

Bundesgesundheitsbl 2020 · 63:290–300
<https://doi.org/10.1007/s00103-020-03096-w>
 Online publiziert: 4. Februar 2020
 © Der/die Autor(en) 2020



Beate Fischer¹ · Anja M. Sedlmeier¹ · Saskia Hartwig² · Christopher L. Schlett³ · Wolfgang Ahrens^{4,5} · Fabian Bamberg³ · Hansjörg Baurecht¹ · Heiko Becher⁶ · Klaus Berger⁷ · Hans Binder⁸ · Barbara Bohn⁹ · Prudence R. Carr¹⁰ · Stefanie Castell¹¹ · Claus-Werner Franzke¹² · Julia Fricke¹³ · Sylvia Gastell¹⁴ · Karin Halina Greiser¹⁵ · Kathrin Günther⁴ · Lina Jaeschke¹⁶ · Rudolf Kaaks¹⁵ · Yvonne Kemmling¹¹ · Lilian Krist¹³ · Oliver Kuß¹⁷ · Nicole Legath⁷ · Wolfgang Lieb¹⁸ · Jakob Linseisen^{19,20} · Markus Löffler²¹ · Karin B. Michels¹² · Rafael Mikolajczyk² · Tobias Niedermaier¹⁰ · Kristina Norman^{22,23} · Nadia Obi⁶ · Annette Peters²⁴ · Tobias Pischon^{16,25,26,27} · Tamara Schikowski²⁸ · Sabine Schipf²⁹ · Børge Schmidt³⁰ · Matthias B. Schulze³¹ · Andreas Stang³⁰ · Jelena Stojcic²⁴ · Daniel Tiller² · Henry Völzke²⁹ · Sabina Waniek¹⁸ · Michael F. Leitzmann¹

¹ Institut für Epidemiologie und Präventivmedizin, Universität Regensburg, Regensburg, Deutschland; ² Institut für Medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Deutschland; ³ Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Medizinische Fakultät, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, Deutschland; ⁴ Leibniz Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie, BIPS, Bremen, Deutschland; ⁵ Institut für Statistik, Fachbereich Mathematik und Informatik, Universität Bremen, Bremen, Deutschland; ⁶ Institut für Medizinische Biometrie und Epidemiologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland; ⁷ Institut für Epidemiologie und Sozialmedizin, Universität Münster, Münster, Deutschland; ⁸ Interdisziplinäres Zentrum für Bioinformatik (IZBI), Universität Leipzig, Leipzig, Deutschland; ⁹ NAKO e. V., Heidelberg, Deutschland; ¹⁰ Abteilung Klinische Epidemiologie und Altersforschung, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg, Deutschland; ¹¹ Abteilung Epidemiologie, Helmholtz Zentrum für Infektionsforschung (HZI), Braunschweig, Deutschland; ¹² Institut für Prävention und Tumorepidemiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Medizinische Fakultät, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, Deutschland; ¹³ Institut für Sozialmedizin, Epidemiologie und Gesundheitsökonomie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland; ¹⁴ NAKO Studienzentrum, Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIfE), Nuthetal, Deutschland; ¹⁵ Abteilung Epidemiologie von Krebserkrankungen, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg, Deutschland; ¹⁶ Forschergruppe Molekulare Epidemiologie, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC), Berlin, Deutschland; ¹⁷ Institut für Biometrie und Epidemiologie, Deutsches Diabetes-Zentrum (DDZ), Leibniz-Zentrum für Diabetes-Forschung, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland; ¹⁸ Institut für Epidemiologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Deutschland; ¹⁹ Lehrstuhl für Epidemiologie, UNIKA-T Augsburg, LMU München, Augsburg, Deutschland; ²⁰ SFG Klinische Epidemiologie, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Deutschland; ²¹ Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie (IMISE), Universität Leipzig, Leipzig, Deutschland; ²² AG Ernährung und Körperzusammensetzung, Forschungsgruppe Geriatrie, Charité – Universitätsmedizin, Berlin, Deutschland; ²³ Abteilung Ernährung und Gerontologie, Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIfE), Nuthetal, Deutschland; ²⁴ Institut für Epidemiologie, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Deutschland; ²⁵ Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland; ²⁶ Partnerstandort Berlin, Deutsches Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung (DZHK), Berlin, Deutschland; ²⁷ MDC/BIH Biobank, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC) und Berlin Institute of Health (BIH), Berlin, Deutschland; ²⁸ IUF – Leibniz Institut für umweltmedizinische Forschung, Düsseldorf, Deutschland; ²⁹ Institut für Community Medicine, Universitätsmedizin Greifswald, Greifswald, Deutschland; ³⁰ Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (IMIBE), Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland; ³¹ Abteilung Molekulare Epidemiologie, Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIfE), Nuthetal, Deutschland

Anthropometrische Messungen in der NAKO Gesundheitsstudie – mehr als nur Größe und Gewicht

Die Autorinnen B. Fischer und A.M. Sedlmeier teilen sich die Erstautorenschaft.

Hintergrund und Fragestellung

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) bezeichnet die Adipositas als eines der offensichtlichsten, aber am meisten vernachlässigten Probleme der öffentlichen Gesundheit und verwendet bereits den Begriff *Globesity*, um die globale Bedeutung der Krankheit zu verdeutlichen [1]. Bislang wird der Body-Mass-Index (BMI), welcher das Verhältnis des Körpergewichts zur Körpergröße im Quadrat berechnet, als Maß zur Klassifikation von Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen herangezogen [2]. Nach der Klassifikation der WHO liegt bei einem BMI zwischen 25,0 kg/m² und 29,9 kg/m² Übergewicht und ab einem BMI von 30,0 kg/m² Adipositas vor [3]. Der Zusammenhang zwischen BMI und Mortalität wurde bereits in vielen Studien umfassend untersucht und stellt sich im Diagramm zumeist als j- oder u-förmige Kurve dar [4, 5]. Dabei steigt das Mortalitätsrisiko im Vergleich zur Gruppe der Normalgewichtigen mit abnehmenden bzw. zunehmenden BMI-Werten an.

Allerdings beschrieben auch einige Studien, dass in speziellen Lebenssituationen Übergewicht und Adipositas einen positiven Effekt auf das Überleben haben können [6–8]. Diese kontraintuitiven Beobachtungen zu gesundheitlichen Vorteilen der Adipositas werden auch als Adipositasparadoxon (*Obesity Paradox*) bezeichnet und verlangen nach sorgfältiger Überprüfung durch epidemiologische Daten. Als mögliche Erklärungen für das Adipositasparadoxon gelten eine Verzerrung der Ergebnisse durch Störgrößen wie Rauchen oder bislang nicht diagnostizierte Erkrankungen. Eine differenziertere Betrachtung der Körperzusammensetzung und der Körperfettverteilung könnten zu weiteren Erkenntnissen führen [4]. Besonders Unterschiede in der Körperzusammensetzung haben möglicherweise entscheidende Auswirkungen auf Morbidität und Mortalität [9].

Bekannt ist, dass der Gesamtanteil des Körperfettes am Körpergewicht und die Körperfettverteilung wesentliche Einflussfaktoren für die Entstehung von metabolischen und kardiovaskulären

Erkrankungen sind. Dabei kann das Gesamtkörperfett in zwei Hauptkomponenten unterteilt werden: Das subkutane Fettgewebe (SAT), welches sich zwischen Haut und Muskulatur befindet, und das viszerale Fettgewebe (VAT), welches in den Körperhöhlen lokalisiert ist [10]. SAT und VAT unterscheiden sich hinsichtlich der Sekretion von Hormonen und Zytokinen [11]. Vor allem das VAT gilt als unabhängiger Risikofaktor für die Entwicklung adipositasassoziierter Erkrankungen und verschiedener Arten von Krebs [12–15].

Die Bestimmung der Körperzusammensetzung ebenso wie die Quantifizierung und Beschreibung der Verteilung des Fettgewebes sind integrale Bestandteile der Untersuchung von Fettleibigkeit und vielen anderen physiologischen und pathologischen Zuständen [11]. Dafür steht in der NAKO (Nationale Kohorte) Gesundheitsstudie eine ganze Bandbreite an Untersuchungsmethoden zur Verfügung. Die anthropometrischen Messungen sollen darüber hinaus Aussagen zum Ernährungsstatus und zur Fitness ermöglichen.

Neben den klassischen manuellen Messungen von Körpergröße, -gewicht und -umfängen wurden als weitere Messmethoden die multifrequente bioelektrische Impedanzanalyse (BIA), die Sonographie des Abdominalfettes, der 3-D-Bodyscanner und die Magnetresonanztomographie (MRT) etabliert.

Ziel des vorliegenden Beitrags ist die Beschreibung der eingesetzten anthropometrischen Messmethoden in der NAKO Gesundheitsstudie und die Darstellung erster deskriptiver Ergebnisse der manuellen Messungen, der BIA und der Sonographie des Abdominalfettes. Da für die Untersuchungen mittels 3-D-Bodyscanner und MRT noch keine qualitätsgesicherten Daten vorliegen, können dafür noch keine Ergebnisse präsentiert werden.

Methoden

NAKO Gesundheitsstudie

Die NAKO Gesundheitsstudie ist eine bevölkerungsbasierte prospektive Kohortenstudie, die in der Basisunter-

suchung 200.000 zufällig ausgewählte Männer und Frauen im Alter von 20 bis 69 Jahren in 18 deutschlandweiten Studienzentren untersucht. Im Rahmen des Basisuntersuchungsprogramms (Level 1) werden in allen Studienzentren unter anderem Körpergröße, -gewicht, -umfänge und -zusammensetzung gemessen. Eine zufällig ausgewählte Substichprobe von ca. 40.000 Personen (20 %) durchläuft ein erweitertes Untersuchungsprogramm (Level 2). Hierbei werden unter anderem auch die Schichtdicken für SAT und VAT mittels Sonographie ermittelt. Zusätzlich erhalten Teilnehmende in drei Studienzentren einen 3-D-Bodyscan und in fünf Studienzentren eine Ganzkörper-MRT-Untersuchung. Ausführliche Informationen zur NAKO Gesundheitsstudie inklusive Angaben zur Qualitätssicherung sind dem Beitrag von Schipf et al. in diesem Themenheft zu entnehmen [16].

Um einen qualitätsgesicherten Datensatz für wissenschaftliche Auswertungen zu erstellen, wurde eine systematische Prüfung und Bereinigung der Daten der ersten 100.000 Teilnehmenden der NAKO Gesundheitsstudie durchgeführt. Auf dieser Datenbasis zur Halbzeit der Basiserhebung beruhen alle folgenden Analysen. Dabei wurden Daten von 101.817 Teilnehmerinnen und Teilnehmern, welche zwischen März 2014 und März 2017 untersucht worden sind, herangezogen.

Um bei den anthropometrischen Messungen valide Ergebnisse zu gewährleisten, sollten alle Faktoren, welche die Messergebnisse beeinflussen, standardisiert werden [17]. Deshalb wurden die Teilnehmenden gebeten, sich bis auf die Unterwäsche auszuziehen und metallischen Schmuck abzulegen. Die Studienteilnehmenden sollten mit entleerter Harnblase zu den Messungen erscheinen, in der letzten Stunde vor den Messungen möglichst nicht körperlich aktiv gewesen sein und in den zehn Minuten vor den Messungen nicht liegen. Es wurde auf eine angenehme Raumtemperatur (ca. 22–24 °C) geachtet.

Bundesgesundheitsbl 2020 · 63:290–300 <https://doi.org/10.1007/s00103-020-03096-w>
© Der/die Autor(en) 2020

B. Fischer · A. M. Sedlmeier · S. Hartwig · C. L. Schlett · W. Ahrens · F. Bamberg · H. Baurecht · H. Becher · K. Berger · H. Binder · B. Bohn · P. R. Carr · S. Castell · C.-W. Franzke · J. Fricke · S. Gastell · K. H. Greiser · K. Günther · L. Jaeschke · R. Kaaks · Y. Kemmling · L. Krist · O. Kuß · N. Legath · W. Lieb · J. Linseisen · M. Löffler · K. B. Michels · R. Mikolajczyk · T. Niedermaier · K. Norman · N. Obi · A. Peters · T. Pischon · T. Schikowski · S. Schipf · B. Schmidt · M. B. Schulze · A. Stang · J. Stojicic · D. Tiller · H. Völzke · S. Waniek · M. F. Leitzmann

Anthropometrische Messungen in der NAKO Gesundheitsstudie – mehr als nur Größe und Gewicht

Zusammenfassung

Übergewicht und Adipositas sind bedeutende Risikofaktoren für verschiedene Erkrankungen. Als Maß zu ihrer Bestimmung wurde in früheren Studien meist nur der Body-Mass-Index (BMI) verwendet. Der BMI ist allerdings ein Marker, der den Einfluss auf das Krankheitsrisiko nur unzureichend erfasst. In groß angelegten, bevölkerungsbasierten Studien besteht daher ein vordringlicher Bedarf, verbesserte Messmethoden der Körperzusammensetzung und -fettverteilung einzusetzen. Der vorliegende Beitrag stellt die in der NAKO (Nationale Kohorte) Gesundheitsstudie eingesetzten Messverfahren zur Beschreibung von Körperzusammensetzung und -fettverteilung und die ersten deskriptiven

Ergebnisse vor. Diese beziehen sich auf die Daten zur Halbzeit der Basiserhebung, welche 101.817 Teilnehmende einschließt, die in 18 Studienzentren in Deutschland zwischen März 2014 und März 2017 untersucht worden sind. Die anthropometrischen Messungen umfassten Körpergewicht, Körpergröße und -umfänge, bioelektrische Impedanzanalyse (BIA), Sonographie des Abdominalfettes, 3-D-Bodyscanner und Magnetresonanztomographie. Die Analyse des BMI zeigte, dass 46,2 % der Männer sowie 29,7 % der Frauen übergewichtig und 23,5 % der Männer und 21,2 % der Frauen adipös waren. Frauen wiesen im Mittel in fast allen Altersgruppen eine höhere Schichtdicke an subkutanem Fettgewebe

auf als Männer. Die mittlere Schichtdicke des viszeralen Fettgewebes lag hingegen bei den Männern in allen Altersgruppen über den Werten der Frauen und stieg bei beiden Geschlechtern über die Altersgruppen kontinuierlich an. Die umfassenden Daten über die Körperfettverteilung und -zusammensetzung ermöglichen es zukünftig, den Einfluss von Übergewicht und Adipositas auf die Entstehung von chronischen Erkrankungen im Detail zu analysieren.

Schlüsselwörter

Anthropometrie · Sonographie Abdominalfett · 3-D-Bodyscanner · Magnetresonanztomographie · Bevölkerungsbasierte Kohortenstudie

Anthropometric measures in the German National Cohort—more than weight and height

Abstract

High levels of adiposity in the population have a major impact on various diseases, but previous epidemiologic studies have largely been restricted to simple anthropometric measures such as the body mass index (BMI), an imperfect predictor of disease risk. There is a critical need for the use of improved measures of relative weight and body composition in large-scale, population-based research. The current article presents initial descriptive results of body composition and fat distribution based on the midterm baseline dataset of the German National Cohort, which included 101,817 participants who were examined in

18 study centers in Germany between March 2014 and March 2017. The anthropometric measures encompassed body weight, height, waist and hip circumference, bioelectrical impedance analysis (BIA), sonography of abdominal adipose tissue, 3D-body scanning, and magnetic resonance imaging. BMI analyses showed that 46.2% of men and 29.7% of women were overweight and 23.5% of men and 21.2% of women were obese. On average, women in almost all age groups demonstrated more subcutaneous adipose tissue layer thickness than men. The mean values of visceral adipose tissue layer thickness, on the other hand, were higher

among men than among women in all age groups and increased continuously across age groups in both sexes. The comprehensive assessment of body composition and fat distribution provides novel future opportunities for detailed epidemiologic analyses of overweight and adiposity in relation to the development of chronic diseases.

Keywords

Anthropometry · Sonography of abdominal fat compartments · 3D body scanning · Magnetic resonance imaging · Population-based cohort

Körpergröße

Die Körpergröße wurde mit dem Stadiometer 274 (seca GmbH & Co. KG, Hamburg) erfasst. Für die Messung standen die Studienteilnehmenden mittig mit dem Rücken zur Messlatte. Die Rückseite des Kopfes, der Rücken, das Gesäß und die Fersen sollten, wenn anatomisch möglich, den Messstab berühren, die Füße sollten leicht v-förmig geöffnet nebeneinanderstehen. Das Ende des äußeren Gehörganges sollte sich auf ei-

ner gedachten waagerechten Linie in Höhe des Jochbogens befinden (Frankfurter Horizontale).

Körpergewicht

Die Gewichtserfassung erfolgte über vier Wägezellen in der integrierten, geeichten Waage des medical Body Composition Analyzer (mBCA) 515 der Firma seca.

Taillen- und Hüftumfang

Die manuelle Messung des Taillen- und Hüftumfangs wurde mit dem Umfangmessband 201 der Firma seca vorgenommen. Die Personen standen aufrecht, mit hüftbreit geöffneten Beinen und mit dem Rücken zu einem Ganzkörperspiegel. Der Taillenumfang wurde im Einklang mit den Empfehlungen der WHO [18] in der Mitte zwischen der untersten Rippe und dem Beckenkamm gemessen. Die Messung des Hüftumfangs erfolgte auf frei-

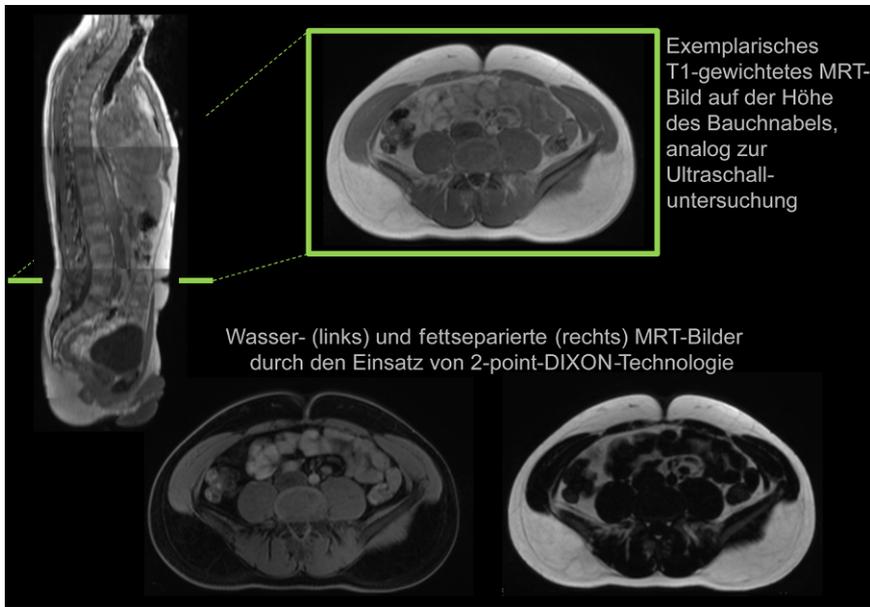


Abb. 1 ▲ MRT-Bildgebung mittels der T1-weighted-3D-VIBE-two-point-DIXON-Sequenz

williger Basis in sieben Studienzentren und war kein Pflichtmodul. Das Maßband wurde an der weitesten Stelle des Gesäßes angelegt und in einem Spiegel auf eine waagerechte Lage kontrolliert.

Körperzusammensetzung – Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

Die BIA erfolgte nach der 8-Punkt-Methode mit dem phasensensitiven Multifrequenzgerät mBCA 515 der Firma seca. Die Einleitung des geringen Wechselstromes und die Messung der Impedanz erfolgten pro Körperhälfte jeweils über ein Paar Fußelektroden und drei Paar Handelektroden bei Frequenzen zwischen 1 kHz und 1000 kHz. Die Handelektroden waren in drei verschiedenen Höhen angebracht, sodass Personen unterschiedlicher Körpergröße auf dem Gerät eine optimale Haltung für die Messung einnehmen konnten. Das Gerät war im Rahmen einer Machbarkeitsstudie auf Anwendbarkeit in einer Langzeitstudie und Compliance der Teilnehmenden in den Studienzentren Regensburg, Berlin-Nord sowie Berlin-Süd überprüft und positiv bewertet worden.

Beim Vorliegen der folgenden Kontraindikationen wurde keine BIA durchgeführt: elektronische Implantate, aktive

Prothesen, Schwangerschaft, Amputation von Fuß, Bein, Hand oder Arm, große Metallimplantate oder tragbare elektronische Medizingeräte. Die Messdauer betrug 75 s. Für die Kalkulation des Körperfettanteils wurden die bei 50 kHz gemessene Resistanz (Wirkwiderstand) und Reaktanz (Blindwiderstand) verwendet [19]. Exemplarisch für die über 300 Parameter, die durch die BIA für jeden Teilnehmenden ermittelt wurden, wird in diesem Beitrag der Körperfettanteil dargestellt.

Ultraschall Abdominalfett

Die Messung der abdominalen Fettdicke wurde mithilfe des Ultraschallgeräts Philips iE33 mit 1–5 MHz Konvexschallköpfen gemessen (Philips GmbH, Hamburg). Die Markierung des Messpunktes für die Untersuchung erfolgte bereits bei der Messung des Taillenumfanges. Dabei wurde er am oberen Rand des Maßbands auf Höhe der Mittellinie zwischen der untersten Rippe und dem Beckenkamm auf der Haut der Teilnehmenden platziert. Die Messung wurde ohne Kompression der Haut mit entsprechendem Ultraschallgel durchgeführt, während sich die Teilnehmenden auf der Untersuchungsliege in Rückenlage befanden. Der Schallkopf zeigte dabei senkrecht

zur Bauchhaut. SAT und VAT wurden jeweils am Ende einer gewöhnlichen Ausatmung bestimmt. Dabei wurde SAT von der Hautoberfläche bis zum oberen Rand der Linea alba (senkrechte Bindegewebsnaht in der Mitte des Bauches) gemessen und VAT vom unteren Rand der Linea alba bis zur Vorderkante des Lendenwirbelkörpers. Es konnte gezeigt werden, dass diese SAT- und VAT-Strecken aus der Ultraschalluntersuchung gut mit den gemessenen Werten der abdominalen Fettdicken aus der Computertomographie (CT) korrelieren [20].

Für die Analysen der Messungen des abdominalen Fettgewebes wurden die Durchschnittswerte aus den Doppelbestimmungen der jeweiligen Fettschichten berechnet.

3-D-Bodyscanner

Die NAKO Gesundheitsstudie nutzte in den Studienzentren Halle (Saale), Leipzig und Düsseldorf im Rahmen eines zusätzlichen Studienteils (NAKO-Level-3-Projekt) einen 3-D-Laserbodyscanner, mit dessen Hilfe innerhalb weniger Sekunden rund 150 verschiedene Körpermaße erhoben werden können. Die laserbasierte 3-D-Bodyscantechnologie basiert auf dem Verfahren der optischen Triangulation und erlaubt eine berührungslose, dreidimensionale Abbildung des menschlichen Körpers. Die Messung wurde mit dem Bodyscanner Vitus^{smart} XXL (Avalution GmbH, Kaiserslautern) durchgeführt und die Scanzeit von Kopf bis Fuß betrug pro Person etwa 12 s. Die Messung erfolgte entkleidet bis auf Slip und gegebenenfalls BH, ohne Schmuck. War der Slip nicht enganliegend, wurde ein Einwegslip zur Verfügung gestellt. Für die Vermessung des Kopfbereichs erhielt jede/r Teilnehmende eine elastische Stoffkappe zum Bedecken des Haupthaars. Der Scan erfolgte in aufrechter Grundhaltung mit dem Kopf in der Frankfurter Horizontalen mit leicht angewinkelten, herabhängenden Armen, Händen zur Faust geballt mit dem Daumen außen anliegend und nach vorne gerichtet sowie schulterbreit auseinanderstehenden Füßen.

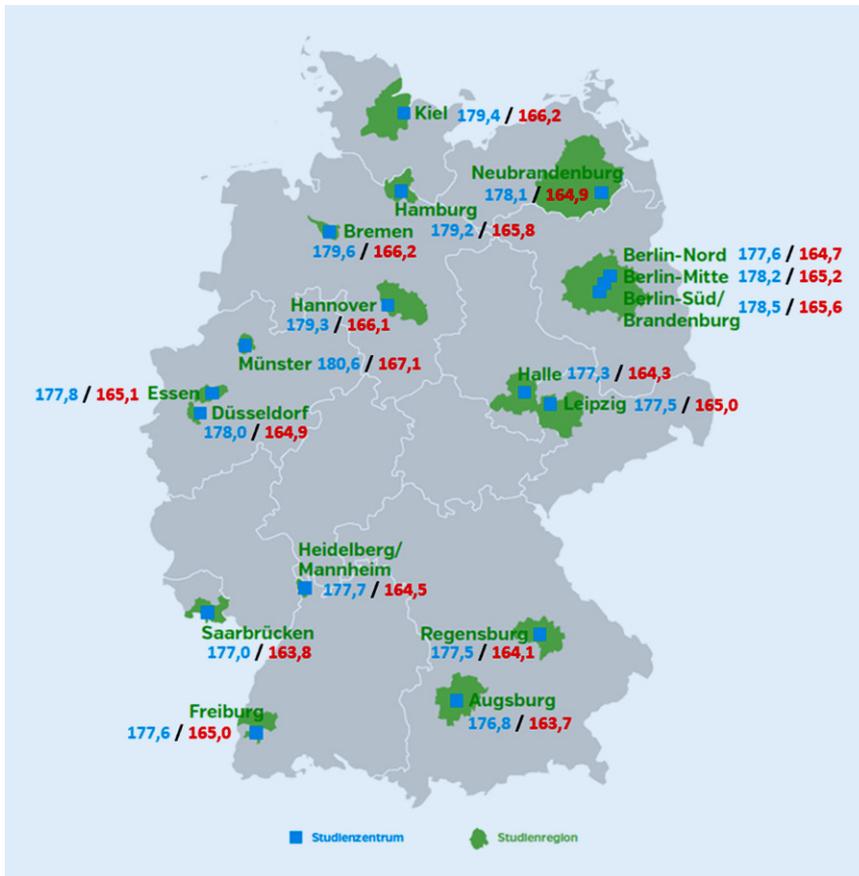


Abb. 2 ▲ Mittelwerte der Körpergröße (in cm) für Männer (blau) und Frauen (rot) nach Studienzentrum; Gesamtmittelwert Männer ($n = 44.848$) = 178,1 cm; Gesamtmittelwert Frauen ($n = 51.674$) = 165,0 cm

Von den ersten 101.817 Teilnehmenden der NAKO Gesundheitsstudie erhielten 4183 Männer und Frauen einen 3-D-Bodyscan (Halle: 2583; Leipzig: 1133; Düsseldorf: 467).

Ganzkörper-MRT

In der NAKO wurden insgesamt über 25.000 Ganzkörper-MRT-Untersuchungen an fünf Standorten (Augsburg, Berlin, Essen, Mannheim, Neubrandenburg) durchgeführt [21]. Die MRT-Untersuchung umfasste neben spezifischen Sequenzen für den Kopf, das muskuloskeletale sowie das kardiovaskuläre System auch MRT-Sequenzen, die den ganzen Torso in einer hohen Auflösung erfassen. Diese Sequenzen können zur Quantifizierung von Fettkompartimenten und Fettanteilen in den Organen eingesetzt werden.

In der aktuellen Subgruppe der NAKO Gesundheitsstudie wurden alle bis zum

31.12.2016 akquirierten MRT-Daten eingeschlossen. Die Akquisition der Bilder erfolgte auf 3-T-MRT-Geräten (Magnetom Skyra; Siemens Healthcare, Erlangen) mit einem Messprotokoll, welches insgesamt 12 Sequenzen umfasste und für eine Stunde Messzeit ausgelegt war. Rekrutierung, Ein- und Ausschlusskriterien wurden bereits beschrieben [21]. Zwei Sequenzen sind für die Anthropometrie besonders relevant:

- T1-weighted 3D VIBE two-point DIXON. Durch die DIXON-Technologie wurden zusätzliche fett- und wasserseparierte Bilder erzeugt (Abb. 1).
- Multiecho 3D VIBE. Diese Sequenz wurde spezifisch zur Qualifikation der hepatischen Steatosis entwickelt und validiert [22]. Zusätzlich erlaubt sie die Quantifizierung des Fettgehalts in einzelnen Organen des

Oberbauchs, wie z. B. im Pankreas oder in der Leber [23].

Alle MRT-Bilder wurden mittels visueller Prüfung der Bildqualität und zusätzlicher automatischer Extraktion von Qualitätsparametern, wie z. B. Bildrauschen, qualitätsgesichert. Im Zeitraum bis zum 31.12.2016 wurde die MRT-Untersuchung bei 11.372 Teilnehmenden durchgeführt, mindestens eine der 12 Sequenzen war bei 11.343 Teilnehmenden verfügbar.

Da die Daten für den 3-D-Bodyscan noch nicht ausreichend qualitätsgesichert sind und für die MRT-Sequenzen noch keine abgeleiteten Variablen, wie beispielsweise für das abdominale Fettgewebe, vorliegen, werden zu diesen Untersuchungsmethoden noch keine Ergebnisse gezeigt.

Statistische Auswertung

Die statistische Beschreibung wurde stratifiziert nach Alter und Geschlecht durchgeführt. Für kontinuierliche Variablen wurden Mittelwerte und Standardabweichungen und für kategoriale Variablen absolute und relative Häufigkeiten ermittelt. Da keine statistischen Tests durchgeführt wurden, wird keine Aussage darüber getroffen, ob Unterschiede zwischen einzelnen Bevölkerungsgruppen statistisch signifikant sind. Alle Analysen wurden mit der Statistiksoftware R Version 3.6.0 (2019, R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich) durchgeführt.

Ergebnisse

In Tab. 1 sind die Verteilungen der anthropometrischen Messparameter der ersten 101.817 Teilnehmenden der NAKO Gesundheitsstudie stratifiziert nach Alter und Geschlecht aufgeführt.

Körpergröße und -gewicht, Taillen- und Hüftumfang

Geschlechterunabhängig waren die älteren Teilnehmenden deutlich kleiner als die jüngeren und der mittlere Unterschied der Körpergrößen zwischen der jüngsten und der ältesten Altersgruppe

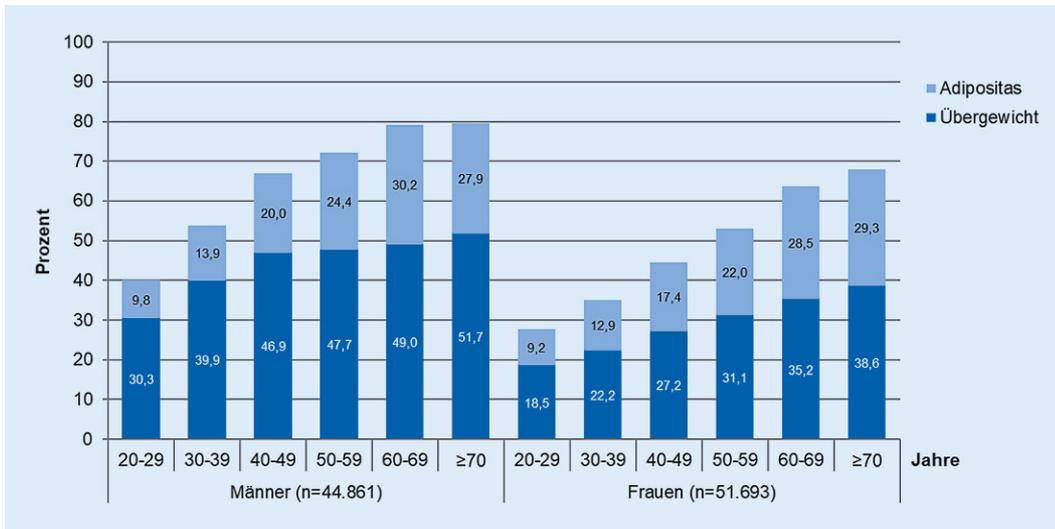


Abb. 3 ◀ Anteil von übergewichtigen und adipösen Studienteilnehmenden in der jeweiligen Altersgruppe (in %) nach Alter und Geschlecht; Gesamtanteil Übergewicht bei Männern = 46,2% und Frauen = 29,7%; Gesamtanteil Adipositas bei Männern = 23,5% und bei Frauen = 21,2%

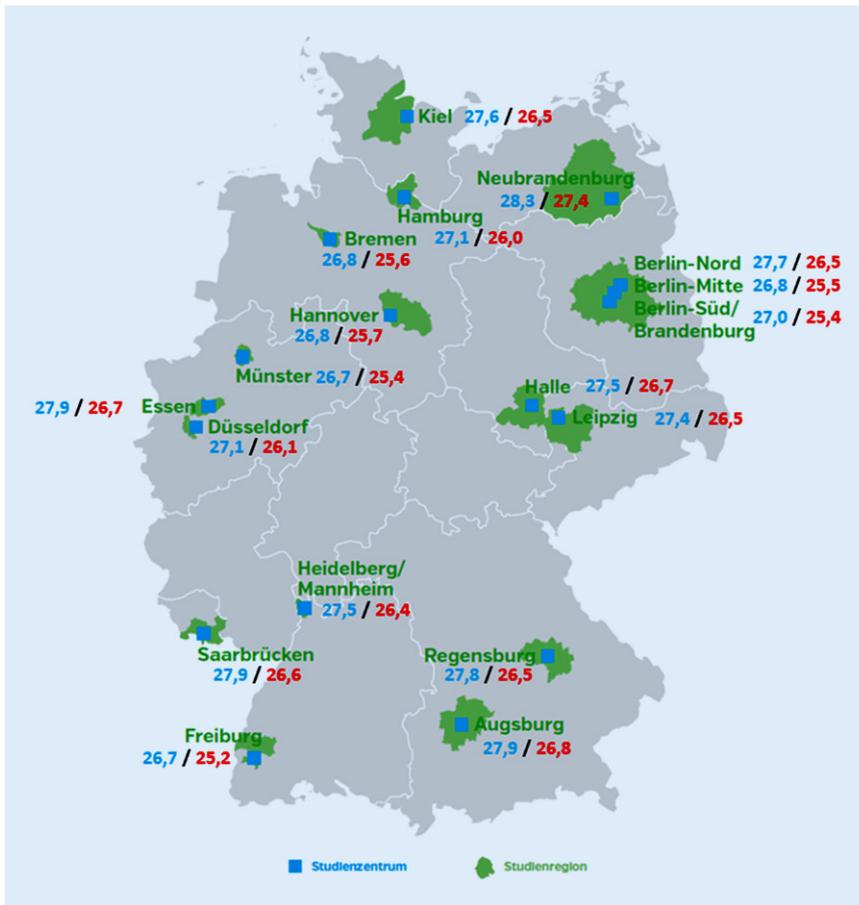


Abb. 4 ▲ Mittelwerte des BMI (in kg/m²) für Männer (blau) und Frauen (rot) nach Studienzentrum; Gesamtmittelwert Männer (n = 44.861) = 27,4 kg/m²; Gesamtmittelwert Frauen (n = 51.693) = 26,3 kg/m²

betrug über 6 cm. Die Mittelwerte lagen bei den Männern bei 178,1 cm (Standardabweichung, SD 7,3 cm) und bei den Frauen bei 165,0 cm (SD 6,7 cm). Ein umgekehrtes Muster in Bezug auf die Altersgruppen konnte beim Körpergewicht, dem Taillen- und Hüftumfang beobachtet werden: Die durchschnittlichen Taillenumfänge fielen sowohl bei den Männern mit 97,9 cm (SD 12,9 cm) als auch bei den Frauen mit 86,6 cm (SD 13,7 cm) in einen Bereich, bei dem, der WHO zufolge, das Risiko für metabolische und kardiovaskuläre Komplikationen bereits erhöht ist [3].

Zwischen den 18 Studienzentren wurden regionale Unterschiede in den anthropometrischen Messparametern festgestellt. Exemplarisch ist dies für die Körpergröße dargestellt (Abb. 2). Im Mittel waren die Teilnehmenden in Münster über 3 cm größer als die Teilnehmenden aus der Region Augsburg. In der Tendenz waren die Teilnehmenden der südlichen Studienzentren Augsburg, Regensburg, Heidelberg/Mannheim und Saarbrücken kleiner als die der nördlichen Studienzentren Münster, Hannover, Bremen, Hamburg und Kiel.

BMI und Übergewicht

Die Mittelwerte für den BMI lagen bei Männern bei 27,4 kg/m² (SD 4,4 kg/m²) und bei Frauen bei 26,3 kg/m² (SD 5,5 kg/m²), was beides, entsprechend der

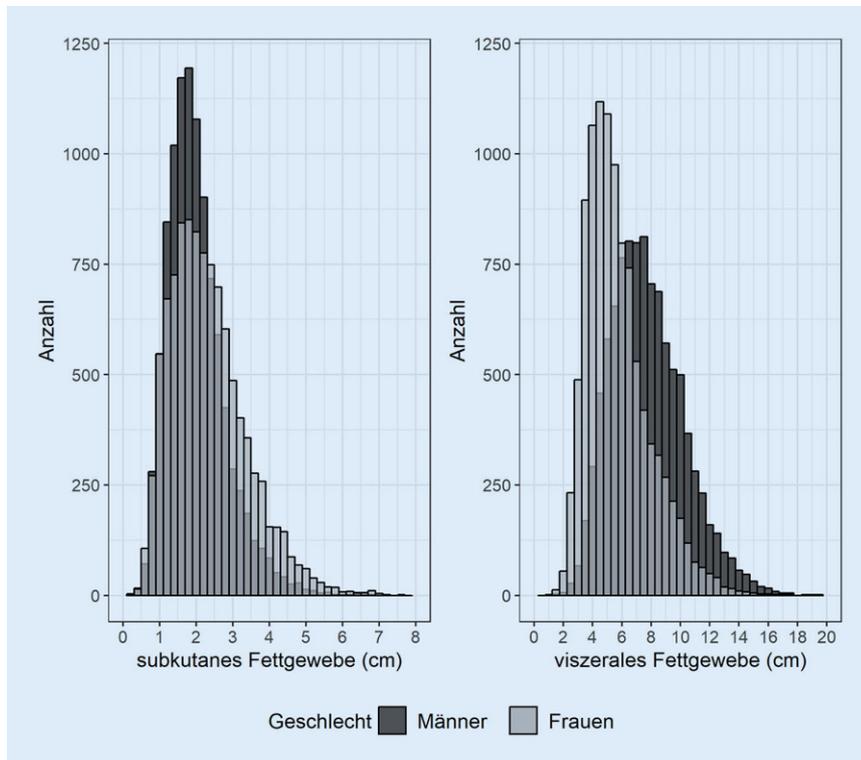


Abb. 5 ▲ Subkutane und viszerale abdominale Fettgewebisdicke (SAT bzw. VAT) bei Männern (*dunkelgrau*) und Frauen (*hellgrau*). Messmethode: Ultraschall

WHO, in die Kategorie von Übergewicht fällt [3].

In **Abb. 3** ist der Anteil von übergewichtigen ($\text{BMI} \geq 25,0$ bis $< 30,0 \text{ kg/m}^2$) und adipösen Teilnehmenden ($\text{BMI} \geq 30,0 \text{ kg/m}^2$) nach Altersgruppen dargestellt. Insgesamt waren 46,2% der Männer und 29,7% der Frauen übergewichtig sowie 23,5% der Männer und 21,2% der Frauen adipös. Es ist klar erkennbar, dass der Anteil von Übergewichtigen und Adipösen bei beiden Geschlechtern mit zunehmendem Alter stieg. So erhöhten sich die mittleren BMI-Werte bei den Frauen pro Altersstratum um jeweils ca. 1 kg/m^2 . Über alle Altersklassen hinweg hatte nur ein Drittel der Männer einen BMI unter $25,0 \text{ kg/m}^2$, während es bei den Frauen fast die Hälfte war.

Beim Körpergewicht wurden Unterschiede von über 5 kg zwischen den Studienregionen festgestellt. Die höchsten mittleren BMI-Werte wurden sowohl für Männer (Mittelwert, MW = $28,3 \text{ kg/m}^2$) als auch für Frauen (MW = $27,4 \text{ kg/m}^2$) in der Studienregion Neubrandenburg gemessen (**Abb. 4**). Mit $26,7 \text{ kg/m}^2$ bei

den Männern und $25,2 \text{ kg/m}^2$ bei den Frauen lagen die BMI-Mittelwerte der Teilnehmenden aus der Studienregion Freiburg um $1,6 \text{ kg/m}^2$ bzw. $2,2 \text{ kg/m}^2$ deutlich niedriger als in der Studienregion Neubrandenburg. Verglichen mit den Studienzentren Neubrandenburg, Augsburg, Saarbrücken und Essen, welche die höchsten durchschnittlichen BMI-Werte aufwiesen, lagen die Mittelwerte in Münster, Freiburg, Bremen, Hannover und Berlin-Mitte deutlich niedriger.

Körperzusammensetzung

Die BIA ermöglicht es, eine Vielzahl an Parametern der Körperzusammensetzung zu bestimmen. In diesem Beitrag wurde exemplarisch der Körperfettanteil dargestellt (**Tab. 1**). Der mittlere Körperfettanteil der Frauen lag mit 36,9% um ca. 10 Prozentpunkte höher als der Wert bei den männlichen Teilnehmern. Wie auch beim BMI steigen die Mittelwerte für den Körperfettanteil von Altersgruppe zu Altersgruppe an. Im Vergleich zur jüngsten Altersgruppe, den 20- bis 29-jährigen Männern, mit

einem mittleren Körperfettanteil von 19,7% betrug dieser bei den 70- bis 75-jährigen Männern 29,7%. Bei den Frauen lag der durchschnittliche Wert in der jüngsten Altersgruppe bei 30,2% und in der ältesten bei 42,0%.

Ultraschall Abdominalfett

Die Verteilungen von SAT und VAT (**Abb. 5**) und die Ergebnisse aus **Tab. 1** zeigen, dass Männer im Vergleich zu Frauen weniger subkutanes, jedoch mehr viszerales Fettgewebe haben. Die studienzentrenübergreifende Verteilung der abdominalen Fettgewebisdicken aus der Sonographie nach Alter und Geschlecht verdeutlicht, dass bei den Frauen die Mittelwerte des SAT in fast allen Altersgruppen über den entsprechenden mittleren Werten der Männer lagen. Die höchsten SAT-Werte wurden bei den Frauen über 50 Jahren mit $2,4 \text{ cm}$ erreicht. Bei den Männern lag das Maximum für SAT in der Altersgruppe der 30- bis 49-Jährigen und nahm bei den ≥ 50 -Jährigen wieder ab. Die Mittelwerte des VAT lagen hingegen bei den männlichen Teilnehmern in allen Altersgruppen über den entsprechenden Werten der Frauen. Bei beiden Geschlechtern nahm das VAT über die Altersgruppen kontinuierlich zu und erreichte einen maximalen Durchschnittswert von $8,4 \text{ cm}$ bei den 60- bis 69-jährigen Männern bzw. von $6,7 \text{ cm}$ bei den Frauen über 70 Jahren.

Diskussion

Für eine genaue Abschätzung der Effekte der Körperfettverteilung und -zusammensetzung auf die Entstehung von chronischen Erkrankungen ist die Methodenauswahl von besonderer Bedeutung. Für eine bevölkerungsbezogene, longitudinale Studie, wie die NAKO, umfasst der Anforderungskatalog nicht nur inhaltliche, sondern auch technische Aspekte. Alle eingesetzten anthropometrischen Untersuchungsmethoden sind validiert, zum Großteil einfach und schnell in der Durchführung und die Daten werden weitestgehend automatisiert erfasst. Die standardisierte Messmethodik wird durch einheitliche Geräte, Schulungen und untersuchungsspezifische Standard-

Tab. 1 Verteilung von anthropometrischen Messparametern nach Altersgruppen und Geschlecht. Angabe der Altersgruppe in Jahren, der Anzahl der Teilnehmer (*n*) sowie von Mittelwert (Mean), Standardabweichung (SD) und Perzentilen (Perz)

Alter	Männer						Frauen					
	<i>n</i>	Mean	SD	10. Perz	50. Perz	90. Perz	<i>n</i>	Mean	SD	10. Perz	50. Perz	90. Perz
Größe in cm												
20–29	2906	180,8	7,1	171,9	180,7	189,9	3864	167,4	6,7	159,1	167,2	175,8
30–39	4179	180,7	7,2	171,5	180,6	189,5	4941	167,1	6,5	158,8	167,1	175,6
40–49	9444	179,8	7,1	170,8	179,9	188,8	11.634	166,8	6,6	158,5	166,7	175,1
50–59	12.767	178,5	7,1	169,6	178,3	187,5	15.220	165,3	6,5	157,2	165,2	173,6
60–69	14.109	175,8	6,7	167,4	175,7	184,4	14.680	162,4	6,2	154,7	162,3	170,3
70–75	1443	174,2	6,2	166,4	174,2	182,0	1335	161,3	6,3	153,5	161,1	169,0
<i>Gesamt</i>	<i>44.848</i>	<i>178,1</i>	<i>7,3</i>	<i>169,0</i>	<i>178,0</i>	<i>187,4</i>	<i>51.674</i>	<i>165,0</i>	<i>6,7</i>	<i>156,6</i>	<i>164,9</i>	<i>173,7</i>
Gewicht in kg												
20–29	2907	81,0	14,7	65,3	78,8	99,7	3865	66,1	13,5	52,6	63,4	83,3
30–39	4185	84,7	14,6	68,4	82,7	103,8	4944	68,8	14,9	53,8	65,6	87,7
40–49	9447	87,6	15,0	70,9	85,7	106,2	11.640	71,3	15,3	55,5	67,9	91,6
50–59	12.776	88,1	15,2	71,0	86,1	107,3	15.230	72,5	15,5	56,0	69,3	92,8
60–69	14.117	87,8	14,8	71,1	85,9	107,0	14.692	72,7	14,5	56,2	70,5	91,9
70–75	1445	85,4	13,7	69,5	84,2	101,9	1334	72,3	13,9	56,1	70,8	89,8
<i>Gesamt</i>	<i>44.877</i>	<i>87,0</i>	<i>15,0</i>	<i>70,2</i>	<i>85,1</i>	<i>106,2</i>	<i>51.705</i>	<i>71,4</i>	<i>15,1</i>	<i>55,3</i>	<i>68,5</i>	<i>91,3</i>
BMI in kg/m²												
20–29	2907	24,8	4,1	20,5	24,1	29,9	3864	23,6	4,5	19,2	22,5	29,4
30–39	4184	25,9	4,1	21,6	25,3	31,3	4943	24,6	5,2	19,7	23,3	31,4
40–49	9443	27,1	4,3	22,5	26,4	32,3	11.638	25,6	5,4	20,3	24,3	32,8
50–59	12.768	27,6	4,4	22,8	27,0	33,3	15.229	26,5	5,5	20,8	25,3	33,9
60–69	14.115	28,4	4,4	23,5	27,8	34,2	14.686	27,6	5,5	21,5	26,7	34,9
70–75	1444	28,1	4,2	23,5	27,5	33,5	1333	27,8	5,3	21,8	26,9	34,8
<i>Gesamt</i>	<i>44.861</i>	<i>27,4</i>	<i>4,4</i>	<i>22,5</i>	<i>26,8</i>	<i>33,1</i>	<i>51.693</i>	<i>26,3</i>	<i>5,5</i>	<i>20,5</i>	<i>25,1</i>	<i>33,7</i>
Taillenumfang in cm												
20–29	2994	86,2	10,9	75,1	84,1	100,5	3977	77,1	11,0	66,0	74,6	91,5
30–39	4306	90,8	11,1	78,5	89,1	105,4	5132	81,0	12,1	68,4	78,3	97,3
40–49	9737	95,7	11,8	82,3	94,2	110,9	12.013	84,1	12,8	70,3	81,7	101,4
50–59	13.235	98,9	12,3	84,6	97,7	114,9	15.796	87,8	13,7	72,4	85,7	106,5
60–69	14.830	102,4	12,3	88,0	101,3	118,6	15.385	91,2	13,3	75,0	89,8	109,1
70–75	1527	102,3	11,6	88,5	101,3	117,3	1410	92,3	12,7	76,5	91,3	108,5
<i>Gesamt</i>	<i>46.629</i>	<i>97,9</i>	<i>12,9</i>	<i>82,4</i>	<i>96,8</i>	<i>114,8</i>	<i>53.713</i>	<i>86,6</i>	<i>13,7</i>	<i>70,9</i>	<i>84,6</i>	<i>105,4</i>
Hüftumfang in cm												
20–29	821	98,9	8,6	89,5	98,0	108,9	1101	98,7	8,7	89,4	97,7	109,0
30–39	1158	100,5	7,8	91,6	99,8	110,3	1383	101,0	10,6	90,0	99,0	114,0
40–49	2443	101,4	7,9	93,0	100,5	110,9	3191	102,2	10,5	90,9	100,4	115,8
50–59	3454	101,4	8,4	93,0	100,4	110,5	4446	102,8	10,7	91,2	101,1	116,4
60–69	3884	102,0	8,1	93,6	101,0	111,7	4335	103,6	10,6	91,6	101,8	117,6
70–75	343	101,1	7,0	93,0	100,2	109,8	392	103,0	10,6	91,6	101,4	117,5
<i>Gesamt</i>	<i>12.103</i>	<i>101,3</i>	<i>8,2</i>	<i>92,7</i>	<i>100,4</i>	<i>110,9</i>	<i>14.848</i>	<i>102,4</i>	<i>10,5</i>	<i>91,0</i>	<i>100,6</i>	<i>116,0</i>

arbeitsanweisungen sowie weitere qualitätssichernde Maßnahmen auch über den langen Beobachtungszeitraum von mehreren Jahren gewährleistet.

Die ersten Ergebnisse der anthropometrischen Messungen in der NAKO Ge-

sundheitsstudie zeigen, dass die durchschnittlichen BMI-Werte der Teilnehmenden auf einem hohen Niveau liegen. In der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1, 2008–2011) waren 43,8 % der Männer und 29,1 %

der Frauen im Alter von 18–79 Jahren übergewichtig und 23,3 % der Männer und 23,9 % der Frauen adipös [24]. Die Anteile liegen in der NAKO Gesundheitsstudie basierend auf dem Datensatz zur Halbzeit der Basiserhebung mit

Tab. 1 (Fortsetzung)

Alter	Männer						Frauen					
	n	Mean	SD	10. Perz	50. Perz	90. Perz	n	Mean	SD	10. Perz	50. Perz	90. Perz
Körperfettanteil in %												
20–29	2872	19,7	7,5	10,4	19,1	30,0	3759	30,2	7,4	21,4	29,4	40,5
30–39	4122	22,7	7,0	13,7	22,5	31,7	4735	32,2	7,5	23,1	31,4	42,5
40–49	9307	25,0	6,5	16,7	25,0	33,1	11.452	34,6	7,3	25,6	34,1	44,5
50–59	12.417	26,7	6,4	18,5	26,7	34,7	14.855	37,7	7,0	28,7	37,5	47,0
60–69	13.282	29,3	6,1	21,5	29,4	36,8	13.898	40,9	6,4	32,5	41,1	49,1
70–75	1320	29,7	5,9	22,3	29,9	37,0	1232	42,0	6,1	34,0	42,2	49,8
Gesamt	43.320	26,3	7,0	17,2	26,6	35,1	49.931	36,9	7,8	26,7	37,0	47,0
Subkutanes Fettgewebe in cm												
20–29	637	1,9	1,0	0,9	1,7	3,2	736	2,0	1,1	1,0	1,8	3,5
30–39	983	2,1	0,9	1,1	1,9	3,3	947	2,1	1,2	1,0	1,8	3,7
40–49	2256	2,1	0,8	1,2	2,0	3,2	2479	2,3	1,1	1,1	2,1	3,7
50–59	3015	2,0	0,8	1,2	1,9	3,0	3124	2,4	1,0	1,2	2,3	3,9
60–69	2870	1,9	0,7	1,1	1,8	2,8	2745	2,4	0,9	1,3	2,3	3,7
70–75	314	1,8	0,7	1,1	1,7	2,8	247	2,3	0,9	1,2	2,3	3,5
Gesamt	10.075	2,0	0,8	1,1	1,9	3,0	10.278	2,3	1,0	1,1	2,2	3,7
Viszerales Fettgewebe in cm												
20–29	632	5,9	1,7	4,0	5,6	7,9	731	4,4	1,3	3,0	4,2	6,1
30–39	977	6,6	2,0	4,3	6,5	9,2	934	4,7	1,7	3,0	4,4	7,0
40–49	2243	7,5	2,3	4,7	7,3	10,4	2450	5,3	2,0	3,3	4,9	8,0
50–59	2982	8,0	2,5	5,0	7,8	11,4	3078	6,0	2,2	3,7	5,6	9,0
60–69	2821	8,4	2,6	5,2	8,2	11,8	2709	6,5	2,3	3,8	6,1	9,7
70–75	306	8,3	2,5	5,1	8,1	11,7	245	6,7	2,4	4,0	6,4	9,8
Gesamt	9961	7,8	2,5	4,7	7,5	11,1	10.147	5,8	2,2	3,4	5,3	8,9

46,1% übergewichtigen sowie 23,6% adipösen Männern und 29,8% übergewichtigen sowie 21,3% adipösen Frauen auf vergleichbarem Niveau. Die größere Häufigkeit von Übergewicht und Adipositas in den älteren im Vergleich zu den jüngeren Altersgruppen wurde in gleicher Weise in DEGS1 und der NAKO Gesundheitsstudie festgestellt.

Um die konventionellen anthropometrischen Messmethoden zu erweitern, setzt die NAKO Gesundheitsstudie detailliertere Messungen, wie beispielsweise die BIA, ein. Diese Analyse der Körperzusammensetzung bietet die Möglichkeit, anhand der unterschiedlichen elektrischen Leitfähigkeit von Fettmasse und fettfreier Masse zwischen diesen beiden Kompartimenten zu differenzieren und liefert zudem Informationen über die Fitness. Sie dient außerdem als ergänzende Methode, um Aussagen über den Ernährungs- und Gesundheitsstatus der Teilnehmenden vor allem im longitu-

dinalen Verlauf einer Langzeitstudie zu treffen [25]. Ein Rückgang der fettfreien Masse oder der metabolisch aktiven Muskelzellen kann frühzeitig erkannt und die Integrität der Zellmembranen anhand des sogenannten Phasenwinkels überprüft werden [26, 27]. Dieser gilt damit als prognostischer Marker bei chronischen Erkrankungen, Entzündungen oder auch Unterernährung [28, 29]. Erste Vergleiche der BIA-Ergebnisse zum prozentualen Körperfettanteil mit den Ergebnissen einer Studie aus der Schweiz mit Teilnehmenden ohne Vorerkrankungen zeigen Unterschiede auf. Der mittlere Anteil ist mit 26,3% Körperfett bei den Männern und 36,9% bei den Frauen deutlich höher als die Werte in der Schweizer Studie mit 19,7% bei den Männern und 28,5% bei den Frauen. Dabei ist zu beachten, dass in der NAKO Teilnehmende nicht aufgrund von Vorerkrankungen ausgeschlossen wurden und auch die Prävalenz von Überge-

wicht und Adipositas in der Schweiz niedriger ist als in anderen europäischen Ländern und den USA [30].

Die Messung der abdominalen Körperfettmengen mittels Sonographie stellt eine Innovation dar und wurde bislang noch nicht in großen Kohortenstudien eingesetzt. Die bisherige Literatur zu SAT und VAT bezieht sich hauptsächlich auf die Auswertung von Schnittbildverfahren wie CT- oder MRT-Aufnahmen. Diese Untersuchungsmethoden dienen als Goldstandard zur Quantifizierung des Fettgewebes, doch sind sie aufgrund der Strahlenbelastung beim CT beziehungsweise des vergleichsweise größeren Aufwands und der hohen Kosten bei CT und MRT nur bedingt für bevölkerungsbasierte Studien geeignet. In der NAKO Gesundheitsstudie ist die MRT-Untersuchung daher auf fünf Standorte beschränkt. Durch den Einsatz der Sonographie kann die Messung auch bei einer größeren Stichprobe in kur-

zer Zeit und für die Teilnehmenden wenig belastend in allen Studienzentren durchgeführt werden und bietet so die Möglichkeit, mit einfacheren Mitteln eine Risikoerteilung vorzunehmen. Die gute Validität und die exzellente Reproduzierbarkeit der Ultraschalluntersuchung wurden bereits im Pretest der NAKO Gesundheitsstudie dokumentiert [31]. In zukünftigen Analysen können die Assoziationen der bei der Basisuntersuchung erhobenen Werte des SAT und VAT mit dem Auftreten von klinischen Endpunkten über die Zeit untersucht werden mit dem Ziel, aus den gewonnenen Erkenntnissen mögliche Referenzwerte abzuleiten.

Die Innovation des 3-D-Bodyscans besteht in der Erhebung umfangreicher Körpermaße, einem hohen Grad an Standardisierung, der automatischen Erfassung von Zusatzinformationen (Körperproportionen, -formen, -haltungen, -durchmesser), einer hohen Akzeptanz, der Möglichkeit zur Visualisierung und den umfangreichen Dokumentationsmöglichkeiten [32–34]. Die Messungen zeigten in bisherigen Studien sehr gute Validität und hervorragende Reliabilität [35–37]. Es ist möglich, auch Parameter zu messen, die bislang nicht zum anthropometrischen Standardrepertoire gehören. Der menschliche Körper kann mit höherer Auflösung vermessen werden, wodurch Assoziationen zwischen Körperformen, Gesundheit und Lebensstil detaillierter beschrieben werden können.

Während der 3-D-Bodyscan eine bildliche Darstellung der äußeren Körperformen ermöglicht, bietet das MRT einen Blick ins Innere des Körpers. Die MRT-Bildgebung in der NAKO erlaubt mittels der T1-weighted-3D-VIBE-two-point-DIXON-Sequenz die Darstellung des Torsos in einer hohen Auflösung. In den durch die DIXON-Technologie separierten Fettbildern lässt sich das viszerale und subkutane Fettgewebe analog zur Ultraschalluntersuchung axial, aber auch ganzheitlich volumetrisch darstellen [38]. Mit dem Einsatz der Multiechosequenz können zusätzliche Parameter des metabolischen Stoffwechsels im Hinblick auf Fettansammlungen in den Organen bestimmt werden.

Fazit

Die in der NAKO (Nationale Kohorte) Gesundheitsstudie erhobene, bislang einzigartige Fülle an anthropometrischen Daten ermöglicht es, vielfältige Analysen mit Körpermaßen und -formen sowie der Körperzusammensetzung und Verteilung des Fettgewebes durchzuführen, die bisher in epidemiologischen Studien kaum berücksichtigt wurden. Die Verfügbarkeit dieser unterschiedlichen Parameter bietet eine exzellente Möglichkeit, eine gänzlich neue Perspektive auf den Zusammenhang zwischen körperlichen Merkmalen, deren Veränderung und der Entstehung von Zivilisationskrankheiten abzubilden.

Korrespondenzadresse

Dr. Beate Fischer

Institut für Epidemiologie und Präventivmedizin, Universität Regensburg
Franz-Josef-Strauß-Allee 11, 93053 Regensburg, Deutschland
beate.fischer@ukr.de

Danksagung. Wir danken allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der NAKO Gesundheitsstudie sowie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der NAKO Gesundheitsstudie.

Förderung. Dieses Projekt wurde mit Daten der NAKO Gesundheitsstudie durchgeführt (www.nako.de). Die NAKO Gesundheitsstudie wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Förderkennzeichen 01ER1301A/B/C und 01ER1511D), die Bundesländer und die Helmholtz-Gemeinschaft gefördert sowie durch die beteiligten Universitäten und Institute der Leibniz-Gemeinschaft finanziell unterstützt.

Funding. Open Access funding provided by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. B. Fischer, A.M. Sedlmeier, S. Hartwig, C.L. Schlett, W. Ahrens, F. Bamberg, H. Baurecht, H. Becher, K. Berger, H. Binder, B. Bohn, P.R. Carr, S. Castell, C.-W. Franzke, J. Fricke, S. Gastell, K.H. Greiser, K. Günther, L. Jaeschke, R. Kaaks, Y. Kemmling, L. Krist, O. Kuß, N. Legath, W. Lieb, J. Linseisen, M. Löffler, K.B. Michels, R. Mikołajczyk, T. Niedermaier, K. Norman, N. Obi, A. Peters, T. Pischon, T. Schikowski, S. Schipf, B. Schmidt, M.B. Schulze, A. Stang, J. Stojjic, D. Tiller, H. Völzke, S. Waniek und M.F. Leitzmann geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommissionen, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der

aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Von allen Teilnehmenden liegt eine schriftliche Einverständniserklärung vor.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Quak SH, Furnes R, Lavine J, Baur LA (2008) Obesity in children and adolescents. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 47(2):254–259
2. World Health Organization (2017) Fact sheet: obesity and overweight
3. World Health Organization (2000) Obesity: preventing and managing the global epidemic. Technical report series, Bd. 894. World Health Organization, Geneva, Switzerland
4. Berrington de Gonzalez A, Hartge P, Cerhan JR et al (2010) Body-mass index and mortality among 1.46 million white adults. *N Engl J Med* 363(23):2211–2219
5. Global BMI Mortality Collaboration, Di Angelantonio E, Bhupathiraju SN et al (2016) Body-mass index and all-cause mortality. Individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. *Lancet* 388(10046):776–786
6. Flegal KM, Kit BK, Orpana H, Graubard BI (2013) Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 309(1):71–82
7. Carnethon MR, De Chavez PJD, Biggs ML et al (2012) Association of weight status with mortality in adults with incident diabetes. *JAMA* 308(6):581–590
8. Tseng C-H (2013) Obesity paradox. Differential effects on cancer and noncancer mortality in patients with type 2 diabetes mellitus. *Atherosclerosis* 226(1):186–192
9. Gonzalez MC, Pastore CA, Orlandi SP, Heymsfield SB (2014) Obesity paradox in cancer: new insights provided by body composition. *Am J Clin Nutr* 99(5):999–1005
10. Shen W, Wang Z, Punyanita M et al (2003) Adipose tissue quantification by imaging methods. A proposed classification. *Obes Res* 11(1):5–16
11. Bazzocchi A, Filonzi G, Ponti F et al (2011) Accuracy, reproducibility and repeatability of

- ultrasonography in the assessment of abdominal adiposity. *Acad Radiol* 18(9):1133–1143
12. Bandera EV, Fay SH, Giovannucci E et al (2016) The use and interpretation of anthropometric measures in cancer epidemiology. A perspective from the world cancer research fund international continuous update project. *Int J Cancer* 139(11):2391–2397
 13. Rickles AS, Iannuzzi JC, Mironov O et al (2013) Visceral obesity and colorectal cancer: are we missing the boat with BMI? *J Gastrointest Surg* 17(1):133–143
 14. Bergman RN, Kim SP, Catalano KJ et al (2006) Why visceral fat is bad: mechanisms of the metabolic syndrome. *Obesity (Silver Spring)* 14(1):165–195
 15. Lee JJ, Pedley A, Hoffmann U, Massaro JM, Levy D, Long MT (2018) Visceral and intrahepatic fat are associated with cardiometabolic risk factors above other ectopic fat depots: the Framingham heart study. *Am J Med* 131(6):684–692
 16. Schipf S, Schöne G, Schmidt B, Günther K, Stübs G, Greiser KH (2020) Die Basiserhebung der NAKO Gesundheitsstudie: Sekundärdatenutzung, Teilnahme an den Untersuchungsmodulen und ihre (externe) Qualitätssicherung. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. <https://doi.org/10.1007/s00103-020-03093-z>
 17. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD et al (2004) Bioelectrical impedance analysis—part II. Utilization in clinical practice. *Clin Nutr* 23(6):1430–1453
 18. World Health Organization (2000) Obesity—preventing and managing the global epidemic. Report on a WHO consultation. World Health Organization, Geneva
 19. Bosty-Westphal A, Schautz B, Later W, Kehayias JJ, Gallagher D, Müller MJ (2013) What makes a BIA equation unique? Validity of eight-electrode multifrequency BIA to estimate body composition in a healthy adult population. *Eur J Clin Nutr* 67(1):S14–21
 20. Vlachos IS, Hatzioannou A, Perelas A, Perrea DN (2007) Sonographic assessment of regional adiposity. *Ajr Am J Roentgenol* 189(6):1545–1553
 21. Bamberg F, Kauczor H-U, Weckbach S et al (2015) Whole-body MR imaging in the German national cohort: rationale, design, and technical background. *Radiology* 277(1):206–220
 22. Henninger B, Zoller H, Kannengiesser S, Zhong X, Jaschke W, Kremser C (2017) 3D multiecho Dixon for the evaluation of hepatic iron and fat in a clinical setting. *J Magn Reson Imaging* 46(3):793–800
 23. Heber SD, Hetterich H, Lorbeer R et al (2017) Pancreatic fat content by magnetic resonance imaging in subjects with prediabetes, diabetes, and controls from a general population without cardiovascular disease. *PLoS ONE* 12(5):e177154
 24. Mensink GBM, Schienkiewitz A, Haftenberger M, Lampert T, Ziese T, Scheidt-Nave C (2013) Übergewicht und Adipositas in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1) (Overweight and obesity in Germany: results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1)). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 56(5–6):786–794
 25. Reljic D, Herrmann HJ, Neurath MF, Zopf Y (2019) Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA). Grundlagen und Anwendung. *Ernahr Umsch* 66(8):M474–M485
 26. Thibault R, Genton L, Pichard C (2012) Body composition. Why, when and for who? *Clin Nutr* 31(4):435–447
 27. Tomeleri CM, Cavaglieri CR, de Souza MF et al (2018) Phase angle is related with inflammatory and oxidative stress biomarkers in older women. *Exp Gerontol* 102:12–18
 28. Garlini LM, Alves FD, Ceretta LB, Perry IS, Souza GC, Clausell NO (2019) Phase angle and mortality: a systematic review. *Eur J Clin Nutr* 73(4):495–508
 29. Wirth R, Miklis P (2005) Die Bioelektrische Impedanzanalyse in der Diagnostik der Malnutrition. Phasenwinkel korreliert mit Parametern des Ernährungsstatus geriatrischer Patienten (Bioelectric impedance analysis in the diagnosis of malnutrition). *Z Gerontol Geriatr* 38(5):315–321
 30. Kyle UG, Genton L, Slosman DO, Pichard C (2001) Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition* 17(7–8):534–541
 31. Schlecht I, Wiggermann P, Behrens G et al (2014) Reproducibility and validity of ultrasound for the measurement of visceral and subcutaneous adipose tissues. *Metabolism* 63(12):1512–1519
 32. Wells JCK, Ruto A, Treleaven P (2008) Whole-body three-dimensional photonic scanning: a new technique for obesity research and clinical practice. *Int J Obes (Lond)* 32(2):232–238
 33. Heuberger R, Domina T, MacGillivray M (2007) Body scanning as a new anthropometric measurement tool for health-risk assessment. *Int J Cons Stud* 32:34–40
 34. Kuehnappel A, Ahnert P, Loeffler M, Broda A, Scholz M (2016) Reliability of 3D laser-based anthropometry and comparison with classical anthropometry. *Sci Rep* 6:26672
 35. Bretschneider T, Koop U, Schreiner V, Wenck H, Jaspers S (2009) Validation of the body scanner as a measuring tool for a rapid quantification of body shape. *Skin Res Technol* 15(3):364–369
 36. Jaeschke L, Steinbrecher A, Pischon T (2015) Measurement of waist and hip circumference with a body surface scanner: feasibility, validity, reliability, and correlations with markers of the metabolic syndrome. *PLoS ONE* 10(3):e119430
 37. Pepper MR, Freeland-Graves JH, Yu W et al (2010) Validation of a 3-dimensional laser body scanner for assessment of waist and hip circumference. *J Am Coll Nutr* 29(3):179–188
 38. Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M (2012) The clinical importance of visceral adiposity. A critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *Br J Radiol* 85(1009):1–10