

Aus dem Institut für Medizinische Soziologie  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. phil. Johannes Siegrist

**Soziale Ungleichheit, körperliche Aktivität  
und Herzleistungsparameter:  
Ergebnisse der Heinz Nixdorf Recall Studie**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Isabel Berger

2009

Als Inauguraldissertation gedruckt mit der Genehmigung der medizinischen Fakultät  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez: Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf

Dekan

Referent: Univ.-Prof. Dr. phil. Johannes Siegrist

Korreferent: Prof. Dr. med. Decking

Meiner Mutter, die mich auf dem langen Weg stets unterstützt hat.

## Inhalt

1. Einleitung .....	1
2. Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand.....	5
2.1 Soziale Ungleichheit und Gesundheit.....	5
2.1.1 Theorien und Evidenz zum Zusammenhang von sozialer Ungleichheit und Gesundheit .....	5
2.1.2 Theorien und Evidenz zum Zusammenhang von sozialer Ungleichheit und Herz-Kreislaufkrankungen .....	9
2.2 Körperliche Aktivität und Gesundheit.....	11
2.2.1 Theorien und Evidenz zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und Gesundheit .....	11
2.2.2 Theorien und Evidenz zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und Herz-Kreislaufkrankungen .....	13
2.3 Körperliche Aktivität und sozioökonomischer Status .....	18
2.4 Fragestellungen der Arbeit.....	22
3. Daten und Methodik .....	25
3.1 Studiendesign, Stichprobe.....	25
3.2 Datenerhebung .....	27
3.3 Messung relevanter Variablen .....	30
3.3.1 Relevante Variablen aus dem persönlichen Interview .....	30
3.3.1.1 Messung der körperlichen Aktivität (KA).....	30
3.3.1.2 Messung des sozioökonomischen Status (SES).....	33
3.3.2 Das Belastungs-EKG und relevante Variablen der Herzleistung.....	34
3.3.2.1 Erhebungsinstrument Belastungs-EKG.....	34
3.3.2.2 Messung der Herzleistungsparameter .....	36
3.4 Analyseverfahren .....	38
3.5 Kontrollparameter .....	40
4. Ergebnisse.....	43
4.1 Stichprobenbeschreibung und Verteilung relevanter Variablen .....	44
4.1.1 Soziodemographie und Kontrollvariablen .....	44
4.1.2 Sozioökonomischer Status .....	44
4.1.3 Körperliche Aktivität.....	45
4.1.4 Herzleistungsparameter .....	46
4.2 Einflüsse des sozioökonomischen Status auf die körperliche Aktivität und die Herzleistung .....	48
4.2.1 Sozioökonomischer Status und körperliche Aktivität.....	49
4.2.2 Sozioökonomischer Status und Herzleistung.....	52
4.2.2.1 Sozioökonomischer Status und Herzratendifferenz .....	52
4.2.2.2 Sozioökonomischer Status und Herzratenreserve .....	55

---

4.2.2.3	Sozioökonomischer Status und Übungskapazität.....	58
4.3	Einflüsse der körperlichen Aktivität auf die Herzleistung.....	60
4.3.1	Körperliche Aktivität und Herzraterdifferenz .....	61
4.3.2	Körperliche Aktivität und Herzratenreserve .....	63
4.3.3	Körperliche Aktivität und Übungskapazität.....	65
4.4	Effekte der körperlichen Aktivität auf den Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und Herzleistung .....	68
4.4.1	Körperliche Aktivität, Sozioökonomischer Status und Herzraterdifferenz .....	68
4.4.2	Körperliche Aktivität, Sozioökonomischer Status und Herzratenreserve .....	70
4.4.3	Körperliche Aktivität, Sozioökonomischer Status und Übungskapazität .....	71
4.5	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	73
5.	Diskussion und Bedeutung der Ergebnisse .....	76
5.1	Diskussion im Hinblick auf den Forschungsstand.....	76
5.2	Methodische Begrenzung.....	85
5.3	Bedeutung und Konsequenzen.....	89
6.	Zusammenfassung .....	93
	Literaturverzeichnis.....	94
	Danksagung.....	104
	Anhang I: Tabellen.....	105
	Anhang II: Lebenslauf.....	116
	Anhang III: Versicherung.....	117

## Abkürzungsverzeichnis

MET	Metabolisches Äquivalent
SES	engl.: socioeconomic status, sozioökonomischer Status
KA	Körperliche Aktivität
CI	engl.: chronotropic incompetence, chronotropische Inkompetenz
HNRS	Heinz Nixdorf Recall Studie
KHK	Koronare Herzkrankheit
OR	Odds Ratio (Quotenverhältnis)
KI	Konfidenzintervall
SD	engl.: standard deviation, Standardabweichung
EKG	Elektro-Kardiographie
BMI	engl.: Body Mass Index, Körpermasse-Index

# 1. Einleitung

Der Gesundheitszustand der Bevölkerung hat sich in den letzten Jahrzehnten erheblich verbessert. Trotzdem erkranken sozial schwächer gestellte Menschen häufiger und leben kürzer als sozial besser gestellte Menschen. Dieser Tatbestand zeigt, dass soziale Ungleichheit von Gesundheit trotz der Bemühungen in Medizin, Politik, Soziologie und Public Health weiterhin besteht, ja sogar zugenommen hat (Mackenbach et al., 2003). Daher bleibt die Erkenntnis und Erforschung von wichtigen Gesundheitsdeterminanten ein bedeutendes Ziel von internationalen interdisziplinären Forschungen. Um soziale Unterschiede in Gesundheit zu verringern, sind insbesondere Erkenntnisse über die der Prävention zugänglichen Gesundheitsdeterminanten notwendig.

Durch medizinsoziologische Forschungen wurden sozial ungleiche Erkrankungsrisiken für Herz-Kreislaufkrankungen überzeugend nachgewiesen. Die koronare Herzkrankheit, früher eine typische Managerkrankheit, ist heute gehäuft bei Personen in unteren sozialen Schichten zu finden. Da Herz-Kreislaufkrankungen die Haupttodesursache der industrialisierten Welt darstellen, liegt die Bedeutung ihrer Erforschung auf der Hand. Eine erhöhte Morbidität und Mortalität an Herz-Kreislaufkrankungen in unteren Schichten wurde ubiquitär gezeigt. Es existieren jedoch nur wenige Untersuchungen zum sozialen Gradienten der Herzleistung an asymptomatischen Probanden. Wobei diese Befunde für mögliche Präventivmaßnahmen wichtig wären. Herzleistung bezeichnet hier im erweiterten Sinne die Leistungsfähigkeit des Herzens. Die Bezeichnung hat ihren Ursprung in der rein physikalischen Definition der Herzleistung, als die vom Herzen erbrachte Leistung, welche pro Zeitintervall der verrichteten Arbeit entspricht. Zur Messung der Herzleistung und Herzfunktion gibt es aufwändige und kostspielige Untersuchungen. Die vorliegende Arbeit leitet Herzleistungsparameter aus dem relativ günstigen, in der Durchführung einfachen und dem Großteil der Ärzte und Patienten zugänglichem Belastungs-EKG ab. Ein wesentliches Ziel dieser Arbeit ist, mögliche Zusammenhänge zwischen sozialem Status und Herzleistung zu untersuchen und bisherige Befunde zu überprüfen.

Ein Erklärungsansatz für die Entstehung von sozialer Ungleichheit von Gesundheit stellt die Prävalenz von ungünstigen Gesundheitsverhalten in unteren Bevölkerungsschichten dar. Körperliche Aktivität ist eine Komponente dieses Gesundheitsverhaltens.

Der soziale Gradient von körperlicher Aktivität konnte in der Forschungsliteratur nachgewiesen werden, das bedeutet unter anderem, dass Angehörigen mit niedrigem sozialen Status ein geringeres körperliches Aktivitätsausmaß aufweisen, als Angehörige höheren sozialen Status. Studien, welche sich schwerpunktmäßig auf dieses Thema beziehen und die Beziehung von sozioökonomischem Status (SES, engl.: socioeconomic status) und körperlicher Aktivität (KA) detailliert betrachten, sind selten. Geringe körperliche Aktivität trägt anscheinend dazu bei, dass Personen mit niedrigem sozialen Status von schlechterer Gesundheit sind als Menschen mit höherem sozialen Status. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist, die in der Forschung verbreitete Annahme des sozialen Gradienten von KA zu überprüfen. Kann der soziale Gradient von körperlicher Aktivität auch in dieser Studie nachgewiesen werden? Inwieweit bestehen Intensitätsunterschiede in den jeweiligen schichtspezifischen Gruppen? Und inwiefern kann körperliche Aktivität zur Ursachenklärung des sozialen Gradienten beitragen?

Nationale und internationale Untersuchungen zeigen, dass die Ausübung von körperlicher Aktivität einen großen Einfluss auf das Herz-Kreislaufsystem hat. Körperliche Inaktivität stellt einen Risikofaktor für die Entstehung von Herz-Kreislauferkrankungen dar und regelmäßige körperliche Aktivität trägt zur Prävention dieser Erkrankungen bei. Wenige Forschungsbefunde existieren jedoch zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und prognostisch relevanten Faktoren der Herz-Kreislauferkrankungen. Insbesondere die Beziehung von körperlicher Aktivität und den prognostisch relevanten Parametern der Herzleistung ist, wie sie in dieser Studie untersucht wird, bisher noch nicht eingehend erforscht worden. Die vorliegende Arbeit liefert systematische Untersuchungen zur der Forschungsfrage, ob körperliche Aktivität die für die Prognose von Herz-Kreislauferkrankungen bedeutenden Herzleistungsparameter beeinflusst und in welchem Verhältnis das Ausmaß der körperlichen Aktivität zur Herzleistung steht.

Abschließend wird der Frage nachgegangen, inwieweit körperliche Aktivität als vermittelnder Faktor im Zusammenhang von sozioökonomischem Status und Herzleistung fungiert und ob der soziale Gradient der Herzleistung auch unter Berücksichtigung der körperlichen Aktivität bestehen bleibt.

Somit leistet die vorliegende Studie einen interessanten Beitrag zu den Forschungsthemen Herz-Kreislauferkrankungen, körperliche Aktivität und soziale Ungleichheit.



Sie weist Erkenntnisse und Ansätze auf, die für die Prognose und Prävention von Herz-Kreislaufkrankungen von Bedeutung sein könnten. Zum einen durch die in den Zusammenhangsanalysen von Herzleistung, sozialem Status und körperlicher Aktivität verwendeten prognostisch relevanten Herzleistungsparametern. Und zum anderen durch den Einsatz der Variablen 'körperliche Aktivität' als eine Gesundheitsdeterminante, die der Prävention zugänglich und daher auch veränderbar ist.

Die genannten Themen und Fragestellungen werden in den nachfolgenden Kapiteln untersucht und diskutiert.

Im Folgenden wird die Aufgliederung der Arbeit erwähnt:

Im zweiten Kapitel werden die theoretischen Grundlagen für die Untersuchung vorgelegt. Der Forschungsstand zu den jeweiligen Themenkomplexen 'Soziale Ungleichheit und Gesundheit' (Kapitel 2.1), 'Körperliche Aktivität und Gesundheit' (Kapitel 2.2) und 'Körperliche Aktivität und sozioökonomischer Status' (Kapitel 2.3) wird erörtert und diskutiert. Eine Übersicht über die Fragestellungen dieser Arbeit folgt (Kapitel 2.4).

Die in den Untersuchungen verwendeten Methoden werden im Kapitel 3 beschrieben. Das Studiendesign und die Stichprobe der Heinz Nixdorf Recall Studie wird im Kapitel 3.1 dargestellt, im Kapitel 3.2 wird die Datenerhebung und Basisuntersuchung erläutert. Die Erklärung der Messmethoden von relevanten Variablen erfolgt im Kapitel 3.3 und die in dieser Arbeit angewendeten Analysemethoden werden im Kapitel 3.4 dargestellt. Schließlich erfolgt die Darstellung der Kontrollparameter im Kapitel 3.5.

Kapitel 4 zeigt die Untersuchungsergebnisse. Die Verteilung der relevanten Variablen wird aus Kapitel 4.1. ersichtlich. Anschließend werden folgende Untersuchungsergebnisse dargestellt: Die Frage nach einem sozialen Gradienten von körperlicher Aktivität und Herzleistung wird im Kapitel 4.2 analysiert, die Assoziation von körperlicher Aktivität und Herzleistung im Kapitel 4.3 und im Kapitel 4.4 wird die Mediatorfunktion von körperlicher Aktivität im Zusammenhang von sozioökonomischem Status und Herzleistung untersucht. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse gibt Kapitel 4.5.

Die Diskussion der Ergebnisse erfolgt im letzten fünften Kapitel. Welche Bedeutung die Ergebnisse im Hinblick auf den Forschungsstand haben wird im Kapitel 5.1 gezeigt. Mögliche methodische Begrenzungen zur Interpretation der Ergebnisse werden im Ka-

pitel 5.2 erläutert. Abschließend werden die Bedeutung der Ergebnisse und die daraus folgenden Konsequenzen im Kapitel 5.3 beschrieben.

## 2. Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand

### 2.1 Soziale Ungleichheit und Gesundheit

#### 2.1.1 Theorien und Evidenz zum Zusammenhang von sozialer Ungleichheit und Gesundheit

Das Kernthema internationaler Public Health und medizinsoziologischer Forschung ist die Problematik der sozialen Ungleichheit von Gesundheit. Soziale Ungleichheit kann wie folgt definiert werden: Soziale Ungleichheit ist die gesellschaftlich hervorgebrachte, relativ dauerhaft vorgegebene Struktur ungleicher Verteilung von knappen und begehrten materiellen und immateriellen Gütern und Ressourcen auf die Mitglieder einer Gesellschaft, welche die Realisierung von Zielvorstellungen beeinflussen (Steinkamp, 1993). Soziale Ungleichheit beeinflusst entscheidend die Realisierung von Lebenszielen und damit die Qualität des Lebens von Individuen. Das Leben ohne tiefgreifende gesundheitliche Beeinträchtigungen gehört zu einem wichtigen Lebensziel der Menschen. Die Ungleichheit von Morbidität und Mortalität zwischen sozioökonomischen Gruppen stellt eine dieser tiefgreifenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen dar, zumal die Lebenserwartung in westlich-industrialisierten Ländern maßgeblich von chronisch-degenerativen Erkrankungen im mittleren Lebensalter bestimmt wird. Mehrere Studien zur Lebenserwartung der westlichen Bevölkerung zeigen ein Gefälle von höherer zu niedrigerer sozialer Schicht (Marmot & Wilkinson, 2005; Kunst & Mackenbach, 1994). Hier ist der Begriff des sozialen Gradienten von Bedeutung.

#### *Der Soziale Gradient*

Soziale Ungleichheit in Bezug auf Gesundheit betrifft nicht nur die unterste soziale Schicht im Vergleich zur Mittel- oder Oberschicht, sondern durchzieht die gesamten sozialen Schichten einer Gesellschaft. Der soziale Gradient von Gesundheit zeigt somit auch, dass mit steigender sozialer Schichtzugehörigkeit das Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko sinkt. Die Frage, wie ein solcher sozialer Gradient entsteht, wurde vielfach erörtert und diskutiert. Es ergeben sich im Groben fünf Erklärungsansätze zur Entstehung des sozialen Gradienten (Siegrist, 1996): (1) durch soziale Selektion, (2) durch ungleiche Nutzung des medizinischen Versorgungssystems, (3) durch ungleiche mate-

rielle Lebensbedingungen, (4) durch gesundheitsschädigendes Verhalten und (5) durch unterschiedliche Exposition gegenüber materiellen und psychosozialen Belastungsbedingungen und deren unterschiedlichen Bewältigungschancen.

Zu (1): Der Erklärungsansatz der sozialen Selektion besagt, dass nicht die Schichtzugehörigkeit ursächlich für eine ungleiche Verteilung von gesundheitlichen Aspekten ist, sondern dass durch Krankheiten eine gewisse Selektion entsteht. Kranke Menschen erfahren somit öfter aufgrund ihrer Krankheit einen sozialen Abstieg und sind daher häufiger in unteren Bevölkerungsschichten zu finden. Die durch Selektion hervorgerufene Abwärtsmobilität allein kann den sich stark abzeichnenden sozialen Gradienten nicht ausreichend erklären (Blane, Smith, Bartley, 1993).

Zu (2): Die ungleiche Nutzung des medizinischen Versorgungssystems erklärt die Entstehung des sozialen Gradienten auch nur teilweise. Es gibt schichtspezifische Unterschiede in der Nutzung des medizinischen Versorgungssystems. Angehörige der unteren Schichten gehen erst relativ spät zum Arzt, nehmen weniger Früherkennungsuntersuchungen wahr und erfahren weniger teure und aufwändige Therapien. Betrachtet man jedoch Länder mit einem ausgebauten Gesundheitssicherungssystem (wie z.B. England oder die skandinavischen Länder), das eine relativ gleiche Nutzung des Gesundheitssystems gewährleistet, zeigt sich trotzdem noch ein deutlicher sozialer Gradient, insbesondere bei chronischen Erkrankungen. Studien zur ungleichen Verteilung von Herz-Kreislauferkrankungen verdeutlichen, dass nur ein Teil der Ungleichheiten durch den Einfluss des medizinischen Versorgungssystems bedingt ist (Mackenbach & Bakker, 2002).

Zu (3): Ungleiche materielle Lebensbedingungen äußern sich hauptsächlich in ungleichen Arbeits- und Wohnverhältnissen, sowie in ungleichen Einkommen. Sicherlich beeinflusst das Einkommen wichtige Aspekte zur Führung eines gesunden Lebensstils. Eine gesunde Ernährung mit Obst, Gemüse und Vollwertprodukten ist, wie auch sportliche Aktivität in Form von Kursen, Reisen oder Club- oder Vereinsmitgliedschaften, mit Kosten verbunden. Studien zeigten jedoch, dass das Bildungsniveau einen höheren Einfluss auf den gesunden Lebensstil eines Menschen hat, als das Einkommen. Desweiteren wirkt sich gesundheitsschädigendes Verhalten wie ungesunde Ernährung oder Nikotinabusus der Mutter auf die intrauterine Entwicklung der Föten und Embryos aus,

unter anderem in Form von Gesundheits- und Entwicklungsdefiziten. Insoweit werden schon in der Frühphase der Existenz sozial ungleiche Chancen geschaffen. Dann sind in der Kindheit die Entwicklung und das Wachstums, neben genetischen und bildungsbedingten Faktoren, auch hinsichtlich der Ernährung von materiellen Lebensumständen abhängig und stellen Determinanten des sozialen Status von Gesundheit dar.

Unterschiede in Arbeits- und Wohnverhältnissen mit Einfluss auf die Gesundheit könnten in diesem Erklärungsansatz die jeweiligen am Arbeitsplatz oder im Wohnbereich bestehenden Staub-, Lärm- oder Schadstoffbelastungen darstellen. Eine hinreichende Begründung der Entstehung des sozialen Gradienten liefert dieses Erklärungsmodell jedoch auch nicht.

Zu (4): Vermehrtes gesundheitsschädigendes Verhalten in unteren sozialen Schichten und die daraus resultierenden Erkrankungen scheinen die Entstehung des sozialen Gradienten im gewissen Maße zu erklären. Verhaltensbezogene Risiken für die Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen wie Rauchen, Übergewicht, ungesunde Ernährung und Bewegungsmangel sind bei Angehörigen unterer sozialer Schicht häufiger zu finden als bei denen oberer sozialer Schicht (Kaplan & Keil, 1993; Mielk, 2000; Yarnell et al., 2005). Marmot zeigte in einer Studie, dass dadurch jedoch nur ein Anteil von 25% des sozialen Gradienten durch diese Unterschiede im gesundheitsrelevanten Verhalten erklärt wird (Marmot, 1994). Zudem zeigt eine schwedische Fall-Kontroll-Studie bezüglich des Risikos der Entstehung der koronaren Herzerkrankung (KHK) bei Frauen, dass nach der Kontrolle für verhaltensbezogene Risiken der soziale Gradient in abgeschwächter Form bestehen bleibt (Wamala et al., 2000). Es wird deutlich, dass dieses Modell zur Erklärung des sozialen Gradienten wichtige und richtige Aspekte liefert, die Stärke des sozialen Gradienten aber nicht umfassend erklärt.

Zu (5): Die schichtspezifische Verteilung von Stressbelastungen und deren Bewältigungsstrategien stellt ein weiteres bedeutendes Erklärungsmodell zur Entstehung des sozialen Gradienten dar. Psychosoziale Stressfaktoren kommen häufiger bei unteren sozialen Schichten vor und wirken sich stärker auf deren Herz-Kreislaufsystem aus als bei Angehörigen höherer sozialer Schicht. Zudem kommen ungünstigere Bewältigungsstrategien bezüglich der Stressoren bei sozial schlechter gestellten Personen häufiger vor (Siegrist & Marmot, 2004). Die Interheart Studie analysierte unter anderem die Be-

deutung der psychosozialen Belastung für die Entstehung des sozialen Gradienten der Herz-Kreislaufkrankungen. Sie zeigt, dass die psychosoziale Stressbelastung ein eigenständiger Risikofaktor für die Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen ist und der Gewichtung der klassischen Risikofaktoren (wie Rauchen, Bluthochdruck, erhöhte Blutfettwerte etc.) nahe kommt (Yusuf et al., 2004).

Die vorliegende Studie beschäftigt sich unter anderem mit einem Teilaspekt des vierten Erklärungsansatzes: dem gesundheitsrelevanten Verhalten, hier in Form von unterschiedlichem Ausmaß an körperlicher Aktivität abhängig von sozioökonomischem Status.

#### *Der Sozioökonomische Status*

Der Begriff soziale Schicht wird verwendet, um Personengruppen zu beschreiben, die sich hinsichtlich gesellschaftlich zentraler Statusmerkmale gleichen oder ähneln. „Schichtzugehörigkeit bedeutet zum einen die Einordnung einer Personengruppe in ein System vertikaler sozialer Differenzierung, zum anderen ihre Teilhabe an gemeinschaftlichen Erfahrungen, Lebenschancen und -risiken.“ (Siegrist, 2005). Schichtzugehörigkeit wird hauptsächlich durch die objektiven Statusmerkmale Einkommen, Ausbildung bzw. Bildung und Berufstätigkeit bestimmt und gemessen. Diese Arbeit verwendet den Ausdruck des sozioökonomischen Status als mögliche Darstellungsform der sozialen Schichtzugehörigkeit. Daher wird folglich ‘SES’ als Synonym für Schichtzugehörigkeit nach den Statusmerkmalen Einkommen, Ausbildung/Bildung und Berufstätigkeit verwendet.

Die Lebenserwartungen und Erkrankungsrisiken der Menschen variieren stark im Hinblick auf ihr Bildungsniveau, ihr Einkommen und den Beruf, gleichgültig, ob zusammen oder als einzelne Indikatoren betrachtet. Es konnte nachgewiesen werden, dass (auch in Ländern mit unterschiedlichen Gesundheitssystemen) ein niedriger SES in starker Assoziation mit einem schlechten Gesundheitszustand steht (Adda et al., 2003; Mackenbach et al., 1997). Weiterhin zeigt sich, dass die ungleiche Verteilung der Mortalität je nach sozioökonomischem Status ein generalisiertes Phänomen der industrialisierten Welt ist (Kunst & Mackenbach, 1994). Differenzen in Morbidität und Mortalität auf Grund des unterschiedlichen SES wurden für viele chronisch degenerative Krankheiten nachgewiesen. Ein SES-Gesundheitsgradient existiert bei einer Großzahl von Ge-

sundheitsproblemen wie z.B. bei koronarer Herzkrankheit, Herzinfarkt, Krebs, Diabetes mellitus, Hypertension, Schlaganfall, Bronchialkarzinom (Helmert et al., 1993; Avendano et al., 2004; Pincus et al., 1987). Erwähnenswert sind die Ergebnisse der Whitehall Studie, welche schon in den frühen neunziger Jahren einen sozioökonomischen Gradienten der Mortalität bei der britischen Bevölkerung zeigten (Marmot et al., 1984; Marmot et al., 1991): Die Prävalenz von Angina Pectoris war bei männlichen Studienteilnehmern mit niedriger Berufsklasse im Vergleich zur höheren Berufsklasse um 53 % erhöht, die Mortalitätsrate an koronaren Ereignissen 3,6-fach so hoch.

Weitaus die meisten Untersuchungen zum sozialen Gradienten von Gesundheit bestehen hinsichtlich der Erforschung von Herz-Kreislaufkrankungen. Dies ist bedingt durch die Tatsache, dass Herz-Kreislaufkrankungen noch die Haupttodesursachen der industrialisierten Welt sind. Sie stellen die moderne Gesellschaft somit vor ein ethisches und wirtschaftliches Problem.

### **2.1.2 Theorien und Evidenz zum Zusammenhang von sozialer Ungleichheit und Herz-Kreislaufkrankungen**

Erkrankungen des Herzkreislaufsystems stellen, wie erörtert, ein Hauptproblem der Gesundheitssysteme der westlichen Welt dar. Nationale und internationale Studien zeigen, dass bei Herz-Kreislaufkrankungen eine Assoziation zwischen SES und Morbidität sowie Mortalität besteht. Vergleicht man die Mortalitätsrate an KHK von unterer sozialer Schicht und oberer sozialer Schicht, zeigt sich diese bei der unteren sozialen Schicht um das Zwei- bis Dreifache erhöht (Kaplan & Keil, 1993; Marmot, 1994). Schichtspezifische Analysen für Personen mit hohem kardiovaskulären Risiko zeigen für beide Geschlechter eine signifikant höhere Risikobelastung: Die Herzkreislaufsterblichkeit erhöht sich signifikant mit der Abnahme des Bildungsniveaus (MONICA-Studie<sup>1</sup>). Das bedeutet, dass für Erkrankungen wie KHK, Herzinfarkt, Arteriosklerose

---

<sup>1</sup> Medizinische epidemiologische Studie der WHO, in der Ursachen und Trends für Unterschiede in der Mortalität von Herz-Kreislauf-Erkrankungen in verschiedenen Ländern untersucht wurden. „Monica“ ist dabei ein Akronym für „MONItoring Cardiovascular disease“. Die Studie wurde in den 1980er Jahren von der Weltgesundheitsorganisation ins Leben gerufen. Es handelt sich um eine Kohortenstudie, an der sich 32 Zentren in 21 Ländern beteiligten und insgesamt Daten von über 10 Mio. Patienten gesammelt wurden.

und Schlaganfall ein deutlicher sozialer Gradient besteht, wobei SES und Morbidität bzw. Mortalität in inverser Beziehung zueinander stehen.

### *Risikofaktoren*

Herz-Kreislaufkrankungen entstehen hauptsächlich aufgrund einer progredient verlaufenden Arteriosklerose. Primäre Risikofaktoren für diese sind: Fettstoffwechselstörungen, Bluthochdruck, Diabetes mellitus und Nikotinabusus. Weitere wichtige Risikofaktoren stellen Bewegungsmangel, Übergewicht, genetische Faktoren und psychosoziale Risikofaktoren dar. Studien zeigen, wie eingangs erwähnt, dass diese Risikofaktoren in unteren sozialen Schichten häufiger vorkommen (Helmert & Borgers, 1998; Heinemann et al., 1998). Es wird deutlich, dass den Risikofaktoren in Entstehung und Verlauf von Herz-Kreislaufkrankungen eine bedeutende Rolle zukommt. Jedoch wird nur ein Teil der Krankheitsfälle durch den prädiktiven Wert der Risikofaktoren erklärt (Marmot et al., 1994). Risikobehaftetes gesundheitsschädigendes Verhalten ist, wie angeführt, nicht allein maßgebend für den sozialen Gradienten. Der soziale Gradient der Herz-Kreislaufkrankungen kann daher nicht nur auf die erhöhte Prävalenz der Risikofaktoren in unteren sozialen Schichten zurückgeführt werden. Neben der Frage, ob der SES ein eigenständiger Risikofaktor für die Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen ist, bedarf es weiterer Forschung hinsichtlich anderer Erklärungsmodelle. Insbesondere die Stressforschung spielt für die Untersuchungen zur Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen eine zunehmende Rolle (Siegrist, 1996; Siegrist, 2006). Der soziale Gradient der Herz-Kreislaufkrankungen bleibt auch unabhängig von Risikofaktoren bestehen: Es wurde gezeigt, dass selbst unter Berücksichtigung der klassischen Risikofaktoren Menschen mit niedrigem sozialen Status häufiger an Herzinfarkt erkranken und sterben als besser gestellte Menschen (Helmert et al., 1993; Marmot, 1994).

Unregelmäßige oder geringe körperliche Aktivität gilt als gesicherter Risikofaktor für die Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen, insbesondere für die Entstehung der KHK. Der Forschungsstand bezüglich des sozialen Gradienten von KA und die Bedeutung der KA für das Herz-Kreislaufsystem werden im nachfolgenden Unterkapitel erörtert. Ein funktionsfähiges, gesundes Herz-Kreislauf-System bedingt die ungestörte Funktion der Herzleistung. Liegt eine Störung im Herz-Kreislaufsystem vor, so spiegelt sich dies unter anderem in einer eingeschränkten Herzleistung wieder. Diese Herzleis-



tung kann mittels Belastungs-EKG über die drei Parameter ‘Herzraterdifferenz’, ‘Herzratenreserve’ und ‘Übungskapazität’ gemessen werden. Eine ungünstige Ausprägung der Herzleistungsparameter gilt als Risikofaktor zur Entstehung der KHK. Obwohl zahlreiche Studien zur KHK und zur Bedeutung der Herzleistungsparameter als Risikofaktoren für die koronare Herzkrankheit sowie zur Bedeutung des SES für Herz-Kreislauf-erkrankungen existieren, fehlen weitgehend Studien zur Untersuchung des sozialen Gradienten der Herzleistung. Untersuchungen zur Herzraterdifferenz ergaben, dass Probanden mit niedrigerem Ausbildungsstatus häufiger eine ungünstige Herzraterdifferenz haben, als Probanden mit höherem Ausbildungsstatus (Shishehbor et al., 2002). Eine weitere Studie zeigte, dass bei Probanden, welche an einer KHK erkrankt sind, ein niedriger sozioökonomischer Status mit einer geringen Übungskapazität im Belastungs-EKG assoziiert ist (Cohen et al., 2008). Andere Studien, insbesondere solche, welche mehr als einen Herzleistungsparameter berücksichtigen, existieren meines Wissens nicht.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, den Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und den jeweiligen Herzleistungsparametern zu untersuchen. Weiterhin wird der Frage nachgegangen, in welchem Bezug körperliche Aktivität zum SES und zur Herzleistung steht.

## **2.2 Körperliche Aktivität und Gesundheit**

### **2.2.1 Theorien und Evidenz zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und Gesundheit**

Regelmäßige körperliche Aktivität ist eine bekannte und wichtige Komponente zur Führung eines gesunden Lebensstils. KA beinhaltet per Definition jede körperliche Bewegung, welche von der Skelettmuskulatur ausgeht und bei der der Energieverbrauch über dem Energieverbrauch in Ruhe liegt. Teilweise erfolgt eine Kategorisierung der Aktivitäten nach dem jeweiligen Energieverbrauch in ‘leichte’, ‘moderate’ und ‘schwere’ körperliche Aktivitäten. Die Einteilung der KA erfolgt nach metabolischen Raten (MET, metabolisches Äquivalent, engl.: metabolic equivalent). Die vorliegende Studie beschäftigt sich hauptsächlich mit der in der Freizeit ausgeübten sportlichen Aktivität, weitere Kategorien wären die bei Berufs- und Haushaltsarbeiten ausgeübten Aktivitäten.

Insbesondere in heutiger Zeit, in der durch technische Errungenschaften der letzten 100 Jahre körperliche Aktivitäten verringert wurden und sitzende Tätigkeiten überwiegen, ist eine regelmäßige körperliche Betätigung außerhalb des Berufs zum Erhalt der Gesundheit von großer Bedeutung. Der Bundes-Gesundheitssurvey 1998 (Mensink, 1999) zeigt, dass insgesamt 45 % der Befragten keinen Sport treiben, 30 % nur gering körperlich aktiv sind und nur 13 % der Probanden den derzeitigen Empfehlungen zur ausreichenden körperlichen Aktivitätsausübung entsprechen. Die Empfehlung lautet wie folgt: Man sollte mindestens an drei Tagen der Woche eine halbe Stunde körperlich aktiv sein, so dass man leicht ins Schwitzen gerät (Pate et al., 1995). Hierbei ist anzumerken, dass sich die Studien zum empfohlenen körperlichen Aktivitätsausmaß stark unterscheiden. Insbesondere unterscheiden sie sich im Grenzwert, ab dem körperliche Aktivität protektiv vor Krankheiten wirken soll. Interessant ist jedoch, dass die Anzahl der Menschen, die meinen, dass sie nicht mehr körperliche Aktivität brauchen (57 %), im Widerspruch zur Anzahl der körperlich inaktiven Deutschen (45 %) steht. Hier scheint noch großer Aufklärungsbedarf zu bestehen.

Körperliche Aktivität senkt das Risiko vieler Erkrankungen und unterstützt deren Behandlung. Studien zeigen einen protektiven Effekt der körperlichen Aktivität in Bezug auf chronische Krankheiten wie KHK und Hypertension (Lee et al., 2000), Diabetes Mellitus (Helmrich et al., 1991; Manson et al., 1992), Adipositas (Martinez-Gonzalez et al., 1999), Osteoporose (Marcus et al., 1992; Snow-Harter & Marcus, 1991), Depressionen (Paffenbarger et al., 1994; King et al., 1989) und Dickdarmkrebs (Lee et al., 1991). Kein oder ein nur geringes Ausmaß an körperlicher Aktivität erhöht das Risiko, chronische Erkrankungen zu bekommen, um das Zwei- bis Dreifache. Körperliche Inaktivität ist somit ein Risikofaktor für die Entstehung und den ungünstigen Verlauf von chronischen Erkrankungen und vergleichbar mit Risikofaktoren wie Hypercholesterinämie, Bluthochdruck und Rauchen (Pate et al., 1995). Der Weltgesundheitsorganisation zufolge stellt der sesshafte Lebensstil einen der Hauptgründe für Behinderung, Morbidität und Mortalität in der Bevölkerung dar (World Health Organisation, 2006). Der Bericht der WHO von 2002 zeigte, dass etwa 1,9 Millionen Todesfälle auf Bewegungsmangel zurückzuführen sind (WHO, 2002).

Regelmäßige sportliche körperliche Aktivität reduziert die Gesamtsterblichkeit in einer Verlaufsuntersuchung über 2,4 Jahren um 27 %, bezogen auf die Herzerkrankungen um

sogar 31 % (Thomson, 2003). Auch deutsche Studien zeigen, dass regelmäßige körperliche Aktivität die Lebenserwartung erhöht (Mensink et al., 1996). Der positive Effekt von körperlicher Aktivität auf die Gesundheit beruht auf verschiedenen metabolischen, psychologischen und physiologischen Mechanismen: Die Senkung des Blutdrucks, Steigerung des HDL (sogenanntes „gutes Cholesterin“, High-Density-Lipoprotein-Cholesterin) und Senkung des HbA1c (Hämoglobin (Hb) mit angelagertem Zuckermolekül) sind nur einige Beispiele für diese Mechanismen. Das Verhältnis von körperlicher Aktivität zum Herz-Kreislaufsystem und zu Herz-Kreislaufkrankungen wird nachfolgend erörtert.

### **2.2.2 Theorien und Evidenz zum Zusammenhang von körperlicher Aktivität und Herz-Kreislaufkrankungen**

Schon vor über 50 Jahren wurde durch Morris et al. die Hypothese vom Zusammenhang zwischen dem Ausmaß an körperlicher Aktivität und der Inzidenz der koronaren Herzkrankung aufgestellt (Morris et al., 1953). Seitdem ist die körperliche Aktivität ein gut untersuchter Risikofaktor für die Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen. Bewegungsmangel gilt nach dem Gesundheitsbericht der WHO 1997 für die meisten industrialisierten Länder als ein wichtiger Risikofaktor zur Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen, welche hier noch immer die häufigste Todesursache darstellen. Bei körperlich aktiven Menschen ist die Mortalität an Herz-Kreislaufkrankungen zwischen 7-21% geringer als bei körperlich inaktiven Menschen, wobei für einen Gesundheitseffekt das körperliche Aktivitätsausmaß nur einem moderaten Level entsprechen müsste (Barengo et al., 2004). Mit steigender körperlicher Aktivität sinkt die kardiovaskuläre Sterblichkeit (Kaplan et al., 1996), körperliche Aktivität steht in inverser Beziehung zu Herz-Kreislaufkrankungen (Folsom et al., 1985). Die Interheart Studie konnte zeigen, dass weltweit eine Assoziation zwischen körperlicher Aktivität und Herz-Kreislaufkrankungen besteht (Yusuf et al., 2004). Weiterhin belegt sie, dass ein sitzender Lebensstil 12,2% des zuschreibbaren Risikos für Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems ausmacht. Körperliche Aktivität beeinflusst auf unterschiedlicher Weise die Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen. KA senkt den diastolischen und systolischen Blutdruck (Fagard, 2001), senkt die Sensitivität des Herzens gegenüber Katecholaminen, reduziert die Inzidenz von arteriosklerotischen Herzerkrankungen, steigert HDL, senkt

LDL (Leon & Sanchez, 2001) und verbesserte die Fließeigenschaften des Blutes. Die Myokardtoleranz bezüglich Hypoxie und Ischämie wird durch KA gesenkt und damit auch die ischämische Komponente der diastolischen Dysfunktion (Starnes & Bowels, 1995). Die kardiologische Mortalität wird reduziert, indem unter anderem das Risiko für Kammerflimmern reduziert wird (Billman, 2002) und der Myokardschaden über die ischämische Protektion sowohl direkt, als auch indirekt gesenkt wird (Hamilton et al., 2001). Regelmäßige körperliche Aktivität senkt auch die Mortalität bei Menschen, welche schon ein kardiales Ereignis hatten (Jolliffe et al., 2001). Somit stellt regelmäßige körperliche Aktivität eine wichtige therapeutische Strategie in der Prävention der Herz-Kreislaufkrankung dar. In der Betrachtung der positiven Effekte der körperlichen Aktivität auf die Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen wird deutlich, dass viele physiologische und metabolische Mechanismen für diese Effekte ursächlich sein können, so auch die Wirkung der körperlichen Aktivität auf das autonome Nervensystem.

Eine adäquate Funktion des Herz-Kreislaufsystems setzt ein gut funktionierendes Wechselspiel zwischen sympathischem und parasympathischem (vagalen) Nervensystem voraus. Beide bilden zusammen das autonome Nervensystem. Eine Störung des autonomen Systems steht im Zusammenhang mit der Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen und stellt einen Risikofaktor zur Entstehung der Erkrankungen dar (Carnethon et al., 2005). Faktoren, die eine unangebrachte Aktivierung des sympathischen Nervensystems hervorrufen (Stress, Rauchen, Bluthochdruck etc.), haben einen nachteiligen Effekt im Gegensatz zu Faktoren, die den vagalen Ton erhöhen (Entspannung, Sport). Körperliche Aktivität beeinflusst also positiv die Balance des autonomen Nervensystems und damit die Herzleistungsfunktion. Welche Parameter der Herzleistung beeinflusst werden und ob sich die genannten Befunde bezüglich der positiven Wirkung von KA auf die Herzleistung replizieren lassen, sind Untersuchungsgegenstände dieser Arbeit.

### *Belastungs-EKG, Herzleistung*

Der in dieser Arbeit verwendete Begriff der Herzleistung fasst die durch das Belastungs-EKG gewonnenen prognostisch relevanten Parameter ‘Herzratendifferenz’, ‘Herzratenreserve’ und ‘Übungskapazität’ zusammen. Diese Parameter gelten als anerkannte Parameter zur Messung der Herzleistung. Die Herzleistung lässt sich durch die

Parameter wie das Druck-Frequenzprodukt, die Kontraktilität und die Wandspannung abschätzen. Herzrattendifferenz, Herzratenreserve und Übungskapazität sind Parameter, welche sich in Ihrer Berechnung zumindest teilweise auf einen der oben genannten Kernparameter stützen, sie können somit auch indirekt die Herzleistung abschätzen. Zusätzlich lässt sich an ihnen eine Funktionsbeeinträchtigung des autonomen Nervensystems messen (Lauer et al., 1999). Die chronische Imbalance des autonomen Nervensystems ist, wie eingangs erwähnt, ein wichtiger Risikofaktor für die Entstehung von Herzkreislauferkrankungen. Dieser Risikofaktor lässt sich an Hand der drei Parameter operationalisieren. Herzrattendifferenz, Herzratenreserve und Übungskapazität gelten als anerkannte nichtelektrokardiographische Testvariablen mit prognostischem Wert bei asymptomatischen Probanden (Lauer et al., 2005). Auf Grund der möglichen prognostischen Aussage und der relativen unaufwändigen Messung durch das Belastungs-EKG kommt ihnen eine zunehmend bedeutende Rolle in der Risikostratifizierung der Herzkreislauferkrankungen zu.

‘Herzrattendifferenz’ gibt die Fähigkeit des Herzens wieder, in kurzer Zeit nach Belastung die Ruhfrequenz zu erreichen. Sie ist unter anderem ein Maß für einen ungestörten/gestörten Vagotonus und errechnet sich aus der Differenz der Zielherzfrequenz (220-Alter) und der tatsächlich erreichten Herzfrequenz nach Belastung (Kapitel 3.3.2.2). Es existiert eine überschaubare Anzahl von Studien welche das Verhältnis von Herzrattendifferenz und Herzkreislauferkrankungen zur körperlichen Aktivität untersuchen. Diese ergeben unter anderem folgendes: Eine ungünstige Herzrattendifferenz ist einerseits ein starker Prädiktor für Mortalität (Cole et al., 1999; Nishime et al., 2000) und andererseits assoziiert mit einem geringen Ausmaß an körperlicher Aktivität (Carnethon et al., 2005).

Chronotropische Inkompetenz (CI, engl.: chronotropic incompetence) bezeichnet die Unfähigkeit des Herzens, während Belastung in der Frequenz adäquat anzusteigen. Es liegen unterschiedliche Begriffsverwendungen vor; die vorliegende Arbeit verwendet den Begriff der ‘chronotropischen Inkompetenz’, beziehungsweise den Begriff der ‘Herzratenreserve’. Die chronotropische Antwort des Herzens auf Belastung kann nämlich auch als Verhältnis von Herzratenreserve zur metabolischen Reserve betrachtet werden (Lauer, 1999). Eine unter der Norm liegende Herzratenreserve wird folglich als ‘ungünstige Herzratenreserve’ oder auch ‘CI’ bezeichnet. ‘CI’ ist definiert als ein Pro-

zentanteil der Herzratenreserve von  $<0,8$ . Die Herzratenreserve selbst, zeigt die Fähigkeit des Herzens während körperlicher Betätigung in der Frequenz altersentsprechend anzusteigen und wird unter anderem aus der Ruheherzfrequenz und der maximalen Herzfrequenz bei Belastung errechnet (siehe 3.3.2.2). Als Ursache für eine CI vermutet man die verminderte Empfindlichkeit des Sinusknoten auf Sympathikusreize, insbesondere bei Menschen mit Herz-Kreislaufkrankungen. Studien zeigen, dass Menschen mit einer CI ein erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen und ein erhöhtes Sterberisiko haben (Lauer et al., 1996; Elhendy et al., 2003).

Die Übungskapazität wird anderorts auch als kardiale funktionelle Kapazität oder kardiovaskuläre Fitness bezeichnet. Sie ist ein Maß für die Sauerstoffzufuhr (Atmung), den Sauerstofftransport (Herz-Kreislaufsystem) sowie die Sauerstoffverwertung (Muskelzelle) im Belastungszustand des Organismus und wird direkt über die maximale Sauerstoffaufnahme gemessen. Aus praktischen Gründen etablierte sich die indirekte Messung und Darstellung der Übungskapazität durch metabolische Raten (MET), welche als akkurate Methode anerkannt ist (Lauer et al., 2005). Die Übungskapazität in MET kann aus der Leistungskapazität in Watt ermittelt werden und entspricht der erreichten maximalen Leistung im Belastungs-EKG (Kapitel 3.3.2.2). 'Übungskapazität' ist der am meisten untersuchte Parameter der Herzleistung. Sämtliche Studien zeigen, dass eine eingeschränkte Übungskapazität als Prädiktor für Mortalität und kardiovaskuläre Erkrankungen gilt (Wei et al., 1999; Ekelund et al., 1988, Mora et al., 2003; Erikssen et al., 2004). So gilt eine eingeschränkte Übungskapazität als Risikofaktor, welcher stärker als die Standardrisikofaktoren eine mögliche Erkrankung des Herz-Kreislaufsystems prognostiziert. Eine Studie konnte sogar zeigen, dass mit einer Steigerung der Übungskapazität von nur 1 MET die Überlebensrate um 12% zunimmt (Meyers et al., 2002).

#### *Exkurs Übungskapazität und körperliche Aktivität*

Die Übungskapazität steht im engen Zusammenhang mit der körperlichen Aktivität, wobei einige Studien die KA zur Messung der Übungskapazität verwenden. Dies ist kritisch zu betrachten, da beide Variablen unterschiedlich gemessen werden und auch beide Unterschiedliches messen. So ist die Übungskapazität Ausdruck der Belastbarkeit des Herz-Kreislaufsystems und die KA Ausdruck der Skelettmuskelleistung. Dem Argument, dass sich KA in der Übungskapazität widerspiegelt, ist entgegenzusetzen, dass

nicht jede KA zu einer Veränderung der Übungskapazität führt. Zudem geben beide Variablen unabhängig voneinander prognostische Informationen über Morbidität und Mortalität von Herz-Kreislaufkrankungen (Blair et al., 2001).

Die vorliegende Studie untersucht als eine von wenigen das Verhältnis von Herzleistungsparameter und KA zueinander, als auch deren Verhältnis zum sozioökonomischen Status.

In wie weit körperliche Aktivität in Assoziation zu Parametern der Herzleistung steht, ist sonach eine der Untersuchungsfragen dieser Arbeit. Körperliche Aktivität beeinflusst das autonome System auf zwei Weisen, zum einen steigert es die vagale Aktivität des Nervensystems und zum anderen wird die sympathische Hyperaktivität gesenkt. Im Gegensatz zu psychischer Belastung wird bei physischer Belastung zwar auch der Sympathikus aktiviert, auf längerer Sicht fällt jedoch die sympathische Aktivität unter ihre Baseline und die vagale Aktivität wird erhöht (Curtis & O'Keefe, 2002). Körperliche Aktivität ist somit ein geeignetes Mittel, um eine gesunde Balance des autonomen Nervensystems zu erhalten (Pardo et al., 2000).

Der Einfluss von KA speziell auf die Parameter der Herzleistung und somit auf die Balance des kardialen autonomen Nervensystems ist aber noch immer unzureichend untersucht, zumal eine Berücksichtigung des Ausmaßes der KA in den meisten Studien fehlt (Carnethon et al., 2005). Die Parameter der Herzleistung sind, wie oben ersichtlich wird, wichtige Indikatoren zur Beurteilung des Herzkreislaufsystems und haben in ihrer pathologischen Ausprägung als Risikofaktoren zur Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen einen großen Stellenwert, insbesondere hinsichtlich Prognose und Prävention. Es stellen sich folgende Fragen: Wie weit beeinflusst körperliche Aktivität die Balance des autonomen Nervensystem in Hinblick auf die Herzleistungsparameter Herzrattendifferenz, Herzratenreserve und Übungskapazität? Spiegeln sich Intensivitätsunterschiede der KA in den Werten der Messparameter wieder?

Neben dem Hauptaspekt der sozialen Ungleichheit von Herz-Kreislaufkrankungen wird in der vorliegenden Studie der Frage nach der Assoziation von körperlicher Aktivität mit Parametern der Herzleistung unter Berücksichtigung der Intensivitätsunterschiede nachgegangen.

### 2.3 Körperliche Aktivität und sozioökonomischer Status

In den vorangegangenen Kapiteln wurde gezeigt, wie sich körperliche Aktivität positiv auf die Herzleistung auswirkt. Nun stellt sich die Frage, ob dieser wichtige Schutzfaktor sozial ungleich verteilt ist und damit eine Verbindung zwischen sozialer Lage und Herzgesundheit darstellt. Bisher gibt es nur wenige Studien, die eine differenzierte schichtspezifische Verteilung der KA vorweisen. Die Studien, die sich auf diese Thematik beziehen, liefern jedoch insgesamt ähnliche Ergebnisse. Menschen mit höherem SES haben in ihrer Freizeit ein größeres Ausmaß an KA, als Menschen mit einem geringen SES (Ford et al., 1991). Eine Studie von Paffenbarger und Kollegen konnte zeigen, dass Probanden mit einem hohen SES auch ein hohes Ausmaß an KA aufweisen und eine verringerte Mortalität im Vergleich zu weniger körperlich aktiven Probanden haben (Paffenbarger et al., 1986). Es wird deutlich, dass eine inverse Beziehung zwischen Einkommen bzw. Ausbildungsstatus und körperlicher Inaktivität besteht. Weiterhin besteht ein Nord-Süd-Gefälle, wobei Menschen aus Nordeuropa weniger den sesshaften Lebensstil verfolgen als Menschen aus Südeuropa. Die Assoziation zwischen niedrigem Bildungsniveau und körperlicher Inaktivität zeigt sich europaweit (Varo et al., 2003) und wird durch andere Studien bestätigt (Folsom et al., 1985; Martinez-Gonzalez et al., 2001). Pensionierte amerikanische Bürger, die einen geringen Bildungsgrad sowie ein Haushaltseinkommen von unter 20.000 Dollar haben und unter der Armutsgrenze leben, sind häufiger inaktiv als besser gestellte Menschen (Crespo et al., 1999). Sämtliche Studien zeigen den geschlechtsspezifischen Unterschied: Frauen sind häufiger körperlich inaktiv als Männer und das Ausmaß ihrer körperlichen Aktivitäten liegt unter dem der Männer. Es zeigt sich daher eine ungleiche Verteilung von körperlicher Aktivität.

Kernthema dieser Arbeit ist, zu prüfen, inwieweit sich der soziale Gradient von körperlicher Aktivität in dieser Studie replizieren lässt und welche Differenzen hinsichtlich der Intensivität der KA über die sozialen Schichten verteilt bestehen.

#### *Theoretische Grundlagen des gesundheitsschädigenden Verhaltens*

Es besteht also ein sozialer Gradient des gesundheitsschädigenden Verhaltens von ‘körperlicher Inaktivität’ oder ‘geringer körperlicher Aktivität’. Doch wie lässt sich dieser erklären? Eine Studie von Droomers konnte zeigen, dass eine Abnahme des Ausmaßes an KA bei Probanden mit niedrigem Bildungsabschluss stärker ist als bei Probanden mit



hohem Bildungsabschluss (Droomers et al., 2001). Insbesondere zeigt sie aber auch, dass bei Angehörigen mit niedrigem SES die geringe Kontrollwahrnehmung ein wichtiger Prädiktor für körperliche Inaktivität ist. Materielle Probleme und ein schlechter Gesundheitszustand sind zusätzliche Prädiktoren für die Inaktivität bei älteren Angehörigen der unteren Bildungsklassen. Hier stellen geringe Kontrollwahrnehmung bzw. schlechte Kontrollmechanismen eine mögliche Erklärung des sozialen Gradienten der körperlichen Aktivität dar. Die geringe Kontrollüberzeugung der Bevölkerung mit niedrigem SES ist einer von mehreren Erklärungsansätzen für den sozialen Gradienten des Gesundheitsverhaltens und wird auch unter anderem in den folgenden Ausführungen erläutert.

Weitere Erklärungsansätze und Modelle zum sozialen Gradienten des Gesundheitsverhaltens werden im Folgenden kurz erörtert.

Bourdieu (Bourdieu, 1982) verwendete den Begriff Habitus für Denk-, Wahrnehmungs- und Bewertungsschemata, die durch das Aufwachsen in bestimmten Lebensbedingungen einer Klasse automatisch und unbewusst entstehen. Die habituellen Muster der Arbeiterklasse entstehen aus funktionellen Kriterien und weniger aus ästhetischen Kriterien. Dies äußert sich auch im sportlichen Verhalten. Der Sport wird hier als soziales Feld angesehen, in dem Differenzen und feine Geschmacksunterschiede demonstriert werden können. Der Sport ist nach Bourdieu kein Interessen- und zweckfreies kulturelles Phänomen, sondern geeigneter Platz für symbolische Kämpfe um soziale Anerkennung und für Wettstreit um stilistische Hochwertigkeit (Bourdieu, 1982 17 ff.). Die Sportpraxis ist immer Folge des jeweiligen Habitus, welcher stets spezifisch für einen sozialen Status ist. Sportart ist aber nach Bourdieu nicht nur Folge von Status und Habitus, sie betont selbst auch soziale Unterschiede (Destinktion). Dies verdeutlichen zwei Fotos in seinem Hauptwerk „Die feinen Unterschiede“. Das erste Foto zeigt einen ehemaligen Staatspräsidenten Frankreichs höheren Alters beim Tennisspielen. Auf dem zweiten Foto ist ein junger Mann aus einfachen Verhältnissen in einer Bodybuilder-Pose im Park zu sehen. Diese Unterschiede, die soziale Differenzen werden durch die gewählte Sportart (Tennis, Bodybuilding), den Rahmen, in dem Sport getrieben wird (Tennisclub, öffentlicher Park), dem Körperschema (stilorientiert, kraftorientiert) und dem Alter deutlich.

Bourdieu prägte insbesondere auch die Entwicklung der Erforschung von sozialer Ungleichheit. Er steht für den Ansatz, der die (gesundheits-)relevanten Variablen der neuen und alten Sozialstrukturmodelle (Lebensstil und Milieumodelle einerseits und Schicht- und Klassenmodelle andererseits) in einen integrativen Zusammenhang bringt (Helmert et al., 2000). So werden sowohl sozialpsychologische, soziologische als auch psychobiologische Ursachen berücksichtigt. Diese Mehrebenen-Modelle geben auch Erklärungsmuster für den sozialen Gradienten des gesundheitsschädigenden Verhaltens in Form von geringer körperlicher Aktivität. Folglich werden einige Aspekte erläutert.

Bildung ist ein bedeutender Indikator von sozialer Ungleichheit, sie bestimmt den Lebensstil von sozialen Gruppen und ist daher für die soziale Differenzierung wichtig. Neben anderen Komponenten vermittelt Bildung auch ein wichtiges gesundheitsbezogenes Wissen (Hradil, 2001), welches wiederum Einfluss auf das Gesundheitsverhalten und somit auch auf die körperliche Aktivität hat. Der Zugang zur Bildung ist jedoch im starken Maß abhängig von der sozialen Herkunft eines Menschen. Auch hier zeigt sich ein sozialer Gradient; mit abnehmenden sozialen Status der Eltern sinkt die Wahrscheinlichkeit, ein Gymnasium zu besuchen (Lynch et al., 1997, Program for International Student Assessment (PISA)).

Neben Bildung sind auch psychosoziale und kognitive Faktoren für das Gesundheitsverhalten entscheidend. So führt beispielsweise die soziokulturelle Benachteiligung zu einer geringen Zukunftsorientierung der Menschen und diese wiederum zu einer Zunahme des gesundheitsschädigenden Verhaltens. Angehörige niedriger Schicht sind stärker in der Gegenwart orientiert und beschäftigen sich weniger mit dem Zukünftigen oder dem aus ihrem Handeln Folgenden als Angehörige höherer Schichten (Kramer & Siegrist 1972; Henry, 2000). Diese fehlende Zukunftsorientierung wird von Angehörigen niedriger Schicht an ihre Kinder weitergegeben, die dadurch in Ihrer Leistungsmotivation stark beeinträchtigt werden. Die Leistungsmotivation stellt einen der wichtigsten Antriebe des menschlichen Handelns dar (Siegrist, 2005). Um eine solche aufzubauen, bedarf es der Fähigkeit, eigene Ziele setzen und die Befriedigung von Bedürfnissen aufzuschieben zu können. Beispielsweise gilt als sofortige Bedürfnisbefriedigung ein solches gesundheitsschädigendes Verhalten, das einen belohnenden Anfangseffekt verschafft (Modell des Risikoverhaltens, Festinger, 1957). Das Fehlen von Leistungsmoti-

vation und Zukunftsorientierung zeigt sich also auch im gesundheitsbezogenen Verhalten und liefert Erklärungen für den sozialen Gradienten von Gesundheit.

Das Modell des Risikoverhaltens besagt, dass Menschen ein bestimmtes risikobehaftetes Verhalten eingehen, wenn sie dadurch ihre Bedürfnisse befriedigen können. Wegen des anfänglichen belohnenden Effekts werden die langfristigen Risiken des Verhaltens heruntergespielt. Für die Gewöhnung an das gesundheitsschädigende Verhalten werden kognitive Strategien zur Verharmlosung verwendet. Die Zuhilfenahme der Strategien zur Rechtfertigung des gesundheitsschädigenden Verhaltens wird auch „kognitive Dissonanz-Reduktion“ genannt. Das Modell des Risikoverhaltens lässt sich auch auf das gesundheitsschädigende Verhalten von körperlicher Inaktivität beziehen.

Ein weiterer wichtiger Faktor des Gesundheitsverhaltens der Menschen ist deren Kontrollüberzeugung und diese spielt in mehreren Modellen zum gesundheitsrelevanten Verhalten eine Rolle (Weiner, 1980). Die optimistische Annahme bezüglich der Kontrollierbarkeit des eigenen Handelns drückt eine gewisse Kompetenzerwartung und Selbstwirksamkeit aus. Neben der Kontrollüberzeugung sind Erfolgserlebnisse und Vertrauen in die eigene Fähigkeit für die Selbstwirksamkeit von Bedeutung (Modell der Selbstwirksamkeit, Bandura, 1992). Ein Beispiel für vorhandene Selbstwirksamkeit einer Person ist der Satz: „Ich werde es schaffen, viermal pro Woche Sport zu treiben“. Dass die Effekte der Selbstwirksamkeit einen Einfluss auf das Gesundheitsverhalten der Menschen haben, wurde in Studien belegt (Bandura, 1992). Fehlende Kontrollüberzeugungen sind bei Menschen mit niedrigerem SES häufiger als bei besser gestellten Menschen, weisen also auch einen sozialen Gradienten auf (Marmot, 2004; Adler et al., 1994). Insbesondere am Arbeitsplatz zeigt sich eine sozial ungleiche Verteilung von möglicher Kontrollierbarkeit (Bosma et al., 1998) und dies trägt entscheidend zur Theorie des „Anforderungs-Kontroll-Modells“ bei. Karasek und Theorell entwickelten dieses Modell, um psychosoziale Stressbelastung am Arbeitsplatz zu beschreiben (Karasek & Theorell, 1990). Demnach ist die Ausprägung von Stressor-Reaktionen auf die Arbeit abhängig davon, ob sie eine Kombination von hohen Anforderungen und geringem Handlungsspielraum (geringe Kontroll-, Entscheidungs- und Gestaltungsmöglichkeiten) ist. Mitunter spielt dieses Modell für die Erklärung von sozialer Ungleichheit von Herz-Kreislauferkrankungen eine wichtige Rolle, denn Angehörige niedriger Schicht besetzen häufiger Berufe, welche dem Modell entsprechen (z.B. Fließbandarbeit) als sozial

besser gestellte Personen. Die fehlende Kontrollüberzeugung wird wiederum an die eigenen Kinder weitergegeben und spiegelt sich dann auch in deren (gesundheitsrelevantem) Verhalten wieder.

Demzufolge gibt es soziale Ungleichheit insbesondere bei Herz-Kreislaufkrankungen wobei Befunde des gesundheitsschädigenden Verhaltens zur Erklärung des sozialen Gradienten beitragen. Die Studienlage zeigt, dass für die Entstehung des sozialen Gradienten der körperlichen Aktivität (als eine Form des gesundheitsrelevanten Verhaltens) neben der Tatsache, dass KA Überwindung, Zeit, Geld und eine gewisse Infrastruktur erfordert, auch andere soziologische und sozialpsychologische Ursachen wichtig sind. Geringe körperliche Aktivität stellt, in Hinblick auf Herz-Kreislaufkrankungen, einen klassischen Risikofaktor dar und lässt sich auch in die Erklärungsmodelle des sozialen Gradienten einordnen.

Dieser Risikofaktor, welchen die vorliegende Studie detailliert untersucht, ist Teil des komplexen, auf die Gesundheit des Menschen wirkenden Ganzen und könnte somit einen interessanten Aspekt der sozioökonomischen Differenzen erklären.

## 2.4 Fragestellungen der Arbeit

Die vorliegende Studie untersucht den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Herzleistung in Abhängigkeit von sozialem Status. Folgende Fragestellungen, die im theoretischen Abschnitt der Arbeit aufgeworfen wurden, liegen den Untersuchungen zugrunde:

- Körperliche Aktivität ist eine wichtige Komponente zur Führung eines gesunden Lebens und spielt in einer Gesellschaft mit zunehmender sitzender Lebensweise eine bedeutende Rolle.

Wie ist die Variable 'körperliche Aktivität' in dieser Studienpopulation verteilt? Welche demographischen Unterschiede bestehen im Hinblick auf das Aktivitätsausmaß der Probanden? Bestätigen die Untersuchungen die allgemeine Studienlage: zeigt sich eine geringe Prävalenz an körperlich aktiven Probanden und ein hoher Anteil an inaktiven Probanden?

- Körperliche Aktivität ist ein Teilaspekt des gesundheitsrelevanten Verhaltens und lässt sich auch in die Erklärungsmodelle des sozialen Gradienten einordnen. Studien

zeigen, dass Menschen mit niedrigem sozioökonomischem Status weniger aktiv sind als Menschen mit höherem SES. Jetzt stellt sich die Frage, ob KA als wichtiger Schutzfaktor vor Herz-Kreislaufkrankungen auch in dieser Studienpopulation sozial ungleich verteilt ist und damit eine Verbindung zwischen sozialer Lage und Herzgesundheit darstellt.

Kernthema der vorliegenden Arbeit ist die Frage, in wie weit sich der soziale Gradient von körperlicher Aktivität replizieren lässt und welche Differenzen hinsichtlich der Intensivität der KA über die sozialen Schichten verteilt bestehen.

- Die Beurteilung der Funktion des Herz-Kreislaufsystems erfolgt in den Untersuchungen dieser Studie durch Messung der Herzleistungsparameter ‘Herzrattendifferenz’, ‘Herzratenreserve’ und ‘Übungskapazität’.

Wie sind die Parameter der Herzleistung in der vorliegenden Stichprobe verteilt? Welche demographischen Unterschiede zeigen sich hinsichtlich der Verteilung? Werden die Ergebnisse der Untersuchungen durch andere Studien bestätigt?

- Körperliche Aktivität beeinflusst positiv die Balance des autonomen Nervensystems und damit die Herzleistungsfunktion.

Weitere Kernfragen dieser Arbeit sind, welche Parameter der Herzleistung durch KA beeinflusst werden und ob sich positive Effekte der körperlichen Aktivität auf die Herzleistungsparameter unter Berücksichtigung der Intensivitätsunterschiede zeigen.

- Trotz zahlreicher Untersuchungen zu sozialer Ungleichheit und Herz-Kreislaufkrankungen fehlen weitgehend Studien zur Untersuchung des sozialen Gradienten der Herzleistung. Herzleistungsparameter bekommen jedoch eine zunehmende prognostische Bedeutung für die Risiko-Stratifizierung von Herz-Kreislaufkrankungen. Lässt sich in dieser Studie der sozialer Gradient von Herzleistung nachweisen und inwieweit ist der mögliche Zusammenhang statistisch signifikant? Besteht ein sozialer Gradient bei allen drei Parametern der Herzleistung oder nur bei Einzelnen? Welche weiteren Differenzen zeigen die Herzleistungsparameter hinsichtlich ihrer Beziehung zum SES?

In Anbetracht dessen, dass die Ergebnisse der Untersuchungen einen Zusammenhang zwischen SES und Herzleistung aufweisen, wird der Frage nachgegangen, welche

Rolle die schichtspezifische Verteilung von körperlicher Aktivität in diesem Zusammenhang spielt.

Ist körperliche Aktivität ein vermittelnder Faktor? Bleibt der soziale Gradient von Herzleistung auch unter Berücksichtigung der körperlichen Aktivität bestehen?

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Analysemethoden sowie das Studiendesign und die Stichprobe werden im folgenden Kapitel erläutert. Die bevölkerungsbasierte, qualitativ hochwertige Heinz Nixdorf Recall Studie bietet eine sehr gute Möglichkeit, die genannten Fragestellungen zu untersuchen und Hypothesen zu testen. Insbesondere liefert sie differenziertes, qualitativ und quantitativ wertvolles Datenmaterial zu dieser neuartigen Untersuchung des Zusammenhangs von sozioökonomischen Status, Herzleistung und körperlicher Aktivität.

## 3. Daten und Methodik

### 3.1 Studiendesign, Stichprobe

Grundlage folgender Analysen ist die Basisuntersuchung der Heinz Nixdorf Recall Studie (Recall ist ein Akronym für ‘Risk Factors, Evaluation of Coronary Calcification and Lifestyle’). Diese epidemiologische Langzeituntersuchung hat die Verbesserung der Früherkennung von Herz-Kreislaufkrankungen zum Ziel. Das Hauptgewicht der Heinz Nixdorf Recall Studie liegt auf klinisch-biomedizinischen Parametern und hier insbesondere auf dem prädiktiven Wert einer subklinischen Bestimmung des Koronarkalks für kardiale Ereignisse (Schmermund et al., 2002). Außerdem wurden noch zahlreiche weitere Risikofaktoren für Morbidität und Mortalität von Herz-Kreislaufkrankung untersucht. Eine interdisziplinäre Forschergruppe der Universitätskliniken Essen-Duisburg, Witten-Herdecke und Düsseldorf führt die Heinz Nixdorf Recall Studie (HNRS) durch. Die Studie ist auf insgesamt 8 Jahre angelegt, von Dezember 2000 bis Dezember 2008 und wird hauptsächlich von der Heinz-Nixdorf-Stiftung finanziert. Eine zusätzliche Unterstützung einzelner Untersuchungssegmente erfolgt zudem durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG Projekte SI 236/8-1 & 9-1).

#### *Stichprobe, Studiendesign*

Bei der HNRS handelt es sich um eine bevölkerungsbasierte Kohortenstudie an der Allgemeinbevölkerung des Ruhrgebietes aus den Städten Essen, Mülheim und Bochum. Insgesamt nahmen 4.487 Probanden zwischen dem 45.-75. Lebensjahr an der prospektiven Untersuchung teil. Zur Basiserhebung wurden die Probanden im Zeitraum 2000-2003 in das Robert-Koch-Erhebungszentrum Universität Essen eingeladen und untersucht. Das Follow-up beträgt 5 Jahre, in diesen beantwortet jeder Studienteilnehmer jährlich einen kurzen Fragebogen zum Gesundheitszustand. Am Ende des individuellen fünfjährigen Nachverfolgungszeitraums gibt es eine Abschlussuntersuchung. Von 2006 bis 2008 läuft diese zweite Untersuchungsrunde, bei der die Probanden abermals in das Essener Erhebungszentrum eingeladen werden. Primäre Endpunkte der Studie sind: Myokardinfarkt, schwere kardiovaskuläre Ereignisse und plötzlicher Herztod.

Weiterhin wurden Endpunkte wie Schlaganfälle, Krebserkrankungen und Todesfälle ohne KHK-Hintergrund registriert.

Diese Arbeit greift ausschließlich auf Daten der Basisuntersuchung zurück, da die Erfassung des Follow-up und die zweite Untersuchung zum Zeitpunkt der Analysen noch nicht vorlagen. Es handelt sich bei den im Folgenden vorgestellten Analysen also um Querschnitts-Auswertungen.

### *Rekrutierung*

Von den 9.484 durch eine repräsentative Einwohnermeldeamtsstichprobe ausgewählten Personen wurden 1.071 Personen aufgrund von falscher Adresse, Umzug oder Tod, mangelhaften deutschen Sprachkenntnissen, manifester KHK, schlechtem allgemeinen Gesundheitszustand und Schwangerschaft ausgeschlossen. 12 % der verbliebenden 8.413 Personen konnten nicht erreicht werden und 34.5 % verweigerten die Teilnahme (Stang et al., 2005). Die besondere Schwierigkeit der Rekrutierung von Personen bestand darin, dass der Aufwand für die Teilnahme an der Studie hoch war. Um einer eventuellen hohen Verweigerungsquote entgegenzuwirken und die Personen von der umfangreichen und aufwändigen Untersuchung zu überzeugen, kam ein 'Multi-Mode'-Ansatz (Dillman, 2000) zum Einsatz. Dieser beinhaltet verschiedene Methoden zur Steigerung der Antwortrate: persönliches Anschreiben, Grußwort einer prominenten Person, Informationsbroschüre über die Studie, vorfrankierte Antwortkarte etc. Wenn keine Reaktion der angeschriebenen Person erfolgte, wurde 7 Tage nach dem ersten Anschreiben ein zweites versendet. Falls hierauf auch keine Reaktion kam, wurde versucht, die entsprechende Person durch professionell geschulte zertifizierte Telefonisten zu erreichen (bis zu 10 Versuche). Schlug das fehl, so folgte ein drittes Anschreiben. In der gesamten Rekrutierungsphase wurde die Heinz Nixdorf Recall Studie durch kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit in Printmedien, Funk und Fernsehen bekannt gemacht. Die Begutachtung des Rekrutierungskonzepts wurde vom Zentrum für Methoden, Umfragen und Analysen (ZUMA) durchgeführt.

Die Response-Rate lag bei 53,3 % (N=4.487) und damit im Bereich der derzeit in Deutschland in Bevölkerungsumfragen durchschnittlich erreichten Ausschöpfungsquote von 50-70 % (Schnell, 1997). Vergleiche mit dem Mikrozensus zeigen, dass die HNRS-



Stichprobe die Allgemeinbevölkerung hinsichtlich der Geschlechts- und Altersverteilung, dem Familienstand und der Erwerbsquote gut repräsentiert (Weyers, 2007).

Für die Analyse der vorliegenden Arbeit kamen 4.487 Probanden in Frage. Bei Betrachtung der wichtigen Kennwerte der Studie fällt auf, dass das Verhältnis zwischen den Geschlechtern leicht zugunsten der Frauen verschoben ist: 2351 weibliche Probanden stehen 2136 männlichen gegenüber (52,4 % vs. 47,6 %). Die Altersverteilung der Stichprobe zeigt Tabelle 3.1. Die am stärksten besetzte Altersgruppe ist die der 60 bis 64 Jährigen, während sich die wenigsten Probanden in der Gruppe der 70-74 Jährigen befinden. Weitere wichtige Kennwerte der Stichprobe werden im Kapitel 4.1. dargestellt.

**Tabelle 3.1: Altersverteilung der Stichprobe**

Alter in Jahren	Gesamt, n (%)	Männer, n (%)	Frauen, n (%)
45-49	594 (13,2)	294 (13,8)	300 (12,8)
50-54	856 (19,1)	413 (19,3)	443 (18,8)
55-59	790 (17,6)	327 (17,4)	418 (17,8)
60-64	995 (22,2)	480 (22,5)	515 (21,9)
65-69	735 (16,4)	349 (16,3)	386 (16,4)
70-74	517 (11,5)	228 (10,7)	289 (12,3)
Anzahl	4487 (100)	2136 (100)	2351 (100)

## 3.2 Datenerhebung

Die Probanden nahmen während der Basiserhebung an einem breit angelegten Untersuchungsprogramm im Erhebungszentrum am Essener Universitätsklinikum teil. Ein wesentlicher Bestandteil der Datenerhebung bildet auch die Belastungs-EKG-Untersuchung, die im Kapitel 3.3.2 im Zusammenhang mit den relevanten Variablen der Herzleistung noch gesondert beschrieben wird.

### *Basisuntersuchung*

Die Basisuntersuchung dauerte ca. 5 Stunden und wurde von einem interdisziplinär geschulten und ständigen Qualitätskontrollen unterliegendem Team durchgeführt. Die Untersuchungen beinhaltete folgendes: bei Probandenregistrierung wurden sämtliche eingenommenen Medikamente registriert, im Anschluss erfolgte die Urin- und Blutabnahme zur Bestimmung zahlreicher Laborparameter, danach die sozial-epidemiologi-

sche Erhebungen durch das Computer-assistierte Interview und den Selbstausfüller-Fragebogen. Die darauf folgende körperliche Untersuchung umfasste Messungen der Körpergröße, des Körpergewichts sowie des Körperumfangs. Es wurden verschiedene Tests zur koronaren Gesundheit durchgeführt, wie Blutdruckmessungen, Ruhe- und Belastungselektrodiagramm, Bestimmung des Knöchel-Arm-Indexes, Bestimmung der Intima-Media-Dicke der Halsschlagader durch Ultraschall und Bestimmung des Koronarkalks durch Elektronenstrahltomographie. Eine ausführliche ärztliche Anamnese erfolgte und lieferte unter anderem Informationen über eigene und familiäre Vorerkrankungen.

Die hier verwendeten Daten zu sozialem Status und körperlichen Aktivitäten wurden in der sozialepidemiologischen Erhebung der Probanden gewonnen, die in zwei Teilen durchgeführt wurde. Den ersten Teil stellte ein standardisiertes persönliches Interview durch geschulte Interviewer dar. Es wurde mit Hilfe eines speziellen Computerprogramms durchgeführt und enthielt Fragen zur Erfassung von Gesundheit, Gesundheitsverhalten, soziodemographischen und sozioökonomischen Variablen, körperlichen Aktivitäten sowie psychosoziale Belastungen. Der zweite Teil war eine standardisierte schriftliche Befragung. Hierbei füllten die Probanden unter Anleitung des Studienpersonals Fragebögen aus und machten Angaben zu Ernährungsverhalten, Medikamenteneinnahme und zahlreichen psychologischen Aspekten. Da in den Analysen dieser Studie Daten aus dem Computer-assistierten persönlichen Interview, dem Belastungs-EKG und aus weiteren Ergebnissen der Basisuntersuchung entnommen wurden, wird folglich auch auf diese eingegangen.

#### *Persönliches Interview*

Das Computer-assistierte persönliche Interview (CAPI) war das Erhebungsinstrument für die in dieser Studie verwendeten Variablen 'körperliche Aktivität' und 'sozioökonomischer Status'. Es beinhaltete zudem zahlreiche weitere Fragenkomplexe zu Variablen, die teilweise als Kontrollvariablen in den Analysen verwendet wurden: subjektive Gesundheit, Angina Pectoris, Rauchen, Hypercholesterinämie, arterielle Hypertonie, Soziodemographie, soziales Netzwerk und sozialer Rückhalt, Berufsbiographie und psychosoziale Arbeitsbelastungen. Zudem wurden in der Mitte und am Ende des Inter-

views jeweils drei aufeinander folgende Blutdruck-Messungen durchgeführt. Das Interview dauerte etwa 45-60 Minuten.

Als Interviewer(innen) wurden insgesamt 25 nichtärztliche Personen eingestellt, welche zuvor intensiv geschult und zertifiziert wurden. Die Schulungseinheiten beinhalten die allgemeine Interviewtechnik, die Erläuterung spezieller Themenkomplexe der Studie sowie die Vorstellung des zur Durchführung der Befragung verwendeten Computerprogramms. Das DAIMON-Programm (DAteneingabe IM ONline-Betrieb; Version 1.0; (Holle et al., 2000)) ist ein Interviewprogramm, welches die Dateneingabe online während des Interviews ermöglicht, automatisch die Filterführung steuert, Plausibilitätskontrollen durchführt und die direkte Speicherung der Daten in die Datenbank sicherstellt. Zusätzlich zur im DAIMON-Programm verwendeten Qualitätssicherung kamen zur weiteren Qualitätssicherung der Datenerhebung des Interviews eine Reihe von Maßnahmen zum Einsatz. Dieses Konzept orientierte sich an den Empfehlungen des Arbeitskreises Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e.V.- ADM (Sommer et al., 1999), welche Standards gemäß den Kriterien von DIN ISO 9000 vorgeben. Die aus den Interviews gewonnenen Daten wurden routinemäßig überprüft und nach den Kriterien der ADM wurden drei wesentliche Punkte untersucht: die formale Richtigkeit (Filterführung, Interviewanweisungen, Eingabefehler etc.), die Vollständigkeit der Angaben (item- und interviewbezogen) und die Plausibilität der Daten (interviewspezifische Antwortmuster, Kontexteffekte). Zudem erfolgten bei einem Großteil der Interviews Tonbandaufnahmen, welche ermöglichten, fehlende und nicht plausible Werte zu rekonstruieren und das Verhalten der Interviewer(innen) zu kontrollieren. Zusätzlich erfolgten regelmäßige Teamsitzungen und Informations-schreiben in Form eines 'CAPI-Rundbriefes'.

Durch den Einsatz diverser Qualitätssicherungen wurde die Zertifizierung durch den Technischen Überwachungsverein erfolgreich abgeschlossen. Die Heinz Nixdorf Recall Studie ist somit nach der Forderung der DIN EN ISO 9001:2000 für die relevanten Geltungsbereiche Klinische und elektrophysiologische Untersuchung, Gesundheitsökonomische Untersuchung, EBCT-Untersuchung, Medizinsoziologische Untersuchung, Datenkoordination, Dateneingabe, Datenverarbeitung und Datenanalyse zertifiziert (Zertifikat-Registrier-Nr. 0410020031110).

### 3.3 Messung relevanter Variablen

Im Folgenden werden die für die vorliegende Arbeit relevanten Messinstrumente und Variablen beschrieben. Im Verlauf dessen werden die aus dem persönlichen Interview gemessenen Variablen ‘körperliche Aktivität’ und ‘sozioökonomischer Status’ sowie die Variablen der Herzleistung, die durch das Belastungs-EKG gemessen wurden, erörtert.

#### 3.3.1 Relevante Variablen aus dem persönlichen Interview

##### 3.3.1.1 Messung der körperlichen Aktivität (KA)

Die in den letzten vier Wochen ausgeübten Sportarten und körperliche Aktivitäten wurden im Rahmen des CAPI dreistufig erfragt: 1) Welche Sportart oder Aktivität wurde ausgeübt, 2) wie oft in den vergangenen vier Wochen wurde sie ausgeübt und 3) wie lange dauerte normalerweise eine Einheit. Die Erhebung der körperlichen Aktivität in Form der oben genannten Befragung erfolgte nach der Harvard-Alumni-Studie (Paffenbarger et al., 1993). Des Weiteren wurde erfragt, wie weit (in km) die Teilnehmer täglich zu Fuß gehen und wie viele Stockwerke Treppen durchschnittlich täglich gestiegen werden. Die allgemeine sportliche Aktivität wurde nach einem bewährten Klassifikationsschema entsprechend gezählt und addiert, nachdem sie einem metabolischen Äquivalenzwert (MET) zugeordnet wurde (Ainsworth et al., 1993).

Das MET ist definiert als Energieumsatz eines ruhig sitzenden Erwachsenen; ein MET entspricht einer Sauerstoffaufnahme von  $3,5\text{ml Sauerstoff}\times\text{kgKörpergewicht}\times\text{min}^{-1}$  oder einem Energieumsatz von  $1\text{kcal}\times\text{kgKörpergewicht}^{-1}\times\text{h}^{-1}$ . Das metabolische Äquivalent gibt also die Leistung (Kalorienverbrauch) von Aktivitäten als ein Vielfaches des Ruheumsatzes wieder. MET-Werte werden verwendet, um den Energieumsatz von verschiedenen Aktivitäten zu vergleichen. Eine Übersicht der MET-Werte bei unterschiedlichen sportlichen Aktivitäten zeigt Tabelle 3.2.

**Tabelle 3.2: MET-Werte unterschiedlicher Sportarten**

Sportliche Aktivität	MET-WERT
Fahrrad fahren 20-25km/h	8-10
Fahrrad fahren, allgemein	4
Aerobic, allgemein	6,0
Fitnesscenter, allgemein	5,5
Schwimmen, allgemein	6,0
Tennis	7,0

Nach der Methode von Paffenbarger wurde mittels dieser Daten der wöchentliche Energieumsatz an sportlicher Aktivität von jedem Studienteilnehmer unter Einbeziehung der zu Fuß gegangenen Kilometer und der Anzahl der gestiegenen Stockwerke errechnet (Paffenbarger et al., 1978).

Zur Berechnung des wöchentlichen Energieumsatzes einer Sportart wurde der zugeordnete MET-Wert mit dem Körpergewicht des Probanden sowie den Wochenstunden multipliziert und entsprechend der oben dargestellten Formel errechnet. Anschließend erfolgte die Addition der einzelnen MET-Werte der sportlichen Aktivitäten mit dem Energieumsatz an zurückgelegten Kilometern und gestiegenen Stockwerken (Treppen) ( $\text{MET aus sportlichen Aktivitäten} \times \text{km} \times \text{Treppen} = \text{MET-Gesamt}$ ). Dies ergab die Summe des Energieumsatzes (in MET) an körperlicher Aktivität pro Woche.

Die Berechnung des Energieumsatzes von zu Fuß zurückgelegten Kilometern (in km) und gestiegenen Treppen wurde in Anlehnung an Paffenbarger (Paffenbarger et al., 1978) durchgeführt: Nach Paffenbarger entspricht der Energieumsatz pro Woche pro gestiegener Treppe (10 Stufen) 28 kcal. Umgerechnet auf kcal/Tag entspricht dies 4 kcal/Tag/Treppe. Die täglich gestiegenen Treppen der Probanden wurden multipliziert und in kcal/Woche berechnet. Der täglichen Anzahl an zurückgelegten Kilometern wurde der entsprechende Energieumsatz pro Woche zugeordnet: Bei einer Gehstrecke von  $\leq 1$  km/Tag entspricht dies einem Energieumsatz von 28 kcal/Woche, bei einer täglichen Strecke von 1-2 km einem Wert von 84 kcal/Woche und geht man täglich  $>2$  km zu Fuß, so ergeben sich 140 kcal/Woche.

Zur Verdeutlichung der Berechnung der körperlichen Aktivität in MET ein Beispiel:

Ein 70kg schwerer Proband gibt an, dass er außer Fahrradfahren keiner weiteren sportlichen Betätigung nachgeht. Er fährt an 5 Tagen in der Woche 20 Minuten lang Fahrrad.

In Anlehnung an das ‘Compendium of physical activities: Classification of energy costs of human physical activities’ (Ainsworth et al., 1993) wird dem ‘Fahrradfahren’ ohne genaue Geschwindigkeitsangabe ein MET-Wert von 4 zugeordnet. Er verbraucht also  $4\text{kcal}\times\text{kg}\times\text{h}$ . Dies entspricht einem MET Wert von 466/Woche ( $4,0\times 70\text{kg}\times 5\times 20/60=466$ ). Zusätzlich gibt der Proband an, dass er täglich 4 Stockwerke Treppen steigt und ca. 1,8 km zu Fuß geht. Der Energieumsatz entspricht bei dieser Laufstrecke 48 kcal/Woche und bei den gestiegenen Treppen 112 kcal/Woche ( $4(\text{Stockwerke})\times 4(\text{MET})\times 7(\text{Tage})$ ), zusammengerechnet ergibt dies 160 kcal/Woche bzw. MET/Woche. Addiert man nun das MET aus sportlicher Aktivität dazu, so ergibt sich für den Probanden ein wöchentlicher Energieumsatz an körperlicher Aktivität von 626 MET (=kcal/Woche).

Bezüglich der Zuordnung eines MET Wertes zu einer sportlichen Aktivität ist noch folgendes zu sagen: Wurden von den Probanden keine genaueren Angaben über die ausgeübte Sportart gemacht, so wurde dieser Aktivität der MET Wert für die Sportart ‘allgemein’ zugeordnet. ‘Schwimmen allgemein’ hat beispielsweise einen MET Wert von 6,0, ‘langames Kraulen’ von 8,0 und ‘schnelles Kraulen’ von 11,0. Da die Verteilung der KA stark verzerrt war, wurde zum Gruppenvergleich statt des Mittelwertes der Median des wöchentlichen Energieumsatzes an körperlicher Aktivität angegeben (Martinez-Gonzalez et al., 2001).

Für die Analysen der Daten wurde körperliche Aktivität in Kategorien aufgeteilt:  $<500$  kcal/Woche, 500-1499 kcal/Woche,  $\geq 1500$  kcal/Woche. Die Kategorisierung der KA wurde in anderen Studien ähnlich durchgeführt, wobei es Differenzen in der Aufteilung des Bereichs  $>500$ -2000 MET gibt (Sesso et al., 1999; Washburn et al., 1991). Zudem wurde eine Dichotomisierung der Variable KA in ‘ $<500$  kcal/Woche’ und ‘ $\geq 500$  kcal/Woche’ vorgenommen. Als Risikogruppe wurden diejenigen Personen gewählt, die ein geringeres körperliches Aktivitätsausmaß als 500 kcal/Woche angaben. Dementsprechend wurde ‘ $<500$  kcal/Woche’ in den logistischen Regressionsanalysen verwendet.

Diese Berechnung der körperlichen Aktivität gilt als reliable und valide (Blair et al., 1985; Ainsworth et al., 1993; Washburn et al., 1991).

### 3.3.1.2 Messung des sozioökonomischen Status (SES)

Bildung gehört zu den klassischen Indikatoren des sozialen Status, gemeinsam mit Beruf und Einkommen (Winkleby et al., 1992). Es gibt eine Vielzahl von Operationalisierungen des SES. Diese Studie benutzt 'Bildung' und davon die 'Berufsausbildung' als Indikator des SES. Betrachtet man die Verteilung der Stichprobe nach dem Schulabschluss, zeigt sich eine Schiefe der Verteilung: Während um die 60 % der Personen keinen Abschluss oder nur einen Hauptschulabschluss besitzen, hat ein vergleichsweise geringer Anteil von ca. 15-18 % der Personen das Abitur als Schulabschluss (Tabelle 3.4). Eine etwas geringere Varianz der Stichprobenverteilung zeigt sich bei der Betrachtung der 'Berufsausbildung' (Tabelle 3.3). Zudem wird eine geschlechtsspezifische Verteilung deutlich: Männer sind häufiger in höheren Berufsausbildungsklassen zu finden als Frauen. Der mit 58,1 % (49,4 % vs. 66,0 %) häufigste Berufsausbildungsabschluss der Probanden ist die Lehre bzw. die Berufsschule.

Nach Sichtung der Verteilung der Stichprobe scheint die Berufsausbildung (als ein Teil der Bildung) der in dieser Studie angemessene Indikator des sozioökonomischen Status zu sein. Insbesondere deshalb, weil die Bevölkerungsrepräsentation dieser Stichprobe bei einer Altersbegrenzung von 45-75 Jahren eher nach dem Berufsabschlussystem aufgeteilt ist. Außerdem ist der Indikator 'Berufsausbildung' unsensibel gegenüber zeitbedingten biographischen Veränderungen, da nach Beenden der Ausbildung der erreichte Berufsausbildungsabschluss selten verändert wird. Somit wurde in den Analysen der vorliegenden Studie der Ausbildungsstatus in Form von Berufsausbildungsabschlüssen als Indikator des sozioökonomischen Status verwendet.

**Tabelle 3.3: Berufsabschluss, geschlechtsspezifische Verteilung**

Berufsabschluss	Gesamt, n (%)	Männer, n (%)	Frauen, n (%)
keine Ausbildung	540 (12,1)	114 (5,4)	4268 (18,2)
Lehre/Berufsschule	2596 (58,1)	1048 (49,4)	1548 (66,0)
Fachschule	560 (12,5)	430 (20,3)	130 (5,5)
Fachhochschule	298 (6,7)	235 (11,1)	63 (2,7)
Hochschule	475 (10,6)	296 (13,9)	179 (7,6)
Gesamt	4469 (100)	2123 (100)	2346 (100)

**Tabelle 3.4: Schulabschluss, geschlechtsspezifische Verteilung**

Schulabschluss	Gesamt, n (%)	Männer, n (%)	Frauen, n (%)
Kein Schulabschluss, Haupt/Volksschule	2714 (60,7)	1206 (56,8)	1508 (64,3)
Realschule/Polytechnische Hochschule	813 (18,2)	341(16,0)	427 (20,1)
Fachabitur	263 (5,9)	189 (8,9)	74 (3,2)
Abitur	682 (15,3)	389 (18,3)	293 (12,5)
Gesamt	4472 (100)	2125 (100)	2347 (100)

### 3.3.2 Das Belastungs-EKG und relevante Variablen der Herzleistung

#### 3.3.2.1 Erhebungsinstrument Belastungs-EKG

Die Ermittlung der Variablen ‘Herzrattendifferenz’, ‘Übungskapazität’ und ‘Herzratenreserve’ erfolgte anhand der Ergebnisse des Belastungs-EKG-Tests. Die Durchführung der fahrradergometrischen Belastung richtete sich nach den Leitlinien zur Ergometrie der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (Trappe & Löllgen, 2000).

Das Belastungs-EKG ist eine Untersuchungsmethode zur Aufdeckung von belastungsinduzierbaren physiologischen und pathologischen Veränderung des Herzens. Bei der Durchführung der Ergometrie interessierte neben der Aufdeckung hämodynamisch wirksamer Koronarstenosen auch die Messung der individuellen kardio-respiratorischen Leistungsfähigkeit.

#### *EKG-Gerät*

Es wurde das CASE® 8000 Ergometrie System mit Software-Version 4.0 der Firma GE Marquette Medical Systems einschließlich CAM-14-Aufnahmemodul und Elektrodenleitungen verwendet. Das Fahrradergometer entsprach dem Modell ERG 900 der Firma Ergoline®.

#### *Blutdruckmessgerät*

Die Blutdruckmessung bei der Ergometrie erfolgte mit einem im Fahrradergometer integrierten Blutdruckgerät der Firma Ergoline®. Messprinzip des Gerätes ist die auskultatorische Messung. Das Gerät liefert zum Teil wenig reliable Messdaten. Für den Fall, dass das Gerät nicht-plausible Messwerte bestimmt, führte der Studienarzt eine unabhängige Blutdruckmessung mit Hilfe einer Blutdruckmanschette nach Riva Rocci



durch. Die manuell gemessenen Werte wurden in speziell konfigurierte Dateneingabemaske des CASE 8000 eingegeben.

#### *Qualitätssicherung*

Die Qualität der Datenerhebung mittels Belastungs-EKG wurde durch ein Softwareprogramm und geschulte Mitarbeiter sowie Servicetechniker vor Ort gesichert.

#### *Belastungsprotokoll*

Die Belastung begann mit 25 Watt. Die Steigerung der Belastung erfolgte alle 2 Minuten um 25 Watt. Im Idealfall wurde die Belastung bis zur kardialen Ausbelastung, d.h. bis zu 100 % der alterskorrigierten maximalen Herzfrequenz (ACMHR), durchgeführt. Die ACMHR wurde nach Eingabe des Geburtsdatums von CASE 8000 automatisch nach der Formel „ $ACMHR = 220 - \text{Alter (Jahre)}$ “ errechnet. Probanden, die nicht bis zum Erreichen der maximalen Herzfrequenz belastet werden konnten, sollten zumindest 85% der vorausgesagten alterskorrigierten maximalen Herzfrequenz erreichen. Der Test konnte beendet werden, wenn die alterskorrigierte maximale Herzfrequenz erreicht war bzw. wenn der Proband körperlich erschöpft oder andere Abbruchkriterien erfüllt waren.

#### *Kontraindikationen und Sonderfälle*

Indikationen, relative und absolute Kontraindikationen für die Untersuchung mittels Belastungs-EKG und Abbruchkriterien dieser richteten sich nach den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (Trappe & Löllgen, 2000).

Probanden mit manifester koronarer Herzkrankheit waren nach Studienprotokoll nicht geeignet. Daher wurden folgende Probanden nicht belastet: Myokardinfarkt in der Vorgeschichte, EKG-Zeichen eines durchgemachten Myokardinfarktes, instabile Angina pectoris, invasiver Nachweis einer signifikant-stenosierenden koronaren Herzkrankheit (i.e. Lumenreduktion der Herzkranzgefäße >50 %). Die anamnestisch bekannten Kontraindikationen für die Durchführung des Belastungs-EKG sind in Tabelle 3.5 dargestellt.

**Tabelle 3.5: Kontraindikationen für das Belastungs-EKG**

<b>Absolute Kontraindikation</b>	<b>Relative Kontraindikationen</b>
Herzrhythmusstörungen mit Symptomatik und/oder eingeschränkter Hämodynamik AV-Block III° im EKG Symptomatische schwere Aortenstenose Dekompensierte Herzinsuffizienz Tiefe Beinvenenthrombose, Lungenembolie oder Lungeninfarkt in den letzten 3 Monaten vor der Untersuchung Akute Endokarditis, Myokarditis oder Perikarditis, akute Aortendissektion	Mittelgradige Herzklappenstenosen (Aorten-, Pulmonal,- bzw Mitralklappenstenosen) Schwere Elektrolytstörungen ( z.B. Hypo- oder Hyperkaliämie) Arterielle Hypertonie (RR > 200 mmHg syst. und/oder RR>110 mmHg diast. in Ruhe) Tachyarrhythmien oder Bradyarrhythmien Hypertrophe Kardiomyopathie (HCM, HOCM) und andere Formen der Ausflussbahnobstruktion Physische oder psychische Beeinträchtigungen

### 3.3.2.2 Messung der Herzleistungsparameter

Zur Messung der Herzleistung wurden die drei Parameter Herzraterendifferenz, Herzratenreserve und Übungskapazität verwendet. Die Daten zur Berechnung dieser Parameter entstammen der Belastungs-EKG Untersuchung. Alle Messungen und Berechnungen der Variablen beziehen sich auf die American Heart Association Richtlinien zum Belastungs-EKG Test bei asymptomatischen Erwachsenen (Lauer et al., 2005).

#### *Herzraterendifferenz (Herzratenerholung)*

Die Herzraterendifferenz nach Belastung wird auch Herzratenerholung genannt. Sie ist das Maß für einen veränderten Vagotonus und zeigt die Fähigkeit des Herzens, sich nach Belastung in kurzer Zeit zu erholen. Je nach Studie wird sie 1 oder 2 Minuten nach Belastung gemessen.

Für die Analysen dieser Studie wurde sie wie folgt berechnet:

Die Probanden wurden auf dem Fahrradergometer nach dem Belastungsprotokoll belastet, bis sie ihre Zielherzfrequenz (220-Alter) erreichten. Nach einer Abkühlungsphase bei 25 Watt wurde 2 Minuten später die Herzfrequenz gemessen. Die Differenz zwischen der Zielherzfrequenz und der nach zwei Minuten gemessenen Herzfrequenz ergibt die Herzraterendifferenz oder auch Herzratenerholung (Lauer et al., 2005; Cole et al., 1999; Carnethon et al., 2005).

Die Definition einer pathologischen Herzraterendifferenz liegt je nach Studie bei <12 Schlägen pro Minute bis zu <42 Schlägen/Minute (Gibbson, 2002). Eine Herzraterendifferenz von  $\leq 15$  Schlägen pro Minute wurde von uns als eine pathologische Herzraten-

differenz definiert. Dieser Wert entspricht dem untersten Quartil, es erfolgte somit eine verteilungsbasierte Einteilung der Herzrattendifferenz.

#### *Herzratenreserve (Chronotropische Inkompetenz)*

Herzratenreserve bezeichnet die Fähigkeit des Herzens, während körperlicher Betätigung in der Frequenz altersentsprechend anzusteigen. Der Ausdruck ‘chronotropische Inkompetenz’ bedeutet eine ungünstige Herzratenreserve; das Herz ist nicht fähig, während körperlicher Belastung in seiner Frequenz adäquat anzusteigen. Um die Herzratenreserve zu bestimmen, wurde folgende Formel mit Hilfe der Daten aus dem Belastungs-EKG verwendet:

$$(\text{Maximale Herzfrequenz}-\text{Ruheherzfrequenz})/(220-\text{Alter}-\text{Ruheherzfrequenz}) = \text{Herzratenreserve}$$

Die Berechnung entspricht der anderer Studien (Lauer et al., 1999; Balady et al., 2004) und ist eine von drei durch die American Heart Association anerkannte Berechnungsmethoden (Lauer et al., 2005).

In der Forschungsliteratur bestehen mehrere Definitionen für ‘chronotropische Inkompetenz’ (CI). Die vorliegende Studie definierte ‘CI’ als ein Prozentanteil an der Herzratenreserve von  $<0,8$  (Elhendy et al., 2003). Zur Durchführung der Analysen erfolgte die Dichotomisierung der Variablen ‘Herzratenreserve’ in eine pathologische bzw. ungünstige (CI) und eine unauffällige Herzratenreserve. Die Variable ‘ungünstige Herzratenreserve’ bzw. ‘CI’ mit  $<0,8$  wurde als abhängige Variable für die logistischen Regressionsberechnungen verwendet. In die Verteilungsanalysen flossen die durch die oben genannte Formel errechneten numerischen Werte der Herzratenreserve ein.

#### *Übungskapazität in MET*

Die Übungskapazität in MET, welche der erreichten maximalen Leistung im Belastungs-EKG-Test entspricht, wurde wie folgt errechnet:

$$y[\text{MET}] = 0,05 \times [\text{Watt}] + 1; \text{ (Löllgen \& Erdmann, 2000)}$$

Somit konnte jeder erzielten maximalen Wattzahl ein MET-Wert zugeordnet werden.

Es erfolgte eine verteilungsbasierte Aufteilung der Variable ‘Übungskapazität’. Dieser Verteilung liegt der für beide Geschlechter errechnete Median (8,51 vs. 6,01) zugrunde.

Für logistische Regressionsberechnungen erfolgte die Dichotomisierung der Variablen ‘Übungskapazität’ in  $<6,01/\geq 6,01$  vs.  $<8,51/\geq 8,51$  MET, wobei der unter dem Median liegende Wert als ungünstig betrachtet wurde und so als abhängige Variable in den Regressionsanalysen verwendet wurde.

### 3.4 Analyseverfahren

Die statistische Auswertung der Daten wurde mit dem Statistikprogramm SPSS Version 12.0 für Windows durchgeführt. Zusammenhangsanalysen auf bivariater Ebene erfolgten mittels Kreuztafelanalysen (Pearson  $\chi^2$ ) sowie durch Berechnung des Korrelationskoeffizienten bei zwei kategorialen Variablen.

Zur Prüfung der Zusammenhangshypothesen wurde zudem das multivariate Verfahren der logistischen Regression verwendet, bei der Zusammenhänge zwischen den zentralen Variablen und für weitere relevante Drittvariablen kontrolliert werden können.

Für den Zusammenhang zwischen abhängiger und unabhängiger Variable wurde die Odds Ratio (OR) als Maßzahl verwendet. Mit der Odds Ratio wird die Wahrscheinlichkeit (Odds), dass Fälle exponiert waren, im Verhältnis (Ratio) zur Wahrscheinlichkeit, dass Kontrollen exponiert waren, gesetzt. Besteht ein Zusammenhang, so ist die OR größer oder kleiner 1, besteht kein Zusammenhang, so beträgt sie 1. Die Odds Ratio ist ein „Chancenverhältnis“ und gilt als Schätzwert für das relative Risiko. Als Konfidenzintervall (KI) wurden 95 % gewählt, d.h. dass der wahre Erwartungswert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % in diesem Bereich liegt. Demnach liegt das statistische Signifikanzniveau bei  $\alpha=0,05$ . Falls die Ergebnisse einen signifikanten Zusammenhang zeigen, liegt die Wahrscheinlichkeit, dass dieser zufällig zustande gekommen ist, bei 5 %. Die Nullhypothese wird dann abgelehnt wenn der Wahrscheinlichkeitswert ‘p’ (engl.: probability)  $\leq \alpha$  ist.

#### *Abhängige Variablen (Outcome-Variablen)*

Die verwendeten Outcomes wurden dichotomisiert, somit war eine einheitliche Darstellung der Ergebnisse möglich. Bei kontinuierlichen Variablen wurde die Dichotomisierung nachträglich vorgenommen, wobei in eine per Definition pathologische bzw. risikobehaftete und in eine normale Variable aufgeteilt wurde. Die

Dichotomisierung der Variablen erfolgte wie oben genannt in: KA:  $<500/\geq 500$  MET, Herzrattendifferenz:  $<15/\geq 15$  Schläge/Minute, Herzratenreserve:  $<0,8/\geq 0,8$  und Übungskapazität in  $<6,01/\geq 6,01$  MET vs.  $<8,51/\geq 8,51$  MET.

#### *Kontrollparameter*

Es erfolgte neben der Berücksichtigung der outcome-spezifischen Kontrollvariablen immer eine Kontrolle für Alter und Geschlecht. Durch schrittweise Einführung von Kontrollvariablen wurden mögliche Einflüsse dieser quantifiziert. Wobei Modell 1 die Ergebnisse der logistischen Regression mit Kontrolle für Alter und Geschlecht zeigt und Modell 2 die Ergebnisse nach zusätzlicher Einführung der Kontrollparameter Rauchstatus, BMI, systolischer Blutdruck und Cholesterinspiegel. Somit wurde für mögliche konfundierende Variablen, auch Störgrößen genannt, adjustiert.

#### *Analyseschritte*

Zur Testung der Hypothese des Zusammenhangs zwischen SES und KA sowie SES und Herzleistung wurden folgende Verfahren verwendet:

SES und KA: Als abhängige Variable wurde 'körperliche Aktivität  $<500$  MET /Woche' in die logistische Regressionsberechnung eingeführt und es wurde jeweils nach Modell 1 und 2 kontrolliert. Der 'Berufsausbildungsabschluss' galt wie in den weiteren Analysen des SES als unabhängige Variable.

SES und Herzleistungsparameter: Die jeweiligen pathologischen oder ungünstigen Ausprägungen der Herzleistungsparameter wurden als abhängige Variablen in die Regressionsanalysen eingeführt. Danach wurden neben dem Alter und dem Geschlecht weitere Kontrollparameter berücksichtigt (Modell 2).

KA und Herzleistungsparameter: Für diese Analysen wurde 'körperliche Aktivität' ( $<500$ ,  $500-1499$ ,  $\geq 1500$  MET/Woche) als unabhängige Variable verwendet. Die entsprechenden ungünstigen Herzleistungsparameter wurden als abhängige Variablen für die logistische Regressionsberechnungen benutzt. Anschließend erfolgte die Berücksichtigung der Kontrollparameter.

Folgendes Verfahren wurde zur Überprüfung der Hypothese, dass körperliche Aktivität einen Einfluss auf den Zusammenhang von SES und Herzleistung besitzt, verwendet:

In den Zusammenhangsanalysen von SES und Herzleistungsparametern wurde 'körperliche Aktivität' als unabhängige Variable mitberücksichtigt. Die Schwächung der Odds Ratios und der Signifikanz der Ergebnisse nach Berücksichtigung der KA sprechen für eine Mediatorfunktion der körperlichen Aktivität.

### 3.5 Kontrollparameter

Neben den demographischen Merkmalen Alter und Geschlecht wurden in den multivariaten Analysen zudem noch folgende Kontrollvariablen berücksichtigt: Rauchstatus, Body-Mass-Index (BMI), Cholesterinspiegel und arterieller Blutdruck. Aus dem Computer-assistierten persönlichen Interview stammt die Variable Raucherstatus; BMI, Cholesterinspiegel und Blutdruck wurden in Labortests ermittelt und durch körperliche Untersuchungen gemessen.

#### *Rauchstatus*

Rauchen gibt den aktuellen Status der Person wieder. Die Variable wurde in die Kategorien 'Raucher', 'Ex-Raucher' und 'Nie geraucht' aufgeteilt. Die Verteilung der Variablen zeigt, dass 43,3 % der Probanden noch nie geraucht haben, demgegenüber stehen 33,2 % 'Ex-Raucher' und 23,5 % 'Raucher'. Es wird eine geschlechtsspezifische Verteilung deutlich: Männliche Studienteilnehmer sind häufiger 'Raucher' oder 'Ex-Raucher' als weibliche. Die Analysen zum Rauchstatus und Berufsausbildungsstatus ergeben, dass rauchende männliche Probanden häufiger in niedrigeren Ausbildungsklassen vertreten sind als in höheren. Zudem sind Raucher und Ex-Raucher beider Geschlechter häufiger in geringerem Maß körperlich aktiv als Studienteilnehmer, die noch nie geraucht haben.

#### *BMI*

Der Body-Mass-Index ist ein Körpermasseindex, in dem die Fettmasse indirekt abgeschätzt werden kann. Nach WHO wird der BMI zur Gewichtsklassifikation verwendet. Er wird wie folgt berechnet:  $BMI = KG(kg)/Körpergröße(m)^2$ . Wobei Normalgewicht im Bereich 18,9-24,9 BMI und Übergewicht  $\geq 25$  BMI liegt; zudem gibt es eine weitere differenzierte Einteilung in Adipositas-Grade (Grad 1-3).

Für jeden Studienteilnehmer wurde der BMI berechnet. In den Analysen dieser Arbeit wurde der BMI zusätzlich in drei Kategorien eingeteilt: 'niedrig' (<25 BMI), 'mittel' (>25-30 BMI) und 'hoch' (>30 BMI). Etwa 50 % der männlichen und weiblichen Studienteilnehmer sind in der mittleren Kategorie vertreten. Es zeigt sich, dass weibliche Probanden im Vergleich zu männlichen Studienteilnehmern sowohl häufiger einen niedrigen als auch einen höheren BMI aufweisen (25,7 vs. 19,2 / 28,1 vs. 26,2). Aus weiteren Analysen wird deutlich, dass Studienteilnehmer mit niedrigem BMI öfter höhere Berufsabschlüsse haben und ein stärkeres Ausmaß an körperlicher Aktivität betreiben als Probanden mit einem hohen Body-Mass-Index.

#### *Arterieller Blutdruck*

Aus der körperlichen Untersuchung resultiert die Variable des arteriellen Blutdrucks. In den Analysen wurde für systolische Blutdruckwerte kontrolliert. Die Definition von Bluthochdruck ist wie folgt: optimal: systol.<120/diastol.<80, normal: systol.<130/diastol.<85, hochnormal: systol.130-139/diastol.85-89, hypertonisch: systol.>140/diastol.>90 (Grenzwerthypertonie).

Die Untersuchung der Stichprobe zeigt, dass weibliche Probanden niedrigere systolische Blutdruckwerte haben als männliche Studienteilnehmer. Nach Beurteilung der Mittelwerte liegen weibliche Probanden mit ihren systolischen Blutdruck-Werten im normalen Bereich (Mittelwert:128,286, SD:21,024) und männliche im hochnormalen Bereich (Mittelwert:138,135, SD:19,335). Im Mittelwertvergleich haben weibliche und männliche Probanden in niedrigeren Ausbildungsklassen und niedrigeren körperlichen Aktivitätsklassen häufiger höhere systolische Blutdruckwerte.

#### *Cholesterinwerte*

Die Cholesterinwerte der Studienteilnehmer wurden durch Labortests gemessen und in multivariaten Analysen als numerische Kontrollvariable einbezogen. Bei fehlenden Risikofaktoren für eine Arteriosklerose sollte der Cholesterinspiegel <250mg/dl betragen. Mit 227,685 mg/dl (SD:7,653) liegt der Mittelwert des Cholesterins im Serum bei männlichen Probanden leicht unter dem der weiblichen (Mittelwert: 234,230 SD: 39,3776), beide aber im Normbereich. Der Cholesterinspiegel der Probanden ohne Ausbildung und in den unteren Ausbildungsklassen ist im Mittel höher als bei Probanden

mit Fachhochschul- oder Hochschulabschluss. Ähnliches zeigt sich beim Mittelwertvergleich bezüglich der körperlichen Aktivität. Probanden mit einem geringen Ausmaß an KA haben im Mittel einen höheren Cholesterinwert als Probanden, welche körperlich aktiver sind.



## 4. Ergebnisse

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Herzleistung in Abhängigkeit von sozialem Status zu analysieren. Die Ergebnisse der Analysen werden im Folgenden dargestellt, wobei zwei Fragestellungen im Vordergrund stehen:

1. Lässt sich ein sozialer Gradient der Herzleistung nachweisen? (**Schema 1**)

SES  $\Rightarrow$  KA  $\Rightarrow$  Herzleistung



**Schema 1**

2. Welche Rolle spielt die schichtspezifische Verteilung der körperlichen Aktivität in diesem Zusammenhang? (**Schema 2**)

SES  $\Rightarrow$  KA  $\Rightarrow$  Herzleistung



**Schema 2**

Ob sich in dieser Studienpopulation auch ein sozialer Gradient für körperliche Aktivität nachweisen lässt und inwieweit ein Zusammenhang von KA und Herzleistung besteht, sind weitere Kernfragen dieser Arbeit. Sie liegen beiden Schemata zugrunde.

Das erste Unterkapitel 4.1 gibt einen Überblick zur Charakterisierung der Probandengruppe an Hand der Verteilung von relevanten Variablen wie ‘sozioökonomischer Status’, ‘körperliche Aktivität’ und ‘Herzleistungsparameter’.

Im Kapitel 4.2 wird der Zusammenhang zwischen dem Ausbildungsstatus und dem Ausmaß an körperlicher Aktivität analysiert sowie der Frage nach einer direkten Assoziation von sozioökonomischem Status und Herzleistung nachgegangen (**Schema 1**).

Kapitel 4.3 zeigt die Ergebnisse der Analysen des Zusammenhangs von körperlicher Aktivität und Herzleistung.

Ob und inwieweit KA einen Mediationseffekt in der Assoziation von SES mit Herzleistung besitzt, wird im Kapitel 4.4. dargestellt (**Schema 2**).

## **4.1 Stichprobenbeschreibung und Verteilung relevanter Variablen**

### **4.1.1 Soziodemographie und Kontrollvariablen**

#### *Alter und Geschlecht*

Die Studienteilnehmer sind zwischen 45 und 76 Jahre alt, das mittlere Alter beträgt 59,30 Jahre (+/-7,75 SD). Von 4487 Teilnehmern der Studie sind 2136 (47,6 %) Teilnehmer männlich und 2351 (52,4 %) weiblich.

#### *Kontrollvariablen*

Die Verteilung wichtiger Kontrollvariablen ist in Tabelle A-1 aufgeführt. Hieraus wird ersichtlich, dass es geschlechtsspezifische Unterschiede im Risikoverhalten der Probanden gibt. Frauen sind prozentual weniger in den für Herz-Kreislaufkrankungen relevanten Risikogruppen vertreten als Männer. Etwa 70 % der männlichen und 45 % der weiblichen Studienteilnehmer sind aktive oder ehemalige Raucher. Einen vom Arzt diagnostizierten Bluthochdruck besitzen ca. 40 % der Probanden und eine Hypercholesterinämie findet sich bei etwa 50 % der Untersuchten.

### **4.1.2 Sozioökonomischer Status**

#### *Bildung*

Tabelle A-2a/b zeigt die Verteilung der Berufsabschlüsse der Heinz Nixdorf Recall Studie nach Alters- und Geschlechtsstratifizierung. Der größte Anteil der Studienteil-

nehmer (mit 70,2 %) hat die Lehre bzw. Berufsschule als Abschluss oder keinen Berufsabschluss. Frauen sind häufiger in den unteren Bildungskategorien vertreten, Männer häufiger in den oberen. Es wird deutlich, dass der Prozentsatz der Probanden, die einen Hochschulabschluss besitzen, mit zunehmendem Alter abnimmt und ältere Probanden häufiger keine Berufsausbildung aufweisen als jüngere Probanden. Für die Analysen dieser Arbeit wurde, wie im Kapitel 3.3 erörtert, der Berufschulabschluss als SES-Indikator verwendet, daher wird hier nicht gesondert auf andere Indikatoren des sozio-ökonomischen Status eingegangen. Die Verteilung der Studienteilnehmer nach dem Indikator ‘Schulabschluss’ zeigt die Tabelle 3.4 im Kapitel 3.3.

### 4.1.3 Körperliche Aktivität

Wie aus Tabelle 4.1 ersichtlich wird, treiben etwa 46 % der Probanden keinen Sport und ca. 47 % der körperlich aktiven Probanden erreichen nur einen wöchentlichen Energieumsatz von unter 500 kcal. Der Anteil der Frauen an der Gruppe, die unter 500 kcal pro Woche durch körperliche Aktivität verbrauchen, ist mit knapp 49 % höher als der Anteil der Männer mit etwa 44%. Der wöchentliche Energieumsatz durch körperliche Aktivität liegt bei Frauen mit etwa 514 kcal (Median) niedriger als bei Männern (649 kcal). Betrachtet man die Verteilung über den Altersverlauf, so wird deutlich, dass körperliche Aktivität mit dem Alter abnimmt (Tabelle A-3). In der Altersgruppe der 45-49-Jährigen liegt das körperliche Aktivitätsausmaß pro Woche noch bei 700 kcal, in der Gruppe der 70-74-Jährigen nur noch bei 364 kcal (Median).

Die Variable ‘körperliche Aktivität’ wurde für spätere Analysen in die Ausprägung ‘<500 MET/Woche’ und ‘≥500 MET/Woche’ dichotomisiert. Ihre Verteilung ist in Tabelle A-4 dargestellt. Zusätzliche erfolgte die Aufteilung in Alters- und Geschlechtsgruppen. Es zeigt sich, dass mit dem Alter die Zugehörigkeit zur Kategorie ‘<500 MET/Woche’ zunimmt. Während noch 39,1 % der männlichen und 45,9 % der weiblichen 45-49-Jährigen mit ihrem körperlichen Aktivitätsausmaß unter 500 MET/Woche liegen, sind es bei den 70-74-Jährigen schon 57,5 % der Männer und 59,6 % der Frauen. Der Prozentsatz der Probanden in der Kategorie ‘≥500 MET/Woche’ nimmt mit zunehmenden Alter ab. Deutlich wird auch ein geschlechtsspezifischer Unterschied: Frauen sind prozentual häufiger in der Gruppe der gering Aktiven (<500 MET/Woche) vertreten als Männer.

Tabelle A-5 gibt unter anderem einen Überblick über die kardiovaskulären Risikofaktoren bei unterschiedlich körperlich aktiven Probandengruppen. In der Gruppe der Probanden, die weniger als 500 MET/Woche an körperlicher Aktivität aufbringen, ist der Anteil der Raucher, Hypertoniker und Diabetiker sowohl bei Männern als auch bei Frauen höher als in der Vergleichsgruppe.

Es ist noch folgendes anzumerken: Durch Mitberücksichtigung von saisonalen Sportarten kam es bei der Berechnung der körperlichen Aktivität in MET/Woche zu sogenannten Ausreißern. Diese Ausreißer zeigten extrem erhöhte MET-Werte pro Woche. Angesichts dieser Tatsache lässt sich der, im Vergleich zum Median, hohe Mittelwert der körperlichen Aktivität erklären. Auf Grund dessen wurde zur Einschätzung des Aktivitätsausmaßes der Median verwendet.

**Tabelle 4.1: Ausmaß der körperlichen Aktivität in MET/Woche**

Körperliche Aktivität	Gesamt	Männer	Frauen
Anzahl, n	4405	2136	2351
MET*			
Median	579,2	649,2	514,4
M [SD]**	1313,70 [2095,66]	1522,19 [2274,9]	1122,52 [897,08]
Fehlend	82	29	53
MET, n (%)			
<500	2061 (46,8)	935 (44,4)	1125 (49,0)
500-1499	1213 (27,0)	529 (25,1)	684 (29,8)
≥1500	1131 (25,7)	643 (30,5)	488 (21,2)
Fehlend	82	29	53
Kein Sport, n (%)	2060 (45,9)	995 (46,6)	1065 (45,3)

\*) MET in kcal/Woche

\*\*) Mittelwert [Standardabweichung]

#### 4.1.4 Herzleistungsparameter

##### *Herzratendifferenz*

Daten von 3144 Studienteilnehmern ließen sich zur Analyse der Herzratendifferenz verwenden. Etwa 25 % aller männlichen und 24 % aller weiblichen Probanden haben nach der im Methodenteil ausgeführten Definition eine pathologische Herzratendifferenz von weniger als 15 Schlägen pro Minute (Tabelle A-6).

Tabelle A-7 zeigt nach Einteilung in Alters- und Geschlechtsgruppen, dass der Prozentsatz der Studienteilnehmer, die eine pathologische Herzraterenddifferenz aufweisen, mit dem Alter zunimmt. 15,9 % der 45-49-Jährigen haben eine pathologische Herzraterenddifferenz, dem gegenüber sind es 43,0 % bei den 70-74-Jährigen. Weitere Prozentwertdifferenzen lassen sich bei der Verteilung der kardiovaskulären Risikofaktoren in Tabelle A-8 erkennen. Probanden mit einer pathologischen Herzraterenddifferenz haben öfter Diabetes mellitus, Hypertonie und rauchen häufiger. Zusätzlich sind sie körperlich weniger aktiv als die Vergleichsgruppe.

#### *Herzratenreserve*

Zur Analyse der Herzratenreserve wurden Daten von 3123 Probanden herangezogen. Etwa 40 % aller Probanden weisen eine ungünstige Herzratenreserve von  $<0,8$  auf (45 % der Frauen und 42 % der Männer). Tabelle A-9 zeigt, dass etwa die Hälfte (55,7 %) der 70-74-Jährigen eine ungünstige Herzratenreserve haben, bei den 45-49-Jährigen sind es nur 36,9 %. Die Befunde zeigen, dass ältere Probandengruppen häufiger von einer ungünstigen Herzratenreserve betroffen sind als jüngere.

Der wöchentliche Energieumsatz durch körperliche Aktivität ist mit 583 vs. 448 MET (Median) bei Probanden mit einer ungünstigen Herzratenreserve im Vergleich zu Probanden mit einer höheren Herzratenreserve (894 vs. 675 MET) deutlich geringer (Tabelle A-10). Des Weiteren haben Probanden, die eine ungünstige Herzratenreserve aufweisen, häufiger Hypertonie und Diabetes mellitus als die Vergleichsgruppe. Differenzen bestehen auch im Rauchverhalten der Studienteilnehmer. Raucher sind häufiger in der Gruppe der Probanden mit pathologischer Herzraterenddifferenz vertreten als Nichtraucher.

#### *Übungskapazität*

Die Übungskapazität im Belastungs-EKG wurde bei 3208 Probanden ermittelt. Eine unter dem Median liegende Leistung im Belastungs-EKG ( $<8,51$  vs.  $<6,01$  MET) besteht bei insgesamt 60 % der männlichen und weiblichen Probanden (Tabelle A-6). Tabelle A-11 zeigt die Verteilung der Variablen nach Alters- und Geschlechtsgruppierung. Es wird deutlich, dass die Übungskapazität mit zunehmendem Alter abnimmt. In der Gruppe der 45-49-Jährigen sind es 37,2 % der Männer und 38,9 % der Frauen, die eine

unter dem Median liegende Übungskapazität haben. Bei den 70-75-Jährigen verteilen sich schon um die 90 % der Probanden auf die Gruppe mit geringer Übungskapazität. Die Leistung verschlechtert sich also erheblich, wobei der stärkste Prozentwertabfall zwischen dem 65. und dem 75. Lebensjahr besteht (um 18 %).

Auch hinsichtlich des körperlichen Aktivitätsausmaßes unterscheiden sich die Probandengruppen. Probanden mit geringer Übungskapazität weisen ein niedrigeres Ausmaß an körperlicher Aktivität als die Vergleichsgruppe auf (504/372 vs. 1284/919 MET); dies zeigt Tabelle A-12. Zusätzlich geht aus der Tabelle hervor, dass Probanden mit einer unter dem Median liegender Übungskapazität einen höheren Blutdruck und öfter Diabetes haben sowie häufiger rauchen.

## 4.2 Einflüsse des sozioökonomischen Status auf die körperliche Aktivität und die Herzleistung

SES  $\implies$  KA  $\implies$  Herzleistung



### Schema 1

Folglich werden die Ergebnisse der Analysen des Zusammenhangs von SES und körperlicher Aktivität, sowie von SES und Herzleistung dargestellt. SES, KA und Herzleistung sind Komponenten des **Schema 1**.

Die Beziehung von KA und Herzleistung wird im nächsten Unterkapitel aufgezeigt.

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen werden in 2 Tabellen aufgeführt: Ergebnisse für männlichen Probanden in a) und Ergebnisse für weiblichen Probanden in b).

Weiterhin bedient sich die vorliegende Studie zweier Modelle zur Verdeutlichung von Ergebnissen:

*Modell 1* zeigt die Ergebnisse kontrolliert für Alter und Geschlecht.

*Modell 2* zeigt die Ergebnisse unter Kontrolle von Alter, Geschlecht, BMI, systolischem Blutdruck, Cholesterinspiegel und Rauchstatus.

### 4.2.1 Sozioökonomischer Status und körperliche Aktivität

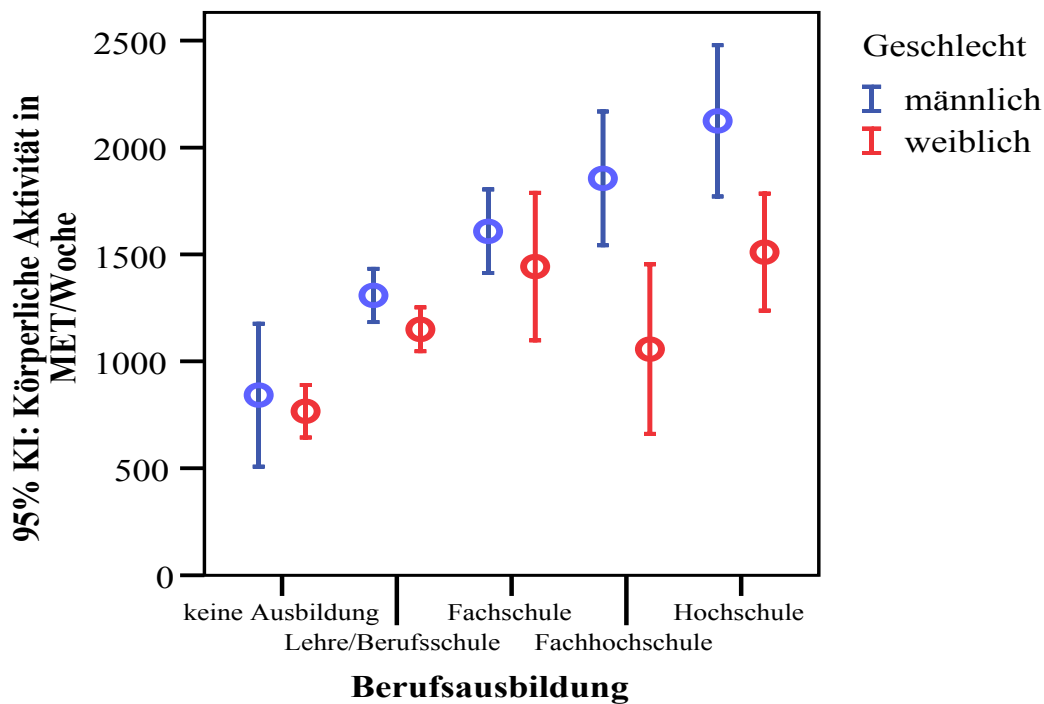


Abb. 4.1: Fehlerbalkendiagramm mit 95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts für KA der Probanden nach SES

Zur Analyse der Assoziation von SES mit körperlicher Aktivität waren 4397 Probanden geeignet. Wie aus Abbildung 4.1 ersichtlich wird differieren die Mittelwerte des wöchentlichen Energieumsatzes durch sportlich körperliche Aktivität je nach Ausbildungsstatus. Probanden ohne Berufsausbildung oder mit Lehre- bzw. Berufschulabschluss haben einen deutlich geringeren Energieumsatz durch körperliche Aktivität als Probanden mit einem Fachhochschul- oder Hochschulabschluss. Bei männlichen Probanden zeigt sich ein geradezu linearer Anstieg der KA mit steigender Berufsausbildung. Das körperliche Aktivitätsausmaß der weiblichen Probanden steigt mit zunehmender Berufsausbildung kontinuierlich an, jedoch sinkt es beim Abschluss 'Fachhochschule', um danach wieder anzusteigen. Hier ist wiederholt anzumerken, dass die Mittelwerte auf Grund der durch Saisonsportarten bedingten Ausreißer das Aktivitätsausmaß der Probandengruppe verzerrt wiedergeben. Die Mittelwerte weisen im Vergleich zum Median ein deutlich höheres Aktivitätsausmaß auf. Dennoch veranschaulicht diese Abbildung die Unterschiede des Aktivitätsausmaßes der Probanden je nach Berufsausbildungsab-

schluss. Sie verdeutlicht die kontinuierliche Zunahme der KA mit steigender Berufsausbildung.

Tabelle 4.2 illustriert, wie häufig Probanden mit verschiedenen Energieklassen der körperlichen Aktivität in den jeweiligen Berufsausbildungsgruppen vertreten sind. Es wird ersichtlich, dass der Hauptteil der Probanden mit etwa 65 % der männlichen und 89 % der weiblichen Studienteilnehmer welche weniger als 500 kcal an wöchentlichen Energieausgaben durch körperliche Aktivität verbrauchen keine Ausbildung oder Lehre/Berufsschule als Ausbildungsabschluss besitzen. Bei Frauen zeigt sich, wie anfangs angedeutet, ein Knick in der Verteilungskurve der körperlichen Aktivität nach Ausbildungsklassen. Aus Tabelle A-13 wird bei der Betrachtung der jeweiligen Berufsausbildungsgruppen als Gesamtheit deutlich, dass über 50% der Probanden mit einem niedrigen Berufsschulabschluss in der Gruppe der körperlich gering Aktiven vertreten sind und dass der Prozentsatz mit steigendem Ausbildungsstatus abnimmt.

**Tabelle 4.2: Körperliche Aktivität (kcal/Woche) und Berufsausbildung**

	Männer, n (%)		Frauen, n (%)	
	KA <500	KA ≥500	KA <500	KA ≥500
<b>Berufsausbildung</b>				
Keine	73 (7,8)	39 (3,3)	263 (23,4)	151 (12,9)
Lehre/Berufsschule	533 (57,1)	501 (42,9)	738 (65,6)	782 (66,8)
Fachschule	169 (18,1)	259 (22,2)	42 (3,7)	85 (7,3)
Fachhochschule	78 (8,4)	155 (13,3)	29 (2,6)	31 (2,6)
Hochschule	81 (8,7)	213 (18,3)	53 (4,7)	122 (10,4)
Anzahl	934 (100)	1167 (100)	1125 (100)	1171 (100)

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen mit Einführung von 'körperliche Aktivität <500 kcal/Woche' als abhängige Variable finden sich in Tabelle 4.3a/b.

#### *Modell 1*

Es wird deutlich, dass eine Assoziation zwischen Ausbildungsstatus und körperlicher Aktivität besteht. Eine starke Assoziation von niedrigem Ausbildungsstatus (keine Ausbildung) mit einem geringen Ausmaß an körperlicher Aktivität (<500 kcal/Woche) zeigt Modell 1 bei beiden Geschlechtern (OR:4,67 KI:2,93-7,45 vs. OR:3,71 KI:2,51-5,45). Weiterhin ist aus Tabelle 4.3a/b zu entnehmen, dass das Odds Ratio mit höherem Ausbildungsstatus sinkt. Probanden ohne Ausbildung haben ein etwa 3,5-4,5-fach höheres



geschätztes Risiko ein körperliches Aktivitätsausmaß von unter 500 kcal/Woche aufzuweisen als Probanden mit Hochschulabschluss.

### Modell 2

Auch unter Einbeziehung der Kontrollparameter ist das Odds Ratio bei Probanden ohne Ausbildung mit 4,29 (KI:2,65-6,93) bei männlichen und 3,12 (KI:2,09-4,66) bei weiblichen Studienteilnehmern hoch. Weibliche und männliche Probanden mit Lehre-/Berufschulabschluss haben nach Kontrolle ein erhöhtes geschätztes Risiko für ein Aktivitätsausmaß von unter 500 MET/Woche. Die Ergebnisse dieser Probandengruppen liegen im hoch signifikanten Bereich.

**Tabelle 4.3a: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und KA und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Männer**

	MET <500 <sup>1</sup> Modell 1			MET <500 Modell 2		
	OR*	95%KI**	p***	OR*	95%KI**	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	4,67	2,93-7,45	0,000	4,29	2,65- 6,93	0,000
Lehre/Berufsschule	2,67	2,00-3,55	0,000	2,48	1,84-3,34	0,000
Fachschule	1,63	1,18-2,25	0,003	1,64	1,17-2,29	0,004
Fachhochschule	1,24	0,85-1,80	0,262	1,26	0,85-1,85	0,248

Modell 1: kontrolliert für Alter

Modell 2: kontrolliert zusätzlich für BMI, Rauchstatus, Cholesterin im Serum und systolischen arteriellen Blutdruck

\*) Odds Ratio, \*\*) Konfidenzintervall (KI), \*\*\*) p=Wahrscheinlichkeitswert

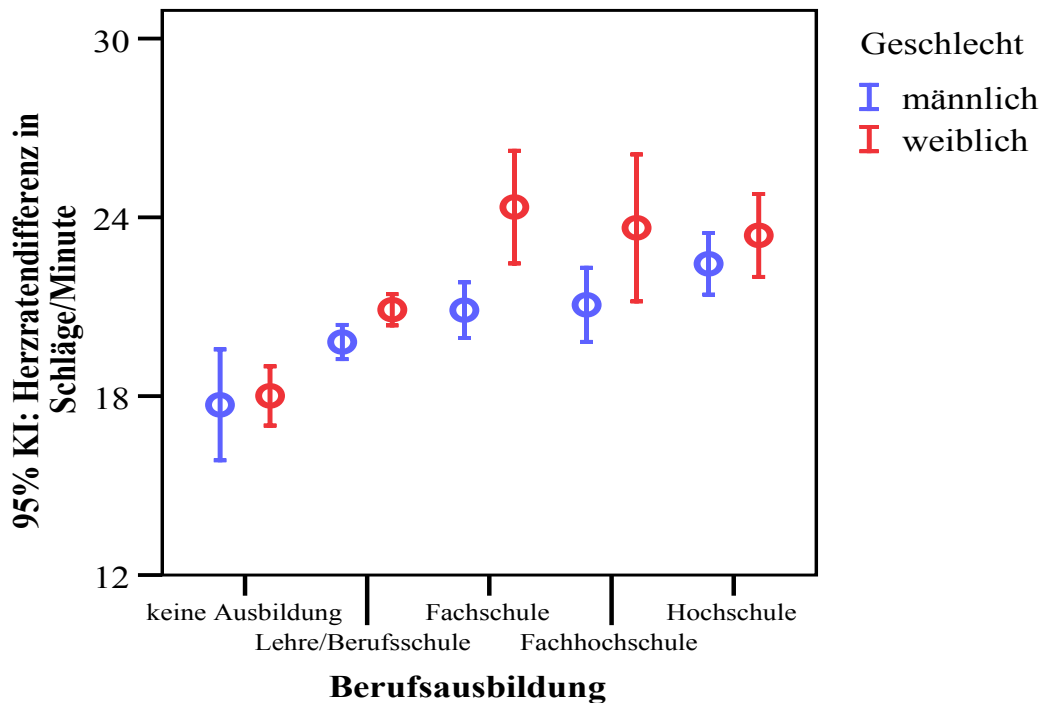
<sup>1</sup> : in kcal/Woche

**Tabelle 4.3b: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und KA und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Frauen**

	MET <500 Modell 1			MET <500 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	3,71	2,51-5,45	0,000	3,12	2,09-4,66	0,000
Lehre/Berufsschule	2,09	1,49-2,95	0,000	1,82	1,28-2,57	0,001
Fachschule	1,12	0,68-1,82	0,673	0,97	0,59-1,60	0,909
Fachhochschule	2,14	1,18-3,91	0,013	1,95	1,05-3,59	0,32

## 4.2.2 Sozioökonomischer Status und Herzleistung

### 4.2.2.1 Sozioökonomischer Status und Herzrattendifferenz



**Abb. 4.2:** Fehlerbalkendiagramm mit 95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts für Herzrattendifferenz der Probanden nach SES

Abbildung 4.2 verdeutlicht, dass es starke Mittelwertunterschiede bezüglich der Herzrattendifferenz zwischen den jeweiligen Ausbildungsklassen gibt. Mit zunehmendem Ausbildungsabschluss steigt auch die Herzrattendifferenz. Tabelle 4.4 gibt einen Überblick darüber, wie häufig Probanden mit einer pathologischen (<15 Schläge/Minute) und mit einer unauffälligen Herzrattendifferenz in den jeweiligen Ausbildungsklassen vertreten sind. Prozentual am häufigsten mit 52,5 % der männlichen und 67,1 % der weiblichen Probanden, welche eine pathologische Herzrattendifferenz aufweisen, ist der Ausbildungsabschluss 'Lehre/Berufsschule' vertreten. Demgegenüber besitzen nur 10,2 % vs. 6,1 % dieser Probandengruppe einen Hochschulabschluss. In der Vergleichsgruppe der Probanden mit unauffälliger Herzrattendifferenz haben 16 % vs. 9 % einen Hochschulabschluss. Tabelle A-14 zeigt, dass mit steigendem Ausbildungsstatus der prozentuale Anteil der Probanden mit zusätzlicher pathologischer Herzrattendifferenz kontinuierlich abnimmt.

**Tabelle 4.4: Herzrattendifferenz (Schläge/Minute) und Berufsausbildung**

	Männer, n (%)		Frauen, n (%)	
	Herzraten- differenz <15	Herzraten- differenz ≥15	Herzraten- differenz <15	Herzraten- differenz ≥15
<b>Berufsausbildung</b>				
Keine	23 (6,0)	49 (4,7)	89 (23,4)	172 (13,9)
Lehre/Berufsschule	200 (52,5)	522 (47,2)	255 (67,1)	829 (67,1)
Fachschule	79 (20,7)	246 (21,3)	8 (2,1)	79 (6,4)
Fachhochschule	40 (10,5)	130 (11,1)	5 (1,3)	43 (3,5)
Hochschule	39 (10,2)	201 (15,7)	23 (6,1)	112 (9,1)
Anzahl	381 (100)	1148 (100)	380 (100)	1235 (100)

*Modell 1*

Nach Anwendung der logistischen Regression wird deutlich, wie in Tabelle 4.5a/b dargestellt ist, dass sich mit sinkendem Ausbildungsstatus das Risiko erhöht, eine pathologische Herzrattendifferenz aufzuweisen (Anstieg der Odds Ratios auf bis zu 2,24). Ein signifikanter Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und pathologischer Herzrattendifferenz lässt sich jedoch nur für männliche Probanden in der Ausbildungskategorie 'Lehre/Berufsschule' (OR:1,78 KI:1,21-2,62) und 'keine Ausbildung' erkennen. Bei weiblichen Probanden zeigen sich zwar keine signifikanten Ergebnisse, jedoch besteht auch hier eine Zunahme der Odds Ratios mit abnehmender Berufsausbildungsklasse.

*Modell 2*

Die Ergebnisse der Analyse der Assoziation zwischen pathologischer Herzrattendifferenz und Ausbildungsstatus liegen nach Einführung der Kontrollparameter fast alle unter dem Signifikanzniveau. Eine Zunahme der Odds Ratios von höherer bis zur niedrigeren Ausbildungsklasse ist bei beiden Geschlechtern weiterhin zu erkennen. Männliche Studienteilnehmer ohne Ausbildung haben im Vergleich zur höchsten Ausbildungsklasse nach Kontrolle noch etwa das 1,8-fache Risiko, eine ungünstige Herzrattendifferenz aufzuweisen. Das geschätzte Risiko der weiblichen Vergleichsgruppe ist mit einem OR von etwa 1,2 nur geringfügig erhöht.

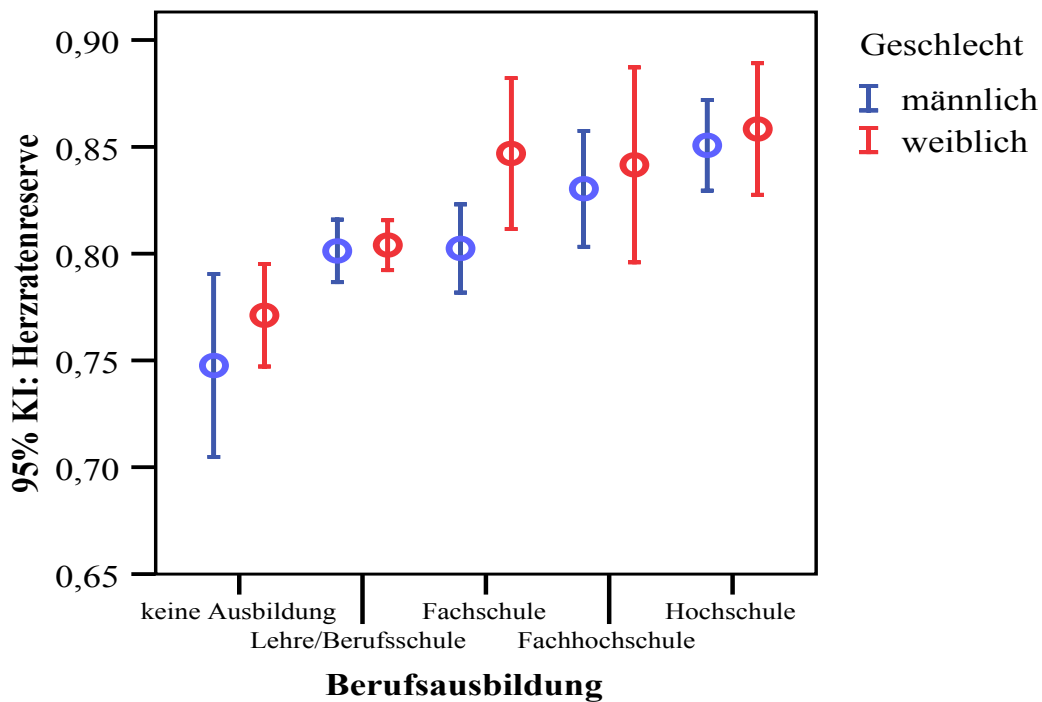
**Tabelle 4.5a: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Herzrattendifferenz (Schläge/Minute) und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Männer**

	Herzrattendifferenz <15 Modell 1			Herzrattendifferenz <15 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	2,24	1,22-4,11	0,010	1,85	0,99-3,46	0,054
Lehre/Berufsschule	1,78	1,21-2,62	0,003	1,44	0,96-2,15	0,071
Fachschule	1,47	0,96-2,27	0,080	1,29	0,83-2,01	0,262
Fachhochschule	1,40	0,85-2,31	0,185	1,32	0,79-2,19	0,291

**Tabelle 4.5b: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Herzrattendifferenz (Schläge/Minute) und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Frauen**

	Herzrattendifferenz <15 Modell 1			Herzrattendifferenz <15 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	1,44	0,84-2,47	0,190	1,18	0,68-2,07	0,556
Lehre/Berufsschule	1,17	0,72-1,89	0,529	1,03	0,63-1,69	0,905
Fachschule	0,42	0,18-1,00	0,51	0,39	0,16-0,95	0,037
Fachhochschule	0,52	0,18-1,47	0,218	0,45	0,16-1,29	0,138

#### 4.2.2.2 Sozioökonomischer Status und Herzratenreserve



**Abb. 4.3:** Fehlerbalkendiagramm mit 95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts für Herzratenreserve der Probanden nach SES

Die Mittelwertdifferenzen der Herzratenreserve für die jeweiligen Ausbildungsgruppen werden in Abbildung 4.3 deutlich. Sie liegen bei den bildungsschwachen Gruppen unter dem empfohlenen Wert von 0,8 und steigen mit höherem Ausbildungsabschluss an. Als ‘chronotropische Inkompetenz’ wird eine Herzratenreserve von  $<0,8$  bezeichnet. Wie häufig diese in den entsprechenden Berufsausbildungsgruppen vorkommt, wird unter anderem aus Tabelle 4.6 ersichtlich. Betrachtet man die Probanden, die eine ungünstigere Herzratenreserve besitzen, als Gesamtheit, so wird deutlich, dass von diesen etwa 50 % bzw. 70 % in der Ausbildungsgruppe ‘Lehre/Berufsschule’ vertreten sind. Probanden mit niedrigerem Berufsausbildungsabschluss weisen prozentual häufiger eine chronotropische Inkompetenz auf als Probanden mit höherem Ausbildungsabschluss. Auch bei der Betrachtung der jeweiligen Berufsausbildungsgruppen als Gesamtheit wird deutlich, dass der Anteil der Probanden mit einer ungünstigen Herzratenreserve in niedrigeren Ausbildungsklassen höher ist als in den Vergleichsgruppen (Tabelle A-15).

**Tabelle 4.6: Herzratenreserve und Berufsausbildung**

	Männer, n (%)		Frauen, n (%)	
	Herzratenreserve <0,8	Herzratenreserve ≥0,8	Herzratenreserve <0,8	Herzratenreserve ≥0,8
<b>Berufsausbildung</b>				
Keine	38 (6,9)	34 (3,9)	139 (19,4)	120 (13,5)
Lehre/Berufsschule	323 (50,5)	393 (44,8)	493 (68,9)	584 (65,6)
Fachschule	141 (22,1)	180 (20,5)	28 (3,9)	61 (6,9)
Fachhochschule	61 (9,5)	107 (12,2)	17 (2,4)	31 (3,5)
Hochschule	76 (11,9)	164 (18,7)	39 (5,4)	94 (10,6)
Anzahl	639 (100)	878 (100)	716 (100)	890 (100)

*Modell 1*

Hinsichtlich der Kontrolle nach Alter und Geschlecht ergeben sich nach Anwendung der logistischen Regression als Analyseverfahren mit Verwendung von 'Herzratenreserve <0,8' als abhängige Variable die in Tabelle 4.7a/b dargestellten Ergebnisse. Eine Assoziation von niedrigem Ausbildungsstatus mit 'chronotropischer Inkompetenz' ist bei beiden Geschlechtern festzustellen. Das Risiko einer ungünstigen Herzratenreserve nimmt mit abnehmendem Ausbildungsabschluss zu. Ein niedriger Ausbildungsabschluss wie 'keine Ausbildung' (OR:2,31 KI:1,35-3,96 vs. OR:2,27 KI:1,44-3,60) oder 'Lehre/Berufsschule' ist mit einer ungünstigen Herzratenreserve assoziiert. Es zeigt sich somit ein signifikanter systematischer Zusammenhang von niedrigem Ausbildungsstatus und chronotropischer Inkompetenz.

*Modell 2*

Hier werden die Befunde der Regressionsanalysen, wenn zudem für Rauchverhalten, Blutdruck, Cholesterinwerte und BMI kontrolliert wird, deutlich. Die signifikante Assoziation zwischen niedrigem Ausbildungsabschluss 'ohne Ausbildung' mit einer ungünstigen Herzratenreserve bleibt bei beiden Geschlechtern bestehen (OR:1,87 KI:1,07-3,27 vs. OR:1,77 KI:1,09-2,58). Die Ergebnisse der weiblichen Probanden weisen zusätzlich in der Ausbildungsklasse 'Lehre/Berufsschule' eine signifikante Assoziation mit einer ungünstigen Herzratenreserve auf. Auch unter Kontrolle zeigt sich die Abnahme der Odds Ratios vom niedrigem zum höheren Ausbildungsabschluss (etwa von 1,9 zu 1,0).

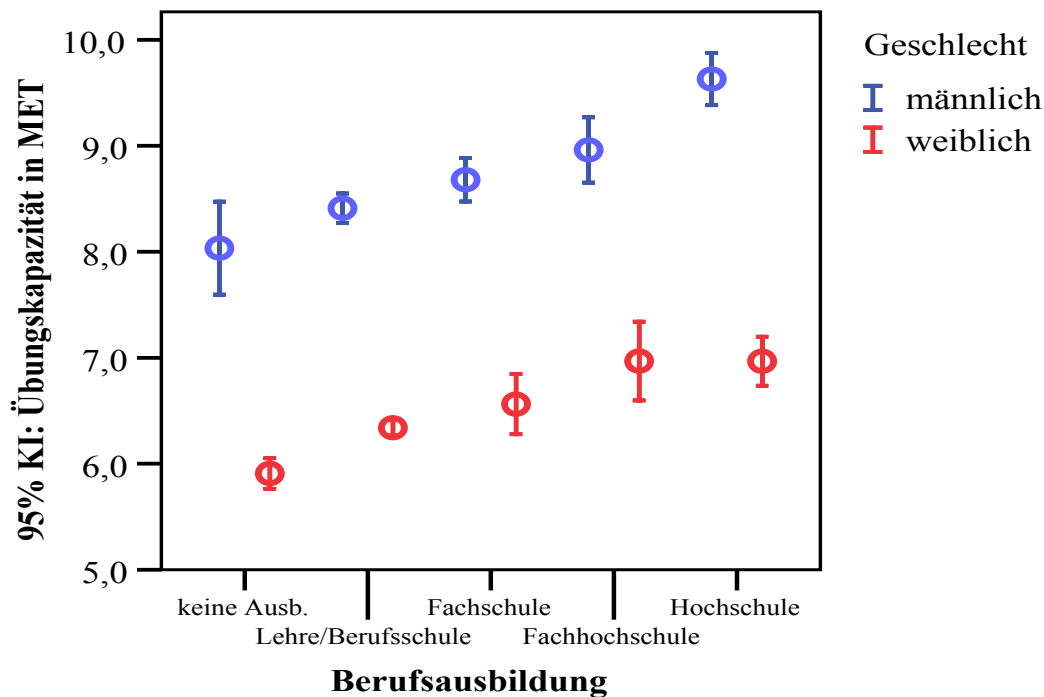
**Tabelle 4.7a: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Herzratenreserve und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Männer**

	Herzratenreserve <0,8 Modell 1			Herzratenreserve <0,8 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	2,31	1,35-3,96	0,002	1,87	1,07-3,27	0,028
Lehre/Berufsschule	1,69	1,23-2,30	0,001	1,31	0,95-1,82	0,105
Fachschule	1,60	1,12-2,27	0,009	1,36	0,94-1,96	0,102
Fachhochschule	1,15	0,76-1,75	0,505	1,02	0,66-1,58	0,916

**Tabelle 4.7b: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Herzratenreserve und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Frauen**

	Herzratenreserve <0,8 Modell 1			Herzratenreserve <0,8 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	2,27	1,44-3,60	0,000	1,77	1,09-2,85	0,020
Lehre/Berufsschule	1,87	1,26-2,78	0,002	1,57	1,04-2,36	0,032
Fachschule	1,05	0,59-1,89	0,859	0,93	0,51-1,71	0,819
Fachhochschule	1,23	0,64-2,62	0,468	1,03	0,50-2,14	0,929

#### 4.2.2.3 Sozioökonomischer Status und Übungskapazität



**Abb. 4.4:** Fehlerbalkendiagramm mit 95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts für Übungskapazität der Probanden nach SES

Die Untersuchungen zur Leistung im Belastungs-EKG zeigen, dass die Übungskapazität der männlichen und weiblichen Probanden mit steigender Berufsausbildung zunimmt (Abbildung 4.4). Es lässt sich ein geradezu linearer Anstieg der Übungskapazität nach SES feststellen. Wie Tabelle 4.8 zeigt, sind etwa 59 % der Männer und etwa 88 % der Frauen, welche eine geringe Leistung im Belastungs-EKG erzielen, in den Ausbildungsklassen 'keine Ausbildung' oder 'Lehre/Berufsschule' vertreten. Im Vergleich dazu sind nur 20 % der Männer und 7 % der Frauen mit einer geringen Übungskapazität in den höheren Ausbildungskategorien wie 'Fachhochschule' oder 'Hochschule' zu finden. In Tabelle A-16 werden die Berufsausbildungsgruppen als Gesamteinheit betrachtet. Es zeigt sich, dass über 60 % der Probanden ohne Ausbildung oder mit Lehre/Berufsschule als Berufsausbildung eine geringe Übungskapazität erreichen und dass der Prozentsatz mit steigender Berufsausbildung abnimmt. Betrachtet man den prozentualen Anteil der jeweiligen Berufsausbildungsklassen in der Gruppe der Probanden welche eine Übungskapazität über 8,51/6,01 MET haben, nimmt der Anteil der Probanden mit steigendem Ausbildungsstatus zu.



**Tabelle 4.8: Übungskapazität (MET) und Berufsausbildung**

	Männer, n (%)		Frauen, n (%)	
	Übungskapazität <8,51	Übungskapazität ≥8,51	Übungskapazität <6,01	Übungskapazität ≥6,01
Berufsausbildung				
Keine	56 (6,0)	17 (2,7)	196 (19,7)	70 (10,6)
Lehre/Berufsschule	490 (52,5)	251 (39,8)	681 (68,3)	433 (65,6)
Fachschule	201 (21,5)	131 (20,8)	50 (5,0)	42 (6,4)
Fachhochschule	89 (9,5)	84 (13,3)	20 (2,0)	28 (4,2)
Hochschule	98 (10,5)	147 (23,3)	50 (5,0)	87 (13,2)
Anzahl	934 (100)	630 (100)	997 (100)	660 (100)

*Modell 1*

Tabelle 4.9a/b illustriert die Ergebnisse der logistischen Regression mit Einführung von 'Übungskapazität <8,51 vs. <6,01' als abhängige Variable. Es wird deutlich, dass der Ausbildungsstatus in starker Assoziation zur Übungskapazität steht. Männliche Probanden, die keine Berufsausbildung haben, weisen einen Odds Ratio Wert von 4,83 in einem Konfidenzintervall von 2,85-9,07 auf. In der Kategorie 'Lehre/Berufsschule' liegt das OR immer noch bei 2,60 (KI:1,90-3,57). Das Odds Ratio der Frauen ohne Ausbildung liegt bei 2,75 und weibliche Probanden mit Lehre als Abschluss oder einem Berufsschulabschluss zeigen ein höheres Risiko für eine geringe Übungskapazität im Belastungs-EKG als die Vergleichsgruppe mit einem Hochschulabschluss (OR:2,21, KI:1,51-3,23).

*Modell 2*

Änderungen des Ausmaßes der Assoziation zwischen niedrigem Ausbildungsstatus und geringer Übungskapazität im Belastungs-EKG nach Kontrolle für Blutdruck, Rauchverhalten, Cholesterin und BMI werden im Modell 2 der Tabelle 4.9a/b gezeigt. Die hoch signifikante Assoziation zwischen niedrigem Berufsausbildungsabschluss und geringer Übungskapazität bleibt auch unter Berücksichtigung von Kontrollparametern bestehen. Probanden ohne Ausbildung haben ein noch etwa 4-fach vs. 3-fach höheres Risiko einer geringen Übungskapazität als die Vergleichsgruppe mit dem höchsten Ausbildungsabschluss (OR:4,19 KI:2,19-8,02 vs. OR:2,81 KI:1,72-4,53).

**Tabelle 4.9a: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Übungskapazität (MET) und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Männer**

	Übungskapazität <8,51 Modell 1			Übungskapazität <8,51 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	4,83	2,58-9,07	0,000	4,19	2,19-8,02	0,000
Lehre/Berufsschule	2,60	1,90-3,57	0,000	2,37	1,69-3,31	0,000
Fachschule	1,92	1,34-2,75	0,000	1,90	1,31-2,76	0,001
Fachhochschule	1,21	0,80-1,84	0,377	1,20	0,77-1,85	0,423

**Tabelle 4.9b: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Übungskapazität (MET) und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Frauen**

	Übungskapazität <6,01 Modell 1			Übungskapazität <6,01 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	2,75	1,73-4,38	0,000	2,81	1,72-4,53	0,000
Lehre/Berufsschule	2,21	1,51-3,23	0,000	2,40	1,60-3,60	0,000
Fachschule	1,86	1,06-3,25	0,029	2,05	1,15-3,67	0,015
Fachhochschule	1,18	0,59-2,36	0,648	1,20	0,58-2,48	0,630

### 4.3 Einflüsse der körperlichen Aktivität auf die Herzleistung

Die Ergebnisse des Kapitels 4.2. zeigen den systematischen Zusammenhang zwischen SES und KA sowie SES und Herzleistung und zwar dergestalt, dass ein niedriger SES mit einem geringen Ausmaß an KA und einer ungünstigen Ausprägung der Herzleistungsparameter assoziiert ist. Folglich wird der Frage nachgegangen, ob und inwieweit körperliche Aktivität die Herzleistung beeinflusst. Die Zusammenhangsanalysen werden wie im Kapitel 4.1. durchgeführt, wobei die jeweiligen ungünstigen Ausprägungen der Herzleistungsparameter als abhängige Variable in die logistischen Regressionsanalysen eingeführt werden. Die in 4.2 initiierten Modelle 1 und 2 kommen zur Anwendung für die Darlegungen von Ergebnissen.

### 4.3.1 Körperliche Aktivität und Herzrattendifferenz

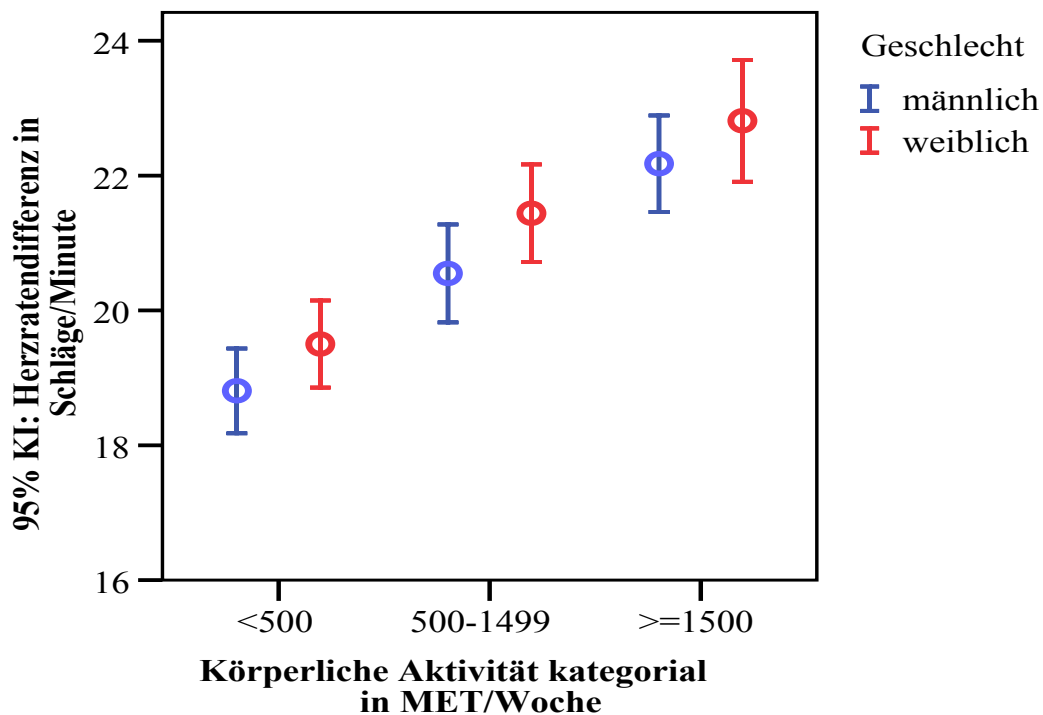


Abb. 4.5: Fehlerbalkendiagramm mit 95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts für Herzrattendifferenz der Probanden nach KA

3101 Studienteilnehmer waren zur Analyse des Zusammenhangs zwischen KA und Herzrattendifferenz geeignet. Abb.4.5 zeigt, dass mit zunehmender körperlicher Aktivität die Herzrattendifferenz der Probanden steigt. In Tabelle 4.10 wird die Häufigkeit des Vorkommens einer pathologischen Herzrattendifferenz (<15 Schläge pro Minute) in Bezug zum Ausmaß der körperlichen Aktivität dargestellt. Etwa 54 % aller männlichen und 59 % aller weiblichen Probanden, die eine pathologische Herzrattendifferenz aufweisen, besitzen einen wöchentlichen Energieumsatz durch körperliche Aktivität von unter 500 kcal/Woche. Im Vergleich dazu sind es bei Probanden mit unauffälliger Herzrattendifferenz nur 37,4 % der männlichen und 42,6 % der weiblichen Probanden. Der Anteil der Probanden mit einer pathologischen Herzrattendifferenz nimmt somit mit zunehmenden Aktivitätsausmaß ab.

**Tabelle 4.10: Herzrattendifferenz (Schläge/Minute) und körperliche Aktivität**

	Männer, n (%)		Frauen, n (%)	
	Herzrattendifferenz <15	Herzrattendifferenz ≥15	Herzrattendifferenz <15	Herzrattendifferenz ≥15
<b>Körperliche Aktivität in MET</b>				
<500	201 (53,5)	426 (37,4)	219 (58,6)	516 (42,6)
500-1499	92 (24,5)	308 (27,0)	99 (26,5)	392 (32,3)
≥1500	83 (22,1)	405 (35,6)	56 (15,0)	304 (25,1)
Anzahl	376 (100)	1139 (100)	374 (100)	1212(100)

*Modell 1*

Nach Anwendung der logistischen Regression zeigen die Ergebnisse aus Tabelle 4.11a/b, dass eine Assoziation zwischen dem Ausmaß an körperlicher Aktivität und der Herzrattendifferenz besteht. Ein geringes Ausmaß an körperlicher Aktivität (<500 kcal/Woche) steht im hoch signifikanten Zusammenhang mit einer pathologischen Herzrattendifferenz (OR:2,30 KI:1,71-3,08 vs. OR:2,26 KI:1,62-3,15). Zusätzlich zeigt sich eine kontinuierliche Abnahme der Odds Ratios mit steigendem Aktivitätsausmaß, dies verdeutlicht den systematischen Zusammenhang zwischen KA und Herzrattendifferenz.

*Modell 2*

Nach der Integration der Kontrollparameter sinkt das Odds Ratio geringfügig. Die signifikante Assoziation zwischen geringster körperliche Aktivität und pathologischer Herzrattendifferenz bleibt bei beiden Geschlechtern bestehen. Weibliche und männliche Studienteilnehmer 'ohne Ausbildung' haben auch unter Kontrolle noch ein etwa 2-fach höheres Risiko einer pathologischen Herzrattendifferenz als die Vergleichsgruppe mit einem Hochschulabschluss.

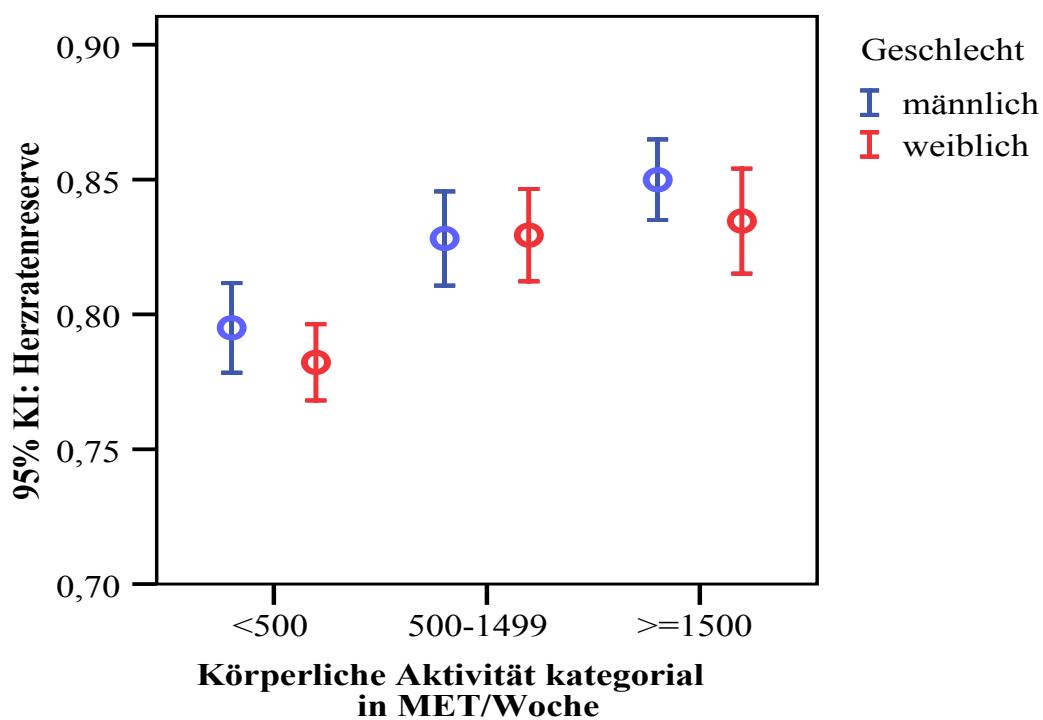
**Tabelle 4.11a: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen KA und Herzrattendifferenz (Schläge/Minute) und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Männer**

	Herzrattendifferenz <15 Modell 1			Herzrattendifferenz <15 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Körperliche Aktivität in MET</b>						
<500	2,30	1,71-3,08	0,000	1,99	1,47-2,69	0,000
500-1499	1,47	1,01-2,06	0,024	1,35	0,96-1,90	0,085

**Tabelle 4.121b: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen KA und Herzrattendifferenz (Schläge/Minute) und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Frauen**

	Herzrattendifferenz <15 Modell 1			Herzrattendifferenz <15 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Körperliche Aktivität in MET</b>						
<500	2,26	1,62-3,15	0,000	2,13	1,52-2,99	0,000
500-1499	1,40	0,97-2,04	0,068	1,46	1,00-2,12	0,048

### 4.3.2 Körperliche Aktivität und Herzratenreserve



**Abb. 4.6:** Fehlerbalkendiagramm mit 95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts für Herzratenreserve der Probanden nach KA

In die Zusammenhangsanalysen von KA und Herzratenreserve wurden 3080 Probanden einbezogen. Wie aus Abbildung 4.6 ersichtlich wird, steigt mit zunehmenden körperlichen Aktivitätsausmaß auch die Herzratenreserve.

Tabelle 4.12 zeigt, wie häufig Probanden mit unterschiedlichem Ausmaß an körperlicher Aktivität eine günstige ( $\geq 0,8$ ) bzw. ungünstige Herzratenreserve ( $< 0,8 = \text{CI}$ ) aufweisen. Der größte Anteil der Probanden mit einer ungünstigen Herzratenreserve ist in der Aktivitätskategorie von unter 500 kcal/Woche vertreten (47,5 % vs. 53,1 % der Studien-

teilnehmer). Der Prozentanteil der Probanden mit einer ungünstigen Herzratenreserve und einem Aktivitätsausmaß von mehr als 1500 kcal/Woche, ist mit 27,7 % vs. 19,2 % vergleichsweise gering. Auch hier wird deutlich, dass der Anteil der Probanden, die eine ungünstige Herzratenreserve besitzen, mit zunehmenden Aktivitätsausmaß abnimmt.

**Tabelle 4.12: Herzratenreserve und körperliche Aktivität**

	Männer, n (%)		Frauen, n (%)	
	Herzratenreserve <0,8	Herzratenreserve ≥ 0,8	Herzratenreserve <0,8	Herzratenreserve ≥0,8
<b>Körperliche Aktivität in MET</b>				
<500	299 (47,5)	319 (36,5)	373 (53,1)	361 (41,3)
500-1499	156 (24,8)	238 (27,2)	195 (27,7)	288 (33,0)
≥1500	174 (27,7)	317 (36,3)	135 (19,2)	225 (25,7)
Anzahl	629 (100)	874 (100)	703 (100)	874 (100)

#### *Modell 1*

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen mit Verwendung von ‘Herzratenreserve <0,8’ (chronotropische Inkompetenz=CI) als abhängige Variable illustrieren folgendes: Mit einem Odds Ratio von 1,70 vs. 1,70 (KI:1,33-2,17 vs. KI:1,31-2,20) besteht eine signifikante Assoziation zwischen geringer körperlicher Aktivität (<500) und einer ungünstigen Herzratenreserve. Dies wird aus Tabelle 4.13 a/b ersichtlich. Die Ergebnisse sind signifikant und zeigen zudem die Abnahme der Odds Ratios mit zunehmenden Aktivitätsausmaß. Geringe KA und chronotropische Inkompetenz weisen somit einen statistisch signifikanten Zusammenhang auf.

#### *Modell 2*

Durch die Berücksichtigung der Kontrollparameter wird das Ergebnis nur leicht geschwächt. Der signifikante Zusammenhang zwischen geringer körperliche Aktivität und ungünstiger Herzratenreserve bleibt bestehen. Probanden mit einem Aktivitätsausmaß von weniger als 500 MET an KA pro Woche haben etwa das 1,5-fach höhere Risiko einer ungünstigen Herzratenreserve, als Probanden mit einem Aktivitätsausmaß von ≥1500 MET/Woche.

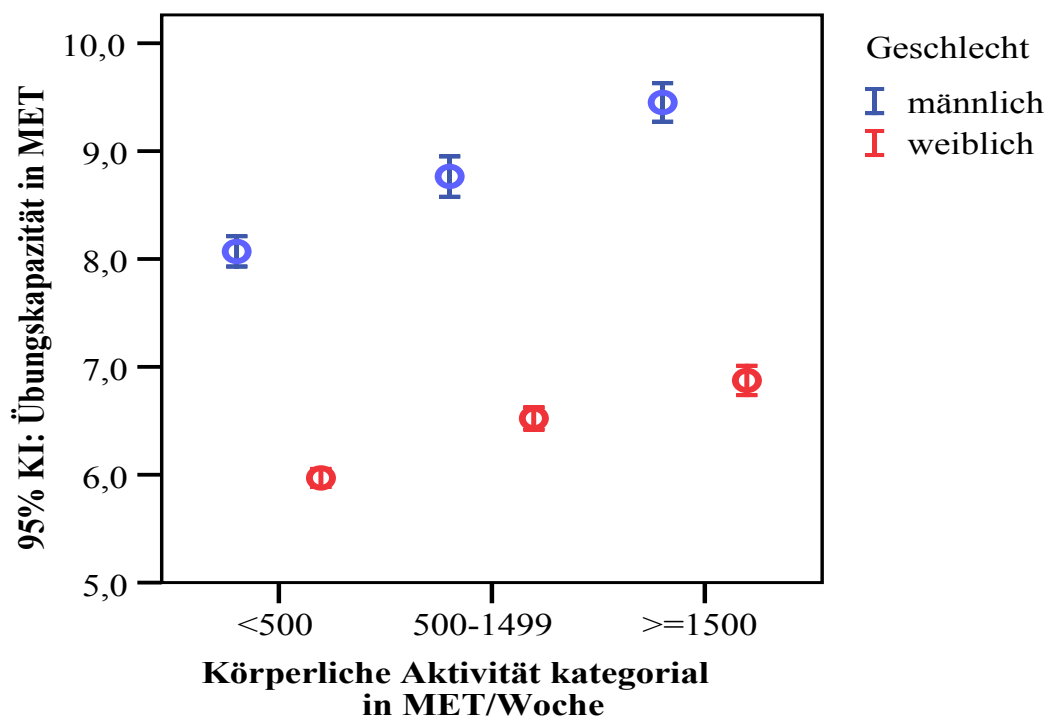
**Tabelle 4.13 a: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen KA und Herzratenreserve und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Männer**

	Herzratenreserve <0,8 Modell 1			Herzratenreserve <0,8 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Körperliche Aktivität in MET</b>						
<500	1,70	1,33-2,17	0,000	1,42	1,10-1,83	0,008
500-1499	1,20	0,91-1,58	0,195	1,12	0,84-1,50	0,434

**Tabelle 4.13 b: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen KA und Herzratenreserve und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Frauen**

	Herzratenreserve <0,8 Modell 1			Herzratenreserve <0,8 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Körperliche Aktivität in MET</b>						
<500	1,70	1,31-2,20	0,000	1,57	1,20-2,05	0,001
500-1499	1,14	0,86-1,51	0,363	1,17	0,88-1,57	0,282

### 4.3.3 Körperliche Aktivität und Übungskapazität



**Abb. 4.7:** Fehlerbalkendiagramm mit 95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts für Übungskapazität der Probanden nach KA

3178 der Studienteilnehmer waren für die Analyse des Zusammenhangs zwischen körperlicher Aktivität und Übungskapazität geeignet. Abbildung 4.7 zeigt die Verteilung der Mittelwerte der Übungskapazität für die jeweiligen Aktivitätskategorien. Deutlich höhere Übungskapazitäten erreichen Probanden, die körperlich aktiver sind. Tabelle 4.14 veranschaulicht zudem die prozentuale Verteilung der Probanden nach erzielter Übungskapazität, aufgeteilt in verschiedene körperliche Aktivitätskategorien. Es wird deutlich, dass etwa 50 % der männlichen und fast 60 % weiblichen Probanden, die eine unter dem Median liegende Leistung im Belastungs-EKG erbringen (<8,51 vs. <6,01), auch ein geringes Ausmaß an körperlicher Aktivität haben (<500 MET/Woche). Im Vergleich hierzu betreiben nur etwa 24 % vs. 15 % der Probanden mit einer geringen Übungskapazität ein hohes Ausmaß (>1500 MET/Woche) an körperlicher Aktivität.

**Tabelle 4.14: Übungskapazität (MET) und körperliche Aktivität**

	Männer, n (%)		Frauen, n (%)	
	Übungskapazität <8,51	Übungskapazität ≥8,51	Übungskapazität <6,01	Übungskapazität ≥6,01
<b>Körperliche Aktivität in MET</b>				
<500	459 (49,5)	177 (28,4)	569 (57,8)	189 (29,4)
500-1499	249 (26,9)	158 (25,4)	265 (26,9)	239 (37,2)
≥1500	219 (23,6)	288 (46,2)	151 (15,3)	215 (33,4)
Anzahl	927 (100)	623 (100)	985 (100)	643 (100)

### Modell 1

Die Regressionsanalysen zeigen in Tabelle 4.15a/b, dass ein Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Übungskapazität besteht. Geringe körperliche Aktivität (<500 MET/Woche) ist mit einer geringen Leistung im Belastungs-EKG (<8,51 vs. <6,01) assoziiert; das Odds Ratio hierfür beträgt 3,86 (KI:2,95-5,04) bei männlichen und 4,82 (KI:3,62-6,40) bei weiblichen Studienteilnehmern. Die Ergebnisse sind sowohl in der Aktivitätskategorie ‘<500 MET’ als auch in der Kategorie ‘500-1499 MET’ hoch signifikant. Wobei anzumerken ist, dass im Gegensatz zu anderen Berechnungen die Odds Ratios der Frauen in der untersten Aktivitätskategorie über denen der Männer liegen. Zudem wird deutlich, dass das geschätzte Risiko, eine ungünstige Übungskapazität aufzuweisen, bei Probanden ohne Ausbildung im Vergleich zu Probanden der nächsten Ausbildungskategorie um das 1,5-fache höher ist.



*Modell 2*

Selbst nach Einbeziehung der Kontrollparameter ist das Odds Ratio mit 3,55 bei Männern und 4,78 bei Frauen ohne Ausbildung hoch (KI:2,68-4,68 vs. KI:3,56-6,42). Die Ergebnisse bleiben in den unteren beiden Aktivitätskategorien auf einem hohen Signifikanzniveau. Das zeigt, dass auch nach Kontrolle der statistisch signifikante systematische Zusammenhang zwischen geringer Übungskapazität und geringem Ausmaß an körperlicher Aktivität bestehen bleibt.

**Tabelle 4.15a: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen KA und Übungskapazität (MET) und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Männer**

	Übungskapazität <8,51 Modell 1			Übungskapazität <8,51 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Körperliche Aktivität in MET</b>						
<500	3,86	2,95-5,04	0,000	3,55	2,68-4,68	0,000
500-1499	2,32	1,74-3,09	0,000	2,23	1,67-3,00	0,000

**Tabelle 4.15b: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen KA und Übungskapazität (MET) und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Frauen**

	Übungskapazität <6,01 Modell 1			Übungskapazität <6,01 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Körperliche Aktivität in MET</b>						
<500	4,82	3,62-6,40	0,000	4,78	3,56-6,42	0,000
500-1499	1,70	1,28-2,28	0,000	1,72	1,28-2,32	0,000

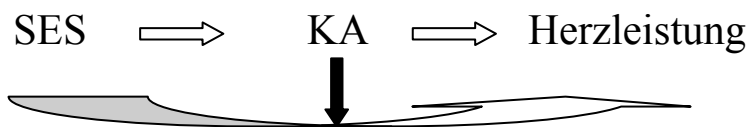
*Schema 1*

Wie die dargestellten Analysen zeigen, gibt es einen direkten Zusammenhang zwischen Bildung und Herzleistung. Alle Herzleistungsparameter stehen in Assoziation mit dem Bildungsindikator 'Berufsausbildung'. Ein niedriger Ausbildungsstatus steht in Zusammenhang mit einer ungünstigen Herzleistung. Neben dem direkten Zusammenhang zwischen SES und Herzleistung zeigen die Analysen des **Schema 1** auch den Zusammenhang von SES und körperlicher Aktivität sowie den Zusammenhang von körperlicher Aktivität und Herzleistung.

Diese Ergebnisse führen zu der Frage, inwiefern der Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und Herzleistung durch körperliche Aktivität vermittelt wird und ob der soziale Gradient der Herzleistung unter Berücksichtigung der KA bestehen bleibt.

Diese Fragestellungen werden im **Schema 2** deutlich und die Ergebnisse der Zusammenhangsanalysen im folgenden Kapitel dargestellt.

#### 4.4 Effekte der körperlichen Aktivität auf den Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und Herzleistung



##### Schema 2

Folgende Untersuchungen analysieren, inwieweit die Assoziation zwischen Ausbildungsstatus und Herzleistung durch sportliche körperliche Aktivität vermittelt wird. Mittels Einführung der Variable 'KA: <500, 500-1499, >1500' werden die in Schema 1 verwendeten logistischen Regressionsanalysen bezüglich des Verhältnisses von SES und Herzleistung erweitert. Hierbei zeigt eine Abnahme der Odds Ratios und der Signifikanz den Mediationseffekt der körperlichen Aktivität.

##### 4.4.1 Körperliche Aktivität, Sozioökonomischer Status und Herzrattendifferenz

###### Modell 1

Nach Berücksichtigung der körperlichen Aktivität in den Regressionsanalysen liegt der Zusammenhang zwischen niedrigem Ausbildungsstatus und pathologischer Herzrattendifferenz unter dem Signifikanzniveau (Tabelle 4.16a/b). Das Odds Ratio sinkt bei männlichen Probanden ohne Ausbildung von 2,23 auf 1,66 am stärksten (KI:0,88-3,11). Die Befunde beider Geschlechter weisen insgesamt einen Abfall der Odds Ratio-Werte auf. Die Zunahme der Odds Ratios mit sinkendem Ausbildungsstatus bleibt aber weiterhin bestehen.

*Modell 2*

Die Analysen der Assoziation zwischen Ausbildungsstatus und Herzrattendifferenz unter Berücksichtigung der körperlichen Aktivität und mit Kontrolle für Cholesterinwerte, Blutdruck, Rauchverhalten und BMI werden im Modell 2 gezeigt. Die Ergebnisse liegen unter dem Signifikanzniveau. Das Odds Ratio der männlichen Studienteilnehmer mit niedrigem Berufsausbildungsabschluss ist mit etwa 1,45 erhöht und nimmt mit steigender Berufsausbildung ab. Bei weiblichen Probanden zeigen die Ergebnisse der beiden unteren Berufsausbildungsklassen Odds Ratio-Werte um 1,0 und somit kein erhöhtes geschätztes relatives Risiko für eine pathologische Herzrattendifferenz.

**Tabelle 4.16a: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Herzrattendifferenz (Schläge/Minute) unter Berücksichtigung der KA und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Männer**

	Herzrattendifferenz <15 Modell 1			Herzrattendifferenz <15 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	1,66	0,88-3,11	0,117	1,45	0,76-2,75	0,259
Lehre/Berufsschule	1,52	1,03-2,25	0,036	1,29	0,86-1,93	0,217
Fachschule	1,37	0,89-2,13	0,155	1,24	0,79-1,94	0,348
Fachhochschule	1,44	0,87-2,38	0,158	1,36	0,81-2,27	0,246

**Tabelle 4.16b: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Herzrattendifferenz (Schläge/Minute) unter Berücksichtigung der KA und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Frauen**

	Herzrattendifferenz <15 Modell 1			Herzrattendifferenz <15 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	1,17	0,67-2,03	0,587	0,99	0,56-1,74	0,960
Lehre/Berufsschule	1,03	0,63-1,68	0,908	0,93	0,56-1,53	0,763
Fachschule	0,42	0,18-1,00	0,050	0,40	0,16-0,96	0,040
Fachhochschule	0,46	0,17-1,36	0,165	0,42	0,14-1,20	0,103

#### 4.4.2 Körperliche Aktivität, Sozioökonomischer Status und Herzratenreserve

##### Modell 1

Nach Einfügen der körperlichen Aktivitätsvariable in die Berechnungen wird das Odds Ratio bei männlichen Probanden ohne Ausbildung von 2,32 auf 1,92 geschwächt (Tabelle 4.17a/b). Bei weiblichen Probanden liegt die Schwächung des Odds Ratios bei 0,3. Die Assoziation vom Ausbildungsstatus 'keine Ausbildung' und 'Lehre/Berufsschule' mit einer ungünstigen Herzratenreserve bleibt sowohl bei männliche (OR:1,92 KI:1,11-3,33 vs. OR:1,53 KI:1,12-2,10), als auch bei weiblichen Studienteilnehmern (OR:1,98 KI:1,24-3,18 vs. OR:1,74 KI:1,16-2,60) bestehen.

##### Modell 2

Nach Berücksichtigung der Kontrollparameter sinken alle Ergebnisse der Regression unter das Signifikanzniveau. Es besteht weiterhin ein relativ hohes Odds Ratio für Probanden ohne Ausbildung (OR:1,61 KI:0,91-2,84 vs. OR:1,59 KI:0,98-2,60), sowie eine Zunahme der Odds Ratios mit sinkender Berufsausbildung. Der systematische Zusammenhang von geringer körperlicher Aktivität und ungünstiger Herzratenreserve scheint auch nach Kontrollberechnungen bestehen zu bleiben.

**Tabelle 4.17a: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Herzratenreserve unter Berücksichtigung der KA und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Männer**

	Herzratenreserve <0,8 Modell 1			Herzratenreserve <0,8 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	1,92	1,11-3,33	0,020	1,61	0,91-2,84	0,099
Lehre/Berufsschule	1,53	1,12-2,10	0,009	1,23	0,88-1,71	0,222
Fachschule	1,53	1,07-2,18	0,020	1,32	0,91-1,91	0,139
Fachhochschule	1,12	0,73-1,70	0,611	0,99	0,64-1,53	0,95

**Tabelle 4.17b: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Herzratenreserve unter Berücksichtigung der KA und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Frauen**

	Herzratenreserve <0,8 Modell 1			Herzratenreserve <0,8 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	1,98	1,24-3,18	0,004	1,59	0,98-2,60	0,062
Lehre/Berufsschule	1,74	1,16-2,60	0,007	1,50	0,98-2,28	0,060
Fachschule	1,06	0,58-1,90	0,859	0,94	0,51-1,74	0,854
Fachhochschule	1,12	0,57-2,41	0,673	0,94	0,44-1,97	0,860

### 4.4.3 Körperliche Aktivität, Sozioökonomischer Status und Übungskapazität

#### *Modell 1*

Tabellen 4.18a/b zeigen die Ergebnisse der im **Schema 1** angewandten logistischen Regressionsberechnungen unter Berücksichtigung der körperlichen Aktivität. Das Odds Ratio sinkt bei männlichen Probanden ohne Ausbildung von etwa 5 auf 3,5 (KI:1,84-6,74) und bei weiblichen Probanden ohne Ausbildung von etwa 2,8 auf 2,0 (KI:1,23-3,33). Die Ergebnisse sind in den ersten drei Ausbildungsklassen alle hoch signifikant. Der Zusammenhang zwischen niedrigem Ausbildungsstatus und geringer Übungskapazität ist auch unter der Berücksichtigung der körperlichen Aktivität weiterhin stark.

#### *Modell 2*

Es zeigt sich, dass auch unter Kontrolle die Assoziation zwischen Ausbildungsstatus und Leistung im Belastungs-EKG bestehen bleibt, wobei körperliche Aktivität als Mediator zwischen Ausbildungsstatus und erreichter Übungskapazität fungiert. Das Odds Ratio für Probanden ohne Ausbildung beträgt 3,08 bei männlichen und 2,19 bei weiblichen Probanden (KI:1,58-5,99 vs. KI:1,23-3,70). Nach Kontrolle liegt das Odds Ratio der Probanden mit Lehre/Berufschulabschluss bei 2,03 vs. 2,12 (KI:1,44-2,86 vs. KI:1,38-3,27). Eine kontinuierliche Abnahme der ORs mit steigender Berufsausbildung zeigt sich weiterhin. Der soziale Gradient scheint daher auch unter Berücksichtigung der Kontrollparameter und zusätzlicher Kontrolle für KA bestehen zu bleiben. Hierbei zeigen die Ergebnisse der logistischen Regressionsanalysen der männlichen Probanden

höhere OR-Werte sowie stärkeren Anstieg der OR-Werte als die Vergleichsanalysen der weiblichen Probanden.

**Tabelle 4.18 a: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Übungskapazität (MET) unter Berücksichtigung der KA und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Männer**

	Übungskapazität <8,51 Modell 1			Übungskapazität <8,51 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	3,52	1,84-6,74	0,00	3,08	1,58-5,99	0,001
Lehre/Berufsschule	2,15	1,55-2,99	0,00	2,03	1,44-2,86	0,000
Fachschule	1,79	1,24-2,59	0,002	1,80	1,22-2,64	0,003
Fachhochschule	1,26	0,82-1,94	0,296	1,25	0,80-1,95	0,335

**Tabelle 4.18b: Logistische Regression: Zusammenhang zwischen SES und Übungskapazität (MET) unter Berücksichtigung der KA und Ergebnisse der Signifikanzprüfung, Frauen**

	Übungskapazität <6,01 Modell 1			Übungskapazität <6,01 Modell 2		
	OR	95 % KI	p	OR	95 % KI	p
<b>Berufsausbildung</b>						
Keine Ausbildung	2,02	1,23-3,33	0,006	2,19	1,23-3,70	0,003
Lehre/Berufsschule	1,86	1,24-2,79	0,003	2,12	1,38-3,27	0,001
Fachschule	1,95	1,08-3,51	0,026	2,26	1,22-4,16	0,009
Fachhochschule	0,96	0,46-2,00	0,904	1,00	0,47-2,16	0,996

### **Schema 2**

Die Befunde legen auch nach Berücksichtigung der körperlichen Aktivität eine Assoziation von niedrigem sozioökonomischem Status mit ungünstigen Herzleistungsparametern dar. Wenn auch, im Vergleich zu den in **Schema 1** durchgeführten Analysen, in abgeschwächter Form, so zeigt sich durch die kontinuierliche Abnahme der ORs mit zunehmenden Ausbildungsstatus ein systematischer Zusammenhang von SES und Herzleistung. Durch die Abnahme der Odds Ratios und der Signifikanz wird der Mediations-effekt der körperlichen Aktivität bei den Berechnungen zu allen drei Herzleistungsparametern deutlich. Werden durch die Berücksichtigung von KA in den Regressionsanalysen die Ergebnisse der Herzrattendifferenz und Herzratenreserve nach zusätzlichen Kontrollberechnungen unter das Signifikanzniveau geschwächt, so bleiben die Ergeb-

nisse der Übungskapazität trotz Abnahme der Signifikanz in einem statistisch signifikanten Bereich.

## 4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Folglich werden die Ergebnisse der Unterkapitel 4.1 bis 4.4 zusammengefasst.

In den Analysen wird deutlich, dass sowohl der Berufsausbildungsabschluss als zentraler Indikator des sozioökonomischen Status als auch körperliche Aktivität und Herzleistungsparameter im Zusammenhang mit den soziodemographischen Variablen ‘Geschlecht’ und ‘Alter’ stehen: Ältere Probanden haben öfter eine niedrigere Berufsausbildung und Frauen sind häufiger in den niedrigeren Ausbildungsklassen vertreten als Männer. Körperliche Aktivität nimmt mit dem Alter ab, wobei es geschlechtsspezifische Unterschiede gibt. Frauen sind weniger körperlich aktiv als Männer. Bei Männern sinkt das Ausmaß an KA mit zunehmendem Alter, bis auf einen kurzzeitigen Anstieg zwischen dem 60.-69. Lebensjahr. Das Ende der Erwerbsfähigkeit könnte den Effekt erklären, denn mit diesem ergibt sich Zeit für körperliche Aktivitäten. Ferner zeigen die Befunde, dass kardiovaskuläre Risikofaktoren öfter bei Probanden vorkommen, welche im geringen Maß körperliche Aktivität betreiben. Die Häufigkeit von pathologischer Herzrattendifferenz, ungünstiger Herzratenreserve und niedriger Übungskapazität steigt mit dem Alter an. Frauen haben geringfügig häufiger eine ungünstige Herzratenreserve und eine geringe Übungskapazität als Männer. Studienteilnehmer, die eine ungünstige Ausprägung der Herzleistungsparameter aufweisen, zeigen auch ein geringeres Ausmaß an körperlicher Aktivität und ein häufigeres Vorkommen von kardiovaskulären Risikofaktoren.

Zusammenhangsanalysen zur körperlichen Aktivität und zum sozioökonomischen Status ergaben: Die Befunde konnten den sozialen Gradienten der körperlichen Aktivität darlegen. Körperliche Aktivität nimmt mit steigendem Ausbildungsstatus zu. Ferner besteht eine hoch signifikante Assoziation zwischen niedrigem Berufsausbildungsabschluss und geringem körperlichen Aktivitätsausmaß.

Die Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen SES und Herzleistung ergaben folgendes: Es zeigt sich, dass das geschätzte Risiko, eine ungünstige Herzrattendifferenz zu besitzen, mit sinkendem Berufsausbildungsabschluss zunimmt. Signifikante Assoziatio-

nen zwischen niedrigem Ausbildungsstatus und pathologischer Herzrattendifferenz bestehen bei männlichen Probanden ohne Ausbildung und in der Ausbildungsklasse 'Lehre/Berufsschule'. Die Zusammenhangsanalysen bezüglich des Ausbildungsstatus und der Herzratenreserve zeigen eine signifikante Assoziation zwischen niedrigem Berufsausbildungsabschluss und ungünstiger Herzratenreserve bei weiblichen und männlichen Studienteilnehmern. Ferner weisen die Befunde eine hoch signifikante Assoziation zwischen niedriger Berufsausbildung und geringer Übungskapazität auf, wobei Odds Ratio Werte von bis zu etwa 5 erreicht werden.

Abschließend ist zu den Teilergebnissen der Analysen des **Schema 1** zu sagen, dass alle den Zusammenhang zwischen Herzleistungsparameter und Berufsausbildung und den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Berufsausbildung darstellen. Sämtliche Ergebnisse zeigen nach Berücksichtigung der Kontrollparameter eine deutliche Abnahme der Odds Ratios mit zunehmenden Ausbildungsstatus. Auch nach Einführung der Kontrollparameter bleiben signifikante Assoziationen zwischen den Herzleistungsparametern 'Herzratenreserve'/'Übungskapazität' und SES bestehen; gleiches gilt für die Analysen zur KA und SES. Die Ergebnisse der Analysen der Herzrattendifferenz liegen nach Kontrolle unter dem Signifikanzniveau, zeigen jedoch weiterhin die kontinuierliche Abnahme der Odds Ratios mit steigendem Berufsausbildungsabschluss. Der soziale Gradient der Herzleistung und der soziale Gradient der körperlichen Aktivität wurde somit dargelegt.

Die Ergebnisse der Zusammenhangsanalysen von KA und Herzleistung zeigen: Ein geringes Ausmaß (<500) an KA steht im Zusammenhang mit einer ungünstigen Herzleistung. Die Befunde der Herzleistungsparameter bezüglich dieser Assoziation liegen im hoch signifikanten Bereich. Es zeigt sich auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem körperlichen Aktivitätsausmaß von 500-1500 MET/Woche und einer pathologischen Herzrattendifferenz bzw. einer niedrigen Übungskapazität. Die Odds Ratios sind im Vergleich zur '<500 Kategorie' deutlich geringer. Nach Berücksichtigung der Kontrollparameter bleibt der signifikante Zusammenhang zwischen KA und Herzleistungsparametern erhalten. Die höchsten Odds Ratios-Werte erreichen auch hier die Ergebnisse der Regressionsanalysen zur Übungskapazität (3,86/4,82). Somit wird insgesamt deutlich, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen geringer körperlicher Aktivität und ungünstiger Herzleistung besteht.



Die aus **Schema 2** hervorgegangenen Analysen weisen eine Schwächung der Odds Ratios und damit der Signifikanz der Ergebnisse durch Einführung von 'körperlicher Aktivität' als Variable auf. KA zeigt eine Mediatorfunktion im Zusammenhang von SES und Herzleistung. Die Ergebnisse der Analysen der pathologischen Herzratendifferenz zeigen eine mittlere Schwächung der Odds Ratios um etwa 0,6. Nach Kontrolle nimmt die Schwächung ab und ein signifikanter Zusammenhang zwischen Ausbildungsstatus und pathologischer Herzratendifferenz ist unter Berücksichtigung der körperlichen Aktivität nicht mehr nachzuweisen. Die Schwächung der Odds Ratios ist nach Einfügen der Variable KA in die Regressionsanalyse bei Berechnungen bezüglich der Herzratenreserve gering. Nach Berücksichtigung der Kontrollparameter zeigt sich der Zusammenhang zwischen niedrigem Ausbildungsstatus und ungünstiger Herzratenreserve als nicht mehr signifikant. Ferner zeigen die Analysen hinsichtlich der Übungskapazität eine starke Schwächung der Odds Ratios. Der signifikante Zusammenhang zwischen SES und Übungskapazität bleibt auch nach Kontrollberechnungen bestehen.

Zusätzlich ist zu den Ergebnissen des Schemas 2 anzumerken, dass alle Ergebnisse nach Kontrollberechnungen trotz teilweise fehlender oder geringer Signifikanz eine kontinuierliche Zunahme der Odds Ratios mit sinkendem Ausbildungsstatus zeigen. Man kann daher auf einen systematischen Zusammenhang zwischen niedrigem SES und ungünstiger Herzleistung auch unabhängig vom körperlichen Aktivitätsausmaß schließen. Der soziale Gradient der Herzleistung bleibt daher auch unter Berücksichtigung der KA bestehen. Körperliche Aktivität verfügt im Zusammenhang von SES und Herzleistung über eine gewisse vermittelnde Rolle. Diese ist am stärksten ausgeprägt bei den Herzleistungsparametern 'Herzratenreserve' und 'Herzratendifferenz', im Vergleich dazu schwächer beim Herzleistungsparameter 'Übungskapazität'. Körperliche Aktivität erklärt beim Herzleistungsparameter Übungskapazität somit nur zum Teil die SES-Abhängigkeit.

Folglich werden die Ergebnisse im Kapitel 5 vertieft und im Hinblick auf den aktuellen Forschungsstand diskutiert.

## 5. Diskussion und Bedeutung der Ergebnisse

### 5.1 Diskussion im Hinblick auf den Forschungsstand

Die vorliegende Arbeit untersucht den Zusammenhang von sozialem Status, körperlicher Aktivität und Herzleistung. Schwerpunkte dieser Untersuchung sind die Analysen der körperlichen Aktivität und der Herzleistung im sozialen Kontext. Die Forschung ist einer differenzierten Untersuchung zur KA sowie der Verwendung von prognostisch relevanten Herzleistungsparametern zur Beurteilung der Herz-Kreislauffunktion bisher soweit noch nicht nachgegangen. Insbesondere die Beschäftigung mit körperlicher Aktivität als eine der Prävention zugängliche Variable sowie die Untersuchung der für die Risikostratifizierung der Herz-Kreislauferkrankungen wichtigen Parameter der Herzleistung leisten einen aufschlussreichen Beitrag für Gesundheitspolitik, Medizin und Public Health. An Hand der Fragestellungen der vorliegenden Studie werden nun die Ergebnisse im Hinblick auf den Forschungsstand diskutiert.

#### ***Körperliche Aktivität***

*Wie ist die Variable 'körperliche Aktivität' in dieser Studienpopulation verteilt? Welche demographischen Unterschiede bestehen im Hinblick auf das Aktivitätsausmaß der Probanden? Bestätigen die Untersuchungen die allgemeine Studienlage: zeigt sich eine geringe Prävalenz an körperlich aktiven Probanden und ein hoher Anteil an inaktiven Probanden?*

Im Hinblick auf das Ausmaß der körperlichen Aktivität der untersuchten Bevölkerung kommt diese Studie zu ähnlichen Ergebnissen wie publizierte Studien. Männer sind körperlich aktiver als Frauen, körperliche Aktivität nimmt mit zunehmendem Alter stark ab und ein Großteil der Bevölkerung ist körperlich inaktiv (Mensik, 1999; Margetts et al., 1999; Pate et al., 1995). Unterschiede bestehen aber in den gesonderten Intensivitätsangaben. Die vorliegende Studie zeigt, dass ca. 45 % der Bevölkerung zwischen dem 45-75. Lebensjahr körperlich nicht aktiv sind, dies entspricht den Angaben einer deutschen Studie mit ähnlichem Kollektiv (Mensink, 2002). In anderen europäischen Studien mit jüngerem Probandenkollektiv variiert der Prozentsatz der körperlich Inaktiven je nach Definition zwischen 10 % und 80 % und zeigt ein deutliches Nord-Süd-Gefälle (Martinez-Gonzalez et al., 1999; Varo et al., 2003). Grundsätzlich bestätigen die

Befunde dieser Arbeit, dass nur ein geringer Prozentsatz der Studienteilnehmer ein hohes Maß an körperlicher Aktivität betreibt: nur 20-30 % der Probanden haben einen wöchentlichen Energieumsatz durch körperliche Aktivität von >1500 kcal/Woche.

Der Anteil der Probanden, welche weniger als 500 MET an KA pro Woche ausüben, ist mit 40-50 % in der vorliegenden Studie hoch im Gegensatz zu den bisher publizierten Studien. Vergleicht man den Energieumsatz durch KA, so liegen die Ergebnisse dieser Studie mit 650/515 kcal/Woche (Median) unter denen anderer Studien (mit 900 kcal/Woche) (Varo et al., 2003). Die Tatsache, dass in die Berechnung der körperlichen Aktivität außersportliche Freizeitaktivitäten und beruflich körperliche Aktivitäten nicht einbezogen wurden, erklärt diesen Sachverhalt nicht hinreichend. Das zeigt unter anderem eine Studie von Sesso et al. (Sesso et al., 1999), deren Ergebnisse im Intensivitätsniveau der KA deutlich über denen dieser Studie liegen, obwohl die körperliche Aktivität nach dem gleichen Prinzip wie in der vorliegenden Arbeit berechnet wurde. Es ist indes anzumerken, dass eine repräsentative Vergleichsstudie fehlt und dadurch wenig Datenmaterial über die körperliche Aktivität der Durchschnittsbevölkerung zwischen dem 45. und 75. Lebensjahr vorliegt. Probanden anderer Analysen sind häufig deutlich jünger oder haben ein höheres Bildungsniveau; somit könnte erklärbar sein, dass dort ein höheres Ausmaß an körperlicher Aktivität auftritt.

Insgesamt zeigt sich bei der Betrachtung der Studienlage, dass sich Formeln, Kategorien und Methoden zur Messung und Darstellung der körperlichen Aktivität erheblich unterscheiden. Dies erschwert einen Vergleich und führt zur Forderung eines standardisierten internationalen vergleichbaren Verfahrens zur Berechnung und Darstellung der körperlichen Aktivität.

Die Befunde der vorliegenden Arbeit zeigen die hohe Prävalenz von körperlicher Inaktivität sowie den geringen Anteil von körperlich aktiven Menschen in der deutschen Bevölkerung und bestätigen die Ergebnisse des Bundes-Gesundheitssurveys (Mensink, 1999). Es wird deutlich, dass nur wenige Probanden in ihrem Aktivitätsverhalten den derzeitigen Empfehlungen zur körperlichen Aktivität entsprechen. Diese Studie zeigt als eine der wenigen eine differenzierte und detaillierte Verteilung der KA bei einem „älteren“ asymptomatischen Probandenkollektiv. Bedenkt man die Tatsache, dass neben der körperlichen Inaktivität für Probanden dieser Altersklasse auch das Risiko für Herz-

Kreislaufkrankungen zunimmt, wird der mögliche Wert dieser Befunde für die Gesundheitspolitik und Medizin deutlich.

### ***Körperliche Aktivität und sozioökonomischer Status***

*Kernthema der vorliegenden Arbeit ist die Frage, in wie weit sich der soziale Gradient von körperlicher Aktivität replizieren lässt und welche Differenzen hinsichtlich der Intensität der KA über die sozialen Schichten verteilt bestehen.*

Der sozioökonomische Status prägt sowohl politische wie auch wirtschaftliche und kulturelle Unterschiede. Diese Unterschiede zeigen auch Einflüsse auf die Gesundheit. Epidemiologische Studien vermuten, dass der Einfluss von Bildung auf die Gesundheit teilweise durch unterschiedlichen Lebensstil bedingt ist (geringe körperliche Betätigung, Fehlernährung etc.). Dies entspricht den Ergebnissen der vorliegenden Studie.

Der Berufsausbildungsstatus steht in inverser Beziehung zum Ausmaß der körperlichen Aktivität. Es besteht eine hoch signifikante Assoziation zwischen niedrigem SES und geringer KA, wobei Odds Ratios auch unter Berücksichtigung der Kontrollparameter von bis zu 4,3 erreicht werden. Die logistischen Regressionsanalysen mit <500 kcal als abhängige Variable und 'Berufsausbildung' als fortlaufende kategoriale unabhängige Variable zeigen eine kontinuierliche Abnahme der Odds Ratios von 4,67 auf 1,24. Diese Befunde legen den systematischen Zusammenhang von sozialem Status und körperlicher Aktivität dar. Probanden der unteren Ausbildungsklassen sind körperlich weniger aktiv als Probanden der höheren Ausbildungsklassen; ein Befund, welcher die Ergebnisse anderer Studien bestätigt (Ford et al., 1991; Crespo et al., 1999; Droomers et al., 2001). Der Anteil der Probanden, welche nur ein sehr geringes Ausmaß an KA betreiben, ist in den unteren sozialen Schichten bei Frauen und Männern fast doppelt so hoch wie in den oberen sozialen Schichten, dies entspricht den Ergebnissen des Bundesgesundheits surveys. Der soziale Gradient der körperlichen Aktivität wird in den Untersuchungen dieser Studie somit empirisch bestätigt. Auch die in der vorliegenden Arbeit nicht dargestellten Berechnungen mit 'Schulabschluss' als Indikator des SES zeigen, wie erwartet, ähnliche Ergebnisse. Im Gegensatz zur Analyse der Berufsausbildung und Schulabschluss zeigt sich bei der Analyse des Zusammenhangs von Einkommen und körperlicher Aktivität kein klarer Trend zwischen niedriger Einkommensklasse und der geringen Prävalenz von körperlicher Aktivität. Die Befunde dieser

Studie können jedoch hinsichtlich des großen Probandenkollektivs die Annahme bestätigen, dass der Ausbildungsstatus als Prädiktor für das Ausmaß an körperlicher Aktivität fungiert (Sallis et al., 1992; Lee, 1993). Ein höherer Ausbildungsabschluss spiegelt möglicherweise die Fähigkeit wieder, den Vorteil regelmäßiger körperlicher Aktivität zu verstehen und für das alltägliche physische und psychische Wohlbefinden zu nutzen.

### ***Herzleistung***

*Wie sind die Parameter der Herzleistung in der vorliegenden Stichprobe verteilt? Welche demographischen Unterschiede zeigen sich hinsichtlich der Verteilung? Werden die Ergebnisse der Untersuchungen durch andere Studien bestätigt?*

Herzleistungsparameter spielen als Prognosefaktoren für Herz-Kreislaufkrankungen eine bedeutende Rolle. Mehrere Studien zeigen, dass sie Prädiktoren für Morbidität und Mortalität von Herz-Kreislaufkrankungen darstellen. Wie im Kapitel 3 erwähnt, existieren viele Methoden zur Berechnung und Darstellung der jeweiligen Herzleistungsparameter, jedoch existieren keine verbindlichen Festlegungen von Normwerten oder pathologischen Werten. Dies macht den Vergleich der Ergebnisse schwierig.

Die Besonderheit dieser Untersuchung liegt darin, dass im Gegensatz zu den bisherigen Studien alle drei prognostisch relevanten Herzleistungsparameter an einer großen Studienpopulation untersucht wurden. Die Ergebnisse der Analysen verdeutlichen, dass die ungünstige Ausprägung der Herzleistungsparameter mit dem Alter zunimmt und Frauen (bis auf die Befunde der Herzrattendifferenz) etwas häufiger ungünstige Herzleistungsparameter aufweisen als Männer. Etwa 25 % der männlichen und 24 % der weiblichen Probanden haben eine pathologische Herzrattendifferenz, dies entspricht in etwa den Ergebnissen anderer Studien (Cole et al., 1999). Demgegenüber stehen 42,1 % männliche und 43,4 % weibliche Probanden mit einer ungünstigen Herzratenreserve (CI). Die Anzahl der Studienteilnehmer hier zeigt sich im Vergleich zum Forschungsstand prozentual beinahe doppelt so groß (Lauer et al., 1999). Es fehlt eine repräsentative Vergleichsstudie mit ähnlichem Probandenkollektiv. So liegt in der vorliegenden Studie der Prozentsatz der Studienteilnehmer mit einer chronotropischen Inkompetenz zwischen dem Prozentsatz von Studien mit jungem gesunden Probandenkollektiv (25 % CI; Lauer et al., 1999) und dem Prozentsatz von Probanden mit einer bekannten Herz-Kreislaufkrankung (72 % CI; Witte et al., 2005). Da auch die Übungskapazität vom

Alter abhängig ist, scheint der hohe Prozentsatz von Probanden mit einer geringen Übungskapazität erklärbar (60,2/59,7 Prozent). Obschon Differenzen im Forschungsstand bestehen, liefern die Befunde der vorliegenden Arbeit bezüglich der Herzleistungsparameter einen differenzierten Überblick über die Ausprägung der drei prognostisch relevanten Herzleistungsparameter bei asymptomatischen Probanden zwischen dem 45-74. Lebensjahr. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Risikostratifizierung von Herz-Kreislaufkrankungen sollten diese neuartigen Befunde Anlass für eine weitere Erforschung der Diagnostik und der Prognose von Herz-Kreislaufkrankungen geben, insbesondere da die Ergebnisse des Belastungs-EKG mitunter auch deutliche Hinweise auf das Risiko für die Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen geben können.

### ***Körperliche Aktivität und Herzleistung***

*Welche Parameter der Herzleistung durch KA beeinflusst werden und ob sich die positiven Effekte der körperlichen Aktivität auf die Herzleistung unter Berücksichtigung der Intensivitätsunterschiede auch in dieser Studie zeigen, ist ein Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit.*

Studien zeigen: Regelmäßige körperliche Aktivität ist ein geeignetes Mittel um eine ausgeglichene autonome Herzfunktion zu erlangen (Pardo et al., 2000). Ein zu geringes Ausmaß an KA ist mit ungünstigen oder pathologischen Herzleistungsparametern assoziiert (Carnethon et al., 2005; Curtis et al., 2002; Raczak et al., 2005; Buchheit et al., 2005). Das bestätigen auch die Ergebnisse dieser Studie. Das geschätzte Risiko, eine ungünstige Ausprägung der Herzleistungsparameter zu haben, ist für Probanden mit geringem körperlichen Aktivitätsausmaß (<500 MET) 2-5-fach so hoch wie bei körperlich aktiveren Probanden. Es zeigt sich, dass ein nahezu linearer Zusammenhang zwischen dem Ausmaß an körperlicher Aktivität und der ungünstigen Ausprägung der Herzleistungsparameter Herzrattendifferenz, Herzratenreserve und Übungskapazität besteht. Andere Analysen zeigen diesbezüglich kontroverse Ergebnisse (Melanson, 2000; Mensink, 1999). Die meisten Studien zu Herzleistung und körperlicher Aktivität untersuchen jedoch nur einen oder zwei Parameter der Herzleistung in Bezug auf ihr Verhältnis zur KA. Diese Studie indes untersucht die Gesamtheit aller drei prognostisch relevanten Herzleistungsparameter in ihrer Beziehung zu körperlicher Aktivität. Sie

zeigt, dass geringe körperliche Aktivität im engem Zusammenhang zu pathologischer Herzrattendifferenz, chronotropischer Inkompetenz und geringer Übungskapazität steht. Die vorliegenden Befunde zeigen auch, dass ein geringes Aktivitätsausmaß (<500 kcal/Woche) das geschätzte relative Risiko für pathologische Herzleistungsparameter erhöht, dieses aber mit steigender körperlicher Aktivität abnimmt. Dies lässt vermuten, dass schon geringe körperliche Aktivitätssteigerungen einen positiven Effekt auf das Herzkreislaufsystem haben können. Auch hierzu liegen unterschiedliche Ergebnisse anderer Studien vor. Teilweise werden die Ergebnisse dieser Analyse bestätigt, teilweise wird behauptet, dass erst ab einem moderaten bis hohen Aktivitätslevel ein positiver Effekt auf die autonome Herzfunktion zu erkennen ist (Mensink, 1999; Reland et al., 2004). Neuste Studien zeigen jedoch, dass schon eine Steigerung vom letzten Aktivitätsniveau auf das darüber liegende den größten Gesundheitseffekt (Health benefit) erbringt (Meyers et al., 2002). Auch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen legen die Vermutung nahe, dass eine Steigerung vom geringsten Aktivitätslevel auf das nächste zu einer deutlichen Verbesserung der Gesundheit führen kann. Betrachtet man die Ergebnisse der Regressionsanalysen, so zeigt sich bei männlichen und weiblichen Probanden ein ähnliches Verhältnis: Die Steigerung der KA von der Kategorie <500 auf 500-1500 MET senkt das OR der ungünstigen Herzleistungsparameter um 0,4-3 Dezimalstellen.

Weitere uneinheitliche Ergebnisse in der Forschungsliteratur existieren hinsichtlich des zur Prävention der KHK und der kardiovaskulären Mortalität empfohlenen körperlichen Aktivitätsausmaßes. Paffenbarger empfahl zur Prävention von Herz-Kreislaufkrankungen körperliche Aktivitätsumsätze von mindestens 2000 kcal/Woche (Paffenbarger et al., 1986); das American College of Sports Medicine empfiehlt mindestens 2 Stunden pro Woche in moderatem Maß körperlich aktiv zu sein; dies entspricht in etwa den am Anfang dieser Arbeit empfohlenen Aktivitätsausmaß des Bundesgesundheitsveys. Für eine umfassende gültige Empfehlung zur körperlichen Aktivität ist diese Arbeit nicht angelegt, jedoch wird aus den Ergebnissen deutlich, dass schon leichte bis mittlere (500-1500 MET/Woche) körperliche Aktivität das geschätzte Risiko für eine Störung der Herzleistung senkt und moderate bis starke körperliche Aktivität dieses Risiko noch stärker vermindert. Die mögliche Bedeutung der Befunde dieser Arbeit für die Behandlung und Prävention von Herz-Kreislaufkrankungen wird ersichtlich, wenn man in

Erwägung zieht, dass über 50 % der Probanden ein Aktivitätsausmaß von <500 kcal/Woche haben. Diese körperlich gering aktiven Probanden haben im Vergleich zu körperlich aktiveren Probanden ein deutlich erhöhtes Risiko für die Störung der autonomen Funktion des Herzens, die wiederum als Prädiktor für die Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen anzusehen ist. Angesichts der Tatsache, dass körperliche Aktivität eine der Prävention zugängliche Gesundheitsdeterminante ist, unterstreichen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit die Rolle der KA in der Prävention von Herz-Kreislaufkrankungen und fordern zur weiteren Erforschung der Zusammenhänge auf.

### ***Sozioökonomischer Status und Herzleistung***

*Lässt sich in der vorliegenden Studie der sozialer Gradient von Herzleistung nachweisen und inwieweit ist der mögliche Zusammenhang statistisch signifikant? Besteht ein sozialer Gradient bei allen drei Parametern der Herzleistung oder nur bei Einzelnen? Welche weiteren Differenzen zeigen die Herzleistungsparameter hinsichtlich ihrer Beziehung zum SES?*

Die Bedeutung des SES für die Herz-Kreislaufkrankungen ist, wie in Kapitel 2.1 angeführt, weit empirisch untersucht. Es fehlen jedoch ausführliche Studien zur Assoziation zwischen SES und der Herzleistung bzw. der autonomen Funktion des Herzens. Meines Wissens existieren in diesem Bezug allein die Arbeiten von Shishebor (Shishebor et al., 2002) und von Cohen (Cohen et al., 2008). Shishebor zeigte die Assoziation zwischen abnormer Herzrattendifferenz und niedrigem Ausbildungsstatus. Cohen und Kollegen belegen bei Probanden mit bekannten Herz-Kreislaufkrankungen den Zusammenhang von mehreren SES-Indikatoren mit der Übungskapazität. Diese Studie bestätigt die Ergebnisse von Shishebor und Cohen bezüglich der Assoziation von niedrigem Ausbildungsstatus und ungünstiger Herzrattendifferenz bzw. niedriger Übungskapazität. Darüber hinaus untersucht sie noch einen weiteren Parameter der Herzleistung, die 'Herzratenreserve'. Ein Zusammenhang mit dem sozioökonomischen Status wird bei allen drei Herzleistungsparametern nachgewiesen. Hier manifestiert sich eine teilweise starke Assoziation zwischen abnormer Herzrattendifferenz, ungünstiger Übungskapazität, chronotropischer Inkompetenz und niedrigem sozioökonomischen Status. Je nach Parameter besteht auch nach Kontrolle für Probanden ohne Ausbildung ein 2-5-fach



höheres Risiko, eine ungünstige Ausprägung der Herzleistungsparameter zu haben, als für Probanden mit Hochschulabschluss.

Die Regressionsanalysen aller Herzleistungsparameter zeigen eine kontinuierliche Abnahme der OR's mit zunehmendem Ausbildungsstatus bei Verwendung der jeweiligen ungünstigen oder pathologischen Ausprägung der Herzleistungsparameter als abhängige Variablen. Dies verdeutlicht den systematischen Zusammenhang von Ausbildungsstatus und ungünstiger Herzleistung. Teilweise werden die Befunde durch Kontrollberechnungen in ihrer Signifikanz geschwächt. Die Ergebnisse bei männlichen Probanden mit niedrigem Ausbildungsabschluss zeigen aber weiterhin mit OR-Werten von 1,8 ein deutlich erhöhtes geschätztes Risiko, eine ungünstige Herzratenreserve oder eine pathologische Herzratendifferenz zu besitzen. Auch die Befunde der weiblichen Studienteilnehmerinnen zeigen einen Zusammenhang zwischen niedrigem SES und pathologischer Herzratendifferenz. Die Ergebnisse liegen jedoch unter dem Signifikanzniveau. Die Analysen zur Herzratenreserve weisen mit OR-Werten von 1,77 einen signifikanten Zusammenhang von niedriger Ausbildungsstufe und ungünstiger Herzratenreserve auf. Insbesondere die Befunde zur Übungskapazität zeigen einen hoch signifikanten Zusammenhang auch nach Kontrolle für die Konfounder: Mit OR's von 4,19 (KI:2,19-8,02,  $p < 0,000$ ) bei männlichen und 2,75 (KI:1,73-4,38,  $p < 0,000$ ) bei weiblichen Probanden liefern sie den statistisch stärksten Zusammenhang von niedrigem SES und ungünstiger Herzleistung. Die vorliegenden Untersuchungen können somit den sozialen Gradienten der Herzleistung bei allen drei Herzleistungsparametern nachweisen und die inverse Beziehung von niedrigem Ausbildungsstatus und Herzleistung aufzeigen. Hier ist anzumerken, dass sich die Ergebnisse der weiblichen Studienteilnehmerinnen weniger ausdrucksstark zeigen. Weitere geschlechtsdifferenzierte Untersuchungen zur Messung der Herzleistung im Zusammenhang mit dem SES sollten zur Klärung dessen erfolgen. Die vorliegenden Befunde geben der Annahme recht, dass ein geringer Ausbildungsstatus mit einer autonomen Imbalance des Herzens assoziiert ist, unabhängig von den klassischen kardiovaskulären Risikofaktoren. Abnorme Herzratendifferenz, Übungskapazität und Herzratenreserve stehen in Assoziation mit kardiovaskulären Erkrankungen und sind unabhängige Prädiktoren für Mortalität, wie bisher publizierte Studien zeigen (Cole et al., 1999; Lauer et al., 1999; Curtis & O'Keefe, 2002). Die vorliegenden Ergebnisse sollten Anlass zur weiteren Erforschung des Zusammenhangs von

SES und Herzleistung geben. Die Effekte des SES auf die autonome Funktion des Herzens könnten zur Klärung der höheren Sterblichkeit bei Menschen niedrigerer sozialer Schicht beitragen. In der Hauptsache fehlen Studien, welche die drei prognostisch relevanten Herzleistungsparameter differenziert untersuchen und die Befunde dieser Untersuchung verifizieren oder widerlegen und eventuelle Ursachen der Ergebnisdifferenzen klären.

### ***Körperliche Aktivität als Mediator***

*In Anbetracht dessen, dass die Ergebnisse der Untersuchungen einen Zusammenhang zwischen SES und Herzleistung aufweisen, wird der Frage nachgegangen, welche Rolle die schichtspezifische Verteilung von körperlicher Aktivität in diesem Zusammenhang spielt. Ist körperliche Aktivität ein vermittelnder Faktor? Bleibt der soziale Gradient von Herzleistung auch unter Berücksichtigung der körperlichen Aktivität bestehen?*

In den Untersuchungen wurde gezeigt, dass körperliche Aktivität als Mediator zwischen sozioökonomischem Status und Herzleistung fungiert. Das bedeutet, dass KA im Zusammenhang von niedrigem SES und ungünstiger Herzleistung von Belang ist. Die Mediatorfunktion der KA wird deutlich in der Abnahme der Odds Ratios nach Einführung von 'KA' als unabhängige Variable in die Regressionsanalysen und dadurch in der Senkung der Signifikanz der Ergebnisse. Der soziale Gradient von SES und Herzleistung bleibt aber auch unter Berücksichtigung der KA bestehen. Die Analysen zur Übungskapazität liefern wiederholt hoch signifikante Ergebnisse. Die Befunde der anderen Herzleistungsparameter zeigen nach Kontrolle für KA eine Schwächung der Signifikanz, die kontinuierliche Abnahme der OR vom niedrigen zum höheren Ausbildungsstatus bleibt jedoch bestehen. Es erweist sich, dass körperliche Aktivität allein nicht den Zusammenhang von niedrigem sozioökonomischen Status und ungünstiger Herzleistung erklären kann. Die vorliegende Arbeit legt somit die von körperlicher Aktivität und anderen Risikofaktoren unabhängige Verbindung von niedriger Berufsausbildung und ungünstiger Herzleistung dar. Ein niedrigerer SES bedeutet auch oft fehlende Bewältigungsstrategien, Gratifikationskrisen, Machtlosigkeitgefühl, psychosozialer Stress im Allgemeinen, und führt zu chronischem Stress, welcher auch in einer Imbalance des autonomen Nervensystems resultieren kann (Rostrup et al., 1993; Langewitz et al., 1994). Wie im Kapitel 2 erwähnt, ist körperliche Aktivität nur ein Aspekt

des gesundheitsrelevanten Verhaltens, welches wiederum nur eine von mehreren (fünf) Determinanten für Gesundheit darstellt. Die sozioökonomischen Untersuchungen zur KA und Herzleistung können daher die Zusammenhänge der sozialen Ungleichheit von Gesundheit nicht umfassend klären. Die vorliegende Studie liefert jedoch einen relevanten Beitrag zur Erklärung des sozialen Gradienten von Gesundheit und fordert Gesundheits- und Sozialsysteme zur weiteren Forschung im Bereich der körperlichen Aktivität und der Herzleistung auf.

## 5.2 Methodische Begrenzung

### *Sample und Repräsentativität*

Die Heinz Nixdorf Recall Studie ist eine bevölkerungsbasierte Stichprobe und zeigt eine gleichmäßige über Geschlechts- und Altersgruppen verteilte Studienpopulation des höheren Erwachsenenalters. Wichtig ist zu erwähnen, dass es sich hier um eine Querschnittstudie handelt und somit die Kausalität der korrelierenden Zusammenhänge nicht überprüft bzw. nachgewiesen werden kann. Querschnittstudien liefern nur sogenannte „Momentanaufnahmen“. Angesichts dessen stellen die Ausführungen der vorliegenden Arbeit über mögliche kausale Zusammenhänge Hypothesen dar. Dennoch ist die Heinz Nixdorf Recall Studie aufgrund ihrer Größe, des vielfältigen und reichhaltigen Datenmaterials und der hochwertigen Qualitätssicherung repräsentativ und liefert empirisch wertvolles Datenmaterial. In den statistischen Verfahren dieser Untersuchung wurde das Odds Ratio als Risikoschätzer verwendet. Wieder muss darauf hingewiesen werden, dass es sich bei Odds Ratios nur um eine Schätzung des relativen Risikos und nicht um eine Quantifizierung des Risikos handelt. Unterteilt man die unabhängige Variable in Kategorien, wie z.B. bei der Berufsausbildung erfolgt, so zeigen jedoch Odds Ratios, die mit fortlaufender Kategorie steigen oder sinken, einen systematischen Zusammenhang zwischen abhängiger und unabhängiger Variable.

### *Sozioökonomischer Status*

Wie im Kapitel 3.3 begründet, verwendete die vorliegende Arbeit ‘Berufsausbildung’ als Schichtindikator. Die Ausbildung ist neben dem Einkommen und dem Beruf einer der klassischen Schichtindikatoren. Kritisch anzumerken ist jedoch, dass dieser Indikator starken Schwankungen nach Geburtskohorten unterliegt. Die Verteilung der Berufs-

ausbildung zeigt, dass in ca. 60 % der Fälle ‘Lehre und Berufsschule’ als Berufsabschluss genannt wurde und es in den höheren Kategorien weniger Varianz gibt. Dies ist durch die Altersstruktur der Stichprobe (45-74 Jahre) bedingt und verdeutlicht den eingangs erwähnten Kohorteneffekt.

Erste Vergleiche des Sozialschichtindikators ‘Schulabschluss’ der Stichprobe mit dem Mikrozensus 2002 zeigten, dass in der Studienpopulation Angehörige niedrigerer sozialer Schichten unterrepräsentiert und Angehörige höherer sozialer Schichten überrepräsentiert sind (Weyers, 2007). Vergleiche mit dem Mikrozensus des in der vorliegenden Arbeit verwendeten Schichtindikators ‘Berufsausbildungsabschluss’ liegen derzeit nicht vor. Geht man jedoch von einer Unterrepräsentation der niedrigeren Schichten aus, kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei einer höheren Teilnahme von Mitgliedern aus niedrigeren sozialen Schichten die beobachteten Effekte noch deutlicher zum Tragen kommen würden.

### *Körperliche Aktivität*

Die Operationalisierung und Messung von körperlicher Aktivität stellt ein methodisches Problem dar. Die im Kapitel 3.3 erläuterte Erhebung und Messung der KA in Anlehnung an Paffenbarger ist als eine valide und reliable Methode bekannt (Paffenbarger et al., 1978). Die aus dem Kompendium abgeleiteten MET Werte beruhen jedoch auf Messungen an jungen Erwachsenen und es ist fraglich, inwieweit sich die Werte direkt auf Menschen mittleren bis höheren Alters übertragen lassen (Ainsworth et al., 1993). Des Weiteren ist die Erfassung der Intensivität der jeweiligen KA mit methodischen Einschränkungen verbunden. Das Kompendium gibt für die einzelnen Aktivitäten differenzierte und detaillierte Angaben zur Intensivität wie z.B. Schwimmen (krauln): langsam, mittel (general) und schnell an. Der Fragebogen dieser Studie ließ jedoch eine genaue Differenzierung der Intensivität nicht zu. Somit wurden alle Aktivitäten ohne Intensivitätsangaben der jeweiligen Kategorie „general“ (Mittelstufe) zugeordnet. Es ist jedoch anzumerken, dass selbst bei einer detaillierteren Angabe der Befragten zur Intensivität der KA, diese Angabe ohne genauere Messungen subjektiv bleibt; was für den einen Probanden ein mittleres Tempo darstellt, stellt für einen anderen Probanden ein schnelles dar. Weiterhin besteht eine Problematik bei der Frequenzberechnung der Saisonsportarten wie z.B. Skifahren, Wandern, Segeln. Je nach Jahreszeit wird das statisti-

sche Mittel über- oder unterschätzt, wenn danach gefragt wird, wie oft KA in den vergangenen vier Wochen ausgeübt wurde und wie lange normalerweise eine Einheit dauert. Die Analysen zeigten diesbezüglich sogenannte Ausreißer, welche insgesamt eher extrem nach oben abweichende MET-Werte aufwiesen. Dies führte zu dem im Kapitel 3.3.1 und 4.2 erwähntem hohen Mittelwert der KA, verglichen mit dem Median. Neben dem saisonalen Aspekt der Frequenzangabe von körperlicher Aktivität zeigt sich zudem das allgemeine Phänomen, dass von Probanden statt der tatsächlich durchschnittlichen Frequenz die meist nur intermittierend vorkommende höhere Frequenz der KA angegeben wird. Eine Jahres-Frequenzangabe der KA könnte zur besseren Abschätzung der Aktivitätsfrequenz beitragen. Insgesamt führen die genannten Größen eher zu einer Überschätzung des statistischen Mittels der körperlichen Aktivität; dies sollte bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden.

Die im Beruf ausgeübte körperliche Aktivität wurde in den Berechnungen der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt. Argumentativ könnte man anführen, dass Berufe mit schwerer körperlicher Arbeit vermehrt in unteren sozialen Schichten zu finden sind und Angehörige dieser Schichten dadurch eventuell weniger Bereitschaft haben, sich auch noch in ihrer Freizeit körperlich aktiv zu betätigen. Da in den industrialisierten Ländern wie Deutschland jedoch berufliche körperliche Aktivität meist aus Gehen und Treppensteigen besteht und andere schwere körperliche Aktivitäten im Beruf selten geworden sind (Shephard, 1990), wurde KA im Beruf durch die Berücksichtigung der zurückgelegten Kilometerzahl und erklommenen Stockwerke somit immerhin teilweise erfasst. Hier ist anzuführen, dass es zu einer Unterschätzung oder Überschätzung der Anzahl an gestiegenen Treppen kommen kann, da in Anlehnung an Paffenbarger 10 Stufen als durchschnittliche Anzahl eines Stockwerks festgelegt wurden. Auch wurden Aktivitäten außerhalb der sportlich verübten Freizeitaktivitäten, wie Haushaltsarbeit oder Gartenarbeit, aus methodischen Gründen dem Gesamt-MET-Wert nicht zugerechnet. Diesbezüglich war die Validität der Daten nicht sicher; die Angaben der Probanden über Freizeitaktivitäten waren sehr subjektiv und nicht kategorisierbar. Insbesondere bei Freizeitaktivitäten unterscheidet sich der Energieumsatz erheblich. So verbraucht ein Proband bei Gartenarbeit in Form von Bewässerung und Säen bis 2,5 MET pro Stunde, bei Gartenarbeit in Form von Laubentfernung per Hand bis 6,0 MET pro Stunde. Eine Einteilung ohne detailliertere Angaben über die Gartenarbeit wäre somit willkürlich.

Der Fragebogen ließ die genaue Differenzierung der Haushalts- und Freizeitaktivitäten jedoch nicht zu. Diese Faktoren könnten zur Unterschätzung des statistischen Mittels der körperlichen Aktivität führen.

Die exakte Definition von körperlicher Aktivität, die anzuführen ist als „jede körperliche Bewegung, die von der Skelettmuskulatur ausgeht und bei der Energie verbraucht wird“, berücksichtigte die vorliegende Studie demzufolge nicht gänzlich. Dessen ungeachtet wurde der Großteil des körperlichen Aktivitätsausmaßes der Studienteilnehmer erfasst. Die in den Analysen dieser Arbeit verwendete Methode der Berechnung von körperlicher Aktivität ist gültig und erprobt (Sesso et al., 1999). Im Hinblick auf die wegen der großen Anzahl unterschiedlicher Berechnungswege eingeschränkten Vergleichsmöglichkeiten wird die Forderung nach einem standardisierten Verfahren zur Messung der körperlichen Aktivität immer häufiger laut (Shephard, 2003; Oguma et al., 2001).

### *Herzleistung*

Für die Berechnung von Herzratenreserve, Übungskapazität und Herzratendifferenz ergaben sich einige methodische Begrenzungen. Sowohl die Übungskapazität als auch die Herzratenreserve wurden mit der im Methodenteil erwähnten Formel errechnet und nicht direkt durch Gasaustauschtechniken oder Stoffwechselltests bestimmt. Somit stellen beide Werte kalkulierte und nicht direkt gemessene Werte dar. Der Belastungs-EKG-Test wurde unter submaximalen Bedingungen durchgeführt; bei erreichter maximaler Herzfrequenz wurde der Test beendet. Dadurch wurden über dem Maximum liegende Herzfrequenzen nicht erfasst, so dass es zu einer Schwächung der Differenzen und der Assoziation der Ergebnisse kommen könnte. Des Weiteren ist anzumerken, dass die Beziehung zwischen Herzratendifferenz und Herzratenreserve noch nicht geklärt ist. Studien vermuten, dass viele Abnormitäten der Herzartendifferenz in Beziehung zur Herzratenreserve stehen (Desai et al., 2001). In den Zusammenhangsanalysen der Herzleistungsparameter wurden zwar wichtige Faktoren wie Blutdruck, Adipositas, Rauchen, BMI kontrolliert, nicht jedoch herzwirksame Medikamente wie beispielsweise Beta-Blocker. Die Einnahme der Medikamente könnte Einfluss auf die Ergebnisse haben, da durch ihre Wirkung auf das Herz-Kreislaufsystem die Variablen der Herzleistung verändern könnten. Sämtliche Berechnungen unter Berücksichtigung der herzwirk-

samen Medikamente ergaben jedoch keine nennenswerten Änderungen der Ergebnisse. Überdies zeigt eine Studie, dass der prognostische Wert der Übungskapazität auch unter Einnahme von herzwirksamen Medikamenten erhalten bleibt (Murray et al., 1988). Zur Interpretation der Ergebnisse ist hinzuzufügen, dass die Dichotomisierung der Variablen der Herzleistung in eine ungünstige bzw. pathologische und in eine normwertige teilweise verteilungsbasiert erfolgte. Dies liegt mitunter daran, dass, außer für die Herzratenreserve, keine international gültigen Definitionen der Grenzwerte vorliegen und sich die Studien hinsichtlich dieser Grenzwerte stark unterscheiden.

### **5.3 Bedeutung und Konsequenzen**

Es wurde umfassend gezeigt, dass sich körperliche Aktivität direkt auf das Herz-Kreislaufsystem auswirkt. Durch körperliche Aktivität reduziert sich das Risiko für Herz-Kreislauferkrankungen substantiell. Somit stellt KA einen wichtigen Schutzfaktor vor Herz-Kreislauferkrankungen dar. Die Tatsache, dass körperliche Aktivität der Prävention zugänglich und daher auch veränderbar ist, unterstreicht ihre Bedeutung im gesundheitspolitischen Sinne. In Anbetracht der zunehmenden Anzahl von inaktiven Menschen und der hohen Anzahl von Menschen, die glauben, nicht stärker körperlich aktiv sein zu müssen, wird deutlich, dass noch Aufklärungsarbeit geleistet werden muss, um die Bevölkerung von der Notwendigkeit der Ausübung von KA zu überzeugen. Hierzu muss der soziale Gradient der körperlichen Aktivität Berücksichtigung finden. Auf gesellschaftspolitischer, politischer und medizinsoziologischer Ebene sollte versucht werden, bei gesundheitsschädigendem Verhalten körperlicher Inaktivität zu intervenieren. Die Befunde dieser Studie zeigen, dass schon eine Steigerung vom geringstem Aktivitätsniveau zum nächst höheren einen positiven Effekt auf das Herz-Kreislaufsystem hat. So sind Menschen eventuell besser zu motivieren, körperlich aktiv zu sein, da der Aufwand für den gewünschten Effekt nicht sehr groß ist, beziehungsweise kleine Veränderungen im Lebensstil körperliche Aktivität steigern können. Ärzte sollten über die Ursachen von gesundheitsschädigendem Verhalten im Bilde sein, um dieses konkret in der Behandlung der Patienten ansprechen zu können und eventuelle Hilfestellungen zur Veränderung des Aktivitätsausmaßes geben zu können. Angesichts der Tatsache, dass KA das Mortalitätsrisiko senkt, sollten Ärzte körperliche Aktivität als Standardtherapie und Prävention insbesondere bei Risikopatienten wie Diabetikern

und Hypertonikern anwenden. Die Rolle der Ärzteschaft ist bedeutend, wenn man bedenkt, dass Patienten ihr körperliches Aktivitätsausmaß nach ärztlicher Empfehlung verändern (Lewis & Lynch, 1993). So könnten in Deutschland ähnliche Programme zur Förderung der KA wie in Amerika angewandt werden. Beispielsweise zeigten die im PACE (Physical Activity Counseling and Evaluation) Programm verwendeten Protokolle zur körperlichen Aktivität Erfolg: Die Protokolle enthielten Angaben zum jeweiligen Aktivitätslevel der Patienten und Angaben zur Bereitschaft für eine Änderung des sportlichen Verhaltens. Die Studie zeigt, dass mit Hilfe dieser Protokolle ein Anstieg der körperlichen Aktivität zu erreichen war (Long et al., 1994).

Maßnahmen zur Steigerung der körperlichen Aktivität der Bevölkerung müssen sich auch stark auf die Bevölkerung der unteren Schichten beziehen, da diese, wie gezeigt, vermehrt inaktiv ist. Neben einer der Problematik angemessenen Stadtteilplanung (Parks, Freizeitstätten, Schwimmbäder, Fitnesscenter) werden hier der Ausbau des Vereinswesens sowie kontinuierlicher Sportunterricht, Sportstipendien und Sportwettbewerbe nur beispielhaft genannt. Nicht nur die Jugend sondern auch ältere Generationen müssen zur sportlichen Aktivität animiert werden und es sollten speziell auf deren Bedürfnisse ausgerichtete Programme geschaffen werden. Insbesondere der älteren Generation ist aufgrund der bestehenden Vorerkrankungen und der damit verbundenen gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erklären, dass es keiner großen „Klimmzüge“ bedürfe, um in einem für die Gesundheit wirkungsvollen Maß körperlich aktiv zu sein. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen die erhöhte Prävalenz von körperlicher Inaktivität und von ungünstigen Herzleistungsparametern mit zunehmendem Alter. Die Forschungsliteratur zeigt hingegen auch, wie eingangs erwähnt, dass regelmäßige körperliche Aktivität den Gesundheitszustand unabhängig vom Alter positiv beeinflusst. Über diese Befunde muss die ältere Generation aufgeklärt werden, insbesondere darüber, dass KA auch bei gesundheitlichen Beeinträchtigungen einen positiven Effekt besitzt. Denn neben geringer Kontrollüberzeugung und materiellen Aspekten stellt die Wahrnehmung der eigenen Gesundheit respektive die Wahrnehmung der dazugehörigen gesundheitlichen Beeinträchtigungen einen Prädiktor für abnehmende körperliche Aktivität bei Gruppen mit niedrigem sozialen Status dar (Droomers et al., 2001).

Aufklärung allein wird das Ausmaß an körperlicher Aktivität bei der sozial schwachen Bevölkerungsschicht jedoch nicht adäquat steigern können. Es müssen detaillierte und



konkrete Pläne zur Steigerung und Aufrechterhaltung der KA entstehen. Dazu gehören die weitere Erforschung sowie Anwendung von möglichen Einflussgrößen auf die Kontrollüberzeugung der Menschen, die, wie einleitend erwähnt, eine wichtige Ursache für das gesundheitsschädigende Verhalten von Menschen mit niedrigem SES darstellen. Neben der Motivation zur stärkeren sportlichen Betätigung sind auch konkrete Hilfestellungen bei der Planung und Durchführung der KA notwendig, speziell solche Hilfestellungen, die auch auf eventuelle Hürden und Probleme der Inaktiven eingehen können. Hier wird die Komplexität des Themas deutlich; die Förderung und Aufrechterhaltung von vermehrter KA geht über reine Aufklärung und Motivation durch den Arzt hinaus. Die Ärzteschaft sollte demzufolge in noch stärkerem Maße über die Notwendigkeit der Förderung und Aufrechterhaltung von KA aufgeklärt werden. Dabei sind konkrete und praktikable Handlungsschemata und Programme, die den Ärzten seitens der Gesundheitspolitik zur Hilfestellung gegeben werden sollten, gefordert.

Die Befunde der Belastungs-EKG-Untersuchung zeigen, dass sowohl ein geringes Ausmaß an KA als auch ein niedriger SES mit einer ungünstigen Ausprägung der Herzleistungsparameter assoziiert ist. Es wurde gezeigt, dass körperliche Aktivität einen direkten Effekt auf die Herzleistung bei asymptomatischen Probanden besitzt. Diese Befunde unterstreichen wiederum die im Kontext der zunehmenden Prävalenz von Herz-Kreislauferkrankungen geforderte Steigerung der körperlichen Aktivität der Bevölkerung. Hier könnte das Belastungs-EKG zur Verlaufskontrolle der gesteigerten körperlichen Aktivität Verwendung finden. Damit würde ein weiteres Mittel zur Motivation, Aufrechterhaltung und Überprüfung der körperlichen Aktivität entstehen. Differenzierte Langzeitstudien zur Assoziation von leichter bis moderater KA mit Herzleistungsparametern fehlen jedoch weitgehend und sollten vorher herangezogen werden. Obwohl das Belastungs-EKG aufgrund des geringen positiven Vorhersagewertes nicht als Screeningmethode für asymptomatische Patienten anerkannt ist, lassen sich doch wichtige prognostische Werte und deren Veränderungen messen. Die Frage nach der Verwendung des Belastungs-EKGs als Standardinstrument zum Erlangen von prognostischen Daten bei risikobehafteten Patienten wird hier wiederholt laut, da es für die Behandlung der Patienten bedeutende therapeutische und präventive Strategien zur Risikosenkung von Herz-Kreislauferkrankungen liefert.

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass der soziale Gradient der Herzleistung unabhängig von körperlicher Aktivität bestehen bleibt. Sie legt den systematischen Zusammenhang von niedrigem sozioökonomischem Status und niedriger KA sowie ungünstiger Herzleistung dar. Mit dem Untersuchungsergebnis liefert sie einen aufschlussreichen Beitrag zur Interpretation des sozialen Gradienten. Die Gesundheits- und Sozialsysteme sind daher aufgefordert, in gemeinsamer Arbeit konkrete und praktikable Strategien zur Förderung und Aufrechterhaltung der körperlichen Aktivität und der damit verbundenen Gesundheit zu entwickeln. Vor dem Hintergrund, dass die Weltgesundheitsorganisation die Verringerung gesundheitlicher Ungleichheit als Ziel deklariert hat, das bis zum Jahr 2020 erreicht werden soll, ist die Herabsetzung der sozialen Ungleichheit zur Chancengleichheit unverändert ein wichtiges Vorhaben der Gesundheitsorganisationen. Die Steigerung des Aktivitätsausmaßes der Bevölkerung mit niedrigem sozioökonomischem Status könnte einen Schritt in Richtung des Ziels darstellen.

Die Befunde der von körperlicher Aktivität unabhängigen Assoziation von niedrigem sozioökonomischem Status mit ungünstiger Herzleistung zeigen jedoch auch, dass mutmaßlich noch andere Mechanismen und Ursachen vorhanden sind, die eine soziale Ungleichheit von Gesundheit bedingen. Das gesundheitliche Versorgungssystem und die gesundheitsrelevante Lebensführung stellen nur zwei der fünf Determinanten von menschlicher Gesundheit dar. Andere sind: genetische Disposition, natürliche Umwelt und soziale Umwelt. Diesen Sachverhalt sollten auch weitere Untersuchungen zur sozialen Ungleichheit von Herz-Kreislaufkrankungen berücksichtigen. Schließlich müssen sich Angehörige des Gesundheitssystems bewusst sein, dass die Aufklärung und Informationsgabe über gesundheitsrelevante Themen sowie die anschließende Therapie dem Konstrukt der 'menschlicher Gesundheit' allein nicht gerecht wird. Vielmehr sind für eine vollständige Erfassung von Gesundheit darüber hinaus gehende Erkenntnisse und Maßnahmen notwendig.

## 6. Zusammenfassung

Sozial ungleiche Erkrankungsrisiken sind für die koronare Herzkrankheit ebenso wie für viele andere chronische Erkrankungen überzeugend nachgewiesen worden. Je ungünstiger der sozioökonomische Status (SES) einer Person, desto höher ihr kardiovaskuläres Risiko. Die vorliegende Arbeit untersucht den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität (KA) und Herzleistung in Abhängigkeit von sozialem Status auf der Basis von Daten einer umfangreichen epidemiologischen Beobachtungsstudie, der Heinz Nixdorf Recall Studie, an 4487 Männern und Frauen im Alter von 45 bis 74 Jahren. Die Studie wurde in drei städtischen Regionen des Ruhrgebietes unter Leitung der Kardiologischen Universitätsklinik Essen und unter Mitwirkung des Instituts für Medizinische Soziologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf durchgeführt. Neben Befragungsdaten wurden auch EKG-Daten in die Analyse einbezogen. Als Herzleistungsparameter wurden die Variablen ‘Herzrattendifferenz’, ‘Herzratenreserve’ und ‘Übungskapazität’ berücksichtigt.

Die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit zeigen Folgendes:

Niedriger SES ist mit einem geringen Ausmaß an körperlicher Aktivität assoziiert. Die Odds Ratios sind nach Kontrollrechnungen 4,2-3,1-fach höher beim Vergleich des niedrigsten mit dem höchsten SES. Geringe Berufsausbildung steht mit einer eingeschränkten Herzleistung in Verbindung, signifikante Odds Ratio Werte liegen je nach Herzleistungsparameter zwischen 1,2-4,2. Odds Ratios von 1,4-3,7 legen die Assoziation von geringer KA mit ungünstiger Herzleistung dar. Der Zusammenhang von SES und Herzleistung bleibt auch nach Berücksichtigung der KA bestehen, KA zeigt hierbei eine vermittelnde Funktion.

Insgesamt belegen diese neuartigen Ergebnisse einer umfangreichen epidemiologischen Studie die Notwendigkeit, präventive Aktivitäten zur Verbesserung der Herz-Kreislauf-Gesundheit unter besonderer Berücksichtigung schichtspezifischer Hemmnisse zu entwickeln.

Genehmigt von Univ.-Prof. Dr. phil. Johannes Siegrist

## Literaturverzeichnis

Adda, J., Chandola, T., Marmot, M. (2003). Socioeconomic status and health: Causality and pathways. *Journal of Econometrics*, 112, 57-63.

Adler, N., E., Boyce, T., Chesney, M., A., Cohen, S., Folkman, S., Kahn, R., L., Syme, S., L. (1994). Socioeconomic status and health. The challenge of the gradient. *American Psychology*, 49, 15-24.

Ainsworth, B., E., Haskell, W., L., Leon, A., S., Jacobs, D., R., Montoye, H., J., Sallis, J., F., Paffenbarger, R., S. (1993). Compendium of physical activities: Classification of energy costs of human physical activities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25, 71-80.

Ainsworth, B., E., Leon, A., S., Richardson, M., T., Jacobs, D., R., Paffenbarger R., S. (1993). Accuracy of the college alumna physical activity questionnaire. *Journal of Clinical Epidemiology*, 46, 1430-1411.

Avendano, M., Kunst, A., E., Huisman, M., van Lenthe, F., Bopp, M., Borrell, C., Valkonen, T., Regidor, E., Costa, G., Donkin, A., Borgan, J., K., Deboosere, P. et al. (2004). Educational level and stroke mortality: A comparison of 10 European populations during the 1990s. *Stroke* 35, 432-437.

Balady, G., J., Larson, M., G., Vasan, R., S., Leip, E., P., O'Donnell, C., J., Levy, D. (2004). Usefulness of exercise testing in the prediction of coronary disease risk among asymptomatic persons as a function of the Framingham risk score. *Circulation*, 110, 1920-1925.

Bandura, B. (1992). *Self-efficacy mechanism in psychobiologic functioning*. In: R. Schwarzer (ed.). *Self Efficacy. A Thought Control of Action* (pp. 355-394). Washington, Hemisphere.

Barengo, N., C., Hu, G., Lakka, T., A., Nissinen, A., Pekkarinen, H., Tuomilehto, J. (2004). Low physical activity as a predictor for total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men and women in Finland. *European Heart Journal*, 25, 2204-2211.

Billman, G., E. (2002). Aerobic exercise conditioning: A nonpharmacological antiarrhythmic intervention. *Journal of Applied Physiology*, 92, 446-454.

Blair, S., N., Cheng, Y., Holder, S. (2001) Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 379-399.

Blair, S., N., Haskell, W., L., Ho, P., Paffenbarger, R., S., Vranizan, K., M., Farquhar, J., W., Wood, P., D. (1985). Assessment of habitual physical activity by seven-day re-

call in a community survey and controlled experiments. *American Journal of Epidemiology*, 122, 794-804.

Blane, D., Smith, D., Bartley, G. (1993). Social Selection: What does it contribute to social class differences in health? *Sociology of Health and Illness*, 15, 1-15.

Bosma, H., Peter, R., Siegrist, J., Marmot, M. (1998). Two alternative job stress models and the risk of coronary heart disease. *American Journal of Public Health*, 88, 68-74.

Bourdieu, P. (1982). *Die feinen Unterschiede. Kritik der gesellschaftlichen Urteilskraft*. Frankfurt am Main. Suhrkamp.

Buchheit, M., Simon, C., Charloux, A., Doutreleau, S., Piquard, F., Brandenberger, G. (2005). Heart rate variability and intensity of habitual physical activity in middle-aged persons. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37, 1530-4.

Carnethon, M., R., Jacobs, D., R., Sidney, S., Sternfeld, B., Gidding, S., S., Shoushtari, C., Liu, K. (2005). A longitudinal study of physical activity and heart rate recovery: Cardia 1987-1993. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37, 606-612.

Cohen, B., Vittinghoff, E., Whooley, M. (2008). Association of socioeconomic status and exercise capacity in adults with coronary heart disease (from the Heart and Soul Study). *American Journal of Cardiology*, 101, 462-466.

Cole, C., R., Blackstone, E., H., Pashkow, F., J., Snader, C., E., Lauer, M., S. (1999): Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *New England Journal of Medicine*, 341, 1351-1358.

Crespo, C., Ainsworth, B., E., Keteyian, S., J., Heath, G., W., Smit, E. (1999). Prevalence of physical activity and its relation to social class in US adults: Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 12, 1821- 1827.

Curtis, B., M., O'Keefe, J., H. (2002). Autonomic tone as a cardiovascular risk factor: The dangers of chronic fight or flight. *Mayo Clinic Proceedings*, 77, 45-54.

Desai, M., Y., Pena-Almaguer, E., Mannting, F. (2001). Abnormal heart rate recovery after exercise as a reflection of an abnormal chronotropic response. *American Journal of Cardiology*, 87, 164-1169.

Dillman, D., A. (2000). *Mail and Internet Surveys: The Tailored Design Method*. New York: John Wiley & Sons.

Droomers, M., Schrijvers, C., T., M., Mackenbach, J., P. (2001). Educational level and decreases in leisure time physical activity: Predictors from the longitudinal GLOBE study. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 55, 562-568.

Ekelund, L., G., Haskell, W., L., Johnson, J., L., Whaley, F., S., Criqui, M., H., Sheps, D., S. (1988). Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men. The lipid research clinics mortality follow-up study. *New England Journal of Medicine*, 319, 1379-1384.

Elhendy, A., Douglas, W., Khandheria, B., K., Burger, K., Pellikka, P., A. (2003). Prognostic significance of impairment of heart rate response to exercise: Impact of left ventricular function and myocardial ischemia. *Journal of the American College of Cardiology*, 42, 823-830.

Erikssen, G., Bodegard, J., Bjornholt, J., V., Liestol, K., Thelle, D., S., Erikssen, J. (2004). Exercise testing of healthy men in a new perspective: From diagnosis to prognosis. *European Heart Journal*, 25, 978-986.

Fagard, R., H. (2001). Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 484-492.

Festinger, L. (1957). *A Theory of Cognitive Dissonance*. Evanston Ill., Row Peterson.

Folsom, A., R., Caspersen, C., J., Taylor, H., L., Jacobs, D., R., Luepker, R., V., Gomez-Marín, O., Gillum, R., Blackburn, H. (1985). Leisure time physical activity and its relationship to coronary risk factors in a population-based sample. *American Journal of Epidemiology*, 121, 570-579.

Ford, E., S., Merritt, R., K., Heath, G., W., Powell, K., E., Washburn, R., A., Kriska, A., Haile, G. (1991). Physical activity behaviors in lower and higher socioeconomic status populations. *American Journal of Epidemiology*, 12, 1246-1256.

Gibson, R., J. (2002). Abnormal heart-rate recovery after exercise. *The Lancet*, 359, 1536-1537.

Hamilton, K., L., Powers, S., K., Sugiura, T., Kim, S., Lennon, S., Tumer, N., Mehta, J., L. (2001). Short-term exercise training can improve myocardial tolerance to I/R without elevation in heat shock proteins. *American Journal of Heart and Circulatory Physiology*, 281, 1346-1352.

Heinemann, L., Garbe, E., Classen, E. et al. (1998). Trends im kardiovaskulären Risikofaktorenprofil in Ostdeutschland. Drei unabhängige Bevölkerungsuntersuchungen im Rahmen des Projekts MONICA Ostdeutschland. MONItoring of Trends and Determinants of Cardiovascular Disease. *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 123, 889-895.

Helmert, U., Borgers, D. (1998). Rauchen und Beruf. Eine Analyse von 100.000 Befragten des Mikrozensus 1995. *Bundesgesundheitsblatt*, 41, 102-107.

Helmert, U., Bamman, K., Voges, W., Müller, R. (2000). *Müssen Arme früher sterben?: Soziale Ungleichheit und Gesundheit in Deutschland*. Juventa Verlag.

- Helmert, U., Maschewsky-Schneider, U., Mielck, A., M., Greiser, E. (1993). Soziale Ungleichheit bei Herzinfarkt und Schlaganfall in Westdeutschland. *Sozial- und Präventivmedizin* 38, 123-132.
- Helmrich, S., P., Ragland, D., R., Leung, R., W., Paffenbarger, R., S. (1991). Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *New England Journal of Medicine*, 25, 147-152.
- Henry, P. (2000). Modes of thought that vary systematically with both social class and age. *Psychology & Marketing*, 17, 421-440.
- Holle, R., Giesecke, B., Nagl, H. (2000). PC-gestützte Datenerhebung als Beitrag zur Qualitätssicherung in Gesundheitssurveys: Erfahrungen mit DAIMON im KORA-Survey 2000. *Zeitschrift für Gesundheitswissenschaften*, 2, 165-173.
- Hradil, S. (2001). *Soziale Ungleichheit in Deutschland*. (8. ed.) Opladen: Leske + Budrich.
- Jolliffe, J., A., Rees, K., Taylor, R., S., Thompson, D., Oldridge, N., Ebrahim, S. (2001) Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Review*, 1, CD001800.
- Kaplan, G., A., Keil, J., E. (1993). Socioeconomic factors and cardiovascular disease: A review of the literature. *Circulation*, 1973-78.
- Kaplan, G., A., Strawbridge, W., J., Cohen, R., D., Hungerford, L., R. (1996). Natural history of leisure-time physical activity and its correlates: Associations with mortality from all causes and cardiovascular disease over 28 years. *American Journal of Epidemiology*, 144, 793-797.
- Karasek, R., A., Theorell, T. (1990). *Healthy Work*. New York, Basis Books.
- King, A., C., Taylor, C., B., Haskell, W., L., DeBusk, R., F. (1989). Influence of regular aerobic exercise on psychological health: A randomized, controlled trial of healthy middle-aged adults. *Journal of Health Psychology*, 8, 305-324.
- Kramer, A., Siegrist, J. (1972). Soziale Schicht und Krankheitsverhalten. Eine Kontrollstudie. In H. Enke & A. Pohlmeier (Eds.), *Psychosoziale Rehabilitation* (pp. 199). Stuttgart: Hippokrates.
- Kunst, A., E., Mackenbach, J., P. (1994). The size of mortality differences associated with educational level in nine industrialized countries. *American Journal of Public Health*, 84, 932-937.
- Langewitz, W., Rüdell, H., Schächinger, H. (1994). Reduced parasympathetic cardiac control in patients with hypertension at rest under mental stress. *American Heart Journal* 127, 122-128.

- Lauer, M., Francis, G., S., Okin, P., M., Pashkow, F., J., Snader, C., E., Marwick, T., H. (1999): Impaired chronotropic response to exercise stress testing as a predictor of mortality. *Journal of American Medical Association*, 281, 524-529.
- Lauer, M., Froelicher, E., S., Williams, M., Kligfield, P. (2005). Exercise testing in asymptomatic adults. A Statement for Professionals From the American Heart Association Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention. *Circulation*, 112, 771-776.
- Lauer, M., Okin, P., M., Larson, M., G., Evans, J., C., Levy, D. (1996). Impaired heart rate response to graded exercise: Prognostic implications of chronotropic incompetence in the Framingham Heart Study. *Circulation*, 93, 1520-1526.
- Lee, C. (1993). Attitudes, knowledge, and stages of change: A survey of exercise patterns in older Australian woman. *Journal of Health Psychology*, 2, 476-480.
- Lee, I., M., Sesso, H., D., Paffenbarger, R., S. (2000). Physical activity and coronary heart disease risk in men: Does the duration of exercise episodes predict risk? *Circulation*, 102, 981-986.
- Lee, I., M., Paffenbarger, R., S., Hshieh, C. (1991). Physical activity and risk of developing colorectal cancer among college alumni. *The Journal of the National Cancer Institute*, 83, 1324-1329.
- Leon, A., S., Sanchez, O., A. (2001). Meta-analysis of the effects of aerobic exercise training on blood lipids. *Circulation*, 104, 414-415.
- Lewis, B., S., Lynch, W., D. (1993). The effect of physician advice on exercise behavior. *American Journal of Preventive Medicine*, 22, 110-121.
- Löllgen, H., Erdmann, E. (2000). *Ergometrie: Belastungsuntersuchung in Klinik und Praxis*. Springer Verlag.
- Long, B., J., Calfas, K., J., Sallis, J., F. et al. (1994). Evaluation of patient physical activity after counselling by primary care providers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26, S4.
- Lynch, J., W., Kaplan, G., A., Salonen, J., T. (1997). Why do poor people behave poorly? Variation in adult health behaviours and psychosocial characteristics by stages of the socioeconomic life course. *Social Science and Medicine*, 44, 809-819.
- Mackenbach, J., P., Bos, V., Andersen, O., Cardano, M., Costa, G., Harding, S. et al. (2003). Widening socioeconomic inequalities in mortality in six Western European countries. *International Journal of Epidemiology*, 32, 830-7.



- Mackenbach, J., P., Kunst, A., E., Cavelaars A., Groenhouf F., Geurts J. & EU working group on socioeconomic inequalities in health (1997). Socioeconomic inequalities in morbidity and mortality in Western Europe. *The Lancet*, 349, 1655-1659.
- Mackenbach, J., P., Bakker, M., J. (2002). *Reducing inequalities in Health: A European perspective*. Routledge: London.
- Manson, J., E., Nathan, D., M., Krolewski, A., S., Stampfer, M., J., Willett, W., C., Hennekens, C., H. (1992). A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *Journal of the American Medical Association*, 268, 63-67.
- Marcus, R., Drinkwater, B., Dalsky, G. et al. (1992). Osteoporosis an exercise in woman. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24, 301- 307.
- Margetts, B., M., Rogers, E., Widhal, K., Remaut de Winter, A., M., Zunft, H., J. (1999). Relationship between attitudes to health, body weight and physical activity and level of physical activity in a nationally representative sample in the European Union. *Public Health Nutrition*, 2, 97-103.
- Marmot, M., G. (2004). *Status Syndrome. How Our Position on the Social Gradient Affects Longevity and Health*. London: Bloomsbury Publishing.
- Marmot, M., G., Wilkinson, R. (2005). *Social Determinants of Health*. Oxford: University Press.
- Marmot, M., G. (1994). Social differentials in health within and between populations. *Daedalus*, 123, 197-216.
- Marmot, M., G., Shipley, M., J., Rose, G. (1984). Inequalities in death - Specific explanations of a general pattern? *Lancet*, 1, 1003-6.
- Marmot, M., G., Smith, G., D., Stansfeld, S., Patel, C., North, F., Head, J., White, I., Brunner, E., Feeney, A. (1991). Health inequalities among British civil servants: The Whitehall II study. *Lancet*, 337, 1387-1393.
- Martinez-Gonzalez, M., A., Varo, J., J., Santos, J., L., De Irala, J., Gibney, M., Kearney, J., Martinez, J., A. (2001). Prevalence of physical activity during leisure time in the European Union. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 1142-1146.
- Martinez-Gonzalez, M., A., Martinez, J., Hu, F., Gibney, M., Kearney, J. (1999). Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union. *International Journal of Obesity Related Metabolic Disorders*, 23, 1192-201.
- Melanson, E., L. (2000). Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 1894-901.
- Mensink, G. (1999). Körperliche Aktivität. *Gesundheitswesen*, 61, 126-131.

- Mensink, G. (2002). *Körperliches Aktivitätsverhalten in Deutschland*. In: Samitz, G., Mensink, G., B., M. (Hrsg), Körperliche Aktivität in Prävention und Therapie, München, Hans Marseille Verlag.
- Mensink, G., Deketh, M., Mul, M., D., M., Schuit, A., J., Hoffmeister, H. (1996). Physical activity and its association with cardiovascular risk factors and mortality. *Epidemiology*, 7, 391-397.
- Meyers, J., Prakash, M., Froelicher, V., Do, D., Partington, S., Atwood, J., E. (2002). Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *The New England Journal of Medicine*, 346, 793-801.
- Mielk, A. (2000). *Soziale Ungleichheit und Gesundheit. Empirische Ergebnisse, Erklärungsansätze, Interventionsmöglichkeiten*. Bern, Huber.
- Mora, S., Redberg, R. F., Cui, Y., Whiteman, M., K., Flaws, J., A., Sharrett, A., R., Blumenthal, R., S. (2003). Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic woman: A 20-year follow-up of the lipid research clinics prevalence study. *Journal of the American Medical Association*, 290, 1600-1607.
- Morris, J., N., Heady, J., A., Raffle, P., A., Roberts, C., G., Parks, J., W. (1953). Coronary heart disease and physical activity of work. *Lancet*, 256 1111-1120.
- Murray, D., P., Tan, L., B., Salih, M., Weissberg, P., Murray, R., G., Littler, W., A. (1988). Does beta adrenergic blockade influence the prognostic implications of post-myocardial infarction exercise testing? *British Heart Journal*, 60, 474-479.
- Nishime, E., O., Cole, C., R., Blackstone, E., H., Pashkow, F., J., Lauer, M., S. (2000). Heart rate recovery and treadmill exercise score as predictors of mortality in patients referred for exercise ECG. *Journal of the American Medical Association*, 284, 1392-1398.
- Oguma, Y., Sesso, H., D., Paffenbarger, R., M., Lee, I., M. (2001). Physical activity and all cause mortality in woman: A review of the evidence. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 162-172.
- Paffenbarger, R., S., Blair S., Lee, I., Hyde, R. T. (1993). Measurement of physical activity to assess health effects in free-living populations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25, 60-70.
- Paffenbarger, R., S., Lee, I., Leung, R. (1994). Physical activity and personal characteristics associated with depression and suicide in American college men. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 377, 16-22.
- Paffenbarger, R., S., Hyde, R., Wing, A., L., Hsieh, C. (1986). Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *New England Journal of Medicine*, 34, 605-613.

- Paffenbarger, R., S., Wing, A., L., Hyde, R., T. (1978). Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *American Journal of Epidemiology*, 108, 161-175.
- Pardo, Y., Merz, C., Velasquez, I., Paul-Labrador, M., Agarwala, A., Peter, C. (2000). Exercise conditioning and heart rate variability: Evidence of a threshold effect. *Clinical Cardiology*, 23, 573-580.
- Pate, R., R., Pratt, M., Blair, S., N., Haskell, W., L., Macera, C., A., Bouchard, C. et al. (1995). Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *The Journal of the American Medical Association*, 273, 402-407.
- Pincus, T., Callahan, L., Burkhauser, R. (1987). Most chronic diseases are reported more frequently by individuals with fewer than 12 years of formal education in age 18-64 in the United States population. *Journal of Chronic Diseases*, 40, 865-874.
- Raczak, G., Pinna, G., La Rovere, M., Maestri, R., Danilowicz-Szymanowicz, L. et al. (2005). Cardiovascular response to acute exercise in young healthy subjects. *Circulation*, 69, 976 – 980.
- Reland, S., Ville, N., S., Wong, S., Senhadji, L., Carre, F. (2004). Does the level of chronic physical activity alter heart rate variability in healthy older woman? *Clinical Science (Lond.)*, 107, 29-35.
- Rostrup, M., Westheim, A., Kjeldsen, S., Eide I. (1993). Cardiovascular reactivity, coronary risk factors, and sympathetic activity in young men. *Hypertension*, 22, 891-899.
- Sallis, J., Hovell, M., Hofstetter, C. (1992). Predictors of adoption and maintenance of vigorous physical activity in men and woman. *American Journal of Preventive Medicine*, 21, 237-251.
- Schmermund, A., Möhlenkamp, S., Stang, A., Grönemeyer, D., Seibel, R., Hirche, H. et al. (2002). Assessment of clinically silent atherosclerotic disease and established and novel risk factors for predicting myocardial infarction and cardiac death in healthy middle-aged subjects: Rationale and design of the Heinz Nixdorf Recall Study. *American Heart Journal*, 144, 212-218.
- Schnell, R. (1997). *Nonresponse in Bevölkerungsumfragen. Ausmaß, Entwicklung und Ursachen*. Opladen: Leske + Budrich.
- Sesso, H., D., Paffenbarger, R., S., HA, T., Lee, I. (1999). Physical activity and cardiovascular disease risk in middle-aged and older woman. *American Journal of Epidemiology*, 150, 408-416.
- Shephard, R., J. (1990). Assessment of occupational fitness in the context of human rights legislation. *Canadian Journal of Sports & Science*, 15, 89-95.

- Shephard, R., J. (2003). Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 197-206.
- Shishehbor, M., H., Baker, D., W., Blackstone, E., H., Lauer, M., S. (2002). Association of educational status with heart rate recovery: A population-based propensity analysis. *American Journal of Medicine*, 113, 643-649.
- Siegrist, J. (1996). *Die soziale Dimension von Herz-Kreislauf-Krankheiten*. In: Kaiser, G., Siegrist, J., Rosenfeld, E. Wetzel-Vandai, K. (Hrsg.). *Die Zukunft der Medizin – Neue Wege zur Gesundheit*. Frankfurt/M, Campus, 94-102.
- Siegrist, J. (2005). *Medizinische Soziologie*. München: Urban und Fischer.
- Siegrist, J. (2006). Was trägt Stressforschung zur Erklärung des sozialen Gradienten koronarer Herzkrankheiten bei? *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 131, 762-766.
- Siegrist, J., Marmot, M. (2004). Health inequalities and the psychosocial environment – Two scientific challenges. *Social Science & Medicine*, 58, 1436-1473.
- Snow-Harter, C., Marcus, R. (1991). Exercise, bone mineral density and osteoporosis. *Exercise and Sports and Science Review*, 19, 351-388.
- Sommer, R., Unholzer, G., Wiegand, E. (1999). *Standards zur Qualitätssicherung in der Markt- und Sozialforschung*. ADM e.V. Frankfurt am Main.
- Stang, A., Moebus, S., Dragano, N., Beck, E., Möhlenkamp, S., Schmermund, A. et al. (2005). Baseline recruitment and analyses of nonresponse of the Heinz Nixdorf Recall Study: Identifiability of phone numbers as the major determinant of response. *European Journal of Epidemiology*, 20, 489-496.
- Starnes, J., W., Bowels, D., K. (1995). Role of exercise in the cause and prevention of cardiac dysfunction. *Exercise and Sports Science Reviews*, 23, 349-373.
- Steinkamp, G. (1993). Soziale Ungleichheit, Erkrankungsrisiko und Lebenserwartung: Kritik der sozialepidemiologischen Ungleichheitsforschung. *Sozial- und Präventivmedizin*, 38, 111-112.
- Thomson, P., D. (2003). Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease. *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology*, 23, 1319-1321.
- Trappe, H., J., Löllgen, H. (2000). Leitlinien zur Ergometrie. *Zeitschrift für Kardiologie*, 98, 976-984.
- Varo, J., J., Martinez-Gonzalez, M., A., Irala-Estevez, J., Kearney, J., Gibney, M., Martinez, J. (2003). Distribution and determinants of sedentary lifestyles in the European Union. *International Journal of Epidemiology*, 32, 138-146.

Wamala, S., P., Mittleman, M., A., Horsten, M., Schenck-Gustafsson, K., Orth-Gomer, K. (2000). Job stress and the occupational gradient in coronary heart disease risk in woman. The Stockholm Femal Coronary Risk Study. *Social Science & Medicine*, 51, 481-489.

Washburn, R., A., Smith, K., W., Goldfield, S., R., McKinlay, J., B. (1991). Reliability and physiologic correlates of the Harvard Alumni Activity Survey in a general population. *Journal of Clinical Epidemiology*, 44, 1319-1326.

Wei, M., Kampert, J., B., Barlow, C., E., Nichaman, M., Z., Gibbons, L., W., Paffenbarger, R., S., Blair, S., N. (1999). Relationship between low cardio respiratory fitness and mortality in normal weight, overweight, and obese men. *Journal of the American Medical Association*, 1547-1533.

Weiner, B. (1980). A cognitive (attribution)-emotion-action model of motivated behavior: An analysis of judgments of help-giving. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 186-200.

Weyers, S. (2007). *Soziale Ungleichheit, soziale Beziehungen und Gesundheitsverhalten: Ergebnisse einer medizinsoziologischen Studie im Ruhrgebiet*. Berlin: LIT Verlag.

Winkleby, M., A., Jatulis, D., E., Frank, E., Fortman, S., P. (1992). Socioeconomic status and health: How education, income and occupation contribute to risk factors for cardiovascular disease. *American Journal of Public Health*, 82, 816-820.

Witte, K., K., Cleland, J., G., Clark, A., L. (2005). Chronic heart failure, chronotropic incompetence, and effects of beta blockade. *Heart*, 92, 481-486.

World Health Organization (2002). *The World Health Report 2002. Reducing Risks, Promoting Healthy Life*. Genova

World Health Organization (2006). *Move for Health: Sedentary lifestyle: A global public health problem*. Auf:

[http://www.who.int/moveforhealth/advocacy/information\\_sheets/sedentary/en/index.html](http://www.who.int/moveforhealth/advocacy/information_sheets/sedentary/en/index.html).

Yarnell, J., Yu, S., McCrum, E., Arveiler, D., Hass, B., Dallongeville, J., Montaye, M. et al. (2005). Education, socioeconomic and lifestyle factors, and risk of coronary heart disease: The PRIME Study. *International Journal of Epidemiology*, 34, 268-275.

Yusuf, S., Hawkin, S., Ounpuu, S. et al. (2004). Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART- Study): Case-control study. *Lancet*, 364, 937-952.

## Danksagung

Danken möchte ich den Menschen, die durch ihre Unterstützung und Hilfe zum Zustandekommen der Arbeit beigetragen haben.

Meinem Doktorvater Herrn Professor Siegrist gilt vornehmlich mein besonderer Dank für die kontinuierliche und konstruktive Unterstützung und Geduld in allen Phasen meiner Arbeit.

Danken möchte ich Herrn Doktor Dragano aus dem Institut für Medizinische Soziologie Düsseldorf für die Betreuung bei der Durchführung und Verfassung dieser Arbeit.

Ich bedanke mich bei Herrn Doktor Möhlenkamp aus der Kardiologischen Universitätsklinik Essen dafür, dass er mir bei Recherche und Auswertung behilflich war.

Ein Dankeschön auch an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts für Medizinische Soziologie in Düsseldorf für ihre freundliche Hilfe, besonders an Frau Weyers und Herrn Wahrendorf.

Abschließend möchte ich meiner Familie und Freunden für Ihre Hilfe danken, ein besonderes Dankeschön an meine Mutter Eugenie, an meine Schwester Alexandra und an Erik.

## Anhang I: Tabellen

**Tabelle A-1: Verteilung wichtiger Kontrollvariablen**

<b>Kontrollvariablen</b>	<b>Männer</b>	<b>Frauen</b>
Alter, M [SD]*	59,12 [7,70]	59,46 [7,79]
BMI, M [SD]	28,16 [3,98]	27,90 [5,19]
Rauchverhalten, n (%)		
Raucher	555 (26,0)	499 (21,3)
Ehemalig. Raucher	951 (44,7)	533 (22,7)
Nie geraucht	623 (20,3)	1315 (56,0)
Hypertonie, n (%)	908 (42,5)	940 (40)
Erhöhter Cholesterinwert, n (%)	1053 (49,5)	1151 (49,1)
Diabetes mellitus, n (%)	198 (9,3)	147 (6,3)
Anzahl, n (%)	2136 (47,6)	2351 (52,4)

\*) Mittelwert [Standardabweichung]

**Tabelle A-2a: Berufsabschlüsse**

<b>Berufsabschluss</b>	<b>Gesamt, n (%)</b>	<b>Männer, n (%)</b>	<b>Frauen, n (%)</b>
keine Ausbildung	540 (12,1)	114 (5,4)	426 (18,2)
Lehre/Berufsschule	2596 (58,1)	1048 (49,4)	1548 (66,0)
Fachschule	560 (12,5)	430 (20,3)	130 (5,5)
Fachhochschule	298 (6,7)	235 (11,1)	63 (2,7)
Hochschule	475 (10,6)	296 (13,9)	179 (7,6)
Gesamt	4469 (100)	2123 (100)	2346 (100)

Tabelle A-2b: Verteilung der Berufsabschlüsse nach Altersgruppen

Alter in Jahren	Berufsausbildung, n (%)				
	Keine Ausbildung	Lehre/Berufsschule	Fachschule	Fachhochschule	Hochschule
45-49	38 (7,0)	341 (13,1)	69 (12,3)	41 (13,8)	103 (21,7)
50-54	59 (10,9)	491 (18,9)	124 (22,1)	46 (15,4)	133 (28,0)
55-59	56 (10,4)	466 (18,0)	93 (16,6)	70 (23,5)	101 (21,3)
60-64	126 (23,3)	599 (23,1)	122 (21,8)	66 (22,1)	79 (16,6)
65-69	137 (25,4)	419 (16,1)	95 (17,09)	41 (13,8)	40 (8,4)
70-74	124 (23,0)	280 (10,8)	57 (10,2)	34 (11,4)	19 (4,0)
<b>Gesamt</b>	<b>540 (100)</b>	<b>2596 (100)</b>	<b>560 (100)</b>	<b>298 (100)</b>	<b>475 (100)</b>

Tabelle A-3: Verteilung der körperlichen Aktivität nach Altersgruppen

Alter in Jahren	Körperliche Aktivität in MET/Woche, Median		
	Gesamt	Männer	Frauen
45-49	700,0	803,4	626,6
50-54	644,0	753,6	558,9
55-59	617,5	644,0	584,2
60-64	588,0	649,3	514,7
65-69	560,0	700,0	476,0
70-74	364,0	364,0	364,0



Tabelle A-4: Körperliche Aktivität nach Altersgruppen

Alter in Jahren	Körperliche Aktivität in MET/Woche								
	Gesamt, n (%)			Männer, n (%)			Frauen, n (%)		
	<500	≥500	Gesamt	<500	≥500	Gesamt	<500	≥500	Gesamt
45-49	248 (42,5)	335 (57,5)	<b>583 (100)</b>	113 (39,1)	176 (60,9)	<b>289 (100)</b>	135 (45,9)	159 (54,1)	<b>294 (100)</b>
50-54	366 (43,3)	479 (56,7)	<b>845 (100)</b>	165 (40,7)	240 (59,3)	<b>405 (100)</b>	201 (45,7)	239 (54,3)	<b>440 (100)</b>
55-59	343 (44,7)	425 (55,3)	<b>768 (100)</b>	165 (45,0)	202 (55,0)	<b>367 (100)</b>	178 (44,4)	223 (55,6)	<b>401 (100)</b>
60-64	458 (46,8)	520 (53,2)	<b>978 (100)</b>	209 (44,1)	265 (55,9)	<b>474 (100)</b>	249 (49,4)	255 (50,6)	<b>504 (100)</b>
65-69	350 (48,2)	376 (51,8)	<b>726 (100)</b>	152 (44,2)	192 (55,8)	<b>344 (100)</b>	198 (51,8)	184 (48,2)	<b>382 (100)</b>
70-74	296 (58,6)	209 (41,4)	<b>505 (100)</b>	131 (57,5)	97 (42,5)	<b>228 (100)</b>	165 (59,6)	112 (40,4)	<b>277 (100)</b>

Tabelle A-5: Kardiovaskuläre Risikofaktoren und körperliche Aktivität (MET/Woche)

Kardiovaskuläre Risikofaktoren	Körperliche Aktivität in MET/Woche			
	Männer		Frauen	
	KA <500	KA ≥500	KA <500	KA ≥500
Alter	59,84 [7,84]	58,61 [7,58]	60,07 [7,99]	58,81 [7,53]
BMI	28,43 [4,35]	27,96 [3,41]	28,14 [5,41]	27,06 [4,90]
Rauchverhalten, n (%)				
Raucher	316 (33,8)	228 (19,2)	282 (25,1)	208 (17,0)
Ehemalig. Raucher	381 (40,7)	563 (48,4)	219 (19,4)	301 (25,3)
Nie geraucht	138 (25,5)	381 (32,4)	625 (55,5)	663 (56,5)
Hypertonie, n (%)	427 (45,7)	472 (40)	485 (43,1)	435 (37)
Erhöhter Cholesterinwert, n (%)	466 (49,9)	576 (49)	568 (50,4)	557 (47)
Diabetes mellitus, n (%)	108 (11,6)	87 (7,4)	89 (7,9)	51 (4,4)
Anzahl	935	1127	1126	1172

Tabelle A-6: Verteilung der Herzleistungsparameter nach Geschlecht

Geschlecht, n (%)	Herzleistungsparameter		
	Herzrattendifferenz		
	<15 Schläge/Minute	≥15 Schläge/Minute	Gesamt
Männliche Probanden	383 (25,0)	1150 (75,0)	1533 (100)
Weibliche Probanden	380 (23,5)	1236 (76,5)	1616 (100)
	Herzratenreserve		
	<0,8	≥0,8	Gesamt
Männliche Probanden	640 (42,1)	881 (57,9)	1521 (100)
Weibliche Probanden	716 (44,6)	891 (55,4)	1607 (100)
	Übungskapazität		
	<8,51 vs. <6,01 MET	≥8,51 vs. ≥6,01 MET	Gesamt
Männliche Probanden	937 (59,7)	632 (40,3)	1569 (100)
Weibliche Probanden	998 (60,2)	660 (39,8)	1658 (100)

Tabelle A-7: Herzrattendifferenz nach Altersgruppen

Alter in Jahren	Herzrattendifferenz Schläge/Minute								
	Gesamt, n (%)			Männer, n (%)			Frauen, n (%)		
	<15	≥15	Gesamt	<15	≥15	Gesamt	<15	≥15	Gesamt
45-49	73 (15,9)	387 (84,1)	<b>460 (100)</b>	45 (19,0)	192 (81,0)	<b>273 (100)</b>	28 (12,6)	195 (87,4)	<b>223 (100)</b>
50-54	105 (16,6)	528 (83,4)	<b>633 (100)</b>	56 (18,3)	250 (81,7)	<b>306 (100)</b>	49 (15,0)	278 (85,0)	<b>327 (100)</b>
55-59	112 (19,4)	466 (80,6)	<b>578 (100)</b>	61 (22,3)	213 (77,3)	<b>274 (100)</b>	51 (16,8)	253 (83,2)	<b>304 (100)</b>
60-64	194 (27,4)	515 (72,6)	<b>709 (100)</b>	96 (27,7)	251 (72,3)	<b>347 (100)</b>	98 (27,1)	264 (72,9)	<b>362 (100)</b>
65-69	159 (32,4)	331 (67,6)	<b>490 (100)</b>	74 (31,1)	164 (68,9)	<b>238 (100)</b>	85 (33,7)	167 (66,3)	<b>256 (100)</b>
70-74	120 (43,0)	159 (57,0)	<b>279 (100)</b>	51 (38,9)	80 (61,1)	<b>131 (100)</b>	69 (46,6)	79 (53,4)	<b>148 (100)</b>

Tabelle A-8: Kardiovaskuläre Risikofaktoren und Herzrattendifferenz

Kardiovaskuläre Risikofaktoren	Herzrattendifferenz in Schläge/Minute			
	Männer		Frauen	
	Herzrattendifferenz <15	Herzrattendifferenz ≥15	Herzrattendifferenz <15	Herzrattendifferenz ≥15
Alter	60,4 [7,67]	57,9 [7,41]	61,1 [8,15]	57,7 [7,22]
BMI	29,0 [4,40]	27,6 [3,56]	28,3 [5,69]	26,9 [4,65]
Rauchverhalten, n (%)				
Raucher	122 (31,9)	27,0 (23,5)	94 (24,7)	276 (22,3)
Ehemalig.Raucher	173 (45,3)	505 (44,0)	62 (16,3)	316 (25,6)
Nie geraucht	87 (22,7)	374 (32,6)	224 (58,9)	644 (52,1)
Hypertonie, n (%)	187 (48,8)	437 (38,0)	171 (45,0)	410 (33,2)
Erhöhter Cholesterinwert, n (%)	204 (53,4)	566 (49,3)	195 (51,5)	551 (44,6)
Diabetes mellitus, n (%)	44 (11,5)	78 (6,8)	28 (7,4)	43 (3,5)
MET/Woche, Median	420,9	878,4	364,0	644,0
Kein Sport, n (%)	211 (55,1)	469 (40,8)	205 (53,9)	494 (40,0)
Anzahl	383	1150	735	1236

Tabelle A-9: Herzratenreserve nach Altersgruppen

Alter in Jahren	Herzratenreserve								
	Gesamt, n (%)			Männer, n (%)			Frauen, n (%)		
	<0,8	≥0,8	Gesamt	<0,8	≥0,8	Gesamt	<0,8	≥0,8	Gesamt
<b>45-49</b>	170 (36,9)	291 (63,1)	<b>461 (100)</b>	87 (36,4)	152 (63,6)	<b>239 (100)</b>	83 (37,4)	139 (62,6)	<b>222 (100)</b>
<b>50-54</b>	239 (37,8)	394 (62,2)	<b>633 (100)</b>	117 (38,1)	190 (61,9)	<b>307 (100)</b>	122 (37,4)	204 (62,6)	<b>326 (100)</b>
<b>55-59</b>	249 (43,6)	322 (56,4)	<b>571 (100)</b>	114 (42,1)	157 (57,9)	<b>271 (100)</b>	135 (45,0)	165 (55,0)	<b>300 (100)</b>
<b>60-64</b>	306 (43,5)	398 (56,5)	<b>704 (100)</b>	140 (40,8)	203 (59,2)	<b>343 (100)</b>	166 (46,0)	195 (54,0)	<b>361 (100)</b>
<b>65-69</b>	241 (49,4)	247 (50,6)	<b>488 (100)</b>	116 (49,4)	119 (50,6)	<b>235 (100)</b>	125 (49,4)	128 (50,6)	<b>253 (100)</b>
<b>70-74</b>	151 (55,7)	120 (44,3)	<b>271 (100)</b>	66 (52,4)	60 (47,6)	<b>126 (100)</b>	85 (58,6)	60 (41,4)	<b>145 (100)</b>

Tabelle A-10: Kardiovaskuläre Risikofaktoren und Herzratenreserve

Kardiovaskuläre Risikofaktoren	Herzratenreserve			
	Männer		Frauen	
	Herzratenreserve <0,8	Herzratenreserve ≥0,8	Herzratenreserve <0,8	Herzratenreserve ≥0,8
Alter	59,24 [7,68]	57,86 [7,41]	59,74 [7,55]	57,90 [7,35]
BMI	28,90 [4,17]	27,25 [3,38]	28,28 [5,34]	26,44 [4,36]
Rauchverhalten, n (%)				
Raucher	200 (31,3)	192 (21,8)	209 (29,2)	159 (17,8)
Ehemalig. Raucher	275 (43,0)	396 (45,0)	130 (18,2)	248 (27,8)
Nie geraucht	164 (25,7)	292 (33,2)	377 (52,7)	484 (54,3)
Hypertonie, n (%)	345 (53,9)	268 (30,4)	342 (47,8)	235 (26,4)
Erhöhter Cholesterinwert, n (%)	329 (51,4)	432 (49,1)	353 (49,3)	387 (43,5)
Diabetes mellitus, n (%)	59 (9,2)	61 (6,9)	43 (6,0)	27 (3,0)
MET/Woche, Median	583,2	894,0	448,0	675,3
Kein Sport, n (%)	325 (50,8)	345 (39,2)	353 (49,3)	341 (38,3)
Anzahl	640	881	716	891

Tabelle A-11: Verteilung der Übungskapazität nach Altersgruppen

Alter in Jahren	Übungskapazität in MET					
	Männer, n (%)			Frauen, n (%)		
	<0,851	≥0,851	Gesamt	<0,601	≥0,601	Gesamt
45-49	92 (37,2)	155 (62,8)	<b>247 (100)</b>	89 (38,9)	140 (61,1)	<b>229 (100)</b>
50-54	137 (43,2)	180 (56,8)	<b>317 (100)</b>	161 (48,2)	171 (51,5)	<b>332 (100)</b>
55-59	165 (59,1)	114 (40,9)	<b>279 (100)</b>	163 (52,2)	149 (47,8)	<b>312 (100)</b>
60-64	235 (67,1)	115 (32,9)	<b>350 (100)</b>	246 (66,1)	126 (33,9)	<b>372 (100)</b>
65-69	183 (75,3)	60 (24,7)	<b>243 (100)</b>	200 (76,9)	60 (23,1)	<b>260 (100)</b>
70-74	125 (94,0)	8 (6,0)	<b>133 (100)</b>	139 (90,8)	14 (9,2)	<b>153 (100)</b>

Tabelle A-12: Kardiovaskuläre Risikofaktoren und Übungskapazität

Kardiovaskuläre Risikofaktoren	Übungskapazität in MET			
	Männer		Frauen	
	Übungskapazität <8,51	Übungskapazität ≥8,51	Übungskapazität <6,01	Übungskapazität ≥6,01
Alter	60,60 [7,50]	55,27 [6,50]	60,71 [7,50]	55,80 [6,49]
BMI	28,0 [3,90]	27,9 [3,68]	27,32 [4,91]	27,12 [4,88]
Rauchverhalten, n (%)				
Raucher	256 (28,3)	138 (21,9)	236 (23,6)	141 (21,4)
Ehemalig. Raucher	421 (45,0)	271 (42,9)	193 (19,3)	194 (29,4)
Nie geraucht	250 (26,7)	222 (35,2)	569 (57,0)	325 (49,2)
Hypertonie, n (%)	428 (45,7)	209 (33,1)	436 (43,7)	163 (24,7)
Erhöhter Cholesterinwert, n (%)	495 (53,0)	260 (45,9)	491 (49,3)	281 (42,6)
Diabetes mellitus, n (%)	96 (10,2)	30 (4,7)	58 (5,8)	15 (2,3)
MET/Woche, Median	504,0	1283,6	372,40	919,20
Kein Sport, n (%)	500 (53,4)	191 (30,2)	528 (52,9)	198 (28,6)
Anzahl	937	632	998	660

Tabelle A-13: Körperliche Aktivität und Berufsausbildung

Berufsausbildung	Körperliche Aktivität in MET					
	Männer, n (%)			Frauen, n (%)		
	KA <500	KA ≥500	Gesamt	KA <500	KA ≥500	Gesamt
Keine	73 (65,2)	39 (34,8)	<b>100%</b>	263 (63,5)	151 (36,5)	<b>100%</b>
Lehre/Berufsschule	533 (51,5)	501 (48,5)	<b>100%</b>	738 (48,6)	782 (51,4)	<b>100%</b>
Fachschule	169 (39,5)	259 (60,5)	<b>100%</b>	42 (33,1)	85 (66,9)	<b>100%</b>
Fachhochschule	78 (33,5)	155 (66,5)	<b>100%</b>	29 (48,3)	31 (51,7)	<b>100%</b>
Hochschule	81 (27,6)	213 (72,4)	<b>100%</b>	53 (30,3)	122 (69,7)	<b>100%</b>
Anzahl	934 (44,5)	1167 (55,5)	<b>100%</b>	1125 (49,0)	1171 (51,0)	<b>100%</b>

Tabelle A-14: Herzrattendifferenz und Berufsausbildung

	Herzrattendifferenz in Schläge/Minute					
	Männer, n (%)			Frauen, n (%)		
Berufsausbildung	Herzraten- differenz <15	Herzraten- differenz ≥15	Gesamt	Herzraten- differenz <15	Herzraten- differenz ≥15	Gesamt
Keine	23 (31,9)	49 (68,1)	<b>100%</b>	89 (34,1)	172 (65,9)	<b>100%</b>
Lehre/Berufsschule	200 (27,7)	522 (72,3)	<b>100%</b>	255 (23,5)	829 (76,5)	<b>100%</b>
Fachschule	79 (24,3)	246 (75,7)	<b>100%</b>	8 (9,2)	79 (90,8)	<b>100%</b>
Fachhochschule	40 (23,5)	130 (76,5)	<b>100%</b>	5 (10,4)	43 (89,6)	<b>100%</b>
Hochschule	39 (16,3)	201 (83,8)	<b>100%</b>	23 (17,0)	112 (83,0)	<b>100%</b>
Anzahl	381 (24,9)	1148 (75,1)	<b>100%</b>	380 (23,5)	1235 (76,5)	<b>100%</b>

Tabelle A-15: Herzratenreserve und Berufsausbildung

	Herzratenreserve					
	Männer, n (%)			Frauen, n (%)		
Berufsausbildung	Herzraten- reserve <0,8	Herzraten- reserve ≥0,8	Gesamt	Herzraten- reserve <0,8	Herzraten- reserve ≥0,8	Gesamt
Keine	38 (52,8)	34 (47,2)	<b>100%</b>	139 (53,7)	120 (46,3)	<b>100%</b>
Lehre/Berufsschule	323 (45,1)	393 (54,9)	<b>100%</b>	493 (45,8)	584 (54,2)	<b>100%</b>
Fachschule	141 (43,9)	180 (56,1)	<b>100%</b>	28 (31,5)	61 (68,5)	<b>100%</b>
Fachhochschule	61 (36,3)	107 (63,7)	<b>100%</b>	17 (35,4)	31 (64,6)	<b>100%</b>
Hochschule	76 (31,7)	164 (68,3)	<b>100%</b>	39 (29,3)	94 (70,7)	<b>100%</b>
Anzahl	639 (42,1)	878 (57,9)	<b>100%</b>	716 (44,6)	890 (55,4)	<b>100%</b>



Tabelle A-16: Übungskapazität und Berufsausbildung, Zeilenprozent

	Übungskapazität in MET					
	Männer, n (%)			Frauen, n (%)		
Berufsausbildung	Übungs- kapazität <8,51	Übungs- kapazität ≥8,51	Gesamt	Übungs- kapazität <8,51	Übungs- kapazität ≥8,51	Gesamt
Keine	56 (76,7)	17 (23,3)	<b>100%</b>	196 (73,7)	70 (26,3)	<b>100%</b>
Lehre/Berufsschule	490 (66,1)	251 (33,9)	<b>100%</b>	681 (61,1)	433 (38,9)	<b>100%</b>
Fachschule	201 (60,5)	131 (39,5)	<b>100%</b>	50 (54,3)	42 (45,7)	<b>100%</b>
Fachhochschule	89 (51,4)	84 (48,6)	<b>100%</b>	20 (41,7)	28 (58,3)	<b>100%</b>
Hochschule	98 (40,0)	147 (60,0)	<b>100%</b>	50 (36,5)	87 (63,5)	<b>100%</b>
Anzahl	934 (59,7)	630 (40,3)	<b>100%</b>	997 (60,2)	660 (39,8)	<b>100%</b>

## Anhang II: Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name	Isabel Nadja Berger
Adresse	Benzenbergstr. 52, 40219 Düsseldorf
Geburtsdatum	8. Februar 1978
Geburtsort	Horb am Neckar
Familienstand	ledig

### Schulbildung

1985-1988	St. Peter Grundschule Düsseldorf
1988-1997	St. Ursula Gymnasium Düsseldorf
1997	Abitur

### Studium

WS 98 - SS 99	Ethnologie, Soziologie und Politikwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen
SS 00 - WS 01	Humanmedizin, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
WS 02 - SS 03	Humanmedizin, Freie Universität Berlin
WS 03 - SS 06	Humanmedizin, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
12/2006	Approbation als Ärztin

### Berufstätigkeit

01/2007 - 07/2008	Assistenzärztin für Chirurgie, St. Martinus Krankenhaus, Düsseldorf
10/2008	Assistenzärztin für Chirurgie, Maria Hilf Krankenhaus, Mönchengladbach

## **Anhang III: Versicherung**

Hiermit erkläre ich, dass die Dissertation von mir selbständig angefertigt wurde und alle von mir genutzten Hilfsmittel und Hilfen angegeben wurden.

Ich erkläre, dass die wörtlichen oder dem Sinne nach anderen Veröffentlichungen entnommenen Stellen von mir kenntlich gemacht wurden.

Düsseldorf, den

(Ort, Datum)

Unterschrift