**Titel: „**Blutdruckmessung in der NAKO - methodische Unterschiede, Blutdruckverteilung und Bekanntheit der Hypertonie im Vergleich zu anderen bevölkerungsbezogenen Studien in Deutschland“

**Autoren**

Dr. Tamara Schikowski1\*, Dr. Claudia Wigmann1\*, Dr. Kateryna B. Fuks1,2\*, Dr. Sabine Schipf3, Dr. Margit Heier4,5, PD Dr. Hannelore Neuhauser6,7, Dr. Giselle Sarganas6,7, Prof. Dr. Wolfgang Ahrens8,9, Prof. Dr. Heiko Becher10, Prof. Dr. Klaus Berger11, Prof. Dr. Hermann Brenner12,13, Dr. Stefanie Castell14, Dr. Antje Damms-Machado15, Prof. Dr. Markus Dörr16,17, Nina Ebert18, Dr. Ljupcho Efremov19, Dr. Carina Emmel20, Prof. Dr. Stephan B. Felix17,21, Dr. Beate Fischer22, Prof. Dr. Claus-Werner Franzke23, Dr. Sylvia Gastell 24,Dr. Kathrin Günther 8, Prof. Dr. Johannes Haerting19, PD Dr. Till Ittermann3, Dr. Lina Jaeschke25, Dr. Annika Jagodzinski26,27,28, Prof. Dr. Karl-Heinz Jöckel20, Prof. Dr. Rudolphe Kaaks15, Dr. Sonja Kalinowski20, Prof. Dr. Thomas Keil29,30,31, Dr. Yvonne Kemmling14, Dr. Alexander Kluttig19, Dr. Lilian. Krist29, Prof. Dr. Oliver Kuss18, Nicole Legath11, Prof. Dr. Michael Leitzmann22, Prof. Dr. Wolfgang Lieb32, Prof. Dr. Markus Loeffler36,37, Dr. Claudia Meinke-Franze3, Prof. Dr. Karin B. Michels23, Prof. Dr. Rafael Mikolajczyk19, Prof. Dr. Susanne Moebus20, Dr. Sebastian Nuding33, Prof. Dr. Annette Peters5, Prof. Dr. Tobias Pischon7,25, 34,35,, Dr. Ina-Maria Rückert-Eheberg4, PD Dr. Ben Schöttker12,13, Dr. Börge Schmidt20, Prof. Dr. Carsten Oliver Schmidt3, Prof. Dr. Matthias B. Schulze24, Prof. Dr. Andreas Stang20, Inke Thiele4,5, Dr. Sigrid Thierry4,5 , Prof. Dr. Barbara Thorand4, Prof. Dr. Henry Völzke3,17 , Dr. Sabina Waniek32, Prof. Dr. Karl Werdan33; Dr. Karin Halina Greiser15

**\*geteilte Erstautorenschaft**

1 IUF – Leibniz Institut für umweltmedizinische Forschung gGmbH, Auf’m Hennekamp 50, 40225 Düsseldorf, Tel.: 0231 -3389 341, Email: tamara.schikowski@iuf-duesseldorf.de

2 Bundesamt für Strahlenschutz, Fachgebiet Strahlenepidemiologie und -Risikobewertung, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Oberschleißheim

3 Universitätsmedizin Greifswald, Institut für Community Medicine, Walther-Rathenau-Str. 48, 17487 Greifswald

4 Institut für Epidemiologie, Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH), Ingolstädter Landstr. 1, 85764 München

5 KORA-Studienzentrum, Universitätsklinikum Augsburg, Stenglinstr. 2, 86156 Augsburg

6 Robert Koch-Institut, Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring, General-Pape-Str. 62-66, 12101 Berlin

7 DZHK (Deutsches Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung), Standort Berlin, Potsdamer Str. 58, 10785 Berlin

8 Leibniz Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie, BIPS, Bremen

9 Institut für Statistik, Fachbereich Mathematik und Informatik, Universität Bremen

10 Institut für Medizinische Biometrie und Epidemiologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Germany

11Institut für Epidemiologie und Sozialmedizin, Universität Münster

12 Abt. Klinische Epidemiologie und Alternsforschung, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Im Neuenheimer Feld 581, 69120 Heidelberg

13 Netzwerk Alternsforschung (NAR) an der Universität Heidelberg, Bergheimer Straße 20, 69115 Heidelberg

14 Abteilung für Epidemiologie, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI), Braunschweig

15 Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Abteilung Epidemiologie von Krebserkrankungen, Im Neuenheimer Feld 581, 69120 Heidelberg

16 Universitätsmedizin Greifswald, Klinik und Poliklinik für Innere Medizin B, Ferdinand-Sauerbruch-Str., 17475 Greifswald

17 DZHK (Deutsches Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung), Standort Greifswald

18 Deutsches Diabetes-Zentrum (DDZ), Leibniz-Zentrum für Diabetes-Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Institut für Biometrie und Epidemiologie, Düsseldorf, Germany

19 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Epidemiologie, Biometrie und Informatik, Magdeburger Str. 8, 06112 Halle (Saale)

20 Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie, Universität Duisburg-Essen, Universitätsklinikum Essen, Essen, Germany

21Klinik und Poliklinik für Innere Medizin B, Universitätsmedizin Greifswald

22 Institut für Epidemiologie und Präventivmedizin, Universität Regensburg, Regensburg, Germany

23 Institut für Prävention und Tumorepidemiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Medizinische Fakultät, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

24 Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke, Abteilung Molekulare Epidemiologie, Nuthetal

25 Forschergruppe Molekulare Epidemiologie, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC), Berlin

26 Klinik für Allgemeine und Interventionelle Kardiologie, Universitäres Herz- und Gefäßzentrum Hamburg - Eppendorf

27 Epidemiologisches Studienzentrum, Universitätsklinikum Hamburg – Eppendorf

28 Deutsches Zentrum für Herzkreislaufforschung, Standort Hamburg/Lübeck/Kiel

29 Institut für Sozialmedizin, Epidemiologie und Gesundheitsökonomie, Charité - Universitätsmedizin Berlin, Berlin

30 Institut für Klinische Epidemiologie und Biometrie, Universität Würzburg, Würzburg

31 Landesinstitut für Gesundheit, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), Bad Kissingen

32 Institut für Epidemiologie, Christian-Albrechts-Universität, Kiel

33 Universitätsklinikum Halle (Saale), Universitätsklinik und Poliklinik für Innere Medizin III, Ernst-Grube-Straße 40, 06120 Halle (Saale)

34 Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin

35 MDC/BIH Biobank, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC) und Berlin Institute of Health (BIH), Berlin

36 Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie (IMISE), Universität Leipzig

37 LIFE – Leipziger Forschungszentrum für Zivilisationserkrankungen, Universität Leipzig

**Korresponding Author:**

Dr. Tamara Schikowski

IUF – Leibniz Institut für umweltmedizinische Forschung gGmbH

Auf’m Hennekamp 50

40225 Düsseldorf,

Tel.: 0231 -3389 341

Email: tamara.schikowski@iuf-duesseldorf.de

**ZUSAMMENFASSUNG**

Hintergrund: Arterielle Hypertonie ist ein wichtiger Risikofaktor für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Epidemiologische Studien führen zumeist drei konsekutive Blutdruckmessungen durch. Der erste Messwert wird für Auswertungen verworfen, da dieser am stärksten durch vorhergehende Aktivitäten beeinflusst sein kann. Aus zeitlichen Gründen werden in großen Studien wie der NAKO häufig nur zwei Messungen durchgeführt.

Fragestellung: Die vorliegende Analyse untersucht mögliche Auswirkungen methodischer Unterschiede bei der Blutdruckmessung anhand eines Vergleichs der ersten Hälfte der NAKO-Teilnehmenden mit fünf deutschen populationsbasierten Studien.

Material und Methoden: Blutdruckdaten von Teilnehmenden zwischen 20 und 79 Jahren der NAKO, der bundesweiten Studie zur Gesundheit Erwachsener des Robert Koch-Instituts (DEGS1) und von vier regionalen populationsbasierten Kohortenstudien (CARLA, HNR, KORA, SHIP) wurden im Hinblick auf alters- und geschlechtsspezifische mittlere Blutdruckwerte und Hypertonie-Häufigkeiten analysiert. Die Berechnungen wurden auf Basis des zweiten Messwertes vorgenommen und mit den Mittelwerten aus erstem und zweitem Wert sowie aus zweitem und drittem (in NAKO nicht verfügbar) verglichen.

Ergebnisse: Die mittleren Blutdruckwerte der beiden jüngsten und überregionalen Studien NAKO und DEGS1 sind sehr ähnlich und niedriger als in den anderen Studien. Die Verwendung des zweiten Messwerts kommt dem Mittelwert aus 2. und 3. Messung am nächsten (maximale mittlere Abweichung: 1,5 mmHg systolisch), kann aber zu leichter Überschätzung der Hypertonie-Häufigkeit führen.

Diskussion: Die Ergebnisse mit den ersten 101.816 Teilnehmenden der NAKO zeigen, dass für die wissenschaftliche Auswertung der NAKO-Daten die Verwendung des zweiten Blutdruckmesswerts zu empfehlen ist.

**5 deutsche Schlüsselwörter**

Blutdruckmessung in epidemiologischen Studien, epidemiologische Methoden, Verteilung der Blutdruckmesswerte, NAKO Gesundheitsstudie

**Englischer Titel der Arbeit:**

**Blood Pressure Measurement in the NAKO German National Cohort (GNC) – Differences in Methods, Distribution of Blood Pressure Values and Awareness of Hypertension Compared to Other Population-Based Studies in Germany**

**Englischer Abstract**

Background: Arterial hypertension is an important risk factor for cardiovascular diseases. Epidemiological studies typically perform three consecutive blood pressure measurements. The first measurement is discarded in subsequent analyses, as this value may be strongly affected by previous activities. Due to time constraints large studies, such as the NAKO German National Cohort (GNC), often perform only two blood pressure measurements.

Objectives: The present analysis examined possible effects of methodological differences in blood pressure measurement by comparing the first 101,816 GNC participants with those of five German population-based studies.

Materials and methods: Blood pressure data from participants aged 20 to 79 years from the GNC, the German Health Interview and Examination Survey for Adults by the Robert Koch Institute (DEGS1) and four regional population-based cohort studies (CARLA, HNR, KORA, SHIP) were examined with regard to age- and sex-specific mean blood pressure values and hypertension frequencies. Analyses were based on the second blood pressure measurement and results were compared with the arithmetic mean of first and second value as well as second and third (not available in GNC).

Results: The mean blood pressure values of the two most recent and trans-regional studies (GNC, DEGS1) were very similar and lower than in the other studies. Using the second measurement best approximated the mean value of second and third measurement (maximum mean deviation: 1.5 mmHg systolic blood pressure), but may lead to a slight overestimation of hypertension frequency.

Conclusions: Results based on the first 101,816 GNC participants suggest that using the second blood pressure measurement represents the most valid approach for scientific research in the GNC.

**5 English Keywords**

blood pressure measurement, epidemiologic studies, distribution of blood pressure values, NAKO German National Cohort (GNC)

**EINLEITUNG**

Die arterielle Hypertonie ist ein wichtiger Risikofaktor für Gefäßerkrankungen und kardiovaskuläre Ereignisse wie ischämische Herzerkrankungen und Schlaganfall [1]. Kleine Veränderungen der durchschnittlichen Blutdruckwerte in der Bevölkerung können von erheblicher Bedeutung sein. Eine Absenkung des systolischen Blutdrucks um 2 mmHg kann zu einer Reduktion der Mortalität durch Schlaganfall um 5%, durch Koronare Herzkrankheiten um 4% und der Gesamtmortalität um 3% führen [2, 3]. Für die klinische Praxis ist die Bestimmung des individuellen Blutdrucks anhand wiederholter Messungen zu verschiedenen Zeitpunkten wichtig, um die Diagnose der Hypertonie stellen und Therapieentscheidungen treffen zu können. Die Rahmenbedingungen der einzelnen Messungen sind vergleichsweise wenig standardisiert. In epidemiologischen Studien dagegen ist die Blutdruckmessung ein Balanceakt zwischen der Motivation, den wahren zugrundeliegenden Blutdruckwert zu ermitteln und den Aufwand für die Teilnehmenden gering zu halten.

In der Arztpraxis wird die Diagnose Hypertonie auf der Grundlage von wiederholten Blutdruckmessungen und ggf. einer ambulanten Langzeit-Blutdrucküberwachung gestellt [4]. Dieser Aufwand ist in großen epidemiologischen Studien nicht möglich. Häufig wird anhand nur eines Untersuchungszeitpunktes der Hypertoniestatus ermittelt. Dieser ist in epidemiologischen Analysen oft eine entscheidende Variable. In epidemiologischen Studien ist die hochstandardisierte Ruheblutdruckmessung wichtig, um Blutdruckunterschiede zwischen verschiedenen Personengruppen auf konkrete Einflussfaktoren zurückführen zu können und um auch kleine intraindividuelle Blutdruckänderungen über die Zeit detektieren zu können. Die Messumgebung muss zwingend frei von möglichen Störfaktoren sein, welche das Messergebnis beeinflussen könnten (z.B. Verkehrslärm, Telefonklingeln und Betreten des Raumes während der Messung) [5, 6, 7]. Letzteres könnte dazu führen, dass Messunterschiede nicht auf tatsächliche Unterschiede zwischen den Personen bzw. Personengruppen an sich zurückzuführen sind. Die genaue Definition eines Messprotokolls ist unabdingbar für die Standardisierung und die Validität der Messergebnisse.

Üblicherweise werden in epidemiologischen Studien drei Blutdruckmessungen in Ruhe nach einer definierten Wartezeit im Sitzen durchgeführt. Für die späteren Auswertungen wird der Mittelwert aus zweiter und dritter Messung gebildet, um den Einfluss intra-individueller Variabilität zu reduzieren. Der erste Blutdruckmesswert wird häufig nicht zur Analyse verwendet, da dieser noch am stärksten durch vorhergehende Aktivitäten (Bewegung) oder Aufregung (z. B. Weißkitteleffekt) beeinflusst werden kann und tendenziell höhere Werte als die folgenden Messungen aufweist [8]. Werden weniger als drei sukzessive Messungen durchgeführt, entsteht das Problem, dass man entweder den ersten, möglicherweise noch durch vorhergehende Einflüsse erhöhten Blutdruckmesswert in die Berechnung mit einbeziehen muss, oder dass kein Mittelwert aus zwei aufeinander folgenden Messwerten berechnet werden kann.

Trotz zahlreicher Bemühungen, die Blutdruckmessungen in epidemiologischen Studien zu standardisieren, gibt es zum Teil methodische Unterschiede zwischen den Studien, die die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus verschiedenen Kohortenstudien beeinträchtigen können [9]. Mögliche Auswirkungen methodischer Unterschiede auf die geschätzte Hypertonieprävalenz in untersuchten Bevölkerungen sind von hoher Relevanz. Zahlreiche populationsbasierte Studien weisen auf einen hohen Anteil unbekannter Hypertoniker und einen hohen Anteil nicht oder unzureichend kontrollierter Blutdruckwerte selbst bei bekannter Hypertonie hin [10, 11, 12, 13].

Das Messprotokoll der Blutdruckmessung wurde in der NAKO Gesundheitsstudie aus zeitlichen Gründen gekürzt und unterscheidet sich im Vergleich zu bestehenden Kohorten in zwei wesentlichen Punkten: (1) pro Teilnehmendem werden zwei statt drei Blutdruckmessungen durchgeführt; und (2) die Wartezeit zwischen den Messungen beträgt zwei statt drei Minuten. Deshalb hat die vorliegende Analyse folgende Ziele:

1. Darstellung der methodischen Unterschiede der Blutdruckmessung in der NAKO im Vergleich zu fünf populationsbasierten Studien (DEGS1, CARLA, HNR, KORA-S4, SHIP0) in Deutschland;
2. Vergleich von mittleren Blutdruckwerten und Häufigkeiten der Hypertonie zwischen den ersten 101.816 Teilnehmenden der NAKO und den fünf Studien bei Verwendung verschiedener Messwerte aus der jeweiligen Messreihe;
3. Vergleich der Häufigkeiten von Kombinationen normotoner bzw. hypertensiver Messwerte mit dem Bekanntheitsgrad der Hypertonie in der NAKO mit den fünf Studien.

**METHODEN**

**Beschreibung der Studienpopulationen**

Für die vorliegende Untersuchung wurden Daten aus der NAKO, dem nationalen Gesundheitssurvey des Robert Koch-Instituts (DEGS1) und vier regionalen populationsbasierten Kohortenstudien verwendet (siehe Abbildung 1). In allen Studien wurden Zufallsstichproben der Allgemeinbevölkerung gezogen. Eine kurze Beschreibung der einzelnen Studien ist im folgenden Abschnitt zu finden.

NAKO: Die NAKO Gesundheitsstudie ist eine bundesweite Kohortenstudie mit 200.000 Frauen und Männern aus 18 Studienregionen im Alter von 20 bis 69 Jahren zum Zeitpunkt der Stichprobenziehung. Das Ziel der NAKO ist es, den Ursachen für die Entstehung von Volkskrankheiten, wie beispielsweise [Krebs,](http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GesundAZ/Content/K/Krebs/Krebs.html?cms_lv2=2409410&cms_box=2&cms_current=Krebshttp://) [Diabetes,](http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GesundAZ/Content/D/Diabetes/Diabetes.html?cms_lv2=2409586&cms_box=2&cms_current=Diabetes+mellitus) [Infektionskrankheiten](http://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/InfAZ_marginal_node.html?cms_lv2=3544250&cms_box=1) und [Herzinfarkt](http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Themen/Chronische_Erkrankungen/HKK/HKK_node.html;jsessionid=563F172187EC0EB2F7963823FEBC5002.2_cid381) auf den Grund zu gehen. Für die vorliegende Analyse wurden die Daten der ersten 101.816 Teilnehmenden der Basisuntersuchung, die zwischen März 2014 und März 2017 untersucht wurden, verwendet.

DEGS1: Die Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland 2008-2011 (DEGS1) [1] ist Teil des nationalen Gesundheitsmonitorings des Robert Koch-Instituts und erhebt die gesundheitliche Situation von Frauen und Männern im Alter von 18 bis 79 Jahren in bundesweit gezogenen Stichproben aus den Einwohnermelderegistern (n=8.151). Für die vorliegende Analyse wurden Daten der Untersuchungsstichprobe (n=7.116) verwendet.

CARLA: Die CARLA (CARdiovascular diseases, Living and Ageing in Halle) Studie [11] ist eine Kohortenstudie der älteren Allgemeinbevölkerung der Stadt Halle (Saale). Die Studienpopulation besteht aus 1.779 Personen im Alter von 45 bis 74 Jahren. Für die vorliegende Auswertung wurden Daten der Basisuntersuchung zwischen Dezember 2002 und Januar 2006 verwendet.

HNR: Die Heinz Nixdorf Recall (Risk Factors, Evaluation of Coronary Calcium and Lifestyle) Studie (HNR) ist eine populationsbasierte prospektive Kohortenstudie, die insgesamt 4.814 Männer und Frauen im Alter von 45 bis 75 Jahren in den Ruhrgebietsstädten Bochum, Essen und Mülheim (Ruhr) zwischen 2000 und 2003 untersucht hat [14, 15]. Das primäre Studienziel ist die Frage, ob mit Hilfe von bildgebenden Verfahren die Risikoprädiktion eines Herzinfarkts verbessert werden kann.

KORA-S4: „Kooperative Gesundheitsforschung in der Region Augsburg“ (KORA) ist eine Forschungsplattform für populationsbasierte Gesundheitssurveys und darauf aufbauende Follow-Up-Studien. Die KORA-S4 Studie ist eine populationsbasierte Querschnittsstudie [16], die 1999 bis 2001 in Augsburg und den beiden angrenzenden Landkreisen Augsburg-Land und Aichach-Friedberg 4.261 Männer und Frauen im Alter von 25 bis 74 Jahren untersucht hat und deren Daten für die vorliegende Untersuchung verwendet wurden.

SHIP-0: Die „Study of Health in Pomerania“ (SHIP) [17] ist eine populationsbezogene, breit angelegte Gesundheitsstudie im Nordosten Deutschlands, für deren Basiserhebung 4.308 Frauen und Männer im Alter von 20 bis 79 Jahren aus der Region Vorpommern zwischen 1997 und 2001 untersucht wurden.

Weitere Details zu den Studien sind in Tabelle 1 aufgeführt. Für alle oben beschriebenen Studien wurden positive Ethikvoten der lokalen Ethikkommissionen eingeholt und von allen Teilnehmenden liegt eine schriftliche Einwilligung zur Teilnahme vor.

Für die hier durchgeführten Analysen wurden nur Teilnehmende betrachtet, die zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen 20 und 79 Jahre alt waren. Dies bedeutet, dass im Falle von CARLA 101 Teilnehmende (älter als 79 Jahre) und im Falle von DEGS1 217 Teilnehmende (im Alter von 18 und 19 Jahren) ausgeschlossen wurden. Des Weiteren wurden nur diejenigen Teilnehmenden in die Analysen aufgenommen, deren Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung im ursprünglich geplanten Altersbereich der jeweiligen Studie lag. Nach Berücksichtigung fehlender Werte standen somit für die Analysen folgende Stichprobenumfänge zur Verfügung: NAKO: 98.582, DEGS1: 6.878, CARLA: 1677, HNR: 4.797, KORA-S4: 4.226, SHIP-0: 4.278 (vgl. auch Tabelle 1).

Für die Analysen wurden folgende Altersgruppen gebildet: 20 bis 24 Jahre, 25 bis 34 Jahre, 35 bis 44 Jahre, 45 bis 54 Jahre, und 55 bis 64 Jahre, 64 bis 69 Jahre, 70 bis 74 Jahre und 75 bis 79 Jahre. Die engeren Altersgruppen am Anfang und am Ende der Altersspanne wurden dabei gewählt, um die unterschiedlichen Einschlussbereiche der Studien bezüglich des Alters besser abbilden zu können. Dennoch sind nicht alle Altersgruppen in jeder Studie vertreten, und sie wurden nur dann in die Analyse eingeschlossen, wenn eine männliche oder weibliche Altersgruppe mindestens 20 Teilnehmende umfasste. Für HNR wurden für die altersgruppenspezifischen Analysen daher weitere 14 Personen im Alter von 75 Jahren ausgeschlossen.

**Blutdruckmessung und Definition abgeleiteter Werte**

In der NAKO wurden nur zwei Messungen des Blutdrucks durchgeführt, während in allen anderen Vergleichsstudien drei Messungen erfolgten. In allen Studien wurde das Messungsprogramm jeweils in der sitzenden Position nach einer Ruhezeit im Sitzen von mindestens fünf Minuten durchgeführt. Die Pause zwischen den einzelnen Blutdruckmessungen betrug bei der NAKO zwei Minuten, während bei allen anderen Studien drei Minuten abgewartet werden mussten. Alle Studien außer der DEGS1 Studie haben Messgeräte der Firma OMRON verwendet. Jedoch waren die OMRON-Geräte nicht in allen Studien baugleich (vgl. auch Tabelle 1).

In der NAKO wird der 2. Messwert zur Bestimmung des Blutdruckwertes herangezogen, der für wissenschaftliche Auswertungen zugrunde gelegt wird, z. B. zur Berechnung des mittleren Blutdruckwerts der Studienpopulation. Sofern nur eine Blutdruckmessung durchgeführt werden konnte, wird dieser Messwert für die weiteren Auswertungen verwendet. Demgegenüber verwenden die Studien, die über drei Messwerte verfügen, üblicherweise den Mittelwert aus zweiter und dritter Messung für die weiteren Analysen.

Um abschätzen zu können, welchen Einfluss die Wahl der unterschiedlichen Messwerte auf die weiteren Analyseergebnisse hat, wurde für alle Studien die Berechnung auf Basis des zweiten Blutdruckmesswertes (analog zur NAKO) vorgenommen und mit den Mittelwerten aus erstem und zweitem (MW 1/2) sowie aus zweitem und drittem (MW 2/3; verfügbar in allen Studien außer NAKO) Messwert verglichen.

In DEGS1 standen populationsgewichtete Messwerte, die zusätzlich für Geräteunterschiede korrigiert wurden [18], für die Analysen zur Verfügung. In allen anderen Studien wurde keine Gewichtung vorgenommen.

Für die Beurteilung des Hypertoniestatus der Studienpopulationen wurden zum einen die tatsächlichen Messwerte des systolischen (SBP) und diastolischen Blutdrucks (DBP) und zum anderen die Selbstangabe einer ärztlich diagnostizierten Hypertonie betrachtet. Da in dem der Analyse zugrundeliegendem NAKO-Datensatz noch keine qualitätsgesicherten Angaben zur Medikamenteneinnahme vorlagen, verwendeten wir aus Gründen der Vergleichbarkeit auch für die anderen Studien ausschließlich die Selbstangabe einer ärztlich diagnostizierten Hypertonie. Es wurden folgende Kategorien definiert:

1. **Normotonie:** normotone Messwerte (SBP < 140 und DBP < 90 mmHg) und keine Hypertonie laut Selbstangabe;
2. **bekannte, kontrollierte Hypertonie:** normotone Messwerte (SBP < 140 und DBP < 90 mmHg), aber Hypertonie laut Selbstangabe;
3. **bekannte, unkontrollierte Hypertonie:** hypertensive Messwerte (SBP ≥ 140 und/oder DBP ≥ 90 mmHg) und Hypertonie laut Selbstangabe;
4. **unbekannte, unkontrollierte Hypertonie:** hypertensive Messwerte (SBP ≥ 140 und/oder DBP ≥ 90 mmHG), aber keine Hypertonie laut Selbstangabe.

**Statistische Analyse**

Im Rahmen der statistischen Analyse wurden die Datensätze der jeweiligen Studien zunächst deskriptiv bezüglich der Alters- und Geschlechtsverteilung untersucht (vgl. Tabelle 1). Hierbei wurden alle zur Verfügung stehenden Teilnehmenden unabhängig vom Alter zum Untersuchungszeitpunkt einbezogen.

Geschlechts- und altersgruppenspezifische Mittelwerte und Standardabweichungen von SBP und DBP wurden berechnet (vgl. Abbildungen 2 und 3). Diese Maßzahlen wurden sowohl auf Basis des MW 1/2., sowie auf Basis des MW 2/3 (für alle Studien außer NAKO) bestimmt. Zudem wurden diese Maßzahlen auch auf Basis der 2. Messung (analog zur NAKO) gebildet und diese „Referenzwerte“ wurden von den zuvor anhand der anderen beiden Definitionen erhaltenen Werten abgezogen (die Differenzen sind in Abbildung 4 dargestellt).

Außerdem wurden die Teilnehmenden nach dem Hypertoniestatus eingeteilt. Für diesen Vergleich standen keine DEGS1-Daten zur Verfügung. Die Einteilung wurde sowohl auf Basis des MW 1/2, auf Basis des 2. Wertes sowie auf Basis des MW 2/3 (außer NAKO) durchgeführt. Die alters- und geschlechtsspezifischen sowie altersgruppenübergreifenden prozentualen Anteile der Teilnehmenden entsprechend dem Hypertoniestatus sind in Tabelle 2 zu finden.

**ERGEBNISSE**

Die Ergebnisse aus Abbildung 2 und 3 zeigen, dass die Mittelwerte der NAKO und der DEGS1 Studie (die beiden aktuellsten Studien) insgesamt sehr ähnlich und niedriger im Vergleich zu den früheren Studien waren. Die Mittelwerte des SBP bei Frauen und Männern der CARLA Studie waren über alle Altersgruppen hinweg am höchsten. In den Studien zeigte sich zumeist ein altersgemäßer Verlauf der mittleren Blutdruckwerte, d.h. dass der systolische Blutdruck in den höheren Altersgruppen auch höher war. Verglichen über die drei in allen Studien vorhandenen Altersgruppen 45-54 Jahre, 55-64 Jahre und 65-69 Jahre trat der höchste Anstieg von 120,2 mmHg bis 134,1 mmHg bei den Frauen in HNR sowie von 131,4 mmHg bis 145,3 mmHg bei den Frauen in SHIP-0 auf und der kleinste Anstieg von 133,5 mmHg bis 133,9 mmHg bei den Männern in DEGS1. Beim DBP ist in den Studien, die jüngere Altersgruppen eingeschlossen haben (NAKO, DEGS1, KORA-S4, SHIP-0), ein Anstieg bis in die mittleren Altersgruppen 45-54 Jahre bzw. 55-64 Jahre zu verzeichnen, in allen Studien sinkt der diastolische Blutdruck danach mit steigendem Alter ab (der stärkste Abfall innerhalb der drei Altersgruppen ist von 88,4 mmHg auf 83,4 mmHg bei den Männern in SHIP-0 zu verzeichnen, der geringste von 84,4 mmHg auf 84,0 mmHg bei den Männern in HNR). In allen Studien zeigten sich bei Männern höhere Blutdruckwerte als bei Frauen.

Die Differenzen der mittleren Blutdruckwerte zwischen den verschiedenen Definitionen des Blutdruckwertes sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Definition über den 2. Messwert (analog zur NAKO) stellt dabei die Referenz dar. Die Differenz hierzu ist größer, wenn der MW 1/2 herangezogen wird (maximale mittlere Abweichung: 3,1 mmHg systolisch) als wenn der MW 2/3 gebildet wird (maximale mittlere Abweichung: 1,5 mmHg systolisch). In den meisten Studien ist der Mittelwert aus 2. und 3. Messung niedriger als die 2. Messung. Bei HNR jedoch ist dies zumeist umgekehrt. In den Studien mit einer großen Altersspanne (NAKO, DEGS1 und SHIP-0) sieht man vor allem beim SBP, dass die Unterschiede zwischen den Definitionen und somit auch die Unterschiede zwischen den einzelnen Blutdruckmesswerten mit steigendem Alter größer werden.

In Tabelle 2 ist der Hypertoniestatus der Studienteilnehmenden nach Geschlecht und Altersgruppen anhand der unterschiedlichen Definitionen des Blutdruckwertes dargestellt. Die Häufigkeit der Hypertonie stieg mit zunehmendem Alter für beide Geschlechter in allen Studienpopulationen. Vor allem in den höheren Altersgruppen wussten Teilnehmende häufiger nicht von ihren erhöhten Blutdruckwerten. Für die Kategorie „bekannte, aber unkontrollierte Hypertonie“ war auch hier der Anteil bei den älteren Studienteilnehmenden am höchsten. Im Studienvergleich waren die Anteile der bekannten, unkontrollierten Hypertonie bei SHIP-0 und bei CARLA am höchsten und bei HNR und NAKO am niedrigsten.

Die Unterschiede zwischen den Definitionen des Blutdruckwertes (MW 1/2, 2. Wert oder MW 2/3) für wissenschaftliche Auswertungen war gering. Im Vergleich zwischen den verschiedenen Definitionen ist zu sehen, dass das Vorliegen hypertoner Blutdruckwerte (bekannte, unkontrollierte Hypertonie sowie unbekannte, unkontrollierte Hypertonie) bei Verwendung des 2. Messwertes bei allen bisherigen Studien im Schnitt einen Prozentpunkt häufiger ist als bei Verwendung des MW 2/3.

**DISKUSSION**

In der vorliegenden Studie wurden die Messmethoden der Blutdruckuntersuchung und die Ableitung von Variablen für die wissenschaftliche Auswertung der NAKO mit verschiedenen populationsbasierten Kohortenstudien in Deutschland verglichen. Zum ersten Mal wurden hier Blutdruckmessdaten der ersten Hälfte der Teilnehmenden aus der deutschlandweiten NAKO Gesundheitsstudie dargestellt. In dieser wurden zur Schätzung der Blutdruckwerte der Studienteilnehmenden im Interesse kürzerer Gesamtuntersuchungszeiten lediglich zwei statt drei Blutdruckmessungen, zudem in einem engeren zeitlichen Abstand durchgeführt. Aufgrund dieses methodischen Unterschiedes war es nicht möglich, die übliche Definition für die Ableitung der Auswertungsvariable Blutdruck – Mittelwert aus 2. und 3. Messwert – in der NAKO anzuwenden. Bei der empfohlenen Durchführung von drei Messungen kann zum einen der erste Messwert verworfen werden, zum anderen durch Mittelwertbildung aus zweitem und dritten Messwert die Variabilität innerhalb einer Person besser erfasst werden als bei Verwendung nur eines Messwertes für wissenschaftliche Analysen. Die Auswirkungen der methodischen Unterschiede der NAKO auf die Schätzung von Blutdruckkennzahlen und der Häufigkeit der Hypertonie wurden anhand eines Vergleichs zwischen der NAKO und fünf weiteren Kohortenstudien in Deutschland analysiert.

Unsere Ergebnisse unterstützen die Annahme, dass der zweite Messwert der üblichen Definition (Mittelwert 2./3. Messung) näherkommt als der Mittelwert 1./2. Messung. Obwohl das Fehlen der dritten Messung es nicht gestattet, den Mittelwert 2./3. Messung zu bilden, legen unsere Ergebnisse nahe, dass die Auswirkungen auf die Schätzung der Blutdruckwerte der Studienpopulation gering sind. Falls nur zwei Messwerte verfügbar sind, ist auf Basis unserer Ergebnisse somit ein Verzicht auf den ersten Wert ratsam. Dies ist in Einklang mit Ergebnissen aus anderen Studien. So hat eine frühere Analyse der CARLA Kohorte ebenfalls eine Überschätzung des Blutdrucks berichtet, wenn nur der erste Messwert verwendet wird [8]. Eine Studie mit Daten der amerikanischen, bevölkerungsbasierten NHANES Kohorte hat gezeigt, dass die Überschätzung des Blutdrucks anhand des ersten Messwerts zudem mit erhöhtem Blutdruck sowie mit steigendem Alter korreliert [19]. Eine Auswertung aus der EPIC-Potsdam Studie zeigte zudem, dass die Überschätzung des Blutdrucks mit dem ersten Blutdruckmesswert abhängig war von Alter, Gewicht, Höhe des Blutdrucks sowie Medikation [20].

Da offenbar die Unterschiede des geschätzten Blutdrucks zwischen der Durchführung von nur zwei im Vergleich zu drei Messungen gering waren, ist ein Vergleich der aus der NAKO gewonnen Blutdruckwerte mit anderen Studien, die drei Messungen durchgeführt haben, legitim. Die Verwendung des 2. Messwerts statt des Mittelwerts aus 2. und 3. Messung für die Definition der Hypertonie kann jedoch zu einer leichten Überschätzung des Anteils an Studienteilnehmenden mit Hypertonie führen.

Unabhängig von Unterschieden bei der Schätzung der Hypertonie-Häufigkeiten zwischen den Studien ist die interne Validität für den Vergleich der Hypertonie-Häufigkeiten zwischen den geografischen Regionen innerhalb der NAKO hoch, da die Untersuchung innerhalb der NAKO bezüglich der Methodik identisch und unter strenger Qualitätskontrolle in allen Studienzentren durchgeführt wird. Die Untersuchungen bieten auch eine umfassende Darstellung des Blutdrucks über verschiedene Altersstufen. Die Blutdruckwerte in der NAKO zeigten die erwarteten altersspezifischen Trends, ähnlich wie in den anderen betrachteten Studien. Der systolische Blutdruck stieg mit dem Alter an, während der diastolische Blutdruck einen invertierten U-förmigen Verlauf zeigte, vermutlich altersbedingt durch den Anstieg der arteriellen Steifigkeit [21]. Der Vergleich der aktuellsten Studien NAKO und DEGS1 mit den früheren Kohorten zeigt einen niedrigeren mittleren Blutdruck bzw. eine bessere Kontrolle der Hypertonie, und die hier untersuchte Teilstichprobe der NAKO aus der ersten Rekrutierungshälfte weist insgesamt niedrigere Hypertonie-Häufigkeiten auf als die früher durchgeführten Studien. Vorläufige Auswertungen der Response in der NAKO zeigen eine niedrigere Teilnahmebereitschaft als in früheren Studien. Inwiefern die niedrigeren Blutdruckwerte und Hypertonie-Häufigkeiten daher auf eine mögliche Selektion der Studienteilnehmenden und Unterschiede der Response zurückzuführen sein könnten, lässt sich jedoch in der aktuellen Analyse nicht eruieren, da hier nur eine Unterstichprobe der NAKO-Teilnehmenden untersucht wurde und Aussagen zur Response und zu möglichen Selektionseffekten erst nach Abschluss der Basisrekrutierung und nach Auswertung wichtiger Charakteristika der Non-Responder im Vergleich zu NAKO-Teilnehmenden möglich sein werden.

Die Auswertung der verschiedenen Kohortenstudien zeigt, dass der Anteil der unbekannten Hypertonie hoch war und sich auch in der NAKO als aktuellster Studie insbesondere bei Männern mit 12% bis 20% immer noch auf hohem Niveau befindet. Zudem ist auch der Anteil der Teilnehmenden mit bekannter, aber unkontrollierter Hypertonie hoch und erreicht in einigen Studienpopulationen und Altersgruppen über 40%. Beide Beobachtungen werfen die Frage nach geeigneten Maßnahmen auf, um diesen Missstand zu beheben.

**FAZIT**

Grundsätzlich ist es wünschenswert, für die Schätzung des mittleren Blutdrucks der Bevölkerung den Mittelwert aus zwei Messungen zu verwenden und den ersten Messwert zu verwerfen. Bei Vorhandensein von nur zwei Messwerten befindet man sich im Dilemma, entweder den ersten Wert nicht verwerfen zu können, oder sich nur auf den zweiten Einzelmesswert stützen zu müssen. Die Ergebnisse der vorliegenden Analyse weisen darauf hin, dass bei Vorliegen von nur zwei konsekutiven Blutdruckmesswerten die Verwendung des Mittelwerts aus beiden Messungen zu höheren Blutdruckschätzungen führt als die Verwendung nur des zweiten Messwertes. Der zweite Messwert ist daher, obwohl er in der Regel höher als der Mittelwert aus zweitem und drittem Messwert ist, ein valideres Maß für den zugrundeliegenden Blutdruck als der Mittelwert aus erstem und zweitem Blutdruckmesswert. Die Verwendung des alleinigen zweiten Messwerts kann jedoch zu einer leichten Überschätzung der Hypertonie-Häufigkeit in der Bevölkerung führen. Die Ergebnisse mit den ersten 100.000 Teilnehmenden der NAKO zeigen, dass - sofern das Studiendesign nicht die Erhebung von mehr als zwei Blutdruckwerten erlaubt - für die wissenschaftliche Auswertung die Verwendung des zweiten Blutdruckmesswerts nach Verwerfen des ersten Messwertes zu empfehlen ist.

**Danksagungen**

Wir danken den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Studie, den finanziellen und ideellen Unterstützern, sowie allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aller Studien.

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.

Die CARLA-Studie wurde gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 598 „Herzversagen im Alter – zelluläre Mechanismen und therapeutische Einflussnahme“, durch das Wilhelm-Roux-Programm der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU Halle), durch das Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt, und durch die Bundesagentur für Arbeit.

Es wurden Daten der Heinz Nixdorf Recall Studie (HNR) verwendet, die von der Heinz Nixdorf Stiftung [derzeitiger Vorstandsvorsitzender: Martin Nixdorf] gefördert wurde. Weitere Unterstützung erhielt die Studie u.a. vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).

Die Forschungsplattform KORA (Kooperative Gesundheitsforschung in der Region Augsburg) wurde initiiert und finanziert vom Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie vom Freistaat Bayern gefördert wird.

Es wurden Daten und/oder Probenmaterial der Study of Health in Pomerania (SHIP) vom Forschungsverbund Community Medicine der Universitätsmedizin Greifswald zu Verfügung gestellt. Förderer: BMBF Förderkennzeichen: 01ZZ9603, 01ZZ0103, 01ZZ0701 und das Land Mecklenburg-Vorpommern.

**Angaben zur Einhaltung ethischer Richtlinien und eines möglichen Interessenkonfliktes**

Alle Autoren der Publikation geben an, dass kein Interessenskonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Von allen Teilnehmenden liegt eine Einverständniserklärung vor.

**LITERATURVERZEICHNIS**

1. Neuhauser H, Thamm M, Ellert U (2013) [Blood pressure in Germany 2008-2011: results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1)]. Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz 56:795-801.

2. Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R (2002) Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. Lancet 360:1903-1913.

3. Whelton PK, He J, Appel LJ et al. (2002) Primary prevention of hypertension: clinical and public health advisory from The National High Blood Pressure Education Program. Jama 288:1882-1888.

4. Williams B, Mancia G, Spiering W et al. (2018) 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. European heart journal 39:3021-3104.

5. Handler J (2009) The importance of accurate blood pressure measurement. The Permanente journal 13:51-54.

6. Kawahara J, Sano H, Fukuzaki H, Saito K, Hirouchi H (1989) Acute effects of exposure to cold on blood pressure, platelet function and sympathetic nervous activity in humans. American journal of hypertension 2:724-726.

7. Campbell NR, Mckay DW, Chockalingam A, Fodor JG (1994) Errors in assessment of blood pressure: patient factors. Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique 85 Suppl 2:S12-17.

8. Lacruz ME, Kluttig A, Kuss O et al. (2017) Short-term blood pressure variability - variation between arm side, body position and successive measurements: a population-based cohort study. BMC cardiovascular disorders 17:31.

9. Schulze MB, Kroke A, Saracci R, Boeing H (2002) The effect of differences in measurement procedure on the comparability of blood pressure estimates in multi-centre studies. Blood pressure monitoring 7:95-104.

10. Horacek M, Mohlenkamp S, Mahabadi AA et al. (2012) [Prevalence of arterial hypertension in the population of Western Germany: Heinz Nixdorf Recall Study]. Herz 37:721-727.

11. Lacruz ME, Kluttig A, Hartwig S et al. (2015) Prevalence and Incidence of Hypertension in the General Adult Population: Results of the CARLA-Cohort Study. Medicine 94:e952.

12. Lowel H, Meisinger C, Heier M, Hymer H, Alte D, Völzke H (2006) [Epidemiology of hypertension in Germany. Selected results of population-representative cross-sectional studies]. Deutsche medizinische Wochenschrift (1946) 131:2586-2591.

13. Rückert I-M, Baumert J, Schunk M et al. (2015) Blood Pressure Control Has Improved in People with and without Type 2 Diabetes but Remains Suboptimal: A Longitudinal Study Based on the German DIAB-CORE Consortium. PloS one 10:e0133493-e0133493.

14. Schmermund A, Mohlenkamp S, Stang A 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. Risk Factors, Evaluation of Coronary Calcium and Lifestyle. American heart journal 144:212-218.

15. Stang A, Moebus S, Mohlenkamp S et al. (2006) Algorithms for converting random-zero to automated oscillometric blood pressure values, and vice versa. Am J Epidemiol 164:85-94.

16. Atasoy S, Johar H, Peters A, Ladwig KH (2019) Association of hypertension cut-off values with 10-year cardiovascular mortality and clinical consequences: a real-world perspective from the prospective MONICA/KORA study. European heart journal 40:732-738.

17. Völzke H, Alte D, Schmidt CO et al. (2011) Cohort profile: the study of health in Pomerania. International journal of epidemiology 40:294-307.

18. Adler C, Ellert U, Neuhauser HK (2014) Disagreement of the two oscillometric blood pressure measurement devices, Datascope Accutorr Plus and Omron HEM-705CP II, and bidirectional conversion of blood pressure values. Blood pressure monitoring 19:109-117.

19. Handler J, Zhao Y, Egan BM (2012) Impact of the number of blood pressure measurements on blood pressure classification in US adults: NHANES 1999-2008. Journal of clinical hypertension 14:751-759.

20. Schulze MB, Kroke A, Bergmann MM, Boeing H (2000) Differences of blood pressure estimates between consecutive measurements on one occasion: implications for inter-study comparability of epidemiologic studies. Eur J Epidemiol 16:891-898.

21. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR et al. (2003) Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. Hypertension (Dallas, Tex. : 1979) 42:1206-1252.

22. Ahrens W, Greiser H, Linseisen J et al. (2014) [The design of a nationwide cohort study in Germany : the pretest studies of the German National Cohort (GNC)]. Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz 57:1246-1254.

23. Scheidt-Nave C, Kamtsiuris P, Gößwald 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 12:730-730.

24. Greiser KH, Kluttig A, Schumann B et al. (2005) Cardiovascular disease, risk factors and heart rate variability in the elderly general population: design and objectives of the CARdiovascular disease, Living and Ageing in Halle (CARLA) Study. BMC cardiovascular disorders 5:33.

25. Holle R, Happich M, Lowel H, Wichmann HE (2005) KORA--a research platform for population based health research. Gesundheitswesen (Bundesverband der Arzte des Offentlichen Gesundheitsdienstes (Germany)) 67 Suppl 1:S19-25.

26. Meisinger C, Heier M, Völzke H et al. (2006) Regional disparities of hypertension prevalence and management within Germany. Journal of hypertension 24:293-299.

**Abbildungslegenden**

Abbildung 1: Karte der Studienzentren.

Abbildung 2. Mittlerer systolischer Blutdruck (in mmHg) nach Geschlecht und Altersgruppe in 6 populationsbasierten Studien in Deutschland. Im Falle von DEGS1 handelt es sich um populationsgewichtete Messwerte, die zusätzlich für Geräteunterschiede korrigiert wurden, vgl.[18].

Abbildung 3. Mittlerer diastolischer Blutdruck (in mmHg) nach Geschlecht und Altersgruppe in 6 populationsbasierten Studien in Deutschland. Im Falle von DEGS1 handelt es sich um populationsgewichtete Messwerte, die zusätzlich für Geräteunterschiede korrigiert wurden, vgl.[18].

Abbildung 4. Differenzen der mittleren Blutdruckwerte (in mmHg) zwischen verschiedenen Definitionen des Blutdruckwertes für wissenschaftliche Auswertungen (der 2. Wert entspricht dabei der Definition in NAKO und dient als Referenzwert) nach Geschlecht und Altersgruppe in 6 populationsbasierten Studien in Deutschland. Im Falle von DEGS1 handelt es sich um populationsgewichtete Messwerte, die zusätzlich für Geräteunterschiede korrigiert wurden, vgl.[18].

**Abbildungen**

Abbildung 1: Karte der Studienzentren. 

Abbildung 2. Mittlerer systolischer Blutdruck nach Geschlecht und Altersgruppe (in mmHg) in 6 populationsbasierten Studien in Deutschland. Bei DEGS1 handelt es sich um populationsgewichtete Messwerte, die zusätzlich für Geräteunterschiede korrigiert wurden, vgl. [18].

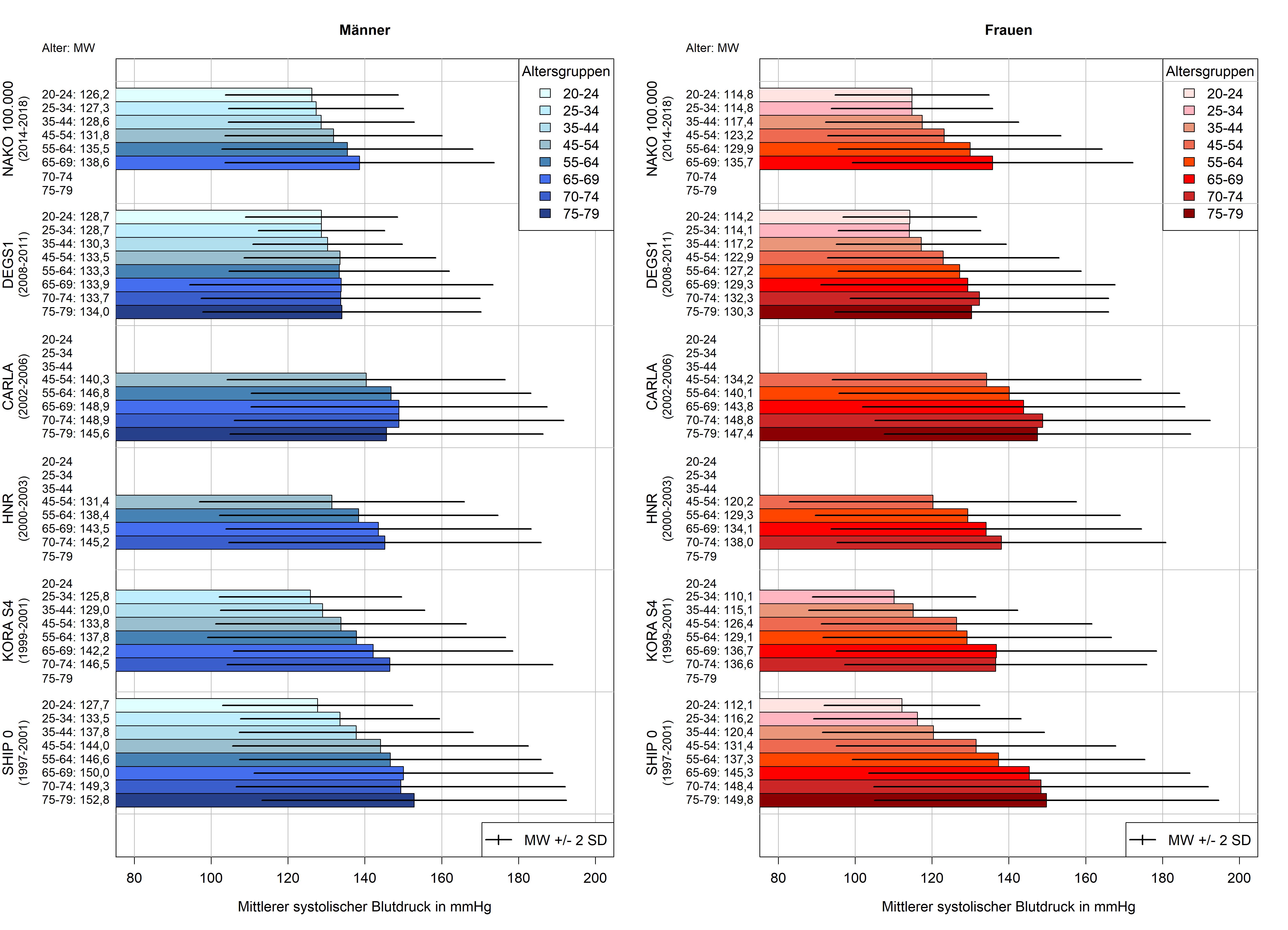
.

Abbildung 3. Mittlerer diastolischer Blutdruck nach Geschlecht und Altersgruppe (in mmHg) in 6 populationsbasierten Studien in Deutschland. Bei DEGS1 handelt es sich um populationsgewichtete Messwerte, die zusätzlich für Geräteunterschiede korrigiert wurden, vgl. [18].

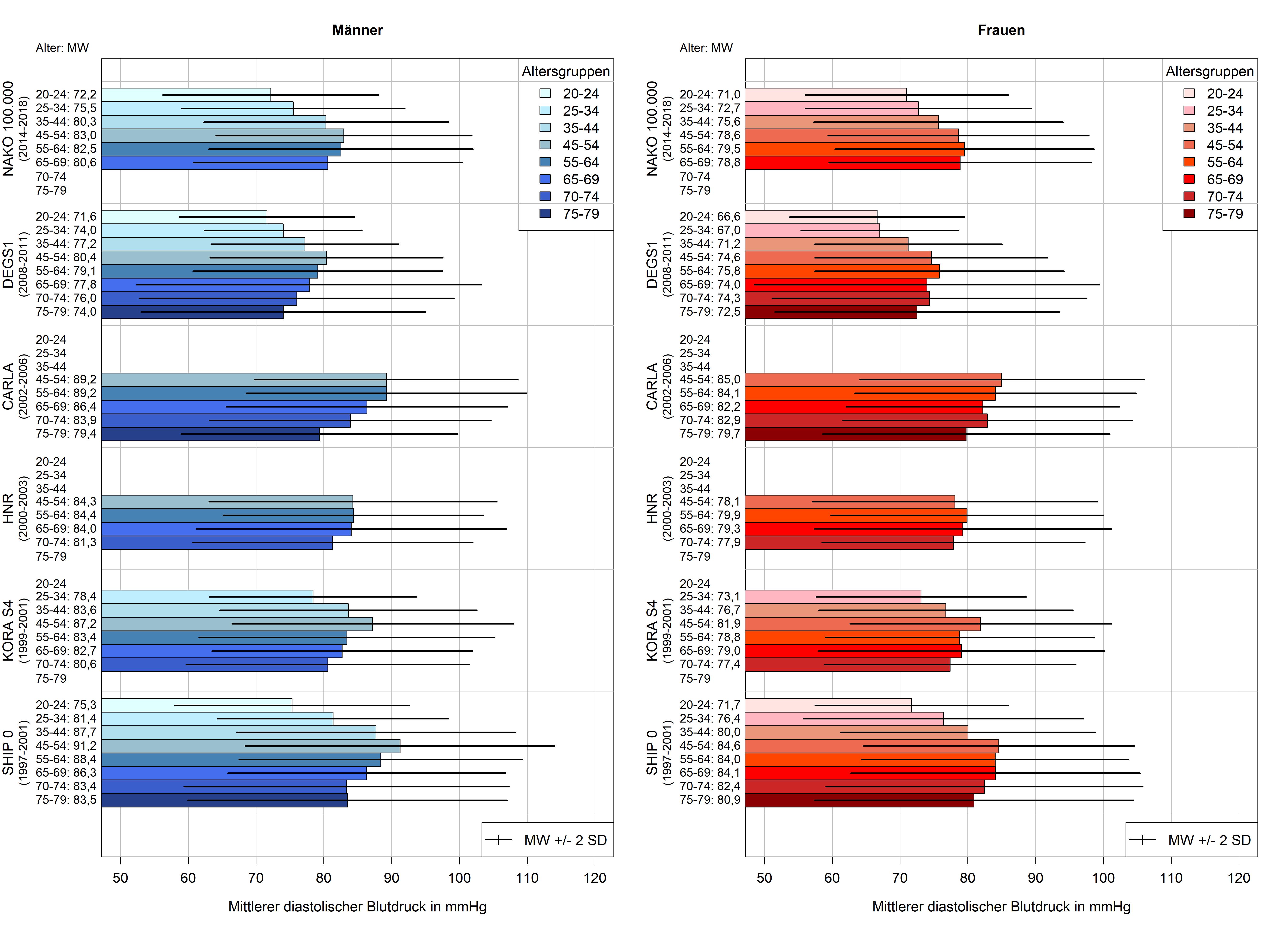
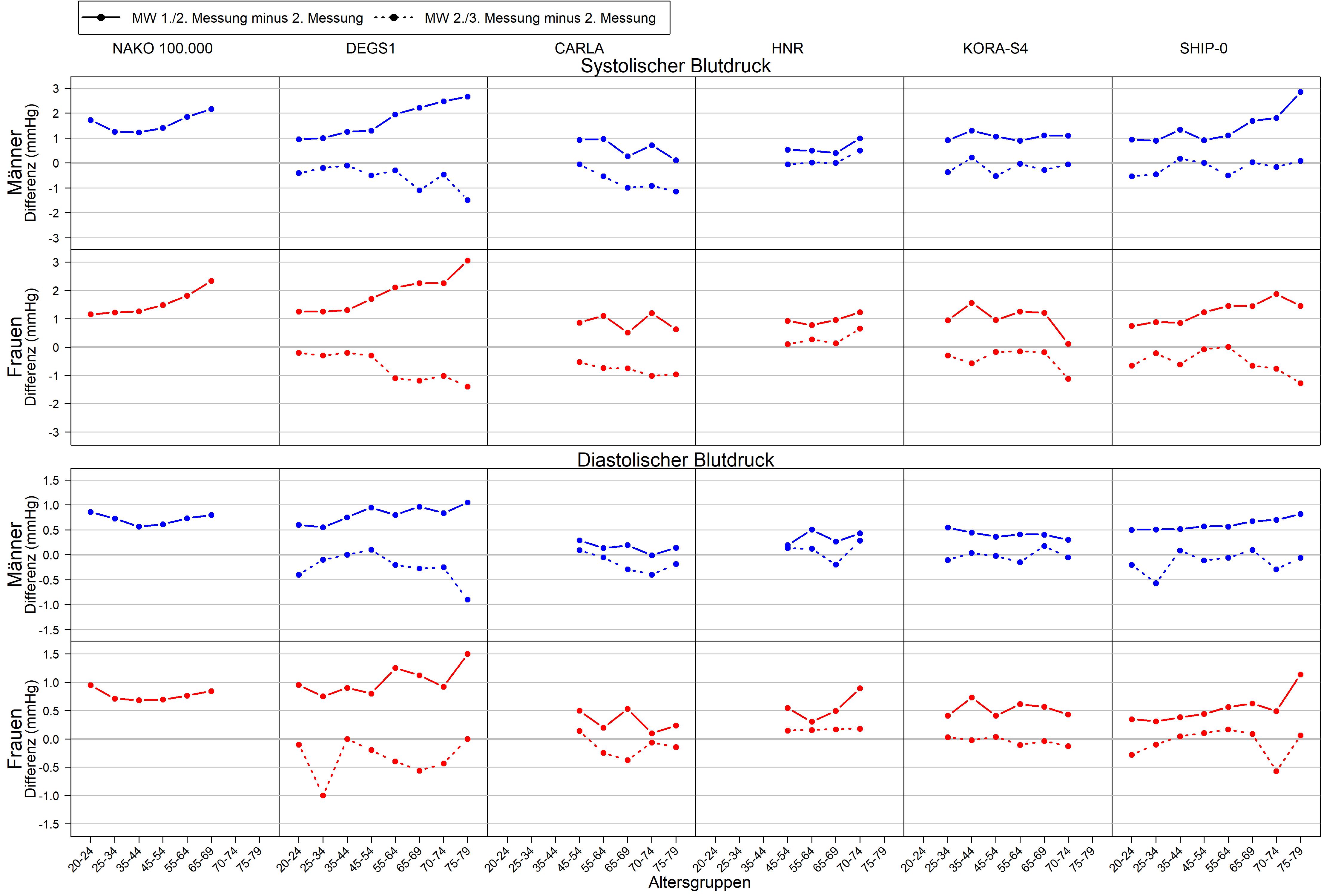


Abbildung 4. Differenzen der mittleren Blutdruckwerte (in mmHg) zwischen verschiedenen Definitionen des Blutdruckwertes für wissenschaftliche Auswertungen (der 2. Wert entspricht dabei der Definition in NAKO und dient als Referenzwert) nach Geschlecht und Altersgruppe in 6 populationsbasierten Studien in Deutschland. Bei DEGS1 handelt es sich um populationsgewichtete Messwerte, die zusätzlich für Geräteunterschiede korrigiert wurden, vgl. [18] .



**Tabellen mit Tabellenüberschriften**

Tabelle 1. Beschreibung der eingeschlossenen Studien.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **NAKO 100.000** | **DEGS1** | **CARLA** | **HNR** | **KORA-S4** | **SHIP-0** |
| Referenz | Ahrens et al. 2014 [22] | Scheidt-Nave et al. 2012 [23] ,  Neuhauser et al. 2013 [1] | Greiser et al 2005 [24], Lacruz et al. 2017 [8] | Stang et al. 2006 [15], Schmermund et al. 2002 [14] | Holle 2005 [25],  Meisinger et al. 2006 [26] | Völzke et al. 2011[17] |
| Studienzeitraum | 2014-2018 | 2008-2011 | 2002-2006 | 2000-2003 | 1999-2001 | 1997–2001 |
| Region | Bundesweit | Bundesweit | Halle (Saale) | Bochum, Essen, Mülheim (Ruhr) | Augsburg Stadt, Augsburg Land, Aichach-Friedberg | Vorpommern |
| Studienteilnehmende (Response), davon im urspr. geplanten Altersbereich der jeweiligen Studie, vorhandene Blutdruckmessungen im geplanten Altersbereich der Studie | 101816 (keine Responseangabe vor Abschluss der Basisrekrutierung) 98824, 98582 | 8151 (62%/42%)\*, 7987, 7095  \*64% bei wieder eingeladenen BGS98-Teilnehmenden, 42% bei neu eingeladenen Teilnehmenden | 1779 (64%), 1779, 1778 | 4814 (55.8%), 4811,  4797 | 4261 (66,8%), 4244, 4226 | 4308 (68,8%), 4283, 4278 |
| Anteil Frauen (%) | 53.7% | 52.1% | 45.6% | 50.2% | 51.0% | 50.9% |
| Alter (Arithm. Mittel ± Standardabw.; Min – Max) | 51 ± 12; 20 – 69 | 51 ± 17; 18 – 79 | 64 ± 10; 45 – 83 | 60 ± 8; 45 – 75 | 49 ± 14; 25 – 74 | 50 ± 16; 20 – 79 |
| Anzahl konsekutive Blutdruck-messungen laut Studiendesign | 2 | 3 | 3 | 31 | 3 | 3 |
| Zeit vor / zwischen den Messungen | 5 Min vor 1. Messung und 2 Min Messabstand | 5 Min vor 1. Messung und 3 Min Messabstand | 5 Min vor 1. Messung und 2 Min Messabstand | 5 Min vor 1. Messung und 3 Min Messabstand | 5 Min vor 1. Messung und 3 Min Messabstand | 5 Min vor 1. Messung und 3 Min Messabstand |
| Definition des Blutdruckwerts für wiss. Auswertungen | 2. Messung (sofern vorhanden, sonst 1.) | Mittelwert aus 2. und 3. Messung | Mittelwert aus 2. und 3. Messung | Mittelwert aus 2. und 3. Messung1 | Mittelwert aus 2. und 3. Messung | Mittelwert aus 2. und 3. Messung |
| Arm für die Messung | rechts | rechts | links | rechts | rechts | rechts |
| Anzahl der Manschetten | 3 Manschettengrößen (klein, normal, groß) abhängig vom  Armumfang (<22 cm, 22-31,9 cm, >32 cm) | 3 Manschettengrößen (schmal, mittel, groß) abhängig vom Armumfang (<27,9 cm, 28–35,9 cm, >36cm) | 2 Manschettengrößen (normal und groß) abhängig vom Armumfang (cut-off 32 cm) | 2 Manschettengrößen (Breite × Länge: 14 cm × 48 cm oder 16 cm × 65 cm) abhängig vom Armumfang (cut-off 32 cm) | 2 Manschettengrößen (Breite × Länge: 14 cm × 48 cm oder 16 cm × 65 cm) abhängig vom Armumfang (cut-off 32 cm) | 2 Manschettengrößen (Breite × Länge: 14,6 cm × 44,6 cm oder 16 cm × 63 cm) abhängig vom Armumfang (22-31,9 cm, 32-42 cm) |
| Blutdruckmessgerät | HEM 705 IT (baugleich mit HEM-705CP II), Omron Healthcare GmbH | Accutorr Plus, Datascope, Mahwah, NJ, USA | HEM-705CP, Omron Corporation, Tokyo, Japan | HEM 705CP, Omron Corporation, Hoofddorp, The Netherlands | HEM-705CP, Omron Corporation, Tokyo, Japan | HEM-705CP, Omron Corporation, Tokyo, Japan |

1 In ca. 13% der HNR-Teilnehmenden wurden als gekürztes Messprogramm zwei anstatt drei Messungen durchgeführt und der Wert für wiss. Auswertungen als Mittelwert der Messungen 1 und 2 definiert.

Tabelle 2. Hypertoniestatus der Studienteilnehmenden nach Geschlecht und Altersgruppen anhand unterschiedlicher Definitionen des Blutdruckwertes für wiss. Auswertungen.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | **NAKO 100.000** | | **CARLA** | | | **HNR** | | | **KORA S4** | | | **SHIP** | | |
|  | **Altersgruppe** | **Hypertoniestatus** | **MW 1/2** | **2. Wert** | **MW 1/2** | **2. Wert** | **MW 2/3** | **MW 1/2** | **2. Wert** | **MW 2/3** | **MW 1/2** | **2. Wert** | **MW 2/3** | **MW 1/2** | **2. Wert** | **MW 2/3** |
| **Männer** | 20-24 | Normotonie | 82% | 83% |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 67% | 66% | 69% |
| bek. kontr. HTN | 3% | 3% |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12% | 12% | 12% |
| bek. unkontr. HTN | 2% | 1% |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 7% | 7% | 7% |
| unbek. unkontr. HTN | 14% | 12% |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 14% | 16% | 13% |
| 25-34 | Normotonie | 78% | 80% |  |  |  |  |  |  | 68% | 69% | 71% | 50% | 49% | 53% |
| bek. kontr. HTN | 4% | 5% |  |  |  |  |  |  | 13% | 13% | 13% | 12% | 11% | 12% |
| bek. unkontr. HTN | 3% | 3% |  |  |  |  |  |  | 6% | 6% | 6% | 15% | 17% | 15% |
| unbek. unkontr. HTN | 14% | 13% |  |  |  |  |  |  | 13% | 13% | 10% | 23% | 23% | 19% |
| 35-44 | Normotonie | 68% | 69% |  |  |  |  |  |  | 61% | 61% | 63% | 37% | 39% | 38% |
| bek. kontr. HTN | 8% | 8% |  |  |  |  |  |  | 7% | 8% | 7% | 10% | 10% | 9% |
| bek. unkontr. HTN | 7% | 7% |  |  |  |  |  |  | 13% | 12% | 13% | 30% | 30% | 31% |
| unbek. unkontr. HTN | 17% | 16% |  |  |  |  |  |  | 19% | 19% | 18% | 23% | 22% | 23% |
| 45-54 | Normotonie | 52% | 53% | 34% | 32% | 36% | 49% | 48% | 50% | 44% | 44% | 46% | 27% | 26% | 29% |
| bek. kontr. HTN | 13% | 14% | 11% | 11% | 11% | 16% | 16% | 17% | 8% | 9% | 11% | 7% | 8% | 8% |
| bek. unkontr. HTN | 14% | 13% | 31% | 31% | 31% | 19% | 20% | 19% | 22% | 21% | 19% | 36% | 35% | 35% |
| unbek. unkontr. HTN | 21% | 20% | 23% | 25% | 22% | 16% | 16% | 15% | 26% | 26% | 24% | 30% | 31% | 28% |
| 55-64 | Normotonie | 33% | 34% | 19% | 18% | 20% | 33% | 32% | 34% | 38% | 37% | 38% | 22% | 23% | 24% |
| bek. kontr. HTN | 23% | 25% | 8% | 10% | 11% | 18% | 18% | 18% | 16% | 17% | 17% | 9% | 9% | 9% |
| bek. unkontr. HTN | 24% | 22% | 44% | 42% | 41% | 28% | 28% | 28% | 29% | 29% | 29% | 38% | 38% | 38% |
| unbek. unkontr. HTN | 20% | 19% | 30% | 30% | 28% | 21% | 22% | 20% | 16% | 18% | 17% | 31% | 30% | 29% |
| 65-69 | Normotonie | 25% | 26% | 10% | 11% | 16% | 25% | 24% | 25% | 25% | 25% | 28% | 17% | 17% | 17% |
| bek. kontr. HTN | 25% | 27% | 18% | 16% | 18% | 18% | 18% | 18% | 17% | 16% | 17% | 10% | 12% | 10% |
| bek. unkontr. HTN | 31% | 29% | 45% | 46% | 44% | 36% | 36% | 35% | 33% | 34% | 33% | 44% | 42% | 44% |
| unbek. unkontr. HTN | 20% | 18% | 28% | 27% | 22% | 21% | 23% | 21% | 25% | 26% | 22% | 29% | 29% | 29% |
| 70-74 | Normotonie |  |  | 15% | 14% | 16% | 20% | 22% | 21% | 24% | 24% | 23% | 18% | 18% | 16% |
| bek. kontr. HTN |  |  | 16% | 16% | 16% | 18% | 19% | 18% | 16% | 14% | 17% | 13% | 12% | 13% |
| bek. unkontr. HTN |  |  | 47% | 47% | 47% | 37% | 35% | 36% | 39% | 40% | 37% | 45% | 46% | 45% |
| unbek. unkontr. HTN |  |  | 22% | 24% | 21% | 25% | 24% | 25% | 22% | 22% | 23% | 24% | 24% | 26% |
| 75-79 | Normotonie |  |  | 15% | 14% | 17% |  |  |  |  |  |  | 10% | 12% | 12% |
| bek. kontr. HTN |  |  | 21% | 21% | 23% |  |  |  |  |  |  | 10% | 13% | 12% |
| bek. unkontr. HTN |  |  | 43% | 43% | 40% |  |  |  |  |  |  | 46% | 43% | 44% |
| unbek. unkontr. HTN |  |  | 21% | 23% | 19% |  |  |  |  |  |  | 34% | 32% | 32% |
| Gesamt | Normotonie | 47% | 48% | 20% | 19% | 22% | 35% | 34% | 36% | 47% | 47% | 49% | 31% | 31% | 32% |
| bek. kontr. HTN | 16% | 18% | 13% | 14% | 15% | 17% | 17% | 18% | 12% | 12% | 13% | 10% | 10% | 10% |
| bek. unkontr. HTN | 17% | 16% | 41% | 41% | 40% | 28% | 27% | 27% | 21% | 21% | 20% | 33% | 32% | 33% |
| unbek. unkontr. HTN | 19% | 18% | 25% | 26% | 23% | 20% | 21% | 19% | 20% | 20% | 18% | 27% | 26% | 25% |
| **Frauen** | 20-24 | Normotonie | 95% | 95% |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 85% | 83% | 85% |
| bek. kontr. HTN | 2% | 2% |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 13% | 12% | 14% |
| bek. unkontr. HTN | 1% | 1% |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1% | 1% | 0% |
| unbek. unkontr. HTN | 2% | 2% |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1% | 3% | 1% |
| 25-34 | Normotonie | 92% | 92% |  |  |  |  |  |  | 86% | 87% | 87% | 74% | 75% | 75% |
| bek. kontr. HTN | 3% | 3% |  |  |  |  |  |  | 10% | 10% | 10% | 14% | 14% | 15% |
| bek. unkontr. HTN | 1% | 1% |  |  |  |  |  |  | 2% | 2% | 2% | 6% | 7% | 6% |
| unbek. unkontr. HTN | 4% | 3% |  |  |  |  |  |  | 2% | 2% | 1% | 5% | 4% | 4% |
| 35-44 | Normotonie | 83% | 83% |  |  |  |  |  |  | 78% | 79% | 79% | 66% | 66% | 67% |
| bek. kontr. HTN | 7% | 7% |  |  |  |  |  |  | 9% | 10% | 9% | 14% | 14% | 15% |
| bek. unkontr. HTN | 3% | 3% |  |  |  |  |  |  | 7% | 7% | 7% | 11% | 11% | 10% |
| unbek. unkontr. HTN | 7% | 7% |  |  |  |  |  |  | 6% | 5% | 5% | 8% | 9% | 8% |
| 45-54 | Normotonie | 68% | 69% | 36% | 35% | 37% | 64% | 63% | 64% | 56% | 56% | 56% | 44% | 44% | 45% |
| bek. kontr. HTN | 12% | 12% | 23% | 23% | 24% | 16% | 16% | 16% | 13% | 13% | 15% | 20% | 20% | 20% |
| bek. unkontr. HTN | 8% | 8% | 31% | 31% | 30% | 12% | 12% | 12% | 15% | 16% | 14% | 23% | 23% | 22% |
| unbek. unkontr. HTN | 12% | 11% | 10% | 11% | 9% | 9% | 9% | 8% | 16% | 15% | 15% | 14% | 14% | 13% |
| 55-64 | Normotonie | 46% | 48% | 27% | 27% | 29% | 46% | 45% | 46% | 50% | 48% | 49% | 31% | 31% | 33% |
| bek. kontr. HTN | 21% | 23% | 22% | 23% | 24% | 23% | 22% | 23% | 20% | 20% | 21% | 21% | 21% | 21% |
| bek. unkontr. HTN | 17% | 16% | 34% | 33% | 32% | 20% | 20% | 20% | 23% | 22% | 21% | 30% | 30% | 30% |
| unbek. unkontr. HTN | 15% | 14% | 17% | 17% | 15% | 12% | 12% | 11% | 8% | 9% | 9% | 19% | 18% | 16% |
| 65-69 | Normotonie | 32% | 33% | 17% | 14% | 16% | 33% | 32% | 33% | 30% | 29% | 30% | 20% | 19% | 21% |
| bek. kontr. HTN | 24% | 27% | 24% | 22% | 24% | 27% | 27% | 27% | 24% | 24% | 25% | 14% | 18% | 14% |
| bek. unkontr. HTN | 26% | 24% | 43% | 45% | 43% | 24% | 24% | 24% | 34% | 34% | 33% | 44% | 40% | 44% |
| unbek. unkontr. HTN | 18% | 16% | 16% | 19% | 17% | 16% | 17% | 16% | 12% | 13% | 12% | 22% | 22% | 21% |
| 70-74 | Normotonie |  |  | 13% | 12% | 12% | 32% | 32% | 31% | 36% | 35% | 38% | 19% | 21% | 19% |
| bek. kontr. HTN |  |  | 24% | 22% | 27% | 26% | 27% | 24% | 19% | 21% | 23% | 14% | 16% | 16% |
| bek. unkontr. HTN |  |  | 49% | 51% | 46% | 29% | 28% | 30% | 38% | 37% | 34% | 46% | 44% | 44% |
| unbek. unkontr. HTN |  |  | 14% | 15% | 15% | 14% | 14% | 14% | 6% | 7% | 5% | 21% | 19% | 21% |
| 75-79 | Normotonie |  |  | 15% | 15% | 16% |  |  |  |  |  |  | 15% | 17% | 16% |
| bek. kontr. HTN |  |  | 17% | 15% | 21% |  |  |  |  |  |  | 12% | 12% | 10% |
| bek. unkontr. HTN |  |  | 54% | 56% | 50% |  |  |  |  |  |  | 52% | 52% | 54% |
| unbek. unkontr. HTN |  |  | 13% | 13% | 12% |  |  |  |  |  |  | 21% | 19% | 20% |
| Gesamt | Normotonie | 62% | 63% | 25% | 24% | 26% | 47% | 47% | 47% | 62% | 61% | 62% | 48% | 49% | 49% |
| bek. kontr. HTN | 15% | 15% | 22% | 21% | 24% | 22% | 22% | 22% | 14% | 15% | 15% | 16% | 17% | 17% |
| bek. unkontr. HTN | 12% | 11% | 39% | 40% | 37% | 19% | 19% | 19% | 16% | 16% | 15% | 22% | 22% | 22% |
| unbek. unkontr. HTN | 12% | 11% | 14% | 15% | 13% | 12% | 12% | 12% | 8% | 8% | 8% | 13% | 13% | 12% |

**Normotonie:**  Normotone Messwerte (SBP < 140 und DBP < 90) und keine Hypertonie laut Selbstangabe. **Bekannte, kontrollierte Hypertonie (HTN):** Normotone Messwerte (SBP < 140 und DBP < 90), aber Hypertonie laut Selbstangabe. **Bekannte, unkontrollierte Hypertonie:** Hypertensive Messwerte (SBP ≥ 140 und/oder DBP ≥ 90) und auch Hypertonie laut Selbstangabe. **Unbekannte, unkontrollierte Hypertonie:** Hypertensive Messwerte (SBP ≥ 140 und/oder DBP ≥ 90), aber keine Hypertonie laut Selbstangabe.

Farbskala für Normotonie sowie bekannte, kontrollierte Hypertonie (normotone Messwerte):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |

Farbskala für bekannte, kontrollierte Hypertonie sowie unbekannte, unkontrollierte Hypertonie (hypertensive Messwerte):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |