

### Additional material online

An English full-text version of this article is available at SpringerLink under supplementary material:  
[dx.doi.org/10.1007/s00103-013-1672-y](http://dx.doi.org/10.1007/s00103-013-1672-y)

# Kardiorespiratorische Fitness bei Erwachsenen in Deutschland

## Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1)

Eine regelmäßige Ausübung ausdauerorientierter körperlicher Aktivitäten, die mindestens ein Fünftel der Skelettmuskulatur beanspruchen, wie beispielsweise Laufen, Radfahren oder Schwimmen, verbessert die „allgemeine dynamische aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit“ [1]. Dabei vollzieht sich am Bewegungsapparat und kardiorespiratorischen System eine Vielzahl physiologischer Anpassungsprozesse, und es kommt zu einer Verbesserung des Stoffwechsels mit positiver Wirkung für die Gesundheit [1, 2, 3]. In einem epidemiologischen Forschungskontext wird das Ergebnis regelmäßiger aerober körperlicher Aktivität auch mit dem Begriff der „kardiorespiratorischen Fitness“ umschrieben [4, 5], die sich mithilfe objektiver Messverfahren bestimmen lässt [6]. Menschen mit guter kardiorespiratorischer Fitness erkranken im Vergleich zu Personen mit schlechter Fitness seltener an chronischen Krankheiten und sterben seltener an vermeidbaren Todesursachen [3, 4, 7, 8, 9, 10].

In der ersten Erhebungswelle der bundesweiten Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1) wurde ein submaximaler Fahrradergometer-test eingesetzt, um die kardiorespiratorische Fitness bei 18- bis 64-jährigen Erwachsenen im Querschnitt zu erfassen.

Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, den Stand der kardiorespiratorischen Fitness bei 18- bis 64-jährigen Frauen und

Männern nach Altersgruppen und Sozialstatus darzustellen. Des Weiteren wird analysiert, wie sich testtaugliche und testuntaugliche DEGS1-Teilnehmende unterscheiden.

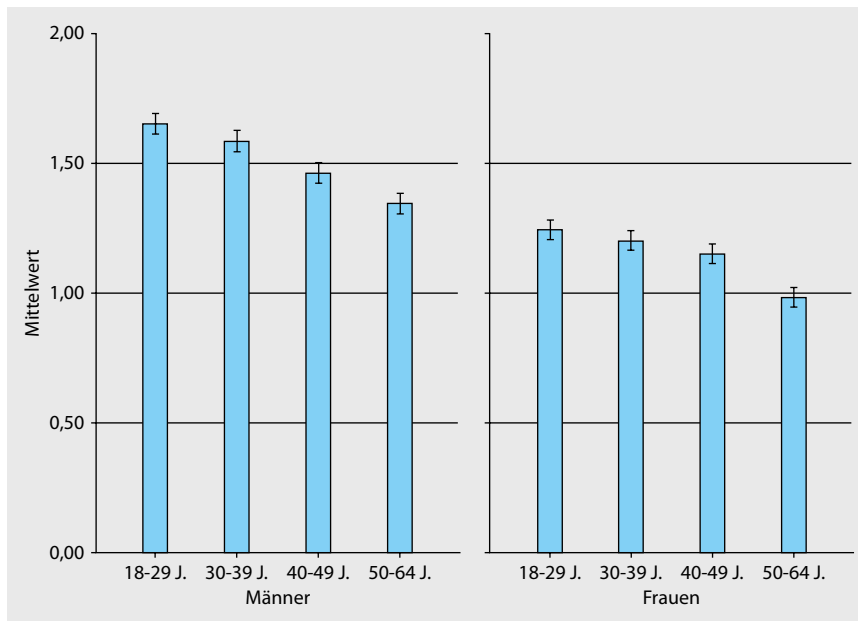
### Methoden

#### Studiendesign

Die „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ (DEGS) ist Bestandteil des Gesundheitsmonitorings des Robert Koch-Instituts (RKI). Konzept und Design von DEGS sind an anderer Stelle ausführlich beschrieben [11, 12, 13, 14, 15]. Die erste Erhebungswelle (DEGS1) wurde von 2008 bis 2011 durchgeführt und umfasste Befragungen, Untersuchungen und Tests [16, 17]. Zielpopulation war die in Deutschland lebende Bevölkerung im Alter von 18 bis 79 Jahren. DEGS1 hat ein Mischdesign, das gleichzeitig quer- und längsschnittliche Analysen ermöglicht. Hierbei wurde eine Einwohnermeldeamtsstichprobe durch ehemalige Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Bundes-Gesundheitssurveys 1998 (BGS98) ergänzt. Insgesamt nahmen 8152 Personen teil, darunter 4193 Erstingeladene (Response 42%) und 3959 ehemalige Teilnehmerinnen und Teilnehmer des BGS98 (Response 62%). 7238 Personen besuchten eines der 180 Untersuchungszentren, 914 wurden ausschließlich befragt. Die

Nettostichprobe [12] ermöglicht für den Altersbereich von 18 bis 79 Jahren repräsentative Querschnittanalysen und Trendaussagen im Vergleich mit dem BGS98 (n=7988, davon 7116 in Untersuchungszentren). Die Daten der erneut Teilnehmenden sind für Längsschnittanalysen nutzbar. Die Querschnitt- und Trendanalysen werden mit einem Gewichtungsfaktor durchgeführt, der Abweichungen der Stichprobe von der Bevölkerungsstruktur (Stand 31.12.2010) hinsichtlich Alter, Geschlecht, Region und Staatsangehörigkeit sowie Gemeindetyp und Bildung korrigiert [12]. Für den Untersuchungsteil wurde ein gesonderter Gewichtungsfaktor erstellt. Bei der Berechnung der Gewichtung für die ehemaligen Teilnehmenden des BGS98 wurde die Wiederteilnahmewahrscheinlichkeit, basierend auf einem logistischen Modell, berücksichtigt. Eine Non-responder-Analyse und der Vergleich einzelner erhobener Indikatoren mit Daten der amtlichen Statistik weisen auf eine hohe Repräsentativität der Stichprobe für die Wohnbevölkerung in Deutschland hin [12]. Um sowohl die Gewichtung als auch die Korrelation der Teilnehmenden innerhalb einer Gemeinde zu berücksichtigen, wurden die Konfidenzintervalle und p-Werte mit den Survey-Prozeduren von STATA SE 12 bestimmt.

Alle Teilnehmenden wurden über die Studieninhalte und -ziele informiert und unterzeichneten eine schriftliche Ein-



**Abb. 1** ▲ Pulsbezogene Leistung bei 75% der maximalen Herzfrequenz in Watt pro kg Körpergewicht bei Männern und Frauen nach Alter. (Mittelwerte mit 95%-Konfidenzintervallen, n=2827)

willigungserklärung. Das Studienprotokoll wurde von der Ethikkommission der Charité – Universitätsmedizin Berlin sowie vom Bundesbeauftragten für Datenschutz und Informationsfreiheit geprüft und als unbedenklich eingestuft.

## Messmethode

Die kardiorespiratorische Fitness wurde mittels eines standardisierten, submaximalen Fahrradergometertests gemessen. Die Methodik wird in diesem Heft in einem weiteren Beitrag im Detail beschrieben [18]. Einschlusskriterien waren die schriftliche Einwilligungserklärung der Testperson, die Zugehörigkeit zur Altersgruppe der 18- bis 64-Jährigen sowie die Testtauglichkeit, die auf Basis des „Physical Activity Readiness – Questionnaires“ (PAR-Q) [19, 20] ermittelt wurde. Die Testpersonen absolvierten einen stufenförmigen Belastungstest nach dem von der Weltgesundheitsorganisation empfohlenen Belastungsschema, das mit 25 Watt Eingangsbelastung beginnt und alle 2 min Belastungssteigerungen von 25 Watt vorsieht [21]. Die Herzfrequenzentwicklung wurde während des Tests kontinuierlich aufgezeichnet. Die Erholungsphase wurde am Ende der Belastungsstufe eingeleitet, in der eine individuell berechnete Herzfrequenz von 85% der altersbasierten ma-

ximalen Herzfrequenz überschritten wurde. Außerdem wurde von den Testpersonen ein selbst auszufüllender Gesundheitsfragebogen beantwortet, der Fragen zu gesundheitsrelevanten Themenbereichen enthält. Körpergewicht und Größe der Testpersonen wurden ohne Schuhe und in leichter Bekleidung mit kalibrierten Messgeräten standardisiert gemessen.

## Variablendefinitionen

### Kardiorespiratorische Fitness

Die kardiorespiratorische Fitness wurde auf Basis von Herzfrequenzdaten unter Anwendung des Verfahrens der „Physical Work Capacity“ (PWC) ermittelt [22, 23, 24]. Es wurde die pulsbezogene Leistung in Watt an den Pulsschwellen von 130 und 150 Schlägen pro Minute ( $PWC_{130, 150}$ ) [24] sowie bei 75% der altersbasierten maximalen Herzfrequenz ( $PWC_{75\%}$ ) [25] mittels linearer Interpolation berechnet. Anschließend wurden die berechneten PWC-Werte durch das Körpergewicht der Testperson geteilt. Die Auswertungsmethodik wird in diesem Heft in einem weiteren Beitrag detailliert beschrieben [18]. Die Berechnung der  $PWC_{130, 150}$  hat den Vorteil, dass die Ergebnisse mit für diese Schwellen existierenden Normwerten für Deutschland verglichen werden können

[24, 26]. Gore et al. [27] haben gezeigt, dass in Bevölkerungsstudien variable Schwellenkonzepte wie die  $PWC_{75\%}$  plausiblere Ergebnisse im Altersverlauf liefern als fixe Schwellenkonzepte ( $PWC_{130, 150}$ ), weshalb für die Auswertungen nach Alter und Sozialstatus die  $PWC_{75\%}$  verwendet wird. Zur Berechnung der  $PWC_{75\%}$  wurde die altersbasierte maximale Herzfrequenz mit der Formel  $208 - 0,7 \cdot \text{Alter}$  bestimmt [28]. Für Analysen nach Sozialstatus wurde die kontinuierliche  $PWC_{75\%}$ -Variable in eine binäre Variable umgewandelt, um fragliche Linearitätsannahmen für die Variablenbeziehung zwischen Sozialstatus und kardiorespiratorischer Fitness zu vermeiden, die im Rahmen von linearen Regressionsanalysen angenommen werden müssen. Die Stichprobe wurde hierzu mittels Quintilbildung in 2 Gruppen, 40% vs. 60%, aufgeteilt. Das Merkmal „hohe“ kardiorespiratorische Fitness wurde den oberen 40% der Verteilung der  $PWC_{75\%}$  zugewiesen. Die Aufteilung erfolgte getrennt für Frauen und Männer. Zur Aufteilung der  $PWC_{75\%}$  wurden die jeweiligen Obergrenzen des 3. Quintils verwendet, die bei Frauen 1,23 Watt pro kg Körpergewicht und bei Männern 1,60 beträgt.

### Sozialstatus

Der Sozialstatus wurde anhand eines Indexes bestimmt, der aus Angaben zu schulischer und beruflicher Ausbildung, beruflicher Stellung sowie Haushaltsnettoeinkommen (bedarfsgewichtet) gebildet wird und der eine Einteilung in niedrige, mittlere und hohe Statusgruppen ermöglicht [29].

### Statistische Analyse

Für die deskriptive Darstellung der Ergebnisse ( $PWC_{130, 150, 75\%}$ ) wurden Mittelwerte und Prozentwerte der kardiorespiratorischen Fitness und 95%-Konfidenzintervalle berechnet. Unterschiede werden als statistisch signifikant angesehen, wenn sich die jeweiligen 95%-Konfidenzintervalle nicht überschneiden. Unterschiede hinsichtlich der kardiorespiratorischen Fitness ( $PWC_{75\%}$ ) nach Altersgruppen wurden als durchschnittliche prozentuale Abnahme je Lebensdekade zwischen den Gruppen von 18 bis 29 und 50 bis 59 Jahren berechnet. Der Zusammenhang zwischen Sozial-

status und kardiorespiratorischer Fitness ( $PWC_{75\%}$ ) wurde mittels multivariater logistischer Regression altersadjustiert ausgewertet. Für die Altersadjustierung wurden die Altersgruppen 18 bis 29, 30 bis 39, 40 bis 49 und 50 bis 64 Jahre verwendet. Alle Analysen erfolgten gewichtet; die Fallzahlen wurden ungewichtet ausgewiesen. Es wurden Survey-Design-Prozeduren angewendet, die für das Clusterdesign des Surveys adjustieren, indem, verglichen mit einfach randomisierten Stichproben, weiter gefasste Konfidenzintervalle berechnet werden.

### Studienstichprobe

Die DEGS1-Gesamtstichprobe für die Altersgruppe der 18- bis 64-Jährigen umfasst 5263 Personen. 316 Personen (6,0%), wurden als qualitätsneutrale Ausfälle eingestuft und 1836 (34,9%) aufgrund von Testuntauglichkeit nach PAR-Q ausgeschlossen. Die Gründe, die zum Testausschluss führten, werden in einem weiteren Beitrag in diesem Heft beschrieben [18]. Die häufigste Ursache für einen Testausschluss war die Einnahme von Medikamenten aufgrund von Bluthochdruck, Herz- oder Atemproblemen. 3030 testtaugliche Personen absolvierten den Fahrradergometertest, 1549 Frauen und 1491 Männer. Dies entspricht einer Teilnahmequote von 57,2% bezogen auf die Gesamtstichprobe und von 97,4% bezogen auf die testtauglichen Personen ( $n=3111$ ). Bei 11,9% der Teilnehmenden wurde der Test vor Erreichen der festgelegten Zielherzfrequenz vorzeitig abgebrochen. Bei 2843 Testpersonen (93,8%) konnte die  $PWC_{130}$  bestimmt werden, bei 2827 (93,3%) die  $PWC_{75\%}$  und bei 1586 (52,3%) die  $PWC_{150}$ .

### Ergebnisse

#### Teilnehmende

Die 18- bis 64-jährigen testtauglichen Teilnehmenden sind signifikant jünger, häufiger männlich, weniger häufig adipös und weisen einen besseren Gesundheitszustand auf als testuntaugliche Personen. Ferner sind die Testtauglichen häufiger körperlich-sportlich aktiv als testuntaugliche Personen (■ Tab. 1).

Bundesgesundheitsbl 2013 · 56:772–778 DOI 10.1007/s00103-013-1672-y  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

J.D. Finger · S. Krug · A. Gößwald · S. Härtel · K. Bös

## Kardiorespiratorische Fitness bei Erwachsenen in Deutschland. Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1)

### Zusammenfassung

Ein guter Fitnesszustand ist ein Indikator für einen positiven Gesundheitszustand. Daher wurde in der „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ (DEGS1) die kardiorespiratorische Fitness im Querschnitt untersucht. Es wurden Daten von 3030 testtauglichen Erwachsenen im Alter von 18 bis 64 Jahren mittels eines submaximalen Fahrradergometertests erhoben. Testtaugliche Teilnehmende sind signifikant jünger, häufiger männlich, weniger häufig adipös und weisen einen besseren Gesundheitszustand auf als testuntaugliche Personen. Die berechnete pulsbezogene Leistung bei 75% der maximalen Herzfrequenz ( $PWC_{75\%}$ ) in Watt pro kg Körpergewicht beträgt bei Männern 1,52 und bei Frauen 1,15. Die  $PWC_{75\%}$  nimmt pro Altersdekade um 4,2% bei Männern und um

4,8% bei Frauen ab. Bei Frauen ist ein höherer Sozialstatus (SES) mit einer besseren kardiorespiratorischen Fitness assoziiert. Bei Männern ist dagegen kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem SES und der Fitness nachweisbar. Diese Erkenntnisse können genutzt werden, um zielgruppenspezifische Gesundheitsförderungsprogramme zur Steigerung der kardiorespiratorischen Fitness zu entwickeln. Es ist geplant auf Basis der DEGS1-Daten aktuelle PWC-Normwerte zu erstellen.

### Schlüsselwörter

Kardiorespiratorische Fitness · PWC · Fahrradergometrie · Erwachsene · Gesundheitssurvey

## Cardiorespiratory fitness among adults in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1)

### Abstract

A high level of fitness is an indicator for a good health state. Therefore, cardiorespiratory fitness was examined in the cross-sectional German Health Interview Survey for Adults (DEGS1). Data from 3,030 test-qualified adults between 18 and 64 years old were assessed by means of a standardized submaximal cycle ergometer test. Test-qualified participants were significantly younger, more often men, less often obese and showed a better health state than those who were not test-qualified. The calculated physical work capacity at 75% of the age-predicted maximum heart rate ( $PWC_{75\%}$ ) in watts per kg bodyweight was among men 1.52 and among women 1.15.  $PWC_{75\%}$  declines by

4.2% per age decade for men and 4.8% for women. A higher socioeconomic status (SES) is associated with better fitness among women. No significant association was observed between SES and fitness among men. These findings can be used to develop target-group specific health-promotion interventions in order to enhance cardiorespiratory fitness. It is planned to calculate updated PWC reference values based on the DEGS1 data. An English full-text version of this article is available at SpringerLink as supplemental.

### Keywords

Cardiorespiratory fitness · PWC · Cycle ergometry · Adults · Health survey

### Kardiorespiratorische Fitness, Geschlecht und Alter

Frauen erbringen bei einer Herzfrequenz von 130 Schlägen pro Minute durchschnittlich eine Wattleistung pro kg Körpergewicht von 1,04 und bei 150 Schlägen pro Minute von 1,44. Die entsprechenden Leistungswerte bei den Männern liegen bei 1,39 und 1,80 (■ Tab. 2). Wäh-

rend die  $PWC_{130}$  und  $PWC_{150}$  bei Frauen und Männern nach Altersgruppen weitgehend gleich sind, ist die  $PWC_{75\%}$  bei Frauen und Männern in höheren Altersgruppen niedriger als bei den Jüngeren (■ Abb. 1). Die Reduzierung der  $PWC_{75\%}$  zwischen den Altersgruppen 18 bis 29 und 50 bis 59 beträgt durchschnittlich je Altersdekade 4,2% bei Männern und 4,8% bei Frauen.

**Tab. 1** Prozentwerte (%) und 95%-Konfidenzintervalle (95%-KI) ausgewählter Merkmale bei 18- bis 64-jährigen DEGS1-Teilnehmenden (n=5263) nach Testtauglichkeitsstatus definiert nach dem Physical-Activity-Readiness – Questionnaire (PAR-Q)

	Testtauglich		Testuntauglich		Gesamt	
	%	(95%-KI)	%	(95%-KI)	%	(95%-KI)
<b>Altersgruppen</b>						
18 bis 29 Jahre	30,3	(28,8–31,7)	10,8	(9,1–12,4)	23,4	(22,4–24,4)
30 bis 44 Jahre	35,1	(33,2–36,9)	22,4	(19,9–24,9)	31,2	(29,8–32,5)
45 bis 64 Jahre	34,6	(32,7–36,6)	66,8	(64,1–69,5)	45,4	(43,8–47,1)
<b>Geschlecht</b>						
Frauen	47,5	(45,2–49,7)	53,8	(50,4–57,3)	49,4	(47,6–51,2)
Männer	52,5	(50,3–54,8)	46,2	(42,7–49,6)	50,6	(48,8–52,4)
<b>Body-Mass-Index</b>						
<25 kg/m <sup>2</sup>	51,8	(49,4–54,2)	32,7	(30,0–35,5)	44,8	(42,9–46,7)
25–<30 kg/m <sup>2</sup>	34,7	(32,7–36,9)	33,0	(30,3–35,7)	34,6	(33,0–36,2)
≥30 kg/m <sup>2</sup>	13,4	(11,8–15,0)	34,3	(31,5–37,1)	20,6	(19,1–22,2)
<b>Allgemeine Gesundheit</b>						
(Sehr) gut	89,9	(88,6–91,3)	59,8	(56,9–62,7)	79,5	(78,1–80,9)
<b>Jemals ärztlich diagnostizierte</b>						
Hypertonie	10,3	(9,1–11,6)	54,1	(50,5–57,6)	25,3	(23,9–26,7)
Koronare Herzkrankheit	<1,0		7,7	(6,0–9,3)	3,5	(2,7–4,2)
Asthma	7,0	(5,8–8,2)	11,5	(9,7–13,4)	8,6	(7,7–9,6)
<b>Sportliche Aktivität</b>						
≥1 h/Woche	56,9	(54,4–59,4)	42,6	(39,6–45,6)	51,7	(49,8–53,5)
<b>Körperliche Aktivität</b>						
≥2,5 h/Woche	23,2	(21,3–25,2)	19,0	(16,8–21,2)	21,8	(20,3–23,2)

## Kardiorespiratorische Fitness und Sozialstatus

Frauen mit hohem Sozialstatus weisen in allen Altersgruppen eine signifikant höhere Fitness auf als Frauen mit niedrigem Sozialstatus (■ **Tab. 3**). Diese Unterschiede sind bei Frauen in den Altersgruppen 30 bis 44 Jahre und 18 bis 29 Jahre stärker ausgeprägt als in der Altersgruppe 45 bis 64 Jahre (■ **Abb. 2**). Bei Männern kann nur in der Altersgruppe der 45- bis 64-Jährigen ein signifikant höherer Mittelwert bei hohem Sozialstatus im Vergleich zu einem mittleren Sozialstatus beobachtet werden.

Ein steigender Sozialstatus ist altersadjustiert mit einer höheren kardiorespiratorischen Fitness bei Frauen assoziiert. Verglichen mit Frauen mit niedrigem Sozialstatus betragen die Odds Ratios (OR) für hohe Fitness bei Frauen mit mittlerem Sozialstatus 1,9 (95%-KI, 1,2–3,1; p<0,001) und bei Frauen mit hohem Sozialstatus 3,7 (2,2–6,2; p<0,001). Im Vergleich zu Frauen mit niedrigem Sozialstatus weisen Frauen mit mittlerem Sozialstatus demnach fast doppelt so häufig eine hohe Fit-

ness auf und Frauen mit hohem Sozialstatus sogar etwa dreieinhalbmal so häufig. Die entsprechenden ORs bei Männern liegen bei 0,7 (0,5–1,1; p=0,1) und 1,1 (0,7–1,7; p=0,8). Somit besteht bei Männern kein signifikanter Zusammenhang zwischen Sozialstatus und Fitness.

## Diskussion

Die Ergebnisse der bundesweit repräsentativen Querschnittstudie DEGS1 zeigen erwartungsgemäß, dass die kardiorespiratorische Fitness bei Frauen geringer ist als bei Männern und dass sie mit steigendem Alter bei Frauen und Männern kontinuierlich abnimmt. Bei Frauen mit hohem Sozialstatus ist die kardiorespiratorische Fitness höher als bei Frauen mit niedrigem und mittlerem Sozialstatus; in der Altersgruppe der 30- bis 44-Jährigen steigt die Fitness mit steigendem Sozialstatus. Bei Männern ist kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Fitness und dem Sozialstatus nachweisbar.

## Geschlechts- und Altersunterschiede

Geschlechtsspezifische Unterschiede in der kardiorespiratorischen Fitness wurden bereits umfassend untersucht und sind zum Teil auf die geringere Muskelmasse bei Frauen im Vergleich zu Männern zurückzuführen. Nach Schätzungen von Rost et al. [26] ist die maximale Leistungsfähigkeit bei Frauen um etwa 20% geringer als bei Männern. Nach den DEGS1-Daten liegt die Leistungsfähigkeit der Frauen um etwa 24% unter der von Männern. Außerdem sind Männer gemäß ihren Angaben in einem größeren Umfang körperlich-sportlich aktiv als Frauen [30]. Dies ist ein weiterer Erklärungsansatz für die Geschlechtsunterschiede in der kardiorespiratorischen Fitness.

Auch altersspezifische Unterschiede in der kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit sind umfassend belegt und können einerseits auf geringere körperlich-sportliche Aktivitätsbeteiligung in höheren Altersgruppen zurückzuführen sein [30]. Andererseits schränken mit Alterungsprozessen einhergehende Beeinträchtigungen die Leistungsfähigkeit in höheren Altersgruppen ein [1].

Die in DEGS1 aufgedeckten Geschlechtsunterschiede in der kardiorespiratorischen Fitness entsprechen in ihrer Größenordnung in etwa den Ergebnissen, die in vergleichbaren Bevölkerungsstudien berichtet wurden [27, 31, 32]. Ein Vergleich der in DEGS1 ermittelten Altersgruppenunterschiede in der Fitness mit diesbezüglichen Ergebnissen aus anderer Studien ist jedoch aufgrund unterschiedlicher Erhebungsmethoden und Stichprobenzusammensetzungen nur einschränkt möglich. Gore et al. [27] berichten auf Basis des australischen Gesundheitssurveys, dass die PWC<sub>75%</sub> zwischen den Altersgruppen 18 bis 29 und 70 bis 79 Jahren durchschnittlich je Altersdekade bei Männern um 8,1% und bei Frauen um 9,8% sinkt. In DEGS1 fällt diese Abnahme bei den Männern ebenfalls etwas geringer aus als bei Frauen, allerdings ist sie in DEGS1 im Durchschnitt je Altersdekade bei beiden Geschlechtern nur etwa halb so groß wie im australischen Gesundheitssurvey.

**Tab. 2** Mittelwerte (m) und 95%-Konfidenzintervalle (95%-KI) der pulsbezogenen Leistung (PWC)<sup>a</sup> in Watt/kg Körpergewicht nach Geschlecht und Altersgruppen

	Altersgruppe	18 bis 29 Jahre		30 bis 39 Jahre		40 bis 49 Jahre		50 bis 64 Jahre <sup>b</sup>		Gesamt		
		n	m (95%-KI)	n	m (95%-KI)	n	m (95%-KI)	n	m (95%-KI)	n	m (95%-KI)	
<b>Geschlecht</b>												
Frauen	PWC <sub>130</sub>	373	0,97 (0,92–1,01)	271	1,04 (1,00–1,09)	406	1,10 (1,06–1,14)	402	1,05 (1,00–1,09)	1452	1,04 (1,01–1,06)	
	PWC <sub>150</sub>	357	1,38 (1,33–1,43)	253	1,45 (1,40–1,50)	175	1,55 (1,49–1,61)	–	–	785	1,44 (1,40–1,47)	
	PWC <sub>75%</sub>	367	1,24 (1,20–1,29)	267	1,20 (1,15–1,25)	403	1,15 (1,11–1,20)	410	0,98 (0,94–1,03)	1447	1,15 (1,13–1,18)	
Männer	PWC <sub>130</sub>	404	1,34 (1,30–1,39)	288	1,41 (1,35–1,46)	348	1,41 (1,35–1,46)	351	1,41 (1,37–1,46)	1391	1,39 (1,36–1,41)	
	PWC <sub>150</sub>	393	1,79 (1,73–1,84)	273	1,84 (1,78–1,90)	135	1,77 (1,68–1,85)	–	–	801	1,80 (1,76–1,84)	
	PWC <sub>75%</sub>	395	1,65 (1,60–1,70)	283	1,58 (1,53–1,64)	344	1,46 (1,41–1,51)	358	1,34 (1,30–1,39)	1380	1,52 (1,50–1,55)	
Gesamt	PWC <sub>130</sub>	777	1,17 (1,13–1,20)	559	1,24 (1,19–1,28)	754	1,26 (1,22–1,29)	753	1,23 (1,19–1,27)	2843	1,22 (1,20–1,24)	
	PWC <sub>150</sub>	750	1,60 (1,56–1,64)	526	1,66 (1,61–1,71)	310	1,66 (1,60–1,72)	–	–	1586	1,63 (1,60–1,66)	
	PWC <sub>75%</sub>	762	1,46 (1,43–1,50)	550	1,41 (1,36–1,45)	747	1,31 (1,27–1,35)	768	1,17 (1,13–1,20)	2827	1,35 (1,32–1,37)	

<sup>a</sup>Pulsbezogene Leistung (PWC), berechnet an den Pulsschwellen 130 S/min, 150 S/min sowie bei 75% der maximalen Herzfrequenz (208–0,7 \* Alter [28]). <sup>b</sup>In der Altersgruppe 50 bis 64 Jahre wurde die Pulsschwelle von 150 S/min aufgrund der mit zunehmendem Alter abnehmenden maximalen Herzfrequenz im Rahmen des submaximalen Belastungstests nicht erreicht

**Tab. 3** Mittelwerte (m) der pulsbezogenen Leistung bei 75% der maximalen Herzfrequenz (PWC<sub>75%</sub>)<sup>a</sup> in Watt/kg Körpergewicht, Prozentwerte hoher kardiorespiratorischer Fitness (KRF)<sup>b</sup> und 95%-Konfidenzintervalle (95%-KI) nach Geschlecht, Altersgruppen und Sozialstatus (SES)

Altersgruppe	18 bis 29 Jahre			30 bis 44 Jahre			45 bis 64 Jahre			Gesamt		
	n	PWC <sub>75%</sub>	Hohe KRF	n	PWC <sub>75%</sub>	Hohe KRF	n	PWC <sub>75%</sub>	Hohe KRF	n	PWC <sub>75%</sub>	Hohe KRF
		m (95%-KI)	% (95%-KI)		m (95%-KI)	% (95%-KI)		m (95%-KI)	% (95%-KI)		m (95%-KI)	% (95%-KI)
<b>Frauen</b>												
SES niedrig	69	1,18 (1,08–1,28)	36 (24–48)	37	0,99 (0,88–1,11)	28 (8–47)	54	0,95 (0,82–1,07)	15 (2–28)	160	1,07 (1,00–1,13)	28 (20–36)
SES mittel	231	1,20 (1,15–1,25)	50 (43–57)	287	1,18 (1,14–1,22)	45 (39–51)	358	0,98 (0,92–1,03)	24 (18–31)	876	1,12 (1,09–1,15)	39 (35–43)
SES hoch	66	1,49 (1,38–1,60)	71 (58–84)	143	1,33 (1,27–1,39)	60 (50–70)	194	1,14 (1,08–1,20)	35 (26–43)	405	1,28 (1,23–1,33)	52 (45–59)
<b>Männer</b>												
SES niedrig	75	1,68 (1,53–1,83)	57 (43–70)	56	1,45 (1,30–1,60)	35 (20–50)	67	1,43 (1,30–1,56)	39 (24–54)	198	1,53 (1,45–1,62)	44 (36–52)
SES mittel	262	1,64 (1,57–1,70)	51 (44–59)	246	1,54 (1,48–1,60)	40 (33–47)	293	1,32 (1,28–1,36)	20 (15–25)	801	1,50 (1,47–1,54)	37 (33–41)
SES hoch	56	1,66 (1,52–1,80)	50 (35–66)	141	1,54 (1,46–1,62)	39 (28–50)	175	1,53 (1,43–1,62)	42 (33–52)	372	1,56 (1,51–1,61)	43 (36–49)
SES fehlend	3			10			4			17		

<sup>a</sup>PWC<sub>75%</sub>, pulsbezogene Leistung an der Pulsschwelle 75% der maximalen Herzfrequenz (208–0,7 \* Alter [28]) in Watt/kg Körpergewicht. <sup>b</sup>Hohe kardiorespiratorische Fitness (KRF), definiert als das Quantil 100–60% (obere 40%) der Verteilung der PWC<sub>75%</sub> in Watt/kg Körpergewicht, dichotomisierte Variablen wurden getrennt berechnet für Frauen und Männer.

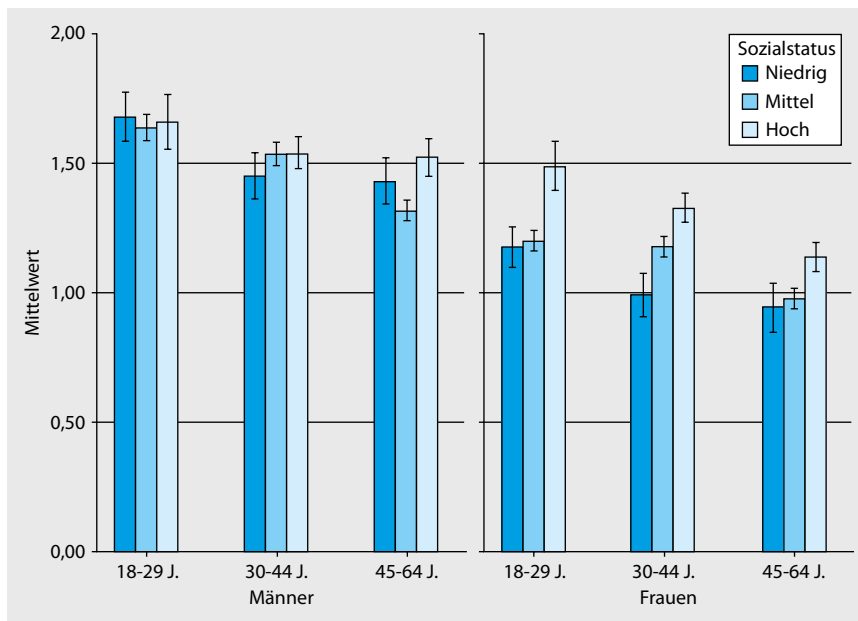
### Unterschiede nach Sozialstatus

Bei Männern könnte für die kardiorespiratorische Fitness eine anstrengende körperliche Arbeit von Bedeutung sein. Diese wird vor allem von Männern mit niedrigem Sozialstatus ausgeübt [33, 34], sodass sich bei ihnen die kardiorespiratorische Fitness verbessert. Andererseits sind aber Männer mit hohem Sozialstatus

in der Freizeit sportlich aktiver als Männer mit mittlerem und niedrigem Sozialstatus [30, 33, 35, 36], was wiederum die kardiorespiratorische Fitness der zuerst genannten erhöht. Möglicherweise gleichen sich die Faktoren körperliche Arbeit einerseits und Freizeitsport andererseits aus, sodass sich in DEGS1 zwischen Männern mit hohem und niedrigem Sozialstatus insgesamt keine signifikanten Unter-

schiede in der kardiorespiratorischen Fitness finden. Jedoch zeigen andere Studien, dass sich die kardiorespiratorische Fitness bei Männern mit steigendem sozioökonomischen Status verbessert [37], was in DEGS1 nur in der Gruppe der 45- bis 64-jährigen Männer beobachtet werden konnte.

Der positive Zusammenhang zwischen Sozialstatus und sportlicher Aktivität ist



**Abb. 2** ▲ Pulsbezogene Leistung bei 75% der maximalen Herzfrequenz in Watt pro kg Körpergewicht bei Männern und Frauen nach Sozialstatus und Alter. (Mittelwerte mit 95%-Konfidenzintervallen, n=2827)

in Deutschland bei Frauen stärker ausgeprägt als bei Männern [35]. Darüber hinaus üben Frauen seltener einen körperlich anstrengenden Beruf aus als Männer [33], sodass bei ihnen der Faktor körperliche Arbeit eine geringere Rolle zu spielen scheint als bei Männern. Diese beiden Aspekte könnten erklären, warum sich bei Frauen – anders als bei den Männern – ein signifikanter Zusammenhang zwischen Sozialstatus und kardiorespiratorischer Fitness findet.

Bei der Interpretation der Ergebnisse sollte immer bedacht werden, dass die körperliche Fitness außer von verhaltensbezogenen und strukturellen Faktoren auch von genetischen Komponenten beeinflusst wird [1].

Die DEGS1-Querschnittergebnisse lassen keine Rückschlüsse auf kausale Zusammenhänge zu. Auch Kohorteneffekte können bei Sozialstatusanalysen basierend auf Querschnittdaten zu fehlerhaften Annahmen führen, da sich die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Bildungs-, Berufs- und Einkommenschancen bei Personen unterschiedlicher Jahrgänge in den vergangenen Jahrzehnten erheblich verändert haben [38].

### Einordnung der PWC-Werte in den Forschungskontext

Werden die PWC-Werte mit den Richtwerten nach Rost und Hollmann ( $PWC_{130}$ : Frauen 1,25, Männer 1,50;  $PWC_{150}$ : Frauen 1,60, Männer 2,00; mittlere Streubreite:  $\pm 0,4$ ) verglichen, so liegen die DEGS1-Werte bei Frauen und Männern für beide Variablen innerhalb der Grenzen der angegebenen mittleren Streubreite [24, 26]. Allerdings liegen die Punktschätzer von Rost und Hollmann tendenziell höher als die in DEGS1 ermittelten Werte. Rost und Hollmann diskutierten bereits 1982 ihre PWC-Werte, die im Vergleich zu den 1957 vom Berliner Arbeitskreis um Dransfeld und Mellerowicz [39] ermittelten Werten geringer waren. Der Trend einer pulsbezogenen Leistungsabnahme über den Zeitverlauf scheint sich somit fortzusetzen. Der zunehmende Medienkonsum und die Technologisierung des Alltags könnten zu einer Abnahme der Leistungsfähigkeit in der Bevölkerung beigetragen haben. Ferner könnte die Zunahme von Übergewicht zu einer Abnahme der pulsbezogenen Leistung geführt haben, da die pulsbezogene Leistung im Rahmen des PWC-Konzepts auf das Körpergewicht normiert wird [24]. Die Vergleichbarkeit der Studienergebnisse im Zeitver-

lauf kann infrage gestellt werden, da Stichprobeneffekte die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit hoher Wahrscheinlichkeit einschränken.

### Interne und externe Validität der Ergebnisse

Im Rahmen des DEGS1-Belastungstests wurde auch die Laktatkonzentration im Kapillarblut gemessen, die ein robusterer Indikator zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit als die Herzfrequenzparameter ist [40]. Es ist geplant, die Herzfrequenz- und Laktatwerte in weiterführenden Analysen miteinander zu vergleichen und zu den Selbstangaben zur körperlich-sportlichen Aktivität in Bezug zu setzen, um mehr über die interne Validität der Messparameter zu erfahren.

Die DEGS1-Ergebnisse zur kardiorespiratorischen Fitness sind für die nach PAR-Q testtaugliche erwachsene Bevölkerung im Alter von 18 bis 64 Jahren verallgemeinerbar. Durch die Anwendung des DEGS1-Gewichtungsfaktors, der sich an der Bevölkerungsstruktur des Mikrozensus orientiert, wird die Wahrscheinlichkeit für auftretende Stichprobeneffekte verringert. Da sich die Testausschlusswahrscheinlichkeit mit steigendem Alter erhöht, ist in höheren Altersgruppen mit einem größeren Selektionsbias zu rechnen.

Testtaugliche und testuntaugliche DEGS1-Teilnehmende unterscheiden sich signifikant im angegebenen Umfang der körperlich-sportlichen Aktivität, sodass davon auszugehen ist, dass testuntaugliche Personen eine geringere kardiorespiratorische Fitness aufweisen als testtaugliche Personen.

### Fazit

**Erwartungsgemäß weisen Männer eine bessere kardiorespiratorische Fitness auf als Frauen und jüngere Personen eine bessere Fitness als ältere Personen. Die Betrachtung des Sozialstatus kann zur Klärung der Frage beitragen, weshalb bestimmte Personen fitter sind als andere. Diese Erkenntnisse können genutzt werden, um zielgruppenspezifische Gesundheitsförderungspro-**

**gramme zur Steigerung der kardiorespiratorischen Fitness zu entwickeln. Die in DEGS1 gemessenen PWC-Werte liegen tendenziell niedriger als die Normwerte von Rost und Hollmann. Es ist geplant, die in DEGS1 gemessenen PWC-Werte zur Erstellung aktueller PWC-Normwerte zu nutzen. Im Rahmen des DEGS1-Belastungstests wurden auch Laktatparameter gemessen, die in zukünftigen Analysen ausgewertet werden sollen.**

## Korrespondenzadresse

### J.D. Finger

Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring, Robert Koch-Institut General-Pape-Str. 62-66, 12101 Berlin  
FingerJ@rki.de

**Finanzierung der Studie.** Die Studie wurde finanziert mit Mitteln des Robert Koch-Instituts und des Bundesministeriums für Gesundheit.

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt für sich und seine Koautoren an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- Hollmann W, Strüder HK (2009) Sportmedizin: Grundlagen von körperlicher Aktivität, Training und Präventivmedizin. Schattauer, Stuttgart
- Shephard RJ (1994) Aerobic fitness and health. Human Kinetics Publishers, Champaign
- O'Donovan G, Owen A, Bird SR et al (2005) Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost. *J Appl Physiol* 98:1619–1625
- Blair SN, Cheng Y, Scott Holder J (2001) Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Med Sci Sports Exerc* 33:5379–5399
- Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM (1985) Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 100:126–131
- American College of Sports Medicine (2006) ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
- Kodama S, Saito K, Tanaka S et al (2009) Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women. *JAMA* 301:2024–2035
- LaMonte MJ, Barlow CE, Jurca R et al (2005) Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome. A prospective study of men and women. *Circulation* 112:505–512
- Fogelholm M (2010) Physical activity, fitness and fatness: relations to mortality, morbidity and disease risk factors. A systematic review. *Obes Rev* 11:202–221
- Lee D, Sui X, Ortega F et al (2011) Comparisons of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness as predictors of all-cause mortality in men and women. *Br J Sports Med* 45:504–510
- Göbßwald A, Lange M, Kamtsiuris P, Kurth BM (2012) DEGS: Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland. Bundesweite Quer- und Längsschnittstudie im Rahmen des Gesundheitsmonitorings des Robert Koch-Instituts. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitschutz* 55:775–780
- Kamtsiuris P, Lange M, Hoffmann R et al (2013) Die erste Welle der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Stichprobendesign, Response, Gewichtung und Repräsentativität. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitschutz* 56:620–630
- Kurth BM (2012) Das RKI-Gesundheitsmonitoring – was es enthält und wie es genutzt werden kann. *Public Health Forum* 20(76):4.e1–4.e3
- Kurth BM, Lange M, Kamtsiuris P, Hölling H (2009) Gesundheitsmonitoring am Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitschutz* 52:557–570
- Scheidt-Nave C, Kamtsiuris P, Göbßwald A et al (2012) German health interview and examination survey for adults (DEGS) – design, objectives and implementation of the first data collection wave. *BMC Public Health* 12:730
- Göbßwald A, Lange M, Dölle R, Hölling H (2013) Die erste Welle der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Gewinnung von Studienteilnehmenden, Durchführung der Feldarbeit und Qualitätsmanagement. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitschutz* 56:611–619
- Robert Koch-Institut (RKI) (2009) DEGS: Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland. Projektbeschreibung. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. RKI, Berlin
- Finger J, Göbßwald A, Härtel S et al (2013) Messung der kardiorespiratorischen Fitness in der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitschutz* 56:885–893
- Canadian Society for Exercise Physiology (2012) Physical Activity Readiness Questionnaire – PAR-Q (revised 2002). <http://csep.ca/cmfiles/publications/parq/par-q.pdf> (Zugegriffen: 30.11.2012)
- Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP) (2012) PAR-Q-Fragebogen (deutsche Fassung). <http://www.dgsp.de/downloads/allgemein/Eingangsfragebogen^d> (Zugegriffen: 30.11.2012)
- Lange Andersen K, Shephard R, Denolin H et al (1971) Fundamentals of exercise testing. World Health Organisation, Geneva
- Astrand I (1958) The physical work capacity of workers 50–64 years old. *Acta Physiol Scand* 42:73–86
- Wahlund H (1948) Determinants of the physical work capacity. A physiological and clinical study with special reference to standardization of cardio-pulmonary functional test. *Acta Med Scand* 215(Suppl):83–98
- Rost R, Hollmann W (1982) Belastungsuntersuchungen in der Praxis. Thieme, Stuttgart
- Miyashita M, Mutoh Y, Yoshioka N, Sadamoto T (1985) PWC75% HRmax: a measure of aerobic work capacity. *Sports Med* 2:159
- Rost R (Hrsg) (2001) Lehrbuch der Sportmedizin. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln
- Gore CJ, Booth ML, Bauman A, Owen N (1999) Utility of pwc75% as an estimate of aerobic power in epidemiological and population-based studies. *Med Sci Sports Exerc* 31:348
- Tanaka H, Monahan KD, Seals DR (2001) Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol* 37:153–156
- Lampert T, Kroll L, Müters S, Stolzenberg H (2013) Messung des sozioökonomischen Status in der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitschutz* 56:631–636
- Krug S, Jordan S, Mensink GBM et al (2013) Körperliche Aktivität. Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitschutz* 56:765–771
- Wang CY, Haskell WL, Farrell SW et al (2010) Cardiorespiratory fitness levels among US adults 20–49 years of age: findings from the 1999–2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiol* 171:426–435
- Batcho CS, Thonnard JL, Nielens H (2012) PWC 75%/kg, a fitness index not linked to resting heart rate: testing procedure and reference values. *Arch Phys Med Rehabil* 93:1196–1200
- Finger J, Tyllskär T, Lampert T, Mensink GBM (2012) Physical activity patterns and socioeconomic position: the German National Health Interview and Examination Survey 1998 (GNHIES98). *BMC Public Health* 12:1079
- He XZ, Baker DW (2005) Differences in leisure time, household, and work related physical activity by race, ethnicity, and education. *J Gen Intern Med* 20:259–266
- Lampert T, Mensink GBM, Müters S (2012) Körperlich-sportliche Aktivität bei Erwachsenen in Deutschland. Ergebnisse der Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell 2009“. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitschutz* 55:102–110
- Lindström M, Hanson BS, Östergren PO (2001) Socioeconomic differences in leisure-time physical activity: the role of social participation and social capital in shaping health related behaviour. *Soc Sci Med* 52:441–451
- Lakka TA, Kauhanen J, Salonen TJ (1996) Conditioning leisure time physical activity and cardiorespiratory fitness in sociodemographic groups of middle-aged men in eastern Finland. *Int J Epidemiol* 25:86–93
- Lampert T, Kroll LE (2009) Die Messung des sozioökonomischen Status in sozialepidemiologischen Studien. In: Richter M, Hurrelmann K (Hrsg) *Gesundheitliche Ungleichheit. Grundlagen, Probleme, Perspektiven*, 2. aktualisierte Aufl. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S 309–334
- Dransfeld B, Mellerowicz H (1957) Untersuchungen über das Verhalten der Herzschlagfrequenz während und nach körperlichen Leistungen. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 16:464–471
- Löllgen H, Fahrenkrog U, Völker K et al (2010) Allgemeine Aspekte der Ergometrie. In: Löllgen H, Erdmann E, Gitt AK (Hrsg) *Ergometrie. Belastungsuntersuchungen in Klinik und Praxis*. Springer Medizinverlag, Heidelberg, S 21–60