - MÄNNER 82/92 (n = 7)

Abb. 63: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte des Atemzugvolumens der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

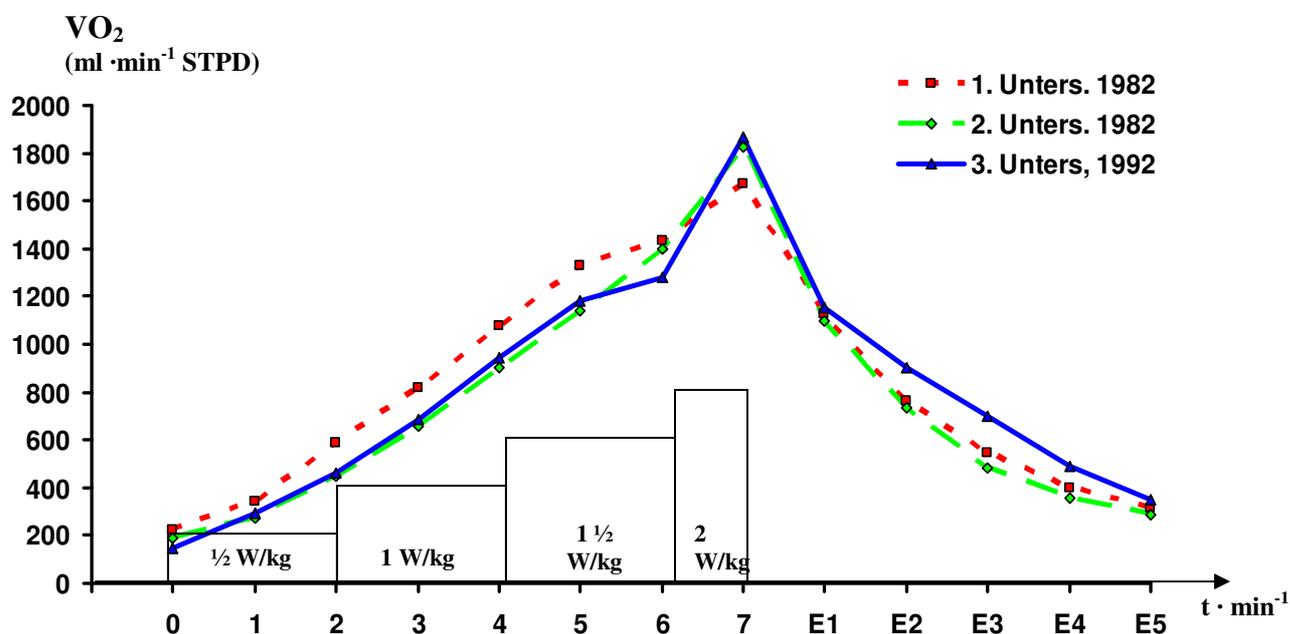
Das maximale **Atemzugvolumen** der Gruppe **MÄNNER 82/92** **sinkt** von einem Mittelwert von **2476 ± 431 ml** bei der **1. Untersuchung 1982** um ca. **9% ↓** auf **2256 ± 460 ml** bei der **2. Untersuchung 1982**. Nach der **10-jährigen Trainingsperiode steigt** der Mittelwert des AZVs der 7 Probanden geringfügig (ca. **3% ↑**) auf **2320 ± 268 ml** an.

6.4 Kardiorespiratorische Leistungsgrößen

6.4.1 Absolute Sauerstoffaufnahme

Die Abbildungen 64 bis 67 zeigen das Verhalten der **absoluten Sauerstoffaufnahme** ($\text{VO}_2 \text{ ml STPD} \cdot \text{min}^{-1}$) vor und nach einer Trainingsperiode von acht Monaten und 10 Jahren im Vorstartzustand, während jeder vollen Belastungsminute und in der fünfminütigen Erholungsphase sowie die **Maximalwerte** der **absoluten Sauerstoffaufnahme** ($\text{VO}_2 \text{ max ml STPD} \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppen **FRAUEN 82/92** und **MÄNNER 82/92**.

Absolute Sauerstoffaufnahme - FRAUEN 82/92 (n = 9)



	Vorstart	Belastung							Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	9	9	9	9	9	9	4	2	9	9	9	9	9
M	222	343	589	819	1080	1331	1433	1669	1127	764	547	400	315
± 1S	53	92	147	150	193	299	156	24	225	147	94	68	68
n 2.U. 82	9	9	9	9	9	9	7	3	9	9	9	9	9
MW	186	270	446	659	904	1139	1397	1824	1099	731	483	354	286
± 1S	50	46	85	121	132	182	210	237	224	173	119	94	90
n 3.U. 92	9	9	9	9	9	9	5	1	9	8	8	8	8
M	144	295	459	685	941	1180	1278	1869	1152	903	700	490	349
± 1S	49	106	115	134	198	241	162		212	199	152	118	102

Abb. 64: Durchschnittliches Verhalten der absoluten Sauerstoffaufnahme ($\text{VO}_2 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \text{ STPD}$) der Gruppe **FRAUEN 82/92** bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2} \text{ W/kg}$ KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen ($\pm 1S$) in Tabellenform.

Bei der **1. Untersuchung** im Jahr **1982** liegt die durchschnittliche **absolute Sauerstoffaufnahme** der 9 Probandinnen der Gruppe **FRAUEN 82/92** im **Vorstartzustand** bei **222 ± 53 ml** und steigt im Verlauf der Belastung kontinuierlich bis auf **1331 ± 299 ml** in der 5. Belastungsminute an. In der 6. Belastungsminute erreichen die 4 verbliebenen Probandinnen einen Wert von **1433 ± 156 ml O₂**. 2 Probandinnen bewältigen die **7. Belastungsminute** mit einer absoluten Sauerstoffaufnahme von **1669 ± 24 ml**. Im Verlauf der 5 Erholungsminuten sinkt die O₂-Aufnahme von **1669 ± 225 ml** in der **1. Erholungsminute** auf **315 ± 68 ml** in der **5. Erholungsminute**.

Nach **8-monatigem Training** bleibt die **absolute Sauerstoffaufnahme** der 9 Probandinnen vom **Vorstart** (**186 ± 50 ml**) bis zur 5. Belastungsminute (**1139 ± 182 ml**) um 14 – 25% unter den Werten der 1. Untersuchung. Im Gegensatz zur 1. Untersuchung bewältigen 7 Probandinnen die 6. Belastungsminute und erreichen hier einen Durchschnittswert von **1139 ± 182 ml O₂**. 3 Probandinnen erreichen in der **7. Belastungsminute** ihr Maximum mit **1824 ± 237 ml O₂**. In allen 5 Erholungsminuten liegt die Sauerstoffaufnahme unter den Werten der 1. Untersuchung.

Nach **10-jährigem Training** liegt die **O₂-Aufnahme** der Gruppe **FRAUEN 82/92** in der **Vorstartphase** bei **144 ± 49 ml**. Der weitere Kurvenverlauf ist dann aber bis zur 5. Belastungsminute nahezu identisch mit dem der 2. Untersuchung. In der 6. Belastungsminute steigt die O₂-Aufnahme der verbliebenen 5 Probandinnen weniger stark an und erreicht einen Wert von **1278 ± 162 ml**. Lediglich eine Probandin absolviert die **7. Belastungsminute** und erreicht hierbei einen Wert von **1869 ml O₂**. In der **Erholungsphase** liegen die Durchschnittswerte der O₂- Aufnahme deutlich über den Werten der ersten beiden Untersuchungen.

Die mittleren **Maximalwerten** der **absoluten Sauerstoffaufnahme** der Gruppe **FRAUEN 82/92** fallen geringfügig von **1468 ± 287 ml·min⁻¹STPD O₂** bei der **1. Untersuchung** auf **1454 ± 316 ml·min⁻¹STPD** bei der **2. Untersuchung 1982** und um ca. **10% ↓** auf **1321 ± 281 ml·min⁻¹STPD** bei der **3. Untersuchung 1992** (Abb. 65).

Maximalwerte der absoluten Sauerstoffaufnahme FRAUEN 82/92 (n = 9)

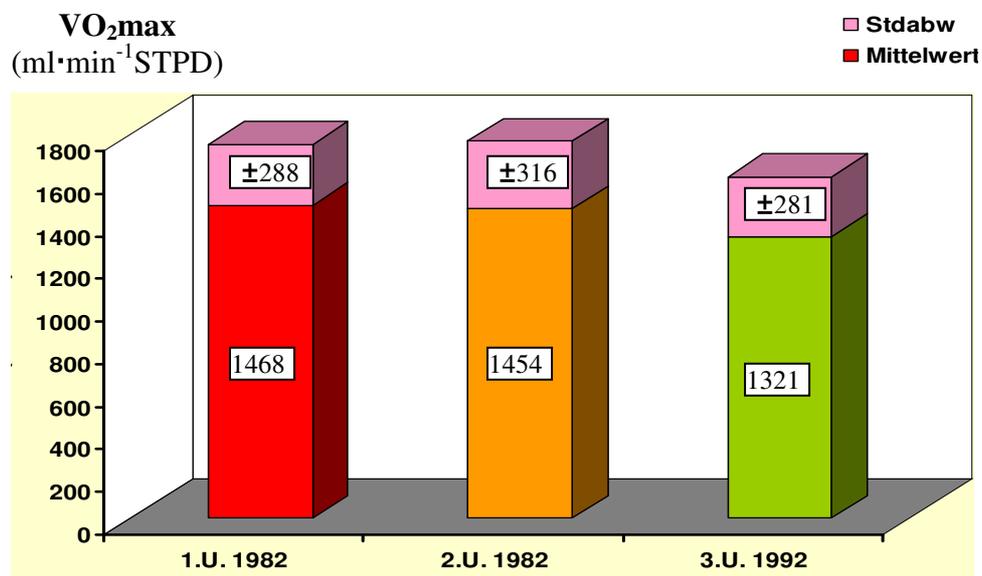
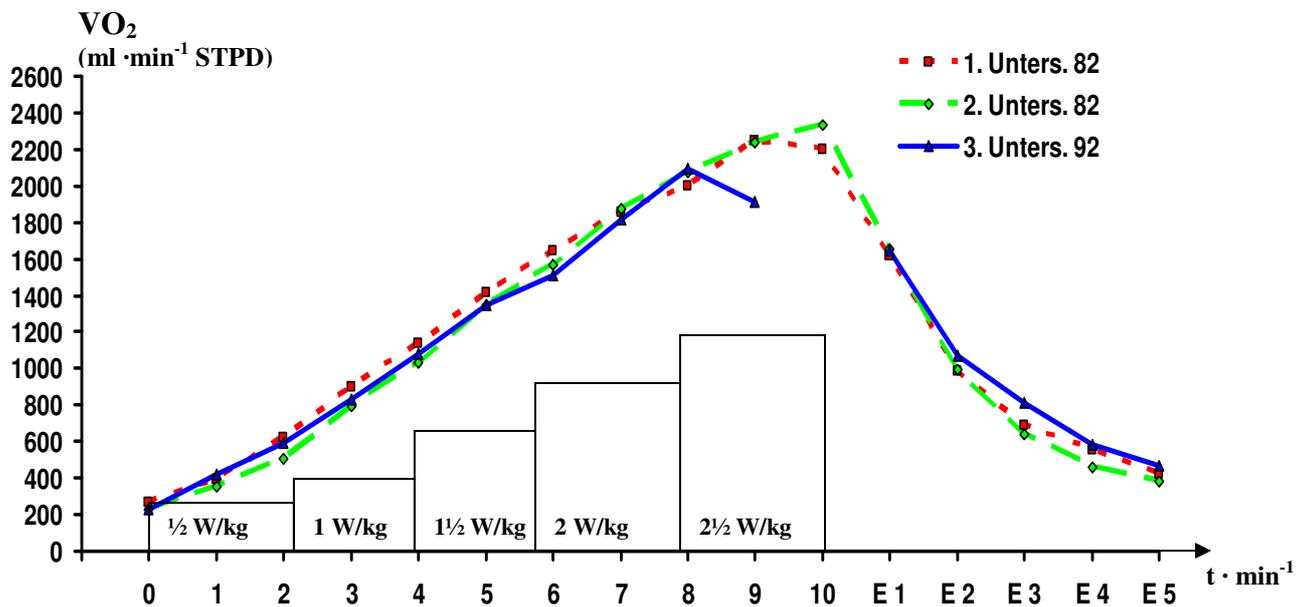


Abb. 65: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der absoluten Sauerstoffaufnahme (VO₂max ml·min⁻¹ STPD) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Absolute Sauerstoffaufnahme – MÄNNER 82/92 (n = 7)



	Vorstart	Belastung										Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	268	395	618	903	1133	1412	1646	1855	1996	2244	2203	1618	989	689	554	422
± 1S	94	78	77	79	128	121	71	254	188	220		205	85	61	71	59
n 2.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	233	351	508	790	1033	1347	1571	1872	2073	2232	2337	1654	997	639	459	382
± 1S	53	25	80	110	106	122	178	187	150	322		195	142	65	89	74
n 3.U. 92	7	7	7	7	7	7	7	6	5	1		7	7	7	7	7
M	231	424	591	830	1083	1347	1509	1819	2094	1907		1643	1075	813	586	473
± 1S	60	67	124	177	218	249	225	196	315			127	85	90	90	119

Abb. 66: Durchschnittliches Verhalten der absoluten Sauerstoffaufnahme (VO_2 $ml \cdot min^{-1}$ STPD) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (\pm 1S) in Tabellenform.

Die absolute Sauerstoffaufnahme der Gruppe MÄNNER 82/92 steigt bei der 1. Untersuchung 1982 von der Vorstartphase (268 ± 94 ml) bis zur 9. Belastungsminute (2244 ± 220 ml) nahezu linear an. Ein Proband, der als einziger die 10. Belastungsminute bewältigte, erreicht sein individuelles Maximum mit 2203 ml O_2 . In der Erholungsphase fällt die mittlere O_2 -Aufnahme von 1618 ± 205 ml in der 1. Erholungsminute kontinuierlich auf 422 ± 59 ml in der 5. Erholungsminute ab.

Bei der 2. Untersuchung liegen die Werte der 7 Probanden wie bei der Gruppe MÄNNER 82/92 von der Vorstartphase bis zur 6. Belastungsminute um 5 – 17% unter den Werten der 1. Untersuchung. Bei höherer körperlicher Belastung steigt die absolute

Sauerstoffaufnahme in der **7. Belastungsminute** auf **1872 ± 187 ml** an. Im weiteren Verlauf liegen die Werte etwas über denen der 1. Untersuchung. Während die Durchschnittswerte der O₂- Aufnahme in den ersten beiden **Erholungsminuten** nahezu identisch sind mit den Werten der 1. Untersuchung, fällt in den letzten 3 Erholungsminuten die O₂- Aufnahme stärker ab und erreicht einen Wert von **382 ± 74 ml** in der **5. Erholungsminute**.

Nach **10-jährigem** kontinuierlichem **Training** ist die **absolute Sauerstoffaufnahme** im **Vorstartzustand** mit **231 ± 60 ml** geringer als bei den vorausgehenden Untersuchungen. Bis zur 4. Belastungsminute pendeln sich die Werte zwischen denen der 1. und 2. Untersuchung ein, bleiben in der 6. und 7. Belastungsminute etwas unterhalb der Werte der anderen beiden Untersuchungen. In der **8. Belastungsminute** übertreffen die verbliebenen 5 Probanden mit **2094 ± 315 ml** O₂ die Durchschnittswerte der vorhergehenden Untersuchungen. Ein Proband konnte als einziger die 9. Belastungsminute tolerieren und erreicht hier sein individuelles Maximum von 1907 ml O₂. In der **Erholungsphase** fallen die Mittelwerte von **1643 ± 127 ml** in der **1. Minute** auf **473 ± 119 ml** in der **5. Erholungsminute**. Von der 2. bis zur letzten Erholungsminute liegen alle Werte über denen der beiden vorangehenden Untersuchungen.

Die mittleren **Maximalwerte** der **absoluten Sauerstoffaufnahme** der Gruppe **MÄNNER 82/92** steigen von **2114 ± 249 ml·min⁻¹STPD O₂** bei der **1. Untersuchung** auf **2183 ± 260 ml·min⁻¹STPD** bei der **2. Untersuchung 1982** und fallen um ca. **10%↓** auf **1978 ± 338 ml·min⁻¹STPD** bei der **3. Untersuchung 1992** (Abb. 67).

Maximalwerte der absoluten Sauerstoffaufnahme MÄNNER 82/92 (n = 7)

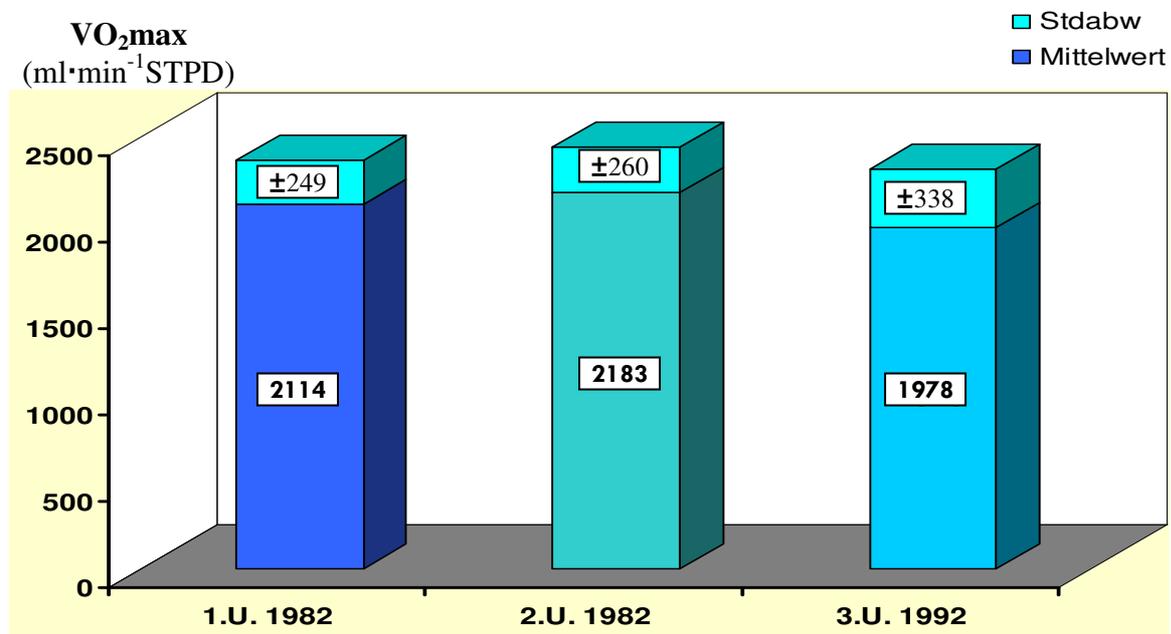
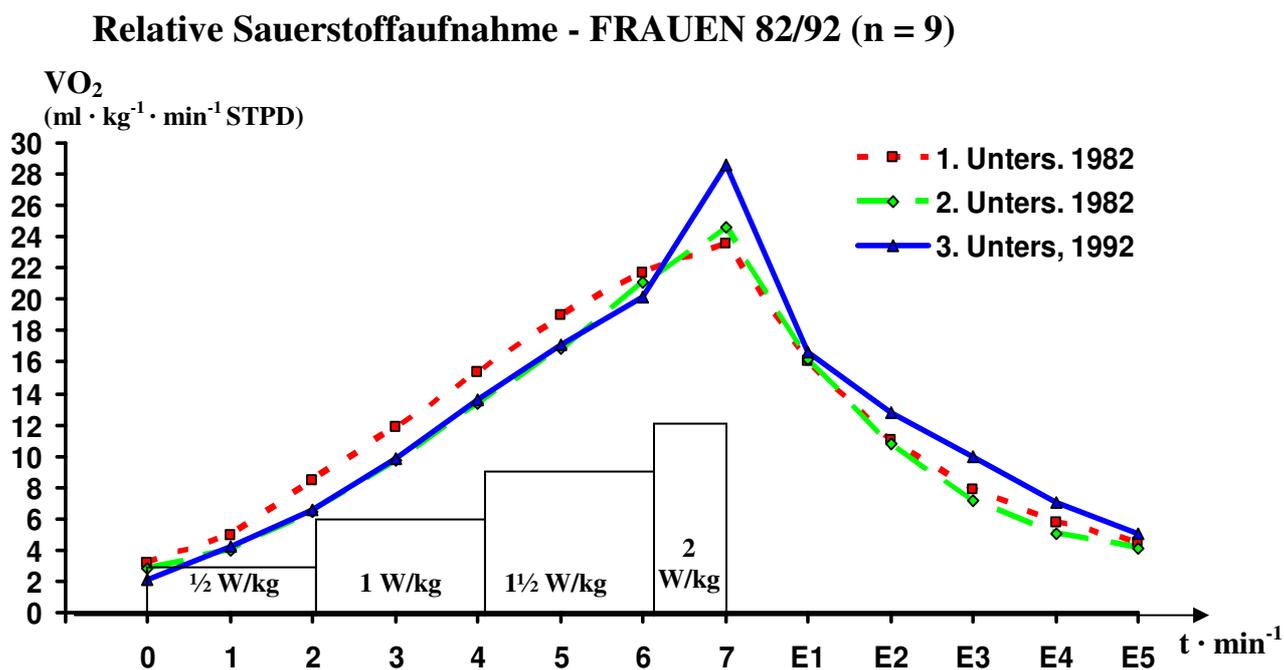


Abb. 67: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der absoluten Sauerstoffaufnahme (VO₂max ml·min⁻¹ STPD) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

6.4.2 Relative Sauerstoffaufnahme

Die Abbildungen 68 bis 71 zeigen das Verhalten der **relativen Sauerstoffaufnahme** ($VO_2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \text{STPD}$) vor und nach einer Trainingsperiode von acht Monaten und 10 Jahren im Vorstartzustand, während jeder vollen Belastungsminute und in der fünfminütigen Erholungsphase sowie die **Maximalwerte** der **relativen Sauerstoffaufnahme** ($VO_2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \text{STPD}$) der Gruppen **FRAUEN 82/92** und **MÄNNER 82/92**.



	Vorstart	Belastung							Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	9	9	9	9	9	9	4	2	9	9	9	9	9
M	3,2	4,9	8,4	11,8	15,4	19,0	21,7	23,6	16,1	11,0	7,9	5,8	4,5
± 1S	0,7	0,8	1,2	1,2	1,3	1,9	1,1	1,8	2,0	1,1	0,8	0,8	0,6
n 2.U. 82	9	9	9	9	9	9	7	3	9	9	9	9	9
M	2,8	4	6,5	9,7	13,4	16,9	21,1	24,6	16,2	10,8	7,1	5	4,1
± 1S	0,6	0,4	1,0	1,1	1,2	2,0	2,2	2,3	2,2	1,7	1,1	1,1	1,0
n 3.U.92	9	9	9	9	9	9	5	1	9	8	8	8	8
M	2,1	4,2	6,6	9,9	13,6	17,1	20,1	28,6	16,6	12,8	10,0	7,0	5,0
± 1S	0,5	1,2	1,1	1,2	1,6	2,2	2,4		2,8	2,7	2,3	1,9	1,4

Abb. 68: Durchschnittliches Verhalten der relativen Sauerstoffaufnahme ($VO_2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe **FRAUEN 82/92** bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2} \text{ W/kg}$ KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen ($\pm 1S$) in Tabellenform.

Die Kurvenverläufe der **relativen Sauerstoffaufnahme** der 3 Untersuchungen der Gruppe **FRAUEN 82/92** entsprechen denen der absoluten Sauerstoffaufnahme dieser Gruppe von der 1. bis zur 5. Belastungsminute und in der kompletten Erholungsphase, da ihr durchschnittliches Körpergewicht über den gesamten Untersuchungszeitraum relativ konstant geblieben ist. Lediglich in den letzten beiden Belastungsminuten der ersten beiden Untersuchungen 1982 macht sich das im Verhältnis zur Gesamtgruppe etwas höhere Körpergewicht der verbliebenen Probandinnen bemerkbar.

Bei der **1. Untersuchung** steigt die **relative Sauerstoffaufnahme** konstant von $3,2 \pm 0,7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ auf $23,6 \pm 1,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ und fällt in der **Erholungsphase** von $16,1 \pm 2,0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ auf $4,5 \pm 0,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

Bei der **2. Untersuchung 1982** ist ebenfalls ein konstanter Anstieg der **relativen Sauerstoffaufnahme** von $2,8 \pm 0,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **Vorstartphase** auf $24,6 \pm 2,3 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **7. Belastungsminute** zu beobachten. In der **Erholungsphase** fällt die mittlere relative O_2 -Aufnahme von $16,2 \pm 2,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ auf $4,1 \pm 1,0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

Nach **10-jährigem Training** steigt die durchschnittliche **relative O_2 -Aufnahme** von $2,1 \pm 0,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **Vorstartphase** kontinuierlich auf $20,1 \pm 2,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **6. Belastungsminute**. Der sprunghafte Anstieg in der 7. Belastungsminute ($28,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) geht auf den Einzelwert der letztverbliebenen Probandin zurück. In der **Erholungsphase** fällt der Mittelwert von $16,6 \pm 2,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der 1. Erholungsminute auf $5,0 \pm 1,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **5. Erholungsminute**.

Bei den **Maximalwerten** der **relativen Sauerstoffaufnahme** ist durch einen leichten Gewichtsverlust der Gruppe **FRAUEN 82/92** ein minimaler Anstieg der Mittelwerte von **21,1 ± 2,5 ml/kg KG** von der **1. Untersuchung 1982** auf **21,5 ml ± 3,3 ml/kg KG** bei der **2. Untersuchung 1982** zu verzeichnen. Der Wert der **3. Untersuchung 1992** liegt mit **19,3 ± 4,1 ml/kg KG** um ca. **11% ↓** unter dem Vorwert (Abb. 69).

Maximalwerte der relativen Sauerstoffaufnahme FRAUEN 82/92 (n = 9)

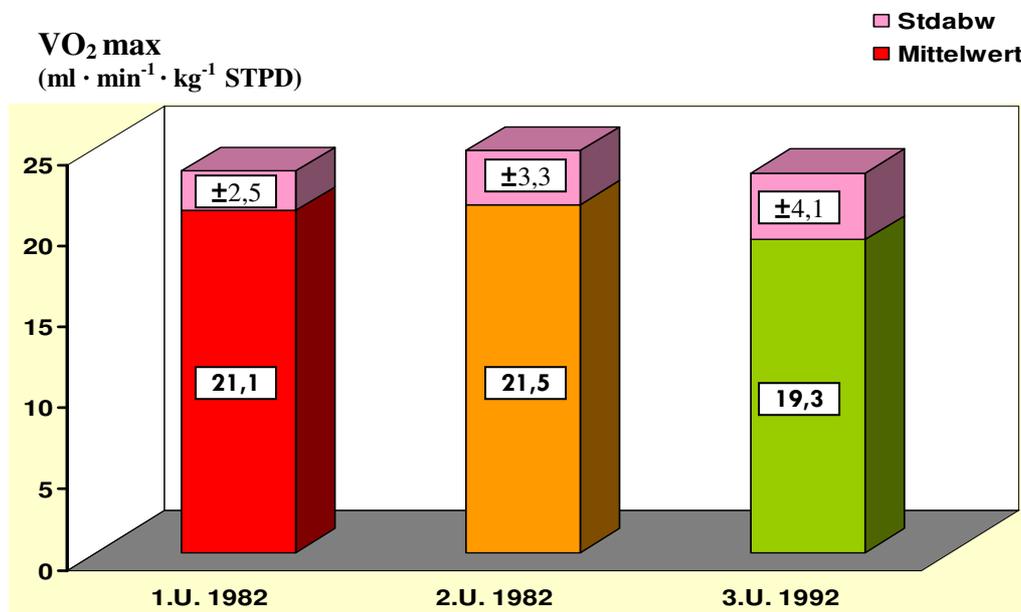
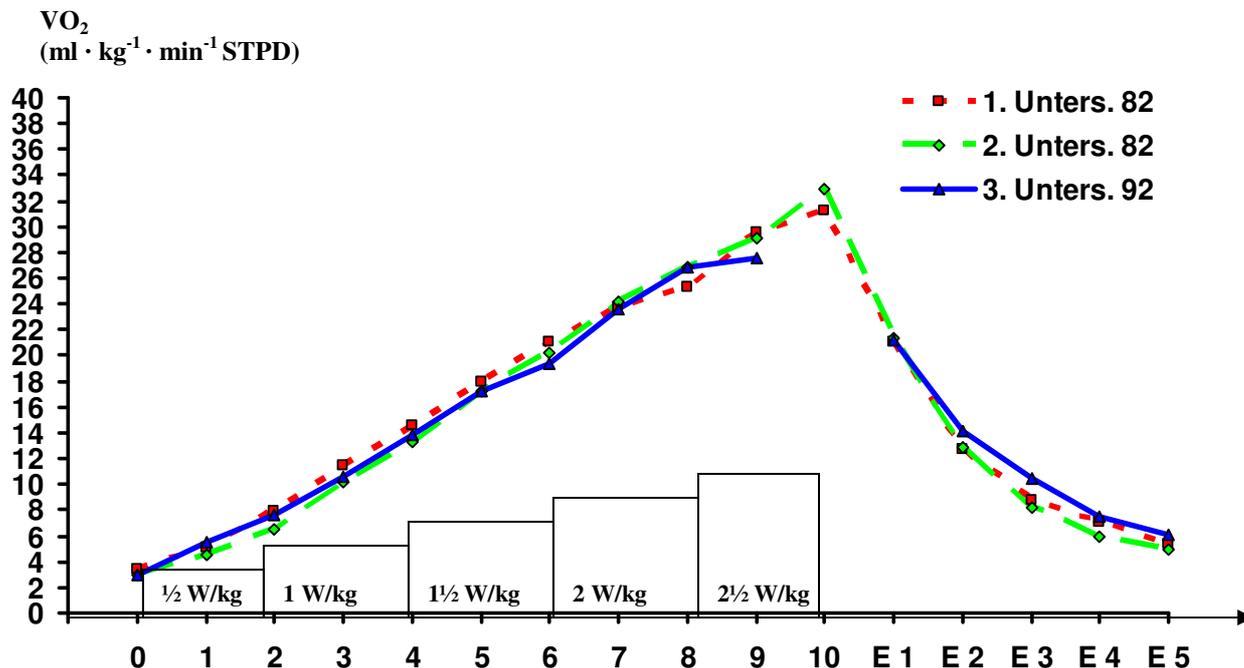


Abb. 69: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der relativen Sauerstoffaufnahme (VO₂ ml · min⁻¹ · kg⁻¹ KG) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Relative Sauerstoffaufnahme - MÄNNER 82/92 (n = 7)



	Vorstart	Belastung										Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	3,4	5,1	7,9	11,5	14,5	18,0	21,1	23,7	25,3	29,6	31,2	21,0	12,7	8,8	7,1	5,4
± 1S	1,3	1,1	1,2	1,1	1,3	1,4	1,2	2,6	1,2	0,9		3,4	1,3	0,9	1,0	0,8
n 2.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	3,0	4,5	6,5	10,2	13,3	17,3	20,2	24,1	26,8	29,1	33,0	21,4	12,9	8,2	6,0	4,9
± 1S	0,8	0,4	1,0	1,5	1,4	1,4	2,3	2,0	1,4	2,9		3,6	2,3	1,1	1,3	1,0
n 3.U.92	7	7	7	7	7	7	7	6	5	1		7	7	7	7	7
M	3,0	5,5	7,6	10,6	13,9	17,3	19,4	23,6	26,8	27,6		21,2	14,1	10,5	7,5	6,1
± 1S	0,7	0,8	1,8	1,8	2,2	2,4	2,2	1,6	2,9			1,4	1,4	1,1	1,0	1,3

Abb. 70: Durchschnittliches Verhalten der relativen Sauerstoffaufnahme ($VO_2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen ($\pm 1S$) in Tabellenform.

Die Kurvenverläufe der **relativen Sauerstoffaufnahme** der Gruppe MÄNNER 82/92 sind bei allen drei Untersuchungen im Belastungsbereich bis zur 8. Belastungsminute und in der gesamten Erholungsphase identisch mit den Verläufen der absoluten Sauerstoffaufnahme dieser Gruppe. Lediglich in den letzten beiden Belastungsminuten divergieren die Kurvenverläufe.

Bei der **1. Untersuchung 1982** steigt die durchschnittliche relative Sauerstoffaufnahme von $3,4 \pm 1,3 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **Vorstartphase** nahezu konstant auf $23,7 \pm 2,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der 7. Belastungsminute. 5 Probanden erreichen in der 8. Belastungsminute einen Durchschnittswert von $25,3 \pm 1,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ und 3 Probanden erreichen in der **9. Belastungsminute** eine mittlere relative Sauerstoffaufnahme von $29,6 \pm 0,9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Ein Proband erreichte die 10. Belastungsminute mit einem Wert von $31,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. In der **Erholungsphase** fällt der Durchschnittswert der relativen Sauerstoffaufnahme von $21,0 \pm 3,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **1. Erholungsminute** auf $5,4 \pm 0,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **5. Erholungsminute**.

Bei der **2. Untersuchung 1982** steigt die durchschnittliche relative Sauerstoffaufnahme von $3,0 \pm 0,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **Vorstartphase** nahezu konstant auf $29,1 \pm 2,9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **9. Belastungsminute** an. Ein Proband erreichte in der 10. Belastungsminute einen Wert von $33,0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. In der **Erholungsphase** fällt der Durchschnittswert der relativen Sauerstoffaufnahme von $21,4 \pm 3,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **1. Erholungsminute** auf $4,9 \pm 1,0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **5. Erholungsminute**.

Nach 10-jährigem Training liegen die Mittelwerte der absoluten Sauerstoffaufnahme zwischen $3,0 \pm 0,7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **Vorstartphase** und $26,8 \pm 2,9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **8. Belastungsminute**. Ein Proband erreicht die 9. Belastungsminute mit einem individuellen Maximum von $27,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. In der **Erholungsphase** fällt der Durchschnittswert der relativen Sauerstoffaufnahme von $21,2 \pm 1,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **1. Erholungsminute** auf $6,1 \pm 1,3 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ in der **5. Erholungsminute**.

Die **Maximalwerte** der **relativen Sauerstoffaufnahme** (in STPD) zeigen die gleiche Tendenz wie die der absoluten Sauerstoffaufnahme, da das Durchschnittsgewicht der Gruppe über den 10-jährigen Untersuchungszeitraum nahezu konstant geblieben ist. Es ist ein leichter Anstieg der Mittelwerte von **27,1 ± 3,2 ml/kg KG** von der **1. Untersuchung 1982** auf **28,0 ± 3,0 ml/kg KG** bei der **2. Untersuchung 1982** zu verzeichnen. Der Wert der **3. Untersuchung** liegt mit **25,4 ± 3,9 ml/kg KG** um ca.10% ↓ unter dem Vorwert (Abb. 71).

Maximalwerte der relativen Sauerstoffaufnahme MÄNNER 82/92 (n = 7)

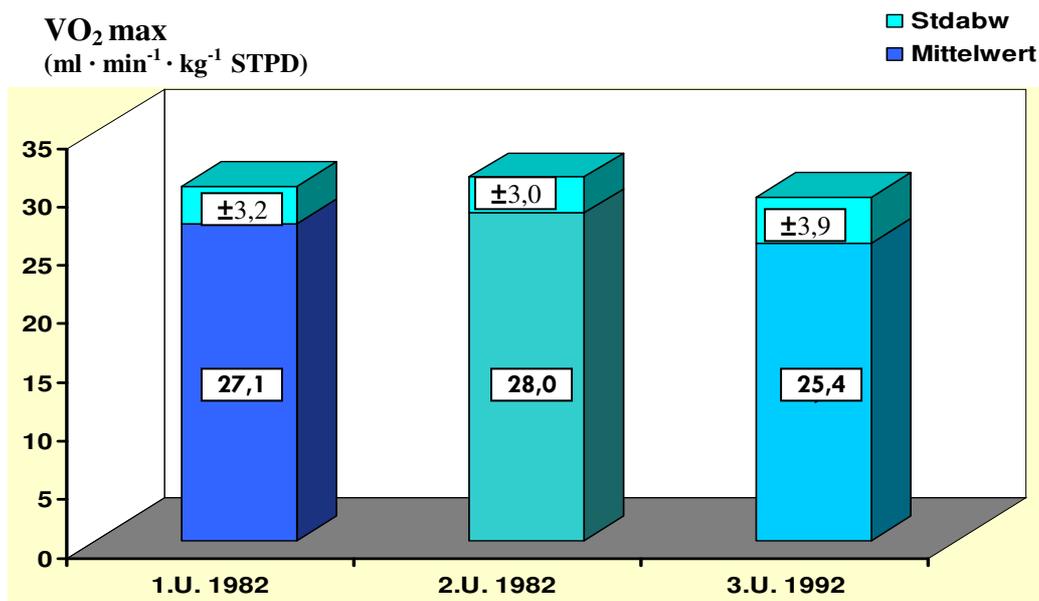
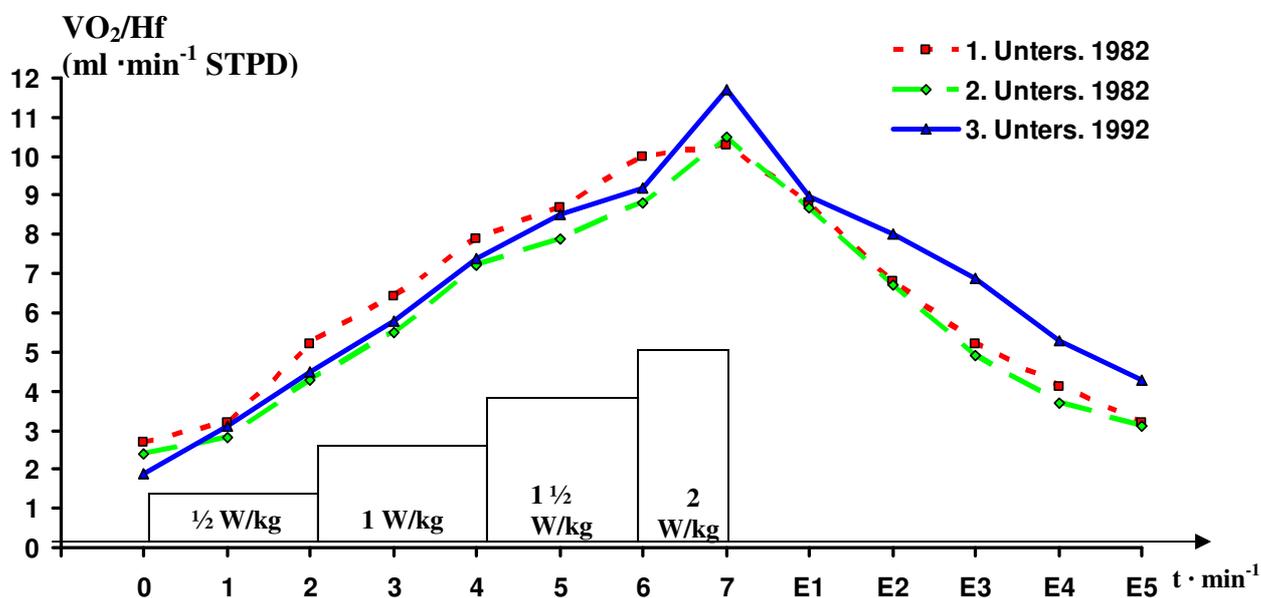


Abb. 71: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte der relativen Sauerstoffaufnahme ($\text{VO}_2 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ KG}$) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

6.4.3 Sauerstoffpuls

Die Abbildungen 72 und 75 zeigen das Verhalten des **Sauerstoffpulses** (VO_2/H_f $ml \cdot min^{-1}$ STPD) vor und nach einer Trainingsperiode von acht Monaten und 10 Jahren im Vorstartzustand, während jeder vollen Belastungsminute und in der fünfminütigen Erholungsphase sowie die **Maximalwerte** des **Sauerstoffpulses** der Gruppen **FRAUEN 82/92** und **MÄNNER 82/92**.

Sauerstoffpuls - FRAUEN 82/92 (n = 9)



	Vorstart	Belastung							Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	9	9	9	9	9	9	4	2	9	9	9	9	9
M	2,7	3,2	5,2	6,4	7,9	8,7	10,0	10,3	8,8	6,8	5,2	4,1	3,2
± 1S	0,5	0,7	0,9	0,8	1,2	1,5	1,0	0,6	1,4	0,9	0,7	0,6	0,5
n 2.U. 82	9	9	9	9	9	9	7	3	9	9	9	9	9
M	2,4	2,8	4,3	5,5	7,2	7,9	8,8	10,5	8,7	6,7	4,9	3,7	3,1
± 1S	0,5	0,6	0,8	1,3	1,4	1,9	1,6	1,4	1,7	1,4	1,2	0,9	1,0
n 3.U.92	9	9	9	9	9	9	5	1	9	8	8	8	8
M	1,9	3,1	4,5	5,8	7,4	8,5	9,2	11,7	9,0	8,0	6,9	5,4	4,3
± 1S	0,5	1,0	0,8	0,8	1,2	1,4	1,3		1,0	1,2	1,2	1,2	0,6

Abb. 72: Durchschnittliches Verhalten des Sauerstoffpulses (VO_2/H_f $ml \cdot min^{-1}$ STPD) der Gruppe **FRAUEN 82/92** bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen ($\pm 1S$) in Tabellenform.

Bei der **1. Untersuchung** der Gruppe **FRAUEN 82/92** im Jahr 1982 steigt der durchschnittliche Wert des **Sauerstoffpulses** von **$2,7 \pm 0,5$ ml** in der **Vorstarphase** auf **$10,0 \pm 1,0$ ml** in der **6. Belastungsminute**. Die 7. Belastungsminute erreichten 2 Probandinnen mit einem Durchschnittswert von $10,3 \pm 0,6$ ml. In der **Erholungsphase** sinkt der Durchschnittswert des Sauerstoffpulses von **$8,8 \pm 1,4$ ml** in der **1. Erholungsminute** auf **$3,2 \pm 0,5$ ml** in der **5. Erholungsminute**.

Die Werte der **2. Untersuchung 1982** liegen bis zur 6. Belastungsminute deutlich unter denen der 1. Untersuchung (ca. 10 – 17%). 3 Probandinnen bewältigen die **7. Belastungsminute** mit einem Durchschnittswert von **$10,5 \pm 1,4$ ml**. In der **Erholungsphase** fällt der mittlere Sauerstoffpuls von **$8,7 \pm 1,7$ ml** in der **1. Erholungsminute** auf **$3,1 \pm 1,0$ ml** in der **5. Erholungsminute**.

Nach **10-jährigem kontinuierlichem Training** liegt der mittlere **Ausgangswert** des Sauerstoffpulses mit **$1,9 \pm 0,5$ ml** um ca. **20 – 30% niedriger** als bei den beiden vorhergehenden Untersuchungen. Von der **1. ($3,1 \pm 1,0$ ml)** bis zur **6. Belastungsminute ($9,2 \pm 1,3$ ml)** liegen die Mittelwerte zwischen denen der ersten beiden Untersuchungen. Eine Probandin erreicht die 7. Belastungsminute mit einem individuellen maximalen Sauerstoffpuls von 11,7 ml. In der **Erholungsphase** fallen die Mittelwerte des Sauerstoffpulses von **$9,0 \pm 1,0$ ml** in der **1. Erholungsminute** auf **$4,3 \pm 0,6$ ml** in der **5. Erholungsminute** und liegen damit teilweise um mehr als **30% über den Werten der 2. Untersuchung**.

Beim **Sauerstoffpuls** sind die **Maximalwerte** der **beiden ersten Untersuchungen** bei der Gruppe **FRAUEN 82/92 identisch (9,3 ml)**, sie unterscheiden sich lediglich in ihren Standardabweichungen ($\pm 1,5$ ml bei der 1. und $\pm 2,0$ ml bei der 2. Untersuchung). Bei der **3. Untersuchung** liegt der Sauerstoffpuls mit einem Mittelwert von **9,0 $\pm 1,5$ ml** um ca. **3% ↓** unter den Werten der beiden vorangegangenen Untersuchungen (Abb. 73).

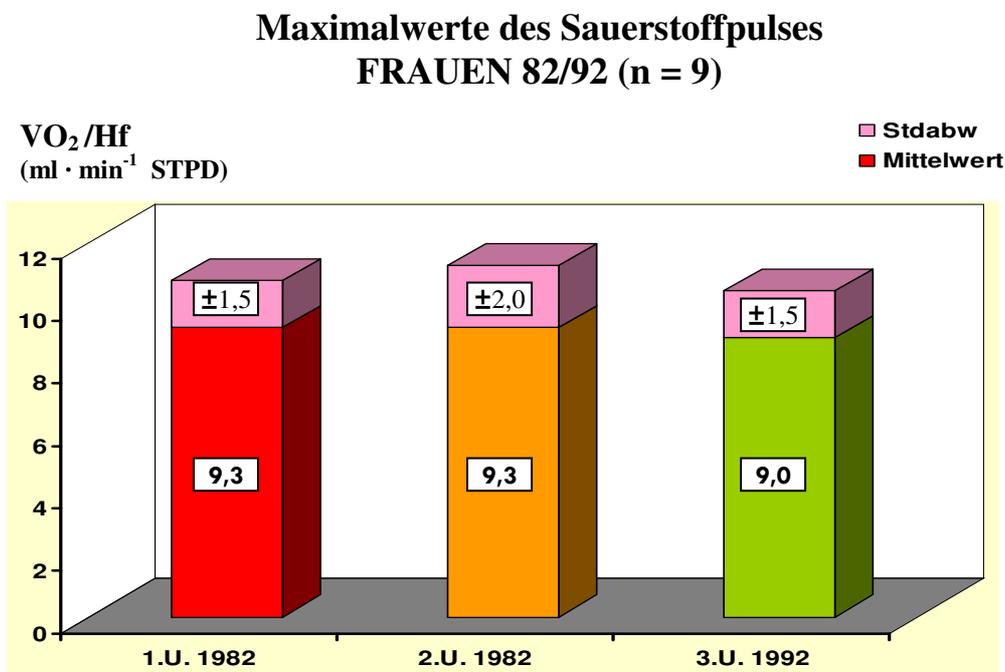
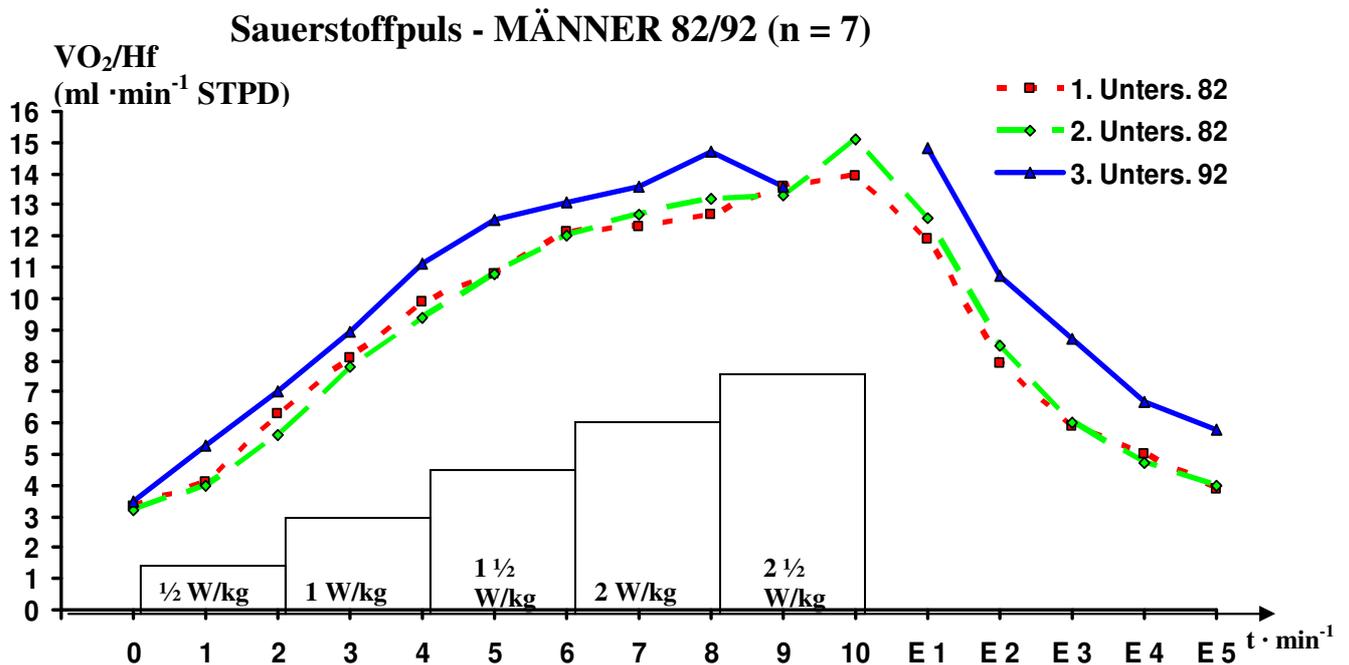


Abb. 73: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte des Sauerstoffpulses (VO_2/H_f ml·min⁻¹ STPD) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.



	Vorstart	Belastung										Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	3,3	4,1	6,3	8,1	9,9	10,8	12,1	12,3	12,7	13,6	13,9	11,9	7,9	5,9	5,0	3,9
± 1S	1,0	0,7	0,5	1,0	1,6	0,8	0,7	1,2	0,9	1,1		1,7	1,0	0,9	0,7	0,6
n 2.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	3,2	4,0	5,6	7,8	9,4	10,8	12,0	12,7	13,2	13,3	15,1	12,6	8,5	6,0	4,7	4,0
± 1S	0,8	0,5	0,6	1,0	0,6	1,3	1,2	1,6	1,1	2,3		1,4	0,9	0,7	1,0	1,1
n 3.U.92	7	7	7	7	7	7	7	6	5	1		7	7	7	7	7
M	3,5	5,3	7,0	8,9	11,1	12,5	13,1	13,6	14,7	13,6		14,8	10,7	8,7	6,7	5,8
± 1S	0,9	1,0	1,8	2,1	2,3	2,6	2,4	1,9	2,1			2,2	1,6	1,6	1,4	1,6

Abb. 74: Durchschnittliches Verhalten des Sauerstoffpulses (VO₂/Hf ml · min⁻¹ STPD) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Bei der **1. Untersuchung** der Gruppe MÄNNER 82/92 im Jahr 1982 steigt der durchschnittliche Wert des Sauerstoffpulses von **3,3 ± 1,0 ml** in der Vorstarphase auf **12,7 ± 0,9 ml** in der **8. Belastungsminute**. Die 9. Belastungsminute erreichten 3 Probanden mit einem Durchschnittswert von **13,6 ± 1,1 ml**. Lediglich ein Proband bewältigt die 10. Belastungsminute und erreicht hier sein individuelles Maximum des Sauerstoffpulses mit einem Wert von **13,9 ml**. In der **Erholungsphase** sinkt der Durchschnittswert des

Sauerstoffpulses von $11,9 \pm 1,7$ ml in der **1. Erholungsminute** auf $3,9 \pm 0,6$ ml in der **5. Erholungsminute**.

Die Werte der **2. Untersuchung 1982** liegen bis zur 6. Belastungsminute knapp unter denen der 1. Untersuchung oder auf gleichem Niveau. In der 7. und 8. Belastungsminute überschreiten sie die Werte der vorangehenden Untersuchung geringfügig (ca. 3 – 4%). In der 10. Belastungsminute kann der letztverbliebene Proband sein Ergebnis von der 1. Untersuchung um ca. 9% auf 15,1 ml verbessern. In der **Erholungsphase** fällt der mittlere Sauerstoffpuls von $12,6 \pm 1,4$ ml in der **1. Erholungsminute** auf $4,0 \pm 1,1$ ml in der **5. Erholungsminute**.

Nach **10-jährigem kontinuierlichem Training** liegt der mittlere Ausgangswert des Sauerstoffpulses bei $3,5 \pm 0,9$ ml und steigt bis zur **8. Belastungsminute** (5 Probanden) auf $14,7 \pm 2,1$ ml an. Ein Proband erreicht die 9. Belastungsminute mit einem individuellen maximalen Sauerstoffpuls von 13,6 ml. In der **Erholungsphase** fallen die Mittelwerte des Sauerstoffpulses von $14,8 \pm 2,2$ ml in der 1. Erholungsminute auf $5,8 \pm 1,6$ ml in der **5. Erholungsminute** und liegen damit während der **gesamten Erholungsphase** zwischen **25 - 50 % über den Werten der 1. Untersuchung**.

Beim **Sauerstoffpuls** der Gruppe **MÄNNER 82/92** liegt der Maximalwert der **1. Untersuchung** bei $13,0 \pm 1,3$ ml und bei der **2. Untersuchung** bei $13,7 \pm 1,9$ ml. Bei der **3. Untersuchung** liegt der Sauerstoffpuls mit einem Mittelwert von $14,3 \pm 2,3$ ml um ca. **4% ↑** über dem Wert der vorangegangenen Untersuchung und um ca. **10% ↑** über dem Wert der 1. Untersuchung (Abb. 75).

Maximalwerte des Sauerstoffpulses MÄNNER 82/92 (n = 7)

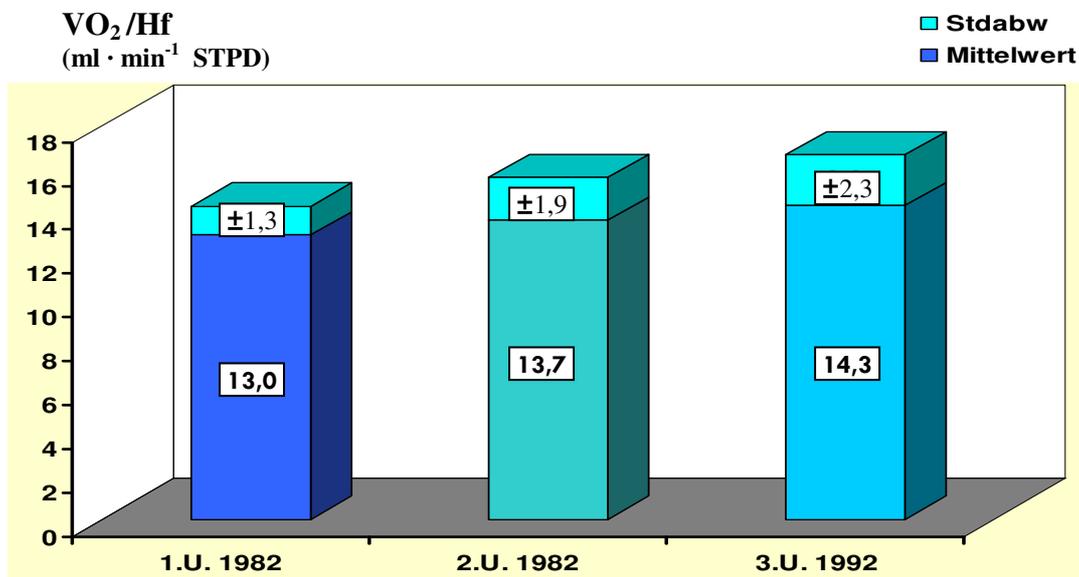
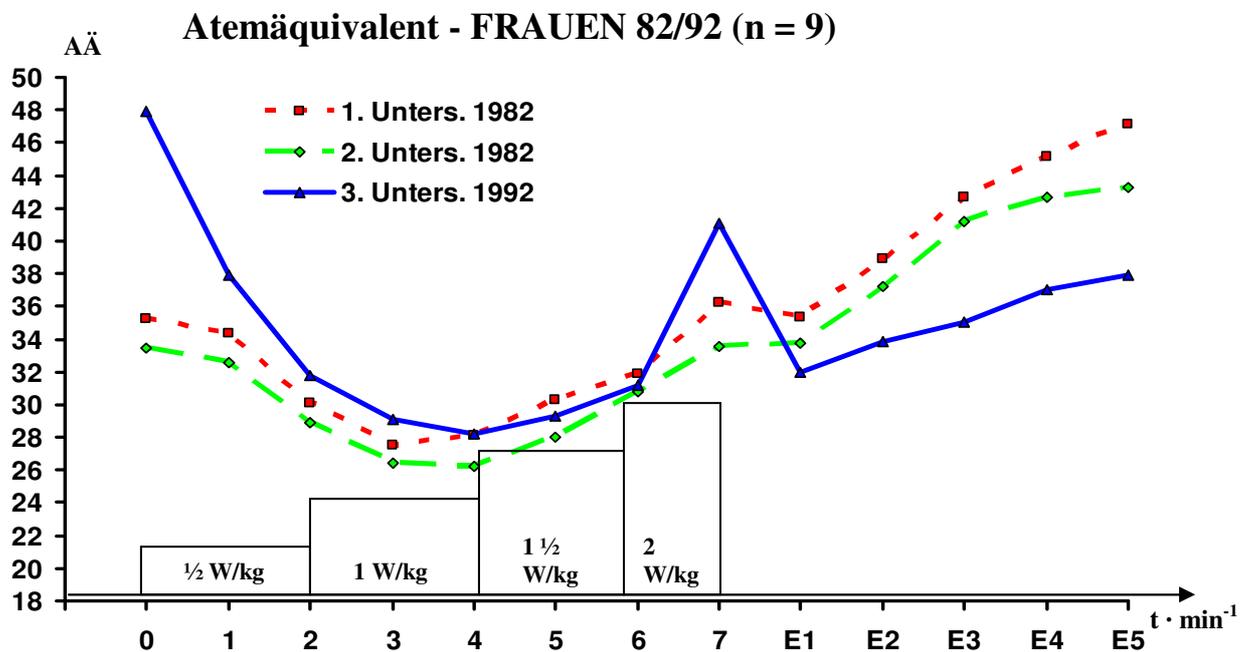


Abb. 75: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte des Sauerstoffpulses (VO₂/Hf ml·min⁻¹ STPD) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

6.4.4 Atemäquivalent

Die Abbildungen 76 bis 79 zeigen das Verhalten des **Atemäquivalents (AÄ)** vor und nach einer Trainingsperiode von acht Monaten und 10 Jahren im Vorstartzustand, während jeder vollen Belastungsminute und in der fünfminütigen Erholungsphase sowie die **Maximalwerte** des **Atemäquivalents** im Moment der Ausbelastung der Gruppen **FRAUEN 82/92** und **MÄNNER 82/92**.



	Vorstart	Belastung							Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	9	9	9	9	9	9	4	2	9	9	9	9	9
M	35,2	34,3	30,1	27,5	28,1	30,3	31,9	36,2	35,3	38,9	42,7	45,1	47,1
± 1S	3,3	3,1	2,8	1,9	2,8	2,4	1,3	3,7	4,4	4,8	4,9	5,1	5,4
n 2.U. 82	9	9	9	9	9	9	7	3	9	9	9	9	9
M	33,5	32,6	28,9	26,4	26,2	28,0	30,8	33,6	33,8	37,2	41,2	42,7	43,3
± 1S	2,7	2,4	2,6	1,9	1,6	2,6	3,3	2,3	4,2	4,7	5,5	5,4	4,6
n 3.U.92	9	9	9	9	9	9	5	1	9	8	8	8	8
M	47,9	37,9	31,8	29,1	28,2	29,3	31,2	41,1	32,0	33,9	35,0	37,0	37,9
± 1S	10,5	5,1	2,6	1,4	1,2	2,0	3,8		5,7	6,1	4,5	5,3	4,5

Abb. 76: Durchschnittliches Verhalten des Atemäquivalents (AÄ) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der 1/2 W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Ausgehend von einem Mittelwert **des Atemäquivalents** von $35,2 \pm 3,3$ im **Vorstartzustand** sinken die Werte der Gruppe **FRAUEN 82/92** im Verlauf der ersten 3 Belastungsminuten der **1. Untersuchung 1982** auf ein **Minimum** von $27,5 \pm 1,9$ und steigen dann bis zur **7. Belastungsminute** auf $36,2 \pm 3,7$ (2 Probandinnen) an. In der **1. Erholungsminute** liegt der Mittelwert der 9 Probandinnen mit $35,3 \pm 4,4$ etwas niedriger als der vorausgehende Wert. Die Kurve steigt dann aber kontinuierlich auf $47,1 \pm 5,4$ in der **5. Erholungsminute** an. Der Kurvenverlauf der **2. Untersuchung 1982** liegt nahezu parallel unterhalb dem der ersten Untersuchung. Ausgehend von $33,5 \pm 2,7$ erreicht diese Kurve ihr **Minimum** in der **4. Belastungsminute** mit einem Mittelwert von $26,2 \pm 1,6$ und steigt bis zur **5. Erholungsminute** auf $43,3 \pm 4,6$ an.

Bei der **3. Untersuchung 1992** liegt der Ausgangswert im **Vorstartzustand** mit $47,9 \pm 10,5$ um **36% über** dem der **1. Untersuchung**. Im Verlauf der Belastung wird die Atmung etwas ökonomischer und die Atemäquivalentkurve erreicht ihren **Tiefpunkt** in der **4. Belastungsminute** mit einem Mittelwert von $28,2 \pm 1,2$. Während der folgende Anstieg dem normalen Kurvenverlauf des Atemäquivalents entspricht, fällt der Einzelwert einer Probandin in der 7. Belastungsminute mit 41,1 sichtbar aus dem Rahmen. In der Erholungsphase liegen alle Werte deutlich unter denen der beiden ersten Untersuchungen und steigen von $32,0 \pm 5,7$ in der **1. Erholungsminute** auf $37,9 \pm 4,5$ in der **5. Erholungsminute** an.

Der **Mittelwert** des **Atemäquivalents** der Gruppe **FRAUEN 82/92** im Moment der **Ausbelastung** der **1. Untersuchung** beträgt **32,1 ± 3,7**, der Mittelwert der 9 Probandinnen bei der **2. Untersuchung** liegt bei **31,5 ± 3,6** und nach **10-jähriger Trainingsphase** bei **31,2 ± 3,8** (Abb. 77).

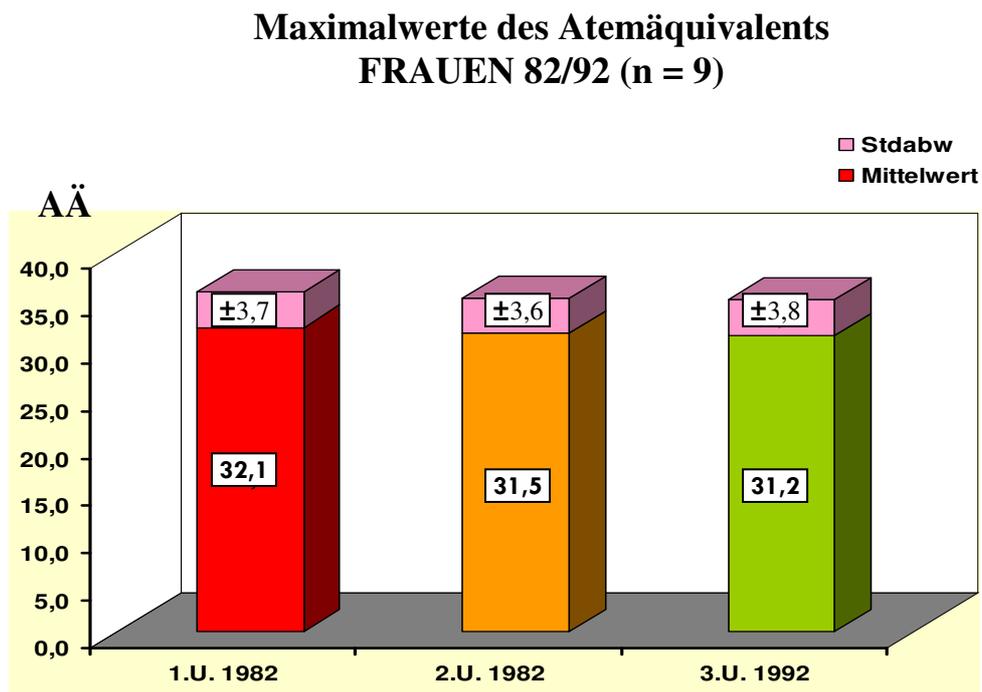
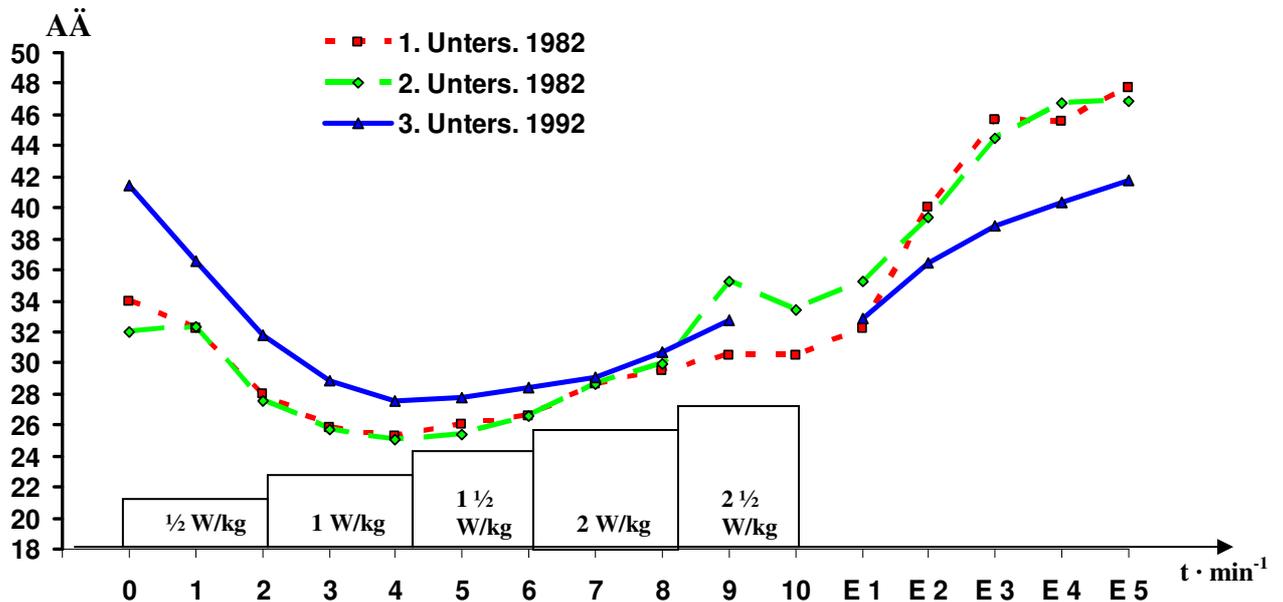


Abb. 77: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte des Atemäquivalents (AÄ) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Atemäquivalent - MÄNNER 82/92 (n = 7)



	Vorstart	Belastung										Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	33,9	32,2	28	25,8	25,3	26,0	26,6	28,6	29,5	30,5	30,5	33,2	40,0	45,7	45,6	47,7
± 1S	3,6	2,1	1,1	0,9	1,3	1,8	1,9	2,6	3,1	3,0		3,3	3,8	4,6	6,0	7,7
n 2.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	32,0	32,3	27,5	25,7	25	25,4	26,6	28,6	29,9	35,3	33,4	35,2	39,4	44,5	46,7	46,9
± 1S	2,3	2,7	2,1	2	2,1	2,0	1,7	2,3	3,1	4,9		5,8	4,2	5,5	5,3	5,9
n 3.U.92	7	7	7	7	7	7	7	6	5	1		7	7	7	7	7
M	41,4	36,5	31,8	28,9	27,5	27,8	28,4	29,1	30,7	32,7		32,9	36,4	38,8	40,3	41,8
± 1S	5,0	2,8	2,5	1,9	1,4	1,6	2,2	2,6	3,9			4,0	3,8	3,2	3,7	3,4

Abb. 78: Durchschnittliches Verhalten des Atemäquivalents (AÄ) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der 1/2 W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Bei der **1. Untersuchung** der Gruppe MÄNNER 82/92 im Jahr 1982 fällt der Mittelwert des Atemäquivalents von **33,9 ± 3,6** auf **25,3 ± 1,3** in der **4. Belastungsminute** und steigt dann bis zur **9. Belastungsminute** (3 Probanden) auf **30,5 ± 3,0** an. Ein Proband erreicht in der 10. Belastungsminute ebenfalls den Wert von 30,5. In der **Erholungsphase** steigt der Mittelwert des Atemäquivalent von **33,2 ± 3,3** in der **1. Erholungsminute** auf **45,7 ± 4,6** in der 3. Erholungsminute, fällt in der 4. Erholungsminute auf **45,6 ± 6,0** und steigt in der **5. Erholungsminute** auf **47,7 ± 7,7**.

Nach 8-monatigem Training liegt der **Ausgangswert des Atemäquivalents** der **2. Untersuchung 1982** mit **32,0 ± 2,3** etwas unter dem Wert der 1. Untersuchung. Nach

einem leichten Anstieg in der 1. Belastungsminute fällt der mittlere Wert des Atemäquivalents auf $25,0 \pm 2,1$ in der **4. Belastungsminute** und steigt dann bis auf einen Wert von $35,3 \pm 4,9$ in der **9. Belastungsminute** an. Ein Proband, der als einziger die 10. Belastungsminute bewältigte, erreicht hier einen Wert von 33,4. In der fünfminütigen **Erholungsphase** steigt der Mittelwert des Atemäquivalents von $35,2 \pm 5,8$ in der **1. Erholungsminute** auf $46,9 \pm 5,9$ in der **5. Erholungsminute**.

Wie bei der Gruppe FRAUEN 82/92 zeigt sich bei der 3. Untersuchung 1992 ein sehr hoher Ausgangswert des Atemäquivalents von $41,4 \pm 5,0$ in der **Vorstartminute**. Im Verlauf der Belastung fällt die Kurve auf ein Minimum in der **4. Belastungsminute** mit einem Wert von $27,5 \pm 1,4$ und steigt dann kontinuierlich bis auf 32,7 (1 Proband) in der 9. Belastungsminute an. In der Erholungsphase steigt die Kurve weiter von $32,9 \pm 4,0$ in der **1. Erholungsminute** auf $41,8 \pm 3,4$ in der **5. Erholungsminute**.

Der **Mittelwert** des **Atemäquivalents** der Gruppe **MÄNNER 82/92** im Moment der **Ausbelastung** der **1. Untersuchung** beträgt $30,6 \pm 2,6$, der Mittelwert der 7 Probanden bei der 2. Untersuchung liegt bei $31,8 \pm 5,0$ und nach 10-jähriger Trainingsphase bei $30,7 \pm 3,5$ (Abb. 79).

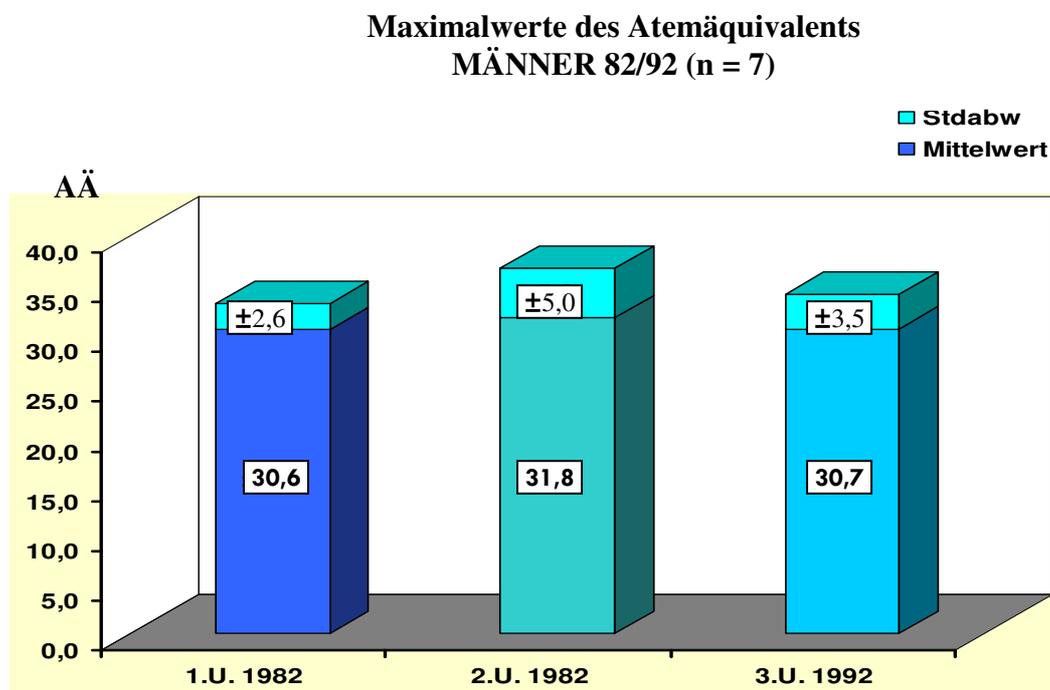
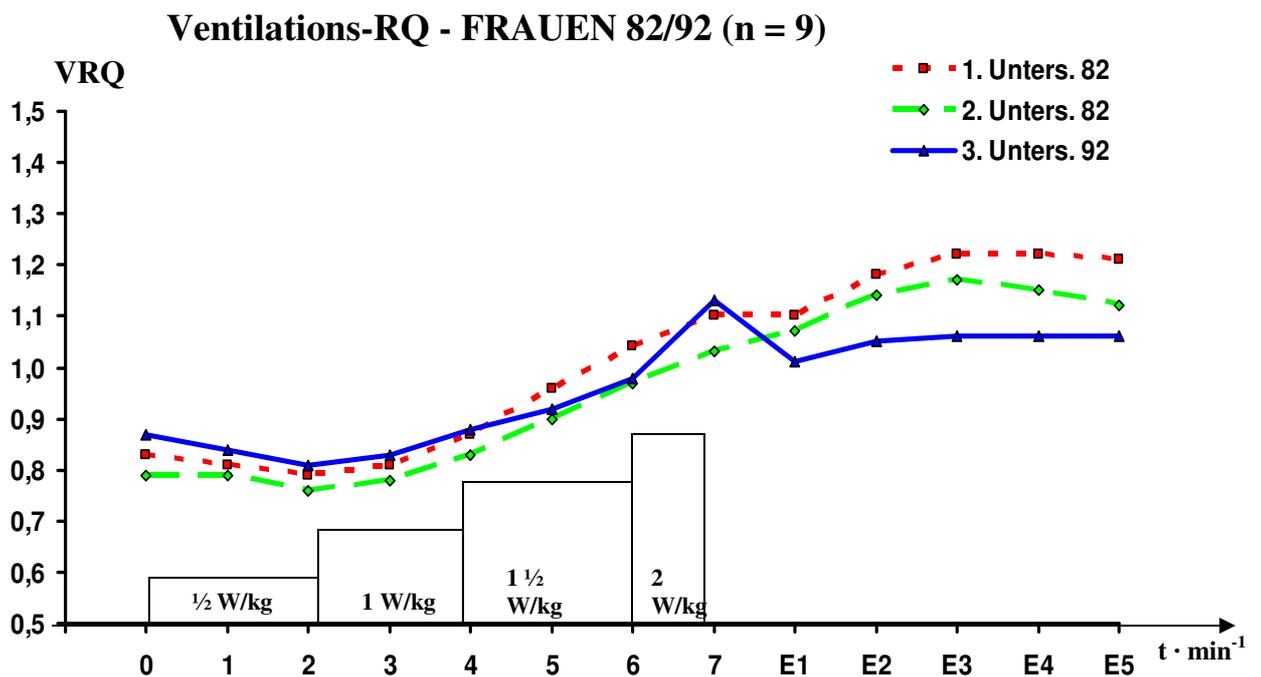


Abb. 79: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte des Atemäquivalents (AÄ) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

6.4.5 Ventilations-RQ

Die Abbildungen 80 bis 83 zeigen das Verhalten des **Ventilations-RQ (VRQ)** vor und nach einer Trainingsperiode von acht Monaten und 10 Jahren im Vorstartzustand, während jeder vollen Belastungsminute und in der fünfminütigen Erholungsphase sowie die **Maximalwerte** des **VRQ** in der Phase der Ausbelastung der Gruppe **FRAUEN 82/92** und **MÄNNER 82/92**.



	Vorstart	Belastung							Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	9	9	9	9	9	9	4	2	9	9	9	9	9
M	0,83	0,81	0,79	0,81	0,87	0,96	1,04	1,10	1,10	1,18	1,22	1,22	1,21
± 1S	0,07	0,07	0,06	0,07	0,09	0,10	0,04	0,07	0,13	0,10	0,11	0,12	0,11
n 2.U. 82	9	9	9	9	9	9	7	3	9	9	9	9	9
M	0,79	0,79	0,76	0,78	0,83	0,90	0,97	1,03	1,07	1,14	1,17	1,15	1,12
± 1S	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,06	0,07	0,09	0,09	0,07	0,06
n 3.U.92	9	9	9	9	9	9	5	1	9	8	8	8	8
M	0,87	0,84	0,81	0,83	0,88	0,92	0,98	1,13	1,01	1,05	1,06	1,06	1,06
± 1S	0,07	0,12	0,05	0,05	0,01	0,06	0,09		0,09	0,04	0,06	0,04	0,05

Abb. 80: Durchschnittliches Verhalten des Ventilations-RQ (VRQ) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der 1/2 W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Ausgehend von einem Mittelwert des **Ventilations-RQ** von **0,83 ± 0,07** im **Vorstartzustand** sinken die Werte der Gruppe **FRAUEN 82/92** im Verlauf der ersten beiden Belastungsminuten der **1. Untersuchung 1982** auf ein **Minimum** von **0,79 ± 0,06** und steigen dann bis zur **7. Belastungsminute** auf **1,10 ± 0,07** (2 Probandinnen) an. In der **1. Erholungsminute** liegt der Mittelwert der 9 Probandinnen mit **1,10 ± 0,13** auf gleichem Niveau wie der vorausgehende Wert. Die Kurve steigt dann bis zur 3. Erholungsminute auf einen Mittelwert von $1,22 \pm 0,11$ an, bleibt in der 4. Erholungsminute auf diesem Niveau und fällt in der **5. Erholungsminute** geringfügig auf **1,21 ± 0,11** ab.

Der Kurvenverlauf der **2. Untersuchung 1982** liegt bis zur 7. Belastungsminute nahezu parallel unterhalb dem der ersten Untersuchung. Ausgehend von **0,79 ± 0,03** erreicht diese Kurve **ihr Minimum** in der 2. Belastungsminute mit einem Mittelwert von **0,76 ± 0,03** und steigt dann kontinuierlich über **1,03 ± 0,06** in der **7. Belastungsminute** (3 Probandinnen) bis auf $1,17 \pm 0,09$ in der 3. Erholungsminute an und fällt zur **5. Erholungsminute** auf **1,12 ± 0,06** ab.

Bei der **3. Untersuchung 1992** liegt der Ausgangswert im **Vorstartzustand** mit **0,87 ± 0,07** deutlich über den beiden ersten Untersuchungen. Im Verlauf der Belastung sinkt die Kurve und erreicht ihren **Tiefpunkt** in der 2. Belastungsminute mit einem Mittelwert von **0,81 ± 0,05**. Im Folgenden steigen die Werte des VRQ bis zur **6. Belastungsminute** auf **0,98 ± 0,09** an. Der Einzelwert einer Probandin in der 7. Belastungsminute fällt mit 1,13 deutlich aus dem normalen Kurvenverlauf heraus. In der **Erholungsphase** liegen alle Werte deutlich unter denen der beiden ersten Untersuchungen und steigen von **1,01 ± 0,09** in der **1. Erholungsminute** auf **1,06 ± 0,06** in der 3. Erholungsminute an. In der 4. und **5. Erholungsminute** bleibt die Kurve auf dem **gleichen Niveau**.

Der **Durchschnittswert** des **Ventilations-RQ** der Gruppe **FRAUEN 82/92** in der Phase der **Ausbelastung** liegt in der **1. Untersuchung 1982** bei **1,01 ± 0,11**, in der **2. Untersuchung 1982** bei **0,99 ± 0,05** und in der **3. Untersuchung 1992** bei **0,98 ± 0,09** (Abb. 81).

Maximalwerte des Ventilations-RQ FRAUEN 82/92 (n = 9)

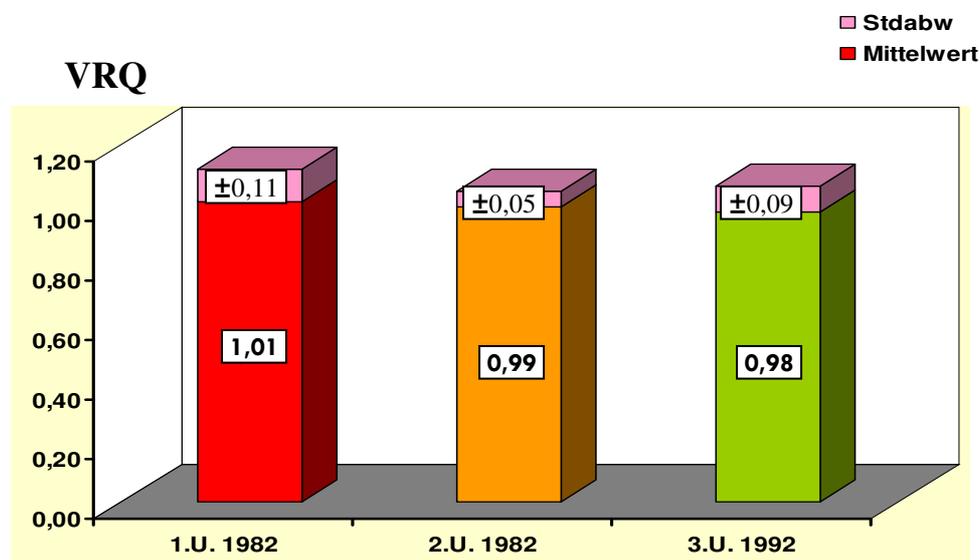
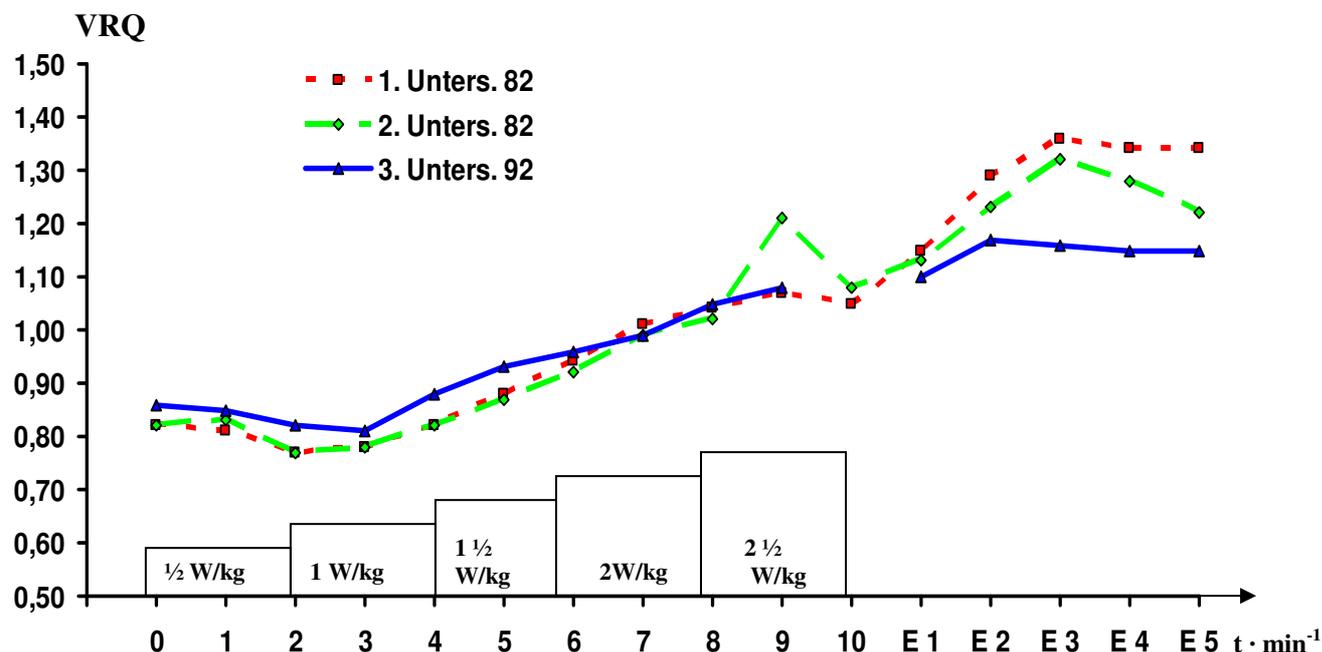


Abb. 81: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte des Ventilations-RQ (VRQ) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Ventilations-RQ - MÄNNER 82/92 (n = 7)



	Vorstart		Belastung									Erholung				
Minuten	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	E1	E2	E3	E4	E5
n 1.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	0,82	0,81	0,77	0,78	0,82	0,88	0,94	1,01	1,04	1,07	1,05	1,15	1,29	1,36	1,34	1,34
± 1S	0,08	0,05	0,05	0,06	0,05	0,08	0,07	0,08	0,06	0,08		0,07	0,08	0,12	0,13	0,17
n 2.U. 82	7	7	7	7	7	7	7	7	5	3	1	7	7	7	7	7
M	0,82	0,83	0,77	0,78	0,82	0,87	0,92	0,99	1,02	1,21	1,08	1,13	1,23	1,32	1,28	1,22
± 1S	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,19		0,17	0,16	0,14	0,17	0,17
n 3.U.92	7	7	7	7	7	7	7	6	5	1		7	7	7	7	7
M	0,86	0,85	0,82	0,81	0,88	0,93	0,96	0,99	1,05	1,08		1,10	1,17	1,16	1,15	1,15
± 1S	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04			0,07	0,03	0,03	0,05	0,06

Abb. 82: Durchschnittliches Verhalten des Ventilations-RQ (VRQ) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der 1/2 W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (± 1S) in Tabellenform.

Bei der 1. Untersuchung der Gruppe MÄNNER 82/92 im Jahr 1982 fällt der Mittelwert des Ventilations-RQ von $0,82 \pm 0,08$ in der Vorstartphase auf $0,77 \pm 0,05$ in der 2. Belastungsminute und steigt dann bis zur 9. Belastungsminute (3 Probanden) auf $1,07 \pm 0,08$ an. Ein Proband, der die 10. Belastungsminute bewältigte, erreicht hier den Wert von 1,05. In der Erholungsphase steigt der Mittelwert des VRQ von $1,15 \pm 0,07$ in der 1. Erholungsminute sprunghaft an auf $1,36 \pm 0,12$ in der 3. Erholungsminute. In der 4. Erholungsminute fällt der Mittelwert wieder etwas ab auf $1,34 \pm 0,13$ und bleibt in der 5. Erholungsminute auf diesem Wert.

Nach 8-monatigem Training liegt der Ausgangswert des Ventilations-RQ der **2. Untersuchung 1982** mit $0,82 \pm 0,03$ auf gleichem Niveau wie der Wert der 1. Untersuchung. Nach einem leichten Anstieg in der 1. Belastungsminute fällt der mittlere Wert des VRQ auf $0,77 \pm 0,04$ in der **2. Belastungsminute** und steigt dann bis auf einen Wert von $1,02 \pm 0,06$ in der **8. Belastungsminute** an. In der 9. Belastungsminute (3 Probanden) ist ein sprunghafte Anstieg auf einen Mittelwert von $1,21 \pm 0,19$ zu verzeichnen. Ein Proband, der als Einziger die 10. Belastungsminute bewältigte, erreicht hier einen Wert von 1,08. In der **Erholungsphase** steigt der Mittelwert des VRQ von $1,13 \pm 0,17$ in der **1. Erholungsminute** auf $1,32 (\pm 0,14)$ in der 3. Erholungsminute und fällt dann auf $1,22 \pm 0,17$ in der **5. Erholungsminute**.

Bei der **3. Untersuchung 1992** liegt der Ausgangswert des Ventilations-RQ bei $0,86 \pm 0,04$ in der **Vorstartminute**. Im Verlauf der Belastung fällt die Kurve auf ein **Minimum** in der **3. Belastungsminute** mit einem Wert von $0,81 \pm 0,04$ und steigt dann kontinuierlich bis auf **1,08** (1 Proband) in der **9. Belastungsminute** an. In der **Erholungsphase** steigt die Kurve geringfügig weiter von $1,10 \pm 0,03$ in der 1. Erholungsminute auf $1,17 \pm 0,03$ in der 2. Erholungsminute und fällt dann zur **5. Erholungsminute** hin leicht ab auf einen Wert von $1,15 \pm 0,06$.

Der **Durchschnittswert** des **Ventilations-RQ** der Gruppe **MÄNNER 82/92** in der Phase der **Ausbelastung** liegt in der **1. Untersuchung 1982** bei **1,09 ± 0,05**, in der **2. Untersuchung 1982** bei **1,10 ± 0,16** und in der **3. Untersuchung 1992** bei **1,04 ± 0,04** (Abb. 83).

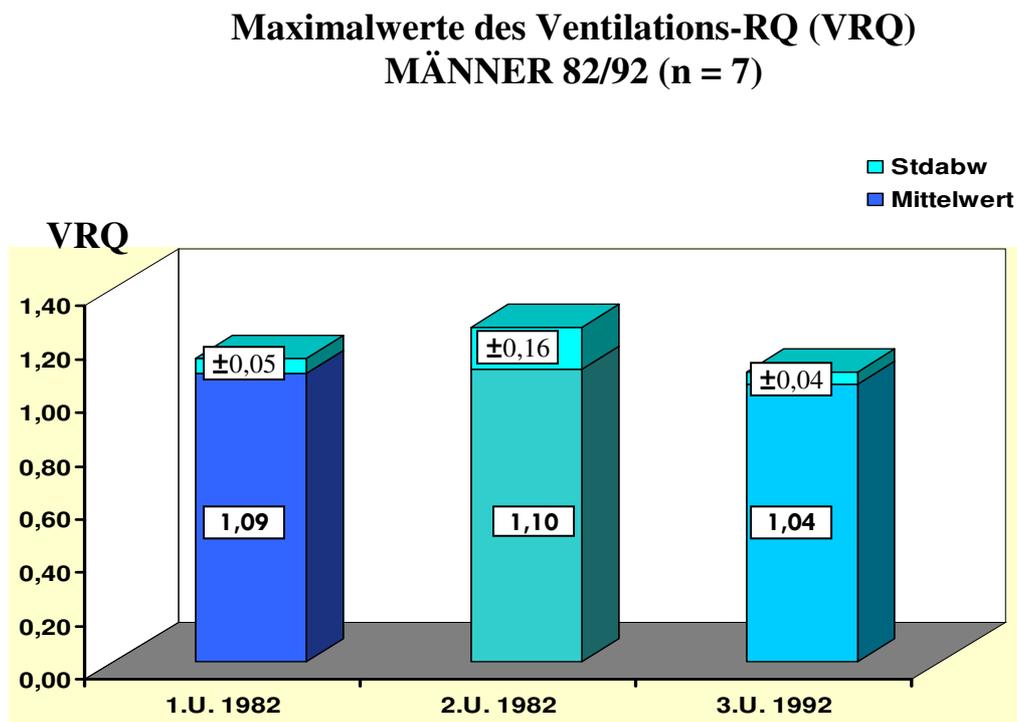


Abb. 83: Mittelwerte und Standardabweichungen der Maximalwerte des Ventilations-RQ (VRQ) der Gruppe **MÄNNER 82/92** bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

7 DISKUSSION

7.1 Körperliche Leistungsfähigkeit

Eine Reduzierung der Leistungsfähigkeit des kardio-pulmonalen Systems, sowie eine Verschlechterung des Muskelstoffwechsels und Reduzierung der neuromuskulären Leistungsfähigkeit bewirken mit fortschreitendem Lebensalter eine Abnahme der körperlichen Leistungsfähigkeit.

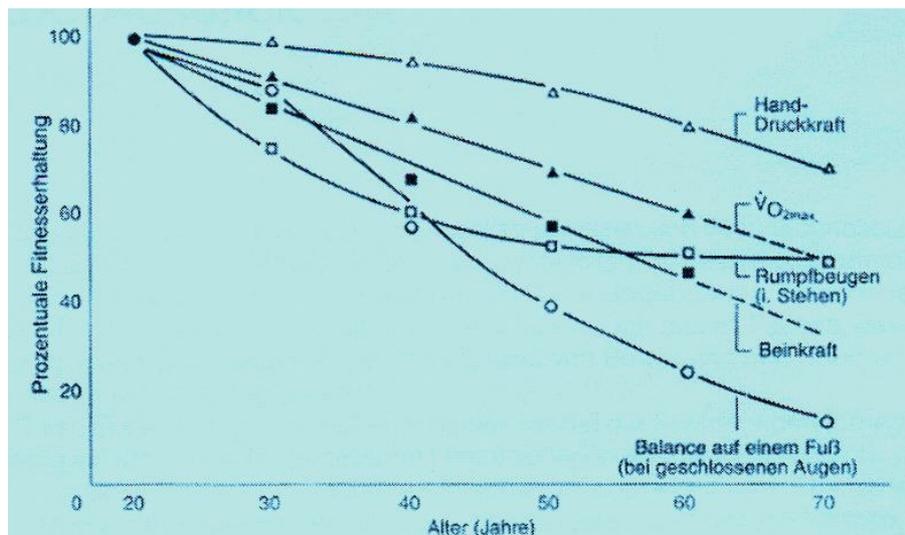


Abb. 84: Altersbedingte Veränderungen ausgewählter Parameter der körperlichen, koordinativen und kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit (DICKHUTH 2000)

Ausdauertraining, Krafttraining zum Erhalt der Muskulatur (dem größten Stoffwechselorgan des Menschen) und sensomotorisches Training zum Erhalt der neuromuskulären Funktionseinheiten wirken dem Rückgang der körperlichen Leistungsfähigkeit entgegen. (BANZER, HOFFMANN 1990, HOLLMANN, HETTINGER 2000, WEINECK 2000, JESCHKE, ZEILBERGER 2004,)

Nach PLATEN 2001 beträgt die **maximale Soll-Leistung** für den **Mann 3,0 Watt pro kg Körpergewicht minus 10% für jede Lebensdekade jenseits des 30. Lebensjahres**. Für die **Frau** beträgt die **maximale Soll-Leistung 2,5 Watt pro kg Körpergewicht minus 8% für jede Lebensdekade jenseits des 30. Lebensjahres** (ROST 2001).

Nach DICKHUTH 2000 beträgt der **Rückgang der Leistungsfähigkeit pro Lebensdekade** im Mittel **5%** mit einem **stärkeren Abfall ab dem 65. – 70. Lebensjahr**. Für lebenslang Trainierende gilt das Gleiche, allerdings auf einem höheren Leistungsniveau. Wird mit einem Training erst im höheren Alter begonnen, kann die Leistungsfähigkeit noch gesteigert werden.

Individuelle Höchstleistungen selbst jenseits des 50. Lebensjahres sind möglich. (DICKHUTH 2000)

Legt man die maximale Soll-Leistung von PLATEN 2001 zugrunde, so haben die Probandinnen der Gruppe FRAUEN 82/92 im Mittel nur **75% dieser Leistung bei den ersten beiden Untersuchungen im Jahr 1982 erreicht**. Dabei ist keine einzige Probandin auf die 100% Marke gekommen. Probandin Nr. 18 ist mit 96% ihrer zu erwartenden Soll-Leistung am nächsten gekommen. Das zeigt, dass **alle Teilnehmerinnen untrainiert waren**, was ja auch der Intention der Gruppengründung entsprach, nämlich Menschen zum Sport zu bewegen, die bislang keinen regelmäßigen Sport betrieben haben.

Nach **10-jähriger Trainingszeit** erreichen sie ca. **80% der Soll-Leistung**.

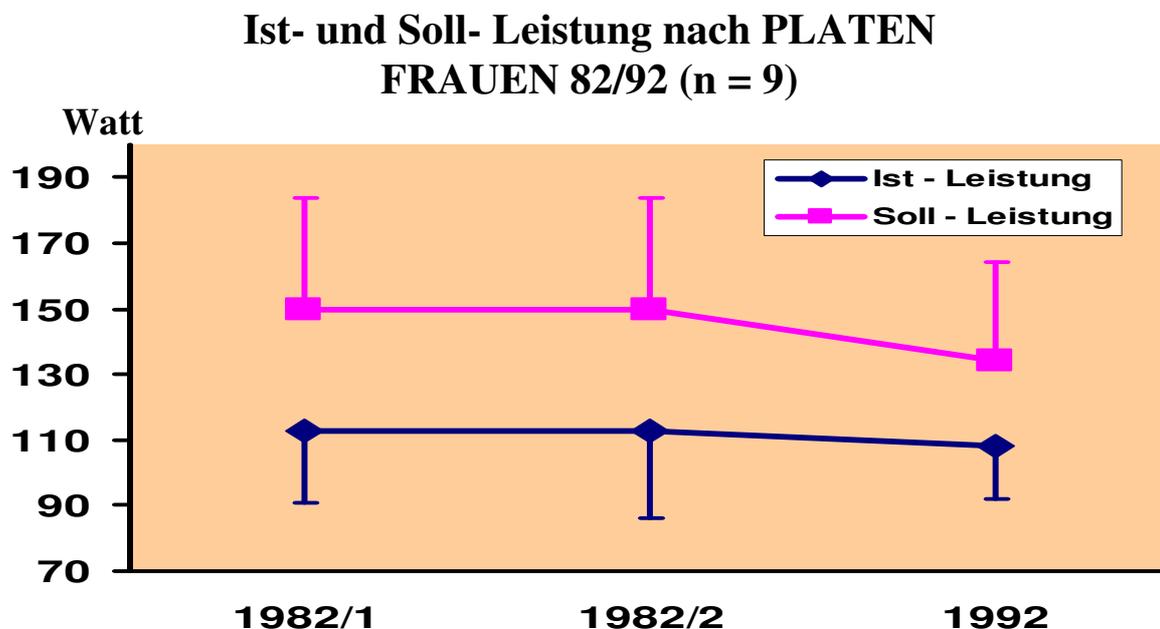


Abb. 85: Mittelwerte und Standardabweichungen der absoluten maximalen Wattstufe der Gruppe FRAUEN 82/92 und der errechneten Soll-Leistung nach PLATEN bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Nach den Beurteilungskriterien für die Leistungsfähigkeit durch das **GIEBENER MODELL** von **NOWACKI** liegt die **absolute maximale Wattstufe aller Probandinnen im untrainierten Bereich**, wobei die Leistung von **5 der 9 Frauen** bei der 1. Untersuchung 1982 als „reduziert ausreichend“ zu bewerten ist, **2 Probandinnen** im „Übergangsbereich zum normal untrainierten Bereich“ liegen und **2 Frauen** als „normal untrainiert“ anzusehen sind.

Nach 8-monatigem Training erreichen **4 der 9 Probandinnen** den „Übergang zum **normal untrainierten Bereich**“ und **3** können als „normal untrainiert“ bezeichnet werden. Lediglich **2 Probandinnen** verbleiben in dem **Bereich reduzierter Belastbarkeit**, wobei **Probandin Nr. 20 unter dem Einfluss des Medikaments „Beloc“** bei der 2. Untersuchung 1982 nicht an ihre normalerweise mögliche Leistung herangekommen ist, was sich in einer stark reduzierten maximalen Herzfrequenz von $115 \cdot \text{min}^{-1}$ im Vergleich zu $158 \cdot \text{min}^{-1}$ 8 Monate zuvor bemerkbar macht.

Absolut gesehen ist die **Gesamtarbeit der Gruppe FRAUEN 82/92** um ca. **6 % ↑** im Laufe der 8 Monate **gestiegen**.

Nach 10-jähriger sportlicher Betätigung ist absolut gesehen die **Gesamtarbeit** um ca. **9% ↓** gefallen, nach den **Beurteilungskriterien von PLATEN** aber hat sich die **Leistungsfähigkeit** der Gruppe FRAUEN 82/92 **in Bezug auf die zu erwartende Soll-Leistung um 6% ↑ auf 81% gesteigert** (Abb. 85).

Betrachtet man die Ergebnisse der Gruppe FRAUEN 82/92/04, so konnten sich die 4 Frauen von **82% der Soll-Leistung nach PLATEN 2001** im Jahr 1982 nach **10-jährigem Training auf 85%** und nach **22-jährigem Training auf 95%** steigern. Dabei erreichten **Probandin Nr. 9 100% der Soll-Leistung** und die **älteste Teilnehmerin, Probandin Nr. 21, im Alter von 85 Jahren** bei der Untersuchung im Jahr 2004 sogar **107% der errechneten Soll-Leistung**.

Ist- und Soll- Leistung nach PLATEN FRAUEN 82/92/04 (n = 4)

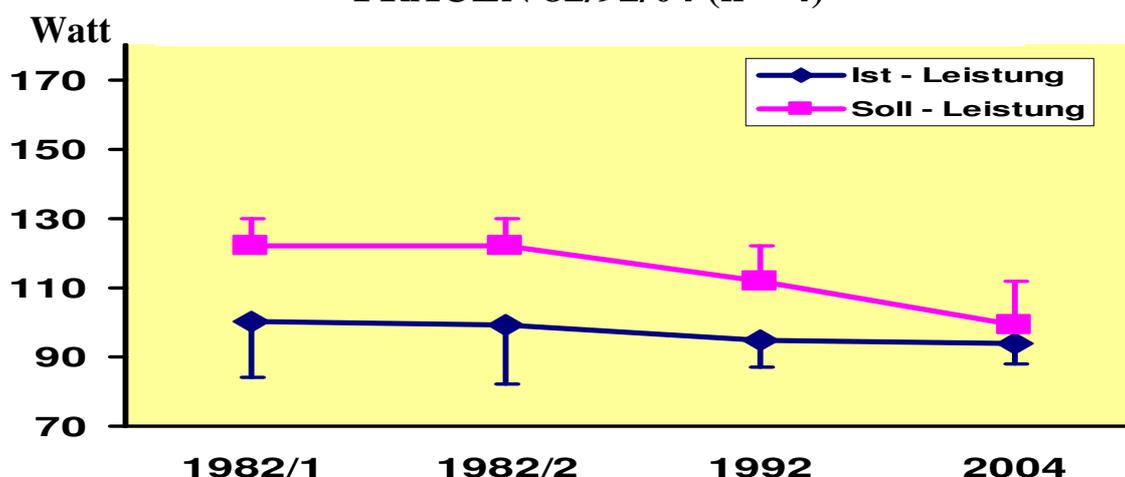


Abb. 86: Mittelwerte und Standardabweichungen der absoluten maximalen Wattstufe der Gruppe FRAUEN 82/92/04 und der errechneten Soll-Leistung nach PLATEN bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen und einer 22-jährigen Trainingsperiode.

Damit zeigt sich, dass die Frauen der Seniorensportgruppe Wettenberg zwar leistungsmäßig unter dem zu erwartenden Niveau liegen, ihre Leistungsfähigkeit aber über die Jahre hinweg weniger stark zurück gegangen ist, als dies nach den Werten nach PLATEN zu erwarten gewesen wäre. Aus trainingswissenschaftlichen Erkenntnissen heraus kann bei einer wöchentlichen Trainingseinheit von ca. 75 Minuten auch kein signifikanter Leistungszuwachs erwartet werden, jedoch **zeigt das Beispiel der untersuchten Probandinnen eindrucksvoll, dass schon relativ wenig Sport ausreicht, um seinen Leistungsstand beizubehalten - trotz fortschreitenden Lebensalters.**

Bei den **männlichen Probanden** zeigt sich von der Tendenz her ein ähnliches, aber geschlechtsspezifisch typisches, etwas anderes Bild.

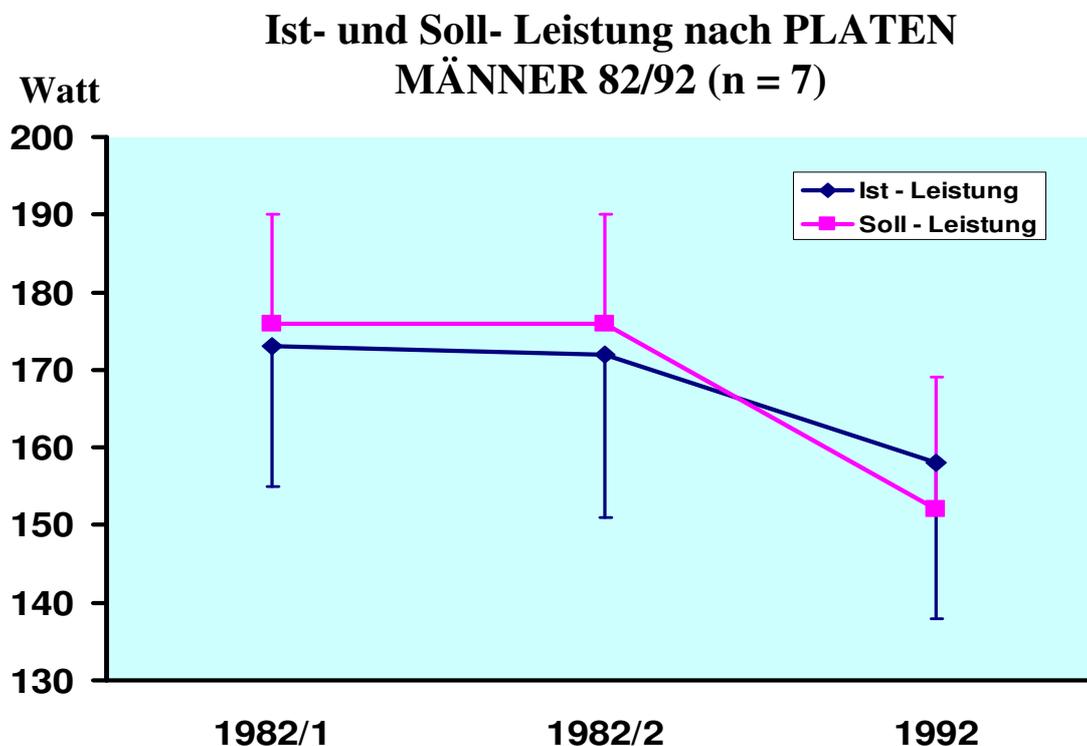


Abb. 87: Mittelwerte und Standardabweichungen der absoluten maximalen Wattstufe der Gruppe MÄNNER 82/92 und der errechneten Soll-Leistung nach PLATEN bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Schon bei **Aufnahme des Trainings im Jahr 1982** erreichten die Probanden der Gruppe **MÄNNER 82/92 98%** der nach PLATEN errechneten Soll - Leistung. Nach den Beurteilungskriterien der Leistungsfähigkeit nach dem **GIEßENER MODELL** von **NOWACKI** erreichten **4 Probanden** den „normal untrainierten Bereich“, die übrigen **3 Probanden** lagen mit ihrer Leistung im „befriedigend trainierten Bereich“. D. h. die

Leistungsfähigkeit der männlichen Probanden lag schon zu Beginn des Trainings deutlich höher als die der Frauen. Die männlichen Teilnehmer zeichneten sich auch in den Sportstunden durch einen ausgeprägten Leistungswillen aus, während die Teilnehmerinnen mehr Interesse an der Verbesserung ihrer Beweglichkeit und der Kommunikation innerhalb der Gruppe zeigten.

Im Verlauf der folgenden **10 Jahre sportlicher Betätigung** nahm die **absolute Gesamtarbeit** zwar um **ca. 12 % der Eingangsleistung** ab. Im **Hinblick auf die Soll – Leistung nach Platen 2001** ist aber ein **Leistungsanstieg** („altersbereinigt“) **auf 104% zu verbuchen**.

Lässt man die Werte von Proband Nr. 15 außer Acht, der bei der Leistungsdiagnose im Jahr 1992 wegen auftretender Extrasystolen unter Einnahme von Nitrat und Beta-Blocker-Präparaten deutlich vor der Ausbelastung abrechenen musste, so zeigt sich ein noch deutlicheres Bild. Die übrigen **6 Probanden der Gruppe MÄNNER 82/92** konnten sogar **110%** der zu erwartenden Leistung im Jahr 1992 erbringen.

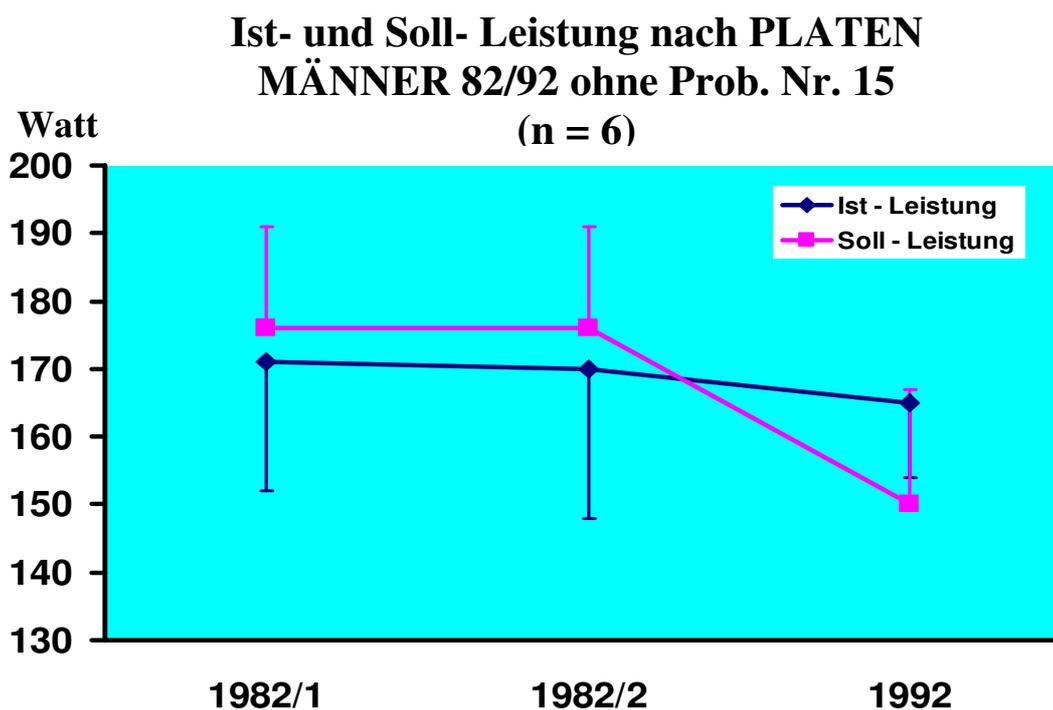


Abb. 88: Mittelwerte und Standardabweichungen der absoluten maximalen Wattstufe der Gruppe MÄNNER 82/92 ohne Proband Nr. 15 und der errechneten Soll-Leistung nach PLATEN bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingsperiode.

Am eindruckvollsten ist die Leistung der 5 Probanden der Gruppe MÄNNER 82/04, die über 22 Jahre hinweg regelmäßig Sport betrieben haben. Sie konnten sich von 95% der zu erwartenden Soll – Leistung nach PLATEN im Jahr 1982 auf 128% im Jahr 2004 steigern.

Absolut gesehen ist ihr Durchschnittswert der Gesamtarbeit um 25% von der ersten bis zur letzten Untersuchung gefallen, wobei zu berücksichtigen ist, das ihr Durchschnittsgewicht von $77,6 \pm 5,7$ kg bei der ersten Untersuchung im Jahr 1982 um 5,3% auf $73,7 \pm 6,8$ kg gesunken ist, was sich durch das körperrgewichtbezogene Belastungsverfahren entsprechend auf die Gesamtarbeit niederschlägt.

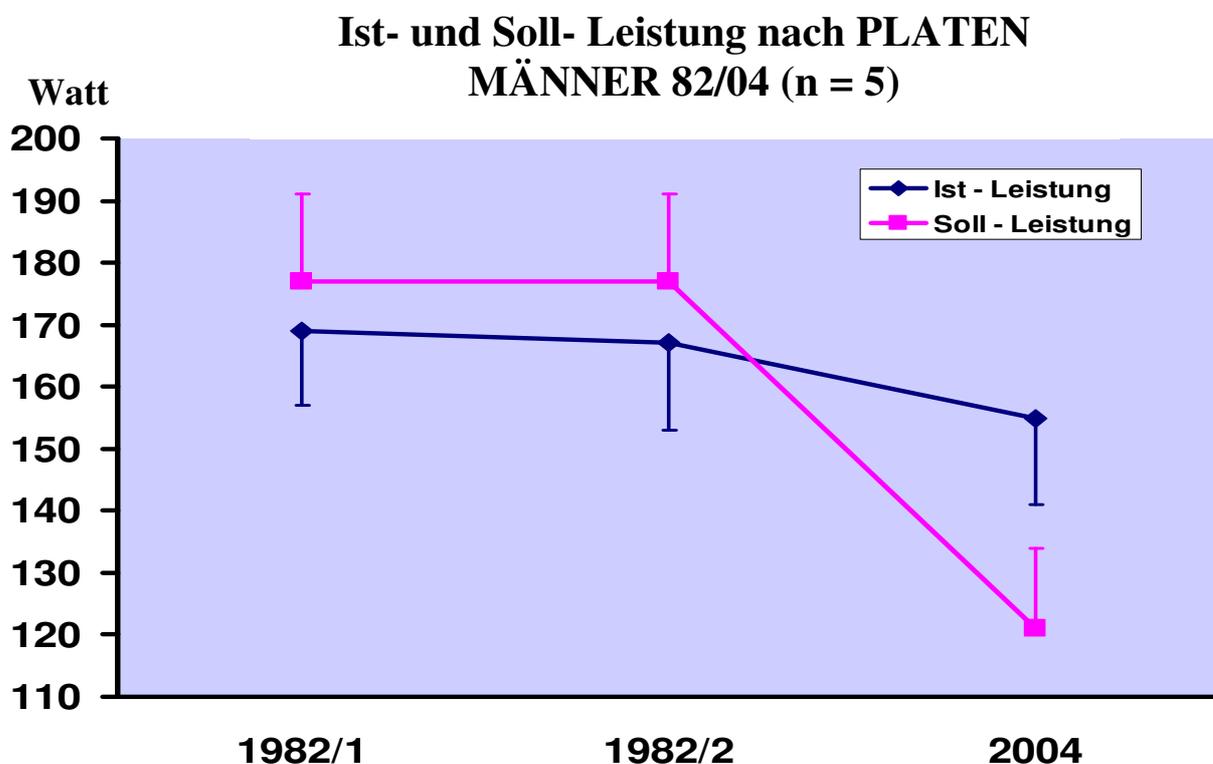


Abb. 89: Mittelwerte und Standardabweichungen der absoluten maximalen Wattstufe der Gruppe MÄNNER 82/04 und der errechneten Soll-Leistung nach PLATEN bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 22-jährigen Trainingsperiode.

7.2 Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen

Bei den untersuchten Probandinnen und Probanden handelt es sich um Personen, die an keiner ausgeprägten koronaren Herzkrankheit (KHK) leiden. Damit kann davon ausgegangen werden, dass sie die typischen alterungsbedingten Reaktionen des Herzens von Gesunden aufweisen, wie z. B. zunehmende linksventrikuläre Wanddicken, abnehmende frühdiastolische linksventrikuläre Füllungsraten, Verminderung des maximalen Herzzeitvolumens und eine sinkende Herzfrequenzvariabilität. (JESCHKE, ZEILBERGER 2004)

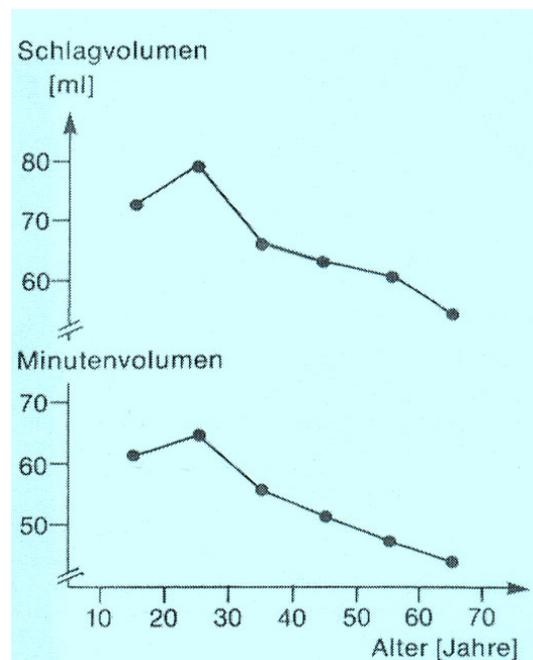


Abb. 90: Schlagvolumen (oben) und Herzzeitvolumen (unten) in den verschiedenen Altersstufen (nach Lang 1972) (aus: WEINECK 2000)

Dennoch ist zu berücksichtigen, dass im Laufe der 22 Untersuchungsjahre von den ProbandInnen verstärkt Präparate mit teilweise bradycarder Wirkung eingenommen wurden, darunter besonders **Beta-Rezeptorenblocker**, die zu einer **Senkung von Blutdruck und Herzfrequenz**, darüber hinaus aber auch durch **Ökonomisierung der Herzarbeit** zu einer **Abnahme des Sauerstoffbedarfs** führen (ROST 2001). Bei Patienten unter Beta-Rezeptorenblocker-Therapie sind sowohl die Leistungsfähigkeit als auch der maximale Belastungspuls und der Blutdruckanstieg unter Belastung reduziert (ROST 2001).

Wie stark diese Auswirkungen auf die untersuchten ProbandInnen zutrifft, kann nicht festgestellt werden, da keine Vergleichsuntersuchungen ohne Medikamenteneinfluss vorliegen.

7.2.1 Herzschlagfrequenz

„Jeder Mensch hat eine individuelle maximale Herzfrequenz, die genetisch festgelegt ist. Diese **maximale Herzfrequenz lässt sich nicht durch Formeln errechnen**. Die in vielen Büchern und Zeitschriften herangezogene Formel (**220 - Lebensalter**) kann nur einen statistischen Mittelwert wiedergeben. So ist es nicht selten, dass ein 30-jähriger Mensch eine maximale HF von 160 Schlägen pro Minute und ein 50-jähriger Mensch eine maximale HF von 190 Schlägen pro Minute hat.“ (<http://de.wikipedia.org/wiki/Herzfrequenz>)

HOTTENROTT zeigt in einer Herzfrequenzanalyse von 983 Läufern und 646 Triathleten zwischen 18 und 70 Jahren, dass die Faustregel 220 – Lebensalter nicht zutrifft. Im Trend sei ein allmählicher und linearer Abfall der maximalen Herzfrequenz mit dem Alter zu beobachten. Individuelle Unterschiede, insbesondere bis zum 60. Lebensjahr, seien jedoch sehr groß. Auch von trainierten 60-jährigen Personen würde eine Herzfrequenz von 200/min toleriert. Das Adaptionspotential sei also auch im Alter hoch. (HOTTENROTT 2005)

Nach APPELL, GRAF, PREDEL, ROST 2001 ist die **maximale Herzfrequenz** weitgehend unabhängig vom Geschlecht und auch nur sehr wenig vom Trainingszustand beeinflusst.

Orientiert an der Faustformel 220 – Lebensalter und unter Zugrundelegung einer doppelten Streubreite von ± 20 liegen statistisch gesehen die maximalen Herzfrequenzen von **96% aller 60-Jährigen zwischen 140 und 180 Schlägen pro Minute** (ROST 2001) .

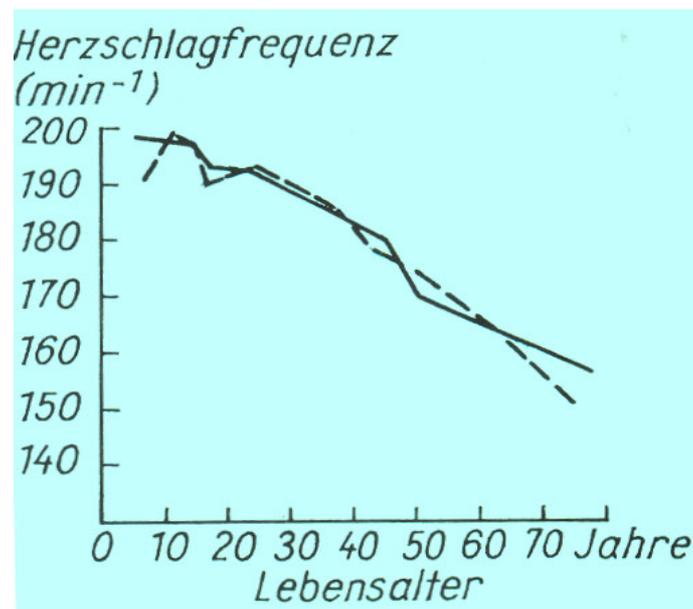


Abb. 91: Verhalten der maximalen Herzfrequenz im Alternsgang (nach Robinson) (aus: BADTKE 1999)

Angewandt auf die in dieser Arbeit untersuchten Probandengruppen wäre mit einer maximalen Herzfrequenz im Untersuchungsjahr 1982 von ca. 150 bis 190 Schlägen in der Ausbelastungsminute zur rechnen, im Jahr 1992 entsprechend ca. 140 bis 180 Schlägen pro Minute und im Untersuchungsjahr 2004 ca. 130 – 170 pro Minute.

Die durchschnittlichen **Maximalwerte der Herzfrequenz** der Gruppe **FRAUEN 82/92** liegen mit **158** (1. und 2. U.) und **148** (3. U.) **Schlägen pro Minute** und der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** mit **160 bzw. 165** (1. und 2. U.), **142** (3. U.) und **133** (4. U.) **Schlägen pro Minute** im **unteren Bereich der Norm**.

Betrachtet man die maximal erreichten Herzfrequenzen im Einzelfall (Abb. 92), so gibt es einige Herzfrequenzwerte unter der Norm, was zum Teil auf die Einnahme von Beta-Rezeptorenblocker zurückzuführen ist.

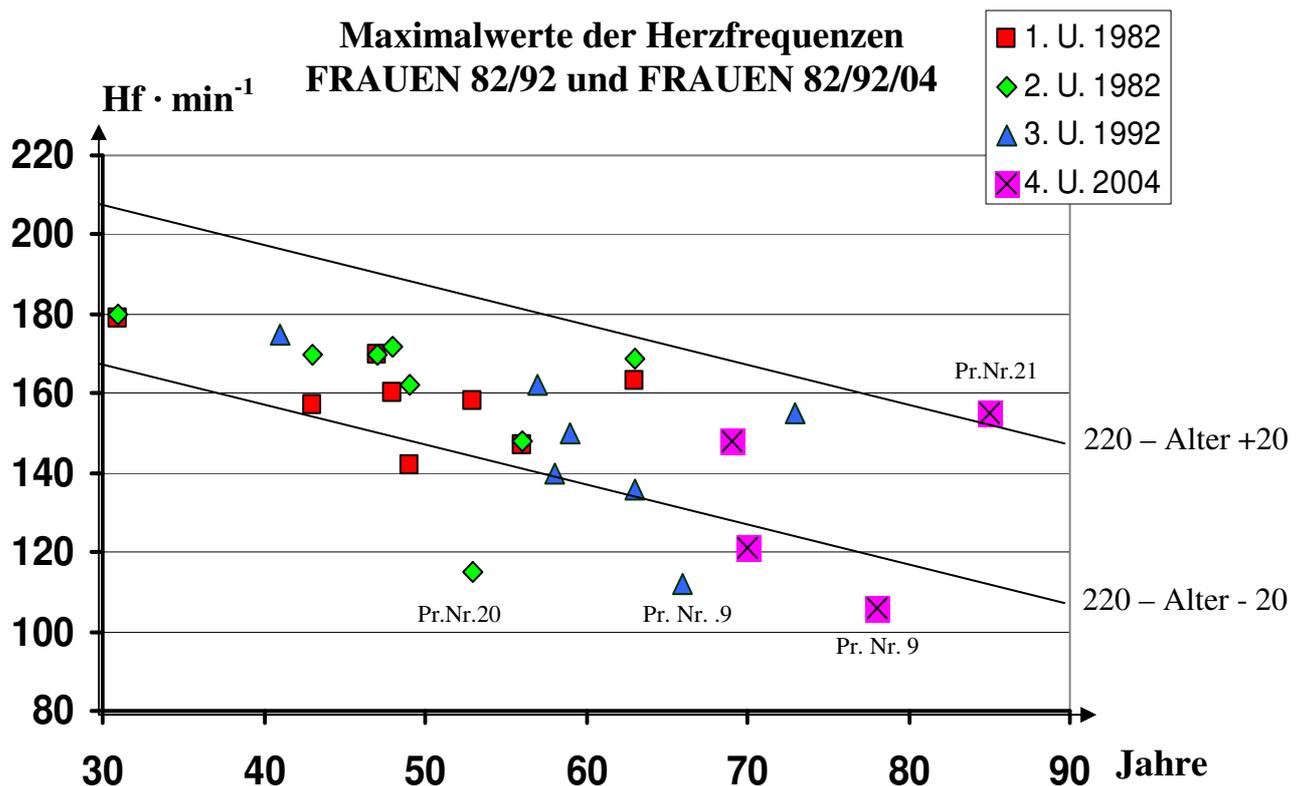


Abb. 92: Einzelwerte der maximalen Herzfrequenzen ($Hf \cdot \text{min}^{-1}$) der Gruppen **FRAUEN 82/92** und **FRAUEN 82/92/04** in Abhängigkeit vom Lebensalter bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen und einer 22-jährigen Trainingszeit.

Bei **Probandin Nr. 9**, die bei den ersten beiden Untersuchungen noch im unteren Normbereich, bei der 3. und 4. Untersuchung jedoch deutlich unterhalb der unteren Norm

liegt, steht der **niedrigen maximalen Herzfrequenz** ein **sehr hoher systolischer Blutdruck** gegenüber (1. U. Hf_{max} $147 \cdot \text{min}^{-1}$ – RR syst. 260 mmHg; 2.U. Hf_{max} $148 \cdot \text{min}^{-1}$ – RR syst. 245 mmHg; 4. U. Hf_{max} $106 \cdot \text{min}^{-1}$ – RR syst. 250 mmHg). Das weist auf eine äußerst unökonomische Herzarbeit und eine sehr schlechte medikamentöse Einstellung des Blutdrucks hin.

Im positiven Sinne auffällig ist, dass die **älteste Probandin (Nr. 21) im Alter von 85 Jahren eine Hf von $155 \cdot \text{min}^{-1}$ erreicht**, was über dem **oberen Grenzwert des Normbereichs** liegt. Diese **hohe Herzfrequenz korrespondiert mit ihrer überdurchschnittlichen Leistungsfähigkeit**.

Die **Herzfrequenzreserve** (Hf_{max} minus Hf in Ruhe) steht in linearem Zusammenhang mit der maximalen Herzfrequenz bei beiden Probandinnengruppen (Hf-Reserve mal Faktor 2,1 bei der 1., 3. (und 4.) Untersuchung) (Abb. 93). Bei der 2. Untersuchung ist die Herzfrequenzreserve im Verhältnis zur maximalen Herzfrequenz etwas günstiger (FRAUEN 82/92 Faktor 2,0 und FRAUEN 82/92/04 Faktor 1,9).

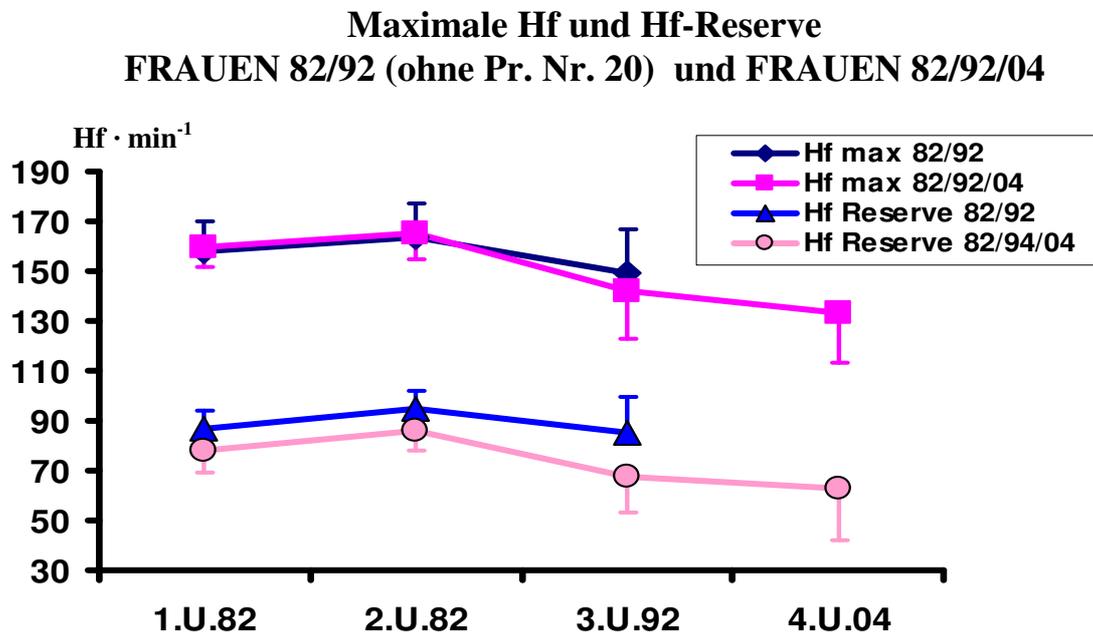


Abb. 93: Mittelwerte und Standardabweichungen der maximalen Herzfrequenz ($Hf \cdot \text{min}^{-1}$) und der Herzfrequenzreserve der Gruppen FRAUEN 82/92 ($n = 8$) und FRAUEN 82/92/04 ($n = 4$) bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen und einer 22-jährigen Trainingszeit.

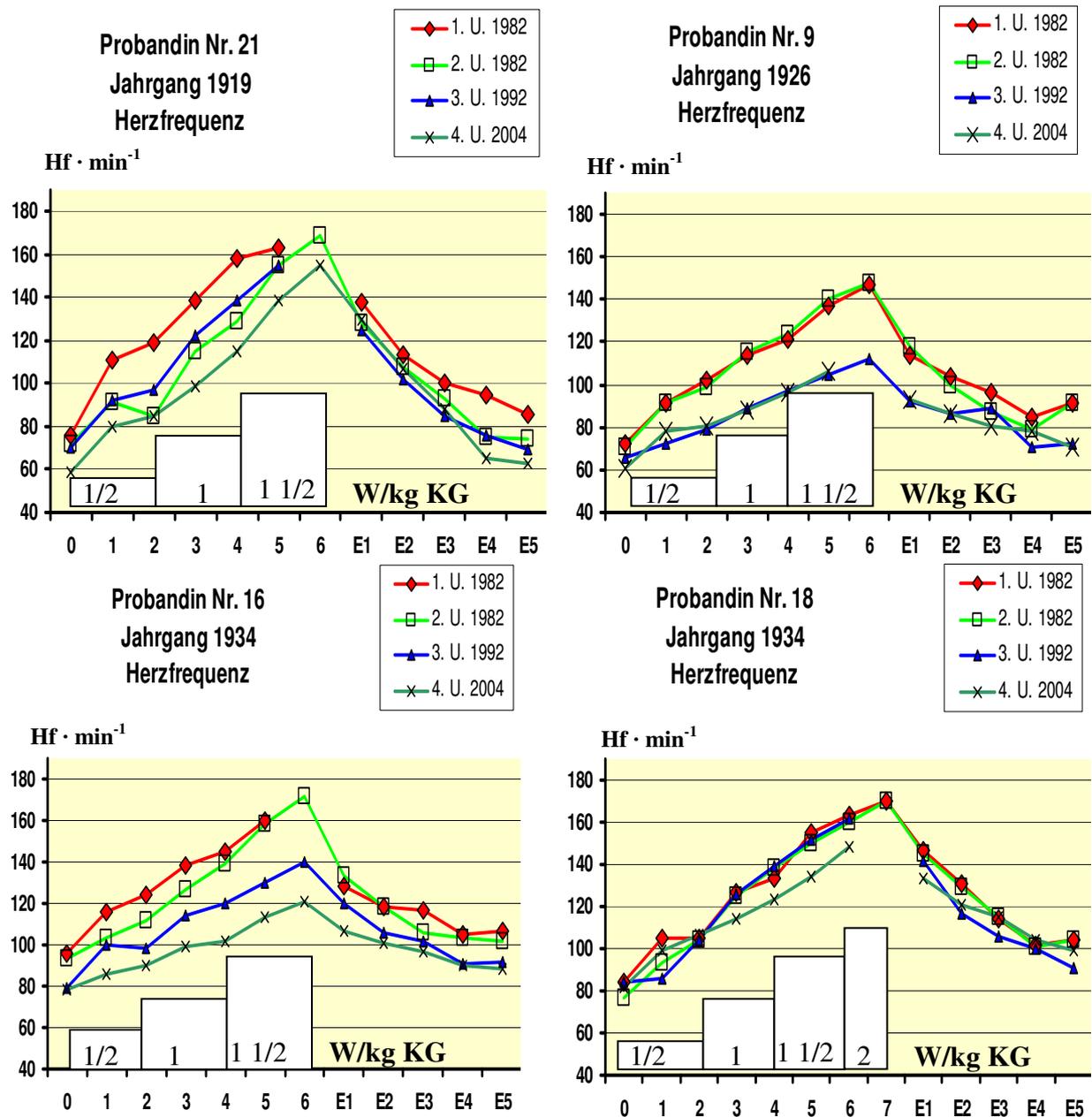


Abb. 94: Verhalten der Herzfrequenz ($Hf \cdot \text{min}^{-1}$) der Probandinnen Nr. 21, 9, 16 und 18 (Gruppe FRAUEN 82/92/04) bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen und einer 22-jährigen Trainingszeit.

Die Kurvenverläufe der Herzfrequenz von **Probandin Nr. 21**, 63 Jahre alt im Untersuchungsjahr 1982, 85 Jahre alt im Untersuchungsjahr 2004, zeigen einerseits ihre im Vergleich zu den übrigen Probandinnen deutlich **größere Herzfrequenzreserve**. Andererseits kann man bei ihr den **Trainingseffekt** des ersten 8-monatigen Trainingszeitraums in Form von einer **Absenkung der Hf-Kurve** unter Belastung, sowie einer **absoluten Leistungssteigerung** erkennen, was auf die **Ökonomisierung** ihrer **Herzarbeit** zurückzuführen ist. **22 Jahre später** erreicht sie die gleiche Leistung wie bei der 2.

Untersuchung, wobei der Verlauf der Hf-Kurve von einem niedrigeren Ausgangsniveau ausgehend im oberen Belastungsbereich nahezu parallel zum Kurvenverlauf der 2. Untersuchung ist. Sie weist auch bei allen Untersuchungsreihen, die unter sportlichem Trainingseinfluss durchgeführt wurden, eine **gute kardiozirkulatorische Erholungsfähigkeit** auf. Davon unterscheiden sich deutlich die Erholungswerte der 1. Untersuchung vor Aufnahme des Trainings.

Ihre Herzfrequenzleistungskurven zeigen den typischen S-förmigen Verlauf mit einer Abflachung auf submaximalen Belastungsstufen. CONCONI et al. 1982, 1996 nutzen diese **Abflachung der Herzfrequenzleistungskurve** zur Bestimmung eines **Deflexionspunktes** (i.d.R. bei 60 bis 90% der Hf_{max}) und setzen diesen in **Bezug** zur **anaeroben Schwelle**. Im Bereich dieses Deflexionspunktes kommt es zu einem Abfall der „linksventrikulären Auswurfraction“ oder „left ventricular ejection fraction“ (LVEF), damit markiert dieser Knickpunkt einen Übergang von der aerob-anaeroben zur rein anaeroben Energiebereitstellung (POKAN et al. 2004).

Im Falle von **Probandin Nr. 21** liegt der Deflexionspunkt bei der 1. und 3. Untersuchung in der 3. Belastungsminute bei einer absoluten Wattstufe von 60 bzw. 66 Watt, bei der 2. und 4. Untersuchung in der 5. Belastungsminute bei 90 Watt. Aus der **Verschiebung des Deflexionspunktes nach oben** resultiert die **bessere Gesamtleistung der Probandin** bei den letztgenannten Untersuchungen in Folge einer besseren LVEF.

Die **Probandinnen Nr. 9** und **18** zeigen keinen Trainingseffekt nach 8-monatigem Training auf ihre Herzfrequenzleistungskurve. Im Gegensatz zu Probandin Nr. 9 kann aber Pr. Nr. 18 ihre Gesamtleistung bei gleicher Herzfrequenzleistung über den 10-jährigen Untersuchungszeitraum hin halten.

Probandin Nr. 16 dagegen kann ihre Leistung bei höherer Herzfrequenzreserve nach 8-monatigem Training steigern und weist auch eine deutlich verbesserte kardiozirkulatorische Erholungsfähigkeit im Verhältnis zur 1. Untersuchung auf. Die niedrigeren Herzfrequenzleistungskurven nach 10 bzw. 22 Jahren müssen als Alterungsprozesse bei geringer körperlicher Betätigung interpretiert werden, denn Probandin Nr. 16 nimmt in den letzten Jahren nur unregelmäßig am Seniorensport teil und betreibt auch darüber hinaus keinen Sport. Medikamente mit Herzfrequenz senkender Wirkung nimmt sie nicht ein.

Die durchschnittlichen **Maximalwerte der Herzfrequenz** aller Untersuchungen der **männlichen Probanden** liegen ebenfalls im **unteren Normbereich** der zu erwartenden maximalen Herzfrequenz.

Die **maximal erreichten Herzfrequenzen im Einzelfall (Abb. 95) liegen mit wenigen Ausnahmen im Normbereich**. Deutlich unter der Norm liegt der Wert von **Prob. Nr. 15**, der aber aus den oben erwähnten Gründen nicht ausbelastet wurde. Sein maximaler Herzfrequenzwert im Jahr 2004 liegt dagegen wieder im zu erwartenden Bereich, was auf eine Ausbelastung in dieser Untersuchungsreihe hinweist.

Proband Nr. 1 erreicht im Alter von 76 Jahren im Jahr 2004 eine maximale Hf von 166 Schlägen pro Minute, nur 5 weniger als 22 Jahre zuvor, wo seine maximale Hf bei $171 \cdot \text{min}^{-1}$ lag. Sein Beispiel, wie auch das von Probandin Nr. 21, die beide über den Seniorensport hinaus regelmäßig sportlich aktiv sind, belegen die Erkenntnisse von HOTTENROTT 2005.

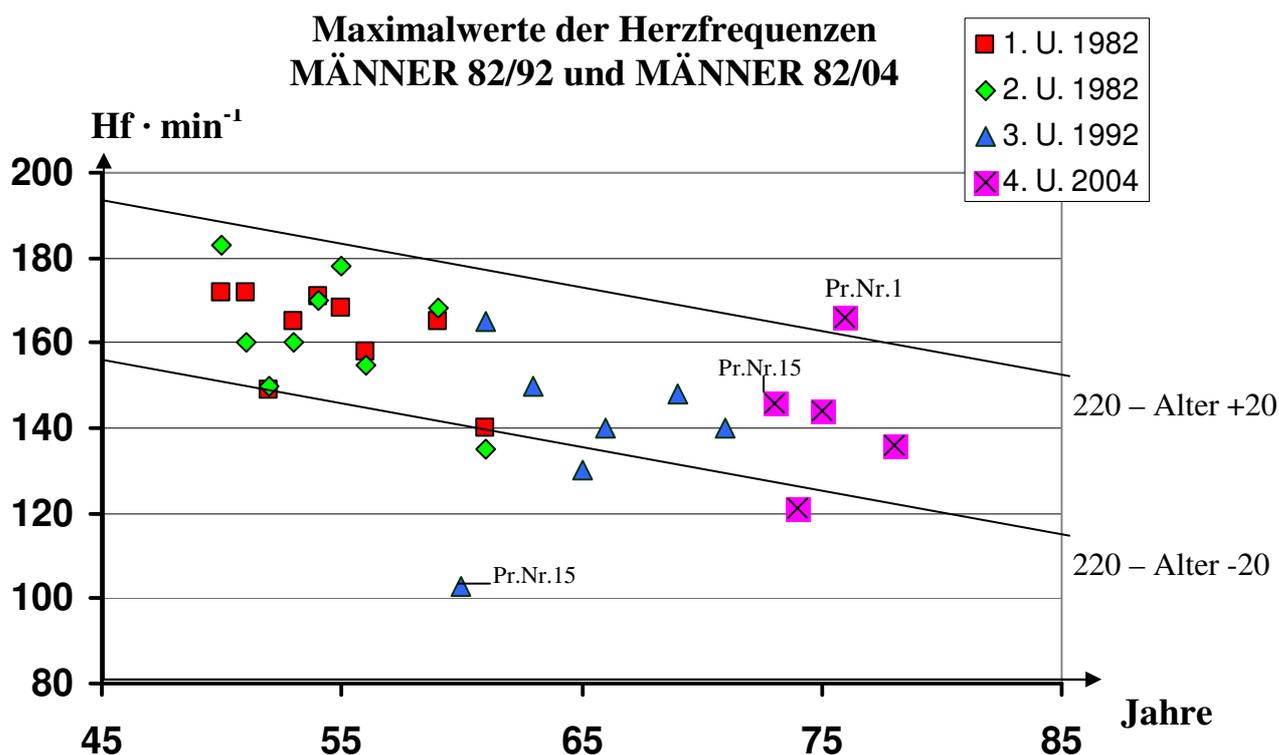


Abb. 95: Einzelwerte der maximalen Herzfrequenzen (Hf · min⁻¹) der Gruppen MÄNNER 82/92 und MÄNNER 82/04 in Abhängigkeit vom Lebensalter bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen und einer 22-jährigen Trainingszeit.

Betrachtet man die Herzfrequenzreserve beider Probandengruppen (MÄNNER 82/92 ohne Proband Nr. 15 und MÄNNER 82/04) so zeigt sich eine **Ökonomisierung der Herzarbeit nach 8-monatigem Training**. Während die maximale HF bei gesteigerter Gesamtarbeit (833 Wmin bei der 1. und 850 Wmin bei der 2. Unters. 1982) von durchschnittlich 161 auf 158 Schläge pro Minute fällt, steigt die Herzfrequenzreserve von 80 auf $87 \cdot \text{min}^{-1}$ an. Nach 10-jährigem Training sinkt die durchschnittliche maximale Hf um ca. 10%, die Herzfrequenzreserve dagegen nur um 5%, was ebenfalls ein Indiz für eine **positive Auswirkung des Sporttreibens** auf die **Herzarbeit** darstellt.

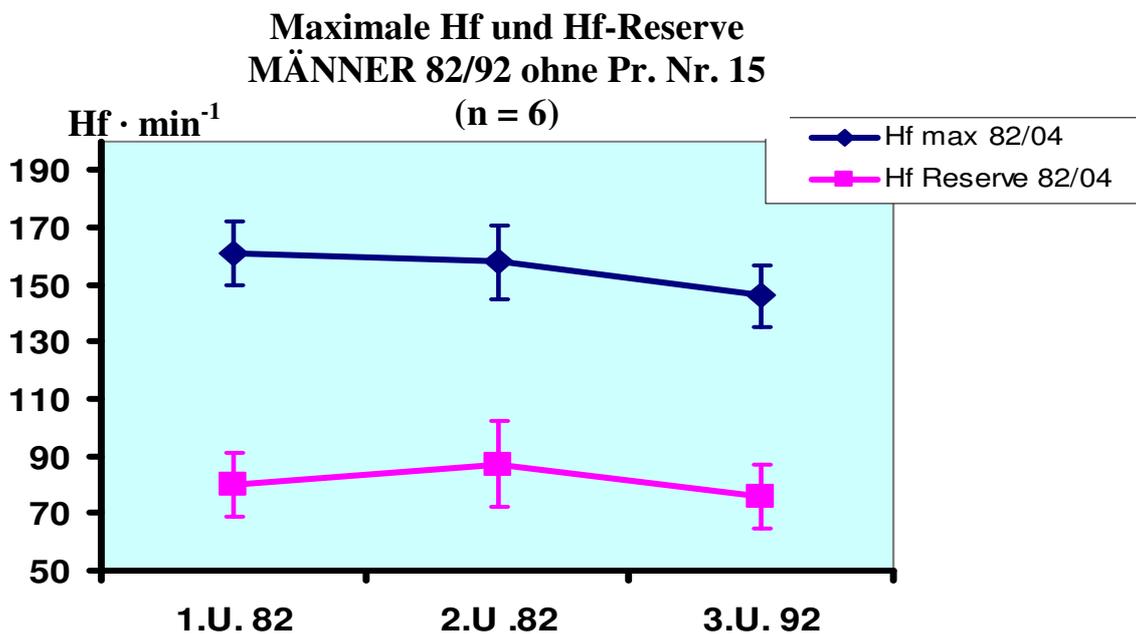


Abb. 96: Mittelwerte und Standardabweichungen der maximalen Herzfrequenz ($\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$) und der Herzfrequenzreserve der Gruppen MÄNNER 82/92 (ohne Proband Nr. 15) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen und einer 10-jährigen Trainingszeit.

Noch deutlicher wird die verbesserte Herzarbeit über den 22-jährigen Trainingszeitraum hin sichtbar. Während die durchschnittliche maximale Herzfrequenz von 163 auf 143 Schläge pro Minute um 14%↓ fällt, bleibt die Herzfrequenzreserve von der ersten zur letzten Untersuchung konstant bei mittleren 77 Schlägen pro Minute. Nach 8-monatigem Training steigt die Hf - Reserve um ca. 8%↑ auf $83 \cdot \text{min}^{-1}$ an. Ähnliche Resultate verzeichnet HOTTENROTT bei einer aktuellen Studie zur Trainierbarkeit und Belastbarkeit von 15 untrainierten herzgesunden Probanden im Alter von $58,3 \pm 4,5$ Jahren. Nach einem 3-wöchigen, individuell abgestimmten Training steigt die Herzfrequenzreserve der Probanden von $77 \pm 8,9$ auf $86 \pm 8,7$ Schläge pro Minute (HOTTENROTT 2005).

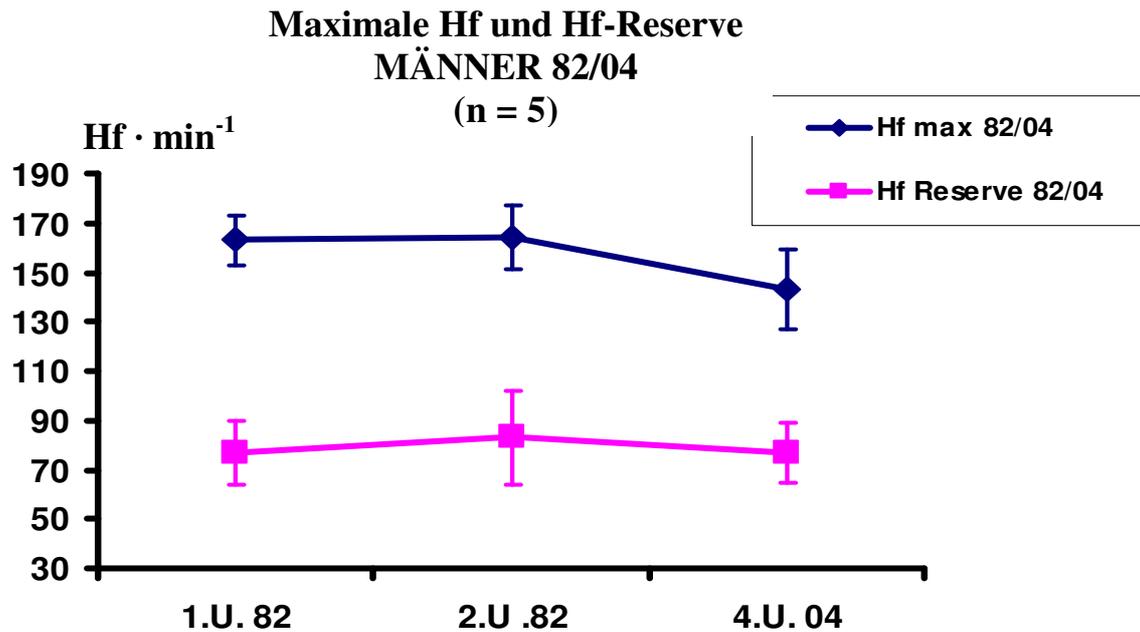


Abb. 97: Mittelwerte und Standardabweichungen der maximalen Herzfrequenz (Hf · min⁻¹) und der Herzfrequenzreserve der Gruppen MÄNNER 82/04 bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen und einer 22-jährigen Trainingszeit.

Betrachtet man die **Herzfrequenzleistungskurven** über den 22-jährigen Untersuchungszeitraum hinweg im **Einzelfall** (Abb. 98), so fällt **Proband Nr. 1**, der nur in den Jahren 1982 und 2004 an der sportmedizinischen Leistungsdiagnostik teilgenommen hat, besonders auf. Abgesehen von einer allmählichen Absenkung der Herzfrequenz im Vorstartzustand verlaufen seine Belastungs-Herzfrequenzkurven über die 22 Jahre hinweg nahezu identisch. Seine kardiozirkulatorische Erholungsfähigkeit verbessert sich aber nach 8-monatigem Training sichtbar und bleibt nach 22 Jahren konstant. Deutlich zu erkennen ist seine im Vergleich zu den anderen Probanden höhere Herzfrequenzreserve.

Bei **Proband Nr. 19** wird der Trainingseffekt des ersten Untersuchungsabschnitts mit einer deutlichen Senkung der Hf-Leistungskurve bei verbesserter Leistungsfähigkeit sichtbar.

Dagegen ist die Herzarbeit von **Proband Nr. 15** bei den ersten drei Untersuchungen beeinträchtigt. Bei der ersten Untersuchung im Jahr 1982 fällt die schlechte Erholungsfähigkeit auf, bei der 2. Untersuchung liegt die Belastungs-Hf bei gleicher Leistung über der Hf der 1. Untersuchung. Mit dem starken Abfallen der Herzfrequenzkurve in der Erholungsphase geht ein Blutdruckabfall auf Werte von 90/60 mmHg in der 4. und 5. Erholungsminute einher, was fast zum Kreislaufzusammenbruch führte.

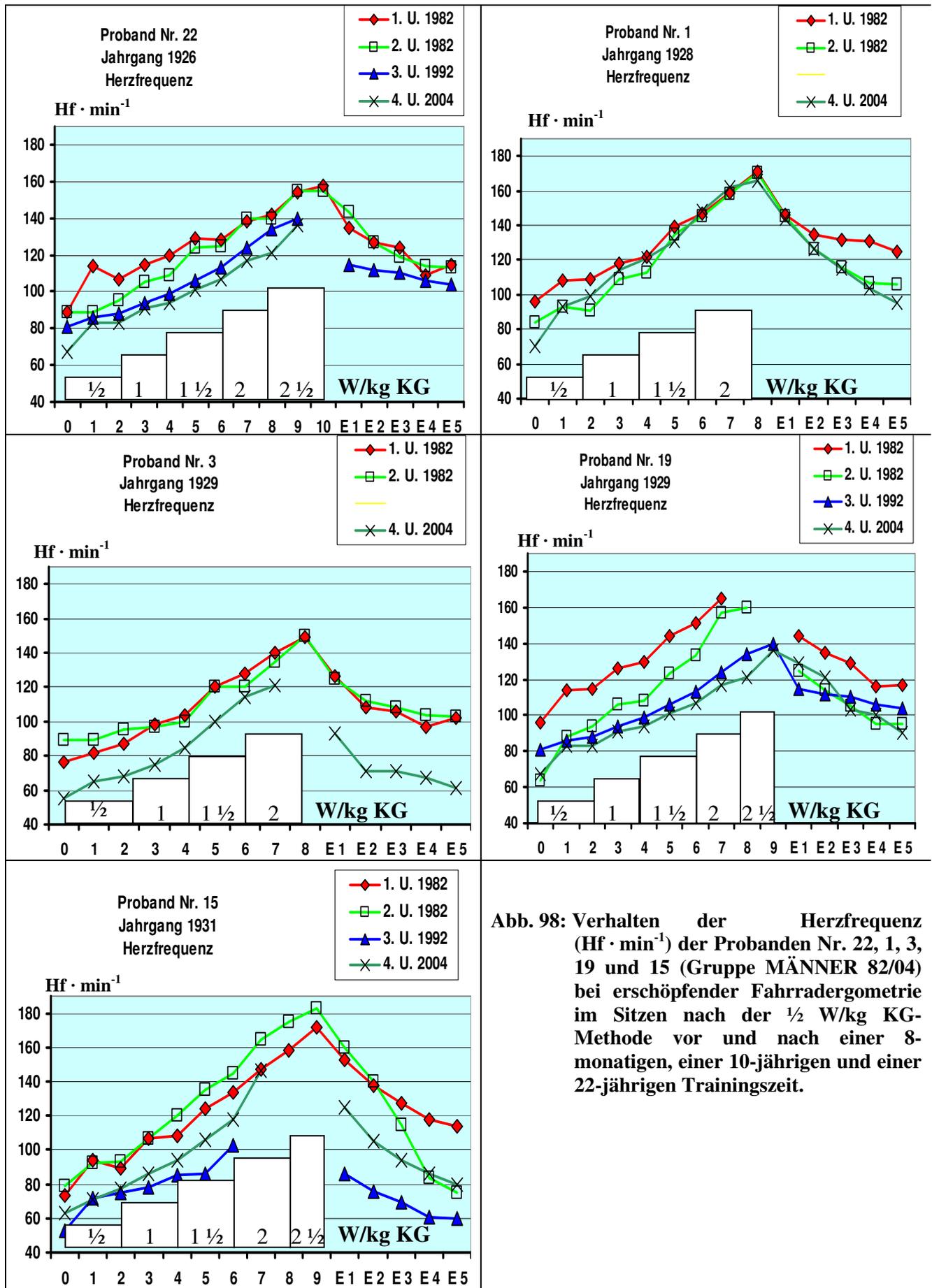


Abb. 98: Verhalten der Herzfrequenz ($Hf \cdot \text{min}^{-1}$) der Probanden Nr. 22, 1, 3, 19 und 15 (Gruppe MÄNNER 82/04) bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen und einer 22-jährigen Trainingszeit.

Bei der 3. Untersuchung im Jahr 1992 treten schon bei einer Belastungs-Hf von 103 Schlägen pro Minute Extrasystolen auf, die zum Abbruch der Belastung führen. Im Jahr 1999 erkrankte **Proband Nr. 15** an einem Lymphdrüsenkarzinom. Bei der letzten Untersuchung im Jahr 2004 ist er fünf Jahre beschwerdefrei. Bei dieser Untersuchung zeigt seine Herzfrequenzbelastungskurve erstmalig in der Vorstart-, Belastungs- und Erholungsphase einen alterstypisch normalen Verlauf.

Die Herzfrequenzleistungskurven der **Probanden Nr. 22** (Jg. 1926) und **Nr. 3** (Jg. 1929) zeigen nahezu identische Verläufe, wobei die Leistung des älteren Probanden (Nr. 22) aber um eine Wattstufe höher liegt als die des 3 Jahre jüngeren Probanden Nr. 3. Bei Prob. Nr. 22 fehlen infolge eines technischen Problems die Erholungswerte der Herzfrequenz bei der 4. Untersuchung.

7.2.2 Blutdruck

Der arterielle Blutdruck ist das Produkt aus Herzzeitvolumen und totalem peripheren Gefäßwiderstand.

Blutdruckwerte lassen sich wie in Tabelle 14 dargestellt folgendermaßen klassifizieren:

Tab. 14: WHO/ISH – Klassifikation der arteriellen Hypertonie 1999 (aus: LINSS 2003)

Kategorie	Systolischer BD (mmHg)		Diastolischer BD (mmHg)
Optimal	< 120		< 80
Normal	<130	und	< 85
Hoch-normal	130 – 139		85 – 89
Grad I Hypertonie (mild)	140 – 159		90 – 99
Untergruppe: Borderline	140 – 149	oder	90 – 94
Grad II Hypertonie (moderat)	160 – 179		100 - 109
Grad III Hypertonie (schwer)	≥ 180		≥ 110
Isolierte syst. Hypertonie	≥ 140	und	< 90
Untergruppe: Borderline	140 – 159	und	< 90

Von den **19 untersuchten Probandinnen und Probanden** konnten bei der **1. Untersuchung 1982** entsprechend der **WHO/ISH – Klassifikation der arteriellen Hypertonie 2 Personen** der Kategorie „**optimal**“, **eine** der Kategorie „**hoch-normal**“, **6 Personen** der Hypertonie „**Grad I**“, **2 Personen** der „**Borderline Hypertonie Grad I**“, **6 Personen** der Hypertonie „**Grad II**“, **eine Person** der Hypertonie „**Grad III**“ und **eine Person** der „**isolierten systolischen Hypertonie**“ zugeordnet werden.

D. h., dass bei der **1. Untersuchung 1982** nur **3 Personen** in den Bereich **normalen Blutdruckverhaltens** fallen, die übrigen **16** den **unterschiedlichen Schweregraden** der **Hypertonie** zuzurechnen sind.

Nach 8-monatigem Training können bei der **2. Untersuchung 1982** dagegen **7 Personen** dem **Bereich normalen Blutdruckverhaltens** zugerechnet werden, **3** der Kategorie „**optimal**“, **eine** der Kategorie „**normal**“, und **3** der Kategorie „**hoch-normal**“. Auf Hypertonie „**Grad I**“ fallen **6 ProbandInnen**, auf „**Borderline Hypertonie Grad I**“ fällt **eine Probandin**, zum **Schweregrad II** sind **3 Personen** zu rechnen.

Bei der **3. Untersuchung 1992** liegen die Blutdruckwerte von **6 Personen** im **normalen Bereich** (**1 x optimal, 2 x normal und 3 x hoch-normal**). **Hypertone Blutdruckwerte des Schweregrades I** weisen **5 ProbandInnen** auf, der **Borderline Grad I** zwei Probanden und des **Schweregrades II** fünf Probandinnen.

Im **Jahr 2004** liegen **2** der 11 untersuchten Personen im Bereich **normaler Blutdruckwerte** (**1 x normal, 1 x hoch-normal**), **5** weisen Werte in der Hypertonie-Kategorie **Grad I** auf, **ein Proband** in der Untergruppe **Grad I**, **eine Probandin** in der Kategorie **Grad II** und **eine Probandin** in der Kategorie **Grad III**.

Tab. 15: Kategorisierung der Blutdruckwerte im Vorstartzustand aller Probandinnen und Probanden (mit Pr. Nr.) nach der WHO/ISH – Klassifikation der arteriellen Hypertonie 1999

Kategorie	Optimal	Normal	Hoch-normal	Grad I	Untergr. Grad I	Grad II	Grad III	Isolierte Syst. Ht	Untergr. Syst.Ht
1.Unters. 1982	13 18		16	3 5 7	22 23	2 8 10	1	9	
Prob. Nr. Frauen Männer				20 21		14 15 19			
2.Unters. 1982	3 16 23	13	2 18 19	7 8 14 20 22	5 21	1 9 10 15			
Prob. Nr. Frauen Männer				14 20 22		10 15			
3.Unters. 1992	13	8 16	15 18 19	2 (12) 14 21 22	5 7	(4) 9 10 20 23			
Prob. Nr. Frauen Männer				14 21 22		10 20 23			
4.Unters. 2004		3	16	1 (4) 15 18 19 21	22	(12)	9		
Prob. Nr. Frauen Männer				15 18 19 21					

Insgesamt zeigt sich eine **positive Tendenz nach 8-monatigem Training** mit einer **Verschiebung** in Richtung **normaler Blutdruckwerte**, die auch nach 10-jährigem Training noch beobachtet werden kann. Die relativ günstigen Werte nach 22-jährigem Training sind großteils auf medikamentöse Einflussfaktoren zurückzuführen.

Die Erkenntnis, dass sportliche Aktivität (besonders im Ausdauerbereich), neben Gewichtsreduktion, verändertem Essverhalten und Nikotinverzicht wesentlich zu einem gesunden Blutdruckverhalten beiträgt, hat sich allgemein in der (Sport-)Medizin durchgesetzt.

Hier leisten auch die sportlichen Aktivitäten in der **Seniorengruppe Wettenberg** erkennbar Positives. Eine Intervention bei erhöhtem Blutdruck ist zur Vermeidung einer Herzerkrankung besonders wichtig, denn „bei chronisch stabiler Hypertonie ist das Herzzeitvolumen normal bis leicht vermindert, der periphere Gefäßwiderstand erhöht. Die chronische Druckbelastung des Herzens führt zunächst zu einer konzentrischen, später zu einer exzentrischen linksventrikulären Hypertrophie“ (SAMITZ, MENSINK 2002).

„Überhöhte Blutdruckwerte bei ergometrischer Belastung („Belastungshypertonie“) liegen vor, wenn bei 100 Watt 220/100 mmHg bzw. bei über 50-Jährigen 215/105 mmHg überschritten werden. ... Für eine stufenweise ansteigende Fahrradergometrie wird häufig ein oberer Grenzwert von 250/120 mmHg angegeben“ (SAMITZ, MENSINK 2002).

Im Alter steigen der systolische und der diastolische Blutdruck in Ruhe (Abb. 99), bei submaximalen und maximalen Belastungen kontinuierlich an. Nach Belastungsende kehrt der Blutdruck beim älteren Menschen verzögert auf die Ausgangswerte zurück, dies bedeutet eine vermehrte Belastung des Herz-Kreislauf-Systems. (WEINECK 2000)

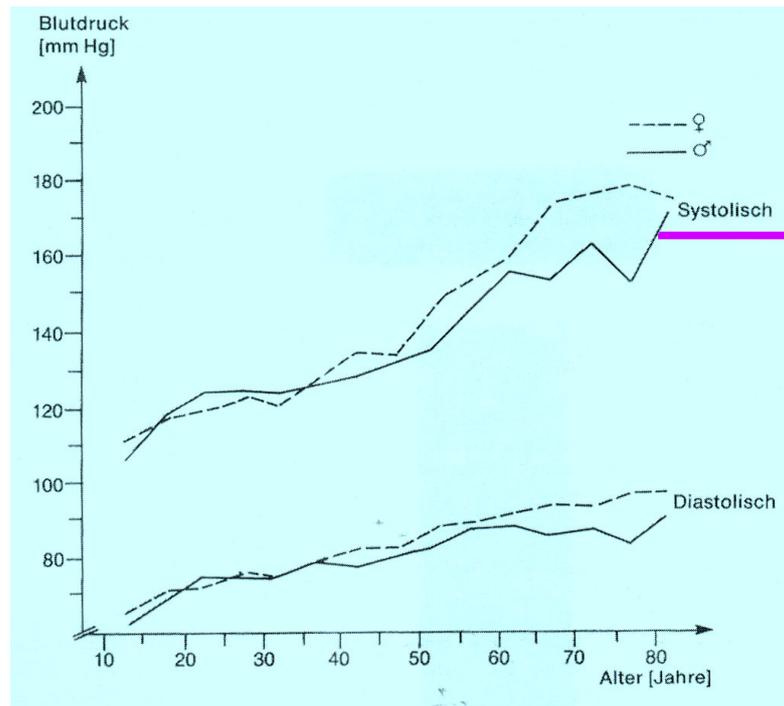


Abb. 99: Systolische und diastolische Blutdruckwerte im Altersgang (nach Hamilton 1958)
(WEINECK 2000)

ROST, LAGERSTRØM, VÖLKER 1991 weisen anhand einer Vergleichsstudie zwischen arterieller Druckmessung in der Arteria brachialis und der Methode nach RIVA, ROCCI nach, dass unter Belastung die indirekte Methode (RR) im Gegensatz zur direkten Messung im diastolischen Bereich zu niedrige Werte liefert (PLATEN 2001). Daher gelte einem überschießenden Anstieg des diastolischen Drucks unter Belastung auf Werte von über 120 mmHg besondere Beachtung.

Da der systolische Blutdruck unter Belastung abhängig vom Alter und der Belastungsintensität ist, formuliert PLATEN folgende Regel: „Der systolische Blutdruck von 200 mmHg sollte erst auf einer Belastungsstufe von 200 Watt minus Lebensalter erreicht oder überschritten werden.“ Von Belastungshypertonie spricht man, wenn dieser Richtwert überstiegen wird (PLATEN 2001).

Da keine der untersuchten Probandinnen die vorgegebene Leistung von 200 Watt minus Lebensalter erreicht hat, hätten alle ermittelten systolischen Blutdruckwerte bei Maximalbelastung unter 200 mmHg liegen müssen.

Betrachtet man die maximal erreichten systolischen Blutdruckwerte der 4 Probandinnen (Nr. 21, 9, 16 und 18) über den 22-jährigen Untersuchungszeitraum hinweg (Abb. 100), so liegen nur bei Probandin **Nr. 16** die **Werte aller Untersuchungen unter dem Richtwert für**

Belastungshypertonie. Bei der ältesten Probandin Nr. 21 zeigt sich eine Belastungshypertonie bei der 1. Untersuchung, bei Probandin Nr. 18 bei der 4. Untersuchung im Jahr 2004. Probandin Nr. 9 weist sowohl in Ruhe als auch unter Belastung eine schwere Hypertonie (Grad II bis III s.o.) auf, bei der 3. Untersuchung im Jahr 1992 steigt ihr systolischer Blutdruck allerdings unter Belastung kaum an.

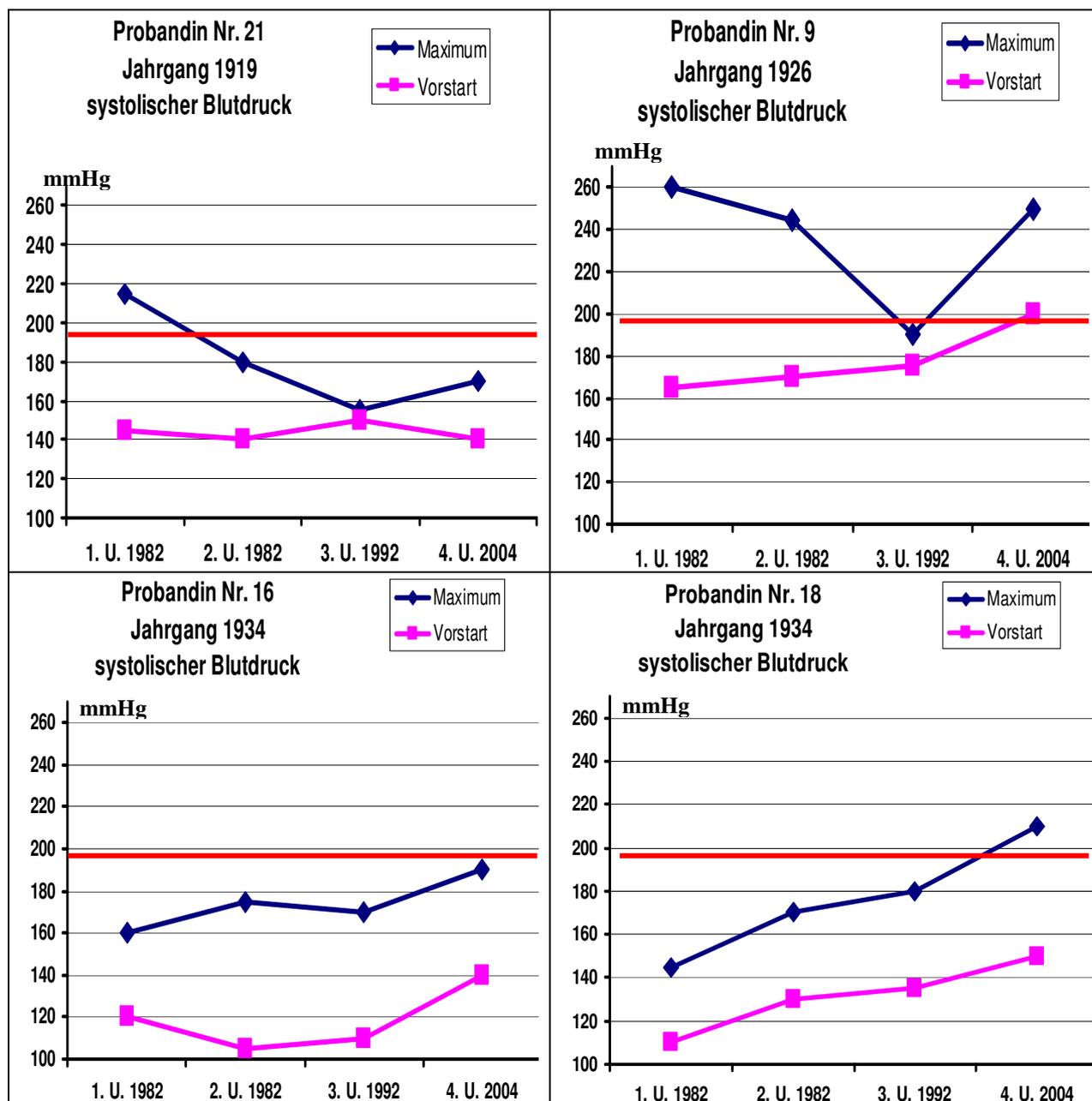
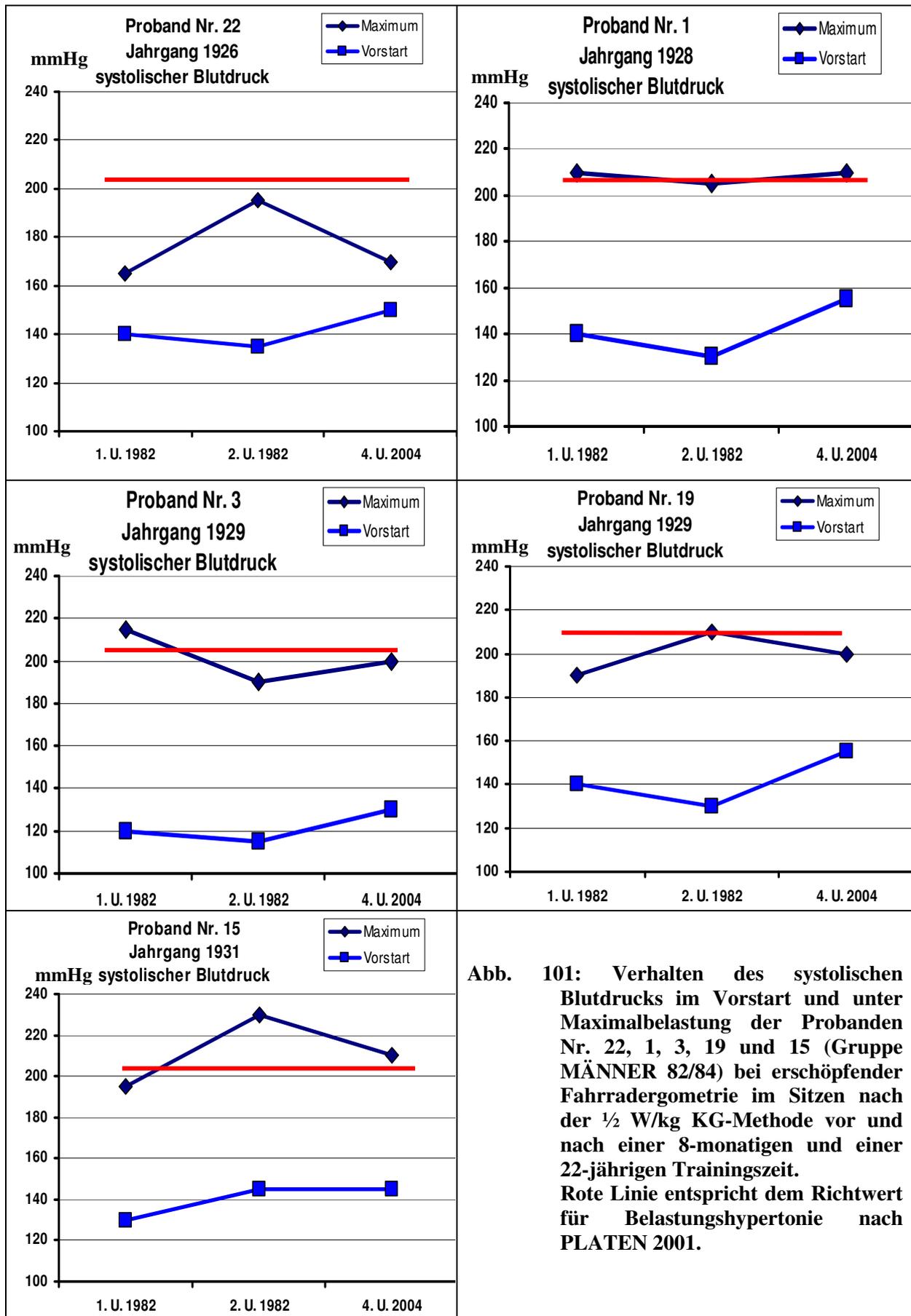


Abb. 100: Verhalten des systolischen Blutdrucks im Vorstart und unter Maximalbelastung der Probandinnen Nr. 21, 9, 16 und 18 (Gruppe FRAUEN 82/92/04) bei erschöpfender Fahrradergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen, einer 10-jährigen und einer 22-jährigen Trainingszeit. Rote Linie entspricht dem Orientierungswert für Belastungshypertonie nach PLATEN 2001.



Im Gegensatz zu den Frauen haben die **Männer** bei den dargestellten Untersuchungen eine **höhere Maximalleistung als 200 Watt minus Lebensalter** erreicht. Somit kann der Richtwert für Belastungshypertonie bei der individuellen Maximalleistung auch die 200 mmHg – Grenze etwas überschreiten. Betrachtet man die systolischen Blutdruckwerte der Männer im Einzelnen (Abb. 101), so fällt zunächst der Einfluss des 8-monatigen Trainings auf den systolischen Ruhewert auf. Hier ist eine deutliche Absenkung bei allen Probanden mit Ausnahme von Prob. Nr. 15 zu sehen. Auch die Belastungswerte liegen im Normbereich, nur bei Proband Nr. 19 bei der 2. Untersuchung moderat über der Norm. Die Ausnahme bildet auch hier wieder Proband Nr. 15 bei der 2. Untersuchung mit deutlich überhöhtem systolischem Belastungsblutdruck.

7.3 Respiratorische Leistungsgrößen

7.3.1 Atemminutenvolumen und forcierte Vitalkapazität

Das **Atemminutenvolumen (AMV I BTPS)** ist eine **Basismessgröße der Spiroergometrie** und gibt die respiratorische Leistungsfähigkeit eines Menschen bei steigender ergometrischer Belastung bis zur Erschöpfung an.

Das maximale AMV ist abhängig vom Alter, vom Geschlecht, von der Körperkonstitution, vom Trainingszustand und von der Art und Intensität der Arbeit. (NÖCKER 1976; MELLEROWICZ 1979, ROST et al. 1982, HOLLMANN, HETTINGER 2000)

Nach MELLEROWICZ 1979 wird das maximale Atemminutenvolumen bei ergometrischer Leistung überwiegend von der Größe der Vitalkapazität und der Leistungsfähigkeit der Atemmuskulatur bestimmt, die sich durch Training erheblich steigern lassen.

Bei der Gruppe **FRAUEN 82/92** lässt sich keine eindeutige Relation zwischen der forcierten Vitalkapazität und dem maximalen Atemminutenvolumen feststellen. Auffällig sind die hohen AMV – Werte von Probandin Nr. 13, die allerdings auch bei allen drei Untersuchungen die größte Gesamtarbeit verrichtet hat.

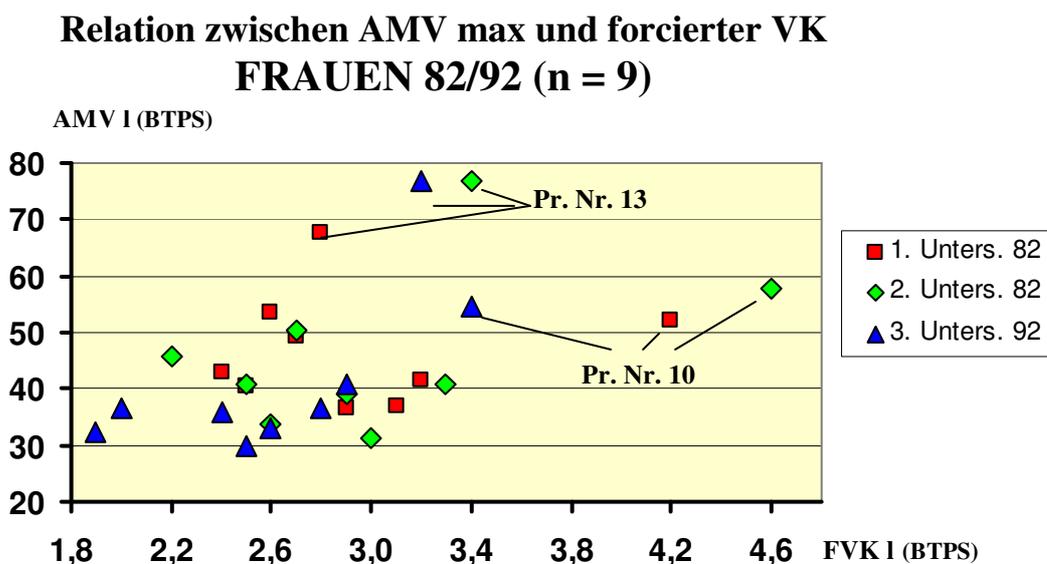


Abb. 102: Relation zwischen maximalem AMV (I BTPS) und der forcierter Vitalkapazität der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingszeit.

Probandin Nr. 10 mit der größten forcierten Vitalkapazität erreicht dagegen ein deutlich geringeres maximales Atemminutenvolumen.

Auch bei der Gruppe MÄNNER 82/92 lässt sich keine Tendenz zu einer festen Relation zwischen dem maximalen Atemminutenvolumen und der forcierten Vitalkapazität erkennen.

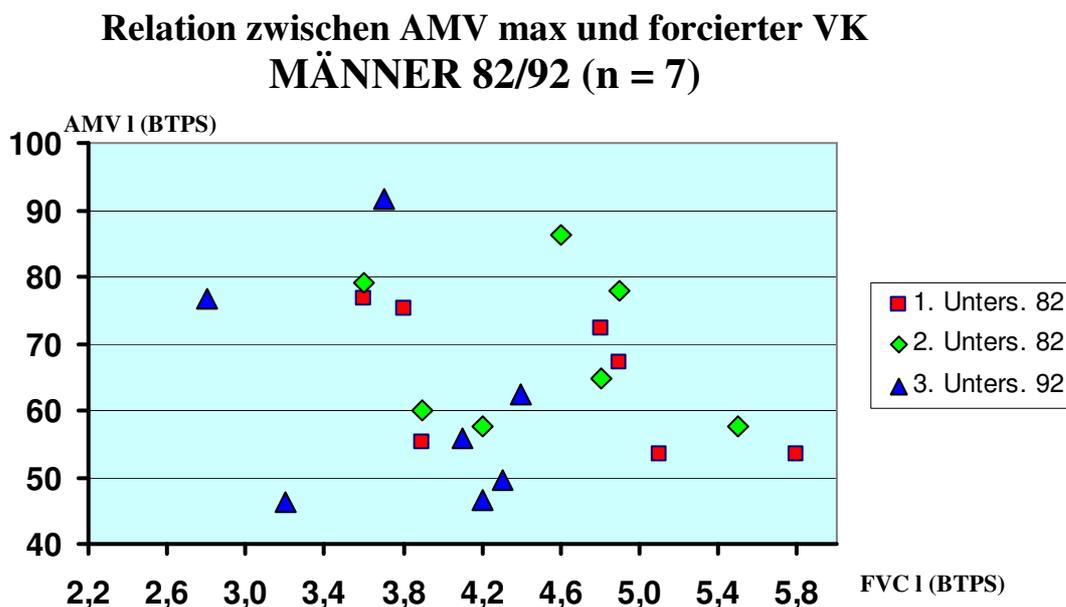


Abb. 103: Relation zwischen maximalem AMV (1 BTPS) und der forcierter Vitalkapazität der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen sowie einer 10-jährigen Trainingszeit.

Proband Nr. 5, mit 71,6 Jahren der Älteste bei der 3. Untersuchung 1992, erreicht hier mit 91,5 l (BTPS) den höchsten Maximalwert des AMV. Verbunden ist dieser überdurchschnittliche Wert mit einer Steigerung seiner Gesamtarbeit von 640 Wmin im Jahr 1982 auf 800 Wmin im Jahr 1992.

Insgesamt kann gesagt werden, dass bei den beiden Probandengruppen die individuellen Unterschiede gegenüber den geschlechtsspezifischen überwiegen. Eine feste Beziehung zwischen Vitalkapazität und maximalem Atemminutenvolumen kann nicht festgestellt werden.

7.4 Kardiorespiratorische Leistungsgrößen

7.4.1 Absolute und relative Sauerstoffaufnahme

Die **absolute Sauerstoffaufnahme** ($\dot{V}O_2$ STPD) ist ein direktes Maß für den aeroben Energiestoffwechsel und gilt als Bruttokriterium der Ausdauerleistungsfähigkeit. Zur Beurteilung der kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit eignet sich besonders die maximale relative Sauerstoffaufnahme.

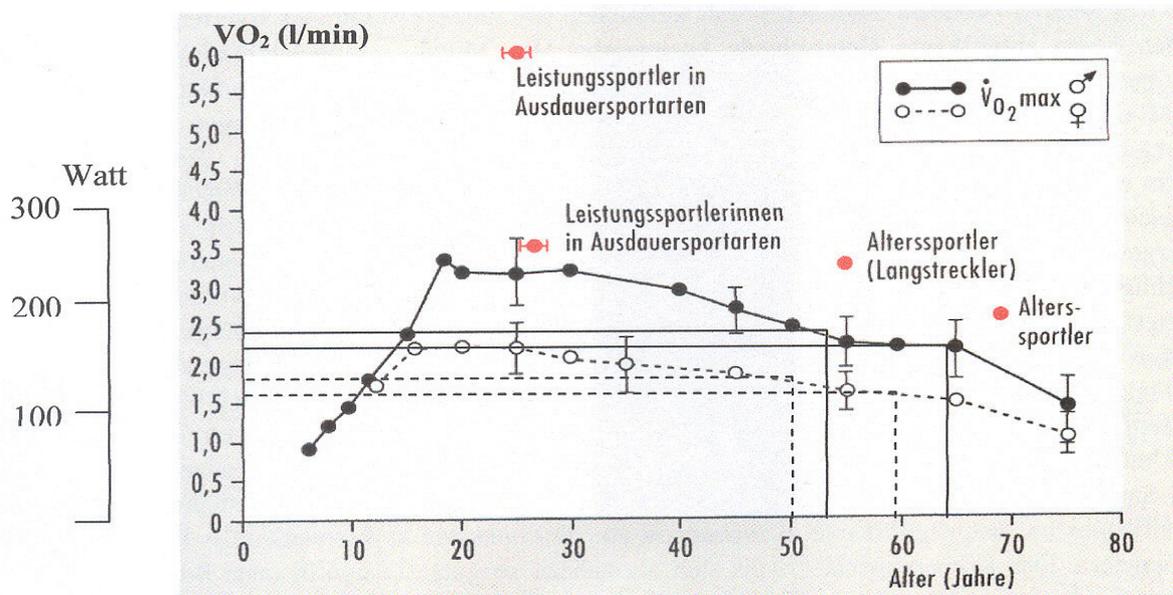


Abb. 104: Die maximale Sauerstoffaufnahme/min ($\dot{V}O_2$ max) vom 8. bis 80. Lebensjahr bei männlichen und weiblichen Personen (n = 2834). Fahrradergometrie im Sitzen unter Atmung atmosphärischer Luft (nach Hollmann, 1963), modifiziert nach ROST 2001 (HOLLMANN, HETTINGER 2000)

Als Richtwerte für **untrainierte Männer** im 3. Lebensjahrzehnt nennt PLATEN eine $\dot{V}O_2$ max von durchschnittlich $3,0 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ bzw. eine körpergewichtsbezogene **relative Sauerstoffaufnahme** von $40 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ STPD. Für **untrainierte Frauen** der gleichen Altersgruppe liegt die **maximale Sauerstoffaufnahme** bei etwa $2,2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ bzw. die **relative maximale O₂-Aufnahme** bei $35 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ STPD. Mit zunehmendem Alter nimmt die maximale Sauerstoffaufnahme analog der maximalen Leistungsfähigkeit um **ca. 1% pro Jahr bei Männern und 0,8% pro Jahr bei Frauen ab.** (PLATEN 2001)

Demnach hätte die Gruppe FRAUEN 82/92 mit einem Durchschnittsalter von ca. 50 Jahren im Untersuchungsjahr 1982 eine durchschnittliche **maximale Sauerstoffaufnahme** von ca. $1848 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ erreichen müssen. Tatsächlich erreichen sie aber nur im Mittel

$1468 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ und liegen damit um **ca. 20% unter dem zu erwartenden Wert**. Im Untersuchungsjahr **1992** erreicht die Gruppe eine mittlere O_2max von $1321 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, zu erwarten wären nach PLATEN $1672 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$. Damit liegen die Probandinnen durchschnittlich um **21% unter der Norm**. Diese Werte entsprechen der in Kapitel 7.1 dargestellten verminderten körperlichen Leistungsfähigkeit der Gruppe FRAUEN 82/92.

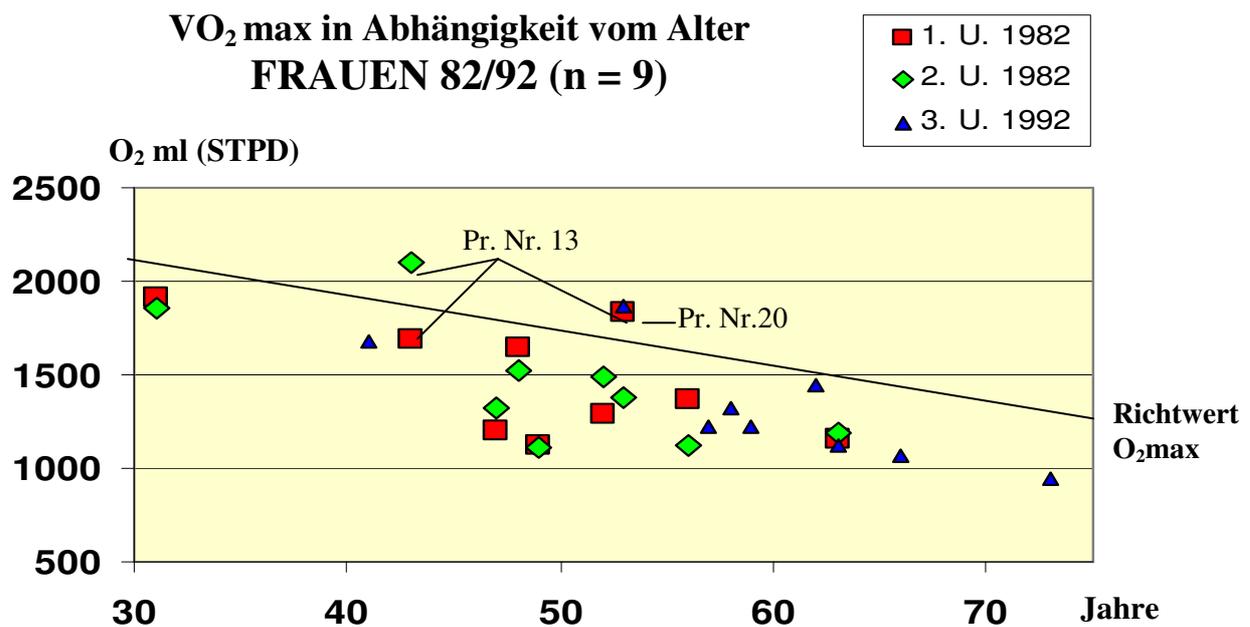


Abb. 105: Einzelwerte der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_2max) der Gruppen FRAUEN 82/92 in Abhängigkeit vom Lebensalter bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen und einer 10-jährigen Trainingszeit.

Betrachtet man die maximale Sauerstoffaufnahme der Probandinnen im Einzelnen, so liegen nur Probandin Nr. 20 im Alter 53 Jahre bei der 1. Untersuchung und Probandin Nr. 13 im Alter von 43 Jahren bei der 2. Untersuchung und im Alter von 53 Jahren bei der 3. Untersuchung über dem zu erwartenden Wert.

Bei der **relativen Sauerstoffaufnahme** schneidet die Gruppe FRAUEN 82/92 **noch schlechter** ab. Mit $21,1$ bzw. $21,5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ STPD liegen sie **um 28% unter dem zu erwartenden Wert** von $29,4 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ STPD im Jahr 1982 und mit $19,3 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ STPD im Jahr 1992 **um 27% unter der Norm** ($26,6 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ STPD).

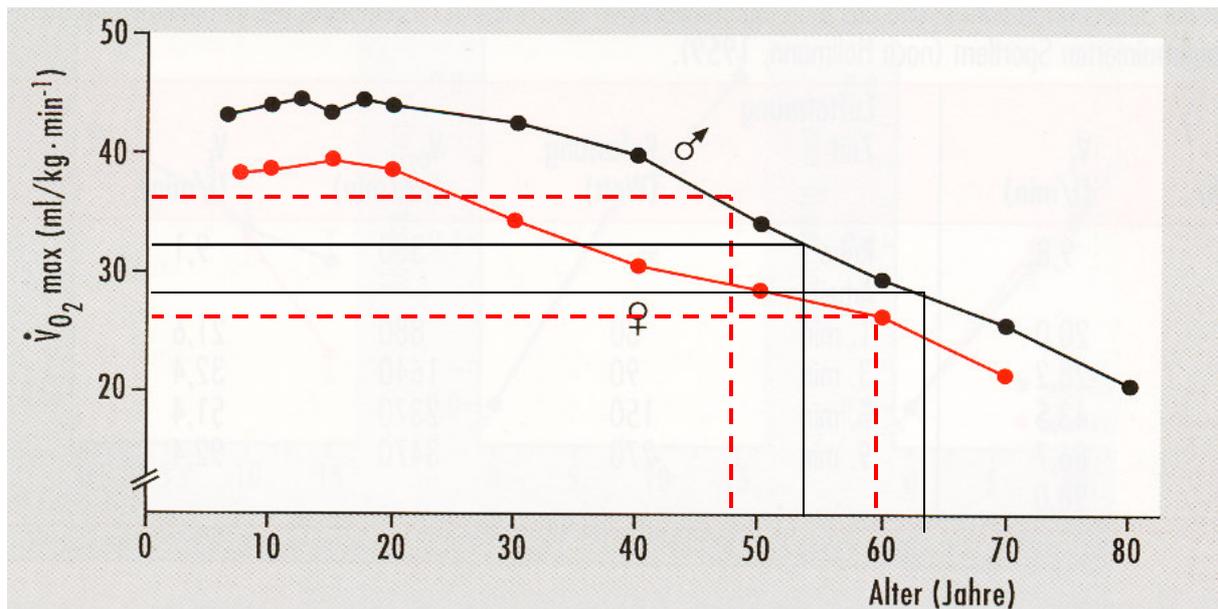


Abb. 106: Die relative maximale Sauerstoffaufnahme (maximale O₂-Aufnahme in ml · min⁻¹ · kg⁻¹ STPD) männlicher und weiblicher Personen vom 8. bis 80. Lebensjahr. (nach Hollmann 1963) (HOLLMANN, HETTINGER 2000)

Für die Gruppe MÄNNER 82/92 sieht das **Resultat für die Sauerstoffaufnahme entsprechend ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit besser aus**. Bei der **1. Untersuchung 1982** erreichen sie **93% des „Soll“-Wertes** (2280 ml · min⁻¹ STPD) mit absoluter O₂max von **2114 ml/min**. Bei der **2. Untersuchung 1982** steigern sie sich auf **96%** des zu erwartenden Wertes (2183 ml · min⁻¹ STPD) und nach **10-jähriger Trainingszeit (1992)** erreichen sie **100 % (1978 ml · min⁻¹ STPD)** des „Soll“-Wertes (1980 ml · min⁻¹ STPD).

Im Einzelnen betrachtet fällt besonders Proband Nr. 5 auf, dessen maximale Sauerstoffaufnahmefähigkeit von der 1. zur 2. Untersuchung 1982 bei gleicher Leistung von 1836 ml auf 2102 ml STPD steigt. Nach 10-jährigem Training kann er seine Gesamtleistung von 640 Wmin auf 800 Wmin steigern, was mit einer Erhöhung der maximalen Sauerstoffaufnahme auf 2524 ml STPD einhergeht. (Abb. 107)

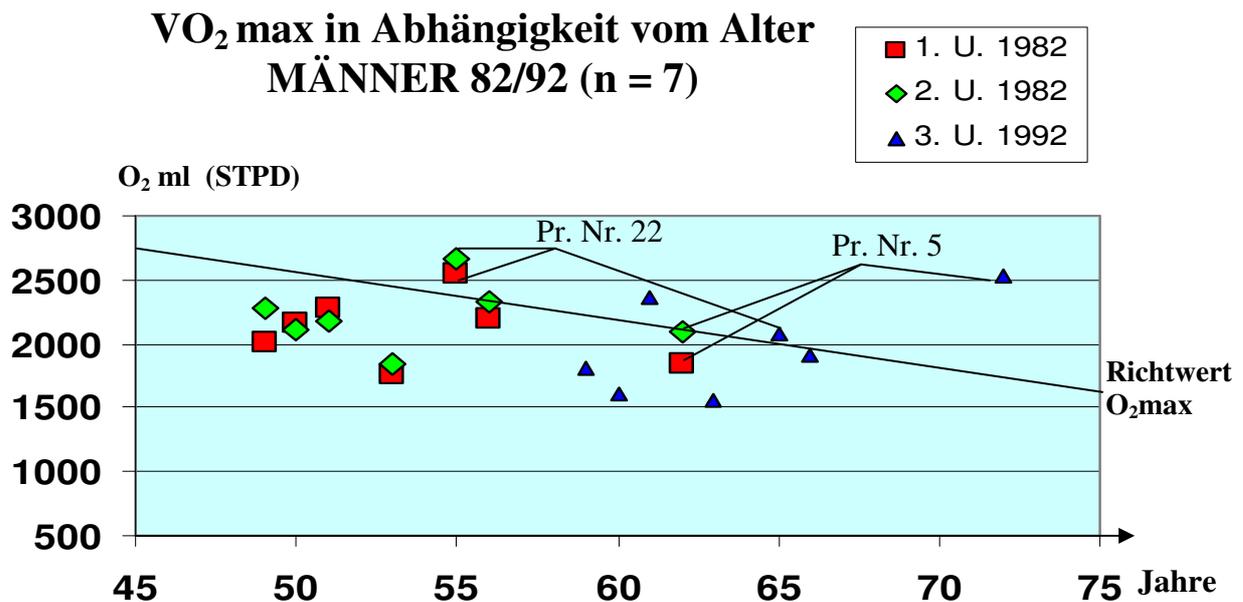


Abb. 107: Einzelwerte der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO₂max) der Gruppen MÄNNER 82/92 in Abhängigkeit vom Lebensalter bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der ½ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen und einer 10-jährigen Trainingszeit.

Proband Nr. 22, der bei den beiden ersten Untersuchungen eine Leistung von 2 ½ W/kg KG für 2 Minuten und bei der 3. Untersuchung 2 ½ W/kg KG für 1 Minute und damit relativ gesehen die höchste Leistung der Gruppe MÄNNER 82/92 erbracht hat, liegt mit seiner maximalen absoluten Sauerstoffaufnahme bei allen drei Untersuchungen über der Norm.

Bei der **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme** erreichen die MÄNNER 82/92 bei der **1. Untersuchung 1982** mit mittleren **27,1 ml/kg · min⁻¹** nur **89%** des „Soll“-Wertes (30,4 ml/kg · min⁻¹) und bei der **2. Untersuchung** mit durchschnittlich **28,0 ml/kg · min⁻¹** **92%**. Im Untersuchungsjahr **1992** liegt der Maximalwert der relativen Sauerstoffaufnahme der Gruppe MÄNNER 82/92 mit **96%** (**25,4 ml/kg · min⁻¹**) dem **zu erwartenden Wert (26,4 ml/kg · min⁻¹)** am nächsten.

7.4.2 Sauerstoffpuls

Unter Sauerstoffpuls versteht man die Menge O_2 , die in der Zeit einer ganzen Herzaktion (Systole + Diastole) aufgenommen wird. Der Sauerstoffpuls ist abhängig von der Größe des Schlagvolumens und der arteriovenösen O_2 -Differenz des Blutes. Die Bestimmung der Relation von Sauerstoffaufnahme und Herzschlagfrequenz in bestimmter Zeit während der Leistung ermöglicht deshalb Rückschlüsse auf die kardiale, pulmonale und körperliche Leistungsbreite.

Der Durchschnittswert des maximalen Sauerstoffpulses beträgt bei 20- bis 40-jährigen gesunden untrainierten Männern 15 ± 1 ml und bei gleichaltrigen Frauen 10 ± 1 ml. Mit fortschreitendem Alter nimmt der maximale O_2 -Puls um 1 bis 2 ml pro Lebensjahrzehnt ab. Ein reduzierter Sauerstoffpuls (unterhalb der Kurve der doppelten negativen Standardabweichung) kann schon bei relativ kleiner, submaximaler Leistung einen Hinweis auf eine Verminderung der kardialen Volumenleistung und damit eine Herzerkrankung geben (MELLEROWICZ 1979).

Wie eine Präventionssportstudie des Lehrstuhls für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen zeigt, reichen aber schon wenige Wochen regelmäßiger sportlicher Betätigung aus, um den O_2 -Puls deutlich zu steigern (KLOBUT, SCHNORR, MEDAU, NOWACKI 1994).

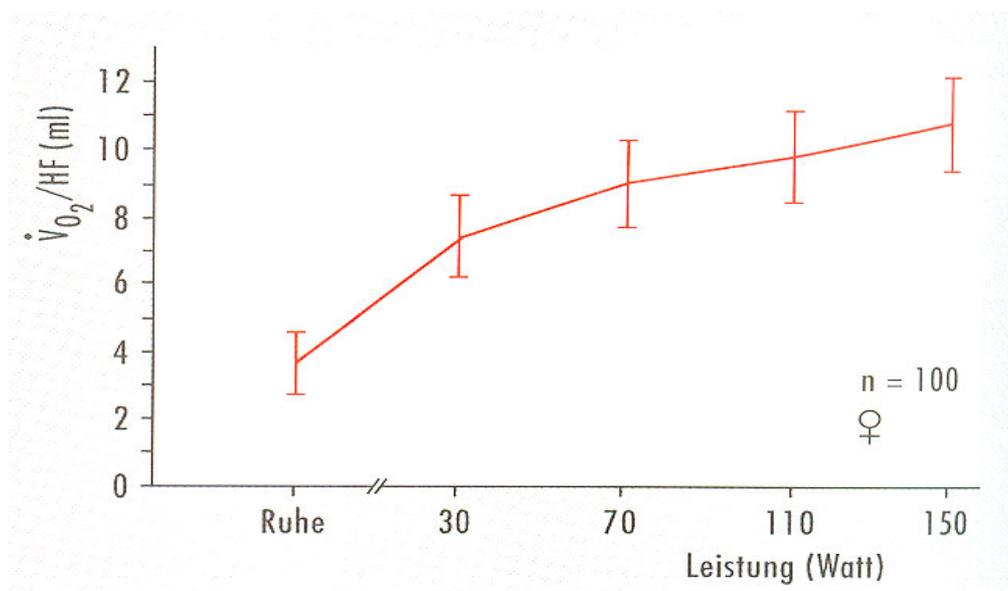


Abb. 108: Der Sauerstoffpuls (VO_2/HF) weiblicher Personen des dritten Lebensjahrzehnts bei ansteigender Fahrradergometrie (Standardtest nach Hollmann u. Venrath) (HOLLMANN 2001)

Insgesamt liegen die Durchschnittswerte des **Sauerstoffpulses aller 3 Untersuchungen der Gruppe FRAUEN 82/92 unter dem von HOLLMANN et al. dargestellten Verlauf** des Sauerstoffpulses weiblicher Personen des 3. Lebensjahrzehnts.

Betrachtet man den Verlauf der O₂-Puls-Leistungskurven im submaximalen Bereich, so fällt auf, dass die Gruppe FRAUEN 82/92 bei der 2. Untersuchung nach 8-monatigem Training bei relativ gleichen Leistungen sowohl eine erniedrigte Herzfrequenz, als auch eine erniedrigte absolute Sauerstoffaufnahme und somit einen erniedrigten Sauerstoffpuls aufweisen. Außerdem ist der Belastungsblutdruck bei der 2. Untersuchung deutlich erniedrigt. **Eine Reduzierung der Herzfrequenz und Blutdrucksenkung weisen auf eine Ökonomisierung der Herzarbeit hin, die eine Abnahme des Sauerstoffbedarfs zur Folge hat (APPELL et al. 2001).**

Damit lässt sich teilweise die Reduzierung des Sauerstoffpulses bei der 2. Untersuchung erklären. Möglicherweise kann die **reduzierte Sauerstoffaufnahme** auch auf eine **ökonomischer** Muskelarbeit zurückzuführen sein, denn die insgesamt leicht gestiegene körperliche Leistungsfähigkeit (s. Kap. 7.1) spricht gegen eine Verschlechterung der kardio-pulmonalen Leistungsfähigkeit.

Der etwas **höhere Verlauf der Sauerstoffpuls-Leistungskurve nach 10-jähriger Trainingszeit** geht auf eine **weitere Reduzierung der Herzfrequenz mit fortschreitendem Alter, aber nahezu gleich bleibender absoluter Sauerstoffaufnahme**, zurück.

Betrachtet man den maximalen Sauerstoffpuls der 9 Probandinnen im Einzelnen (Abb. 109), so kann bei 4 Probandinnen ein Anstieg des Maximalwertes von der 1. zur 2. Untersuchung verzeichnet werden, eine Probandin hält das Niveau der 1. Untersuchung und 4 Probandinnen erreichen einen niedrigeren maximalen Sauerstoffpuls.

Bei der 3. Untersuchung im Jahr 1992 ist das Verhalten des maximalen Sauerstoffpulses von den Probandinnen Nr. 8, 9 und 20 besonders auffällig. Bei Probandin Nr. 20 liegt der Anstieg des max. O₂-Pulses von der 1. zur 2. Untersuchung an der in Kap. 7.1 beschriebenen starken Senkung der maximalen Herzfrequenz (HFmax 115 · min⁻¹) durch die Einnahme von Beloc. Bei der 3. Untersuchung 1992 dagegen erreicht die Probandin wieder eine höhere maximale Hf von 136 · min⁻¹ bei weiter reduzierter absoluter maximaler Sauerstoffaufnahme, was zu einem um 31% reduzierten Sauerstoffpuls führt.

Die Probandinnen Nr. 8 und 9 verzeichnen dagegen nach einem reduzierten O_2 -Puls bei der 2. Untersuchung einen deutlichen Anstieg des maximalen Sauerstoffpulses bei der 3. Untersuchung, der sogar über den Ausgangswert der 1. Untersuchung hinausgeht. Bei Probandin Nr. 8 ist dies auf ihre bei der 3. Untersuchung individuell höchste absolute Sauerstoffaufnahme zurückzuführen, die einhergeht mit einer reduzierten maximalen Hf.

Bei Probandin Nr. 9 ist der höhere Wert des max. O_2 -Pulses im Jahr 1992 auf eine starke Absenkung der maximalen Hf ($HF_{max} 112 \cdot \text{min}^{-1}$) in Folge medikamentöser Behandlung ihrer Hypertonie zurückzuführen.

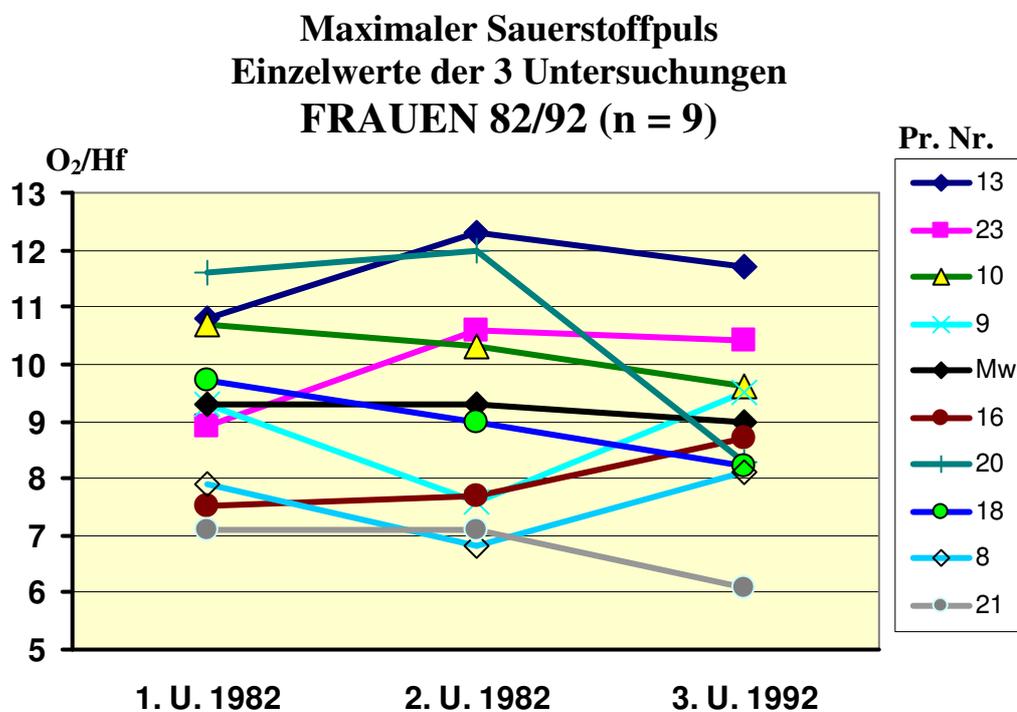


Abb. 109: Einzelwerte und Mittelwert des maximalen Sauerpulses (O_2/Hf) der Gruppen FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen und einer 10-jährigen Trainingszeit.

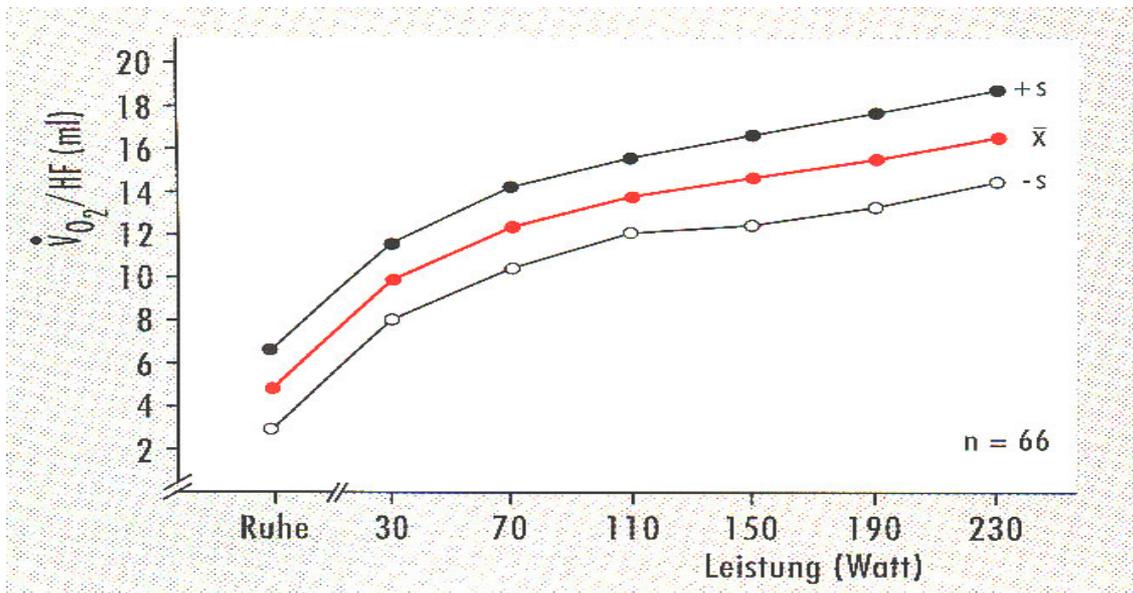


Abb. 110: Das Verhalten des Sauerstoffpulses ($\dot{V}O_2/HF$) männlicher Personen bei ansteigender Fahrradergometrie (Standardtest nach Hollmann, Venrath zit. bei HOLLMANN 2001)

Das durchschnittliche Verhalten der Sauerstoffpuls-Leistungskurve der Gruppe MÄNNER 82/92 liegt bei allen drei Untersuchungen unter den von HOLLMANN et al. ermittelten Werten. Von der 1. zur 2. Untersuchung nach 8-monatigem Training lässt sich kaum eine Veränderung im Verhalten des Sauerstoffpulses feststellen. Nach 10-jähriger Trainingszeit liegt der O_2 -Puls während ansteigender Belastung deutlich höher als bei den ersten beiden Untersuchungen, was auf eine deutlich reduzierte Herzfrequenz bei nahezu unveränderter absoluter Sauerstoffaufnahme zurückzuführen ist.

Betrachtet man die Maximalwerte des O_2 -Pulses im Einzelnen (Abb. 111), so zeigt sich bei allen Probanden, mit Ausnahme von Proband Nr. 15 (s. Kap. 7.1), ein Anstieg des Maximalwertes nach 8-monatigem Training. Nach 10-jähriger Trainingszeit fallen die Maximalwerte von drei der sieben Probanden unter das Niveau der 1. Untersuchung 1982, während bei den übrigen vier Probanden der maximale O_2 -Puls weiter steigt. Besonders auffällig ist dabei der Kurvenverlauf des max. O_2 -Pulses von Proband Nr. 5, dessen Werte von der 1. zur 3. Untersuchung von 13,1 ml/Hf um 37% auf 18,0 ml/Hf steigen. Diese Steigerung des maximalen Sauerstoffpulses ist bei ihm im Wesentlichen auf eine Steigerung der Gesamtleistung, einhergehend mit einer höheren absoluten Sauerstoffaufnahme bei gleich bleibender maximaler Herzfrequenz, zurückzuführen.

**Maximaler Sauerstoffpuls
Einzelwerte der 3 Untersuchungen
MÄNNER 82/92 (n = 7)**

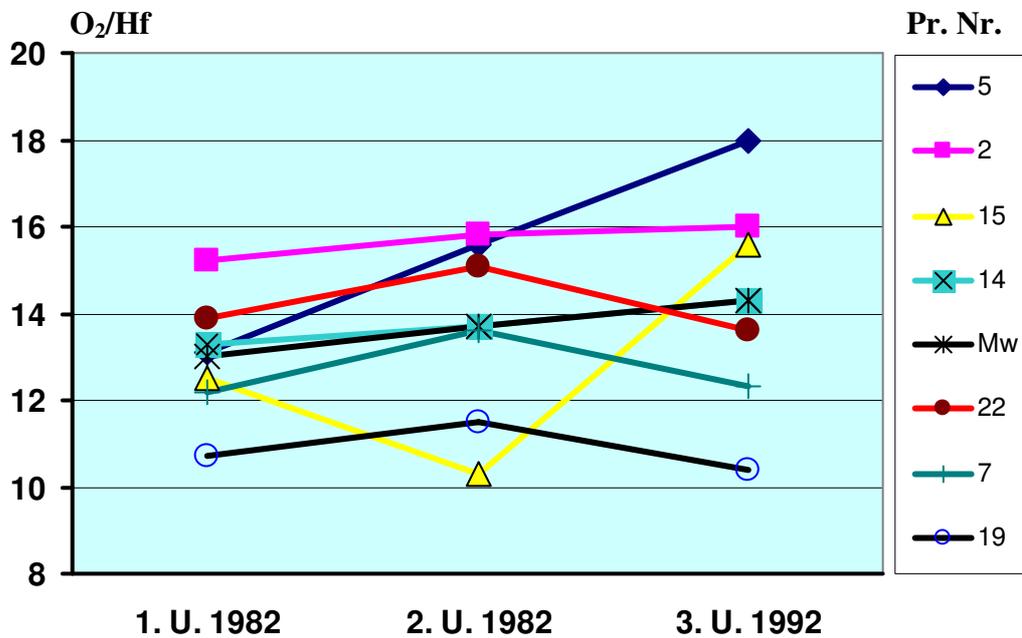


Abb. 111: Einzelwerte und Mittelwert des maximalen Sauerpulses (O_2/Hf) der Gruppen MÄNNER 82/84 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor und nach einer 8-monatigen und einer 10-jährigen Trainingszeit. (Die Einzelwerte von Pr. Nr. 14 und der Mittelwert der Gruppe fallen bei der 2. und 3. Untersuchung zusammen).

7.4.3 Atemäquivalent

Das Atemäquivalent gibt Einblick in die Ökonomie der Atmung. Je kleiner sein Wert, d. h. je weniger Luft zur Aufnahme von $1 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$ erforderlich ist, um so ökonomischer ist die Atmung. Die Größe des $\text{A}\ddot{\text{A}}$ ist abhängig von konstitutionellen Faktoren, besonders der morphologischen Beschaffenheit des Atemapparates, Alter, Geschlecht und insbesondere von der Ventilationsökonomie. Das Atemäquivalent fällt zunächst bei ansteigenden submaximalen Leistungen bis zu einem Minimum ab. Dieser Abfall ist abhängig vom Trainingszustand des kardio-pulmonalen System. Speziell bei Ausdauertrainierten kann in den ersten Belastungsminuten ein Abfall bis auf $\text{A}\ddot{\text{A}}$ - Werte von 17 – 20 beobachtet werden. (NOWACKI 1979)

Betrachtet man die Leistungskurve des Atemäquivalents der Gruppe FRAUEN 82/92, so fällt eine deutliche Ökonomisierung der Atmung nach 8-monatigem Training auf, wobei sich der Tiefpunkt der Kurve von der 3. Belastungsminute bei der 1. Untersuchung ($27,5 \pm 1,9$) auf die 4. Belastungsminute bei der 2. Untersuchung ($26,2 \pm 1,6$) verschiebt. Erwartungsgemäß verschlechtert sich die Atmungsökonomie mit fortschreitendem Alter, was nach dem 10-jährigen Untersuchungszeitraum zu höheren $\text{A}\ddot{\text{A}}$ - Werten ($28,2 \pm 1,2$ in der 4. Bel.min.) führt. Der extrem ungünstige Wert im Vorstartzustand bei der 3. Untersuchung im Jahr 1992 ist aber eher psychologisch zu erklären. Besonders den Probandinnen Nr. 16 und 20 war das Anlegen der Gesichts-Atemmaske unangenehm, da sie sich an Kriegssituationen erinnert fühlten. Dies führte bei ihnen zu einer sehr flachen Atmung ($\text{A}\ddot{\text{A}}$ im Vorstart von 67,3 bzw. 63,7), die sich aber mit zunehmender Belastung legte. Außerdem ist die Registrierung der Atemwerte von Pr. Nr. 16 bei der 3. Untersuchung nur bedingt verwertbar, da sie durch gelegentliches Husten, was in der Erholungsphase zum dauerhaften Reizhusten wurde, beeinträchtigt war.

Bei der Gruppe MÄNNER 82/92 kann nach 8-monatigem Training keine Ökonomisierung der Atemwerte festgestellt werden. Allerdings liegen ihre durchschnittlichen Vorstart- und Belastungswerte etwas unter denen der Frauen, wobei aber kein deutlicher geschlechtsspezifischer Unterschied zu erkennen ist. (Abb.112).

Auch bei ihnen ist eine altersbedingte Zunahme der $\text{A}\ddot{\text{A}}$ - Werte nach 10 Jahren zu verzeichnen.

Beide Gruppen zeigen bei allen 3 Untersuchungen unter Ausbelastung $\text{A}\ddot{\text{A}}$ - Werte von etwas über 30, was nach NOWACKI 1979 als Zeichen für den Erschöpfungspunkt gilt.

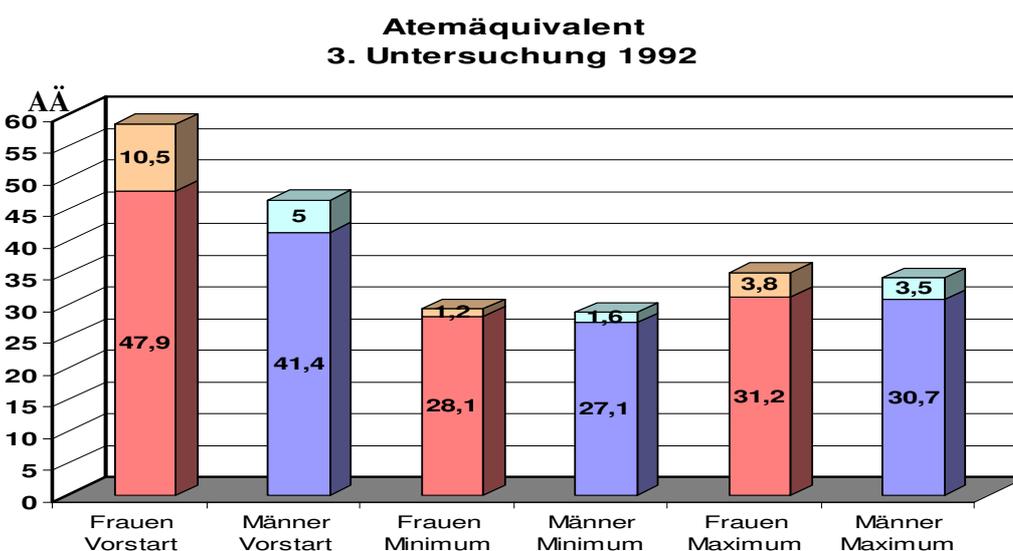
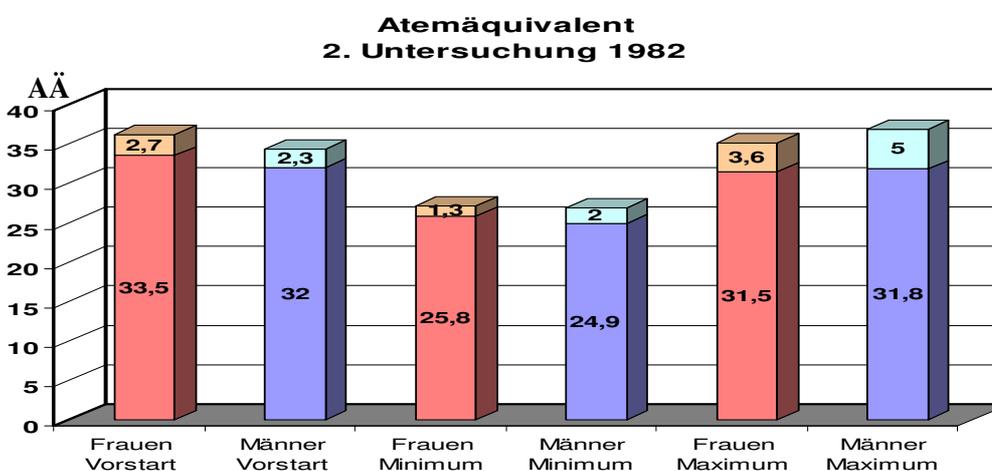
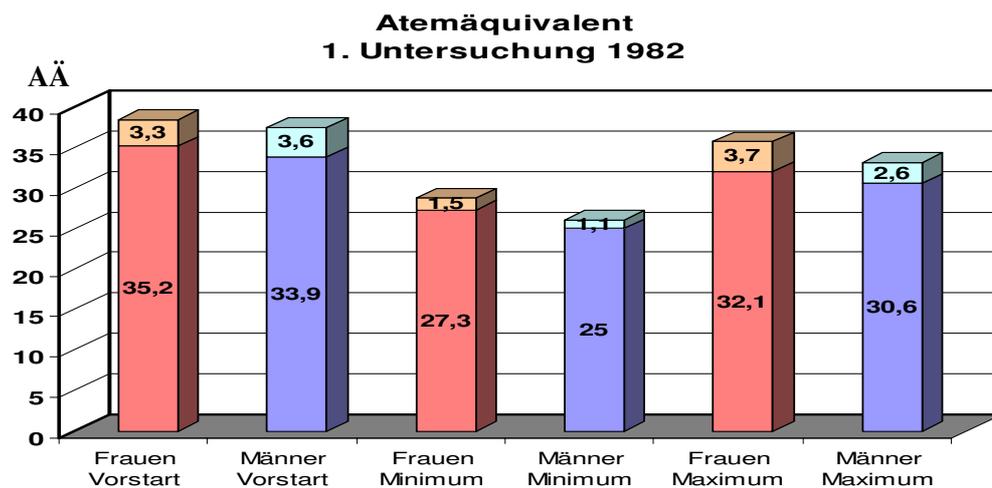


Abb. 112: Verhalten der Atemäquivalentwerte mit Mittelwerten und Standardabweichungen der 1., 2. und 3. Untersuchung der Gruppen FRAUEN 82/92 (n = 9) und MÄNNER 82/92 (n = 7) im Vergleich - im Vorstart, im Moment der ökonomischsten Atmung (Minimum) und bei Ausbelastung (Maximum) bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der 1/2 W/kg KG-Methode.

7.4.4 Ventilations-RQ

Der Ventilations-Respiratorische Quotient gilt bei spiroergometrischen Untersuchungen als Ausbelastungskriterium und berechnet sich als Quotient aus CO_2 -Abgabe und O_2 -Aufnahme. Bei Untersuchungsbeginn, nach dem Anschließen der Apparaturen, neigen die meisten Probanden zur psychisch bedingten Hyperventilation. Die spiroergometrische Belastungsuntersuchung sollte erst beginnen, wenn die CO_2 -Ausscheidung wieder auf einen RQ zwischen 0,80 und 0,90 abgesunken ist. Mit Beginn der Arbeit kommt es trotz vermehrter CO_2 -Ausscheidung zu einem Absinken des RQ. Mit steigender Leistung steigt der RQ. Die Schnelligkeit dieses Anstieges ist abhängig von der Größe der Leistung, vom Alter, vom Geschlecht und vom Trainingszustand der Vp. Ein Ansteigen des RQ auf den Wert 1 erweist sich als ein brauchbares Kriterium für eine bestimmte körperliche Grenzleistung. Untrainierte brechen Belastungen meist schon bei RQ – Werten von 0,95 – 0,98 ab, da sie Belastungen bis zur Erschöpfung nicht gewohnt sind. (NOWACKI 1979)

Ventilations-RQ 1. Untersuchung FRAUEN 82/92 (n = 9)

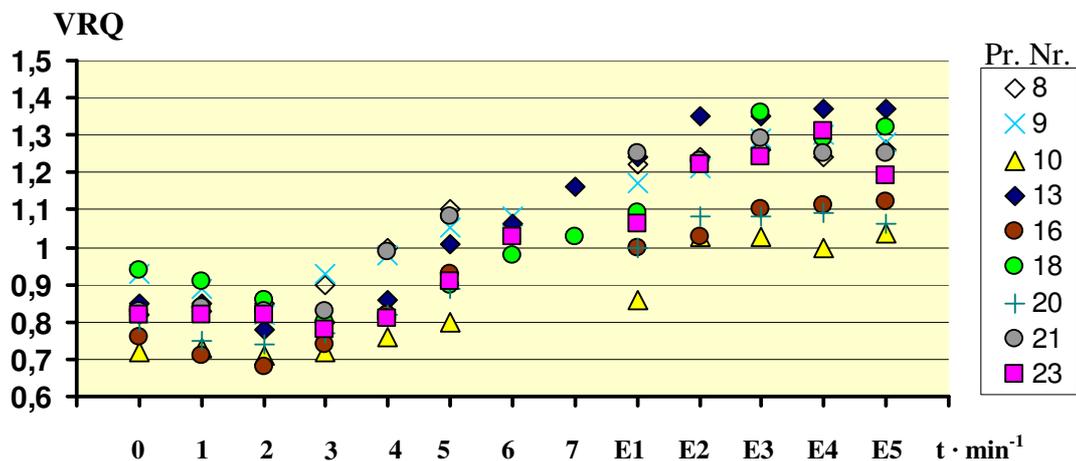


Abb. 113: Verhalten des Ventilations-RQ (VRQ) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor Aufnahme des Trainings in der Seniorensportgruppe Wettengel.

Bei der 1. Untersuchung 1982 erreichen nur die Probandinnen 10, 16 und 20 den RQ - Wert von 1,0 unter Belastung nicht. Alle übrigen überschritten diesen Grenzwert zum Teil sogar deutlich. (Abb. 113)

Bei der 2. Untersuchung 1982 nach 8-monatigem Training erreichen nur 3 Probandinnen (Nr. 13, 18 und 21) einen RQ – Wert von über 1,0. Fünf Probandinnen beenden die Belastungsphase mit RQ- Werten von 0,95 bis 0,98 und Pr. Nr. 20 erreicht nur den Wert von 0,93. Daraus lässt sich schließen, dass die Probandinnen noch über Leistungsreserven verfügten, auf die nicht zurückgegriffen wurde. Möglicherweise hätten sie mit entsprechend motivierender Unterstützung noch mehr Leistung erbringen können. (Abb. 114)

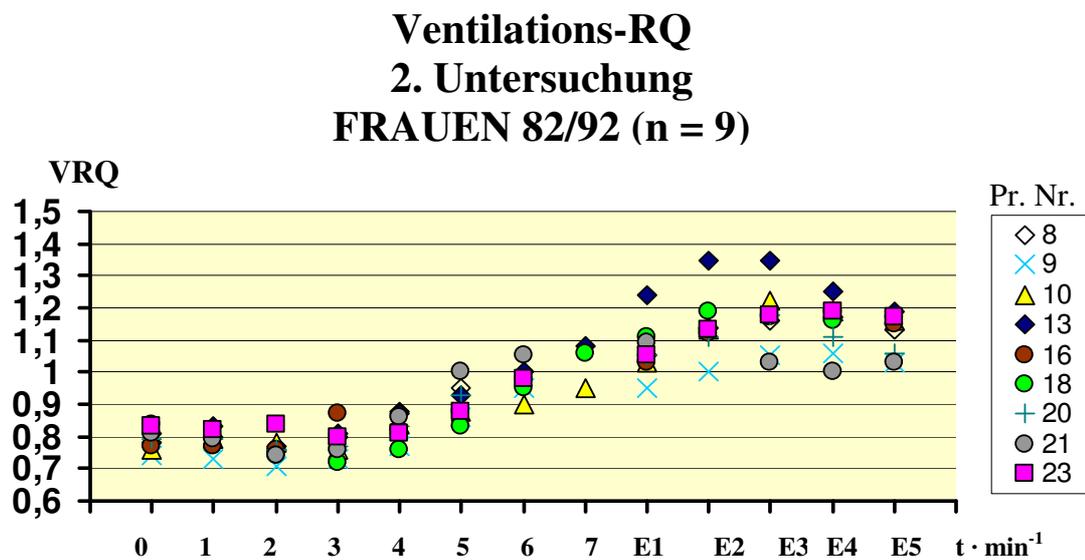


Abb. 114: Verhalten des Ventilations-RQ (VRQ) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode nach einer 8-monatigen Trainingsperiode.

Bei der 3. Untersuchung im Jahr 1992 erreichen bzw. überschreiten 4 der 9 Probandinnen unter Ausbelastung den RQ – Wert von 1,0, während die Probandinnen Nr. 16, 21 und 23 deutlich unter dieser Grenze liegen.

Auffällig ist das Verhalten des VRQ von Probandin Nr. 16. Bei ihr wird die Hyperventilation zu Beginn der Belastungsuntersuchung deutlich. Eigentlich hätte die Belastungsphase zu diesem Zeitpunkt noch nicht beginnen dürfen, zeitliche und technische Erfordernisse haben aber eine weitere Verzögerung nicht erlaubt. Die Probandin hatte einerseits psychische

Probleme mit der Atemmaske und litt unter wiederholtem Hustenreiz. Daher sind ihre Atmungsparameter auch nur sehr bedingt aussagekräftig. (Abb. 115)

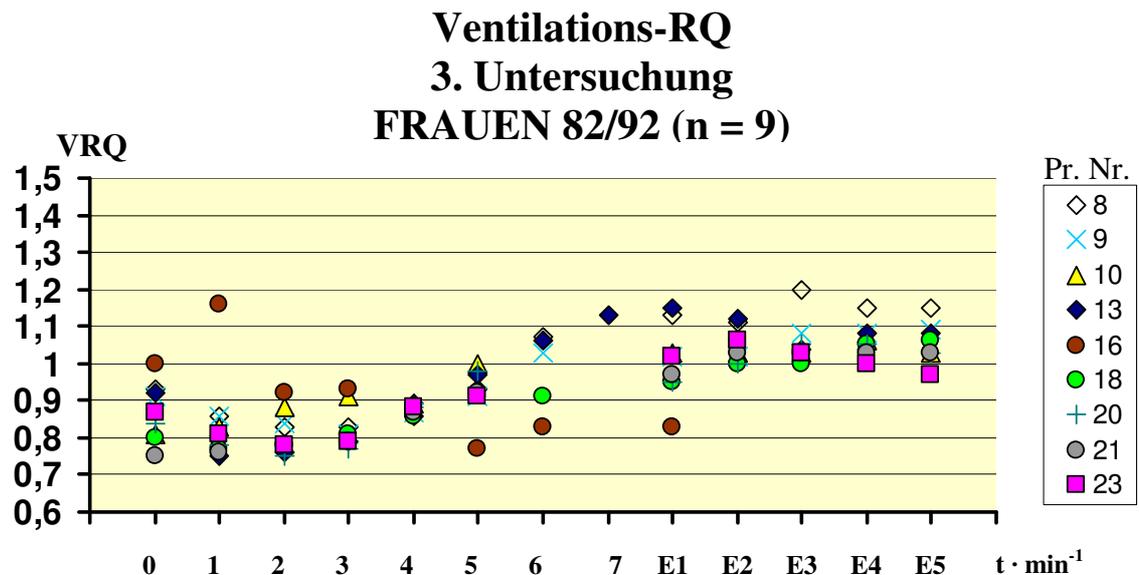


Abb. 115: Verhalten des Ventilations-RQ (VRQ) der Gruppe FRAUEN 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode nach einer 10-jährigen Trainingszeit.

Insgesamt kann auch für die 3. Untersuchung 1992 gesagt werden, dass nicht alle kardiorespiratorischen Leistungsreserven der Probandinnen ausgeschöpft wurden. Bei älteren Menschen sind aber häufiger als bei jüngeren degenerative Veränderungen im Haltungs- und Bewegungsapparat Ursache für verminderte Leistungsfähigkeit und nicht ausschließlich konditionellen Faktoren.

Bei der Gruppe MÄNNER 82/92 haben alle Probanden bei der 1. Untersuchung 1982 den Grenzwert des RQ von 1,0 in der letzten Belastungsminute überschritten. Das ist einerseits ein deutlicher Hinweis für erschöpfende Arbeit, andererseits bestätigen diese Werte die Aussage von Kap. 7.1, nämlich, dass die Männer wesentlich leistungsorientierter waren als die Frauen. (Abb. 116)

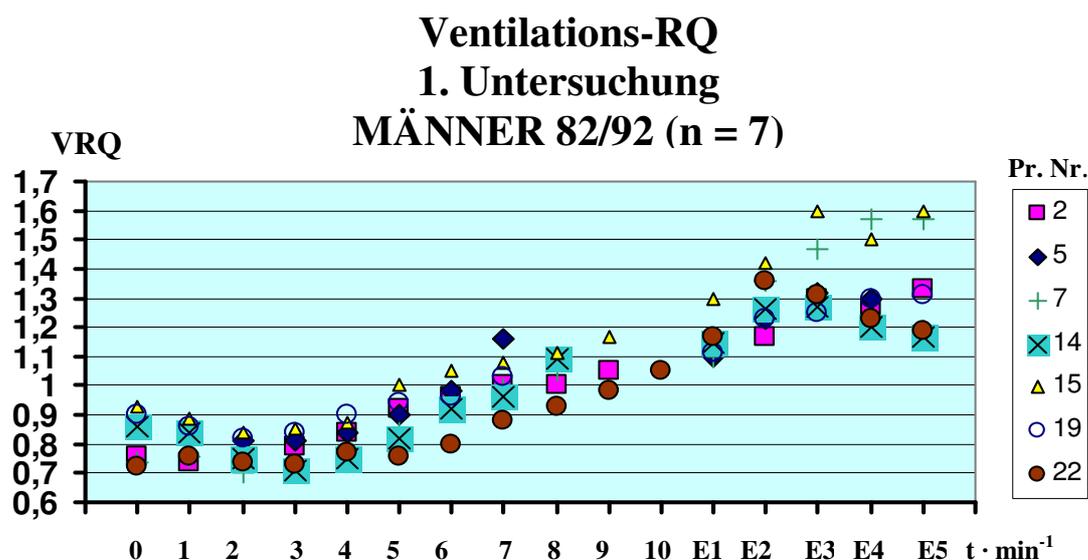


Abb. 116: Verhalten des Ventilations-RQ (VRQ) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode vor Aufnahme des Trainings in der Seniorensportgruppe Wettberg.

Trotz gleicher bzw. leicht verbesserter Leistung nach 8-montigem Training liegen die VRQ – Werte in der letzten Belastungsminute bei der 2. Untersuchung 1982 bei den Probanden Nr. 5, 7, 14 und 19 deutlich niedriger als bei der 1. Untersuchung. Dieses Ergebnis lässt auf eine ökonomischere Atmung schließen. (Abb. 117)

Auffällig ist das Verhalten des Ventilations – RQ von Proband Nr. 15, der in der letzten Belastungsminute einen RQ von 1,47 erreicht und damit stark „überzogen“ war. Als Folge dieser Überlastung erlitt der Proband in der Erholungsphase nahezu einen Kreislaufzusammenbruch mit Blutdruckwerten von 90 : 60 mmHg.

Ventilations-RQ 2. Untersuchung MÄNNER 82/92 (n = 7)

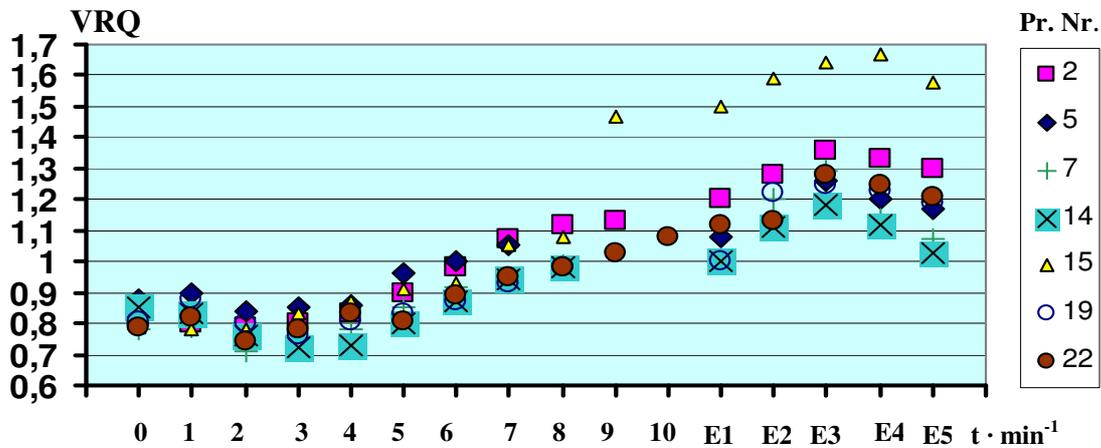


Abb. 117: Verhalten des Ventilations-RQ (VRQ) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode nach einer 8-monatigen Trainingsperiode.

Bei der 3. Untersuchung 1992 haben alle Probanden - mit Ausnahme von Proband Nr. 15, der die Belastungsphase wegen auftretender Extrasystolen vorzeitig beenden musste - einen RQ-Wert von über 1,0 erreicht und können somit als erschöpfend belastet betrachtet werden..

Ventilations-RQ 3. Untersuchung MÄNNER 82/92 (n = 7)

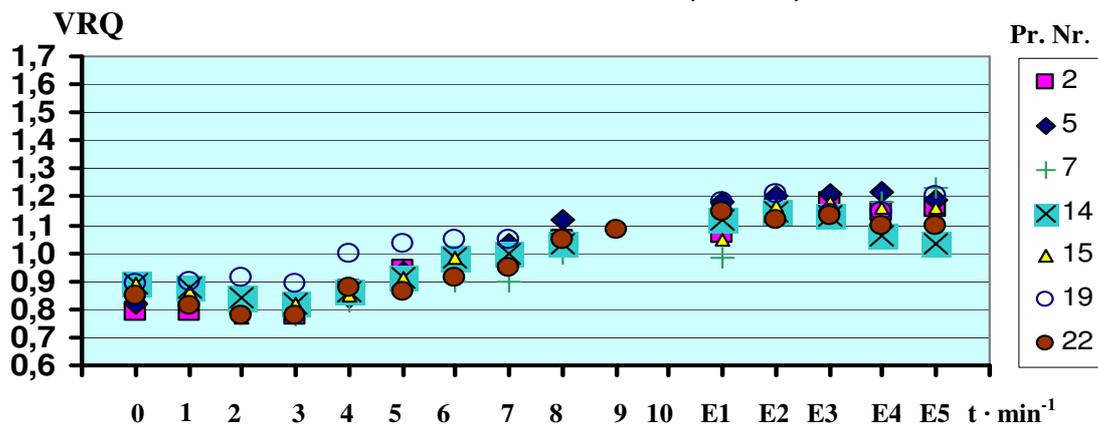


Abb. 118: Verhalten des Ventilations-RQ (VRQ) der Gruppe MÄNNER 82/92 bei erschöpfender Fahrradspiroergometrie im Sitzen nach der $\frac{1}{2}$ W/kg KG-Methode nach einer 10-jährigen Trainingszeit.

8 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSS

Aus der anfangs zum Zwecke der Erstellung einer wissenschaftlichen Hausarbeit im Rahmen der 1. Staatsprüfung durchgeführten spiroergometrischen Leistungsdiagnose im Frühjahr und Herbst 1982 von Probandinnen und Probanden der Seniorensportgruppe Wettenberg entwickelte sich über 10 bzw. 22 Jahre hinweg eine sportmedizinische Langzeitstudie, die zum Ziel hat, die körperliche, kardiozirkulatorische und kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit dieser Seniorinnen und Senioren zu ermitteln, zu dokumentieren und mit den Ergebnissen anderer Autoren zu vergleichen.

Im Januar 1982 wurde auf Initiative von Prof. Dr. NOWACKI die Seniorensportgruppe Wettenberg gegründet, der im 1. Jahr ihres Bestehens 32 Frauen und 14 Männer im Alter von 49 bis 72 Jahren angehörten und eine Teilnehmerin im Alter von 31 Jahren.

Ziel des Sportangebots, das Gymnastik, Laufen, Spiel und Tanz beinhaltete und regelmäßig einmal pro Woche für 90 Minuten stattfand, war es, den Teilnehmerinnen und Teilnehmern, die größtenteils sportliche „Neuanfänger“ oder „Wiedereinsteiger“ waren, einen Ausgleich zum Alltag und ein Angebot zur sportlich aktiven Freizeitgestaltung zu machen.

Das Übungsprogramm zielte auf eine Verbesserung der Ausdauer, Kraft, Flexibilität, Koordination und Geschicklichkeit ab, wobei die Trainingsintensität den Möglichkeiten der Aktiven angepasst wurde.

Für den ersten Abschnitt der Langzeitstudie von 10 Jahren konnten für diese Arbeit spiroergometrische Leistungsdiagnosen mit 9 Frauen (Gruppe FRAUEN 82/92) und 7 Männer (Gruppe MÄNNER 82/92) der Seniorensportgruppe Wettenberg durchgeführt werden. Sie wurden zu Beginn des Jahres 1982 und nach ca. 8-monatigem Training im Herbst 1982 und im Frühjahr 1992 durchgeführt.

Für die 22-jährige Langzeitstudie war es noch möglich, die körperliche und kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit von 4 Frauen (Gruppe FRAUEN 82/92/04) und 5 Männern (Gruppe MÄNNER 82/04) der ersten Untersuchungsgruppe von 1982 mittels ausbelastender Fahrradergometrie zu ermitteln.

Außerdem wurden die Untersuchungsergebnisse zweier Probandinnen aus den Jahren 1992 und 2004 zusammen mit den Ergebnissen der 4 Probandinnen der Gruppe FRAUEN 82/92/04 als Gruppe FRAUEN 92/04 für diesen 12-jährigen Untersuchungszeitraum dargestellt.

Alle 4 Leistungsdiagnosen basierten auf Fahrradergometerarbeit im Sitzen in ansteigenden Wattstufen nach der körperrgewichtbezogenen Belastungsmethode von $\frac{1}{2}$ W/kg Körpergewicht mit einer alle 2 Minuten um die Ausgangswattstufe steigenden Wattzahl bis zum Auftreten subjektiver oder objektiver Abbruchkriterien.

Als **Auswirkungen der 8-monatigen, 10-jährigen und 22-jährigen Trainingszeit** auf die **körperliche, kardiozirkulatorische und kardiorespiratorische Leistungsfähigkeit** der Gruppen **FRAUEN 82/92, FRAUEN 82/92/04 und MÄNNER 82/92, sowie MÄNNER 82/04** können **folgende Ergebnisse** festgehalten werden:

1. Die **FRAUEN 82/92**, die im Jahr 1982 durchschnittlich 49 Jahre alt waren, können, was ihre **körperliche Leistungsfähigkeit** anbelangt, für den **gesamten Untersuchungszeitraum**, trotz eines leichten Anstiegs ihrer Gesamtarbeit nach 8-monatigem Training als „**leistungsschwach**“ bezeichnet werden. Ihre **Leistung lag etwa bei 75% der zu erwartenden Leistungsfähigkeit von Frauen ihres Alters**. Trotz absolut gesehen sinkender Leistungsfähigkeit über den **10-jährigen Untersuchungszeitraum** hinweg konnten sie sich aber **dank des Trainings auf 81% der zu erwartenden Leistungsfähigkeit von 59-jährigen Frauen verbessern**.

Für die Gruppe **FRAUEN 82/92/04** sehen die Ergebnisse der **körperlichen Leistungsfähigkeit geringfügig besser** aus (82% im Jahr 82, 85% im Jahr 92), über den **22-jährigen Untersuchungszeitraum** hinweg erlangten sie eine Leistungsfähigkeit von **95%** der für **76-jährige Frauen zu erwartenden Leistung**.

Die untersuchten **männlichen Probanden**, die im Jahr 1982 durchschnittlich 54 Jahre alt waren, erreichten schon **bei Eintritt in die Seniorensportgruppe Wettenberg ca. 95% der zu erwartenden Leistung**. Damit können sie als „**normal untrainiert**“ bezeichnet werden. Sie konnten ihre körperliche Leistungsfähigkeit aber, genauso wie die Frauen, trotz leicht gestiegener Gesamtarbeit **nach 8-monatigem Training nicht verbessern**.

Wenn man die Resultate von Proband Nr. 15, der bei der 3. Untersuchung 1992 wegen auftretender Extrasystolen vorzeitig die Belastung abbrechen musste, unberücksichtigt

lässt, so konnten die Männer dank des kontinuierlichen Trainings ihre **körperliche Leistungsfähigkeit im Laufe der 10 Jahre auf 110% der Soll-Leistung für 64-jährige Männer erhöhen.**

Noch deutlicher ist der Trainingseffekt über den **22-jährigen Untersuchungszeitraum** hinweg bei der Gruppe **MÄNNER 82/04**, die ihre körperliche Leistungsfähigkeit von **95% der zu erwartenden Leistung für 53-jährige Männer im Jahr 1982 auf 127% (75-jährig) im Jahr 2004 verbessern konnten.**

2. Im Bereich der **kardiozirkulatorischen Leistungsfähigkeit** zeigte sich für die Gruppe **FRAUEN 82/92** eine **leichte Ökonomisierung der Herzarbeit nach 8-monatigem Training** im submaximalen Belastungsbereich durch Absenkung der mittleren Herzfrequenz bei gleicher Leistung.

Die durchschnittliche maximale Hf lag bei allen 3 Untersuchungen im unteren Bereich der Norm. Im Mittel konnte auch die maximale Herzfrequenzreserve über die Untersuchungsjahre hinweg nicht erhöht werden.

Das Gleiche gilt für die Gruppe **FRAUEN 82/92/04**, wobei aber das Verhalten der Herzfrequenz unter Belastung bei der **ältesten Probandin** (im 22-jährigen Untersuchungszeitraum 63 bis 85 Jahre alt) deutlich positive Tendenzen zeigte. Bei ihr konnte eine sichtbare **Ökonomisierung der Herzarbeit nach 8-monatigem Training** festgestellt werden und sie erreichte im **Alter von 85 Jahren** eine **maximale Hf von $155 \cdot \text{min}^{-1}$** , was **über dem oberen Grenzwert des Normbereichs** liegt.

Bei der Gruppe **MÄNNER 82/92** und **MÄNNER 82/04** zeigte sich eine **Ökonomisierung der Herzarbeit nach 8-monatigem Training** mit einer Absenkung der mittleren Hf bei gleicher Leistung im submaximalen Belastungsbereich und einer **Steigerung der Herzfrequenzreserve von 80 auf $87 \cdot \text{min}^{-1}$.**

Nach **10-jährigem Training** (ohne die Werte von Pr. Nr. 15) **sank** die durchschnittliche **maximale Hf um ca. 10%**, die **Herzfrequenzreserve** dagegen **nur um 5%**, was ebenfalls ein Indiz für eine **positive Auswirkung des Sporttreibens auf die Herzarbeit** darstellt.

Nach **22-jährigem Training** zeigte sich eine noch **deutlichere Verbesserung der Herzarbeit**. Im Gegensatz zur **maximalen Herzfrequenz**, die über die **22 Jahre um 14% gesunken** ist, ist die **maximale Herzfrequenzreserve** der Gruppe **MÄNNER 82/04** mit 77 Schlägen pro Minute **konstant geblieben**.

3. Insgesamt lassen sich **für alle Gruppen positive Tendenzen im Bereich des Ruhe- und Belastungsblutdruckverhaltens nach 8-monatigem Training beobachten**.

Bei der Gruppe **FRAUEN 82/92** sanken sowohl die mittleren **systolischen** als auch **diastolischen Blutdruckwerte** in **Ruhe** wie unter **Belastung** und in der **Erholungsphase** nach **8-monatigem Training** deutlich. Für die Gruppe **MÄNNER 82/92** gilt dies **nur** für die **diastolischen Blutdruckwerte**.

Nach **10-jährigem Training** wurden im **systolischen Bereich** bei beiden Gruppen **ähnliche Werte** erreicht wie **vor Trainingsaufnahme**, die **diastolischen Blutdruckwerte** lagen aber **niedriger** als im Frühjahr 1982. Der positive Effekt kann aber nicht eindeutig dem Training zugeordnet werden, da mehr Probandinnen und Probanden als 10 Jahre zuvor **Blutdruck senkende Mittel** eingenommen haben.

Nach **22-jähriger Trainingszeit** zeigten sich im Mittel sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern altersgemäß **erhöhte systolische**, aber gleichzeitig **erniedrigte diastolische Blutdruckwerte**.

Während man bei **2** der **4 Probandinnen** der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** nach **22-jährigem Training** von einer **Belastungshypertonie** sprechen kann, trifft dies für keinen der **5 Probanden** der Gruppe **MÄNNER 82/04** zu. Aber auch hier muss die Tatsache des Medikamenteneinflusses berücksichtigt werden.

4. Die **Vitalkapazität** und **Relative Sekundenkapazität** lagen fast ausschließlich im **Normbereich**, wobei sich das **langjährig Training** aber **positiv** auf die **forcierte Vitalkapazität** ausgewirkt hat.

Drei der vier **Probandinnen** der Gruppe **FRAUEN 82/92/04** und **drei** der fünf **Probanden** der Gruppe **MÄNNER 82/04** erreichten nach **22-jähriger Trainingszeit** zum Teil **deutlich über 100%** der für ihr Alter und ihre Größe zu erwartenden Vitalkapazität.

Zwischen der Größe der **Vitalkapazität** und dem **maximalen Atemminutenvolumen** konnte **kein Zusammenhang** festgestellt werden.

5. Die **kardiorespiratorischen Leistungsgrößen** wurden **nur bei den ersten 3 Untersuchungen** ermittelt.

Im Bereich der **maximalen absoluten** wie auch der **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme** lagen die Probandinnen der Gruppe **FRAUEN 82/92** bei **allen Untersuchungen deutlich (20 bis 28 %) unter dem zu erwartenden Niveau** für Frauen ihres Alters.

Bei der Gruppe **MÄNNER 82/92** ließ sich dagegen eine **positive Entwicklung** der **maximalen absoluten und relativen Sauerstoffaufnahme** feststellen. Sie **verbesserten** ihre **O₂max** von **93%** des „Soll“-Wertes bei der 1. Untersuchung 1982 über **96%** bei der 2. Untersuchung 1982 auf **100 %** nach 10-jähriger Trainingszeit im Jahr 1992.

Von der Tendenz her gleich, aber absolut gesehen etwas ungünstiger sind die Werte der **relativen Sauerstoffaufnahme** der Gruppe **MÄNNER 82/92**. Sie **verbesserten** sich von **89%** des „Soll“-Wertes der maximalen relativen Sauerstoffaufnahme über **92%** bei der 2. Untersuchung auf **96%** nach 10-jährigem Training.

6. Die **Sauerstoffpuls - Leistungskurven** der Gruppe **FRAUEN 82/92** lagen aufgrund der relativ geringen Sauerstoffaufnahme **unter dem zu erwartenden Niveau**. Lediglich bei der 3. Untersuchung nach 10-jährigem Training stieg die Sauerstoffpuls – Leistungskurve infolge einer deutlich verminderten Herzfrequenz – Leistungskurve etwas an.

Auch die **Sauerstoffpuls-Leistungskurven** der Gruppe **MÄNNER 82/92** lagen bei allen drei Untersuchungen unter den von HOLLMANN et al. 2000 **ermittelten Durchschnittswerten**. Aufgrund deutlich reduzierter Herzfrequenz bei nahezu unveränderter absoluter Sauerstoffaufnahme **stieg** die **Sauerstoffpuls-Leistungskurve nach 10-jährigem Training**.

7. Die Leistungskurve des **Atemäquivalents** der Gruppe **FRAUEN 82/92** verbesserte sich **nach 8-monatigem Training** als Zeichen der **Ökonomisierung der Atmung**. Mit **fortschreitendem Alter verschlechterte** sich die Atmungsökonomie mit entsprechend **höheren AÄ – Werten**.

Bei der Gruppe **MÄNNER 82/92** konnte **nach 8-monatigem Training keine Ökonomisierung der Atemwerte** festgestellt werden. Auch bei ihnen kam es zu einer altersbedingten **Zunahme der AÄ – Werte nach 10 Jahren**.

8. Das Verhalten des **Ventilations-RQ** im Moment der höchsten Belastungsintensität zeigte bei der Gruppe **FRAUEN 82/92** bei allen 3 Untersuchungen, dass einige Probandinnen noch **nicht den objektiven Erschöpfungspunkt mit VRQ - Werten von 1,0** und mehr erreichten. Dabei waren aber eher die schlechte lokale Muskelausdauer oder degenerative Veränderungen im Haltungs- und Bewegungsapparat für verminderte Leistungsfähigkeit verantwortlich als konditionellen Faktoren im kardiorespiratorischen Bereich.

Im Gegensatz zu den Frauen haben **alle Männer** (mit Ausnahme von Pr. Nr. 15 bei der 3. Unters.) **bei allen Untersuchungen einen VRQ - Wert von 1,0 oder mehr erreicht**, was als **Zeichen ihrer Ausbelastung** gewertet werden konnte und gleichzeitig ihren größeren sportlichen Ehrgeiz bestätigt.

Insgesamt lassen sich also **positive Tendenzen in fast allen Bereichen** sowohl über den 8-monatigen, als auch über den 10- und besonders über den 22-jährigen Untersuchungszeitraum hin feststellen.

Neben den sportmedizinisch messbaren Erfolgen dürfen aber nicht die äußerst **positiven Auswirkungen auf das psychische Wohlbefinden** der Aktiven der Seniorensportgruppe Wettenberg vergessen werden. Sowohl die Tatsache der so langen Zugehörigkeit zu dieser Gruppe, wie auch die kontinuierliche Betreuung durch das gleiche Team, Prof. NOWACKI, REEH und VENEDEY-GRENDA, sind Indiz dafür, dass das gemeinsame Sporttreiben über all die Jahre hinweg zu einer **sozialen Gemeinschaft** geführt hat, die Hilfe und Stütze in vielen Lebenslagen darstellt.

9 LITERATURVERZEICHNIS**ADAM, K., H. LENK, P. NOWACKI, M. RULLFS, W. SCHRÖDER:**

Rudertraining.
Limpert, Bad Homburg 1977

ALFERMANN, D., V. SCHEID (Hrsg.):

Psychologische Aspekte von Sport und Bewegung in Prävention und Rehabilitation.
Bericht über die Tagung der asp vom 3. bis 5. September 1992 in Gießen.
bps-Verlag, Köln 1994

APPELL, H.-J., C. Graf, H.-G. PREDEL, R. ROST:

Herz-Kreislauf-System.
In: ROST, R. (Hrsg.)
Lehrbuch der Sportmedizin
Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 2001, 361 - 476

BADTKE, G. (Hrsg.):

Lehrbuch der Sportmedizin.
UTB für Wissenschaft, Heidelberg und Leipzig, 4. Auflage 1999

BALTES, M., M. KOHLI, K. SAMES (Hrsg.):

Erfolgreiches Altern: Bedingungen und Variationen.
Huber Verlag, Bern Stuttgart Toronto 1989

BANZER, W.:

Bewegung – unverzichtbarer Baustein der Präventionspolitik.
Dt. Zeitschrift für Sportmedizin 54, 2003, 273

BANZER, W., G. HOFFMANN (Hrsg.):

Präventive Sportmedizin.
perimed Fachbuch-Verl.-Ges., Erlangen 1990

BARTEL, R.:

Geragogik – ein Aufgabenbereich der Heilpädagogik.
Studententexte.
Institut für Heil- und Sonderpädagogik, Gießen 1986

BAUMANN, H. (Hrsg.):

Älter werden - fit bleiben: Aktuelle theoretische Beiträge und Tipps für sportliche
Aktivitäten.
Czwalina, Ahrensburg 1988

BAUMANN, H., E. HECHT:

Erfahrungen von Seniorensport-Übungsleitern mit Seniorensportgruppen - Sportliche Aktivitäten - Gruppendynamische Aspekte.

in: **BAUMANN, H. (Hrsg.):**

Älter werden - fit bleiben: Aktuelle theoretische Beiträge und Tipps für sportliche Aktivitäten.

Czwalina, Ahrensburg 1988, 157 – 166

BEHR, U., J.-W. FRANZ:

Blutdruckverhalten vor, während und nach Ergometrie bei 50 – 70-jährigen weiblichen Normalpersonen im Vergleich zu Patientinnen mit grenzwertiger und stabiler Hypertonie.

In: BÖNING, D., K. M. BRAUMANN, M. W. BUSSE, N. MAASSEN, W. SCHMIDT (Hrsg.):

Sport - Rettung oder Risiko für die Gesundheit?

31. Deutscher Sportärztekongress Hannover 1988

Dt. Ärzte - Verl., Köln 1989, 646 - 650

BIENER, K.:

Alter und Sporthygiene

In: BIENER, K.:

Sporthygiene und präventive Sportmedizin.

Huber Verlag, Bern, Stuttgart, Toronto, 2. Auflage 1987, 65 - 73

BÖHLAU, V.:

Bedeutung der Leistungsfähigkeit für das Altern.

In: BANZER, W., HOFFMANN, G. (Hrsg.):

Präventive Sportmedizin.

perimed Fachbuch-Verl.-Ges., Erlangen 1990, 163 - 171

BÖNING, D., K. M. BRAUMANN, M. W. BUSSE, N. MAASSEN, W. SCHMIDT (Hrsg.):

Sport - Rettung oder Risiko für die Gesundheit?

31. Deutscher Sportärztekongress Hannover 1988

Dt. Ärzte - Verl., Köln 1989

BRAUER, B., K. GOTTSCHALK:

Sportmedizin von A bis Z.

Barth Verlagsgesellschaft, Leipzig, Berlin, Heidelberg 1992

BUNDESMINISTERIN FÜR FAMILIE, SENIOREN, FRAUEN UND JUGEND:

Richtig fit ab 50 - Aktiv und bewegt älter werden.

Pressemitteilung 01.09.2003

<http://www.bmfsfj.de/Kategorien/Presse/pressemitteilungen,did=6486.html>

CONCONI, F., M. FERRARIE, P.G. ZIGLO, P. DROGHETTI, I. CODECA:

Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field testing runners.

J Appl Physiol 52,1982, 869 – 873

**CONCONI, F., G. GRAZZI, I. CASONI, C. GULIELMINI, C. BROSETTO,
E. BALLARIN, G. MAZZONI, M. PATRACINI, F. MANFREDI:**

The Conconi Test : Methodology after 12 years of application.
International Journal of Sports Medicine 17, 1996, 509 – 519

DENK, H., D. PACHE:

Bewegung, Spiel und Sport im Alter – Bedürfnissituation Älterer.
Bundesinstitut für Sportwissenschaft Köln: Sport und Buch
Strauß Verlag 1996

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KARDIOLOGIE

Herz- und Kreislaufforschung, Leitlinien zur Ergometrie.
Zeitschrift für Kardiologie 89, 2000, 821-837

DEUTSCHER SPORTBUND:

Richtig fit ab 50.
<http://www.richtigfit-ab50.de>

DICKHUTH, H.:

Einführung in die Sport- und Leistungsmedizin.
Verlag Karl Hofmann, Schorndorf 2000

DICKHUTH, H.:

Sport und Alter – Zukunft der Sportmedizin?
Dt. Zeitschrift für Sportmedizin 53, 2005, 61

DONAT, K., F. MATZDORFF, P.E. NOWACKI (Hrsg.):

Sport und Hochdruck - Sport und Bewegungstherapie im Behandlungskonzept der
Hypertonie.
Perimed Verlag, Erlangen 1984

DRÄGERWERK AG:

Spirotron – Beschreibung.
Lübeck o.J.

DRANSFELD, B.:

O₂-Aufnahme und O₂-Puls bei ergometrischer Leistung.
In: MELLEROWICZ, H., E. JOKL, G. HANSEN:
Ergebnisse der Ergometrie.
Perimed Verlag, Erlangen 1975

FALLAK; H.:

Eröffnung.
In: Soziale Offensive im Sport.
Bildungswerk des Landessportbundes Hessen e.V. (Hrsg.):
Frankfurt 1992

FALLAK, H.:

Veranstaltung vom Format Weltklasse.
SPORT in Hessen, 3. April 1993, 3

GEBHARD, U., J. HERTLE:

Soziale, sozialpsychologische und psychologische Aspekte.

in: GRÖSSING, S. (Hrsg.):

Senioren und Sport: Begründung, Zielsetzung, Modelle, Anregungen für die Praxis.

Limpert - Verlag, Bad Homburg v.d.H. 1980

GRANACHER, U., A. GOLLHOFER:

Auswirkungen des Alterns auf die Schnellkraftfähigkeit und das Reflexverhalten.

Dt. Zeitschrift für Sportmedizin 56, 2005, 68 – 73

GRÖSSING, S. (Hrsg.):

Senioren und Sport: Begründung, Zielsetzung, Modelle, Anregungen für die Praxis.

Limpert - Verlag, Bad Homburg v.d.H. 1980

HALLE, M., A. BERG, G. HASENFUSS:

Sekundärprävention der koronaren Herzerkrankung.

Deutsches Ärzteblatt 100, 2003, A2650-A2656

HOFFMANN, G.:

Präventive Sportmedizin aus internistisch – sportmedizinischer Sicht.

In: BANZER, W., G. HOFFMANN, (Hrsg.):

Präventive Sportmedizin.

perimed-Fachbuch-Verlags-Gesellschaft, Erlangen 1990, 79 - 97

HOLLMANN, W.:

Der Arbeits- und Trainingseinfluss auf Kreislauf und Atmung. Eine klinische und physiologische Betrachtung.

Steinkopff, Darmstadt 1959

HOLLMANN, W.:

Körperliches Training als Prävention von Herz – Kreislaufkrankheiten.

Hippokrates-Verlag Stuttgart 1965

HOLLMANN, W. (Hrsg.):

Zentrale Themen der Sportmedizin.

Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York 1977

HOLLMANN, W., T. HETTINGER:

Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsgrundlagen.

Schattauer, Stuttgart 1976

HOLLMANN, W.:

Lungenfunktion, Atmung und Gasstoffwechsel im Sport.

in: HOLLMANN, W. (Hrsg.):

Zentrale Themen der Sportmedizin.

Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York 1977

HOLLMANN, W., R. ROST:

Elektrokardiographie in der Sportmedizin. Sportherz, Breitensport, Rehabilitation.

Thieme, Stuttgart 1980

HOLLMANN, W., R. ROST, B. DUFAUX, H. LIESEN:

Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislaufkrankheiten durch körperliches Training.

Hippokrates, Stuttgart, 2. Auflage 1983

HOLLMANN, W., K. DE MEIRLEIR, T.K. ARENTZ:

Gehirndurchblutung, Neurotransmitter, Stimmung, muskuläre Arbeit.

In: BÖNING, D., K. M. BRAUMANN, M. W. BUSSE, N. MAASSEN,

W. SCHMIDT (Hrsg.):

Sport - Rettung oder Risiko für die Gesundheit?

31. Deutscher Sportärztekongress Hannover 1988.

Dt. Ärzte-Verlag, Köln 1989, 263 - 272

HOLLMANN, W.:

Wissenschaftliche Fundierung der präventiven kardiologischen Bedeutung von Ausdauertraining.

In: BANZER, W., HOFFMANN, G. (Hrsg.):

Präventive Sportmedizin.

perimed-Fachbuch-Verlags-Gesellschaft, Erlangen 1990, 98 - 108

HOLLMANN, W.:

Mit Sport bis ins hohe Alter leistungsfähig bleiben.

SPORT in Hessen, 17. April 1993, 7 – 8

HOLLMANN, W., T. HETTINGER:

Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin.

Schattauer Verlag, Stuttgart, New York, 4. Auflage 2000

HORN, A.:

Diagnostik der Herzfrequenzvariabilität in der Sportmedizin.

Dissertation Bochum 2003

HOTTENROTT, K.:

10 000-Meter-Lauf als 70-Jähriger? Leistungsreserven des gesunden Altersherzens.

Presstext DGK 03/2005

INSTITUT FÜR PRÄVENTION UND DIAGNOSTIK REGENSBURG:

Presseartikel, Bewegung und Ernährung sind die wichtigste Medizin des Jahrhunderts.

<http://www.ipd-regensburg.de/presseartikel.htm>, 2005

JESCHKE, D., K. ZEILBERGER:

Altern und körperliche Aktivität.

Deutsches Ärzteblatt, 101, 2004, C636 – C644

JOKL, E., E. BÖHLAU (Hrsg.):

Altern – Leistungsfähigkeit – Rehabilitation.

Schattauer Verlag, Stuttgart – New York 1977

KAPUSTIN, P.:

Der alternde Mensch und sein Verhältnis zum Sport.

In: GRÖSSING, S. (Hrsg.):

Senioren und Sport: Begründung, Zielsetzung, Modelle, Anregungen für die Praxis.

Limpert -Verlag, Bad Homburg v.d.H. 1980

KINDERMANN, W., R. ROST:

Hypertonie und Sport: körperliche Aktivität, Sport, Bewegungstherapie.

Höchst AG, Frankfurt 1991

KLINGHOLZ, R.:

Deutschlands Zukunft – Aufbruch in ein anderes Land.

GEO 05, 2004, 88 - 104

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

Eingangsvoraussetzungen und Effektivitätsprüfungen von älteren Anfängern für eine Sport- und Bewegungstherapie.

In: ALFERMANN, D., V. SCHEID (Hrsg.):

Psychologische Aspekte von Sport und Bewegung in Prävention und Rehabilitation.

Bericht über die Tagung der asp vom 3. bis 5. September 1992 in Gießen.

bps-Verlag, Köln 1994

KOHLI, M.:

Das Altern der Gesellschaft: Demographische Grundlagen.

in: BALTES, M., M. KOHLI, K. SAMEL (Hrsg.):

Erfolgreiches Altern: Bedingungen und Variationen.

Huber Verlag, Bern Stuttgart Toronto 1989, 36 – 41

LANDESSPORTBUND HESSEN:

Beiträge zum 40jährigen Bestehen des Landessportbundes.

Frankfurt 1986

LANG, E.:

Trainingsrelevante Funktionsveränderungen des alternden Organismus.

in: BAUMANN, H. (Hrsg.):

Älter werden - fit bleiben: Aktuelle theoretische Beiträge und Tipps für sportliche Aktivitäten.

Czwalina, Ahrensburg 1988, 167 – 176

LEHR, U.:

Psychologie des Alterns.

Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg 1972

LEHR, U., J. JÜCHTERN:

Psychophysical activity in the elderly: motivations and barriers.

In: HUBER, G. ed.:

Health Aging, activity and sports.

Gamburg: Health promotion publications 1997, 25–35.

LINSS, G.:

Therapie der chronisch arteriellen Hypertonie und die Rolle der Betablocker.
Journal für Hypertonie 7, 2003, 11-18

LÖLLGEN, H.:

Primärprävention kardialer Erkrankungen.
Deutsches Ärzteblatt 100, 2003, A987-A996

LÖLLGEN, H.:

Alter, Altern und Bewegung.
Deutsches Ärzteblatt 101, 2004, C635

LÖLLGEN, H., L. GOEDEL-MEINEN, F. WEBERING, U.J. WINTER:

Vorschlag: Richtlinien für das Belastungs- EKG, 04, 2000
<http://www.medizinimdialog.com>

LÖLLGEN, H., J. SCHULTE (Hrsg.):

Ergometrie in der Praxis.
perimed Fachbuch -Verlagsgesellschaft, Erlangen 1983

LÜBS, E.-D.:

Bericht über drei Projekte aus dem Forschungsbereich Alterssport/Rehabilitationssport
der sportmedizinischen Abteilung in der Gesamthochschule /Universität Kassel.
In: LANDESSPORTBUND HESSEN:
Beiträge zum 40jährigen Bestehen des Landessportbundes, Frankfurt 1986

LUTZ, R.:

6. Aktionstag Seniorensport.
SPORT in Hessen, 3. April 1993

MAYER, F., A. GOLLHOFER, A. Berg:

Krafttraining mit Älteren und chronisch Kranken.
Dt. Zeitschrift für Sportmedizin 54, 2003, 88 – 94

MEDAU, H.J., P.E. NOWACKI (Hrsg.):

Frau und Sport II.
Leistungsmerkmale der Frau – Leistungsunterschiede zum Mann.
Beiträge zur Sportmedizin Bd. 26
Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft, Erlangen 1985

MELLEROWICZ, H., E. JOKL, G. HANSEN (Hrsg.):

Ergebnisse der Ergometrie.
Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft, Erlangen 1975

MELLEROWICZ, H.:

Ergometrie.
Urban und Schwarzenberg, München Wien Baltimore, 3. Auflage, 1979

MELLEROWICZ, H.:

Der O₂-Puls bei ergometrischer Leistung.

In: MELLEROWICZ, H.:

Ergometrie.

Urban und Schwarzenberg, München Wien Baltimore, 3. Auflage, 1979

MELLEROWICZ, H.:

Die O₂-Aufnahme bei ergometrischer Leistung.

In: MELLEROWICZ, H.:

Ergometrie.

Urban und Schwarzenberg, München Wien Baltimore, 3. Auflage, 1979

MELLEROWICZ, H.:

Präventive Trainingswirkungen.

In: MELLEROWICZ, H., I.-W. FRANZ (Hrsg.):

Training als Mittel der präventiven Medizin.

perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft, Erlangen 1981

MELLEROWICZ, H., I.-W. FRANZ (Hrsg.):

Training als Mittel der präventiven Medizin.

perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft, Erlangen 1981

MEUSEL; H. u.a.:

Dokumentationsstudie Sport im Alter.

Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft Band 26.

Verlag Karl Hofmann, Schorndorf 1980

MEUSEL; H.:

Zur Eignung von Sportarten und Übungsformen für Ältere.

In: LANDESSPORTBUND HESSEN

Beiträge zum 40jährigen Bestehen des Landessportbundes.

Frankfurt 1986

MEUSEL; H.:

Sport ab 40. Aktiv für Fitness und Gesundheit.

Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 1988

MEUSEL, H.:

Ziele, Inhalte und Methoden des Alterssports.

in: BAUMANN, H. (Hrsg.):

Älter werden - fit bleiben: Aktuelle theoretische Beiträge und Tipps für sportliche Aktivitäten.

Czwalina, Ahrensburg 1988, 30 - 41

MEUSEL, H.:

Sport für Ältere, Bewegung – Sportarten – Training. Handbuch für Ärzte,

Therapeuten, Sportlehrer und Sportler.

Schattauer, Stuttgart – New York 1999

MORENO, J.L.:

The social atom and death.

In : Petzold, H.G. (Hrsg.):

Zur Veränderung der sozialen Mikrostruktur im Alter. Eine Untersuchung 40 sozialer Atome alter Menschen.

Zeitschrift integrative Therapie 5, 1979, 50 – 78

MORRIS, J.F., KOSKI, W.A., L.C. JOHNSON: Amer. Rev. Resp. Dis., 1971.

In: **DRÄGERWERK AG:**

Spirotron – Beschreibung.

Lübeck o.J.

NEUMANN, O.:

Art, Maß und Methode von Bewegung und Sport bei älteren Menschen.

Hrsg.: Bundesministerium für Jugend, Familie und Gesundheit.

Stuttgart Berlin Köln Mainz, 2. Auflage 1978

NOWACKI, P. E.:

Sportmedizinische und leistungsphysiologische Aspekte des Ruderns.

in: ADAM, K., H. LENK, P. NOWACKI, M. RULLFS, W. SCHRÖDER:

Rudertraining.

Limpert Verlag, Bad Homburg 1977

NOWACKI, P. E.:

Das Atemäquivalent bei ergometrischer Leistung.

In: MELLEROWICZ, H.:

Ergometrie.

Urban & Schwarzenberg, München Wien Baltimore, 3. Auflage 1979

NOWACKI, P. E.:

CO₂-Bildung und respiratorischer Quotient bei ergometrischer Leistung.

In: MELLEROWICZ, H.:

Ergometrie.

Urban & Schwarzenberg, München Wien Baltimore, 3. Auflage 1979

NOWACKI, P. E.:

Stellenwert von Sport- und Bewegungstherapie bei Koronarkranken und Hypertonikern für Urlaub und Freizeit. Praktische Ratschläge zur Durchführung und Überwachung.

In: DONAT, K., F. MATZDORFF, P.E. NOWACKI:

Sport und Hochdruck - Sport und Bewegungstherapie im Behandlungskonzept der Hypertonie.

Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft, Erlangen 1984

NOWACKI, P.E., G. ALEFELD:

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

Die Medizinische Welt 36, 1985, 886 - 894

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

Geschlechtsspezifische sportmedizinische Belastbarkeit in Abhängigkeit von Sportart und Alter.

In: MEDAU, H.J., P.E. NOWACKI (Hrsg.):

Frau und Sport II.

Leistungsmerkmale der Frau – Leistungsunterschiede zum Mann.

Beiträge zur Sportmedizin Bd. 26, 19 – 40.

Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft, Erlangen 1985

NOWACKI, P.E.:

Effektivität des ambulanten Herzgruppen-Rehabilitationssports.

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

Festschrift zum 10-jährigen Bestehen 1976 – 1986

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

Leistungsdiagnostik und sportmedizinische Überwachung im Gesundheitssport.

In: ALFERMANN, D., V. SCHEID (Hrsg.):

Psychologische Aspekte von Sport und Bewegung in Prävention und Rehabilitation.

Bericht über die Tagung der asp vom 3. bis 5. September 1992 in Gießen.

bps-Verlag, Köln 1994

NOWACKI, P.E.:

Sport im Alter.

2. Internationaler interdisziplinärer Seminarkongress für ärztliche Fortbildung.

Meran 1997

NOWACKI, P.E.:

Auswirkungen des Sports auf den älteren Menschen.

In: SIEGFRIED, I.:

Kongressbericht – Neue Aspekte im Herzsport.

<http://www.egms.de/en/meetings/sportmed2004/04sportmed1.shtml>

PACHE, D.:

Attitudes of elderly towards health, physical activities and sports.

In: Huber G, ed.:

Health aging, activity and sports.

Gamburg: Health promotion publications 1997, 400–408.

PLATEN, P.:

Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit.

In: ROST, R. (Hrsg.):

Lehrbuch der Sportmedizin.

Deutscher Ärzteverlag Köln 2001, 48 - 66

PETZOLD, H.G. (Hrsg.):

Zur Veränderung der sozialen Mikrostruktur im Alter. Eine Untersuchung 40 sozialer Atome alter Menschen.

Zeitschrift Integrative Therapie 5, 1979, 50 - 78

**POKAN, R., N. BACHL, W. BENZER, P. HOFMANN, K. MAYR, P. SCHMID,
G. SMEKAL, M. WONISCH:**

Leistungsdiagnostik und Trainingsherzfrequenzbestimmung in der kardiologischen Rehabilitation.

Journal für Kardiologie – Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislaferkrankungen
11, 2004, 446 – 452

PROKOP, L., N. BACHL:

Alterssportmedizin.

Springer Verlag, Wien New York 1984

REEH, V.:

Erfahrungen beim Aufbau, der Organisation und Trainingsgestaltung einer Alterssportgruppe unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf die aerobe Kapazität.

unveröffentlichte Examensarbeit, Gießen 1983

RIESER, S.:

Demographischer Wandel: Gesundheit im Alter kostet.

Deutsches Ärzteblatt, 100, 2003, A965

RÖTHIG, P., R. PROHL:

Pädagogische Überlegungen zur Prävention durch Sport.

In: BANZER, W., G. HOFFMANN (Hrsg.):

Präventive Sportmedizin.

perimed Fachbuch Verl.-Ges., Erlangen 1990, 22 - 29

ROST, R., D. LAGERSTRØM, K. VÖLKER:

Fahrradergometrische Belastungsuntersuchungen bei Herz-Kreislauf-Patienten:

Voraussetzung, Durchführung und Interpretation. Echo Verlag, Köln 1991

ROST, R., W. HOLLMANN, H. HECK, H. LIESEN, A. MADER:

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

Thieme Verlag, Stuttgart – New York 1982

ROST, R. (Hrsg.):

Lehrbuch der Sportmedizin.

Deutscher Ärzteverlag Köln 2001

SAMITZ, G., G. MENSINK (Hrsg.):

Körperliche Aktivität in Prävention und Therapie – Evidenzbasierter Leitfaden für Klinik und Praxis.

Marseille, München 2002

SCHNACK, G.:

Intensivstretching und Ausgleichsgymnastik.

Dt. Ärzte-Verlag, Köln 1992

SCHÜTZ, E., H. CASPERS, E.-J. SPECKMANN:

Physiologie.

Urban & Schwarzenberg, München Wien Baltimore, 15. Auflage 1978

SCHWANER, B.:

Seniorenport. Praktischer Leitfaden in Stundenbildern mit und ohne Hand- und Hilfsgeräten.

Pohl, Celle 1978

SERVAN-SCHREIBER, D.:

Die neue Medizin der Emotionen. Stress. Angst, Depression: Gesund werden ohne Medikamente.

Verlag Kunstmann, München 2004

SIEGFRIED, I.:

Kongressbericht – Neue Aspekte im Herzsport.

<http://www.egms.de/en/meetings/sportmed2004/04sportmed1.shtml>

STATISTISCHES BUNDESAMT:

Statistisches Jahrbuch 1992 für die Bundesrepublik Deutschland.

Wiesbaden 1992

STECHLING, S., I. SCHNEIDER-EBERZ:

1013 Spiel- und Übungsformen für Senioren.

Hofmann Verlag, Schorndorf 1986

STEINACKER, J.M., Y. LIU, S. REIBNECKER:

Abbruchkriterien bei der Ergometrie.

Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 53, 2002, 228 – 229

STRAUZENBERG, S. E.:

Gesundheitstraining, Leistungsfähig lebensfroh – aktiv bis ins hohe Alter.

Verlag Volk und Gesundheit, Berlin (Ost) 1982

STRAUZENBERG, S. E., H. GÜRTLER, D. HANNEMANN, K. TITTEL:

Sportmedizin.

Barth Verlag, Leipzig 1990

TEMBECK, S., A. FLUEGELMAN:

new games - Die neuen Spiele.

Ahorn Verlag, Soyen 1979

TRAPPE, H.-J., H. LÖLLGEN:

Leitlinien zur Ergometrie.

Zeitschrift für Kardiologie 89, 2000, 821 – 831

VENEDEY, A.:

Erfahrungen beim Aufbau, der Organisation und Trainingsgestaltung einer Alterssportgruppe unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf die körperliche und pulmonale Leistungsfähigkeit.

Unveröffentlichte Examensarbeit, Biebental 1983

WEINECK, J.:

Wer rastet, der rostet: Die Notwendigkeit lebenslänglicher geistig-körperlicher Aktivität zur Verzögerung des Abbaus der psychophysischen Leistungsfähigkeit im Alter.

in: BAUMANN, H. (Hrsg.):

Älter werden - fit bleiben: Aktuelle theoretische Beiträge und Tipps für sportliche Aktivitäten.

Czwalina, Ahrensburg 1988, 82 - 110

WEINECK, J.:

Sportbiologie.

Spitta Verlag GmbH, Balingen 2000

Wu, N.:

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, Gießen 2007

10 ANHANG

10.1 Probandenlisten

10.1.1 Probandenliste der Seniorensportgruppe Wettenberg 1982 -1992

(In die Liste sind alle Personen aufgenommen, die an den beiden ersten sportmedizinischen Untersuchungen teilgenommen haben)

Prob. Nr. (alt)	Prob. Nr. (neu)	Akt. von (Monat- Jahr)	bis (Monat- Jahr)	Geschlecht (m/w)	Alter 1.U. (Jahre)	Alter 2.U. (Jahre)	Alter 3.U. (Jahre)	Größe 1. u. 2. U. (cm)	Größe 3. U. (cm)	Gewicht 1.U. (kg)	Gewicht 2. U. (kg)	Gewicht 3. U. (kg)	Belastungs methode (W/kg KG)	Grund für das Ausscheiden aus d. SSG Wettenberg
35	-	Jan 82	Jan 91	w	54	54		163		68	70		0,5	Hüftgelenksarthrose
49	2	Jan 82	noch aktiv	m	55	55	65	177	176,5	82,8	83,5	81	0,5	
50	1	Jan 82	noch aktiv	m	54	54		178		82,3	78		0,5	Berufl. Unterbrechung
51	-	Jan 82	Jan 90	w	59	59		157		52,6	52		0,5	Osteoporose
48	5	Jan 82	noch aktiv	m	60	61	70	173	173	79	81	79	0,5	
32	-	Feb 82	Dez 85	w	66	66		153		61,5	61,5		0,25	Augenleiden
47	-	Jan 82	Jan 87	m	62	63		179		67	69		0,5	Schlaganfall
33	-	Feb 82	Jun 84	w	61	61		163		76	77,5		0,5	familiäre Gründe
46	3	Jan 82	noch aktiv	m	53	53		181		86	85		0,5	Berufl. Unterbrechung
30	6	Feb 82	noch aktiv	w	61	61	71	158	156,5	68	66	73	0,25	
31	-	Feb 82	Sep 84	w	60	60		154		66,6	66		0,5	Uteruskarzinom
29	-	Jan 82	Sep 87	w	69	69		158		63,8	61,6		0,25	altersbedingt
27	-	Feb 82	Mai 87	w	62	63		170		78	78,5		0,5	familiäre Gründe
56	-	Jan 82	Dez 82	m	57	57		173		96	96,5		0,5	o. Angabe v. Gründen
26	-	Feb 82	Feb 89	w	62	63		168		83,5	80,5		0,5	Hüftgelenksarthrose
45	7	Feb 82	noch aktiv	m	49	50	59	168	168	84	83	75,5	0,5	
25	8	Feb 82	noch aktiv	w	48	49	58	157	157	69,7	66,2	72	0,5	
24	-	Feb 82	Aug 83	w	63	63		164		80	80,7		0,25	Gehirntumor
23	9	Jan 82	noch aktiv	w	55	56	65	159	157	58,7	60	57,8	0,5	
	10	Jul 82	noch aktiv	w	31	31	41	170	170	89	82	91,5	0,5	
43	-	Feb 82	Okt 83	m	54	54		171		84,5	85,5		0,5	Meniskusschaden
21	-	Feb-82	Mirz-89	w	69	70		158		69,0	68,7		0,25	altersbedingt
20	12	Jan-82	noch aktiv	w	51	51	61	163	160,5	75,0	77,0	78,8	0,25 u. 0,5	

Prob. Nr. (alt)	Prob. Nr. (neu)	Akt. von (Monat- Jahr)	bis (Monat- Jahr)	Geschlecht (m/w)	Alter 1.U. (Jahre)	Alter 2.U. (Jahre)	Alter 3.U. (Jahre)	Größe 1. u. 2. U. (cm)	Größe 3. U. (cm)	Gewicht 1.U. (kg)	Gewicht 2. U. (kg)	Gewicht 3. U. (kg)	Belastungs methode (W/kg KG)	Grund für das Ausscheiden aus d. SSG Weitenberg
42	-	Jan-82	Dez-82	m	57	57		168		73,0	74,0		0,5	Sekundentod
19	-	Mrz-82	Jun-85	w	51	51		172		69,2	68,3		0,5	Mammakarzinom
18	-	Feb-82	Nov-86	w	64	65		152		58,0	58,0		0,25	multimorbid
17	13	Mrz-82	Jul-92	w	43	43	53	155	153,5	77,5	75,5	66,0	0,5	
41	14	Mrz-82	Jul-92	m	51	51	61	170	170	83,0	78,0	85,0	0,5	
16		Jan-82	Apr-84	w	53	53		170		70,0	71,3		0,5	o. Angabe v. Gründen
15	-	Feb-82	Mai-83	w	68	68		151		67,0	65,0		0,25	o. Angabe v. Gründen
14	-	Jan-82	Dez-86	w	72	72		167		60,0	62,5		0,25	altersbedingt
40	15	Jan-82	noch aktiv	m	50	51	60	166	165	74,0	75,0	79,0	0,5	
12	16	Jan-82	noch aktiv	w	48	48	58	159	157	59,0	57,4	56,0	0,5	
11	-	Jan-82	Nov-87	w	66	66		158		50,0	50,0		0,25	altersbedingt
39	-	Jan-82	Apr-92	m	58	58		169		71,5	71,2		0,5	Gallenoperation
10	-	Feb-82	Feb-93	w	56	56		149		52,4	52,0		0,5	Gruppenwechsel
9	-	Jan-82	Jul-83	w	52	52		161		64,0	63,5		0,5	Ortswechsel
38	-	Jan-82	Apr-85	m	55	55		179		76,0	76,0		0,5	Knochentumor
8	18	Jan-82	noch aktiv	w	48	48	58	165	163	65,0	65,0	67,8	0,5	
37	19	Jan-82	noch aktiv	m	52	53	62	178	176,5	75,0	74,3	75,5	0,5	
6	20	Jan-82	noch aktiv	w	53	53	63	157	156	83,0	77,5	77,6	0,5	
5	21	Feb-82	noch aktiv	w	63	63	73	156	155	61,5	61,5	64,9	0,5	
3	-	Feb-82	Okt-82	w	63	63		160		77,3	78,5		0,5	krankheitsbedingt
36	22	Jan-82	noch aktiv	m	51	52	61	169	167,5	70,5	70,5	69,2	0,5	
2	23	Jan-82	noch aktiv	w	52	52	62	160	158,5	63,3	62,9	68,2	0,5	
1	-	Feb-82	Jul-86	w	56	56		158		53,8	50,3		0,25	Verkehrsunfall

10.1.2 Probandenliste der Seniorensportgruppe Wettenberg 1982, 1992 und 2004

(In die Liste sind alle Personen aufgenommen, die 1982 und 1992 oder (1982), (1992) und 2004 an sportmedizinischen Untersuchungen teilgenommen haben)

Pr. Nr.	Ak tiv von bis	Geschl. (m/w)	Alter Jahre	Alter Jah- re	Alter Jah- re	Größe cm	Größe cm	Größe cm	Ge- wicht kg	Gewicht kg	Ge- wicht kg	Bel.meth. W/kg KG	rel.	rel.	rel.	rel.	rel.
													Wattleist. W/kg KG min				
(neu)													1.U.	2.U.	3.U.	4.U.	
1	01-82	noch aktiv	m	54	76	178,0	174,0	82,3	78,0	76,5	0,5	2W 2'	2W 2'	2W 2'	2W 1 1/2'		
2	01-82	03-94	m	55	65	177,0	176,5	82,8	83,5	81,0	0,5	2 1/2W 1'	2 1/2W 1'	2W 2'			
3	01-82	noch aktiv	m	53	75	181,0	179,0	86,0	85,0	84,0	0,5	2W 1'	2W 1'	2W 1'	2W 1/2'		
4	09-84	noch aktiv	w		58	70	160,5	159,0	68,1	62,0	0,5			2W 1/2'	2W 1'		
5	01-82	12-94	m	61	71	173,0	173,0	79,0	81,0	79,0	0,5	2W 1'	2W 1'	2W 2'			
6	02-82	12-96	w	61	71	158,0	156,5	68,0	66,0	73,0	0,25	1 1/4 W 2'	1 1/2W 1'	1W 2'			
7	02-82	10-92	m	59	59	168,0	168,0	84,0	83,0	75,5	0,5	2W 2'	2W 2'	2W 2'			
8	02-82	10-92	w	49	59	157,0	157,0	69,7	66,2	72,0	0,5	1 1/2 W 1'	1 1/2W 1'	1 1/2 W 2'			
9	01-82	noch aktiv	w	56	66	159,0	157,0	58,7	60,0	57,8	0,5	1 1/2 W 2'	1 1/2 W 2'	1 1/2 W 2'	1 1/2 W 1'		
10	07-82	06-02	w	31	41	170,0	170,0	89,0	82,0	91,5	0,5	1 1/2 W 2'	2W 1'	1 1/2 W 1'			
12	01-82	noch aktiv	w	51	61	163,0	160,5	75,0	77,0	78,8	0,25 u 0,5	3/4 W 2'	3/4 W 2'	1W 2'			
13	03-82	071-92	w	43	53	155,0	153,5	77,5	75,5	66,0	0,5	2W 1'	2W 1'	2W 1'			
14	03-82	07-92	m	51	61	170,0	170,0	83,0	78,0	85,0	0,5	2W 2'	2W 2'	2W 2'			
15	01-82	noch aktiv	m	51	61	166,0	165,0	74,0	75,0	79,0	0,5	2 1/2W 1'	2 1/2W 1'	1 1/2W 2'	2W 1'		
16	01-82	noch aktiv	w	48	58	159,0	157,0	59,0	57,4	56,0	0,5	1 1/2 W 1'	1 1/2 W 2'	1 1/2 W 2'	1 1/2 W 2'		
18	01-82	noch aktiv	w	48	58	165,0	163,0	65,0	65,0	67,8	0,5	2W 1'	2W 1'	1 1/2 W 2'	1 1/2 W 2'		
19	01-82	noch aktiv	m	53	63	178,0	176,5	75,0	74,3	75,5	0,5	2W 1'	2W 2'	2W 1'	2W 1'		
20	01-82	09-00	w	53	63	157,0	156,0	83,0	77,5	77,6	0,5	1 1/2 W 1'	1 1/2 W 1'	1 1/2 W 1'			
21	02-82	noch aktiv	w	63	73	156,0	155,0	61,5	61,5	64,9	0,5	1 1/2 W 1'	1 1/2 W 2'	1 1/2 W 1'	1 1/2 W 2'		
22	01-82	noch aktiv	m	56	66	169,0	167,5	70,5	70,5	69,2	0,5	2 1/2 W 2'	2 1/2 W 2'	2 1/2 W 2'	2 1/2 W 1'	2 1/2 W 1'	
23	01-82	noch aktiv	w	52	62	160,0	158,5	63,3	62,9	68,2	0,5	1 1/2 W 2'	1 1/2 W 2'	1 1/2 W 1'	1 1/2 W 1'		

10.2 Teilnehmerliste der Seniorensportgruppe Wettenberg von 1982 bis 2005

Nr.	Initialen	Geschl.	von	bis	Jahre	Aktiv	Initialen	Geschl.	von	bis	Jahre	Aktiv	Initialen	Geschl.	von	bis	Jahre	Aktiv
1	A., E.	w	Sep-83	Dez-97	14,3		37 H., B.	w	Jan-92	Feb-94	2,1		73 P., E.	w	Jul-93	Dez-93	0,4	
2	B., H.	m	Jan-95	Jun-96	1,4		38 H., G.	m	Jan-92	Feb-94	2,1		74 P., E.	w	Jan-82	Dez-86	4,9	
3	B., L.	w	Jan-98	Sep-05	7,7	x	39 H., E.	w	Sep-84	Sep-05	21,0	x	75 R., I.	w	Jan-82	Mai-82	0,3	
4	B., I.	w	Jan-82	Dez-91	9,9		40 H., H.	m	Sep-84	Mai-87	2,7		76 R., K.	m	Jan-82	Sep-05	23,7	x
5	B., R.	m	Jan-82	Mirz-94	12,2		41 H., H.	w	Feb-82	Aug-83	1,5		77 R., T.	w	Jan-82	Sep-05	23,7	x
6	B., D.	m	Jan-82	Sep-05	23,7	x	42 H., R.	w	Feb-89	Sep-89	0,6		78 R., K.	w	Jan-82	Nov-87	5,9	
7	B., E.	w	Jan-82	Jan-90	8,0		43 H., H.	w	Feb-89	Jan-03	14,0		79 R., H.	w	Jan-99	Jun-02	3,4	
8	B., H.	w	Apr-86	Mai-90	4,1		44 H., R.	m	Feb-82	Mai-82	0,3		80 R., A.	m	Jan-82	Nov-92	10,9	
9	B., P.	m	Jan-82	Dez-94	12,9		45 J., R.	w	Mai-89	Mirz-92	2,9		81 R., H.	w	Feb-82	Feb-83	1,0	
10	B., R.	m	Apr-86	Mai-90	4,1		46 K., H.	w	Jan-82	Sep-05	23,7	x	82 S., M.	w	Jan-82	Jul-83	1,5	
11	B., E.	w	Feb-89	Sep-05	16,6	x	47 K., M.	w	Feb-82	Jul-82	0,4		83 S., H.	w	Jan-95	Mirz-01	6,2	
12	B., E.	w	Feb-82	Dez-85	3,9		48 K., A.	w	Jan-82	Mirz-82	0,2		84 S., C.	w	Mirz-82	Mai-82	0,2	
13	B., E.	m	Jan-82	Jan-87	5,0		49 K., G.	m	Jan-82	Mirz-82	0,2		85 S., E.	w	Jan-82	Sep-05	23,7	x
14	B., H.	w	Feb-82	Jun-84	2,3		50 K., E.	w	Nov-82	Jun-02	19,6		86 S., I.	w	Feb-92	Apr-92	0,2	
15	B., H.	w	Jan-82	Jun-82	0,4		51 K., H.	m	Feb-82	Okt-83	1,7		87 S., W.	m	Jan-82	Apr-85	3,3	
16	B., H.	w	Sep-87	Nov-87	0,2		52 K., A.	w	Feb-82	Mirz-89	7,1		88 S., N.	w	Jan-99	Dez-99	0,9	
17	B., P.	m	Jan-02	Sep-05	3,7	x	53 K., R.	w	Jan-82	Sep-05	23,7	x	89 S., I.	w	Mirz-82	Sep-82	0,5	
18	B., W.	m	Jan-82	Sep-05	23,7	x	54 L., K.-H.	m	Jan-82	Dez-82	0,9		90 S., A.	m	Jan-82	Sep-05	23,7	x
19	B., M.	w	Feb-82	Dez-96	14,9		55 L., M.	w	Aug-87	Jun-95	7,8		91 S., L.	w	Jan-82	Sep-00	18,7	
20	B., T.	w	Feb-82	Sep-84	2,6		56 L., M.	w	Mirz-82	Jun-85	3,3		92 T., M.	w	Sep-89	Dez-92	3,3	
21	B., G.	w	Jan-82	Sep-87	5,7		57 L., E.	w	Feb-82	Nov-86	4,8		93 V., J.	m	Feb-89	Jan-01	12,0	
22	C., B.	w	Okt-97	Dez-98	1,2		58 M., C.	w	Mirz-82	Feb-93	11,0		94 W., A.	w	Feb-82	Sep-05	23,6	x
23	D., H.	w	Okt-92	Jun-94	1,7		59 M., F.	m	Jan-94	Mirz-01	7,2		95 W., K.	m	Mai-85	Nov-86	1,5	
24	E., H.	w	Jan-82	Jun-82	0,4		60 M., E.	m	Mirz-82	Dez-93	11,8		96 W., L.	w	Mai-85	Nov-86	1,5	
25	F., S.	w	Jan-82	Mai-82	0,3		61 M., E.	m	Jan-84	Jan-88	4,0		97 W., E.	w	Feb-82	Mai-82	0,3	
26	F., E.	m	Feb-89	Mirz-89	0,1		62 M., I.	w	Jan-84	Jan-88	4,0		98 W., E.	w	Feb-82	Okt-82	0,7	
27	F., M.	w	Feb-89	Mirz-89	0,1		63 M., K.	m	Feb-89	Mirz-89	0,1		99 W., A.	w	Jan-82	Nov-90	8,9	
28	F., A.	w	Feb-82	Mai-87	5,3		64 M., H.	w	Mai-86	Apr-02	16,0		100 W., E.	m	Jan-82	Sep-05	23,7	x
29	F., J.	w	Feb-89	Jun-97	8,4		65 M., L.	w	Mirz-83	Aug-88	5,4		101 W., G.	w	Jan-82	Sep-05	23,7	x
30	F., U.	w	Apr-97	Jun-00	3,2		66 M., G.	w	Dez-82	Sep-05	22,7	x	102 W., K.	m	Jan-82	Jan-91	9,0	
31	F., W.	m	Jan-82	Dez-82	0,9		67 N., J.	w	Jan-82	Jan-85	3,0		103 W., S.	w	Sep-87	Mai-88	0,7	
32	F., I.	w	Jan-94	Sep-05	11,7	x	68 N., H.	w	Jan-95	Jun-01	6,4		104 W., A.	w	Jan-01	Sep-05	4,7	x
33	G., H.	w	Feb-82	Feb-89	7,0		69 N., D.	w	Jan-01	Sep-05	4,7	x	105 Z., B.	w	Mirz-91	Mai-91	0,2	
34	G., I.	w	Mirz-83	Okt-89	6,6		70 N., F.	m	Jul-93	Dez-93	0,4		106 Z., J.	w	Mirz-91	Mai-91	0,2	
35	G., B.	m	Feb-82	Okt-92	10,7		71 P., A.	w	Feb-82	Mai-83	1,3		107 Z., A.	w	Feb-82	Jul-86	4,4	
36	G., I.	w	Feb-82	Okt-92	10,7		72 P., M.	w	Apr-82	Jan-85	2,8							

10.3 Versuchsprotokolle

10.3.1 Versuchsprotokolle Gruppe FRAUEN 82/92

Gesamtarbeit (Wattminuten) FRAUEN 82/92

Pr.Nr.	Watt 1.U.	Watt 2.U.	Watt 3.U.
8	315	297	420
9	360	360	360
10	400	656	325
13	624	488	528
16	270	342	336
18	512	512	420
20	374	346	351
21	270	360	297
23	384	372	367
M	390	415	378
± S	108	108	65

Maximale absolute Wattstufe und Soll-Leistung Gruppe FRAUEN 82/92

Pr.Nr.	max. Watt 1. U. 82	max Watt 2. U. 82	max Watt 3. U. 92	max Watt 4. U. 04	Soll-Leistg. 1. u. 2. U. 82	Soll-Leistg. 3. U. 92	Soll-Leistg. 4. U. 2004
8	105	99	105		147	133	
9	90	90	90	90	114	102	90
10	133	164	135		225	207	
13	156	150	132		180	139	
16	90	86	84	90	126	106	102
18	128	128	105	105	134	129	119
20	125	115	117		174	147	
21	90	90	99	90	114	110	84
23	96	93	105		139	130	
M	113	113	108	94	150	134	99
± S	22	27	16	6	34	30	13

Herzfrequenz pro Minute Gruppe FRAUEN 82/92 1. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	68	98	105	116	125	142			108	94	87	76	83
9	72	91	102	114	121	137	147		114	104	96	85	91
10	97	130	144	159	168	179			154	140	128	126	124
13	79	94	99	112	121	138	147	157	128	104	103	89	96
16	96	116	124	138	145	160			128	118	117	105	107
18	84	105	105	127	133	155	163	170	147	131	114	102	104
20	90	112	116	130	138	158			123	115	116	110	110
21	76	111	119	139	158	163			138	113	100	95	86
23	74	103	104	119	124	136	145		108	98	87	84	78
M	82	107	113	128	137	152	151	164	128	113	105	97	98
±1S	10	11	14	14	16	14	7	7	15	14	13	15	14

Herzfrequenz pro Minute Gruppe FRAUEN 82/92 2. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	76	106	117	138	147	162			125	107	94	91	93
9	71	91	99	115	124	140	148		118	100	87	79	91
10	99	123	136	145	150	163	170	180	160	145	140	127	127
13	83	107	109	124	126	144	154	170	147	119	105	98	100
16	93	103	112	127	139	158	172		133	118	106	103	102
18	77	93	104	125	138	150	160	170	145	129	115	101	104
20	66	81	87	94	104	115			88	83	84	73	72
21	72	91	85	115	129	155	169		128	108	93	75	74
23	67	95	96	115	116	135	140		105	84	81	84	75
M	78	99	105	122	130	147	159	173	128	110	101	92	93
±1S	11	12	15	14	14	15	11	5	21	19	17	16	17

Herzfrequenz pro Minute Gruppe FRAUEN 82/92 3. Unters.1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	55	86	102	120	128	140	150		126	101	97	81	
9	66	72	79	89	97	105	112		92	86	89	71	72
10	102	120	126	144	155	175			148	140	130	124	112
13	79	101	104	111	116	127	136	160	142	121	103	93	93
16	79	100	98	114	120	130	140		120	106	102	91	92
18	84	86	104	126	139	152	162		142	117	106	100	91
20	78	97	102	116	127	136			118	105	98	95	97
21	70	92	97	122	139	155			125	102	85	76	69
23	81	95	98	115	124	140			135	124	108	99	90
M	77	94	101	117	127	140	140	160	128	111	102	92	90
±1S	12	12	11	14	15	19	17	0	16	15	12	15	13

systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92 1. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	170	185	195				200	170	170	165	145
9	165	180	230		260		230	210	210	190	180
10	160	175	215	220			200	200	175	160	150
13	120	125	140		170		150	135	125	120	110
16	120	130	150	160			145	130	125	115	115
18	110	120	130		135	145	145	150	145	130	105
20	145	170	180				210	180	175	170	160
21	145	160	210	215			200	200	180	155	150
23	130	160	180		200		190	170	150	140	135
M	141	156	181	198	191	145	186	172	162	149	139
±1S	20	23	33	27	46	0	29	27	26	24	24

systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92 2. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	140	165	200				195	180	165	150	145
9	170	190	230		245		240	225	200	190	175
10	150	150	160		180		185	175	155	150	150
13	130	130	145		175		160	160	145	130	120
16	105	125	150		175		170	135	120	115	110
18	130	130	145		170	170	160	150	120	120	120
20	150	165	180				175	155	150	150	140
21	140	140	165		180		180	175	160	150	135
23	120	130	155		180		170	150	125	130	120
M	137	147	170		186	170	182	167	149	143	135
±1S	18	21	27		24	0	23	25	24	21	19

systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92 3. Unters.1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	125	170	200				190	180	170	160	150
9	175	170	175				190	180	170	160	150
10	160	185	200				215	210	195	190	180
13	110	130	145		175		170	165	125	110	105
16	110	140	165		170		155	155	145	130	115
18	135	130	155		180		160	160	140	140	135
20	165	170	210	240			210	195	175	155	155
21	150	130	145				155	155	145	140	145
23	175	190	210		235		240	230	215	190	185
M	145	157	178	240	190		187	181	164	153	147
±1S	24	23	26	0	26		28	25	27	25	25

diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92 1. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	120	120	120				100	100	100	100	100
9	90	90	95		95		75	75	75	80	80
10	105	105	120	110			100	100	100	100	100
13	85	90	90		95		80	80	80	70	70
16	85	90	90	90			75	80	80	80	80
18	80	80	80		80	80	70	70	75	70	70
20	100	95	95				80	80	80	90	90
21	100	110	115	115			100	100	95	95	95
23	95	90	90		90		90	85	85	80	90
M	96	97	99	105	90	80	86	86	86	85	86
±1S	12	12	14	11	6	0	11	11	10	11	11

diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92 2. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	100	105	120				115	110	100	100	100
9	95	90	90		90		80	80	80	90	90
10	105	80	90		100		90	90	90	90	95
13	80	80	80		85		80	80	70	70	70
16	70	80	95		95		85	80	80	80	75
18	90	85	90		90	90	75	75	70	70	70
20	90	90	90				80	85	90	90	90
21	90	95	95		100		90	90	90	90	90
23	80	70	80		85		70	80	80	80	75
M	89	86	92		92	90	85	86	83	84	84
±1S	10	10	11		6	0	12	10	9	10	11

diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92 3. Unters.1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	80	110	120				105	90	95	100	95
9	90	80	80				80	70	80	80	80
10	110	110	100				100	100	100	95	110
13	80	80	80		95		85	85	80	65	70
16	85	90	90		90		85	85	80	80	75
18	70	80	95		100		95	80	80	80	80
20	100	90	100	110			80	75	85	90	90
21	95	75	85				100	90	85	80	85
23	85	95	100		100		90	90	90	90	90
M	88	90	94	110	96		91	85	86	84	86
±1S	11	12	12	0	4			8	7	10	11

Atemminutenvolumen (l BTPS) Gruppe FRAUEN 82/92 1. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	6,5	9,6	15,4	20,4	25,4	37,1			33	25,3	21,9	17,7	15,8
9	6,1	8,2	15,7	22,2	27,2	33,8	43,1		35,4	24,9	19,9	15,4	10,3
10	9,9	16,1	26,1	31,1	39,7	52,2			46	37,3	24,8	21,1	17,4
13	6,3	8,7	13,9	19,2	30	42,3	57	67,5	56,2	38,7	31	21,6	18,3
16	6,9	9,4	14,9	19,8	26,1	36,5			31,1	25,7	21,3	16,9	12,5
18	11,7	14,5	18,2	21,9	27,7	33,5	41,6	53,4	45,5	33,1	27,1	23,6	20,4
20	8,4	14,4	20,4	24	32,4	49,2			37,2	30	24	16,8	15,6
21	8,9	11,3	16,4	22,8	32,3	40,3			34,6	25,1	17,9	15,1	12,5
23	6,3	12,4	15,9	20	28,4	33,9	41,5		35,8	25	20,7	13,3	10,3
M	7,9	11,6	17,4	22,4	29,9	39,9	45,8	60,5	39,4	29,5	23,2	17,9	14,8
±1S	1,9	2,7	3,6	3,4	4,2	6,5	6,5	7,1	7,7	5,3	3,8	3,2	3,4

Atemminutenvolumen (l BTPS) Gruppe FRAUEN 82/92 2. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	4,8	7,2	12	16,8	24	31,2			31,2	21,6	14,4	9,6	9,6
9	4,8	7,2	12	14,4	16,8	21,6	33,6		24	19,2	14,4	9,6	7,2
10	9,6	10,8	19,2	21,6	27,6	32,4	43,2	57,6	48	36	26,4	21,6	19,2
13	7,2	9,6	14,4	24	31,2	40,8	57,6	76,8	67,2	52,8	38,4	26,4	21,6
16	4,8	7,2	9,6	14,4	21,6	28,8	40,8		33,6	24	16,8	12	9,6
18	7,2	9,6	12	14,4	19,2	30	38,4	50,4	33,6	28,8	21,6	20,4	14,4
20	4,5	10,5	13,5	19,5	27	39			33	24	22,5	12	12
21	8,4	9,6	10,8	14,4	26,4	33,6	45,6		38,4	21,6	14,4	12	12
23	4,8	7,2	12	16,8	21,6	28,8	40,8		31,2	21,6	14,4	10,8	7,2
M	6,2	8,8	12,8	17,4	23,9	31,8	42,9	61,6	37,8	27,7	20,4	14,9	12,5
±1S	1,8	1,5	2,6	3,4	4,3	5,4	7,0	11,1	12,0	10,1	7,6	5,8	4,8

Atemminutenvolumen (l BTPS) Gruppe FRAUEN 82/92 3. Unters.1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	5,6	10,5	12,6	21	24	30,6	36,6		34,8	27	23,4	10,2	5,4
9	6,6	9	10,5	14,4	20,1	25,8	32,4		27	19,2	18	14,4	10,8
10	10,2	17,4	20,4	27	39	54,6			48,6	37,2	30	21	18,6
13	4,8	6	15,6	19,8	27	42	60	76,8	72	62,4	46,8	34,8	16,8
16	6,6	10,5	12,6	16,8	21,9	26,4	36		28,8				
18	6	11,4	14,4	19,2	25,2	30	36,6		33	27,6	21	18	13,2
20	7,2	12	13,8	19,2	27	33			28,2	27,6	19,2	4,4	13,2
21	6,3	7,2	12,9	18	22,2	30			29,4	21,6	17,4	15,6	10,2
23	6	14,4	16,8	22,8	31,8	40,8			37,2	28,8	24,6	19,2	17,4
M	6,6	10,9	14,4	19,8	26,5	34,8	40,3	76,8	37,7	31,4	25,1	16,7	13,2
±1S	1,4	3,3	2,7	3,4	5,5	8,8	10,0	0,0	13,7	12,7	9,1	9,2	4,1

Maximalwerte der Atemfrequenzen/min der Gruppe FRAUEN 82/92

Pr. Nr.	Af 1. U.	Af 2. U.	Af 3. U.
8	25	24	21
9	31	31	29
10	31	33	29
13	35	35	37
16	28	28	26
18	31	40	26
20	32	28	26
21	32	34	27
23	34	31	30
M	31,0	31,6	27,9
±1S	2,8	4,4	4,1

Maximalwerte des Atemzugvolumens (ml BTPS) der Gruppe FRAUEN 82/92

Pr. Nr.	max AZV 1. U.	max AZV 2. U.	max AZV 3. U.
8	1.480	1.300	1.743
9	1.390	1.084	1.117
10	1.684	1.745	1.882
13	1.928	2.194	2.076
16	1.300	1.457	1.385
18	1.723	1.260	1.408
20	1.538	1.393	1.269
21	1.259	1.341	1.111
23	1.220	1.316	1.360
M	1.502	1.454	1.483
±1S	225	310	321

Soll- und Ist-VK (l BTPS) der Gruppe FRAUEN 82/92

Pr.Nr.	Soll-VK 1. u.2. U.	Ist-Vk 1. U.	Ist-Vk 2. U.	Soll-Vk 3. U.	Ist-Vk 3. U.
8	3,1	3,1	3,1	2,9	2,8
9	3	2,4	2,6	2,7	1,9
10	4,1	4,2	4,6	3,9	3,9
13	3,1	2,8	3,4	2,9	3,2
16	3,2	2,9	2,5	2,9	2,4
18	3,5	2,6	2,7	3,2	2
20	3	2,6	2,9	2,8	2,6
21	2,7	2,6	2,2	2,5	2,5
23	3,1	3,1	3,4	2,8	2,8
M	3,2	2,9	3,0	3,0	2,7
±1S	0,4	0,5	0,7	0,4	0,6

Absolute Sauerstoffaufnahme (ml STPD) Gruppe FRAUEN 82/92 1. Unters. 1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	192	290	515	715	852	1125			923	646	523	395	328
9	146	241	559	792	972	1123	1365		1033	687	499	375	247
10	290	485	892	1164	1485	1911			1609	1062	625	515	396
13	193	272	500	737	1127	1360	1696	1692	1277	789	631	405	345
16	188	270	500	745	963	1196			896	717	525	389	268
18	304	378	533	730	968	1142	1381	1645	1255	804	550	458	363
20	273	514	827	1012	1340	1837			1207	949	720	463	418
21	240	306	486	766	979	1157			857	583	386	325	260
23	170	327	493	714	1035	1130	1288		1086	640	467	278	207
M	222	343	589	819	1.080	1.331	1.433	1.669	1.127	764	547	400	315
±1S	53	92	147	150	193	299	156	24	225	147	94	68	68

Absolute Sauerstoffaufnahme (ml STPD) Gruppe FRAUEN 82/92 2. Unters. 1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	159	238	455	665	930	1109			1008	611	372	232	232
9	149	235	440	575	671	792	1123		822	610	399	366	194
10	270	303	587	732	980	1151	1499	1856	1427	952	589	464	397
13	237	316	532	906	1127	1409	1803	2097	1565	1102	709	509	451
16	129	199	288	489	785	1024	1322		1009	645	385	247	197
18	230	321	462	604	788	1232	1351	1518	957	748	507	444	302
20	138	329	488	753	1042	1380			1034	714	615	328	318
21	221	269	348	531	907	990	1194		1005	531	389	323	304
23	140	222	418	680	910	1166	1487		1061	665	385	271	175
M	186	270	446	659	904	1.139	1.397	1.824	1.099	731	483	354	286
±1S	50	46	85	121	132	182	210	237	224	173	119	94	90

Absolute Sauerstoffaufnahme (ml STPD) Gruppe FRAUEN 82/92 3. Unters. 1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	136	298	408	784	895	1117	1217		1101	832	664	273	145
9	174	260	329	499	746	936	1069		913	649	579	440	312
10	264	506	708	938	1386	1676			1491	1112	824	526	436
13	93	175	519	691	963	1329	1558	1869	1518	1265	1025	706	354
16	98	226	375	556	779	961	1221		1000				
18	148	329	475	664	913	1087	1327		1196	955	692	549	391
20	113	259	366	621	941	1122			1029	916	605	442	383
21	125	172	383	579	714	940			921	641	502	425	269
23	149	428	569	829	1130	1449			1199	857	711	555	503
M	144	295	459	685	941	1.180	1.278	1.869	1.152	903	700	490	349
±1S	49	106	115	134	198	241	162	0	212	199	152	118	102

Sauerstoffaufnahme (ml STPD) pro kg Körpergewicht Gruppe FRAUEN 82/92 1. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	2,7	4,1	6,9	10,3	12,3	16,2			12,8	9,3	7,5	5,7	4,7
9	2,5	4,1	9,5	13,5	16,1	19,1	23,3		17,6	11,7	8,5	6,4	4,2
10	3,3	5,4	10	13,1	16,7	21,5			18,1	11,9	7	5,8	4,4
13	2,5	3,5	6,5	9,5	14,5	17,5	21,8	21,8	16,5	10,2	8,1	5,2	4,5
16	3,2	4,6	8,5	12,6	16,3	20,3			15,1	12,2	8,9	6,6	4,5
18	4,7	5,8	8,2	11,2	14,9	17,6	21,2	25,3	19,3	12,4	8,5	7,1	5,6
20	3,3	6,2	10	12,2	15,7	22,1			14,5	11,4	8,7	5,6	5
21	4	5	7,9	12,5	15,9	18,8			13,9	9,5	6,3	5,3	4,2
23	2,7	5,2	7,8	11,3	16,4	17,9	20,3		17,2	10,1	7,4	4,4	3,3
M	3,2	4,9	8,4	11,8	15,4	19,0	21,7	23,6	16,1	11,0	7,9	5,8	4,5
±1S	0,7	0,8	1,2	1,2	1,3	1,9	1,1	1,8	2,0	1,1	0,8	0,8	0,6

Sauerstoffaufnahme (ml STPD) pro kg Körpergewicht Gruppe FRAUEN 82/92 2. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	2,4	3,6	6,9	10	14,1	16,8			15,2	9,2	5,6	3,5	3,5
9	2,5	3,9	7,3	9,6	11,2	13,2	18,7		13,7	10,2	6,7	4,4	3,2
10	3,3	3,7	7,2	8,9	12	14	18,3	22,6	17,4	11,6	7,2	5,7	4,8
13	3,2	4,2	7,1	12	14,9	18,7	23,9	27,8	20,7	14,6	9,4	6,7	6
16	2,3	3,5	4	8,5	13,7	17,8	23		17,6	11,2	6,7	4,3	3,4
18	3,5	4,9	7,1	9,3	12,2	19	20,8	23,4	14,7	11,5	7,8	6,8	4,6
20	1,8	4,2	6,3	9,7	13,4	17,8			13,3	9,2	7,9	4,2	4,1
21	3,6	4,4	5,7	8,6	14,7	16,1	19,4		16,3	8,9	6,3	5,3	4,9
23	2,2	3,5	6,7	10,8	14,5	18,5	23,6		16,9	10,6	6,1	4,3	2,8
M	2,8	4,0	6,5	9,7	13,4	16,9	21,1	24,6	16,2	10,8	7,1	5,0	4,1
±1S	0,6	0,4	1,0	1,1	1,2	2,0	2,2	2,3	2,2	1,7	1,1	1,1	1,0

Sauerstoffaufnahme (ml STPD) pro kg Körpergewicht Gruppe FRAUEN 82/92 3. Unters.1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	1,9	4,1	5,7	10,9	12,4	15,5	16,9		15,3	11,6	9,2	3,8	2
9	3	4,5	5,7	8,6	12,9	16,2	18,5		15,8	11,2	10	7,6	5,4
10	2,9	5,5	7,7	10,3	15,1	18,3			16,3	12,2	9	5,7	4,8
13	1,4	2,7	7,9	10,5	14,6	20,1	23,6	28,6	23	19,2	15,5	10,7	5,4
16	1,8	4	6,7	9,9	13,9	17,2	21,8						
18	2,2	4,9	7	9,8	13,5	16	19,6		17,6	14,1	10,2	8,1	5,8
20	1,5	3,3	4,7	8	12,1	14,5			13,3	11,8	7,8	5,7	4,9
21	1,9	2,6	5,9	8,9	11	14,5			14,2	9,9	7,7	6,5	4,1
23	2,2	6,3	8,3	12,2	16,6	21,2			17,6	12,6	10,4	8,1	7,4
M	2,1	4,2	6,6	9,9	13,6	17,1	20,1	28,6	16,6	12,8	10,0	7,0	5,0
±1S	0,5	1,2	1,1	1,2	1,6	2,2	2,4	0,0	2,8	2,7	2,3	1,9	1,4

Sauerstoffpuls (VO₂/Hf ml STPD) Gruppe FRAUEN 82/92 1. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	2,8	3	4,9	6,2	6,8	7,9			8,6	6,9	6	5,2	4
9	2	2,6	5,5	6,9	8	8,2	9,3		9,1	6,6	5,2	4,4	2,7
10	3	3,7	6,2	7,3	8,8	10,7			10,4	7,6	4,9	4,1	3,2
13	2,4	2,9	5,1	6,6	9,3	9,9	11,5	10,8	9,9	7,6	6,1	4,3	3,6
16	2	2,3	4	5,4	6,6	7,5			7	6,1	4,5	3,7	2,5
18	3,6	3,6	5,1	5,8	7,3	7,4	10,1	9,7	8,5	6,1	4,8	4,4	3,5
20	3	4,6	7,1	7,8	9,7	11,6			9,8	8,3	6,2	4,2	3,8
21	3,2	2,8	4,1	5,5	6,2	7,1			6,2	5,2	3,9	3,4	3
23	2,3	3,7	4,7	6	8,4	8,3	8,9		10,1	6,5	5,4	3,3	2,7
M	2,7	3,2	5,2	6,4	7,9	8,7	10,0	10,3	8,8	6,8	5,2	4,1	3,2
±1S	0,5	0,7	0,9	0,8	1,2	1,5	1,0	0,6	1,4	0,9	0,7	0,6	0,5

Sauerstoffpuls (VO₂/Hf ml STPD) Gruppe FRAUEN 82/92 2. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	2,1	2,3	3,9	4,8	6,3	6,8			8,1	5,7	4	2,6	2,5
9	2,1	2,6	4,5	5	7,4	5,7	7,6		7	6,1	4,6	3,4	2,1
10	2,7	2,5	4,3	5	6,5	7,1	8,8	10,3	8,9	6,6	4,2	3,7	3,1
13	2,9	3	4,9	7,3	8,9	9,8	11,7	12,3	10,6	9,3	6,8	5,2	4,5
16	1,4	1,9	2,6	3,9	5,6	6,5	7,7		7,6	5,5	3,6	2,4	1,9
18	3	3,5	4,4	4,8	5,7	8,2	8,4	9	6,6	5,8	4,4	4,4	2,9
20	2,1	4,1	5,6	8	10	12			11,8	8,6	7,3	4,5	4,4
21	3,1	3	4,1	4,6	7	6,4	7,1		7,9	4,9	4,2	4,3	4,1
23	2,1	2,3	4,4	5,9	7,8	8,6	10,6		10,1	7,9	4,8	3,2	2,3
M	2,4	2,8	4,3	5,5	7,2	7,9	8,8	10,5	8,7	6,7	4,9	3,7	3,1
±1S	0,5	0,6	0,8	1,3	1,4	1,9	1,6	1,4	1,7	1,4	1,2	0,9	1,0

Sauerstoffpuls (VO₂/Hf ml STPD) Gruppe FRAUEN 82/92 3. Unters.1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	2,5	3,5	4	6,5	7	8	8,1		8,7	8,2	6,8	3,4	
9	2,6	3,6	4,2	5,6	7,7	8,9	9,5		9,9	7,6	6,5	6,2	4,3
10	2,6	4,2	5,6	6,5	8,9	9,6			10,1	7,9	6,3	4,2	3,9
13	1,2	1,7	5	6,2	8,3	10,5	11,5	11,7	10,7	10,5	10	7,6	3,8
16	1,2	2,3	3,8	4,9	6,5	7,4	8,7		8,3				
18	1,8	3,8	4,6	5,3	6,6	7,2	8,2		8,4	8,2	6,5	5,5	4,3
20	1,5	2,7	3,6	5,4	7,4	8,3			8,7	8,7	6,2	4,7	4
21	1,8	1,9	3,9	4,7	5,1	6,1			7,4	6,3	5,9	5,6	3,9
23	1,8	4,5	5,8	7,2	9,1	10,4			8,9	6,9	6,6	5,6	5,6
M	1,9	3,1	4,5	5,8	7,4	8,5	9,2	11,7	9,0	8,0	6,9	5,4	4,3
±1S	0,5	1,0	0,8	0,8	1,2	1,4	1,3	0,0	1,0	1,2	1,2	1,2	0,6

Atemäquivalent Gruppe FRAUEN 82/92 1. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	33,8	33,1	29,9	28,5	29,8	33			35,7	39,2	41,9	44,8	48,1
9	41,8	34	29,1	28	28	30,1	31,6		34,3	36,2	39,9	41,1	41,7
10	34,1	33,2	29,3	26,7	26,7	27,3			28,6	35,1	39,7	41	43,9
13	32,6	32	27,8	26,1	26,6	31,1	33,6	39,9	44	49	49,1	53,3	53
16	36,7	34,8	29,8	26,6	27,2	30,5			34,8	35,8	40,6	43,4	46,6
18	38,5	38,4	34,1	30	28,6	29,3	30,1	32,5	36,3	41,2	49,3	51,5	56,2
20	30,8	28	24,7	23,7	24,2	26,8			30,8	31,6	33,3	36,3	37,3
21	36,5	36,9	33,7	29,8	34,8	34,8			40,4	43,1	46,5	46,5	48,1
23	31,7	37,9	32,3	28	27,4	30	32,2		33	39,1	44,3	47,8	49,8
M	35,2	34,3	30,1	27,5	28,1	30,3	31,9	36,2	35,3	38,9	42,7	45,1	47,2
±1S	3,3	3,1	2,8	1,9	2,8	2,4	1,3	3,7	4,4	4,8	4,9	5,1	5,4

Atemäquivalent Gruppe FRAUEN 82/92 2. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	30,2	30,3	26,4	25,3	25,8	28,1			30,9	35,4	38,7	41,4	41,4
9	32,2	30,6	27,3	25	25	27,3	29,9		29,2	31,5	36,1	36,1	37,1
10	35,6	35,6	32,7	29,5	27	28,1	28,8	31	33,6	37,8	44,8	46,6	48,4
13	30,4	30,4	27,1	26,5	27,7	29	31,9	36,6	42,9	47,9	54,2	51,9	47,9
16	37,2	36,2	33,3	29,5	27,5	28,1	30,9		33,3	37,2	43,6	48,6	48,7
18	31,4	29,9	25,9	23,9	24,4	24,4	28,4	33,2	35,1	38,5	42,6	45,9	47,7
20	32,6	31,9	27,7	25,9	25,9	28,3			31,9	33,6	36,6	36,6	37,7
21	38	35,7	31	27,1	29,1	33,9	38,2		38,2	40,7	37	37,2	39,5
23	34,3	32,4	28,7	24,7	23,7	24,7	27,4		29,4	32,5	37,4	39,9	41,1
M	33,5	32,6	28,9	26,4	26,2	28,0	30,8	33,6	33,8	37,2	41,2	42,7	43,3
±1S	2,7	2,4	2,6	1,9	1,6	2,6	3,3	2,3	4,2	4,7	5,5	5,4	4,6

Atemäquivalent Gruppe FRAUEN 82/92 3. Unters.1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	41,2	35,2	30,9	26,8	26,8	27,4	30,1		31,6	32,5	35,2	37,4	37,4
9	37,9	34,6	31,9	28,9	26,9	27,6	30,3		29,6	29,6	31,1	32,7	34,6
10	38,6	34,4	28,8	28,8	28,1	32,6			32,6	33,5	36,4	39,9	42,7
13	51,6	34,3	30,1	28,7	28	31,6	38,5	41,1	47,4	49,3	45,6	49,3	47,4
16	67,3	46,5	33,6	30,2	28,1	27,5	29,5		28,8				
18	40,5	34,7	30,3	28,9	27,6	27,6	27,6		27,6	28,9	30,3	32,8	33,8
20	63,7	46,3	37,7	30,9	28,7	29,4			27,4	30,1	31,7	32,6	34,5
21	50,4	41,9	33,7	31,1	31,1	31,9			31,9	33,7	34,7	36,7	37,9
23	40,3	33,6	29,5	27,5	28,1	28,1			31	33,6	34,6	34,6	34,6
M	47,9	37,9	31,8	29,1	28,2	29,3	31,2	41,1	32,0	33,9	35,0	37,0	37,9
±1S	10,5	5,1	2,6	1,4	1,2	2,0	3,8	0,0	5,7	6,1	4,5	5,3	4,5

Ventilations-RQ Gruppe FRAUEN 82/92 1. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	0,82	0,83	0,85	0,9	1	1,1			1,22	1,24	1,26	1,24	1,26
9	0,93	0,89	0,82	0,93	0,98	1,05	1,08		1,17	1,21	1,29	1,3	1,28
10	0,72	0,73	0,71	0,72	0,76	0,8			0,86	1,03	1,03	1	1,04
13	0,85	0,85	0,78	0,8	0,86	1,01	1,06	1,16	1,24	1,35	1,35	1,37	1,37
16	0,76	0,71	0,68	0,74	0,82	0,93			1	1,03	1,1	1,11	1,12
18	0,94	0,91	0,86	0,8	0,81	0,9	0,98	1,03	1,09	1,23	1,36	1,29	1,32
20	0,8	0,75	0,74	0,77	0,82	0,89			1	1,08	1,08	1,09	1,06
21	0,83	0,84	0,83	0,83	0,99	1,08			1,25	1,23	1,29	1,25	1,25
23	0,82	0,82	0,82	0,78	0,81	0,91	1,03		1,06	1,22	1,24	1,31	1,19
M	0,83	0,81	0,79	0,81	0,87	0,96	1,04	1,10	1,10	1,18	1,22	1,22	1,21
±1S	0,07	0,07	0,06	0,07	0,09	0,10	0,04	0,06	0,13	0,10	0,11	0,12	0,11

Ventilations-RQ Gruppe FRAUEN 82/92 2. Unters.1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	0,78	0,8	0,77	0,8	0,88	0,95			1,05	1,14	1,16	1,17	1,13
9	0,74	0,73	0,71	0,73	0,77	0,86	0,95		0,95	1	1,05	1,06	1,03
10	0,76	0,79	0,78	0,76	0,84	0,88	0,9	0,95	1,03	1,13	1,22	1,19	1,16
13	0,81	0,83	0,76	0,81	0,87	0,93	1	1,08	1,24	1,35	1,35	1,25	1,19
16	0,77	0,77	0,76	0,87	0,82	0,88	0,98		1,03	1,12	1,17	1,19	1,15
18	0,84	0,8	0,74	0,72	0,76	0,83	0,95	1,06	1,11	1,19	1,18	1,16	1,17
20	0,79	0,79	0,76	0,77	0,83	0,93			1,05	1,11	1,18	1,11	1,06
21	0,81	0,79	0,74	0,76	0,86	1	1,05		1,09	1,13	1,03	1	1,03
23	0,83	0,82	0,84	0,8	0,81	0,88	0,98		1,05	1,13	1,18	1,19	1,17
M	0,79	0,79	0,76	0,78	0,83	0,90	0,97	1,03	1,07	1,14	1,17	1,15	1,12
±1S	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,06	0,07	0,09	0,09	0,07	0,06

Ventilations-RQ Gruppe FRAUEN 82/92 3. Unters.1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
8	0,93	0,86	0,83	0,83	0,89	0,93	1,07		1,13	1,11	1,2	1,15	1,15
9	0,91	0,86	0,84	0,81	0,87	0,91	1,03		1,02	1,02	1,08	1,08	1,09
10	0,81	0,83	0,88	0,91	0,89	1			1,03	1,03	1,03	1,06	1,03
13	0,92	0,75	0,76	0,79	0,86	0,97	1,06	1,13	1,15	1,12	1,04	1,08	1,08
16	1	1,16	0,92	0,93	0,88	0,77	0,83		0,83				
18	0,8	0,77	0,78	0,81	0,86	0,91	0,91		0,95	1	1	1,05	1,06
20	0,84	0,78	0,75	0,77	0,88	0,98			0,95	1	1,05	1,05	1,03
21	0,75	0,76	0,78	0,79	0,87	0,92			0,97	1,03	1,03	1,03	1,03
23	0,87	0,81	0,78	0,79	0,88	0,91			1,02	1,06	1,03	1	0,97
M	0,87	0,84	0,81	0,83	0,88	0,92	0,98	1,13	1,01	1,05	1,06	1,06	1,06
±1S	0,07	0,12	0,05	0,05	0,01	0,06	0,09	0,00	0,09	0,04	0,06	0,04	0,05

10.3.2 Versuchsprotokolle Gruppe MÄNNER 82/92

Gesamtarbeit (Wattminuten) MÄNNER 82/92

Pr. Nr.	Watt 1. U.	Watt 2. U.	Watt 3. U.
2	1025	1050	800
5	640	648	800
7	840	830	800
14	830	780	876
15	925	940	480
19	602	740	608
22	1058	1050	875
M	846	863	748
±S	163	144	137

Maximale absolute Wattstufe und Soll-Leistung Gruppe MÄNNER 82/92

Pr. Nr.	Max. Wattstufe 1. U. 1982	Max. Wattstufe 2. U. 1982	Max. Wattstufe 3. U. 1992	Soll-Leistung 1982	Soll-Leistung 1992
2	205	210	160	187	158
5	160	162	160	166	140
7	168	166	160	176	135
14	166	156	182	199	179
15	185	188	120	177	166
19	150	148	152	173	151
22	175	175	175	155	134
M	173	172	158	176	152
±S	18	21	20	14	17

Herzfrequenz pro Minute Gruppe MÄNNER 82/92 1. Unters.1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	73	87	90	102	105	120	126	139	148	168		128	113	103	107	98
5	72	85	86	99	103	119	127	140				118	107	99	96	92
7	80	100	98	122	128	137	145	154	165			150	136	123	120	118
14	81	87	99	112	118	142	150	170	172			142	125	127	112	112
15	73	94	89	107	108	124	134	147	158	172		153	138	127	118	114
19	96	114	115	126	130	144	151	165				144	135	129	116	117
22	89	114	107	115	120	129	128	138	142	154	158	135	127	124	109	115
M	81	97	98	112	116	131	137	150	157	165	158	139	126	119	111	109
±S	8	12	10	9	10	10	10	12	11	8	0	12	11	11	8	9

Herzfrequenz pro Minute Gruppe MÄNNER 82/92 2. Unters.1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	60	66	70	86	90	106	113	132	142	172		124	104	87	87	87
5	68	84	94	97	104	118	126	135				93	89	85	80	82
7	96	111	114	133	144	148	157	168				152	132	130	125	120
14	71	88	83	96	105	125	132	157	160			130	118	108	100	100
15	79	92	93	107	120	135	145	165	175	183		160	140	115	84	75
19	64	88	94	106	108	123	133	157	160			125	114	105	95	95
22	89	89	95	105	109	124	125	140	140	155	155	143	127	119	114	113
M	75	88	92	104	111	126	133	151	155	170	155	132	118	107	98	96
±S	12	12	12	14	16	12	13	14	13	12	0	20	16	15	15	15

Herzfrequenz pro Minute Gruppe MÄNNER 82/92 3. Unters.1992

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	62	75	73	80	80	95	102	125	130			100	88	85	78	73
5	53	67	69	81	88	100	105	125	140			105	87	80	71	66
7	71	94	91	110	109	118	125	134	148			126	124	113	107	101
14	75	87	115	117	122	134	139	152	165			137	118	110	110	96
15	53	72	75	78	85	86	103					86	76	69	61	60
19	74	90	96	105	110	130	133	150				121	112	105	97	90
22	81	86	88	94	99	106	113	124	134	140		115	112	110	106	104
M	67	82	87	95	99	110	117	135	143	140		113	102	96	90	84
±S	10	9	15	15	14	17	14	12	12	0		16	17	16	18	16

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/92 1. Unters.1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	160		165		190		210		230			220	200	195	200	190
5	145		150		180		215					220	190	180	165	155
7	125		130		150		180		190			190	150	140	130	120
14	170		160		170		190		200			205	190	180	180	165
15	130		140		170		180		195			170	190	175	160	140
19	140		160		180		190					195	170	170	150	140
22	140		130		140		160		160		165	180	160	150	140	140
M	144		148		169		189		195		165	197	179	170	161	150
±S	15		14		16		17		22		0	18	17	18	22	21

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/92 2. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	130		140		170		190		230			225	210	190	160	145
5	130		160		185		205					200	170	160	145	135
7	135		150		200		220		235			210	185	170	150	145
14	150		150		180		185		210			195	190	165	170	150
15	145		160		185		215		230			155	150	120	90	90
19	130		150		170		190		210			195	170	155	140	130
22	135		145		160		170		195		195	190	170	155	150	140
M	136		151		179		196		218		195	196	178	159	144	134
±S	7		7		12		16		14		0	20	18	20	24	19

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/92 3. Unters. 1992

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	160		165		180		210		230			215	180	170	165	155
5	150		155		180		190		215			210	190	175	160	155
7	130		140		160		200		210			200	190	150	150	150
14	160		170		195		205		210			200	195	180	180	180
15	130		130		140		145					135	130	130	130	130
19	135		140		170		185					180	165	155	150	140
22	150		155		165		175					175	170	160	150	135
M	145		151		170		187		216			188	174	160	155	149
±S	12		13		16		21		8			25	21	16	14	15

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/92 1. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	100		110		110		110		110			100	100	100	105	105
5	100		100		100		110					95	100	100	100	100
7	100		100		110		110		110			100	100	100	100	100
14	100		100		100		100		100			95	95	100	90	90
15	105		110		110		105		105			100	100	100	100	100
19	105		110		110		110					95	100	100	100	95
22	90		90		95		95		100		100	70	80	90	90	90
M	100		103		105		106		105		100	94	96	99	98	97
±S	5		7		6		6		4		0	10	7	3	5	5

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/92 2. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	90		80		80		90		105			90	90	90	90	90
5	95		90		95		110					95	90	90	90	85
7	90		100		110		110		110			85	90	100	100	100
14	90		85		90		90		90			80	80	85	95	95
15	110		110		110		110		115			60	80	80	60	60
19	90		90		90		95		100			90	90	90	90	90
22	100		100		100		105		105		105	85	90	90	85	85
M	95		94		96		101		104		105	84	87	89	87	86
±S	7		10		10		9		8		0	11	5	6	12	12

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/92 3. Unters. 1992

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	95		90		95		100		110			80	80	80	85	85
5	85		85		90		105		105			90	90	90	90	90
7	95		95		95		110		120			105	100	90	90	90
14	100		100		100		110		110			100	90	95	95	95
15	90		90		85		85					80	80	80	80	85
19	85		90		95		100					90	80	80	80	80
22	95		95		95		90					85	85	85	90	95
M	92		92		94		100		111			90	86	86	87	89
±S	5		5		4		9		5			9	7	6	5	5

Atemminutenvolumen (l BTPS) Gruppe MÄNNER 82/92 1. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	8,6	13,1	16,9	25,1	32,2	36,2	41	47,5	55,4	72,2		57,2	39,9	32,9	24,9	21,2
5	5,1	11,3	15,4	22,4	28,1	33,6	44,6	55,2				48	32,9	26,9	23,6	15,8
7	6,6	11,8	14,7	19,3	24,5	32,2	38,7	46,8	53,5			49,5	35,8	29,4	23,4	18,7
14	12,7	12,4	17,8	24,2	31,3	42,3	50,2	71,2	76,7			42,2	39	28,3	25,2	20,5
15	5,3	9	16,1	22,1	25,8	39,9	47,1	53,5	61,6	75,1		67,1	50,6	40,1	29,4	23,9
19	12,2	15,2	22,2	27,4	33,5	41,5	47	53,4				50,7	38,8	31,5	25,1	19,5
22	12	15,6	18	22,8	25,2	31,2	38,4	43,2	48	57,6	67,2	61,2	40,8	30	22,8	19,2
M	8,9	12,6	17,3	23,3	28,7	36,7	43,9	53,0	59,0	68,3	67,2	53,7	39,7	31,3	24,9	19,8
±S	3,1	2,1	2,3	2,4	3,4	4,2	4,2	8,5	9,8	7,7	0,0	7,9	5,1	4,0	2,0	2,3

Atemminutenvolumen (l BTPS) Gruppe MÄNNER 82/92 2. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	7,2	9,6	12	16,8	24	36	40,8	52,8	64,8	86,4		60	40,8	28,8	24	21,6
5	4,8	12	14,4	21,6	24	36	44,6	64,8				45,6	26,4	19,2	12	11
7	7,2	12	16,8	21,6	28,8	36	43,2	50,4	57,6			43,2	36	28,8	21,6	19,2
14	9,6	9,6	12	19,2	21,6	31,2	38,4	48	60			45,6	33,6	24	14,4	12
15	7,2	12	14,4	24	28,8	36	50,4	64,8	74,4	79,2		76,8	55,2	38,4	28,8	24
19	7,2	12	12	16,8	26,4	28,8	33,6	45,6	57,6			50,4	38,4	28,8	24	16,8
22	9,6	12	15,6	21,6	26,4	34,8	40,8	48	56,4	68,4	78	74,4	46,8	32,4	27,6	21,6
M	7,5	11,3	13,9	20,2	25,7	34,1	41,7	53,5	61,8	78,0	78,0	56,6	39,6	28,6	21,8	18,0
±S	1,5	1,1	1,8	2,5	2,5	2,7	4,8	7,4	6,3	7,4	0,0	13,1	8,6	5,6	5,9	4,6

Atemminutenvolumen (l BTPS) Gruppe MÄNNER 82/92 3. Unters. 1992

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	8,4	12,6	15,6	22,2	25,2	34,2	36,6	51	55,7			51	31,5	25,2	18	15,6
5	6	15,6	21	28,2	34,2	45,6	51	64,5	91,5			67,5	39	35,7	27	22,8
7	7,8	13,8	15	19,8	24	30	36	43,2	46,5			43,5	33	25,8	20,4	18,6
14	15,6	19,8	25,2	33	41,4	51	56,4	63,6	76,8			64,8	44,4	38,4	30,6	29,4
15	8,4	13,2	18	20,4	29,4	36,6	46,2					45	37,2	29,4	21	16,8
19	12,6	20,4	22,2	25,2	33	36,2	37,5	49,5				52,5	48	37,2	26,4	15,6
22	8,4	13,2	13,8	18,6	21,6	28,8	36	46,2	54	62,4		55,2	42	30	22,2	18,6
M	9,6	15,5	18,7	23,9	29,8	37,5	42,8	53,0	64,9	62,4		54,2	39,3	31,7	23,7	19,6
±S	3,1	3,0	3,9	4,8	6,4	7,5	7,8	8,2	16,7	0,0		8,5	5,5	5,0	4,1	4,6

Maximalwerte der Atemfrequenzen der Gruppe MÄNNER 82/92

Pr.Nr	max Af 1. U.	max Af 2. U.	max.Af 3. U.
2	23	28	20
5	30	35	33
7	20	24	19
14	37	35	38
15	27	38	24
19	25	28	23
22	25	29	25
M	26,7	31,0	26,0
±S	5,1	4,7	6,5

Maximalwerte des Atemzugvolumens (ml BTPS) der Gruppe MÄNNER 82/92

Pr.Nr	max AZV 1. U.	max AZV 2. U.	max AZV 3. U.
2	3139	3090	2330
5	1840	1850	2773
7	2675	2400	2448
14	2070	1710	2021
15	2781	2084	1925
19	2136	1970	2250
22	2688	2690	2496
M	2.475,6	2.256,3	2.320,4
±S	431,3	459,7	268,1

Soll- und Ist-VK (l BTPS) der Gruppe MÄNNER 82/92

Pr.Nr	Soll-VK 1. u.2. U.	Ist-Vk 1. U.	Ist-Vk 2. U.	Soll-Vk 3. U.	Ist-Vk 3. U.
2	4,7	4,8	4,6	4,5	4,1
5	4,3	3,9	4,8	4	3,7
7	4,3	5,1	4,2	4	4,2
14	4,4	3,6	3,9	4,1	2,8
15	4,1	3,8	3,6	3,9	3,2
19	4,7	5,8	5,5	4,5	4,2
22	4,1	4,9	4,9	3,9	4,2
M	4,4	4,6	4,5	4,1	3,8
±S	0,2	0,7	0,6	0,2	0,5

Absolute Sauerstoffaufnahme (ml STPD) Gruppe MÄNNER 82/92 1. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	298	464	639	989	1320	1455	1646	1794	2084	2546		1782	1145	810	592	470
5	153	348	535	869	1112	1301	1624	1836				1483	886	641	543	376
7	214	375	560	792	1044	1345	1590	1814	2012			1769	924	625	444	327
14	360	359	615	965	1276	1659	1807	2454	2282			1191	978	666	613	483
15	129	259	568	851	975	1373	1621	1624	1869	2156		1705	1079	724	530	392
19	365	489	786	1012	1214	1471	1663	1764				1594	977	718	669	499
22	354	473	620	841	991	1278	1573	1699	1731	2030	2203	1805	936	639	486	409
M	268	395	618	903	1.133	1.412	1.646	1.855	1.996	2.244	2.203	1.618	989	689	554	422
±S	94	78	77	79	128	121	71	254	188	220	0	205	85	61	71	59

Absolute Sauerstoffaufnahme (ml STPD) Gruppe MÄNNER 82/92 2. Unters. 1992

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	237	325	427	640	951	1426	1552	1837	2097	2658		1653	1057	630	505	454
5	148	369	515	805	897	1285	1520	2102				1330	728	528	272	249
7	209	369	653	910	1258	1518	1750	2040	2279			1610	934	652	490	437
14	319	328	499	879	1029	1429	1617	1832	2184			1624	1034	660	394	340
15	216	379	535	891	1070	1309	1832	2048	2116	1878		1699	1178	755	546	455
19	207	315	384	620	1018	1110	1240	1571	1842			1612	913	590	472	317
22	295	369	543	787	1005	1353	1487	1672	1918	2160	2337	2048	1137	656	536	420
M	233	351	508	790	1.033	1.347	1.571	1.872	2.073	2.232	2.337	1.654	997	639	459	382
±S	53	25	80	110	106	122	178	187	150	322	0	195	142	65	89	74

Absolute Sauerstoffaufnahme (ml STPD) Gruppe MÄNNER 82/92 3. Unters. 1992

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	232	388	531	828	961	1304	1395	1903	2080			1737	971	695	482	405
5	165	443	681	984	1248	1590	1738	2040	2524			1806	949	813	591	499
7	171	347	426	658	895	1168	1460	1752	1810			1659	1044	732	546	468
14	341	512	775	1174	1473	1815	1870	2058	2360			1782	1185	994	792	737
15	243	404	655	760	1143	1332	1605					1489	1077	803	556	431
19	282	525	645	774	1095	1171	1183	1560				1481	1155	864	569	324
22	180	349	422	630	767	1047	1309	1603	1695	1907		1550	1145	793	568	446
M	231	424	591	830	1.083	1.347	1.509	1.819	2.094	1.907		1.643	1.075	813	586	473
±S	60	67	124	177	218	249	225	196	315	0		127	85	90	90	119

Sauerstoffaufnahme (ml STPD) pro kg Körpergewicht Gruppe MÄNNER 82/92 1. U.1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	3,6	5,6	7,7	11,9	15,9	17,6	20	21,7	25,3	30,9		21,6	13,9	9,8	7,2	5,7
5	2	4,4	6,8	11	14,1	16,5	20,6	23,2				18,8	11,2	8,1	6,9	4,8
7	2,5	4,5	6,7	9,4	12,4	15,9	18,9	21,6	24			21,1	11	7,5	5,3	3,9
14	4,3	4,3	7,4	11,6	15,4	20	21,8	29,6	27,5			14,3	11,8	8	7,4	5,8
15	1,7	3,5	7,7	11,5	13,2	18,6	21,9	21,9	25,3	29,1		23	14,6	9,8	7,2	5,3
19	4,9	6,5	10,5	13,5	16,2	19,6	22,2	23,6				22,9	13	9,6	8,9	6,7
22	5	6,7	8,8	11,9	14,1	18,1	22,3	24,1	24,6	28,8	31,2	25,6	13,3	9,1	6,9	5,8
M	3,4	5,1	7,9	11,5	14,5	18,0	21,1	23,7	25,3	29,6	31,2	21,0	12,7	8,8	7,1	5,4
±S	1,3	1,1	1,2	1,1	1,3	1,4	1,2	2,6	1,2	0,9	0,0	3,4	1,3	0,9	1,0	0,8

Sauerstoffaufnahme (ml STPD) pro kg Körpergewicht Gruppe MÄNNER 82/92 2. U. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	2,8	3,9	5,1	7,7	11,4	17,1	18,6	22	25,1	31,8		19,8	12,7	7,5	6,1	5,4
5	1,8	4,6	6,4	9,9	11,1	15,9	18,8	26				16,4	9	6,5	3,4	3,1
7	2,5	4,5	7,9	11	15,2	18,3	21,1	24,6	27,5			19,4	11,3	7,9	5,9	5,3
14	4,1	4,2	6,4	11,3	13,2	18,3	20,7	23,9	28			20,8	13,3	8,5	5,1	4,4
15	2,9	5,1	7,1	11,9	14,3	17,5	24,4	27,3	28,2	25		22,7	15,7	10,1	7,3	6,1
19	2,8	4,2	5,2	8,3	13,7	14,9	16,7	21,1	24,7			21,7	12,3	7,9	6,4	4,3
22	4,2	5,2	7,7	11,1	14,2	19,1	21,0	23,6	27,1	30,5	33,0	28,9	16,1	9,3	7,6	5,9
M	3,0	4,5	6,5	10,2	13,3	17,3	20,2	24,1	26,8	29,1	33,0	21,4	12,9	8,2	6,0	4,9
±S	0,8	0,4	1,0	1,5	1,4	1,4	2,3	2,0	1,4	2,9	0,0	3,6	2,3	1,1	1,3	1,0

Sauerstoffaufnahme (ml STPD) pro kg Körpergewicht Gruppe MÄNNER 82/92 3.U. 1992

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	2,9	4,8	6,6	10,2	11,9	16,1	17,2	24,5	25,6			21,5	12,8	8,6	6	5
5	2,1	5,6	8,6	12,5	15,8	20,1	22	25,9	32			22,9	12	10,3	7,5	6,3
7	2,3	4,6	5,6	8,7	11,9	15,5	19,3	23,2	24			22	14,5	9,7	7,2	6,2
14	4,1	6,1	9,2	13,9	17,5	21,6	22,2	24,4	28			21,2	14,1	11,8	9,4	8,8
15	3,1	5,1	8,3	9,6	14,5	16,9	20,3					18,8	13,6	10,2	7	5,5
19	3,7	7,0	8,5	10,3	14,5	15,5	15,6	20,6				19,6	15,3	11,4	7,5	4,3
22	2,6	5,0	6,1	9,1	11,1	15,1	18,9	23,2	24,5	27,6		22,4	16,5	11,5	8,2	6,4
M	3,0	5,5	7,6	10,6	13,9	17,3	19,4	23,6	26,8	27,6		21,2	14,1	10,5	7,5	6,1
±S	0,7	0,8	1,3	1,8	2,2	2,4	2,2	1,6	2,9	0,0		1,4	1,4	1,1	1,0	1,3

Sauerstoffpuls (VO₂/Hf ml STPD) Gruppe MÄNNER 82/92 1. Unters.1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	4,1	5,3	7,1	9,7	12,6	12,1	13,1	12,9	14,1	15,2		13,9	10,1	7,9	5,6	4,8
5	2,2	4,1	6,2	8,8	11,3	11	12,7	13,1				12,6	8,2	6,5	5,7	4,1
7	2,7	3,8	5,7	6,5	8,1	9,8	11	11,8	12,2			11,8	6,8	5,1	3,7	2,8
14	4,4	4,1	6,2	8,6	10,8	11,7	12,1	14,4	13,3			8,4	7,8	5,2	5,5	4,3
15	1,8	2,8	6,4	8	9	11,1	12,1	11,1	11,8	12,5		11,1	7,8	5,7	4,5	3,4
19	3,8	4,3	6,8	8,0	9,3	10,2	11,4	10,7				11,9	7,2	5,5	5,7	4,3
22	4,0	4,1	5,8	7,3	8,3	9,9	12,3	12,3	12,2	13,2	13,9	13,4	7,4	5,2	4,5	3,6
M	3,3	4,1	6,3	8,1	9,9	10,8	12,1	12,3	12,7	13,6	13,9	11,9	7,9	5,9	5,0	3,9
±S	1,0	0,7	0,5	1,0	1,6	0,8	0,7	1,2	0,9	1,1	0,0	1,7	1,0	0,9	0,7	0,6

Sauerstoffpuls (VO₂/Hf ml STPD) Gruppe MÄNNER 82/92 2. Unters.1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	4	4,9	6,1	7,4	10,6	13,5	13,7	13,9	14,8	15,8		13,3	10,2	7,2	5,8	5,2
5	2,2	4,4	5,5	8,3	8,6	10,9	12,1	15,6				14,3	8,2	6,2	3,4	3
7	2,2	3,3	5,7	8	9,5	10,5	11,9	13	13,6			10,6	7,1	5	3,9	3,6
14	4,5	3,7	6	9,2	9,8	11,4	12,3	11,9	13,7			12,5	8,8	6,1	3,9	3,4
15	2,7	4,1	5,8	8,3	8,9	9,7	12,6	12,4	12,1	10,3		10,6	8,4	6,6	6,5	6,1
19	3,2	3,6	4,1	5,9	9,4	9	9,3	10	11,5			12,9	8	5,6	5	3,3
22	3,3	4,1	5,7	7,5	9,2	10,9	11,9	11,9	13,7	13,9	15,1	14,3	9	5,5	4,7	3,7
M	3,2	4,0	5,6	7,8	9,4	10,8	12,0	12,7	13,2	13,3	15,1	12,6	8,5	6,0	4,7	4,0
±S	0,8	0,5	0,6	1,0	0,6	1,3	1,2	1,6	1,1	2,3	0,0	1,4	0,9	0,7	1,0	1,1

Sauerstoffpuls (VO₂/Hf ml STPD) Gruppe MÄNNER 82/92 3. Unters.1992

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	3,7	5,2	7,3	10,4	12	13,7	13,7	15,2	16			17,4	11	8,2	6,2	5,5
5	3,1	6,6	9,9	12,1	14,2	15,9	16,5	16,4	18			17,3	10,9	10,1	8,3	7,6
	2,4	3,7	4,7	6	8,2	9,9	11,7	13,1	12,3			13,1	8,4	6,4	5,1	4,6
14	4,6	5,9	6,7	10	12,1	13,5	13,5	13,5	14,3			13	10	9	7,2	7,7
15	4,6	5,6	8,7	9,7	13,4	15,5	15,6					17,3	14,2	11,6	9,1	7,2
19	3,8	5,8	6,7	7,4	10	9	8,9	10,4				12,3	10,3	8,2	5,9	3,6
22	2,2	4,1	4,8	6,7	7,8	9,9	11,6	12,9	12,7	13,6		13,5	10,2	7,2	5,4	4,3
M	3,5	5,3	7,0	8,9	11,1	12,5	13,1	13,6	14,7	13,6	0,0	14,8	10,7	8,7	6,7	5,8
±S	0,9	1,0	1,8	2,1	2,3	2,6	2,4	1,9	2,1	0,0	0,0	2,2	1,6	1,6	1,4	1,6

Atemäquivalent Gruppe MÄNNER 82/92 1.Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	28,8	28,2	26,4	25,4	24,4	24,9	24,9	26,5	26,6	28,4		32,1	34,8	40,6	42,1	45,1
5	33,4	32,5	28,8	25,8	25,2	25,8	27,5	30,1				32,3	37,1	41,9	43,5	41,9
7	30,8	31,4	26,3	24,3	23,5	23,9	24,3	25,8	26,6			27,8	37,9	47	52,7	57,7
14	35,7	34,5	28,9	25,1	24,5	25,5	27,8	29	33,6			35,4	39,9	42,5	41,1	42,4
15	41,1	34,7	28,3	26	26,4	29,1	29,1	32,9	33	34,8		39,4	46,9	55,4	55,5	60,9
19	33,4	31,1	28,2	27,1	27,6	28,3	28,3	30,3				31,8	39,7	45,8	37,5	39,2
22	34	33	29	27,1	25,4	24,4	24,4	25,4	27,7	28,4	30,5	33,9	43,6	46,9	46,9	46,9
M	33,9	32,2	28,0	25,8	25,3	26,0	26,6	28,6	29,5	30,5	30,5	33,2	40,0	45,7	45,6	47,7
±S	3,6	2,1	1,1	0,9	1,3	1,8	1,9	2,6	3,1	3,0	0,0	3,3	3,8	4,6	6,0	7,7

Atemäquivalent Gruppe MÄNNER 82/92 2.Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	30,4	29,5	28,1	26,3	25,2	25,2	26,3	28,7	30,9	31,9		36,3	38,6	45,7	47,5	47,6
5	32,4	32,5	28	26,8	26,7	28	29,3	30,8				34,3	36,3	36,4	44,1	44,2
7	34,5	32,5	25,7	23,7	22,9	23,7	24,7	24,7	25,3			26,8	38,5	44,2	44,1	43,9
14	30,1	29,3	24	21,8	21	21,8	23,7	25,8	27,5			28,1	32,5	36,4	36,5	35,3
15	33,3	31,7	26,9	26,9	26,9	27,5	27,5	31,6	35,2	42,2		45,2	46,9	50,6	52,7	52,7
19	34,8	38,1	31,3	27,1	25,9	25,9	27,1	29,6	31,3			39,1	42,1	48,8	50,8	52,9
22	28,3	32,5	28,7	27,4	26,3	25,7	27,4	28,7	29,4	31,7	33,4	36,3	41,1	49,4	51,5	51,4
M	32,0	32,3	27,5	25,7	25,0	25,4	26,6	28,6	29,9	35,3	33,4	35,2	39,4	44,5	46,7	46,9
±S	2,3	2,7	2,1	2,0	2,1	2,0	1,7	2,3	3,1	4,9	0,0	5,8	4,2	5,5	5,3	5,9

Atemäquivalent Gruppe MÄNNER 82/92 3.Unters. 1992

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	36,2	32,5	29,4	26,8	26,2	26,2	26,2	26,8	26,8			29,4	32,5	36,2	37,3	38,5
5	36,4	35,2	30,8	28,7	27,4	28,7	29,4	31,6	36,4			37,4	41,1	44	45,7	45,7
7	45,6	39,8	35,2	30,1	26,8	25,7	24,7	24,7	25,7			26,2	30,9	35,2	37,4	39,8
14	45,7	38,7	32,5	28,1	28,1	28,1	30,2	30,9	32,5			36,4	37,5	38,6	38,6	39,9
15	34,6	32,7	27,5	26,8	25,7	27,5	28,8					30,2	34,5	36,6	37,8	39
19	44,7	38,9	34,4	32,6	30,1	30,9	31,7	31,7				35,4	41,6	43,1	46,4	48,1
22	46,7	37,8	32,7	29,5	28,2	27,5	27,5	28,8	31,9	32,7		35,6	36,7	37,8	39,1	41,7
M	41,4	36,5	31,8	28,9	27,5	27,8	28,4	29,1	30,7	32,7		32,9	36,4	38,8	40,3	41,8
±S	5,0	2,8	2,5	1,9	1,4	1,6	2,2	2,6	3,9	0,0		4,0	3,8	3,2	3,7	3,4

Ventilations-RQ Gruppe MÄNNER 82/92 1. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	0,76	0,74	0,74	0,79	0,84	0,92	0,96	1	1	1,05		1,13	1,17	1,3	1,26	1,33
5	0,86	0,84	0,81	0,81	0,84	0,9	0,98	1,16				1,1	1,23	1,32	1,3	1,19
7	0,74	0,76	0,7	0,71	0,77	0,84	0,92	0,99	1,05			1,1	1,36	1,47	1,57	1,57
14	0,86	0,84	0,75	0,71	0,75	0,82	0,92	0,96	1,09			1,15	1,26	1,27	1,2	1,17
15	0,93	0,89	0,84	0,85	0,87	1	1,05	1,08	1,11	1,17		1,3	1,42	1,6	1,5	1,6
19	0,9	0,86	0,82	0,84	0,9	0,94	0,96	1,03				1,11	1,23	1,25	1,3	1,31
22	0,72	0,76	0,74	0,73	0,77	0,76	0,8	0,88	0,93	0,98	1,05	1,17	1,36	1,31	1,23	1,19
M	0,82	0,81	0,77	0,78	0,82	0,88	0,94	1,01	1,04	1,07	1,05	1,15	1,29	1,36	1,34	1,34
±S	0,08	0,05	0,05	0,06	0,05	0,08	0,07	0,08	0,06	0,08	0,00	0,07	0,08	0,12	0,13	0,17

Ventilations-RQ Gruppe MÄNNER 82/92 2. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	0,82	0,8	0,79	0,8	0,83	0,9	0,98	1,07	1,12	1,13		1,2	1,28	1,36	1,33	1,3
5	0,88	0,9	0,84	0,85	0,86	0,96	1	1,05				1,08	1,11	1,26	1,2	1,17
7	0,78	0,79	0,71	0,73	0,78	0,85	0,92	0,93	0,99			1	1,2	1,29	1,14	1,07
14	0,85	0,83	0,76	0,72	0,73	0,8	0,87	0,94	0,98			1	1,11	1,18	1,12	1,03
15	0,79	0,78	0,78	0,83	0,87	0,91	0,93	1,05	1,08	1,47		1,5	1,59	1,64	1,67	1,58
19	0,81	0,88	0,8	0,76	0,81	0,83	0,87	0,93	0,98			1	1,22	1,25	1,23	1,19
22	0,79	0,82	0,74	0,78	0,83	0,81	0,89	0,95	0,98	1,03	1,08	1,12	1,13	1,28	1,25	1,21
M	0,82	0,83	0,77	0,78	0,82	0,87	0,92	0,99	1,02	1,21	1,08	1,13	1,23	1,32	1,28	1,22
±S	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,19	0,00	0,17	0,16	0,14	0,17	0,17

Ventilations-RQ Gruppe MÄNNER 82/92 3. Unters. 1992

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
2	0,79	0,79	0,81	0,78	0,87	0,94	0,98	1,00	1,05			1,07	1,16	1,18	1,15	1,16
5	0,82	0,86	0,80	0,79	0,84	0,93	0,95	1,03	1,12			1,18	1,20	1,21	1,22	1,19
7	0,89	0,84	0,83	0,78	0,83	0,90	0,90	0,90	1,00			0,98	1,15	1,17	1,18	1,23
14	0,89	0,88	0,84	0,82	0,86	0,91	0,98	1	1,03			1,12	1,15	1,13	1,06	1,03
15	0,89	0,86	0,77	0,82	0,85	0,91	0,98					1,05	1,17	1,18	1,16	1,16
19	0,89	0,90	0,91	0,89	1,00	1,03	1,05	1,05				1,18	1,21	1,14	1,15	1,20
22	0,85	0,81	0,78	0,78	0,88	0,86	0,91	0,95	1,05	1,08		1,15	1,12	1,13	1,10	1,10
M	0,86	0,85	0,82	0,81	0,88	0,93	0,96	0,99	1,05	1,08		1,10	1,17	1,16	1,15	1,15
±S	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,00		0,07	0,03	0,03	0,05	0,06

10.3.3 Versuchsprotokolle Gruppe FRAUEN 82/92/04 und FRAUEN 92/04

Gesamtarbeit (Wattminuten)

FRAUEN 82/92/04					FRAUEN 92/04		
Pr. Nr.	Watt 1.U.	Watt 2.U.	Watt 3.U.	Watt 4. U.	Pr. Nr.	Watt 1992	Watt 2004
9	360	360	360	270	4	490	480
16	270	342	336	315	9	360	270
18	512	512	420	420	12	240	240
21	270	360	297	315	16	336	315
M	353	394	353	330	18	420	420
±S	99	69	45	55	21	297	315
					M	357	340
					±S	81	84

Maximale absolute Wattstufe und Soll-Leistung Gruppe FRAUEN 82/92/04

Pr.Nr.	max. Watt 1. U. 82	max Watt 2. U. 82	max Watt 3. U. 92	max Watt 4, U. 04	Soll-Leistg. 1. u. 2. U. 82	Soll-Leistg. 3. U. 92	Soll-Leistg. 4. U. 2004
9	90	90	90	90	114	102	90
16	90	86	84	90	126	106	102
18	128	128	105	105	134	129	119
21	90	90	99	90	114	110	84
M	100	99	95	94	122	112	99
±S	16	17	8	6	8	10	13

Soll- und Ist-VK (1 BTPS) der Gruppe FRAUEN 82/92/04

Pr. Nr.	Soll-VK 1.u.2. U.	Ist-VK 1. U.	Ist-VK 2. U.	Soll-VK 3. U.	Ist-VK 3. U.	Soll-VK 4. U.	Ist-VK 4. U.
9	3	2,4	2,6	2,7	1,9	2	2,1
16	3,2	2,9	2,5	2,9	2,4	2,2	2,5
18	3,5	2,6	2,7	3,2	2	2,6	1,9
21	2,7	2,6	2,2	2,5	2,5	1,6	2,1
M	3,1	2,6	2,5	2,8	2,2	2,1	2,2
±1S	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2

Soll- und Ist-VK (1 BTPS) der Gruppe FRAUEN 92/04

Pr. Nr.	Soll-VK 3. U.	Ist-VK 3. U.	Soll-VK 4. U.	Ist-VK 4. U.
4	3	2,7	2,3	2,3
9	2,7	1,9	2	2,1
12	2,9	2,7	2,2	3,3
16	2,9	2,4	2,2	2,5
18	3,2	2	2,6	1,9
21	2,5	2,5	1,6	2,1
M	2,9	2,4	2,2	2,4
±1S	0,2	0,3	0,3	0,5

Herzfrequenzen pro Minute Gruppe FRAUEN 82/92/04 1. Unters. 1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3
9	72	91	102	114	121	137	147		114	104	96
16	96	116	124	138	145	160			128	118	117
18	84	105	105	127	133	155	163	170	147	131	114
21	76	111	119	139	158	163			138	113	100
M	82	106	113	130	139	154	155	170	132	117	107
±1S	9	9	9	10	14	10	8	0	12	10	9

Herzfrequenzen pro Minute Gruppe FRAUEN 82/92/04 2. Unters. 1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3
9	71	91	99	115	124	140	148		118	100	87
16	93	103	112	127	139	158	172		133	118	106
18	77	93	104	125	138	150	160	170	145	129	115
21	72	91	85	115	129	155	169		128	108	93
M	78	95	100	121	133	151	162	170	131	114	100
±1S	9	5	10	6	6	7	9	0	10	11	11

Herzfrequenzen pro Minute Gruppe FRAUEN 82/92/04 3. Unters. 1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3
9	66	72	79	89	97	105	112		92	86	89
16	79	100	98	114	120	130	140		120	106	102
18	84	86	104	126	139	152	162		142	117	106
21	70	92	97	122	139	155			125	102	85
M	75	88	95	113	124	136	138		120	103	96
±1S	7	10	9	14	17	20	20		18	11	9

Herzfrequenzen pro Minute Gruppe FRAUEN 82/92/04 4. Unters. 2004

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3
9	61	78	81	88	96	106			93	86	81
16	78	86	90	99	102	113	121		107	101	97
18	82	99	107	114	123	134	148		133	121	115
21	59	80	85	99	115	139	155		130	107	88
M	70	86	91	100	109	123	141		116	104	95
±1S	10	8	10	9	11	14	15		17	13	13

Herzfrequenzen pro Minute Gruppe FRAUEN 92/04 Unters. 1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
4	61	76	83	94	97	110	119	128	99	84	73	65	69
9	66	72	79	89	97	105	112		92	86	89	71	72
12	71	97	110	129	140				112	97	98	82	74
16	79	100	98	114	120	130	140		120	106	102	91	92
18	84	86	104	126	139	152	162		142	117	106	100	91
21	70	92	97	122	139	155			125	102	85	76	69
M	72	87	95	112	122	130	133	128	115	99	92	81	78
±1S	8	10	11	15	19	21	20		17	11	11	12	10

Herzfrequenzen pro Minute Gruppe FRAUEN 92/04 Unters. 2004

Pr. Nr.	Vorstart	min 1	min 2	min 3	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
4	64	70	73	83	85	91	100	115	93	80	70	65	64
9	61	78	81	88	96	106			93	86	81	78	71
12	58	80	101	115	129				116	104	93	86	78
16	78	86	90	99	102	113	121		107	101	97	90	88
18	82	99	107	114	123	134	148		133	121	115	104	99
21	59	80	85	99	115	139	155		130	107	88	65	63
M	67	82	90	100	108	117	131	115	112	100	91	81	77
±1S	9	9	12	12	15	18	22	0	16	14	14	14	13

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92/04 1. Unters. 1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
9	165	180	230		260		230	210	210	190	180
16	120	130	150	160			145	130	125	115	115
18	110	120	130		135	145	145	150	145	130	105
21	145	160	210	215			200	200	180	155	150
M	135	148	180	188	198	145	180	173	165	148	138
±1S	22	24	41	28	63	0	37	33	33	28	30

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92/04 2. Unters. 1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
9	170	190	230		245		240	225	200	190	175
16	105	125	150		175		170	135	120	115	110
18	130	130	145		170	170	160	150	120	120	120
21	140	140	165		180		180	175	160	150	135
M	136	146	173		193	170	188	171	150	144	135
±1S	23	26	34		31	0	31	34	33	30	25

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92/04 3. Unters. 1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
9	175	170	175				190	180	170	160	150
16	110	140	165		170		155	155	145	130	115
18	135	130	155		180		160	160	140	140	135
21	150	130	145				155	155	145	140	145
M	143	143	160		175		165	163	150	143	136
±1S	24	16	11		5		15	10	12	11	13

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92/04 4. Unters. 2004

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
9	200	220	250				250	235	230	230	200
16	140	165	190				170	180	170	155	145
18	150	160	180		210		180	165	155	145	120
21	140	145	160		170		170	155	140	140	135
M	158	173	195		190		193	184	174	168	150
±1S	25	28	34		20		33	31	34	36	30

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92/04 1. Unters. 1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
9	90	90	95		95		75	75	75	80	80
16	85	90	90	90			75	80	80	80	80
18	80	80	80		80	80	70	70	75	70	70
21	100	110	115	115			100	100	95	95	95
M	89	93	95	103	88	80	80	81	81	81	81
±1S	7	11	13	13	8	0	12	11	8	9	9

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92/04 2. Unters. 1982

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
9	95	90	90		90		80	80	80	90	90
16	70	80	95		95		85	80	80	80	75
18	90	85	90		90	90	75	75	70	70	70
21	90	95	95		100		90	90	90	90	90
M	86	88	93		94	90	83	81	80	83	81
±1S	10	6	3		4	0	6	5	7	8	9

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92/04 3. Unters. 1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
9	90	80	80				80	70	80	80	80
16	85	90	90		90		85	85	80	80	75
18	70	80	95		100		95	80	80	80	80
21	95	75	85				100	90	85	80	85
M	85	81	88		95		90	81	81	80	80
±1S	9	5	6		5		8	7	2	0	4

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 82/92/04 4. Unters. 2004

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
9	75	75	70				70	75	70	85	85
16	85	95	105				90	90	85	80	80
18	80	85	90		70		65	70	65	70	65
21	100	90	95		80		95	80	75	70	70
M	85	86	90		75		80	79	74	76	75
±1S	9	7	13		5		13	7	7	6	8

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 92/04 Unters. 1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
4	165	170	180		200		200	190	170	170	150
9	175	170	175				190	180	170	160	150
12	160	180	220				220	220	210	190	180
16	110	140	165		170		155	155	145	130	115
18	135	130	155		180		160	160	140	140	135
21	150	130	145				155	155	145	140	145
M	149	153	173		183		180	177	163	155	146
±1S	21	21	24		12		25	23	24	21	19

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 92/04 Unters. 2004

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
4	155	150	180		190		190	185	170	155	120
9	200	220	250				250	235	230	230	200
12	170	210	225				210	210	200	195	190
16	140	165	190				170	180	170	155	145
18	150	160	180		210		180	165	155	145	120
21	140	145	160		170		170	155	140	140	135
M	159	175	198		190		195	188	178	170	152
±1S	21	29	31		16		28	27	30	32	32

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 92/04 Unters. 1992

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
4	100	105	105		110		100	100	85	90	90
9	90	80	80				80	70	80	80	80
12	95	90	90				80	80	85	80	85
16	85	90	90		90		85	85	80	80	75
18	70	80	95		100		95	80	80	80	80
21	95	75	85				100	90	85	80	85
M	89		87		91		100		90	84	83
±1S	10		10		8		8		9	9	3

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe FRAUEN 92/04 Unters. 2004

Pr. Nr.	Vorstart	min 2	min 4	min 5	min 6	min 7	E1	E2	E3	E4	E5
4	80	90	100		100		85	100	90	85	85
9	75	75	70				70	75	70	85	85
12	80	80	70				70	70	70	65	70
16	85	95	105				90	90	85	80	80
18	80	85	90		70		65	70	65	70	65
21	100	90	95		80		95	80	75	70	70
M	83	86	88		83		79	81	76	76	76
±1S	8	7	14		12		11	11	9	8	8

10.3.4 Versuchsprotokolle der Gruppe MÄNNER 82/04

Gesamtarbeit (Wattminuten) Gruppe MÄNNER 82/04

Pr. Nr.	Watt 1.U.	Watt 2.U.	Watt 4. U.
1	820	780	720
3	860	850	630
15	925	940	480
19	602	740	560
22	1058	1050	750
M	853	872	628
±1S	149	112	100

Maximale absolute Wattstufe (W) und Soll-Leistung (W) der Gruppe MÄNNER 82/04

Pr. Nr.	Max. Wattstufe 1. U. 1982	Max. Wattstufe 2. U. 1982	Max. Wattstufe 4. U. 2004	Soll-Leistung 1982	Soll-Leistung 2004
1	164	156	160	182	124
3	172	170	180	199	137
15	185	188	140	177	125
19	150	148	140	173	119
22	175	175	150	155	98
M	169	167	154	177	121
±1S	12	14	15	14	13

Soll- und Ist-VK (1 BTPS) Gruppe MÄNNER 82/04

Pr. Nr.	Soll-Vk 1. u.2.U.	Ist-Vk 1.U.	Ist-Vk 2.U.	Soll-Vk 4.U.	Ist-Vk 4.U.
1	4,7	4,4	4,1	3,7	4,2
3	4,9	4,2	3,2	4	2,6
15	4,1	3,8	3,6	3,2	3
19	4,7	5,8	5,5	3,9	4,4
22	4,1	4,9	4,9	3,1	4,5
M	4,5	4,6	4,3	3,6	3,7
±1S	0,3	0,7	0,8	0,4	0,8

Herzfrequenz pro Minute Gruppe MÄNNER 82/04 1. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
1	96	108	109	118	122	139	147	159	171			146	135	132	131	125
3	76	82	87	98	104	120	128	140	149			126	108	106	97	102
15	73	94	89	107	108	124	134	147	158	172		153	138	127	118	114
19	96	114	115	126	130	144	151	165				144	135	129	116	117
22	89	114	107	115	120	129	128	138	142	154	158	135	127	124	109	115
M	86	102	101	113	117	131	138	150	155	163	158	141	129	124	114	115
±S	10	13	11	10	10	9	10	11	11	9	0	9	11	9	11	7

Herzfrequenz pro Minute Gruppe MÄNNER 82/04 2. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
1	84	93	91	109	113	135	145	158	170			145	126	116	107	106
3	89	89	95	97	100	120	120	135	150			125	112	108	104	103
15	79	92	93	107	120	135	145	165	175	183		160	140	115	84	75
19	64	88	94	106	108	123	133	157	160			125	114	105	95	95
22	89	89	95	105	109	124	125	140	140	155	155	143	127	119	114	113
M	81	90	94	105	110	127	134	151	159	169	155	140	124	113	101	98
±S	9	2	1	4	7	6	10	11	13	14	0	13	10	5	10	13

Herzfrequenz pro Minute Gruppe MÄNNER 82/04 4. Unters. 2004

Pr.Nr	Vorstart	min1	min2	min3	min4	min5	min6	min7	min8	min9	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
1	70	93	99	114	121	131	148	162	166			144	126	115	104	95
3	55	65	68	75	85	100	114	121				93	71	71	67	61
15	63	71	77	86	94	106	118	146				125	105	94	86	80
19	72	85	85	96	98	113	125	144				129	121	103	100	90
22	67	83	83	91	94	101	107	117	121	136						
M	65	79	82	92	98	110	122	138	144	136		123	106	96	89	82
±S	6	10	10	13	12	11	14	17	23	0		19	22	16	14	13

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/04 1. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min2	min4	min6	min8	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
1	140	160	170	190	210		210	200	160	160	140
3	120	135	160	205	215		200	180	175	160	155
15	130	140	170	180	195		170	190	175	160	140
19	140	160	180	190			195	170	170	150	140
22	140	130	140	160	160	165	180	160	150	140	140
M	134	145	164	185	195	165	191	180	166	154	143
±S	8	13	14	15	22	0	14	14	10	8	6

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/04 2. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min2	min4	min6	min8	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
1	130	130	160	180	205		180	160	140	135	130
3	115	130	140	160	190		180	165	150	145	135
15	145	160	185	215	230		155	150	120	90	90
19	130	150	170	190	210		195	170	155	140	130
22	135	145	160	170	195	195	190	170	155	150	140
M	131	143	163	183	206	195	180	163	144	132	125
±S	10	12	15	19	14	0	14	7	13	22	18

Systolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/04 4. Unters. 2004

Pr.Nr	Vorstart	min2	min4	min6	min8	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
1	155	165	190	200	210		200	190	180	180	165
3	130	140	160				200	190	175	160	140
15	145	160	190	210			190	195	170	135	140
19	155	165	180				200	195	160	160	145
22	150	145	160	160	170		175	170	155	145	135
M	147	155	176	190	190		193	188	168	156	145
±S	9	10	14	22	20		10	9	9	15	10

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/04 1. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min2	min4	min6	min8	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
1	110	110	110	110	100		100	100	90	90	95
3	95	90	90	90	95		80	80	80	85	85
15	105	110	110	105	105		100	100	100	100	100
19	105	110	110	110			95	100	100	100	95
22	90	90	95	95	100	100	70	80	90	90	90
M	101	102	103	102	100	100	89	92	92	93	93
±S	7	10	9	8	4	0	12	10	7	6	5

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/04 2. Unters. 1982

Pr.Nr	Vorstart	min2	min4	min6	min8	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
1	100	100	100	100	100		80	80	80	80	80
3	80	90	85	90	100		80	80	75	75	75
15	110	110	110	110	115		60	80	80	60	60
19	90	90	90	95	100		90	90	90	90	90
22	100	100	100	105	105	105	85	90	90	85	85
M	96	98	97	100	104	105	79	84	83	78	78
±S	10	7	9	7	6	0	10	5	6	10	10

Diastolischer Blutdruck (mmHg) Gruppe MÄNNER 82/04 4. Unters. 2004

Pr.Nr	Vorstart	min2	min4	min6	min8	min10	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5
1	90	90	100	105	95		95	90	85	85	85
3	75	80	70				80	70	80	70	70
15	95	90	90	105			90	90	90	90	90
19	90	90	90				90	90	80	80	80
22	90	90	85	85	90		80	75	70	70	75
M	88	88	87	98	93		87	83	81	79	80
±S	7	4	10	9	3		6	9	7	8	7

10.4 Spirometrische Standardwerte durchschnittlicher Frauen

Spirometrische Standardwerte durchschnittlicher Frauen (BTPS)
 Spirometric Standards' for Normal Females (BTPS)
 Standards spirométriques pour femmes normaux (BTPS)
 Standards spirométricos para mujeres normales (BTPS)

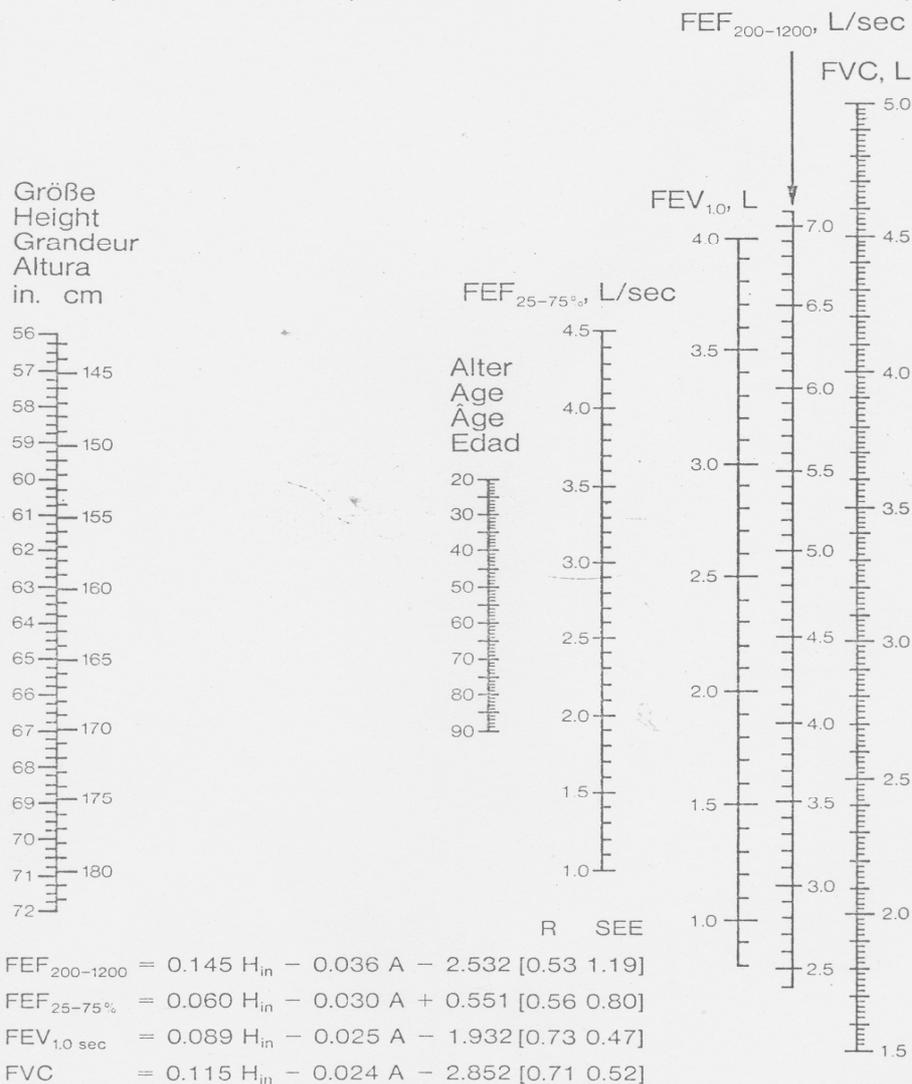
Frauen
 Females
 Femmes
 Mujeres

Anwendung:
 Gerade Linie über alle
 Skalen ziehen, aus-
 gehend von Größe und
 Alter des Patienten

To use nomogram:
 Lay a straight adge
 between the patient's
 height, as read on the
 HEIGHT scale, and his
 age as it appears on
 the AGE scale

**Application du nomo-
 gramme:**
 Tracer une ligne droite
 entre la grandeur et l'âge
 indiqués sur les échelles
 graduées

Aplicación del nomograma:
 Poner línea recta entre
 altura y edad del
 paciente legibles en las
 escalas correspondientes



Morris, J. F.; Koski, W. A.; Johnson, L. C.; Amer. Rev. Resp. Dis., 1971, 103, 1.

31445



Vertrieb durch:
DRÄGERWERK · AG · LÜBECK
 D-24 Lübeck 1 · Moislinger Allee 53/55
 P. O. Box / Boite Postale / Apartado Postal 1339
 Tel. (04 51) 810 21 · Telex 02 6807
 Federal Republic of Germany

THE OREGON THORACIC SOCIETY

Medical Section of the
 Oregon Tuberculosis and Respiratory Disease Association

10.5 Spirometrische Standardwerte durchschnittlicher Männer

Spirometrische Standardwerte durchschnittlicher Männer (BTPS) Spirometric Standards for Normal Males (BTPS) Standards spirométriques pour hommes normaux (BTPS) Standards spirométricos para hombres normales (BTPS)

Männer
Males
Hommes
Hombres

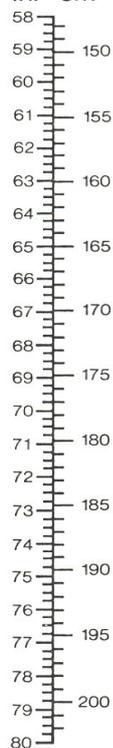
Anwendung:
Gerade Linie über alle
Skalen ziehen, aus-
gehend von Größe und
Alter des Patienten

To use nomogram:
Lay a straight edge
between the patient's
height as read on the
HEIGHT scale, and his
age as it appears on
the AGE scale

**Application du nomo-
gramme:**
Tracer une ligne droite
entre la grandeur et l'âge
indiqués sur les échelles
graduées

Aplicación del nomograma:
Poner línea recta entre
altura y edad del
paciente legibles en las
escalas correspondientes

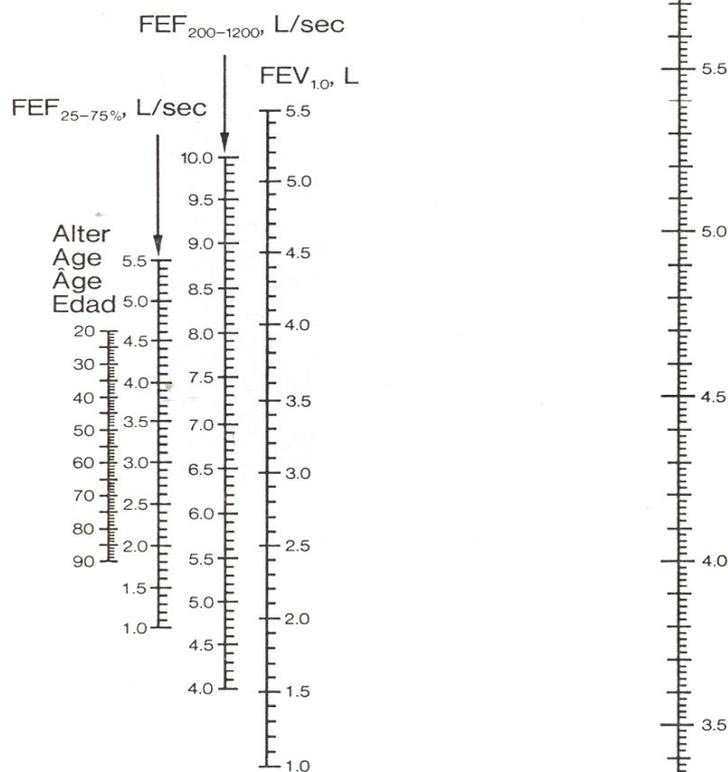
Größe
Height
Grandeur
Altura
in. cm



31446



Vertrieb durch:
DRÄGERWERK · AG · LÜBECK
D-24 Lübeck 1 · Moisinger Allee 53/55
P. O. Box / Boîte Postale / Apartado Postal 1339
Tel. (04 51) 810 21 · Telex 02 6807
Federal Republic of Germany



R SEE

$$FEF_{200-1200} = 0.109 H_{in} - 0.047 A + 2.010 [0.44 \ 1.66]$$

$$FEF_{25-75\%} = 0.047 H_{in} - 0.045 A + 2.513 [0.53 \ 1.12]$$

$$FEV_{1.0 \text{ sec}} = 0.092 H_{in} - 0.032 A - 1.260 [0.73 \ 0.55]$$

$$FVC = 0.148 H_{in} - 0.025 A - 4.241 [0.65 \ 0.74]$$

Morris, J. F.; Koski, W. A.; Johnson, L. C.; Amer. Rev. Resp. Dis., 1971, 103, 1.

THE OREGON THORACIC SOCIETY

Medical Section of the
Oregon Tuberculosis and Respiratory Disease Association

**Der Lebenslauf wurde aus der elektronischen
Version der Arbeit entfernt.**

**The curriculum vitae was removed from the
electronic version of the paper.**

10.7 DANKSAGUNG

Für die freundliche Überlassung des Themas der vorliegenden Dissertation und die langjährige engagierte Betreuung während der Erstellung dieser Arbeit möchte ich dem emeritierten Leiter des Lehrstuhls für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen, Herrn Univ.- Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki, herzlich danken. Seinem unermüdlichen Drängen verdanke ich die Fertigstellung dieser Arbeit.

Ferner danke ich den im Verlauf der 22-jährigen Langzeitstudie wechselnden Untersuchungsteams des Lehrstuhls für Sportmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen, ohne deren tatkräftige Unterstützung die umfangreichen praktischen Untersuchungen nicht möglich gewesen wären.

Darüber hinaus danke ich meinem ehemaligen Kommilitonen und Freund Volker Reeh für mehr als 25 Jahre gemeinsamer Leitung der Seniorensportgruppe Wettenberg.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinen zahlreichen aktiven Sportlerinnen und Sportlern der Seniorensportgruppe Wettenberg, die bereitwillig an den diversen sportmedizinischen Leistungsdiagnosen teilgenommen haben und durch deren Begeisterung für den Sport und die Gruppe ich über all die Jahre die Kraft und Motivation gefunden haben, diese Arbeit zu Ende zu führen.

Weiterhin danke ich meiner Familie, die immer hinter mir stand.

10.8 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 veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Agathe Venedey-Grenda

Pohlheim, den 31.07.2008