

# Blutdruckmessung im Kinder- und Jugendge- sundheitssurvey (KiGGS)

## Methodik und erste Ergebnisse

### Hintergrund und Fragestellung

Bluthochdruck bei Erwachsenen ist einer der wichtigsten Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen und rangiert unter den führenden Ursachen für Morbidität und Mortalität weltweit [1]. Die Blutdruckwerte bei der Geburt sind deutlich niedriger als im Erwachsenenalter, sie steigen aber in der Kindheit stetig an. Zwar gibt es keine Langzeitstudien, die einen direkten Zusammenhang zwischen Blutdruckwerten im Kindesalter und kardiovaskulären Erkrankungen im Erwachsenenalter belegen, doch mehrt sich die Evidenz dafür, dass die essenzielle Hypertonie im Erwachsenenalter ihre Wurzeln oft bereits in der Kindheit hat. So zeigte sich in einer Vielzahl von Studien, dass das relative Blutdruckniveau in der Kindheit mit dem in der Adoleszenz und im Erwachsenenalter recht gut korreliert, d. h. dass die Kinder mit den höchsten Blutdruckwerten auch ein deutlich erhöhtes Risiko für eine Hypertonie im Erwachsenenalter haben (ein Phänomen, das „tracking“ genannt wird) [2, 3, 4, 5]. Zudem sind schon bei Kindern Assoziationen gefunden worden zwischen einem erhöhten Blutdruck und Massenveränderungen des linken Ventrikels [6, 7, 8] sowie arteriosklerotischen Gefäßveränderungen [9, 10, 11, 12]. Daher werden in deutschen und internationalen Leitlinien routinemäßige Blutdruckmes-

sungen bei Vorsorgeuntersuchungen im Kindes- und Jugendalter empfohlen, um Kinder mit erhöhten Blutdruckwerten zu identifizieren, das Gesundheitsverhalten möglichst früh zu beeinflussen und ggf. geeignete Behandlungsmaßnahmen einzuleiten [13, 14].

Für den Blutdruck bei Kindern gelten, wie für viele andere physiologische Parameter in diesem Lebensalter, verteilungsbasierte Grenzwerte, wobei, bezogen auf Geschlecht und Wachstumsparameter (Körpergröße oder Körpergröße und Alter), eine Hypertonie als Persistenz der Blutdruckwerte oberhalb des 95. Perzentils definiert wird [13, 14]. Amerikanische Leitlinien schlagen zudem vor, dass systolische oder diastolische Blutdruckwerte, die auf oder über dem 90. Perzentil, aber unter dem 95. Perzentil sind, als „hochnormal“ bezeichnet werden und als ein Risikofaktor für eine Hypertonie betrachtet werden [14].

Die epidemiologische Grundlage zur Erstellung von Blutdruckperzentilkurven müssen methodisch valide, repräsentative und große Untersuchungssurveys von Kindern und Jugendlichen liefern. Solche Studien sind weltweit selten, sodass sie zur Erstellung von Referenzwerten trotz methodischer Unterschiede zum Teil gepoolt wurden (■ **Tabelle 1**). Aktuell werden daher von der Deutschen Hochdruckliga die nach älteren regionalen Studien aus Nord- und Westeuropa

erstellten Normalwerttabellen empfohlen [15]. Drei der 6 eingegangenen Studien stammen aus Deutschland, problematisch sind jedoch die Stichprobenselektivität sowie Messmethodikunterschiede zwischen den 6 eingegangenen Studien (Messgerät, Manschettengröße, Messung im Sitzen bzw. Liegen). Referenzwerte für auskultatorisch gemessenen Blutdruck, basierend auf gepoolten Daten aus methodisch vergleichbaren Studien, gibt es aus den USA [14]. Auch für oszillometrisch gemessene Blutdruckwerte sind kürzlich Referenzwerte, basierend auf Daten aus den USA [16] und Australien [17], vorgestellt worden. Allerdings ist fraglich, ob diese in Deutschland übernommen werden sollten, da Studien sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern auf Unterschiede in der Blutdruckverteilung zwischen verschiedenen Ländern, insbesondere zwischen Deutschland und den USA hinweisen [15, 17, 18, 19, 20].

Daher war es eines der Ziele des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS), repräsentative Daten zur Verteilung des Blutdrucks bei 3- bis 17-jährigen Kindern und Jugendlichen in Deutschland zu erheben und damit eine umfassende Analyse der Blutdruckverteilung bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland und die Entwicklung von Referenzwerten zu ermöglichen. In diesem Artikel werden die Methodik der Blutdruckmessung in der KiGGS-Studie beschrieben und erste

Tabelle 1

### Vergleich methodischer Merkmale zwischen KiGGS und verschiedenen Studien, auf denen Blutdruckreferenzwerte für Kinder und Jugendliche basieren

Studie	Jahr	Alter	N	Messmethode	Manschettenbreite in cm (Kriterium)	In die Analyse eingegangen
<b>Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents 2004 [14, 19]</b>						
NIH	1963–1965	6–17	3647	QS	9,5; 13	
Pittsburgh	1984 <sup>a</sup>	1–5	285	Doppler	–	
Dallas	1976	13–17	1.1565	RZ	Diverse (OAU)	
Bogalusa	1976 <sup>a</sup>	1–17	7358	QS	4 Breiten (OAU)	
Houston	1981 <sup>a</sup>	3–17	2834	QS	(2/3 OAL)	
South Carolina	1985 <sup>a</sup>	4–17	6430	QS	Diverse (OAU)	
Iowa	1970–1981	5–17	4.092	RZ und Doppler	4 Breiten	
Providence	1985 <sup>a</sup>	1–3	461	RZ	(2/3 OAL)	
Minnesota	1986–1987	9–17	19.409	QS	5 Breiten (40% OAU)	
NHANES III	1988–1994	5–17	5042	QS	4 Breiten	
NHANES 1999–2000	1999–2000	8–17	2104	QS	9; 12; 15; 18 (OAU)	
Gesamt		1–17	63.227			1. Messung
<b>Europäische Referenzwerte 1991 [15]</b>						
Berlin-Bremen	1983	11–17	2050	RZ	9; 12; 14	
Köln	1976	15–19	2934	LSH	12,5	
Kopenhagen	1984	6–18	898	RZ	6; 9; 12	
Essen	1977	4–18	1471	LSH	8; 12	
Nancy	1977–1979	4–17	17.067	QS	9; 12	
Zoetermeer	1975–1979	5–19	4371	RZ	10; 14	1. Messung
<b>Weitere Referenzwerte (Auswahl)</b>						
Spanien, 15 Studien [49]	1983–1987	1–18	34.986	QS	Diverse	–
Australien [50]	1980–1981	5–13	9851	QS	6, 9, 12, 15 (3/4 OAL)	1 Messung
Perth (Australien) [17]	1989–1994	1–6	1090	Oszillometrisch (Dinamap 8100)	2 Breiten (40–50% OAU)	1. und 2. Messung (Durchschnitt)
Italien, 21 Studien [51]	1988–1994	5–17	11.519	QS	7,5–10 und 12–14	3 Messungen (Durchschnitt)
San Antonio (Texas, USA) [16]	1992–1997	5–17	7208	QS und oszillometrisch (Dinamap 8100)	(40–50% OAU)	3 Messungen (Durchschnitt)
<b>KiGGS</b>	2003–2006	3–17	15.145	Oszillometrisch (Datascope Accutorr Plus)	6; 9; 12; 17 (2/3 OAL)	1. und 2. Messung (Durchschnitt)

QS Quecksilbersäule; RZ Random zero; LSH London School of Hygiene Sphygmomanometer; OAU Oberarmumfang; OAL Oberarmlänge; <sup>a</sup> Publikationsjahr

Ergebnisse zur Verteilung des Blutdrucks bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland dargestellt.

## Teilnehmer und Methoden

### Studiendesign und Teilnehmer

Konzept, Design und Durchführung des KiGGS werden an anderer Stelle in diesem Heft ausführlich beschrieben [21, 22, 23, 24, 25]. Die KiGGS-Studie wurde von

Mai 2003 bis Mai 2006 durch das Robert Koch-Institut (RKI) durchgeführt. Ziel dieses bundesweiten Befragungs- und Untersuchungssurveys war es, erstmals umfassende und bundesweit repräsentative Daten zum Gesundheitszustand von Kindern und Jugendlichen im Alter von 0–17 Jahren zu erheben. An der Studie haben insgesamt 17.641 Kinder und Jugendliche (8656 Mädchen und 8985 Jungen) aus 167 für die Bundesrepublik repräsentativen Städten und Gemeinden

teilgenommen. Die Teilnahmequote betrug 66,6 %.

## Blutdruckmessung

Die Blutdruck- und Pulsmessung wurde bei allen KiGGS-Teilnehmern im Alter von 3 bis 17 Jahren durchgeführt. Es erfolgte eine 2-malige oszillometrische Bestimmung des systolischen, diastolischen und arteriellen Mitteldrucks sowie der Pulsfrequenz mit einem automatischen

Blutdruckmessgerät (Datascope Accu-torr Plus). Die Messung erfolgte im Sitzen nach ca. 5 Minuten Ruhezeit und nach einem körperlich wenig anstrengenden Teil der Untersuchung (Sehtest). Die 2 Messungen erfolgten grundsätzlich am rechten Arm, Ausnahmen waren lediglich Verletzungen oder Hindernisse wie Gipsverbände, die im Einzelfall dokumentiert wurden. Die Lagerung des rechten Armes bei der Messung war standardisiert, das Ellenbogengelenk war in Herzhöhe zu lagern, der Oberarm sollte unbedeckt sein. Es wurden original Datascope-Blutdruckmanschetten in vier Größen verwendet (6x12 cm, 9x18 cm, 12x23 cm, 17x38,6 cm). Die Manschette musste so ausgewählt werden, dass sie mindestens zwei Drittel des Oberarmes bedeckte (Axilla bis Ellenbogenfalte). Dabei geben Leitlinien und führende pädiatrische Lehrbücher bezüglich Manschettengröße verschiedene Empfehlungen (zwei Drittel der Oberarmlänge, drei Viertel der Oberarmlänge oder 40 % des Oberarmumfangs) [26, 27]. Insbesondere aus der fehlenden Definition der Oberarmlänge oder aus der Definition als Distanz von Acromion bis Olecranon (also äußere Oberarmlänge) ergibt sich eine Reihe von Diskrepanzen zu hergestellten Manschettengrößen (so große Manschetten gibt es zum Teil selbst für Erwachsene nicht, oder eine Manschette von drei Viertel der äußeren Oberarmlänge passt gar nicht unter die Axilla) und zur tatsächlichen klinischen Praxis [27]. Die Markierung der Manschette musste über der Arteria brachialis liegen, die vorher palpirt wurde. Die zweite Messung erfolgte nach einer weiteren mindestens 2-minütigen Ruhepause im Sitzen.

Die Messungen erfolgten automatisch. Die Ablassgeschwindigkeit des Gerätes kann dabei vom Untersucher nicht beeinflusst werden, die Messwerte werden digital angezeigt. Folgende Werte wurden dokumentiert: systolischer Blutdruck, diastolischer Blutdruck, arterieller Mitteldruck und Pulsfrequenz. Der systolische und diastolische Wert werden dabei aufgrund gemessener Pulswellenoszillationen bestimmt (nach einem Algorhythmus, der wie bei den meisten Geräten von den Herstellern nicht detailliert publiziert wird). Daraus wird dann der arterielle Mitteldruck vom Gerät berechnet. Nach

Angaben des Herstellers entspricht die Messgenauigkeit der Geräte den europäischen und amerikanischen Normen [28, 29] (mittlerer Messfehler kleiner als  $\pm 5$  mmHg, Standardabweichung von weniger als  $\pm 8$  mmHg).

### Qualitätssicherung

Die oszillometrische Blutdruckmessung ist in der praktischen Durchführung weniger fehleranfällig als die manuelle Messung, sodass sich die Qualitätssicherung auf einige wenige Punkte beschränken ließ. Die Messungen erfolgen automatisch, die Untersucher sind jedoch für die Einhaltung der Ruhebedingungen vor und zwischen den Messungen, die korrekte Lagerung des Armes, die Wahl der korrekten Manschettengröße, das Stillhalten des Armes während der Messung und die korrekte Übertragung der Daten verantwortlich. Dazu stand den Untersuchern eine ausführliche Beschreibung im Operationshandbuch zur Verfügung. Vor Beginn der Feldarbeit wurden die Teams ausführlich geschult, und es fanden mehrmals jährlich Nachschulungen statt. Im Rahmen der externen Qualitätssicherung [25] wurden im Studienzeitraum 18 Untersuchungszentren besucht, im Rahmen der internen Qualitätssicherung fanden über 30 Feldbesuche statt. Zu den Prüfkriterien gehörte dabei die Einhaltung der standardisierten Untersuchungsabläufe bei der Blutdruckmessung. In den 10 Qualitätssicherungsberichten der externen Qualitätssicherung finden sich zur Blutdruckmessung keine Beanstandungen, insbesondere wird die korrekte Wahl der Manschettengröße immer wieder bestätigt. Einzige Ausnahme ist eine einmalige Anmerkung, dass die Manschettengröße anhand der mit bloßem Auge geschätzten und nicht gemessenen Oberarmlänge gewählt wurde. Dies wurde im weiteren Verlauf explizit korrigiert. Die alle 2 Jahre durchgeführte Überprüfung der Messgenauigkeit der Geräte im Rahmen der Anforderungen des Eichgesetzes durch das Landesamt für Mess- und Eichwesen in Berlin ergab keine Beanstandungen.

### Statistische Auswertung

Um repräsentative Aussagen treffen zu können, wurden die Analysen mit einem Gewichtungsfaktor durchgeführt, der Abweichungen der Netto-Stichprobe von der Bevölkerungsstruktur (Stand: 31.12.2004) hinsichtlich Alter (in Jahren), Geschlecht, Region (Ost/West/Berlin) und Staatsangehörigkeit korrigiert.

### Ergebnisse

#### Teilnehmer (Alter, Geschlecht), Item-Response

Von 14.836 Kindern im Alter von 3–17 Jahren, die an KiGGS teilgenommen haben, wurde bei 14.730 Kindern und Jugendlichen (7203 Mädchen und 7527 Jungen) der Blutdruck gemessen (Item-Responsequote 99,3 %, davon 99,2 % 2 gültige Messungen). Die Anzahl der Kinder, für die pro Altersjahr damit Blutdruckdaten vorliegen, variiert zwischen 858 und 1063 (ungewichtete Zahlen jeweils).

#### Unterschiede zwischen erster und zweiter Messung

Die systolischen Blutdruckwerte der ersten Messung waren um  $1,92 \pm 6,69$  mmHg (MW $\pm$ SD) höher als die Werte der zweiten Messung und um  $0,96 \pm 3,34$  mmHg höher als der Durchschnitt der beiden Messungen. Die Differenz der beiden systolischen Messwerte hatte eine leicht rechtsschiefe Verteilung, wobei bei 59 % der Kinder der erste systolische Wert höher war, bei 35 % der zweite, und bei 6 % waren beide Werte gleich. Die diastolischen Blutdruckwerte der ersten Messung waren um  $2,20 \pm 7,76$  mmHg (MW $\pm$ SD) höher als die Werte der zweiten Messung und um  $1,10 \pm 3,88$  mmHg höher als der Durchschnitt der beiden Messungen. Die Verteilung der Differenz der beiden diastolischen Werte war ähnlich wie die der systolischen leicht rechtsschief, gerundet ergaben sich die gleichen Prozentsätze wie bei den systolischen Werten, nämlich bei 59 % der Kinder war der erste diastolische Wert höher, bei 35 % der zweite, bei 6 % waren beide Werte gleich.

Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2007 · 50:728–735  
DOI 10.1007/s00103-007-0234-6  
© Springer Medizin Verlag 2007

H. Neuhauser · M. Thamm

### Blutdruckmessung im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). Methodik und erste Ergebnisse

#### Zusammenfassung

Bluthochdruck ist einer der wichtigsten Risikofaktoren für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und rangiert unter den führenden Ursachen für Morbidität und Mortalität weltweit. Hypertonie bei Kindern ist zwar selten, doch ist der Blutdruck im Kindesalter mitbestimmend für die Höhe des Blutdrucks im weiteren Lebensverlauf und hat somit eine hohe Public-Health-Relevanz. Daher war es eines der Ziele des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys (KiGGS), repräsentative Daten zur Verteilung von Blutdruckwerten bei 3- bis 17-jährigen Kindern und Jugendlichen in Deutschland zu erheben und damit die epidemiologische

Grundlage für eine umfassende Analyse zum Blutdruck bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland zu ermöglichen. Es erfolgte unter standardisierten Bedingungen eine 2-malige oszillometrische Bestimmung des systolischen, diastolischen und arteriellen Mitteldrucks sowie der Pulsfrequenz mit einem automatischen Blutdruckmessgerät (Datascope Accutorr Plus) bei 14.730 Kindern (7203 Mädchen und 7527 Jungen). Hauptziel dieses Artikels ist eine detaillierte Beschreibung der Blutdruckmessung in KiGGS, die Grundlage der weiteren Interpretation von Unterschieden zu anderen Studien sein wird.

Erste Ergebnisse zur Verteilung des systolischen und diastolischen Blutdrucks bestätigen die bekannte Zunahme der Blutdruckwerte mit dem Alter und der Körpergröße und ein Auftreten von insbesondere systolisch höheren Werten bei Jungen im Vergleich zu Mädchen ab dem 14. Lebensjahr.

#### Schlüsselwörter

Gesundheitsurvey · Kinder · Jugendliche · Blutdruck · Blutdruckmessung · Oszillometrische Blutdruckmessung · Hypertonie

### Blood pressure measurement in the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). Methodology and initial results

#### Abstract

Hypertension is one of the main risk factors for cardiovascular disease and ranks among the leading causes of morbidity and mortality worldwide. Hypertension in children is rare, but the blood pressure rank in relation to peers is often maintained from childhood into adulthood and is therefore of great public health relevance. For this reason, one of the aims of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS) was to collect representative data on blood pressure in children aged 3 to 17 years, in order to create

an epidemiological basis for a comprehensive analysis of blood pressure in children and adolescents in Germany. Two oscillometric blood pressure measurements were obtained using an automated device (Datascope Accutorr Plus) and two readings of systolic, diastolic and mean arterial pressure and of heart rate were obtained in a standardised fashion in 14,730 children (7,203 girls and 7,527 boys). The main aim of this article is a detailed description of the blood pressure measurement in KiGGS, which is important for the interpretation of our find-

ings compared to other studies. Our initial results on the distribution of systolic and diastolic blood pressure confirm previous findings of increasing blood pressure with age and height and of higher systolic blood pressure levels among boys compared with girls from the age of 14 years.

#### Keywords

Health Survey · Children · Adolescents · Blood pressure · Blood pressure measurement · Oscillometric blood pressure measurement · Hypertension

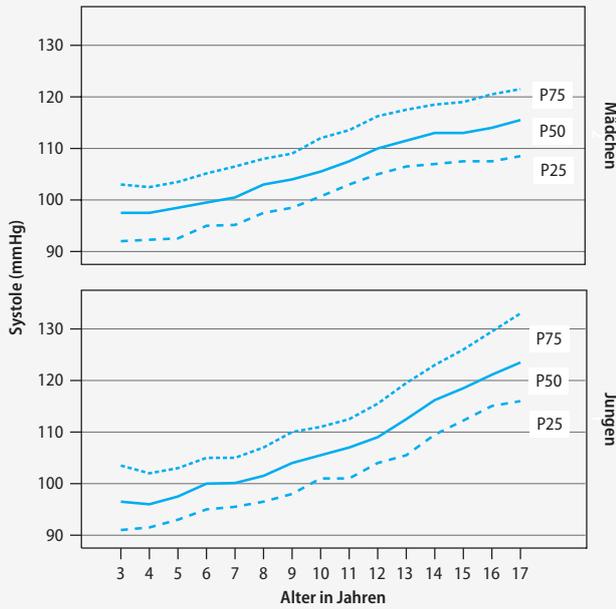


Abb. 1 ▲ **Systolischer Blutdruck in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht**

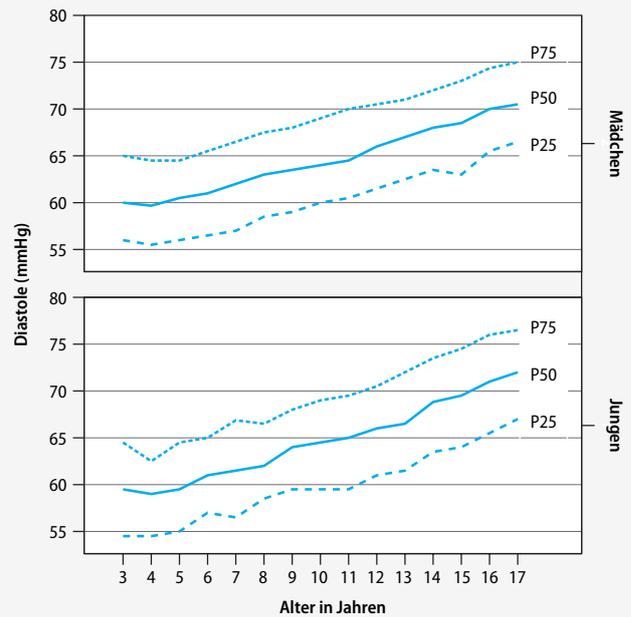


Abb. 2 ▲ **Diastolischer Blutdruck in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht**

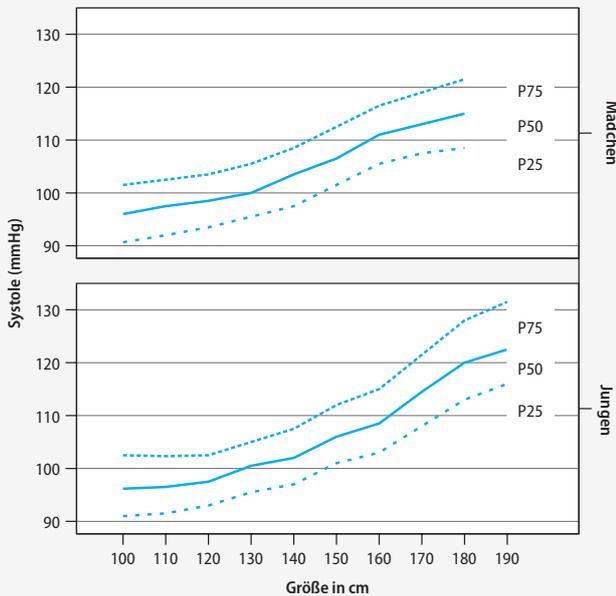


Abb. 3 ▲ **Systolischer Blutdruck in Abhängigkeit von Körpergröße und Geschlecht**

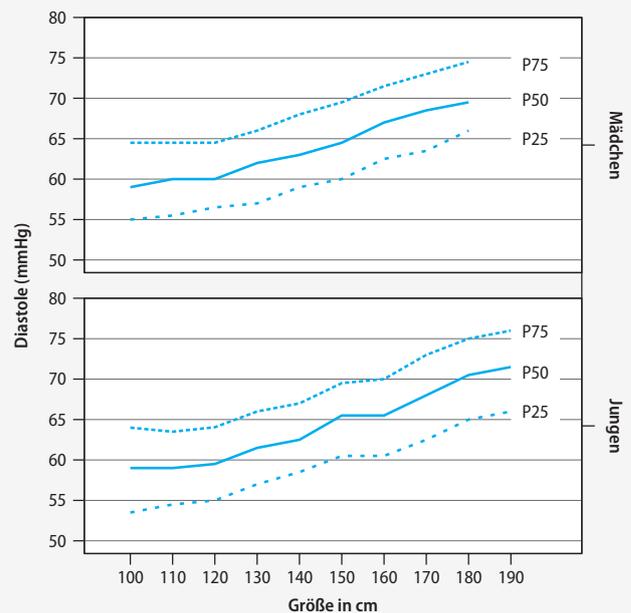


Abb. 4 ▲ **Diastolischer Blutdruck in Abhängigkeit von Körpergröße und Geschlecht**

### Erste Ergebnisse zur Verteilung des systolischen und diastolischen Blutdrucks

Die **Abb. 1–4** zeigen die Verteilung des systolischen und diastolischen Blutdrucks nach Geschlecht und Alter bzw. nach Geschlecht und Körpergröße. Dabei war sowohl bei Jungen als auch bei Mädchen die Korrelation der Blutdruckwerte

etwas stärker als die Korrelation mit dem Alter. Ein deutlicher und konsistenter Geschlechtsunterschied zeigt sich erst ab dem 14. Lebensjahr und vor allem bei den systolischen Werten (der Median des systolischen Blutdrucks ist dabei bei 17-jährigen Jungen um 8 mmHg höher als bei gleichaltrigen Mädchen).

### Diskussion

Im Rahmen des KiGGS wurden erstmals Daten zur Verteilung des Blutdrucks in einer bundesweit repräsentativen Stichprobe von 14.703 Kindern und Jugendlichen im Alter von 3–17 Jahren erhoben. Damit ist eine epidemiologische Datengrundlage geschaffen worden für eine umfassende Analyse der Blutdruckverteilung bei Kin-

dern und Jugendlichen in Deutschland und für die Entwicklung von oszillometrischen Referenzwerten.

Eine Besonderheit der Blutdruckmessung in KiGGS ist die Verwendung einer vollautomatischen oszillometrischen und nicht einer auskultatorischen Messmethode. Die auskultatorische Methode wird aktuell in Leitlinien immer noch als Methode der Wahl empfohlen [14, 30], bringt jedoch auch Probleme mit sich. Im Pretest der KiGGS-Studie waren Vor- und Nachteile sowohl der auskultatorischen Messmethode mit Quecksilberstandsäule (Erkameter) als auch der vollautomatisierten oszillometrischen Messung unter den Surveybedingungen getestet worden [31]. Das Hauptproblem der auskultatorischen Messung bestand darin, dass bei bestimmten Kindern (je jünger desto häufiger) das komplette Verschwinden der Geräusche (Phase 5 nach Korotkoff) erst bei sehr niedrigen Werten nahe null auftrat und auch ein deutliches Leiserwerden bzw. Dumpferwerden der Töne (Phase 4 nach Korotkoff) nur schwer auszumachen war. Hier bestand die Befürchtung, dass es durch Missings, durch mehrfache Messwiederholungen oder durch unterschiedliche Lautstärkebedingungen in den Untersuchungsräumen der verschiedenen Studienorte zu einer systematischen Verzerrung der Ergebnisse kommen könnte. Weitere wichtige aus der Literatur bekannte Probleme der auskultatorischen Messung sind Untersucherbias und Zahlenpräferenzprobleme [32].

Die automatisierte oszillometrische Messung hingegen bietet eine Reihe von Vorteilen für eine große und repräsentative epidemiologische Studie wie KiGGS: die einfache Standardisierung der Untersuchungsbedingungen und die Umgehung der Untersucherbias- und Zahlenpräferenzprobleme der auskultatorischen Methode [32], die einfachere Handhabung und die größere Vollständigkeit der diastolischen Messwerte insbesondere bei kleineren Kindern. Perspektivisch könnte auch die direkte EDV-Übertragung der Daten genutzt werden. Zudem findet die oszillometrische Messung sowohl in der klinischen Praxis [33] als auch in epidemiologischen Studien bei Erwachsenen [34, 35, 36, 37, 38] und Kindern [16, 17] zunehmend Anwendung, während für

die Quecksilbermanometer aufgrund des Umweltrisikos adäquater Ersatz gesucht wird (beispielsweise sind Quecksilbermanometer in Schweden und in den Niederlanden in Krankenhäusern bereits verboten) [39]. Wie bei der auskultatorischen Methode auch, muss bei der oszillometrischen Messung auf die Wahl der richtigen Manschette geachtet werden, auf die richtige Positionierung des Armes und darauf, dass die Kinder sich während der Messung nicht bewegen und möglichst entspannt sind.

Die wohl wichtigste Frage ist, ob oszillometrisch gemessene Blutdruckwerte bei Kindern und Jugendlichen vergleichbar sind mit Werten, die auskultatorisch mit einem Quecksilbermanometer gemessen werden. In Leitlinien wird aktuell darauf verwiesen, dass Blutdruckwerte, die mit diesen zwei verschiedenen Methoden gemessen wurden, nicht gleichgesetzt werden können [14]. Insgesamt gibt es sehr wenige Vergleichsstudien, und es ist zu erwarten, dass die Vergleichbarkeit zumindest zum Teil gerätespezifisch ist (da den unterschiedlichen Geräten auch unterschiedliche Algorithmen zur Bestimmung des Blutdrucks auf der Grundlage der registrierten Oszillationen zugrunde liegen). Für eine akzeptable Messpräzision von Blutdruckmessgeräten im Vergleich zu dem Quecksilbermanometer Goldstandard wurden jedoch Kriterien aufgestellt, zum einen von der British Hypertension Society (BHS) [40] und zum anderen von der American Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI) [29]). Das in KiGGS verwendete Gerät, Datascope Accutorr Plus, erfüllt sowohl die BHS-Kriterien (beste von 4 Übereinstimmungsstufen) als auch die AAMI-Kriterien und rangiert an erster Stelle in den Empfehlungen der European Society of Hypertension [40]. In der dieser Einstufung zugrunde liegenden Validierungsstudie des Datascope-Accutorr-Plus-Gerätes bei Erwachsenen im Alter von 20 bis über 80 Jahren gab es bei 61% der systolischen und 74% der diastolischen Werte weniger als 5 mmHg Abweichung zu den auskultatorischen Werten (bzw. bei 85% der systolischen und 94% der diastolischen Werte lag die Abweichung unter 10 mmHg und bei 95% der systolischen und 99% der diasto-

lischen Werte lag sie unter 15 mmHg) [41]. Eine Limitation dieser Studie ist, dass sie nicht auch Kinder und Jugendliche eingeschlossen hat. Beruhigend ist allerdings, dass die Übereinstimmung der Methoden umso besser war, je jünger die Teilnehmer waren (dies ist auch plausibel, da im Alter die Elastizität der Gefäße abnimmt, was die Validität der oszillometrischen Messung beeinträchtigen kann).

Leider existieren Validierungsstudien nur für einen Bruchteil der auf dem Markt angebotenen Geräte [40], und die Verbreitung der Geräte in der klinischen Praxis richtet sich, wie es scheint, nur wenig nach der Existenz bzw. Güte solcher Validierungsstudien [40].

Entsprechend internationalen Empfehlungen wurde mehrfach gemessen, mehr als 2 Messungen waren jedoch aufgrund des langen Untersuchungsprogramms in KiGGS nicht möglich. In Übereinstimmung mit anderen Studien war die erste Messung im Durchschnitt höher als die zweite (wahrscheinlich aufgrund einer Gewöhnung der Kinder an die Messprozedur und eines Regression-toward-the-mean-Phänomens). Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen liegt näher am wahren Wert als jede einzelne Messung für sich [32, 42], daher wird dieser für die Auswertungen herangezogen [32]. Dies ist eine Stärke der KiGGS-Daten im Vergleich zu den gepoolten Daten, die für die europäischen und amerikanischen Referenzwerte herangezogen wurden, die jeweils nur den ersten Messwert verwenden, da nicht in allen Einzelstudien mehrere Messungen gemacht wurden (■ **Tabelle 1**). Eine Limitation der meisten in ■ **Tabelle 1** aufgelisteten epidemiologischen Studien und auch von KiGGS ist natürlich, dass nicht mehrere Messungen an verschiedenen Tagen gemacht werden können. Die klinische Diagnose einer Hypertonie im Kindesalter wird jedoch durch wiederholte Messungen von erhöhten Werten an verschiedenen Tagen gestellt [13, 14]. Dies wird bei der Interpretation der Prävalenzen von erhöhten Blutdruckwerten zu berücksichtigen sein.

Ziel dieses Artikels ist es, die Methodik der Blutdruckmessung im Rahmen von KiGGS zu beschreiben. Daher wurden nur erste Ergebnisse zur Verteilung des systolischen und diastolischen Blutdrucks dar-

gestellt. Die Alters- und Körpergrößenabhängigkeit der Blutdruckwerte sowie die Ausbildung von Geschlechtsdifferenzen um die Pubertät herum bestätigt Befunde aus anderen Studien [14, 15]. Perzentilverteilungen werden an dieser Stelle bewusst noch nicht umfassend dargestellt, da sich eine solche Darstellung nicht von einer Diskussion um Referenzwerte trennen lässt. Diese bedarf jedoch differenzierterer Analysen, die noch nicht abgeschlossen sind. So werden z. B. aktuell von der Deutschen Liga zur Bekämpfung des hohen Blutdrucks für auskultatorisch gemessenen Blutdruck bei Kindern körpergrößenabhängige Referenzwerte empfohlen [13], während in den USA Referenzwerte entwickelt wurden, die Alter und Körpergröße des Kindes gleichzeitig berücksichtigen, dafür jedoch komplizierter in der Handhabung erscheinen [14].

Bei Kindern und Jugendlichen hat sich in den letzten Dekaden weltweit eine Übergewichtsepidemie abgezeichnet. Die KiGGS-Ergebnisse deuten auf eine beträchtliche Zunahme von Übergewicht und Adipositas auch in Deutschland hin [43], und Übergewicht und erhöhte Blutdruckwerte sind auch im Kindesalter oft vergesellschaftet [44, 45, 46, 47]. So hat sich in den USA die Befürchtung, dass der Übergewichtsepidemie bei Kindern eine Zunahme von hohen Blutdruckwerten folgen würde, leider bestätigt [48]. Die Feststellung eines solchen Trends ist nur möglich, wenn methodisch valide, repräsentative und vergleichbare Datenerhebungen vorliegen. Die KiGGS-Blutdruckdaten bieten hier eine Grundlage sowohl für zukünftige Trendanalysen als auch für internationale Vergleiche. Zu den geplanten Analysen gehört auch insbesondere die Untersuchung der Blutdruckverteilung bei Kindern im Kontext von Merkmalen des metabolischen Syndroms und anderen assoziierten Risikofaktoren sowie die Beschreibung von Risikogruppen, ihren soziodemographischen Merkmalen und ihrem Gesundheitsverhalten.

## Korrespondierende Autorin

**Dr. med. Hanne Neuhauser, MPH**

Robert Koch-Institut  
Abteilung für Epidemiologie und  
Gesundheitsberichterstattung  
Postfach 650261  
13302 Berlin, BRD  
E-mail: NeuhauserH@rki.de

## Literatur

- Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M et al. (2006) Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet* 367:1747–1757
- Lauer RM, Clarke WR (1989) Childhood risk factors for high adult blood pressure: the Muscatine Study. *Pediatrics* 84:633–641
- Gillman MW, Cook NR, Rosner B et al. (1993) Identifying children at high risk for the development of essential hypertension. *J Pediatr* 122:837–846
- Bao W, Threft SA, Srinivasan SR, Berenson GS (1995) Essential hypertension predicted by tracking of elevated blood pressure from childhood to adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Am J Hypertens* 8:657–665
- Hofman A, Valkenburg HA, Maas J, Groustra FN (1985) The natural history of blood pressure in childhood. *Int J Epidemiol* 14:91–96
- Daniels SD, Meyer RA, Loggie JM (1990) Determinants of cardiac involvement in children and adolescents with essential hypertension. *Circulation* 1990:1243–1248
- Hanevold C, Waller J, Daniels S et al. (2004) The effects of obesity, gender, and ethnic group on left ventricular hypertrophy and geometry in hypertensive children: a collaborative study of the International Pediatric Hypertension Association. *Pediatrics* 113:328–333
- Burke GL, Arcilla RA, Culpepper WS et al. (1987) Blood pressure and echocardiographic measures in children: the Bogalusa Heart Study. *Circulation* 75:106–114
- McGill HCJ, McMahan CA, Zieske AW et al. (2001) Effects of nonlipid risk factors on atherosclerosis in youth with a favorable lipoprotein profile. *103: 1546–1550*
- Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W et al. (1998) Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med* 338:1650–1656
- Knoflach M, Kiechl S, Kind M et al. (2003) Cardiovascular risk factors and atherosclerosis in young males. ARMY Study (Atherosclerosis Risk-Factors in Male Youngsters). *Circulation* 108:1064–1069
- Davis PH, Dawson JD, Riley WA, Lauer RM (2001) Carotid Intimal-Medial Thickness is related to cardiovascular risk factors measured from childhood through middle age. The Muscatine study. *Circulation* 104:2815–2819
- (2003) Leitlinien für die Prävention, Erkennung, Diagnostik und Therapie der arteriellen Hypertonie der Deutschen Liga zur Bekämpfung des hohen Blutdrucks e.V. AWMF Leitlinien-Register Nr. 046/001. <http://leitlinien.net/>
- (2004) The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 114:555–576

- de Man SA, Andre JL, Bachmann H et al. (1991) Blood pressure in childhood: pooled findings of six European studies. *J Hypertens* 9:109–114
- Park MK, Menard SW, Schoofield J (2005) Oscillometric blood pressure standards for children. *Pediatr Cardiol* 26:601–607
- Blake KV, Gurrin LC, Evans SF et al. (2000) Reference ranges for blood pressure in preschool Australians, obtained by oscillometry. *J Paediatr Child Health* 36:41–46
- Wolf-Maier K, Cooper RS, Banegas JR et al. (2003) Hypertension prevalence and blood pressure levels in 6 European countries, Canada, and the United States. *Jama* 289:2363–2369
- Rosner B, Prineas RJ, Loggie JM, Daniels SR (1993) Blood pressure nomograms for children and adolescents, by height, sex, and age, in the United States. *J Pediatr* 123:871–886
- Andre JL, Deschamps JP, Gueguen R (1980) Arterial blood pressure in 17,067 children and adolescents. Variation with age and height (author's transl). *Arch Fr Pediatr* 37:477–482
- Hölling H, Kamtsiuris P, Lange M et al. (2007) Der Kinder- und Jugendgesundheits survey (KiGGS): Studienmanagement und Durchführung der Feldarbeit. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 50:557–566
- Kurth B-M (2007) Der Kinder- und Jugendgesundheits survey (KiGGS): Ein Überblick über Planung, Durchführung und Ergebnisse unter Berücksichtigung von Aspekten eines Qualitätsmanagements. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 50:533–546
- Lange M, Kamtsiuris P, Lange C et al. (2007) Messung soziodemographischer Merkmale im Kinder- und Jugendgesundheits survey (KiGGS) und ihre Bedeutung am Beispiel der Einschätzung des allgemeinen Gesundheitszustands. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 50:578–589
- Kamtsiuris P, Lange M, Schaffrath Rosario A (2007) Der Kinder- und Jugendgesundheits survey (KiGGS): Stichprobendesign, Response und Non-response-Analyse. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 50:547–556
- Filipiak-Pittroff B, Wölke G (2007) Externe Qualitätssicherung im Kinder- und Jugendgesundheits survey (KiGGS). Vorgehensweise und Ergebnisse. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 50:573–577
- Deutsche Liga zur Bekämpfung des hohen Blutdrucks e.V. (1994) Hypertonie bei Kindern und Jugendlichen (Merkblatt). Eigenverlag, Heidelberg
- Arafat M, Mattoo TK (1999) Measurement of blood pressure in children: recommendations and perceptions on cuff selection. *Pediatrics* 104:e30
- O'Brien E, Petrie J, Littler W et al. (1993) An outline of the revised British Hypertension Society protocol for the evaluation of blood pressure measuring devices. *J Hypertens* 11:677–679
- Association for the Advancement of Medical Instrumentation. American national standard. Electronic or automated sphygmomanometers. ANSI/AAMI SP 10-1992. Arlington, VA:AAMI, 1993:40
- O'Brien E, Asmar R, Beilin L et al. (2003) European Society of Hypertension recommendations for conventional, ambulatory and home blood pressure measurement. *J Hypertens* 21:821–848
- Dippelhofer A, Bergmann KE, Kahl H, Lange M (2002) Die körperliche Untersuchung im Rahmen des Kinder- und Jugendgesundheits surveys. *Gesundheitswesen* 64(Sonderheft 1):S12–S16

32. Gillman MW, Cook NR (1995) Blood pressure measurement in childhood epidemiological studies. *Circulation* 92:1049–1057
33. Pickering TG, Hall JE, Appel LJ et al. (2005) Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals. Part 1: Blood pressure measurement in humans. A statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education for the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Hypertension* 45:142–161
34. Meisinger C, Heier M, Volzke H et al. (2006) Regional disparities of hypertension prevalence and management within Germany. *J Hypertens* 24: 293–299
35. (1989) The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study: design and objectives. The ARIC investigators. *Am J Epidemiol* 129:687–702
36. Goldstein RZ, Hurwitz BE, Llabre MM et al. (2001) Modeling preclinical cardiovascular risk for use in epidemiologic studies: Miami community health study. *Am J Epidemiol* 154:765–776
37. Bild DE, Bluemke DA, Burke GL et al. (2002) Multi-ethnic study of atherosclerosis: objectives and design. *Am J Epidemiol* 156:871–881
38. Hunt SC, Ellison RC, Atwood LD et al. (2002) Genome scans for blood pressure and hypertension: the National Heart, Lung, and Blood Institute Family Heart Study. *Hypertension* 40:1–6
39. O'Brien E (2000) Replacing the mercury sphygmomanometer. *BMJ* 320:815–816
40. O'Brien E, Waeber B, Parati G et al. (2001) Blood pressure measuring devices: recommendations of the European Society of Hypertension. *BMJ* 322:531–536
41. Anwar YA, Tendler BE, McCabe EJ et al. (1997) Evaluation of the Datascope Accutorr Plus according to the recommendations of the Association for the Advancement of Medical Instrumentation. *Blood Press Monit* 2:105–110
42. Prineas RJ (2000) Blood pressure in children and adolescents. In: Bulpit CJ (ed) *Handbook of hypertension, Vol. 20. Epidemiology of Hypertension*, Elsevier Science B.V, Amsterdam
43. Kurth B-M, Schaffrath Rosario A (2007) Die Verbreitung von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des bundesweiten Kinder- und Jugendgesundheits-survey (KiGGS). *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 50:736–743
44. Rocchini AP, Katch V, Anderson J et al. (1988) Blood pressure in obese adolescents: effect of weight loss. *Pediatrics* 82:16–23
45. Reich A, Muller G, Gelbrich G et al. (2003) Obesity and blood pressure – results from the examination of 2365 schoolchildren in Germany. *Int J Obes Relat Metab Disord* 27:1459–1464
46. Paradis G, Lambert M, O'Loughlin J et al. (2004) Blood pressure and adiposity in children and adolescents. *Circulation* 110:1832–1838
47. Stabouli S, Kotsis V, Papamichael C et al. (2005) Adolescent obesity is associated with high ambulatory blood pressure and increased carotid intima-media thickness. *J Pediatr* 147:651–656
48. Muntner P, He J, Cutler JA et al. (2004) Trends in blood pressure among children and adolescents. *JAMA* 291:2107–2113
49. Sanchez RG, Labarthe DR, Forthofer RN, Fernandez-Cruz A (1992) National standards of blood pressure for children and adolescents in Spain: international comparisons. The Spanish Group for the Study of Cardiovascular Risk Factors in Childhood and Youth. *Int J Epidemiol* 21:478–487
50. Roy LP, Tiller DJ, Jones DL (1984) The range of blood pressures in Australian children. *Med J Aust* 141:9–12
51. Menghetti E, Viridis R, Strambi M et al. (1999) Blood pressure in childhood and adolescence: the Italian normal standards. Study Group on Hypertension of the Italian Society of Pediatrics. *J Hypertens* 17:1363–1372