



## Arterielle Hypertonie

R. Dalla Pozza (München), R. Oberhoffer-Fritz (München), E. Wühl (Heidelberg), G. Bönner (Freiburg), M. Kaestner (Ulm), A. Hager (München)

Beschlossen vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie und Angeborene Herzfehler am 12.05.2021 und am 27.04.2022

Beschlossen vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Nephrologie am 23.06.2022

Beschlossen vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin am 29.04.2022

Beschlossen vom Vorstand der Deutschen Hochdruckliga am 23.06.2022

### 1. Geltungsbereich:

Diese Leitlinien sind in Anlehnung an die Empfehlungen zur arteriellen Hypertonie im Kindes- und Jugendalter der European Society of Hypertension (ESH)<sup>1</sup> und der National High Blood Pressure Education Program (NHBPEP) Working Group on Children and Adolescents<sup>2</sup> abgefasst.

### 2. Methodik

Die Konsensfindung in der Leitlinienkommission erfolgte nach eingehender Literaturrecherche in einem zweistufigen Konsens-Verfahren:

1. schriftlich per E-Mail Umlauf
2. mündliche Konsentierung im strukturierten Gruppenprozess.

Handlungsempfehlungen wurden soweit möglich in vier Empfehlungsgrade eingeteilt:

**Tabelle 1:** Beschreibung der Empfehlungsgrade

<b>Formulierung</b>	<b>Empfehlungsgrad</b>	<b>Farbliche Markierung</b>
Soll	Starke Empfehlung	Grün
Sollte	Empfehlung	Gelb
Kann erwogen werden	Empfehlung offen	Grau
Soll nicht / sollte nicht	Nicht empfohlen	Rot

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im gesamten Text auf die zusätzliche Formulierung der weiblichen Form verzichtet. Wir möchten deshalb darauf hinweisen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form explizit als geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

**Abkürzungsverzeichnis:**

ABDM	Ambulante 24h-Blutdruckmessung
ACE	Angiotensin-Converting Enzyme
ACEi	Angiotensin-Converting-Enzyme Inhibitoren
ANP	A-type natriuretic Peptid
ARB	Angiotensin-1-Rezeptor-Blocker
AT1	Angiotensin 1
BD	Blutdruck
BMI	Body Mass Index
BNP	B-type natriuretic Peptid
CCB	Kalziumkanalblocker
CT	Computer-Tomographie
DASH	Dietary Approach to Stop Hypertension
DSA	Digitale Subtraktions-Angiographie
EMA	European Medicines Agency
EMAH	Erwachsene mit angeborenen Herzfehlern
ESC	European Society of Cardiology
ESH	European Society of Hypertension
FDA	Food and Drug Administration

GFR	glomeruläre Filtrationsrate
IMT	Intima-Media-Dicke
HDL	high-density lipoprotein
KIGGS	Studie zur Kindergesundheit in Deutschland
LDL	low-density Lipoprotein
LP(a)	Lipoprotein (a)
MRT	Magnetresonanz-Tomographie
SGA	small for gestational age

### 3. Definition – Klassifikation

Die arterielle Hypertonie definiert sich als dauerhafte Erhöhung des Blutdruckes über einen bestimmten Schwellenwert. Sie tritt sekundär bei verschiedenen Erkrankungen aber auch primär in Form der essentiellen arteriellen Hypertonie auf.

Bei Erwachsenen wurden die Schwellenwerte für systolischen und diastolischen Blutdruck anhand des kardiovaskulären Risikoprofils festgelegt.<sup>3</sup> Im Kindes- und Jugendalter fehlen diese Daten und es muss auf geschlechts-, alters- und größenabhängige Referenzwerte zurückgegriffen werden (Tabelle 1). Ab dem 17. Lebensjahr werden für Jugendliche die Grenzwerte für Erwachsene empfohlen<sup>1,3</sup> (Tabelle 1). Überschreiten bei Jugendlichen die Blutdruckgrenzwerte die Erwachsenengrenzwerte, sollte aus prognostischen Gründen der niedrigere Grenzwert für Erwachsene gewählt werden.

Zu empfehlen sind für oszillometrische Blutdruckmessungen die deutschen Referenzwerte aus der KIGGS-Studie, bei denen adipöse Kinder bewusst ausgeschlossen wurden (Anhang 2).<sup>4,5</sup>

Zum internationalen Vergleich dienen häufig auch die US-amerikanischen Referenzwerte, die manuell und auskultatorisch erhoben wurden<sup>6</sup> (Anhang 3). Diese 2004 publizierten Referenzwerte wurden 2017 erneut bewertet, wobei die Daten von übergewichtigen Kindern und Jugendlichen (BMI  $\geq$  85. Perzentile) aus der Analyse ausgeschlossen wurden. Es ergab sich eine Absenkung der Blutdruck-Perzentilen um 1-4mmHg in der Altersgruppe unter 13 Jahren für beide Geschlechter, während in der Altersgruppe von 13-15 Jahren eine Anhebung der Blutdruck-Perzentilen besonders bei Kindern und Jugendlichen mit einer Körpergröße unterhalb der 50. Perzentile errechnet wurde. Insgesamt zeigten sich also durch eine Neubewertung der Referenzwerte geringgradige Unterschiede: Studien zu Endorganschäden konnten

bisher keinen Nutzen der „strengerer“ Definition der Referenzwerte im Hinblick auf eine Verringerung des kardiovaskulären Risikos belegen. <sup>2</sup>

In jedem Fall empfiehlt sich die Beibehaltung der einmal gewählten Referenztabellen in der täglichen Behandlung.

Die Gelegenheits-Blutdruckmessung dient dem Screening, für die Diagnosestellung und die Kontrolle der medikamentösen Therapie der arteriellen Hypertonie ist die Langzeit-Blutdruckmessung entscheidend.

Auch für Langzeit-Blutdruckmessungen (ABDM) gibt es Empfehlungen und Referenzwerte für das Kindesalter <sup>7,8</sup> (Anhang 4). Liegen die ABDM-Messwerte über der 95. Perzentile handelt es sich um eine *manifeste Hypertonie*. Sind die ABDM-Messwerte normal trotz erhöhter Blutdruckwerte in der Praxis besteht eine sogenannte *Praxis- oder ‚Weißkittel‘-Hypertonie*. Sind bei normalem Praxisblutdruck die ABDM-Messwerte erhöht, spricht man von einer *maskierten Hypertonie*.

Tabelle 1: Definition der Hypertonie (modifiziert nach <sup>1,2,4-6</sup> )									
	Kinder und Jugendliche < 16 Jahre mind. 3 Einzelmessungen bzw. Langzeitmessung		Jugendliche ≥ 16 Jahre und Erwachsene mind. 3 auskultatorische Einzelmessungen			Erwachsene Langzeitmessung (Tageswerte)		Erwachsene Langzeitmessung (Nachtwerte) systolisch diastolisch	
	syst.	diast.	syst.	diast.	u.	syst.	diast.	syst.	diast.
<b>Optimal</b>	n.d.		< 120	u.	< 80	n.d.		n.d.	
<b>Normal</b>	< 90. P.		120-129	u.	80-84	< 130	u.	< 80	n.d.
<b>Hoch normal</b>	90.-94. P.		130-139	o.	85-89	130-134	o.	80-84	< 120 u. < 70
<b>Hyp. 1°</b>	95. - 99. P. + 5 mmHg		140-159	o.	90-99	≥ 135	o.	≥ 85	≥ 120 o. ≥ 70
<b>Hyp. 2°</b>	> 99. P. + 5 mmHg		160-179	o.	100-109	n.d.		n.d.	
<b>Hyp. 3°</b>	n.d.		≥ 180	o.	≥ 110	n.d.		n.d.	
<b>Syst. Hyp.</b>	≥ 95. P.	u. < 90. P.	≥ 140	u.	< 90				

Legende Tabelle 1: n.d.: nicht definiert; Perz.: Perzentile; syst.: systolischer Blutdruck; diast.: diastolischer Blutdruck; Hyp.: Hypertonie; u.: und; o.: oder.

Werden bei Jugendlichen die Erwachsenengrenzwerte überschritten, ist der niedrigere Grenzwert für Erwachsene zu wählen.

Bei der (benignen) **isolierten systolischen Hypertonie** handelt es sich um einen isolierten systolischen Bluthochdruck bei normalen diastolischen Werten. Lange Zeit als typische Hochdruckform des Alters angesehen mehren sich Hinweise dafür, dass diese Form der arteriellen Hypertonie auch im Kinds- und Jugendalter häufig ist <sup>9</sup>. In verschiedenen pädiatrischen Blutdruck-Screeningstudien lag der Anteil der isolierten systolischen Hypertonie bei Kindern mit erhöhten Blutdruckwerten sogar bei über 80%.  
10, 11

Eine **therapieresistente Hypertonie** liegt vor, wenn der Blutdruck mit drei oder mehr Substanzen aus verschiedenen Medikamentenklassen (eines davon Diuretikum) nicht ausreichend einzustellen ist.

Eine **hypertensive Krise** ist ein plötzlicher Blutdruckanstieg, wobei eindeutige Grenzwerte fehlen. In den US-amerikanischen Guidelines von 2017 wird z.B. eine hypertensive Krise durch das Auftreten von Blutdruckwerten deutlich über dem Grenzwert für eine Hypertonie <sup>o</sup>II (>> 99. Perzentile + 5 mmHg) oder durch einen Blutdruck von mehr als 30 mmHg über der 95. Perzentile definiert. <sup>2</sup>

Eine hypertensive Krise kann bei sonst hypertensiven wie auch bei sonst normotonen Patienten auftreten. Man kann zwischen einer hypertensiven Krise mit nur milden oder sogar fehlenden klinischen Symptomen (*„hypertensive urgency“*) und einer akuten symptomatischen hypertensiven Krise (*„hypertensive emergency“* oder hypertensiver Notfall) unterscheiden. Als **hypertensiver Notfall** wird ein Blutdruckanstieg bezeichnet, wenn zentralnervöse Symptome bestehen oder eine akute Gefahr für das zentrale Nervensystem, das Herzkreislaufsystem oder die Nierenfunktion besteht. *Dabei ist weniger die Höhe des Blutdruckes entscheidend, als vielmehr das Vorliegen von lebensbedrohlichen Begleiterkrankungen bzw. sekundären Organmanifestationen (z.B. hypertensive Enzephalopathie, hämolytisch-urämisches Syndrom, Z.n. Herz- oder Nierentransplantation).*<sup>12</sup> Ein hypertensiver Notfall soll immer intensivmedizinisch behandelt werden.

### Definition

Die arterielle Hypertonie ist definiert als dauerhafte Erhöhung des Blutdruckes.

Bei Kindern und Jugendlichen < 16 Jahren sollen dabei die geschlechts-, alters- und größenabhängigen Referenzwerte zur Berechnung der Blutdruck-Perzentilen verwendet werden.

Für oszillometrische Blutdruckmessungen sind die deutschen Referenzwerte aus der KIGGS-Studie zu empfehlen.

Bei Jugendlichen  $\geq 16$  Jahren gelten die für Erwachsenen definierten Grenzwerte.

Werden bei Jugendlichen die Erwachsenen-Grenzwerte überschritten, soll der niedrigere Grenzwert für Erwachsene gewählt werden.

Prinzipiell wird zwischen primärer Hypertonie (unklare Ursache) und sekundärer Hypertonie aufgrund einer organischen Erkrankung renaler, renovaskulärer, kardialer, endokrinologisch-metabolischer Genese unterschieden.

Studien zu Endorganschäden konnten bisher keinen Nutzen der „strengeren“ Definition der Referenzwerte in den US-amerikanischen Leitlinien von 2017 im Hinblick auf eine Verringerung des kardiovaskulären Risikos belegen.

Liegen die ABDM-Messwerte über der 95. Perzentile handelt es sich um eine *manifeste Hypertonie*.

Sind die ABDM-Messwerte normal trotz erhöhter Blutdruckwerte in der Praxis besteht eine sogenannte *Praxis- oder ‚Weißkittel‘-Hypertonie*.

Sind bei normalem Praxisblutdruck die ABDM-Messwerte erhöht, spricht man von einer *maskierten Hypertonie*.

Bei der (benignen) **isolierten systolischen Hypertonie** handelt es sich um einen isolierten systolischen Bluthochdruck bei normalen diastolischen Werten.

Eine **therapieresistente Hypertonie** liegt vor, wenn der Blutdruck mit drei oder mehr Substanzen aus verschiedenen Medikamentenklassen (eines davon Diuretikum) nicht ausreichend einzustellen ist.

Eine **hypertensive Krise** ist ein plötzlicher Blutdruckanstieg, wobei eindeutige Grenzwerte fehlen. In den US-amerikanischen Guidelines von 2017 wird z.B. eine hypertensive Krise durch das Auftreten von Blutdruckwerten deutlich über dem Grenzwert für eine Hypertonie °II (>> 99. Perzentile + 5 mmHg) oder durch einen Blutdruck von mehr als 30 mmHg über der 95. Perzentile definiert.

Der **hypertensive Notfall** stellt eine lebensbedrohliche Komplikation der schweren Hypertonie dar, die eine sofortige Behandlung unter intensivmedizinischer Überwachung erfordert.

#### 4. Epidemiologie

Blutdrucknormwerte bei Kindern und Jugendlichen werden über die Verteilung des Blutdrucks in einem gesunden Referenzkollektiv definiert. Da Blutdruckwerte über der 95. Perzentile als erhöht definiert werden, sollte statistisch die Prävalenz der Hypertonie im Kindesalter bei 5% liegen. Tatsächlich ist die Hypertonieprävalenz aber meist niedriger. Dies ist darauf zurückzuführen, dass den verwendeten Blutdrucknormwerten in der Regel nur Einzelmessungen zugrunde liegen, bei Wiederholungsmessungen aber die folgenden Messwerte durch einen Gewöhnungseffekt meist niedriger ausfallen als der erste Messwert. Außerdem wurden bei den meisten Normwertstudien erhöht gemessene Blutdruckwerte weder durch Wiederholungsmessungen zu späteren Zeitpunkten noch durch eine Langzeitblutdruckmessung bestätigt.

Weitere Faktoren, die die Prävalenz beeinflussen, sind die Wahl des Normwertkollektivs, die Methode der Blutdruckmessung und die statistische Aufarbeitung der Daten. Regionale und nationale Differenzen im Blutdruckniveau werden u.a. durch unterschiedliche anthropometrische, ethnische, kulturelle und diätetische Einflüsse bedingt. Dies erschwert zum einen den Vergleich zwischen den publizierten Normwertdatensätzen, zum anderen aber auch eine gemeinsame Auswertung (Datenpooling) der verschiedenen publizierten Blutdrucknormwerte.


In verschiedenen Europäischen Studien lag die Hypertonieprävalenz zwischen 2.2% und 13%, abhängig vom eingeschlossenen Kollektiv und der Messmethode.<sup>13-16</sup>

Ein erhöhter Body-Mass-Index ist der stärkste Risikofaktor für eine Hypertonie bei Jugendlichen<sup>13, 14</sup>. Während in einer Studie im deutschsprachigen Raum nur 1.4%

der Jugendlichen mit Normalgewicht hypertensiv waren, waren es 7.1% der übergewichtigen und 25% der adipösen Jugendlichen <sup>17</sup>.

Daneben spielen auch genetische Faktoren eine Rolle. Abgesehen von sehr seltenen Fällen mit monogenetischer Vererbung, handelt es sich dabei in der Regel um komplexe polygenetische Erbgänge. In Genom-weiten und Exom-Array-weiten Assoziationsstudien wurden mittlerweile etwa 1000 Single-Nucleotid Varianten (SNVs) beschrieben, die eine Rolle bei der Regulierung des Blutdruckniveaus spielen. <sup>18</sup>

Das Blutdruckniveau im Kindes- und Jugendalter ist der stärkste Prädiktor für das Blutdruckniveau im Erwachsenenalter und das spätere Hypertonie-Risiko. Höhere Blutdruckwerte bei Jugendlichen korrelieren eng mit der Manifestation eines Hypertonus bereits im jüngeren Erwachsenenalter. Umgekehrt ist ein normaler Blutdruck im Kindesalter mit einem niedrigen Hypertonie-Risiko im Erwachsenenalter assoziiert. Der Vorhersagewert ist allerdings eingeschränkt <sup>19, 20</sup>.

<b>Kernaussage 2 Leitlinie Hypertonie</b>	
<b>Risikoprofil</b>	
Ein erhöhter Body-Mass-Index ist der stärkste Risikofaktor für eine Hypertonie bei Jugendlichen	
Auch genetische Faktoren spielen eine Rolle bei der Blutdruckregulation. Über 1000 Gen-Loci mit Assoziation zum Blutdruck wurden bisher identifiziert	
Das Blutdruckniveau im Kindesalter beeinflusst das Risiko für die Entstehung einer manifesten Hypertonie im Erwachsenenalter.	

## 5. Hämodynamik, Pathophysiologie

Die Homöostase der Blutdruckwerte wird durch zahlreiche Regelkreise auf neuronaler und hormonaler Ebene garantiert. Entsprechend sind die Möglichkeiten von Störungen auf verschiedenen Ebenen mannigfaltig. Kurz zusammengefasst können Störungen in



der Regulation von Gefäßwiderstand und –tonus wie auch in der Regulation des Herzzeitvolumens auftreten.

Prinzipiell wird zwischen *primärer Hypertonie* (unklare Ursache) und *sekundärer Hypertonie* aufgrund einer organischen Erkrankung unterschieden. Während bei letzterer zwischen renaler, renovaskulärer, kardialer, endokrinologisch-metabolischer Hypertonie unterschieden werden kann, ist die Ätiologie der primären Hypertonie weiterhin unklar.

Es scheint sich allerdings um ein multifaktorielles Geschehen zu handeln:

- Ergebnisse aus tierexperimentellen Untersuchungen und bei Patienten mit schwerer, nicht medikamentös behandelbarer Hypertonie zeigen, dass beispielsweise Barorezeptoren eine bedeutendere Rolle in der Regulation des arteriellen Blutdruckes spielen als bisher angenommen.<sup>21</sup>
- Untersuchungen zu metabolischen Regulationsprozessen für den arteriellen Blutdruck wiederum konnten belegen, dass eine Beeinflussung von natriuretischen Peptiden (ANP, BNP), insbesondere bei übergewichtigen Patienten mit arterieller Hypertonie, den Blutdruck senken kann, da ANP und BNP zur Dilatation der Arteriolen und erhöhten renalen Natriumchloridausscheidung führen. Für beide Peptide könnte ein relativer Mangel durch erhöhten Metabolismus bei adipösen Patienten den Blutdruck steigern.<sup>22</sup>
- Eine besondere Rolle bei der Entstehung arterieller Hypertonie bei pädiatrischen Patienten scheinen pränatale („fetale Programmierung“) und neonatale Faktoren zu spielen:<sup>23</sup>
  - So scheint Ernährung mit Muttermilch einen protektiven Effekt zu haben.<sup>24</sup>
  - Bei Kindern von Müttern mit Zeichen einer Präeklampsie konnten erhöhte Blutdruckwerte und ein erhöhter BMI gezeigt werden.<sup>25</sup>
  - Kinder aus Schwangerschaften nach Einsatz reproduktiver Technologien zeigen ein höheres Risiko für arterielle Hypertonie.<sup>26</sup>
  - Niedriges Geburtsgewicht bezogen auf die Schwangerschaftsdauer (SGA) kann bedeutenden Einfluss bei der Entstehung von primärer Hypertonie haben:<sup>27-30</sup>
- Offenbar hat die häufig überproportionale postnatale Gewichtszunahme bei SGA-Kindern einen bedeutenden Einfluss auf die Entstehung einer arteriellen Hypertension im späteren Leben.<sup>31-37</sup> Eine schnelle Gewichtszunahme durch „Überfütterung“ könnte den Grundstein für späteres Übergewicht, Insulinresistenz

und endotheliale Dysfunktion legen, der letztlich zu Diabetes, arterieller Hypertonie und kardiovaskulären Erkrankungen führt.<sup>38</sup>

- Bei der Sonderform der *isolierten systolischen Hypertonie* im Kindes- und Jugendalter wird, im Gegensatz zum Erwachsenenalter, in dem eine zunehmende Gefäßsteifigkeit als ursächlich angesehen wird, als pathophysiologisches Korrelat eine hyperkinetische Herzfunktion mit erhöhter Herzfrequenz und erhöhtem kardialen Auswurfvolumen diskutiert. Beschriebene Risikofaktoren sind u.a., Übergewicht, Nikotin-Konsum und männliches Geschlecht. Da bei Patienten mit isolierter systolischer Hypertonie eine Praxishypertonie sehr häufig ist (bis zu 75%)<sup>11</sup> sollte diese durch eine 24-Stunden-Blutdruckmessung ausgeschlossen werden. Aber auch bei schlanken athletischen jungen Männern kann eine isolierte systolische Hypertonie auftreten. Da hier häufig eine niedrige Herzfrequenz und ein hohes Schlagvolumen bei niedrigem oder normalem zentralen aortalen Blutdruck bestehen, geht man in dieser Gruppe von einer erhöhten Amplifikation des Blutdrucks als Ausdruck einer besonders ausgeprägten zentralen Gefäßelastizität aus.

Differentialdiagnostisch sollten bei einer isolierten systolischen Hypertonie eine hochgradige Aorteninsuffizienz, sowie eine Shuntverbindung zwischen Aorta und Pulmonalarterie (persistierender Ductus Arteriosus, aorto-pulmonales Fenster) ausgeschlossen werden.<sup>39</sup> Durch nichtinvasive Pulswellenanalyse und Messung des zentralen Blutdrucks<sup>40</sup> lässt sich die Benignität dieser Entität abschätzen. (siehe auch 7.2.6 und 7.3)

## 6. Klinik und Leitsymptome

Eine arterielle Hypertonie ist meist symptomlos, kann aber im Kindes- und Jugendalter auch mit unspezifischen Symptomen, wie Kopfschmerzen, Schwindel, Nasenbluten, Lern- oder Konzentrationsstörungen<sup>41</sup> und Tinnitus verknüpft sein. Übergewichtige Kinder und Kinder mit Schlafstörungen haben ein erhöhtes Risiko für einen Hypertonus.

Ein plötzlicher Blutdruckanstieg oder eine hypertensive Krise können sich durch Sehstörungen, Kopfschmerzen, Nasenbluten, Atemnot, Krämpfe, Unruhe oder Zittern bemerkbar machen. Diese Symptome sind meist Hinweise auf einen Endorganschaden wie eine Enzephalopathie oder Retinopathie (Tabelle 2); sie

hängen in erster Linie von der Blutdruckhöhe ab und treten auch schon im Kindesalter auf. Einige Endorganschäden sind nicht nur Folge einer Hypertonie, sie verstärken auch die Hypertonie (erhöhte Reninausschüttung bei Niereninsuffizienz, verminderte Aortenelastizität, verminderte Gefäßreagibilität). Ohne therapeutische Maßnahmen kann der Blutdruck lebensgefährlich eskalieren. Nach erfolgreicher Einstellung ist eine Rückbildung der Schädigungen möglich.

**Tabelle 2: Endorganschäden bei arterieller Hypertonie**

- Linksventrikuläre Hypertrophie, Einschränkungen der systolischen und diastolischen Myokardfunktion, Herzinsuffizienz
- Mikroalbuminurie, Proteinurie, Niereninsuffizienz
- Hypertensive Enzephalopathie
- Fundus hypertonicus, Papillenödem, Exsudate, Netzhautblutungen, Netzhautablösung
- Verdickung der Intima-Media der A. carotis
- Endotheliale Dysfunktion

Davon werden *langfristige kardiovaskulären Folgeerkrankungen* (Tabelle 3) abgegrenzt, die im Zusammenspiel von mehreren Risikofaktoren (Tabelle 4) <sup>42</sup> im Langzeitverlauf, d.h. meist erst im Erwachsenenalter auftreten. Diese Erkrankungen machen in Deutschland über 50% aller Todesfälle im Erwachsenenalter aus. Daher ist die primärprophylaktische Bekämpfung der Risikofaktoren schon im Kindes- und Jugendalter dringend erforderlich.

Mit den neueren Methoden der Gefäßdiagnostik können die Veränderungen schon im Kindesalter in Risikogruppen nachgewiesen werden <sup>43, 44</sup>

**Tabelle 3: Langfristige kardiovaskuläre Folgeerkrankungen**

- Arteriosklerose vor allem der elastischen Arterien
- Aortenaneurysma, Dissektion
- Atheromatose in allen Arterien
- Koronare Herzerkrankung, Myokardinfarkt, ischämische Kardiomyopathie
- Hypertensive restriktive Kardiomyopathie
- Periphere arterielle Verschlusskrankheit
- Chronische Niereninsuffizienz, hypertensive Nephropathie
- Ischämischer oder hämorrhagischer Schlaganfall, Vaskuläre Demenz

**Tabelle 4: Risikofaktoren für langfristige kardiovaskuläre Folgeerkrankungen**

- Arterielle Hypertonie
- Hyperlipidämie, insbesondere erhöhtes LDL / HDL Cholesterinverhältnis, erhöhtes LP (a)
- Nikotin (aktive und passive Exposition)
- Adipositas, insbesondere intraabdominelles Fett
- Diabetes mellitus
- Niereninsuffizienz
- Mangelnde körperliche Bewegung
- Männliches Geschlecht
- Frühes Manifestationsalter
- Genetische Prädisposition
- Pränatale Faktoren (Früh- oder Mangelgeburtlichkeit, Schwangerschaftshypertonie der Mutter, artifizielle Reproduktionstechnologien)
- Psychosoziale Faktoren (z. B. niedriges Einkommen, soziale Isolation, psychischer Stress, Depression, Ängstlichkeit, Feindseligkeit, Introvertiertheit)
- Obstruktives Schlafapnoe-Syndrom

## **7. Diagnostik**

### **7.1 Zielsetzung**

Ziel der Diagnostik ist der Nachweis einer dauerhaften Blutdruckerhöhung, der Ausschluss oder aber Nachweis einer sekundären Hypertonie, der Nachweis von Endorganschäden, sowie die Erstellung eines kardiovaskulären Risikoprofils.

Durch eine frühzeitige Diagnosestellung und Therapie können kardiovaskuläre Folgeschäden vermieden werden.


### **7.2 Bewertung der diagnostischen Verfahren**

#### **7.2.1 Blutdruckmessung**

Die Diagnosesicherung der arteriellen Hypertonie erfolgt durch wiederholte und standardisierte Blutdruckmessungen (Abbildung 1). Die eingesetzten Blutdruckmessgeräte sollen für das Kindesalter validiert und der Ablauf der Messung standardisiert sein. (Informationen zu für Kinder geeignete und geprüfte Geräte sind zum Beispiel auf der Website der Deutschen Hochdruckliga ([www.hochdruckliga.de](http://www.hochdruckliga.de)) oder unter [www.stridebp.org](http://www.stridebp.org) oder [www.dableducational.org](http://www.dableducational.org) zu finden). Da der

Blutdruck große intra- und interindividuelle Schwankungen aufweist, sind mehrfache Einzelmessungen nötig. Die Diagnose Hypertonie soll mittels ABDM gesichert werden. Der Blutdruck sollte im Rahmen der Vorsorge-Untersuchungen ab dem 4. LJ gemessen werden.<sup>1,2</sup> Bei Kindern unter 3 Jahren sollte der Blutdruck in Abhängigkeit von den in Tabelle 5 aufgelisteten Risikofaktoren kontrolliert werden.<sup>2</sup>

Bei auffälligen Blutdruckwerten oder erhöhtem Risiko für eine arterielle Hypertonie (Tabelle 5) soll der Blutdruck im Verlauf regelmäßig (mind. jährlich, siehe Abb. 1) kontrolliert werden, bei unauffälligem Befund und fehlenden Risikofaktoren werden Verlaufskontrollen alle 2 Jahre als ausreichend angesehen.

<b>Empfehlung 1 Leitlinie Hypertonie</b>		
<b>Diagnostik (1)</b>		
Bei allen Kindern ab dem 4. LJ sollte der Blutdruck im Rahmen der Vorsorge-Untersuchungen gemessen werden.		
Bei Kindern unter 3 Jahren sollte der Blutdruck bei vorliegenden Risikofaktoren gemessen werden.		
Bei auffälligen Blutdruckwerten oder erhöhtem Risiko für eine arterielle Hypertonie soll der Blutdruck im Verlauf regelmäßig kontrolliert werden, bei unauffälligem Befund und fehlenden Risikofaktoren sind Verlaufskontrollen alle 2 Jahre ausreichend.		
Die Diagnose einer arteriellen Hypertonie soll durch eine ambulante 24-Std-Blutdruckmessung gesichert werden.		

**Tabelle 5: Risikofaktoren für eine arterielle Hypertonie**

- Adipositas
- Früh- oder Mangelgeburtlichkeit, perinatale Komplikationen
- Intrakranielle Druckerhöhung
- Herz-Kreislaufferkrankungen (Herzfehler, Vaskulopathien, Hämangiome, Fisteln)
- Chronische Nierenerkrankungen
- Z.n. Organtransplantation
- Systemerkrankungen (Diabetes mellitus, tuberöse Sklerose, Neurofibromatose, Ullrich-Turner-Syndrom)
- Blutdruckwirksame Medikamente: Steroide (einschl. Anabolika), NSAID,  $\beta$ -Mimetika, Calcineurin-Inhibitoren (Cyclosporin A, Tacrolimus), Erythropoetin, zentrale Stimulantien (Methylphenidat, Atomoxetin), trizyklische Antidepressiva, Antipsychotika, Abführmittel, Ovulationshemmer
- Exzessiver Glycyrrhizinsäure-Konsum (z. B. Lakritze), übermäßiger Salzkonsum, Energydrinks oder -shots mit Überschreiten der täglichen Koffeinmenge von 3mg Koffein/kg Körpergewicht
- Drogenabusus (z. B. Kokain, Ecstasy, Amphetamine)
- Obstruktives Schlafapnoe-Syndrom

### **Kernaussage 3 Leitlinie Hypertonie**



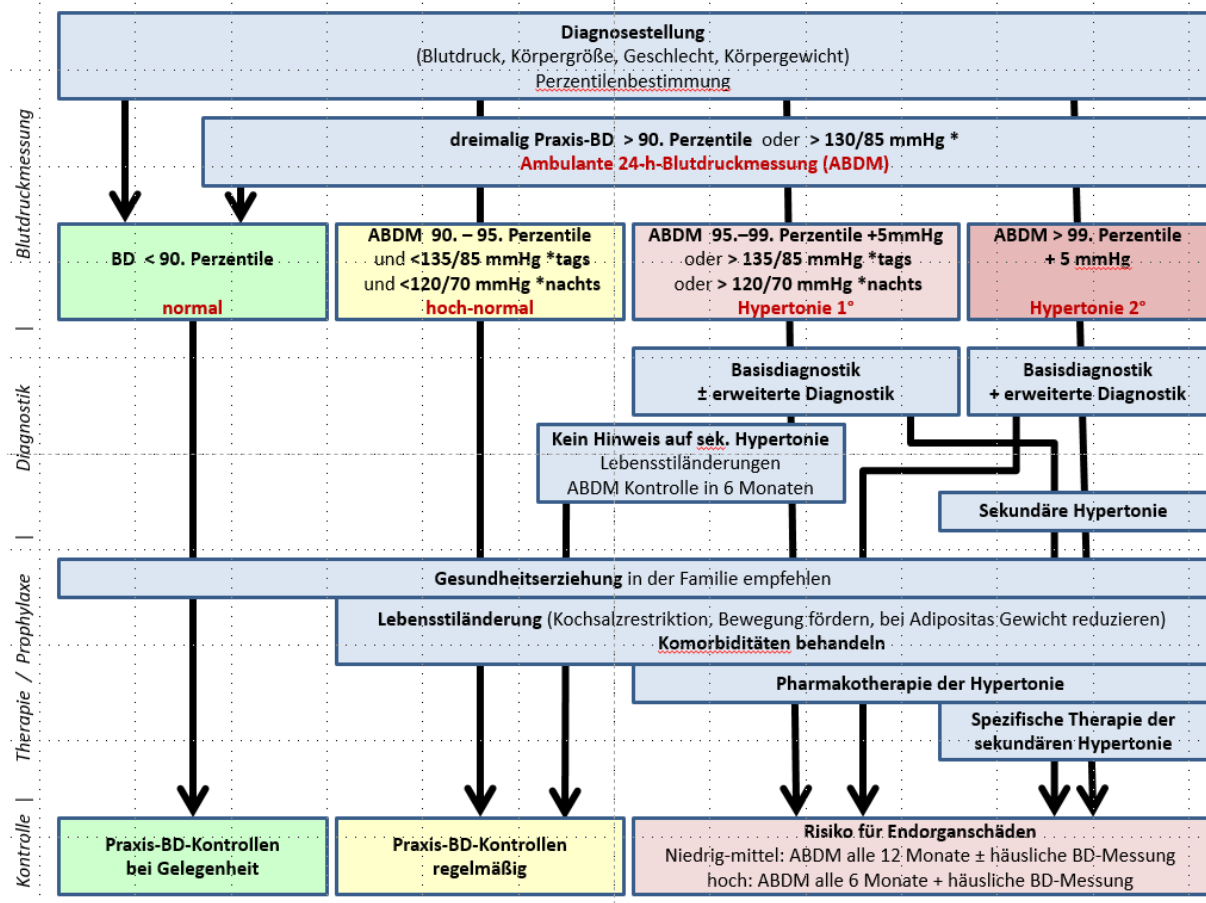
#### **Diagnostik (1)**

Die Diagnosesicherung der arteriellen Hypertonie erfolgt durch wiederholte und standardisierte Blutdruckmessungen

Die ABDM-Befunde sind besser reproduzierbar und korrelieren enger mit dem Risiko für Endorganschäden als die Einzelmessungen in der Praxis.

Ein Verlust des nächtlichen Blutdruckabfalls („dipping“) ist unabhängig vom absoluten Blutdruckniveau ein wichtiger Prädiktor für die Mortalität und kardiovaskuläre Morbidität.

Ein fehlendes nächtliches *Dipping* oder eine nächtliche Hypertonie sind als Hinweis auf eine sekundäre Hypertonie zu werten.



**Abbildung 1: Algorithmus zur Abklärung und Therapie einer arteriellen Hypertonie**

Legende Abb.1: \* Grenzwerte für Jugendliche > 16 Jahre und Erwachsene

### 7.2.1.1 Einzelblutdruckmessung

Die Messungen sollten nach einer etwa 5-minütigen Ruhephase erfolgen, bei Säuglingen im Liegen, bei Kleinkindern und älteren Kindern im Sitzen. Die Blutdruckmessung erfolgt im Allgemeinen am rechten Oberarm und soll dreimal wiederholt werden. Der systolische und diastolische Mittelwert aus 2. und 3. Messung soll als Blutdruckmesswert dokumentiert werden. Die Manschette wird auf Herzhöhe positioniert, die innere Manschettenbreite (aufblasbarer Cuff) soll mindestens 40% des Oberarmumfangs betragen, die innere Manschettenlänge 80-100% des Oberarmumfangs bedecken.

Da die meisten Normwerte auskultatorisch erhoben wurden, wird die *auskultatorische Messung* weiterhin als Goldstandard angesehen.<sup>1,2</sup> Es ist auf eine langsame Ablassgeschwindigkeit zu achten, damit der Beginn (Korotkoff-Ton 1) und das Ende


der Strömungsgeräusche (Korotkoff-Ton 5) auf ca. 2-3 mmHg Genauigkeit erfasst werden können.

*Mit oszillometrisch messenden Geräten erhobene Messwerte können bis zu 10 mmHg von den auskultatorisch gemessenen Blutdruckwerten abweichen <sup>45</sup>. Da dies auch vom verwendeten Gerätetyp abhängen kann, gilt weiterhin die Empfehlung, dass erhöhte oszillometrisch gemessene Blutdruckwerte auskultatorisch kontrolliert werden sollten<sup>5</sup>.*

Zum Ausschluss einer Aortenisthmusstenose soll bei Erstvorstellung der Blutdruck falls möglich an allen 4 Extremitäten, zumindest am rechten Arm sowie einem Bein, gemessen werden.

Die Diagnose einer Hypertonie kann nicht anhand einer einmaligen Messung gestellt werden. Bei erhöht gemessenen Blutdruckwerten sind daher Wiederholungsmessungen im Abstand von Tagen bis Wochen, je nach Ausmaß der Blutdruckerhöhung, erforderlich.



<b>Empfehlung 2 Leitlinie Hypertonie</b>	
<b>Diagnostik (2)</b>	
Blutdruckmessungen bei Kindern und Jugendlichen sollen standardisiert und in Ruhe erfolgen.	
Die Diagnose einer arteriellen Hypertonie soll nicht anhand einer einmaligen Messung gestellt werden.	
Auskultatorische Messungen sind weiterhin Gold-Standard, oszillometrische Messungen können ebenfalls durchgeführt werden. Auf die Auswahl entsprechender Normwerte sollte geachtet werden.	
Für die Sicherung der Diagnose einer arteriellen Hypertonie sollen Wiederholungsmessungen im Abstand von einigen Tagen bis Wochen durchgeführt werden.	
Die Diagnose Hypertonie soll durch eine ambulante 24-Stunden-Blutdruckmessung bestätigt werden.	
Bei Kindern mit erhöhtem Hypertonierisiko sollte wegen einer möglichen maskierten Hypertonie schon beim Screening neben der Ruhe-Blutdruckmessung auch eine ambulante 24-Stunden-Blutdruckmessung durchgeführt werden.	

### 7.2.1.2 Ambulante 24-Stunden-Blutdruckmessung (ABDM)

Werden wiederholt zu verschiedenen Zeitpunkten erhöhte Blutdruckwerte gemessen, soll die Diagnose Hypertonie durch die Durchführung einer *ambulanten 24-Stunden-Blutdruckmessung (ABDM)* bestätigt werden. Diese Untersuchung ist in der Regel ab einem Alter von 3 bis 5 Jahren durchführbar. Tagsüber sollten die Messungen alle 15-20 Minuten, nachts alle 30 Minuten durchgeführt werden.

Ein Verlust des nächtlichen Blutdruckabfalls („dipping“) ist unabhängig vom absoluten Blutdruckniveau ein wichtiger Prädiktor für die Mortalität und kardiovaskuläre Morbidität <sup>46</sup>. Ein fehlendes nächtliches *Dipping* oder eine nächtliche Hypertonie sind als Hinweis auf eine sekundäre Hypertonie zu werten, da fast alle normotonen Kontrollpersonen und über 90% der Patienten mit milder essentieller Hypertonie einen

nächtlichen Blutdruckabfall um mindestens 10% gegenüber dem mittleren Tageswert aufweisen<sup>47</sup>.

Für die Beurteilung der Messwerte stehen mit oszillometrischen Messungen erhobene Normwerte von Europäischen Kindern und Jugendlichen zur Verfügung<sup>8</sup>. Auch für die ABDM-Messungen ist ein Blutdruck über der 95. Perzentile als hypertensiv definiert. Sollten die Werte der 95. Perzentile bei älteren Jugendlichen über denen der Erwachsenennormwerte liegen, sind diese anzuwenden (Erwachsenen-Grenzwerte für 24-Std 130/80 mmHg, tags 135/85 mmHg, nachts 120/70 mmHg).

Über die Beurteilung des nächtlichen Blutdruckniveaus und der Tag-Nacht-Rhythmik hinaus, ermöglicht die ABDM den Ausschluss einer Praxishypertonie (erhöhter Praxis-Blutdruck, normale ABDM; bis zu 45% der Kinder) oder die Diagnose einer maskierten Hypertonie (normaler Praxis-Blutdruck, pathologische ABDM, ca. 10% der Kinder). Die maskierte Hypertonie geht mit einem erhöhten Risiko für eine linksventrikuläre Hypertrophie einher.

Die ABDM-Befunde sind besser reproduzierbar und korrelieren enger mit dem Risiko für Endorganschäden als die Einzelmessungen in der Praxis.<sup>48, 49</sup>

### **7.2.1.3 Häusliche Einzelmessungen**

*Häusliche Blutdruckmessungen* erlauben wiederholte Messungen außerhalb von Klinik oder Arztpraxis. Für das Kindesalter wurden körpergrößen-bezogene Normwerte für häusliche Blutdruckmessungen publiziert, die in der Größenordnung der ABDM Tageswerte liegen.<sup>50</sup>

Bisher besteht keine ausreichende Evidenz für die Empfehlung häuslicher Blutdruckmessungen zur Initialdiagnostik der Hypertonie im Kindesalter. Die Durchführung häuslicher Blutdruckkontrollen (und Dokumentation) kann jedoch zum Krankheitsverständnis und zur besseren Compliance hypertensiver Patienten beitragen und kann dadurch zur engmaschigen Kontrolle der Blutdruckeinstellung unter antihypertensiver Therapie sinnvoll sein.<sup>51, 52</sup>

### **7.2.1.4 Auswahl der Messmethode**

Im Vergleich eignet sich die Gelegenheitsblutdruckmessung durch ihre hohe Sensitivität sehr gut als Screening-Methode, während die ABDM eine höhere Spezifität hat und daher zur Bestätigung einer vermuteten Hypertonie empfohlen wird. Bei Kindern mit hohem Hypertonierisiko (Tabelle 5) sollte wegen einer möglichen

maskierten Hypertonie schon im Screening regelmäßig eine ABDM durchgeführt werden.

Die Therapieüberwachung von Hypertoniepatienten kann prinzipiell mit jeder Technik erfolgen, wobei der Einzelblutdruckmessung der geringste prädiktive Wert zugesprochen werden kann. Einen besser prädiktiven Wert für spätere Endorganschäden oder das kardiovaskuläre Risiko haben die Blutdruckselbstmessung für die Routine und die Langzeit-Blutdruckmessung für die intermittierende Evaluation des Blutdruckniveaus.<sup>53-56</sup>

### **7.2.2 Echokardiographie**

Eine echokardiographische Untersuchung ist notwendig zum Nachweis einer linksventrikulären Hypertrophie, eines Herzfehlers oder einer Aortenisthmusstenose. Bei Erwachsenen ist eine linksventrikuläre Hypertrophie, nach dem Alter, der beste Prädiktor für die kardiovaskuläre Morbidität und Mortalität. Auch bei Kindern mit sekundärer, aber auch mit milder, unbehandelter essentieller Hypertonie und maskierter Hypertonie findet man häufig eine linksventrikuläre Hypertrophie. Es sind regelmäßige Untersuchungen im Verlauf nötig.<sup>57</sup>

### **7.2.3 Funduskopie**

Die augenärztliche Funduskopie ist Bestandteil der initialen Basisdiagnostik und sollte auch im Verlauf regelmäßig kontrolliert werden.

### **7.2.4 Mikroalbuminurie**

Ein weiterer Marker für Endorganveränderungen der Niere ist das Auftreten einer Mikroalbuminurie. Das Mikroalbuminurie-Screening ist sowohl Bestandteil der Basisdiagnostik, als auch der Verlaufsdagnostik.<sup>58, 59</sup>

### **7.2.5 Bildgebung der Nieren**

Zum Ausschluss einer renalen Hypertonie wird als Basisdiagnostik generell eine Sonographie der Nieren einschließlich Dopplersonographie der Nierenarterien empfohlen. Bei auffälligem Sonographiebefund oder sonst dringenden Verdacht ist eine weiterführende angiografische Bildgebung nötig (MRT, CT, bei Bedarf DSA).

### **7.2.6 Sonstige Diagnostik**

Morphologische Veränderungen der Gefäßwand der A. carotis communis (Zunahme der Intima media-Dicke) lassen sich bei Kindern mit Hypertonie bereits frühzeitig nachweisen, vor allem beim Vorliegen weiterer Risikofaktoren für eine spätere Arteriosklerose, wie Adipositas, Hypercholesterinämie, Niereninsuffizienz oder Diabetes.

Messungen der Pulswellengeschwindigkeit (oszillometrisch, tonometrisch, dopplersonographisch) und des zentralen aortalen Blutdruckes mittels neuer, nicht-invasiver Techniken (Pulswellenanalyse) haben mit überzeugender Evidenz gezeigt, dass vor Verdickungen der Gefäßwand eine reduzierte Elastizität bzw. vermehrte vaskuläre Steifigkeit entsteht. Bei vielen kardiovaskulären Risikofaktoren lässt sich dieses Phänomen bereits im Kindes- und Jugendalter messen und insbesondere zur Diskriminierung o.g. isolierter systolischer Hypertension nutzen. Empfehlungen zur Standardisierung der vaskulären Diagnostik liegen von der American Heart Association vor; der Einzug in die Routinediagnostik beginnt langsam.<sup>60-62</sup>

### **7.3 Abklärung einer Hypertonie**

Zu jeder Hypertonieabklärung gehören eine gründliche Anamneseerhebung (Tabelle 6), eine körperliche Untersuchung (Tabelle 7) und die Basisdiagnostik (Tabelle 8). Je schlanker und jünger ein hypertensives Kind ist und je höher der Blutdruck ist, desto wahrscheinlicher ist das Vorliegen einer sekundären Hypertonie. In diesen Fällen ist meist eine renoparenchymatöse oder renovaskuläre Erkrankung ursächlich. Die Abklärung soll schrittweise erfolgen, um eine unnötige Belastung des Patienten zu vermeiden. Sie soll vor Behandlungsbeginn durchgeführt werden, um die Therapie darauf abzustimmen. Ausnahme sind Patienten mit symptomatischer Hypertonie oder einem hypertensiven Notfall, bei denen die Behandlung unmittelbar erfolgen soll.

<b>Tabelle 6: Anamnese</b>	
Familienanamnese	Hypertonie, kardiovaskuläre Erkrankungen, früher Herzinfarkt (<60. Lebensjahr), früher Schlaganfall (< 70. Lebensjahr), Diabetes mellitus, Fettstoffwechselstörungen, Adipositas Hereditäre renale oder endokrinologische Erkrankungen Syndrome mit Hypertonie-Assoziation
Schwangerschaftsverlauf, Perinatalanamnese	Einsatz artifizierender Reproduktionstechnologien, (Prä-) Eklampsie, HELLP-Syndrom, Oligo-/Anhydramnion, Geburtsgewicht, Gestationsalter, Hypoxie, Nabelarterienkatheter
Hinweisend auf sekundäre Hypertonie	Harnwegsinfekte, Dysurie, Polydipsie, Polyurie, Nykturie, Hämaturie, Ödeme, Gewichtsverlust, Gedeihstörung, Herzrhythmusstörungen, Schwitzen, Fieber, Blässe, kalte Extremitäten, Claudicatio intermittens, Flush-Symptomatik, Virilisierung, primäre Amenorrhoe, männlicher Pseudohermaphroditismus
Hinweisend auf Endorganschaden	Kopfschmerzen, Nasenbluten, Schwindel, Sehstörungen, Facialisparese, Krampfanfälle, Schlaganfall, Dyspnoe
Schlafanamnese	Schlafapnoe, Schnarchen, Müdigkeit, nächtliches Aufwachen
allgemeine Risikofaktoren	Ernährung, mangelnde körperliche Fitness, Rauchen, Alkohol, Drogen (z. B. Kokain, Ecstasy, Amphetamine), Doping, Lakritze, Energy drinks
Medikamente	Antihypertensiva, Steroide (einschl. Anabolika), NSAID, $\beta$ -Mimetika, Calcineurin-Inhibitoren (Cyclosporin A, Tacrolimus), Erythropoetin, zentrale Stimulantien (Methylphenidat, Atomoxetin), trizyklische Antidepressiva, Antipsychotika, Abführmittel, Ovulationshemmer
Schwangerschaft	Vorliegen einer Schwangerschaft bei jugendlichen Patientinnen (mögliche Hypertonie Ursache / Ausschluss einer Schwangerschaft vor Verordnung von ACE-Hemmern oder Angiotensin-Rezeptor-Blockern)

<b>Tabelle 7: Körperliche Untersuchung</b>	
<i>Untersuchung</i>	<i>Messwert (als Hinweis auf)</i>
Allgemein	Größe (renaler Kleinwuchs), Gewicht, Body-Mass-Index (Adipositas), Syndrom-typische Fazies (z.B. Williams-Beuren-Syndrom, Monosomie X0)
Kardiovaskulär	Pulse und Blutdruckmessungen an allen 4 Extremitäten Strömungsgeräusche - Herz, Abdomen, Flanken, Rücken, Hals, Kopf, (z.B.: Aortenisthmusstenose, Nierenarterienstenose, Herzinsuffizienz oder linksventrikuläre Hypertrophie) Tachykardie (Hyperthyreose)
Abdomen	Raumforderung (z. B: Wilms-Tumor, Neuroblastom, Phäochromozytom, autosomal-dominante oder rezessive Zystennieren, Multizystisch-dysplastische Nieren, obstruktive Uropathie) Hepatosplenomegalie (autosomal-rezessive Zystennieren)
Haut	Café-au-lait Flecken (Neurofibromatose) Akne, Hirsutismus, Striae (Cushing Syndrom) Virilisierung (adrenale Hyperplasie) Flush/Blässe (Phäochromozytom) Struma, Exophthalmus (Hyperthyreose)
Neurologie	Hamartome (von Hippel-Lindau), Hirnnervenlähmungen, andere neurologische Auffälligkeiten (hypertensive Enzephalopathie) Muskelschwäche (Hyperaldosteronismus)

**Tabelle 8: Basisdiagnostik**


<b>Untersuchung</b>	<b>Leitsymptom</b>	<b>als Hinweis auf</b>
<i>Blutabnahme</i> Blutbild Kreatinin, Harnstoff Elektrolyte (Na, K, Ca) TSH Triglyceride, Cholesterin, LDL- / HDL-Cholesterin, LP(a) Blutzucker	Anämie, Leukozytose Nierenfunktions- einschränkung Endokrine Störung Hyperthyreose Fettstoffwechselstörung, Metabolisches Syndrom  Diabetes mellitus	Renale Anämie, chron. Vaskulitis Renale Hypertonie  Hyperaldosteronismus, endokrine Hypertonie Abschätzung des kardiovaskulären Risikos
<i>Urinstatus</i> Urinstix  Mikro-Albuminurie-Stix	Erythrozyturie, Proteinurie, Leukozyturie, Glukosurie (Mikro-)Albuminurie	Renale Hypertonie Diabetes mellitus Beginnende Endorganschädigung
<i>Sonographie</i> Niere und ableitende Harnwege   Doppler der extra- und intrarenalen Arterien   Abdomen-Sonographie	Nierengröße/-echogenität Zysten, Harntransportstörung   Erhöhte Flussgeschwindigkeit, seitendifferente Durchblutung (Resistance Index)  Tumor (z.B. Nebenniere)	Glomerulonephritis, Pyelonephritis, Nierenhypoplasie, -dysplasie, -tumor Zystennieren, zystische Dysplasie, Multizystische Nierendysplasie vesiko-ureteraler Reflux mit Narben  Nierenarterienstenose  endokrine Tumoren
<i>Echokardiographie</i> (durch einen Kinderkardiologen)	Vitium cordis  Linksventrikuläre Hypertrophie	Aorten-Isthmusstenose  Endorganschaden (Einschränkung der systol. und diastol. Ventrikelfunktion)
<i>Funduskopie</i> (durch einen Augenarzt)	Fundus hypertonicus Retinales Hamartom	Endorganschaden Phakomatose

Bei jungen Kindern (präpubertär, nicht adipös), bei Kindern mit Hypertonie Grad 2, oder bei Hinweisen auf eine sekundäre Hypertonie aus Anamnese, Untersuchung oder Basisdiagnostik ist eine weiterführende Diagnostik erforderlich. Sie beinhaltet die detaillierte nephrologische und endokrinologische Diagnostik (z.B. Metanephrine im Plasma, Cortisol im 24-h-Urin, Renin), erweiterte Bildgebung sowie eventuell die Polysomnographie.

Bei Jugendlichen mit isolierter systolischer Hypertonie sollte eine Praxishypertonie durch eine 24-Stunden-Blutdruckmessung ausgeschlossen werden. Neben Untersuchungen zum Ausschluss von möglicherweise bestehenden Endorganschäden sollte eine Messung des zentralen Blutdrucks zur Beurteilung der Gefäßsteifigkeit erfolgen.

Bei Jugendlichen mit normalem zentralem Blutdruck (zentraler Blutdruck < 95. Perzentile <sup>40</sup> bzw. unter dem Grenzwert für Erwachsene von 125 mmHg) und ohne Anhalt für vorliegende Endorganschäden kann wahrscheinlich von einer nicht-relevanten Blutdruckerhöhung ausgegangen werden. Bei Jugendlichen mit erhöhtem zentralem Blutdruck sollte eine Therapie in Erwägung gezogen werden.

Allerdings ist die Datenlage zur kardiovaskuläre Langzeit-Prognose der isolierten systolischen Hypertonie im Kindes- und Jugendalter uneinheitlich und daher die Therapie-Empfehlungen unklar <sup>63, 64</sup>. Während die isolierte systolische Hypertonie von einigen Autoren, vor allem bei Vorliegen eines normalen zentralen Blutdrucks bei Jungen, als benigne und daher nicht behandlungsbedürftig eingeschätzt wird <sup>63</sup>, gibt es andere Studien, die ein erhöhtes Risiko für den Übergang in eine systolisch-diastolische Hypertonie zeigen <sup>64</sup> oder für Mädchen ein erhöhtes kardiovaskuläres Langzeit-Risiko nachweisen konnten <sup>63</sup>. Daher sollten bei allen Kindern- und Jugendlichen mit isolierter systolischer Hypertonie regelmäßige Verlaufskontrollen empfohlen werden, um zeitnah Veränderungen des Risikoprofils zu erfassen.

<b>Empfehlung 3 Leitlinie Hypertonie</b>		 DGPK
<b>Diagnostik (3)</b>		
Bei Kindern mit arterieller Hypertonie sollen eine umfassende pränatale Anamnese, Familienanamnese, Ernährungs- und Bewegungsanamnese sowie eine Erfassung psychosozialer Risikofaktoren erfolgen.		



Bei jeder Abklärung einer Hypertonie sollen eine körperliche Untersuchung sowie eine Basisdiagnostik durchgeführt werden.	
Die Abklärung sollte schrittweise erfolgen, um eine unnötige Belastung des Patienten zu vermeiden.	
Sie soll vor Behandlungsbeginn durchgeführt werden, um die Therapie darauf abzustimmen.	
Nur Patienten mit symptomatischer Hypertonie oder einem hypertensiven Notfall sollen unmittelbar behandelt werden.	
Bei Säuglingen und Kleinkindern mit Hypertonie Grad 1 oder bei Schulkindern und Jugendlichen mit Hypertonie Grad 2 oder bei Hinweisen auf eine sekundäre Hypertonie soll vor Beginn der Therapie zusätzlich weiterführende Diagnostik durchgeführt werden.	
Bei Jugendlichen mit isolierter systolischer Hypertonie sollte eine Praxishypertonie durch eine 24-Stunden-Blutdruckmessung ausgeschlossen werden.	

## 8. Therapie

### 8.1 Zielsetzung

Die Therapie der arteriellen Hypertonie zielt auf eine Senkung des Blutdruckes in den normalen (< 90. Perzentile) oder in den für die jeweilige Grunderkrankung als optimal definierten Bereich ab. Es handelt sich dabei um eine präventive Maßnahme zur Vermeidung von Endorganschäden sowie einer atherosklerotischen kardiovaskulären Erkrankung. Bei allen Kindern und Jugendlichen mit hochnormalen oder hypertensiven Blutdruckwerten soll eine nicht-pharmakologische Therapie mit einer Umstellung des Lebensstiles initiiert werden. Bei Kindern mit Hypertonie und erfolgloser nicht-pharmakologischer Therapie, sekundärer oder symptomatischer Hypertonie, bereits bestehenden Endorganschäden oder Diabetes ist eine pharmakologische Therapie indiziert. Auch bei einem hypertensiven Notfall muss der Blutdruck medikamentös gesenkt werden.

## 8.2 Lebensstil

### *Gewichtsreduktion*

Eine Zunahme des Body-Mass-Indexes (BMI) um 10 Perzentilenpunkte geht mit einer Erhöhung des systolischen Blutdruckes um 10mmHg und des diastolischen Blutdruckes um 3 mmHg einher.<sup>65</sup> Adipositas ist ein weiterer Risikofaktor für eine spätere kardiovaskuläre Erkrankung. Daher ist bei Adipösen immer eine Gewichtsreduktion anzustreben.<sup>66</sup>

Idealerweise sollte ein BMI unter der 85. Perzentile angestrebt werden. Bei Kindern mit einem BMI zwischen der 85. und 95. Perzentile sollte das Gewicht stabilisiert bzw. bei Jugendlichen reduziert werden. Bei allen Kindern mit einem BMI > 95. Perzentile sollte eine Gewichtsreduktion auf unter die 85. Perzentile angestrebt werden, wobei die monatliche Gewichtsabnahme nicht mehr als 1-2 kg betragen sollte.<sup>66</sup>

### *Rauchen*

Bereits bei gesunden Vorschulkindern stellt das Rauchen der Eltern einen unabhängigen Risikofaktor für die Entwicklung eines Bluthochdrucks dar. Daher sollten Eltern angehalten werden, nicht in der unmittelbaren Umgebung Ihrer Kinder zu rauchen.<sup>67</sup>

Ob das Rauchen über akut vasokonstriktive Effekte unmittelbar oder über chronischen Abusus zu einer Blutdruckerhöhung führt ist nicht sicher geklärt.<sup>68</sup>

Unstrittig ist, dass das Rauchen ein unabhängiger Risikofaktor für die frühe Entwicklung einer Atherosklerose darstellt, so dass in der Beratung von Bluthochdruckpatienten unbedingt die Raucher-Prävention angesprochen werden sollte und bereits rauchende Jugendliche zu einer Entwöhnung motiviert und begleitet werden sollten.

### *Sport*

Bei Erwachsenen kommt es im Anschluss an sportliche Aktivitäten (Dauer 30-120 Minuten) zu einer vermutlich über NO vermittelten, peripheren Vasodilatation („postexercise hypotension“), die zum Teil 20 Stunden andauern kann. Diese Effekte treten in Abhängigkeit der Intensität und Dauer, sowie der Art der sportlichen Aktivität auf. Aerobe Ausdauersportarten erniedrigen den Blutdruck stärker als isometrisches Krafttraining. Dieser Effekt wurden inzwischen nicht nur bei Erwachsenen untersucht.

<sup>69</sup>sondern auch bei Kindern in verschiedenen Situationen. <sup>70</sup>Zur Orientierung, welche Sportarten für Kinder und Jugendliche mit arterieller Hypertonie geeignet sind, dient die Stellungnahme des „Councils on Sports Medicine and Fitness“ der American Academy of Paediatrics. Zusammenfassend ist nur bei Hypertonie 2-3° dem Patienten bis zur Senkung der Blutdruckwerte von hohen statischen Belastungen (z.B. Kraftsport, Alpinski, Rudern, Mountainbike) abzuraten. Bei Vorliegen von ursächlichen Herzerkrankungen oder Endorganschäden ist entsprechend dieser Erkrankungen vorzugehen. Ansonsten werden Ausdauersportarten ausdrücklich empfohlen. <sup>71</sup>

Zur allgemeinen Prävention von kardiovaskulären wie auch einer Reihe anderer Erkrankungen wird für alle Kinder und Jugendliche mindestens 60 Minuten moderate bis intensive körperliche Aktivität täglich empfohlen. <sup>72</sup>

Lange Verweildauer vor Bildschirm und Computer stellen wegen der mangelnden Bewegung und der dabei häufig erhöhten Kalorienzufuhr ein Risiko für eine Hypertonie dar.

### *Schlaf*

Bei adipösen Patienten stellt ein Schlafapnoe-Syndrom ein zusätzliches Risiko dar, das durch eine Gewichtsreduktion gebessert werden kann; generell ist aber gestörter Schlaf (zu kurzer Schlaf, Lärm, andere Umweltfaktoren) ein Risiko für das Entwickeln einer arteriellen Hypertonie.

### *Akupunktur, Biofeedback, Entspannungstechniken*

Im Rahmen eines systematischen Literaturreviews und einer Metaanalyse von drei randomisierten Studien konnten keine eindeutigen Effekte der Akupunktur bezüglich einer Blutdrucksenkung gefunden werden. Durch Biofeedback lässt sich ebenso keine sicher nachweisbare Blutdrucksenkung erreichen. <sup>73, 74</sup>

Für das Kindesalter gibt es hierzu keine Daten.

## **8.3 Ernährung**

Zur Prävention einer Adipositas und ihrer kardiovaskulären Folgeerkrankungen sollte wie bei Erwachsenen eine abwechslungsreiche Kost mit Obst, Gemüse und Ballaststoffen gewählt werden. Ziel der Ernährungsumstellung ist die Reduktion der täglichen Energiezufuhr bei gleichzeitig gesteigerter körperlicher Aktivität. Getränke mit hohem Zuckergehalt besonders in Form von Fructose (Limonaden, Fruchtsäfte,

etc.) sollten gemieden werden. Auch Getränke mit hohem Koffeingehalt (ungewohnter akuter hoher Kaffeegenuss und Energydrinks oder -shots mit Überschreiten der täglichen Koffeinmenge von 3mg Koffein/kg Körpergewicht) sind wegen ihrer direkten blutdrucksteigernden Wirkung ungünstig. Getränke mit Alkohol können zum einen über ihren Kaloriengehalt zum anderen aber auch bei einem erhöhten täglichen Alkoholkonsum durch Aktivierung von Cortisol und ACTH zur Hypertonieentwicklung beitragen. Ein regelmäßiger Drogenabusus (z. B. Kokain, Ecstasy und Amphetamine) kann ebenfalls über neuroendokrine Mechanismen den Blutdruck nachhaltig erhöhen. Übermäßiger regelmäßiger Salzkonsum und exzessiver wiederholter Glycyrrhizin-Konsum (z. B. Lakritze) haben das Potential, eine Hypertonie zu induzieren oder eine bestehende Hypertonie zu verschlechtern. Einige scharfe Gewürze wie Ingwer, Chilli oder Pfeffer können meist nur zu akuten Blutdrucksteigerungen führen. Einseitige, unausgewogene Diäten sind im Kindesalter abzulehnen. Eine Umstellung der Ernährung, wie im Folgenden beschrieben, kann diese Faktoren oft günstig beeinflussen und zur Stabilisierung oder Besserung der Blutdrucksituation beitragen.

3, 7

### **8.3.1 Kochsalzarme Kost**

Da das Salzempfinden der Mütter mit der Kochsalzzufuhr von Schulkindern korreliert, die übliche Kochsalzzufuhr exzessiv den Bedarf überschreitet und signifikant zur Blutdrucksteigerung bei Kindern beiträgt, ist eine frühzeitige Gewöhnung an Kochsalz (Fertiggerichte, Fast-Food, Nachwürzen) unbedingt zu vermeiden.<sup>75</sup> Bei Vorliegen einer Hypertonie reagieren einige Patienten deutlich auf eine Kochsalzrestriktion, so dass diese Maßnahme vor Einleitung einer medikamentösen Therapie getestet werden sollte.<sup>76, 77</sup> Ferner ist die Kochsalzzufuhr beim Erwachsenen auch zusätzlich zum Bluthochdruck ein Risikofaktor für einen Schlaganfall.<sup>78</sup>


Niedrige Kaliumspiegel führen hingegen zu erhöhten Blutdruckwerten (3-12 mmHg), sodass bei normaler Nierenfunktion auf eine ausreichende natürliche Kaliumzufuhr geachtet werden sollte. Zusammenfassend ist somit der Austausch von Natrium (Kochsalz, Wurst, Käse, Fast-Food) gegen Kalium (Gemüse) anzustreben.<sup>76</sup>

### **8.3.2 DASH-Diät**

Studien zum Einfluss der Ernährung auf die Hypertonie bei Kindern liegen für die DASH-Diät („Dietary Approach to Stop Hypertension“) vor. Bei der DASH-Diät handelt es sich um eine Ernährung mit folgender Zusammenstellung: Geringer Gehalt an Fleisch, Gesamtfett und Cholesterin, gesättigten Fettsäuren und gesüßten Getränken, sowie niedrige Kochsalzzufuhr; hoher Gehalt an Protein, Fisch, Geflügelfleisch, Vollkornprodukten, Ballaststoffen, Kalium, Calcium und Magnesium. Diese Nahrungszusammenstellung entspricht der der Mittelmeerkost und ist unter anderem von der Deutschen Hochdruckliga empfohlen und führt alleine schon zur Blutdrucksenkung.<sup>79</sup> Auch für Kinder gibt es inzwischen entsprechende Studien.<sup>80, 81</sup>

### 8.3.3 Nahrungsergänzungsmittel

Ältere Studien deuten an, dass Koenzym Q10, Fischöl, Knoblauch oder Vitamin C bei Erwachsenen den Blutdruck senken können.<sup>82-84</sup> Auch neuere Studien zu Flavonoiden (Hibiskus, dunkle Schokolade)<sup>85-87</sup> oder Rote-Beete-Saft geben Hinweise auf eine geringe Blutdrucksenkung bei Erwachsenen mit arterieller Hypertonie, die NO vermittelt erscheint. Alle diese Studien wurden jedoch nur an wenigen Patienten in Kurzzeituntersuchungen studiert und es liegen keine Daten über eine Langzeitakzeptanz dieser Diäten (z.B. hohe Dosen an Fischöl, Knoblauch oder Rote Beete) oder Nahrungsergänzungsmittel vor. Ferner ist zu beachten, dass oft die Wirkstoffdosis nicht standardisiert war. Zulassungsrelevante Studien für Reinpräparate liegen zurzeit nicht vor. Daten bei Kindern oder Jugendlichen fehlen vollständig. Daher kann der Einsatz von Nahrungsergänzungsmitteln im Kindes- und Jugendalter wie zurzeit auch im Erwachsenenalter nicht empfohlen werden.

<b>Empfehlung 4 Leitlinie Hypertonie</b>	
<b>Therapie</b>	
Ziel der Therapie der arteriellen Hypertonie ist eine Senkung des Blutdruckes in den normalen (< 90. Perzentile) oder in den für die jeweilige Grunderkrankung als optimal definierten Bereich.	
Bei allen Kindern und Jugendlichen mit hochnormalen oder hypertensiven Blutdruckwerten soll eine nicht-pharmakologische Therapie mit einer Umstellung des Lebensstiles initiiert werden.	

Idealerweise sollte dabei ein BMI unter der 85. Perzentile angestrebt werden.	Yellow
Eine Ernährungsumstellung mit Reduktion der täglichen Energiezufuhr bei gleichzeitig gesteigerter körperlicher Aktivität sollte erfolgen.	Yellow
Kochsalzrestriktion und die sog. DASH-Diät (s. 8.3.2) sind wesentliche Bestandteile der empfohlenen Ernährungsumstellung.	Green
Nahrungsergänzungsmittel werden nicht empfohlen.	Red
Einseitige, unausgewogene Diäten sind im Kindesalter abzulehnen.	Red
Für alle Kinder und Jugendliche werden mindestens 60 Minuten moderate bis intensive körperliche Aktivität täglich empfohlen	Green
Wenn bei primärer Hypertonie Grad 1 die Lebensstiländerungen nach 6 Monaten erfolglos bleiben, soll parallel eine pharmakologische Therapie begonnen werden	Green
Bei Kindern mit Hypertonie Grad 2 soll eine pharmakologische Therapie unmittelbar erfolgen.	Green
Unabhängig vom Hypertoniegrad soll bei Kindern unmittelbar eine medikamentöse Therapie erfolgen bei: <ul style="list-style-type: none"> <li>- sekundärer oder symptomatischer Hypertonie,</li> <li>- bereits bestehenden Endorganschäden,</li> <li>- Diabetes mellitus.</li> </ul>	Green
Auch wenn eine medikamentöse Therapie eingeleitet wird, sollen Lebensstil-Änderungen weiter durchgeführt werden	Green
Bei Jugendlichen mit isolierter systolischer Hypertonie und erhöhtem zentralem Blutdruck sollte eine Therapie in Erwägung gezogen werden.	Yellow

#### 8.4 Medikamentöse Therapiemaßnahmen

Grundlage jeder Behandlung ist das Umsetzen von Lebensstiländerungen, auch dann noch, wenn auf eine Pharmakotherapie zurückgegriffen werden muss. Die zur Pharmakotherapie verordneten Substanzen benötigen eine spezielle

Anwendungsempfehlung der Zulassungsbehörde (umgangssprachlich „Zulassung“) für Kinder und Jugendliche in der Altersgruppe von 0 bis 17 Jahren. Dies sind bei den Antihypertensiva der ersten Wahl Captopril (ohne Alterseinschränkung, aber Warnhinweis), Enalapril, Lisinopril, Benazepril, Losartan, Valsartan, Olmesartan, Candesartan, Amlodipin (alle ab 6 Jahren). Von den „Reserve“-Antihypertensiva liegen nur für Furosemid und Spironolacton (ohne Alterseinschränkung), Minoxidil (ab 1 Jahr), Metoprololsuccinat (ab 6 Jahren), sowie Indapamid, Torasemid, Prazosin und Clonidin (ab 12 Jahren) eine Anwendungsempfehlung vor. Tabelle 9 (s. Anhang) gibt den aktuellen Stand einschließlich Dosierung und Darreichungsform bezogen auf das jeweilige Alter und Gewicht der Kinder wieder. Zu beachten ist, dass – wie in Fachinformationen üblich - in der Tabelle Einzeldosen und keine Tagesdosen angegeben sind. Zudem ist die Einzeldosis oft ohne Bezug zum Körpergewicht, sondern in der passenden Tablettengröße angegeben.

#### **8.4.1 Beginn der Pharmakotherapie**

Die Entscheidung zur Pharmakotherapie richtet sich sowohl nach der Blutdruckhöhe als auch nach dem Risikoprofil des Patienten (Tabelle 10). So wird man sich schneller zu einer Pharmakotherapie entschließen, wenn noch weitere Herz-Kreislaufisikofaktoren vorliegen, bereits Endorganschäden nachzuweisen sind oder assoziierte Erkrankungen wie Diabetes mellitus oder chronische Nierenerkrankungen bestehen. Bei einer sekundären Hypertonie sind die krankheitsspezifischen Maßnahmen unverzüglich einzuleiten (z.B. Phäochromozytom-Operation, renale Revaskularisierung). Bei primärer Hypertonie soll die Pharmakotherapie erst dann begonnen werden, wenn Lebensstiländerungen erfolglos blieben. Bei Kindern und Jugendlichen sind Vor- und Nachteile einer Langzeittherapie derzeit nicht mit Daten zu belegen. <sup>88-91</sup>

#### **8.4.2 Therapieziel**

Die Behandlung erhöhter Blutdruckwerte bei Kindern und Jugendlichen hat das primäre Ziel, den Blutdruck in den normotonen oder hoch-normalen Bereich abzusenken und dort zu stabilisieren. Die Therapiestrategie ist in Tabelle 10 zusammengefasst.

**Tabelle 10: Therapiestrategie bei Hypertonie im Kindes- und Jugendalter**

**Beginn der antihypertensiven Therapie**

- Grundlage jeder Therapie ist die Änderung des Lebensstils, die einer Pharmakotherapie vorausgehen soll. Erste Schritte hierzu sollten bereits im hoch normalen Blutdruckbereich beginnen.
- Bei sekundärer Hypertonie unmittelbar nach Abschluss der Diagnostik
- Eine sofortige Pharmakotherapie ist bei hypertensiven Notfällen einzuleiten.

**Anzustrebende Therapieziele**

- Generell: BD < 90. Perzentile (Alter, Geschlecht und Größe spezifisch) \*
- Diabetes mellitus: BD < 90. Perzentile
- Chronische Niereninsuffizienz ohne Proteinurie: BD < 75. Perzentile
- Chronischen Niereninsuffizienz mit Proteinurie: BD < 50. Perzentile
- Im hypertensiven Notfall soll der BD in den ersten 6-8 Stunden nicht um mehr als 25-30 % gesenkt werden.

**Ziele einer effektiven Therapie**

- Reduktion von Mortalität und Morbidität in hypertensiven Notfällen
- Vermeidung / Reduktion einer linksventrikulären Myokardhypertrophie
- Vermeidung / Reduktion einer Albuminurie
- Vermeidung einer progredienten Nierenfunktionsverschlechterung / Verlangsamung der Progression einer chronischen Nierenerkrankung
- Reduktion des Risikos für langfristige kardiovaskuläre Folgeerkrankungen und eines terminalen Nierenversagens

\* Für den Beginn einer Pharmakotherapie besteht jedoch bei anderweitig Gesunden erst Evidenz ab einem BD > 95. Perzentile

Das sekundäre Ziel der antihypertensiven Therapie ist die Verhinderung oder Regression von Endorganschäden wie Linksherzhypertrophie oder Mikroalbuminurie.

<sup>90</sup>Kleine Studien und Fallbeschreibungen bei Linksherzhypertrophie zeigen auf, dass der Einsatz von Antihypertensiva, besonders ACE-Hemmern, erfolgreich dieses Ziel erreichen können. <sup>91-93</sup> Bezüglich der Proteinurie liegen inzwischen größere randomisierte, kontrollierte Studien mit ACE-Hemmern und AT1-Rezeptorantagonisten wie ESCAPE und CINCH vor, die den Vorteil der Blutdrucksenkung nachweisen. <sup>94, 95</sup>



So wird für Kinder empfohlen, den Blutdruck bei chronischer Nierenerkrankung ohne Proteinurie unter die 75. Perzentile und bei chronischer Nierenerkrankung mit begleitender Proteinurie sowohl in der Einzel- wie in der Langzeitblutdruckmessung unter die 50. Perzentile abzusenken, da so die Progression der chronischen Niereninsuffizienz signifikant verlangsamt werden kann.<sup>94, 96</sup>

Für Jugendliche mit Nierenerkrankungen > 16 Jahren empfiehlt die pädiatrische ESH-Leitlinie von 2016 eine Blutdruckeinstellung unter 130/80 mmHg, bei Proteinurie unter 125/75 mmHg.<sup>2</sup> Für nierenkranke junge Erwachsene wird in der aktuellen ESC/ESH Leitlinie von 2018 eine Blutdruckeinstellung von < 140 bis 130 mmHg systolisch und 70-79 mmHg diastolisch empfohlen.<sup>3</sup>

Bei Diabetes mellitus existieren keine Studien zu Zielwerten im Kindesalter. Der Blutdruck sollte wie bei Erwachsenen in den normalen Bereich (< 90. Perzentile) gesenkt werden, da im weiteren Krankheitsverlauf die Entwicklung von Endorganschäden, besonders der Albuminurie eng mit der Blutdruckhöhe assoziiert ist. Erste Zeichen einer ungünstigen Entwicklung, die Anlass für eine Intensivierung der Therapie geben können, sind ein konstanter Anstieg des systolischen Blutdrucks oder eine Abschwächung der nächtlichen Blutdruckabsenkung im 24-h-Blutdruckprofil.

<sup>97</sup>

### **8.4.3 Monotherapie**

Ist die Einleitung einer Pharmakotherapie notwendig, empfiehlt es sich mit einer niedrig dosierten Monotherapie zu beginnen, um zu rasche oder überschießende Blutdrucksenkungen zu vermeiden. Bei unzureichender initialer Wirkung kann dann nach etwa 2-4 Wochen die Dosis langsam bis zur Höchstdosis gesteigert werden. Bei frühzeitigem Auftreten von Nebenwirkungen sollte die Substanz besser rasch gewechselt werden. Als Medikamente der ersten Wahl zur Monotherapie stehen im Wesentlichen drei Substanzgruppen zur Verfügung: ACE-Hemmer, AT1-Rezeptor-Blocker, und Kalziumantagonisten (1,4-Dihydropyridine). Antihypertensiva mit anderen Wirkmechanismen, die ebenfalls in Tabelle 10 aufgeführt sind, können als Therapie der zweiten Wahl eingesetzt werden. Die Auswahl des Antihypertensivums richtet sich wie beim Erwachsenen nach pathophysiologischen Gesichtspunkten und eventuellen Begleiterkrankungen. Die Datenlage zur Wirksamkeit der Antihypertensiva bei Kindern und Jugendlichen aus randomisierten Studien ist begrenzt. Insbesondere

in der Altersgruppe unter 6 Jahren ist aus diesen vier Substanzklassen nur Captopril von den Zulassungsbehörden zur Anwendung empfohlen. Direkte Substanzvergleiche in einer Studie sind extrem selten.<sup>98</sup>

#### **8.4.3.1 ACE-Hemmer**

In der Gruppe der ACE-Hemmer gibt es nur für den Arzneistoff Captopril eine Anwendungsempfehlung der Zulassungsbehörden für alle Altersklassen. Wegen seiner kurzen Halbwertszeit muss es dreimal täglich verabreicht werden.

Ab einem Alter von 6 Jahren gibt es Anwendungsempfehlungen für Enalapril und Lisinopril. Für beide Substanzen konnten in Dosiswirkungsstudien effektive Dosierungen zwischen 0,08 und 0,6 mg/kg pro Tag etabliert werden, die von den Kindern gut vertragen wurden.<sup>99-104</sup>

Fosinopril hat nur in USA eine Anwendungsempfehlung für Kinder über 6 Jahren mit einem Körpergewicht größer 50 Kilogramm.

Obwohl Ramipril sowohl in Deutschland als auch in den USA keine Anwendungsempfehlung für Patienten unter 18 Jahren besitzt, liegen für diesen ACE-Hemmer umfangreiche kontrollierte Studien vor. Ramipril wurde in Dosierungen von 2,5 und 6,0 mg/m<sup>2</sup> untersucht. Bei Kindern mit renaler Hypertonie wie auch bei Kindern mit primärer Hypertonie wurde der Blutdruck effektiv gesenkt und eine Proteinurie reduziert. Die Langzeitverträglichkeit erwies sich als gut.<sup>94, 105</sup> Als unerwünschte Wirkungen wurden unter ACE-Hemmer-Therapie Hypotensionen, Hyperkaliämien, Husten und eine initiale Nierenfunktionsverschlechterung bei Kindern mit chronischer Niereninsuffizienz beschrieben. Der ACE-Hemmer-Husten scheint bei Kindern seltener zu sein als bei Erwachsenen. Bei weiblichen Jugendlichen ist das teratogene Potential zu beachten.

#### **8.4.3.2 AT1-Rezeptorblocker (ARB)**

Die Datenlage für AT1-Rezeptorblocker ist in den letzten Jahren wesentlich umfangreicher geworden.<sup>106</sup> Der blutdrucksenkende Effekt der AT1-Rezeptorblocker ist dem der ACE-Hemmer vergleichbar. Er ist in kleinen randomisierten, kontrollierten Studien an hypertonen Kindern im Alter von 6 bis 17 Jahren für Candesartan, Losartan, Olmesartan, und Valsartan demonstriert worden.<sup>107-117</sup> Die jeweiligen Dosierungen sind in Tabelle 9 aufgelistet. Für Irbesartan waren die Ergebnisse nicht konsistent; es liegen bislang keine deutschen oder europäischen Zulassungen mit

Anwendungsempfehlungen im Kindesalter vor.<sup>118</sup> In der Altersgruppe der Kinder von 1 bis 6 Jahren sind nur Valsartan und Candesartan untersucht worden. Das Studiendesign war jedoch der EMA zufolge auch hier nicht ausreichend für einen Wirksamkeitsnachweis in dieser Altersgruppe. Im Gegensatz zu Europa besitzt Candesartan in den USA von der FDA eine Anwendungsempfehlung bei Kindern schon ab einem Jahr.

#### **8.4.3.3 Kalziumkanalblocker (1,4-Dihydropyridine)**

Anwendungsempfehlungen für Kinder ab 6 Jahren existieren nur für Amlodipin. In einer größeren Studie an Kindern im Alter von 6-16 Jahren senkte Amlodipin den systolischen Blutdruck signifikant und dosisabhängig.<sup>119-122</sup>

Andere Kalziumantagonisten, Phenylalkamine (z.B. Verapamil) oder Benzthiazepine (z.B. Diltiazem), sollen bei Kindern nur noch bei Arrhythmien oder hypertroph-obstruktiver Kardiomyopathie verwendet werden.

#### **8.4.3.4 Beta-Rezeptorenblocker**

Von den Betablockern ist als einzige Substanz Metoprololsuccinat bei Kindern ab 6 Jahren ausreichend untersucht. Mit Dosen von 1 und 2 mg/kg pro Tag konnte der systolische und diastolische Blutdruck signifikant gesenkt werden.<sup>123, 124</sup>

Der Einsatz von Betablockern bei Adipositas sollte vermieden werden. Das Nebenwirkungsprofil (Müdigkeit, Albträume) schränkt die Compliance besonders bei Kindern und Jugendlichen ein.<sup>125, 126</sup>

Bei Erwachsenen erwiesen sich Betablocker jedoch bei der Prävention von Schlaganfällen nicht so effektiv wie andere Antihypertensiva. Es wird über eine nicht ganz so ausgeprägte Senkung des zentralen Blutdruckes spekuliert. Daher werden Betablocker nicht mehr als Antihypertensiva der ersten Wahl eingesetzt, sind aber weiter bei speziellen Indikationen und in der Kombinationstherapie sehr sinnvoll.<sup>127-129</sup>

#### **8.4.3.5 Diuretika und Aldosteronantagonisten**

Zum therapeutischen Einsatz der Diuretika in der Behandlung der Hypertonie bei Kindern existieren nur zwei Studien, die eine Wirksamkeit von Eplerenon<sup>129</sup> und Chlorthalidon<sup>130</sup> andeuten.

Schleifendiuretika wie Furosemid oder Torasemid sind bei fortgeschrittener Niereninsuffizienz oder Herzinsuffizienz mit Volumenretention unverzichtbar. Furosemid besitzt für Kinder ab dem 1. Lebensjahr eine Anwendungsempfehlung. Zusammenfassend sind die Studien zur Blutdrucksenkung mit Diuretika bei Kindern enttäuschend. Dieses Wirkprinzip ist daher bei Kindern nicht erste Wahl, es sei denn, es besteht eine zusätzliche Indikation für eine diuretische Therapie.

#### **8.4.3.6 Andere Antihypertensiva**

Zu anderen Antihypertensiva wie Alpha1-Blockern, direkten Vasodilatoren, zentral wirkenden Pharmaka und dem direkten Renin-Inhibitor Aliskiren liegen keine systematischen Studien vor. Ihr Einsatz beruht nur auf Fallberichten, kleinen Beobachtungsstudien und der klinischen Erfahrung des Anwenders und sollte mit Zurückhaltung bei Kindern und Jugendlichen erfolgen.

#### **8.4.4 Kombinationstherapie**

Kann mit einer Monotherapie der Blutdruck nicht in den Zielbereich eingestellt werden, so muss auf eine Kombinationstherapie übergegangen werden. Es ist zurzeit in Diskussion, ob die Kombinationstherapie erst im Hochdosisbereich beginnen sollte oder ob statt einer hochdosierten Monotherapie eine niedrig dosierte Kombinationstherapie zu bevorzugen ist. Für eine hochdosierte Monotherapie, die gut vertragen wird und den Blutdruck einstellt, spricht die bessere Compliance bei nur einer Tablette pro Tag, für eine niedrig dosierte frühe Kombinationstherapie spricht eventuell die bessere Verträglichkeit und eine effektivere Blutdruckeinstellung über zwei Wirkprinzipien.

Eine Kombinationstherapie ist oft bei den sekundären Hypertonieformen, besonders den renoparenchymalen Formen erforderlich. In solchen Fällen sollte deshalb früh mit einer niedrig dosierten Kombinationstherapie begonnen werden. Die Auswahl der Medikamente erfolgt nach den pathophysiologischen Aspekten der sekundären Hypertonie wie beim Erwachsenen. Bei Kindern ist eher auf freie Kombinationen als auf fixe Kombinationen zurückzugreifen, da so besser die Dosis der Pharmaka auf den individuellen Bedarf abgestimmt werden kann. Bei Jugendlichen hingegen sind fixe Kombinationen zu bevorzugen, um die Compliance zu sichern. <sup>131, 132</sup>

Ein möglicher Eskalations-Algorithmus bei der Blutdruckeinstellung wäre:

- Beginn mit ACE-Inhibitor

- Steigerung des ACE-Inhibitors
- Ergänzung um einen Ca-Kanalblocker (1,4 Dihydropyridin)
- Ergänzung um ein niedrig dosiertes Thiazid / -analogon
- Ergänzung um einen  $\beta$ -Blocker
- Ausdosierung des ACE-Inhibitors, Ca-Kanalblockers und  $\beta$ -Blockers
- Ergänzung von Reserve-Antihypertensiva

Natürlich müssen individuelle Kontraindikationen beachtet werden, wie z.B. die Zurückhaltung bei den Thiaziden und  $\beta$ -Blockern bei Adipösen oder Diabetikern bzw. ACE-Inhibitoren und ARB bei potentiell sexuell aktiven jungen Frauen.

Umgekehrt kann die bei Kindern häufig auftretende Reflextachykardie mit einem  $\beta$ -Blocker gebremst werden, oder die häufig als Nebenwirkung auftretenden Ödeme bei Amlodipin mit einem etwas höher dosierten Thiazid /-analogons verringert werden.

Bei Aortopathien (z.B. Marfan Syndrom) bieten sich schon primär  $\beta$ -Blocker und ARB an; bei Herzinsuffizienz ACE-Inhibitoren und  $\beta$ -Blocker, die in beiden Fällen aber rasch hochdosiert werden sollen.

Bei der Therapieeskalation nie vergessen: Der Patient muss immer wieder auf sekundäre Hypertonieformen oder andere Ursachen einer Therapieresistenz untersucht werden.

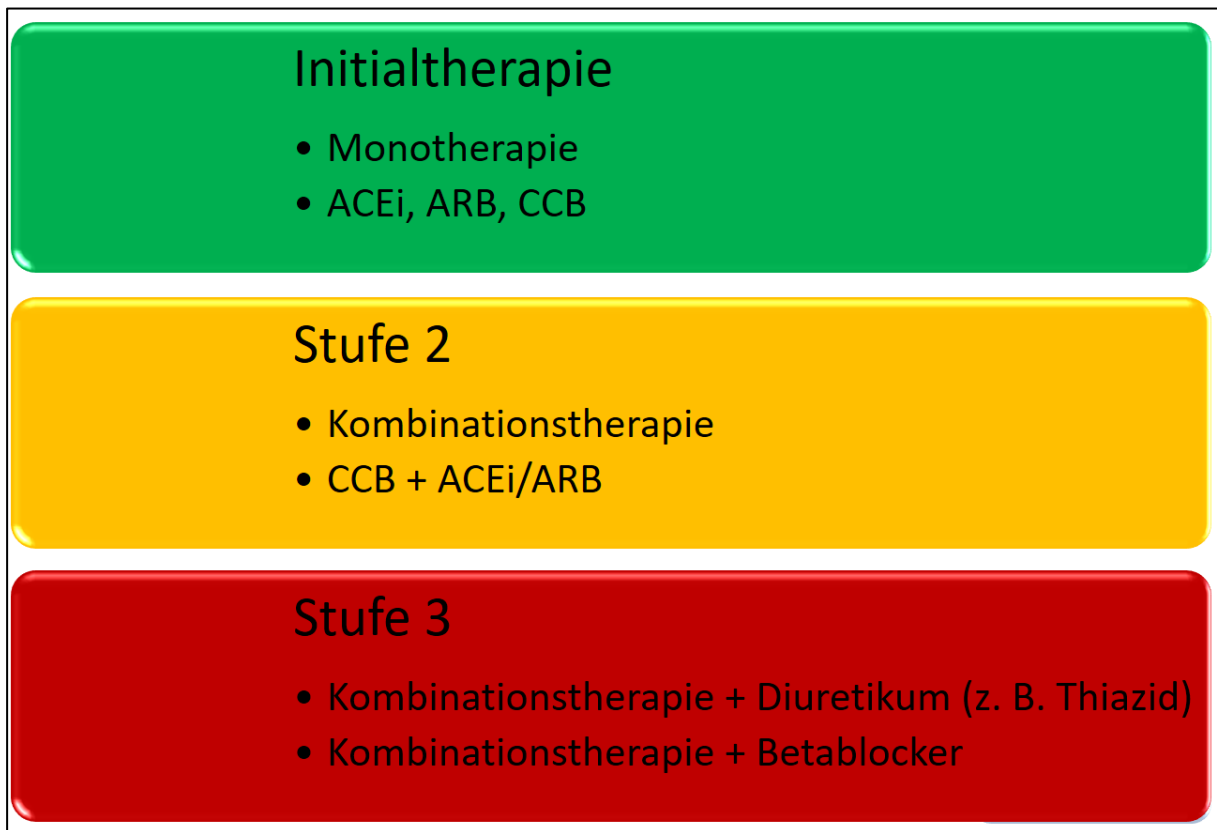



Abbildung 2:

Stufenschema zur medikamentösen Behandlung der arteriellen Hypertonie.

Legende: ACEi: Angiotensin-1-Converting-Enzyme Inhibitoren; ARB: Angiotensin-Rezeptor-Blocker;  
CCB: Kalziumkanalblocker

<b>Empfehlung 5 Leitlinie Hypertonie</b>	
<b>Therapie</b>	
Die medikamentöse Therapie der arteriellen Hypertonie sollte nach Abschluss der Diagnostik initial mit einem ACE-Hemmer, einem Angiotensin-Rezeptorblocker oder einem Ca-Antagonisten erfolgen (wenn keine krankheitsspezifische Therapie möglich)	
Sekundäre Hypertonieformen (wenn keine krankheitsspezifische Therapie möglich) und Hypertonien Grad 2 sollten mit einer Kombinationstherapie behandelt werden	
Der Einsatz von Betablockern bei Adipositas sollte vermieden werden	
Als Kombinations-Medikamente sollten neben ACE-Hemmern/Angiotensin-Rezeptorblockern und Kalziumantagonisten vor allem Diuretika oder unter Umständen auch Betablocker verwendet werden	

#### **8.4.5 Therapieresistenz**

Im Fall einer Therapieresistenz ist vor einer Intensivierung der antihypertensiven Therapie zu klären, ob nicht andere Gründe für das Therapieversagen vorliegen. Die häufigsten Ursachen für eine Therapieresistenz sind in Tabelle 12 aufgeführt. Zusätzlich ist an eine unzuverlässige Patienten-Compliance zu denken. Bei Kindern und Jugendlichen ist der wichtigste Schritt in der Abklärung der Therapieresistenz der Ausschluss einer sekundären Hypertonie, der sehr konsequent und umfassend erfolgen muss. Lässt sich kein Grund aufdecken, so muss die Behandlung wie beim Erwachsenen um zusätzliche Medikamente mit anderen Wirkmechanismen erweitert werden.

**Tabelle 12: Ursachen für eine Therapieresistenz**

- Sekundäre Hypertonie
- Zunahme des Körpergewichtes, Unterdosierung
- Medikamenten – Non-Compliance
- Relevantes obstruktives Schlaf-Apnoe-Syndrom
- Anhaltende Volumenbelastung bei
  - überhöhtem Salzkonsum
  - progressiver Niereninsuffizienz
  - ungenügender Diuretika-Therapie
- Einnahme von blutdrucksteigernden Substanzen oder Medikamenten



## 8.4.6 Spezielle Indikationen

### 8.4.6.1 Chronische Niereninsuffizienz

Kinder mit chronischer Niereninsuffizienz entwickeln häufig im Krankheitsverlauf eine arterielle Hypertonie. Dieses Risiko ist zum einen von der zugrundeliegenden Nierenerkrankung abhängig (häufiger bei Patienten mit Glomerulopathien oder Zystennieren als bei Uropathien), zum anderen vom Ausmaß der Nierenfunktionseinschränkung (höchste Prävalenz bei Dialysepatienten).

Hypertonie und Proteinurie sind unabhängige Risikofaktoren nicht nur für die Entstehung, sondern auch für die Progression der Niereninsuffizienz. Daher ist die konsequente Blutdruckeinstellung in den normotensiven Bereich bzw. unter die 50. Perzentile bei proteinurischen Patienten eine entscheidende Maßnahme, um die Progression der chronischen Niereninsuffizienz zu verhindern oder zu verlangsamen.<sup>94</sup> Zusätzlich kann sich eine strikte Blutdruckeinstellung auch vorteilhaft auf das sonstige kardiovaskuläre Risiko dieser Patienten auswirken.<sup>132, 133</sup>

Während im Hinblick auf die blutdrucksenkende Wirkung bei adäquater Dosierung kein relevanter Unterschied zwischen den verschiedenen Wirkstoffgruppen besteht,<sup>134</sup> haben ACE-Hemmer und AT1-Rezeptorantagonisten eine relevante antiproteinurische Wirkung. In einem direkten Vergleich zwischen dem ACE-Hemmer Enalapril und dem AT1-Rezeptorantagonist Valsartan über 12 Wochen waren in der Subgruppe der Kinder mit chronischer Nierenerkrankung beide Substanzen gleichwertig in Bezug auf Blutdruckeinstellung und Reduktion der Proteinurie.<sup>134</sup> Unerwünschte Wirkungen waren in beiden Gruppen gleich häufig, im Vordergrund standen klinisch Kopfschmerzen und laborchemisch eine Hyperkaliämie. Vor allem zu Therapiebeginn kann es zu einem Anstieg der Serumkreatinins kommen, der bei Absetzen der Therapie in der Regel reversibel ist und als Indikator für die Abnahme des intraglomerulären Drucks durch die RAS-Blockade angesehen werden kann.

Die antihypertensive und antiproteinurische Wirkung von Kalziumantagonisten vom Dihydropyridin-Typ ist schwächer als die der AT1-Rezeptorantagonisten.<sup>135</sup> In einer direkt vergleichenden Studie mit Losartan und Amlodipin an Kindern und Jugendlichen mit Proteinurie blieb Amlodipin wie Placebo nach 12 Wochen ohne Effekt auf die Proteinurie, während es unter Losartan zu einer signifikanten Absenkung der Proteinurie kam.<sup>136</sup> Der Effekt blieb auch nach Korrektur bezüglich der unterschiedlichen Blutdrucksenkung erhalten und fand sich in allen vordefinierten

Subgruppen gleichermaßen. Die gleichen Ergebnisse ergab ein direkter Vergleich von Irbesartan mit Amlodipin <sup>137</sup>.

Aufgrund ihrer antihypertensiven und antiproteinurischen Wirkung sind ACE-Hemmer und AT1-Rezeptorantagonisten die Medikamente der ersten Wahl zur Behandlung der Hypertonie bei Kindern mit chronischer Nierenerkrankung mit und ohne Proteinurie. Sind zur Blutdruckeinstellung weitere Substanzen erforderlich, so sollten entsprechend der klinischen Erfahrung bei Erwachsenen Kalziumantagonisten vom Dihydropyridin-Typ (z.B. Amlodipin) oder Diuretika eingesetzt werden.

Durch eine sogenannte Doppelblockade des Renin-Angiotensin-Systems (ACE-Hemmer + AT1-Rezeptorantagonist oder Renin-Antagonist) kommt es zu einer Verstärkung der antiproteinurischen Wirkung, dies hat sich jedoch bei Erwachsenen als nicht vorteilhaft erwiesen, da es darunter vermehrt zu unerwünschten Nebenwirkungen, wie akuter Nierenfunktionsverschlechterung oder Hyperkaliämie kam. <sup>138</sup>

<b>Empfehlung 6 Leitlinie Hypertonie</b>	
<b>Therapie bei speziellen Indikationen</b>	
Bei chronischer Niereninsuffizienz sollen bevorzugt Inhibitoren des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems (ACE-Hemmer und ARB) unter Kontrolle der Nierenfunktion aufgrund ihrer antihypertensiven und antiproteinurischen Wirkung eingesetzt werden.	
Eine Kombination aus ACE-Hemmer und ARB wird bei chronischer Niereninsuffizienz nicht empfohlen.	
Bei Kindern mit chronischer Niereninsuffizienz und Proteinurie soll der Blutdruck unter die 50. Perzentile gesenkt werden, um eine Progression der Erkrankung zu verlangsamen.	
Bei Kindern mit Diabetes Mellitus und /oder Metabolischem Syndrom sollten bevorzugt ACE-Hemmer, ARBs oder Ca-Antagonisten verwendet werden.	
Bei Kindern und Jugendlichen mit Adipositas, Diabetes Mellitus und /oder Metabolischem Syndrom soll eine initiale Kombination aus Betablockern und Diuretika wegen ihres ungünstigen Stoffwechselprofils vermeiden werden.	



#### **8.4.6.2 Adipositas, Metabolisches Syndrom und Diabetes mellitus**

Adipositas, metabolisches Syndrom (Tabelle 13) und Diabetes mellitus Typ 2 sind durch eine erhöhte Insulinresistenz gekennzeichnet. Die sekundäre Hyperinsulinämie wird als einer der entscheidenden Faktoren zur Entwicklung einer Hypertonie angesehen. Deshalb stehen im Vordergrund aller therapeutischen Bemühungen Lebensstiländerungen mit dem Ziel der Gewichtsreduktion, der körperlichen Aktivierung, und beim Diabetiker der optimalen Blutzuckereinstellung. Kommt es unter diesen nichtmedikamentösen Maßnahmen nicht zu einer Blutdrucknormalisierung, ist eine Pharmakotherapie einzuleiten. Die Auswahl der Antihypertensiva sollte so erfolgen, dass neben der Blutdrucksenkung auch eine Reduktion der Insulinresistenz erreicht wird. Unter diesem Aspekt werden ACE-Hemmer und AT1-Rezeptorantagonisten als günstig, die Kalziumantagonisten vom Dihydropyridin-Typ als stoffwechselneutral eingestuft. Falls erforderlich können Substanzen dieser zwei Pharmakagruppen miteinander kombiniert werden. Eine initiale Kombination aus Betablockern und Diuretika ist wegen ihres ungünstigen Stoffwechselprofils zu vermeiden. Betablocker und Diuretika gelten eher als Kombinationspartner für eine eventuell notwendige Dreierkombination.

Bei Kindern mit Typ1-Diabetes mellitus kann eine antihypertensive Therapie auch ohne Zeichen einer Mikroalbuminurie bereits im hochnormalen Blutdruckbereich indiziert sein, wenn sich reproduzierbar in der Langzeitblutdruckmessung nachweisen lässt, dass im Nachtschlaf der Blutdruck nicht mehr ausreichend absinkt (sog. Non-Dipping). In einem solchen Fall empfiehlt sich der Einsatz von ACE-Hemmern oder AT1-Rezeptorantagonisten zur Nacht. <sup>139, 140</sup>

**Tabelle 13: Definition des Metabolischen Syndroms**

**Alter < 6 Jahre:** *unklar*

**Alter 6 - < 10 Jahre:** *unklar, aber hohes Risiko bei*

Taillenumfang  $\geq 90$ . Perzentile + Familienanamnese (Metabolisches Syndrom, Diabetes mellitus Typ 2, Dyslipidämie, kardiovaskuläre Erkrankungen, Hypertonie oder Adipositas)

**Alter 10 - < 16 Jahre:**

Taillenumfang  $\geq 90$ . Perzentile und mindestens zwei der folgenden Kriterien:

- Triglyzeride  $\geq 1,7$  mmol/l (150 mg/dl)
- H-LDL  $< 1,03$  mmol/l (40 mg/dl)
- Blutdruck  $\geq 130/85$  mmHg
- Nüchtern-Blutzucker  $\geq 5,6$  mmol/l (100 mg/dl),  
oder bekannter Diabetes mellitus Typ 2

**Alter  $\geq 16$  Jahre (Erwachsenenkriterien):**

Taillenumfang Männer  $\geq 94$  cm, Frauen  $\geq 80$  cm (in Europa)  
und mindestens zwei der folgenden genannten Kriterien:

- Triglyzeride  $\geq 1,7$  mmol/l (150 mg/dl)
- HDL-Cholesterin: Männer  $< 1,03$  mmol/l (40 mg/dl);  
Frauen  $< 1,29$  mmol/l (50 mg/dl)
- Blutdruck  $\geq 130/85$  mmHg
- Nüchtern-Blutzucker  $\geq 5,6$  mmol/l (100 mg/dl),  
oder bekannter Diabetes mellitus Typ 2

#### **8.4.6.3 Herzinsuffizienz**

Für Kinder und Jugendliche mit arterieller Hypertonie und Herzinsuffizienz liegen keine randomisierten Studien mit harten Endpunkten vor. Zur Verbesserung der Symptome sind ACE-Hemmer in Kombination mit Diuretika und Betablockern sinnvoll. <sup>141</sup> Die Medikation ist wie beim Erwachsenen niedrig dosiert zu beginnen, um dann aber in die höchst tolerierten Dosierungen titriert zu werden. Ist damit der Blutdruck noch nicht optimal eingestellt, kann als vierter Kombinationspartner noch Amlodipin eingesetzt werden.

Für Details der Herzinsuffizienztherapie wird auf die entsprechende Leitlinie verwiesen.

#### **8.4.6.4 Obstruktives Schlafapnoe-Syndrom (OSAS)**

Ein OSAS tritt bevorzugt bei Kindern mit Adipositas auf und ist mit einem deutlich erhöhten Risiko für eine arterielle Hypertonie (OR 2,93; 95% CI 1,18-7,29) verbunden.<sup>135</sup> Mit der Behandlung des OSAS tritt in der Regel auch eine Besserung der Blutsdrucksituation ein. Die Therapie konzentriert sich gerade bei Kindern und Jugendlichen primär auf die Gewichtsreduktion. Bei Erwachsenen zeigte sich ein gutes Ansprechen auf die nasale CPAP-Therapie. Ist weiterhin noch eine zusätzliche Pharmakotherapie zur Normalisierung des Blutdrucks notwendig, so können Substanzen aus allen Pharmakagruppen eingesetzt werden.<sup>142</sup>

#### **8.4.6.5 Aortenisthmusstenose**

Nach Korrektur einer Aortenisthmusstenose und dem Ausschluss einer Restenose ist die konsequente Blutdruckeinstellung erforderlich. Diese kann prinzipiell mit allen Antihypertensiva erfolgen.<sup>143</sup> (Siehe AWMF Leitlinie 023-010 Aortenisthmusstenose)

#### **8.4.6.6 Migräne**

Leiden hypertone Kinder gleichzeitig an einer Migräne, so kann versucht werden, durch eine antihypertensive Therapie mit Betablockern oder Kalziumantagonisten vom Dihydropyridin-Typ auch die Migränesymptomatik zu reduzieren. Bestehen allerdings Gründe für den Einsatz anderer Substanzgruppen wie Diabetes mellitus oder Nierenkrankheiten, so sind diese Indikationen als schwerwiegender einzustufen und deren Differentialtherapie zu bevorzugen.

#### **8.4.6.7 Monogenetische Formen**

Selten kann einer Hypertonie auch eine monogenetische Erkrankung zugrunde liegen. Diese sollte vor allem bei Kindern mit niedrigen Plasma-Reninwerten, erhöhten oder erniedrigten Serum-Kaliumwerten und einer positiven Familienanamnese für eine frühe Hypertonie bei der weiteren Abklärung in Betracht gezogen werden. Es sollte dann eine erweiterte Diagnostik inklusive Renin/Aldosteron-Quotient im Plasma, einer Blutgasanalyse, einer Bestimmung des Serumkaliums und eine Bestimmung der Aldosteronausscheidung und ggf. auch der Aldosteronmetabolite im Urin, sowie von ACTH und Cortisol im Plasma erfolgen. Auch eine molekulargenetische Diagnostik ist zur Sicherung der Diagnose möglich. Ursächlich sind bei den meisten monogenetischen Hypertonieformen Störungen der tubulären Natrium-

Rückresorption. Die Behandlung einer monogenetischen Hypertonie sollte entsprechend der zugrundeliegenden pathophysiologischen Ursache erfolgen.

#### **8.4.6.8. Nierenarterienstenose**

Eine renovaskuläre Hypertonie im Kindesalter ist selten und betrifft weniger als 10% der Kinder mit sekundärer Hypertonie. Im Gegensatz zu Erwachsenen, bei denen in der Regel atherosklerotische Veränderungen ursächlich für die Nierenarterienstenose sind, besteht bei Kindern meist eine fibromuskuläre Dysplasie, häufig auch im Rahmen von syndromalen Erkrankungen (z.B. Neurofibromatose, Williams-Beuren Syndrom, Alagille Syndrom, Midaortic Syndrom). Vor allem bei Kindern mit sehr hohen Blutdruckwerten, hypertensiven Sekundärkomplikationen (u.a. zerebrale Symptome, Herzinsuffizienz oder Fazialisparese), unkontrollierter Hypertonie unter mehr als 2 Antihypertensiva oder Hinweisen auf eine Vaskulitis (Takayasu Arteriitis, Lupus Erythematodes) sollte eine Nierenarterienstenose ausgeschlossen werden. Hinweisend kann ein erhöhtes Plasma-Renin oder eine milde Hypokaliämie sein. Für die Gefäßdarstellung sind Sonographie, CT- oder MR-Angiographie der selektiven Angiographie (DSA) unterlegen. Da ggf. eine interventionelle Therapie der Stenose möglich ist, sollten die Therapieoptionen interdisziplinär zwischen pädiatrischen Nephrologen und Pädiatrischen Katheterspezialisten, abhängig vom Alter der Kinder ggf. unter Einbezug der interventionellen Radiologie und der Gefäßchirurgie, geklärt werden.

#### **8.4.6.9. Endokrine Hypertonieformen**

Endokrine Ursachen der Hypertonie im Kindesalter betreffen weniger als 2% der Kinder mit sekundärer Hypertonie.

*Phäochromozytome* und *extra-adrenale Katecholamin-produzierende Tumoren* sind häufig familiär, bilateral, multifokal und maligne; bei etwa der Hälfte der Patienten lässt sich eine genetische Ursache nachweisen. Häufig wird die Diagnose im Rahmen von Screeninguntersuchungen bei Risikopatienten, z.B. mit bekannten multiplen endokrinen Neoplasien Typ 2 (MEN2), von Hippel-Lindau Syndrom oder Neurofibromatose, gestellt. Metanephrine im Plasma und/oder im 24-Std-Sammelurin sowie ein MRT und ggf. eine J131-MIBG-Szintigraphie werden zur initialen Diagnostik empfohlen, Therapie der Wahl ist die chirurgische Tumorresektion nach entsprechender perioperativer Vorbehandlung.

Beim *primären Hyperaldosteronismus* besteht neben der Hypertonie meist eine Hypokaliämie, der Aldosteronwert im Plasma ist erhöht, das Plasma-Renin erniedrigt. Auch hier sind die meisten Fälle familiär: FH-1 (Glucocorticoid-remediable aldosteronism mit Mutation der Aldosteron-Synthase), FH-2 (Genetik unklar), and FH-3 (2 verschiedenen Syndrome beschrieben mit oder ohne Nebennierenrinden-Hyperplasie). FH-1 ist mit einer frühen, hohen Morbidität und Mortalität verbunden und sollte mit Mineralocorticoid-Rezeptor-Blockern (Eplerenon) behandelt werden. Patienten mit FH-3 und bilateraler Nebennierenhyperplasie haben meist eine schwere, therapierefraktäre Hypertonie und müssen bilateral adrenaletomiert werden.

Beim *endogenen Cushing-Syndrom* sind bei Kleinkindern häufig adrenokortikale Tumoren, ab dem Schulalter ACTH-sezernierende Hypophysenadenome ursächlich. Die häufigsten Symptome sind Gewichtszunahme und Kleinwuchs, etwa die Hälfte aller Kinder mit Cushing-Syndrom sind hypertensiv.

### **8.5 Therapie des hypertensiven Notfalls**

Der hypertensive Notfall stellt in der Regel eine lebensgefährliche Komplikation einer schweren Hypertonie dar. Er ist mit einer akuten Funktionsstörung des Gehirns, des Herzens oder der Nieren verbunden und erfordert eine rasche Krankenhauseinweisung. Auf der Intensivstation ist die intravenöse Therapie unter Kontrolle der vitalen Funktionen (nach Möglichkeit invasive Blutdruckmessung) durchzuführen. Es liegen allerdings bei Kindern keine Studien vor, die das Vorgehen einschließlich der Therapieüberwachung systematisch untersucht haben. Aus der klinischen Erfahrung hat sich ergeben, dass die Blutdrucksenkung in den ersten 6-8 Stunden 25 - 30 % des systolischen Ausgangsblutdruckes nicht überschreiten sollte. Bei einer zerebralen Beteiligung ist die Blutdrucksenkung besonders vorsichtig vorzunehmen, initial soll der Blutdruck nur um 15 % des Ausgangswertes gesenkt werden, um eine zentrale Hypoperfusion zu verhindern. Die optimale Einstellung kann dann langsam in den nächsten 24-48 Stunden erfolgen. Bei der intravenösen Gabe der Antihypertensiva soll die blutdruckkontrollierte Dauerinfusion bevorzugt werden, da sie mit weniger Komplikationen verbunden ist als eine wiederholte Bolusinjektion. Drei der international üblichen Substanzen (Nitroprussid-Natrium, Urapidil, Nifedipin) sind in Deutschland erhältlich, aufgrund fehlender Belege für ihre Wirksamkeit sind sie aber nicht für das Kindesalter zugelassen. <sup>144-152</sup>

Begrenzte Erfahrungen liegen für Bolusinjektionen von Clonidin, Hydralazin, Phentolamin, Enalapril und Furosemid bzw. für kontinuierliche Infusionen mit Urapidil und Nifedipin vor. Anwendungsempfehlungen von Seiten der Zulassungsbehörde liegt nur für Clonidin bei Jugendlichen, und bei Niereninsuffizienz bedingter Hypertonie zusätzlich für Furosemid vor (Tabelle 14). Esmolol hingegen ist nur zur Akuttherapie von Rhythmusstörungen zugelassen.


Trotz fehlender Zulassung wird von den Autoren die titrierte Dauerinfusion beim hypertensiven Notfall mit Urapidil als Medikament der ersten Wahl (0,5-4 mg/kg/h) und ggf. Nifedipin als Dauerinfusion (0,5-1 µg/kg/min) empfohlen.

<b>Tabelle 14: Intravenöse Antihypertonika laut Fachinformation (Stand 07/2013)</b>						
<b>Arzneistoffklasse</b>	<b>Wirkstoff</b>	<b>Altersgruppe / Gewichtsklasse</b>	<b>Dosierung Dosierungsintervall Applikationsart</b>	<b>Maximale Tagesdosis</b>	<b>Anwendungshinweise für Patienten &lt; 18 Jahre nach Fachinformation</b>	<b>Weitere Wirkstoff spezifischen Dosishinweise und Kommentare</b>
<b>Calciumkanalblocker</b>	Nifedipin	-	-	-	Nein	Es wurden antihypertensive Wirkungen von Nifedipin gezeigt, aber Dosierungsempfehlungen, Langzeitdaten zur Unbedenklichkeit und zu Auswirkungen auf das kardiovaskuläre System wurden nicht untersucht.
	Nicardipin	-	-	-	Nein	EMA: Keine klinischen Studien bei Kindern, daher bei Kindern nur mit äußerster Vorsicht anzuwenden
	Clevidipin	-	-	-	Nein	Sicherheit und Wirksamkeit bei Kindern <18 Jahren nicht untersucht
<b>Alpha-1 Rezeptoren-Blocker</b>	Urapidil	-	-	-	Nein	Es liegen keine Untersuchungen bei Kindern vor. <i>Auch für Erwachsene keine FDA-Zulassung in den USA</i>
<b>Beta-Rezeptorenblocker</b>	Esmolol	Ab 12 Jahre	Start: 500 µg/kg/min Erhalt: 50 µg/kg/min i.v. unverdünnt	Max. Erhaltungsdosis i.v. 200 µg/kg/min	Ja	Nur zur Akuttherapie von Arrhythmien, insbesondere wenn eine arterielle Hypertonie vorliegt. Maximal 24 Stunden. Parallel Start eines Alternativmedikamentes. Bei Kindern unter 12 Jahren wurde weder



						Wirksamkeit noch Anwendungssicherheit durch Ergebnisse klinischer Studien belegt.
<b>Diuretika</b>	Furosemid	unter 15 Jahre  ab 15 Jahre	0,5mg/kg pro Tag; i.v. mittlere Tagesdosis  20-40mg als Einzeldosis; nach Behandlungserfolg; i.v.	1mg/kg pro Tag; i.v.  1500 mg pro Tag, i.v. bei akutem Nierenversagen	Ja	Nur in Kombination mit anderen Maßnahmen, nur ausnahmsweise bei lebensbedrohlichen Zuständen und nur dann, wenn eine orale Anwendung nicht möglich oder wirksam ist
<b>Zentrale Alpha-2-adrenerge Agonisten</b>	Clonidin	12-18 Jahre ab 50kg	75-150µg; bis zu 4xtgl.; s.c. und i.m. unverdünnt, i.v. verdünnt	0,6mg; pro Tag; i.v.	Ja	
<b>Vasodilatoren</b>	Glycerol-trinitrat	-	-	-	Nein	Wirksamkeit bei Kindern zweifelhaft
	Dihydralazin	-	-	-	Nein	Keine Dosisempfehlung für Kinder
	Isosorbid-dinitrat	-	-	-	Nein	Keine Indikation als Blutdrucksenker Keine Informationen für Kinder und Jugendliche
	Nitroprussid				Nein	Sicherheit und Wirksamkeit bei Kindern und Jugendlichen bisher nicht erwiesen, cave Cyanid-Intoxikation

Im Falle einer hypertensiven Krise mit nur geringer klinischer Symptomatik wie Schwindel oder Kopfschmerzen ohne Hinweise auf Organschädigungen kann auch eine akute orale Therapie eingeleitet werden. Hierzu sind Nifedipin, Isradipin, Captopril, Clonidin oder Minoxidil geeignet. Die Gefahr von unkontrollierten Blutdruckabfällen muss bedacht werden, deshalb ist es ratsam, die Therapie mit niedrigen Dosen der Medikamente, besonders der Kalziumantagonisten, zu starten.

<b>Empfehlung 7 Leitlinie Hypertonie</b>	
<b>Therapie des hypertensiven Notfalls</b>	
Die intravenöse Therapie soll auf der Intensivstation unter Kontrolle der Vitalfunktionen möglichst inklusive invasiver Blutdruckmessung erfolgen. Dauerinfusionen sollen gegenüber Bolusgaben bevorzugt werden.	
Trotz fehlender Zulassung wird von den Autoren die titrierte Dauerinfusion beim hypertensiven Notfall mit Urapidil als Medikament der ersten Wahl und ggf. Nifedipin als Dauerinfusion empfohlen.	
Die Blutdrucksenkung sollte in den ersten 6-8 Stunden 25-30% des Ausgangsblutdruckwertes nicht überschreiten; bei zerebralen Symptomen sollten 15% nicht überschritten werden.	

## 9. Verlauf, Prognose

### 9.1 Nachsorge

Unter der Pharmakotherapie ist eine regelmäßige Kontrolle der Blutdruckeinstellung notwendig. Die Blutdruckselbstmessung ist bei älteren Kindern und Jugendlichen die Methode der Wahl. Eine ambulante 24-h-Blutdruckmessung sollte ergänzend mindestens jährlich durchgeführt werden. Eine intermittierende Überwachung der nächtlichen Blutdruckeinstellung mittels Langzeitblutdruckmessung sollte bei allen sekundären Hypertonieformen und bei Diabetes mellitus als Begleiterkrankung erfolgen. Zusätzlich empfiehlt sich, besonders bei Diuretikagabe, die Plasmaelektrolyte, Albumin im Urin und das Serumkreatinin, eventuell auch die GFR bei chronischer Niereninsuffizienz zu bestimmen. Mittels entsprechender Bildgebungsverfahren renaler und vaskulärer Veränderungen können Endorganschäden frühzeitig erfasst werden.

Bei längerfristiger guter Einstellung des Blutdruckes und gut umgesetzten Lebensstiländerungen, besonders einer Gewichtsreduktion, kann in individueller Absprache versucht werden, die Dosis der Pharmaka zu reduzieren oder diese letztendlich auch abzusetzen. In solchen eher seltenen Fällen bedarf es aber einer lebenslangen Nachbeobachtung des Blutdrucks wegen des erhöhten

Hypertonierisikos dieser Kinder - generell mit Blutdruckselbstmessung, ergänzend mit Langzeit-Blutdruckmessung.

Auch ohne Endorganschäden sollte jährlich ein Screening hierauf durchgeführt werden (Tabelle 15).

<b>Tabelle 15: Langzeitüberwachung</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Häusliche Blutdruckmessungen</li><li>• Ambulante 24-h-Blutdruckmessung mind. jährlich</li><li>• Screening auf Endorganschäden (mind. jährlich):<ul style="list-style-type: none"><li>○ Blutentnahme: Kreatinin, Harnstoff</li><li>○ Urin: Urin-Stix (cave Mikroalbuminurie)</li><li>○ Augenarzt: Fundus hypertonicus</li><li>○ Echokardiographie: linksventrikuläre Hypertrophie, Erweiterung des linken Vorhofs</li></ul></li></ul>

Die Patienten bedürfen einer lebenslangen medizinischen Betreuung.

Bei Patienten mit hoch-normalen Blutdruckwerten oder einer Praxishypertonie soll auch ohne medikamentöse Therapie zunächst halbjährlich, später mindestens jährlich der Blutdruck überwacht werden.

## **9.2 Belastbarkeit, Sport und Reise**

Die Teilnahme am Freizeit- oder Leistungssport ist bei stabil eingestelltem Blutdruck ohne Endorganschäden nicht nur erlaubt, sondern auch erwünscht. Bei Vorliegen einer Hypertonie Grad 2 sollen Sportarten bzw. Trainingsformen mit hoher statischer Belastung vermieden werden. Bei Vorliegen von Endorganschäden ist eine individuelle Beratung notwendig. Es bestehen keine Einschränkungen in der Reisetauglichkeit.

## **9.3. EMAH Erwachsene mit angeborenen Herzfehlern**

Der arterielle Blutdruck kann sich bei Patienten mit angeborenen Herzfehlern im Laufe des Lebens wie bei allen anderen Patienten erhöhen und im Alter pathologische Werte erreichen. In diesen Fällen unterscheidet sich das Vorgehen zur Hypertonieprävention und –therapie nicht von dem Vorgehen bei anderen Erwachsenen mit arteriellem Hypertonus.

Anders verhält es sich allerdings bei Patienten mit Aortenisthmusstenose oder Marfan-Syndrom. Bei einer operativ korrigierten Aortenisthmusstenose ist es zur Früherkennung eines Rezidivs angezeigt, den Blutdruck regelmäßig (jährlich) zu

überwachen und therapeutisch im normalen Bereich zu halten. Bei der Diagnostik ist zu beachten, dass nicht selten im Langzeitverlauf eine maskierte Hypertonie vorliegt (bis zu 45% der Betroffenen) und deshalb die Praxismessung falsch niedrig sein kann. Zur korrekten Blutdruckmessung wird deshalb eine ABDM über 24 Stunden am rechten Arm empfohlen.<sup>1</sup> Beim Marfan-Syndrom ist der Blutdruck stets im optimalen Bereich zu halten, das heißt bei unkomplizierter Form systolisch unter 120 mmHg und bei Dissektionsanamnese unter 110 mmHg. Wenn diese Ziele nicht durch Lebensstiländerungen erreicht werden können, sollte eine medikamentöse Therapie (Medikament der ersten Wahl: Betablocker; 2. Wahl: Angiotensin-Rezeptor-Blocker) eingeleitet werden.<sup>153, 154</sup>

### **9.3.1 Schwangerschaft**


Patientinnen mit arterieller Hypertonie müssen bezüglich einer Schwangerschaft beraten werden da einige Blutdruckmedikamente ein teratogenes Potential (ACE-Inhibitoren, AT1-Rezeptorblocker) aufweisen, andere die Plazentadurchblutung (z. B. Diuretika) beeinträchtigen. Empfohlen werden Methyldopa und Ca-Antagonisten, eventuell noch  $\beta_1$ -selektive Betarezeptorenblocker. Ferner besteht das Risiko zur Exazerbation der Hypertonie während der Schwangerschaft. Das Risiko für Mutter und Kind ist erhöht. Für nähere Informationen wird auf die aktuelle Hypertonie-Leitlinie der European Society of Cardiology verwiesen.<sup>3</sup>

### **9.4 Soziale Aspekte**

Jugendliche Hypertoniker, die vor der Berufswahl stehen, sollten arbeitsbeziehungsweise sozialmedizinisch beraten werden. Ungünstig für Hypertoniker sind Arbeiten mit Absturzgefahr, in großer Hitze oder Kälte, mit anhaltender Lärmexposition oder anhaltenden statischen Kraftbelastungen. Arbeit in Wechselschicht kann vom Hypertoniker absolviert werden, wenn seine Blutdruckwerte gut eingestellt sind. Im Gegensatz zu einer Früh- oder Spätschicht gilt eine Nachtschichttätigkeit (auch im 24-Std.-Dienst) als deutlich gesundheitsgefährdender und sollte deshalb gemieden werden. Für therapeutisch nicht gut eingestellte Hypertoniker besteht eine Nachtschicht-Untauglichkeit. Im öffentlichen Dienst ist für einen manifesten, behandelten Hypertoniker oft nur die Beschäftigung als Angestellter und nicht als Beamter möglich. Bei der Polizei bedingt eine manifeste Hypertonie eine Dienstuntauglichkeit und lässt eine Einstellung in der Regel nicht zu. Auch bei Piloten,

Tauchern, Lokführern und anderen Berufen gelten Sonderregelungen! Diese Sonderregelungen sind nicht einheitlich und unterliegen einem permanenten Wandel. Generell ist die Einstellbarkeit der Hypertonie ein wichtiges Kriterium, das das berufliche Risiko der Hypertonie erheblich beeinflusst. Daher sollte die Hypertonie bei Jugendlichen nach neuesten Erkenntnissen gesichert und optimal therapiert sein. Als Konsequenz ergibt sich, dass der jugendliche Hypertoniker sich trotz optimaler Therapie vor der Berufswahl sozial- oder arbeitsmedizinisch beraten lassen sollte.<sup>155-</sup>

160

<b>Empfehlung 8 Leitlinie Hypertonie</b>		
<b>Arterielle Hypertonie des Jugendlichen</b>		
Der jugendliche Hypertoniker sollte sich trotz optimaler Therapie vor der Berufswahl sozial- oder arbeitsmedizinisch beraten lassen		

## 10. Prävention

Zur primären Prävention der Hypertonie sind alle nicht-medikamentösen Therapiemaßnahmen zum Lebensstil und Ernährung für die Allgemeinbevölkerung empfohlen. Die Blutdruckmessung zum Screening sowie die regelmäßige Messung bei Risikogruppen dienen der Früherkennung der arteriellen Hypertonie. Die Blutdruckmessungen sollten in die U-Untersuchungen ab 3 Jahren integriert werden. Die optimale Therapie der Grunderkrankung dient der Vorbeugung sekundärer Hypertonieschäden.

## 11. Durchführung der Diagnostik und Therapie

Koordinierung und Durchführung der Diagnostik durch einen Arzt für Kinder- und Jugendmedizin mit Schwerpunktbezeichnung „Kinder- und Jugend-Kardiologie“ und/oder Zusatzbezeichnung „Kinder- und Jugend-Nephrologie“; bei Erwachsenen mit angeborenen Herzfehlern durch einen Arzt mit Zusatzbezeichnung „Spezielle Kardiologie für Erwachsene mit angeborenen Herzfehlern (EMAH)“ bzw. einen EMAH-zertifizierten Arzt.

Therapeutische Maßnahmen obliegen der Verantwortung eines Arztes für Kinder- und Jugendmedizin mit Schwerpunktbezeichnung „Kinder- und Jugend-Kardiologie“ und/oder Zusatzbezeichnung „Kinder- und Jugend-Nephrologie“, eines Arztes mit

Zusatzbezeichnung „Spezielle Kardiologie für Erwachsene mit angeborenen Herzfehlern“ bzw. eines EMAH-zertifizierten Arztes bzw. eines Herzchirurgen mit Zertifikat „Chirurgie angeborener Herzfehler“.

## Anhang 1:

<b>Orale Antihypertensiva - Anwendungsempfehlungen für Kinder laut deutscher Fachinformation (Stand 06/2020)</b>						
<b>Arzneistoff-klasse</b>	<b>Wirkstoff</b>	<b>Altersgruppe / Gewichtsklasse</b>	<b>Einzeldosierung Dosierungsintervall Applikationsart</b>	<b>Maximale Tagesdosis</b>	<b>Anwendungsempfehlung für Patienten &lt; 18 Jahre</b>	<b>Weitere Wirkstoff spezifischen Dosishinweise und Kommentare</b>
<b>ACE-Hemmstoffe</b>	<b>Benazepril</b>	7-16 Jahre und $\geq 25$ kg	0,2 mg/kg; 1xtäglich; oral	10 mg	Ja	Nicht ausreichende Daten bei $GFR < 30$ ml/min/1,73m <sup>2</sup>
	<b>Captopril</b>	0-12 Monate  12 Monate bis 18 Jahre	0,15 mg/kg; 3xtäglich; oral  0,3 mg/kg; 3xtäglich; oral	Keine maximale Tagesdosis angegeben  Dosis und Dosierungsintervall sollten individuell an das Ansprechen angepasst werden	Ja	Die Wirksamkeit und Verträglichkeit von Captopril sind nicht vollständig ermittelt. Die Anwendung von Captopril bei Kindern sollte unter sorgfältiger medizinischer Überwachung begonnen werden.  <i>In den USA FDA-Warnhinweis bei &lt;1 Jahr für alle ACE-Inhibitoren</i>
	Cilazapril	-	-	-	Nein	<18 Jahren nicht untersucht
	<b>Enalapril</b>	6-18 Jahre von 20-49 kg  6-18 Jahre, ab 50 kg	2,5 mg; 1xtäglich.; oral  5 mg; 1xtäglich.; oral	20mg  40mg	Ja	Enalapril wird nicht für Neugeborene und pädiatrische Patienten mit einer glomerulären Filtrationsrate $< 30$ ml/min/1,73 m <sup>2</sup> empfohlen, da keine entsprechenden Daten dazu vorliegen
	Fosinopril	(ab 50 kg)	(5-10 mg; 1xtäglich; oral)	(10 mg)	Nein	Bei Kindern und Jugendlichen nicht empfohlen  <i>US-Zulassung der FDA ab 50 kg</i>
	<b>Lisinopril</b>	6-16 Jahre und 20 bis <50 kg  6-16 Jahre und >50 kg	2,5 mg; 1xtäglich; oral  5 mg; 1xtäglich; oral	20mg  40mg	Ja	Bei Kindern mit einer verminderten Nierenfunktion sollte eine geringere Anfangsdosis oder ein verlängertes Dosisintervall in Betracht gezogen werden. Die Anwendung von Lisinopril wird bei Kindern unter 6 Jahren oder bei Kindern mit schwerer Nierenschädigung ( $GFR < 30$ ml/min/1,73m <sup>2</sup> ) nicht empfohlen
	Quinapril					Bei Kindern nicht eindeutig wirksam
	Ramipril	-	-	-	Nein	Vorliegende Studienergebnisse bisher nicht ausreichend (Wirksamkeit, Unbedenklichkeit)
	Trandolapril	-	-	-	Nein	nicht untersucht

<b>Arzneistoff- klasse</b>	<b>Wirkstoff</b>	<b>Alters- gruppe / Gewichts- klasse</b>	<b>Einzel- dosierung Dosierungs- intervall Applikationsart</b>	<b>Maximale Tagesdosis</b>	<b>Anwendungs- empfehlung für Patienten &lt; 18 Jahre</b>	<b>Weitere Wirkstoff spezifischen Dosishinweise und Kommentare</b>
<b>AT1-Rezeptor- antagonisten</b>	<b>Candesartan</b>	6-18 Jahre und <50 kg	4 mg; 1xtäglich; oral	8 mg	Ja	Kinder <1 Jahr kontraindiziert, Kinder 1-5 Jahre Sicherheit und Wirksamkeit bisher nicht erwiesen Kinder mit intravaskulärem Volumenmangel (z.B. unter Diuretika-Therapie) nur unter sorgfältiger Überwachung bei Behandlungsbeginn
		6-18 Jahre und ≥50 kg	4 mg; 1xtäglich; oral	16 mg		
	<b>Losartan</b>	6-16 Jahre und 20-50 kg	25 mg; 1xtäglich; oral	25-50mg	Ja	Keine Anwendung bei einer glomerulären Filtrationsrate unter 30ml/min/1,73m <sup>2</sup> , auch nicht bei eingeschränkter Leberfunktion
		6-16 Jahre und >50 kg	50 mg; 1xtäglich; oral	100mg, bzw. 1,4 mg/kg		
	<b>Olmesartan</b>	6-18 Jahre	10 mg, 1xtäglich, oral	< 35 kg: 20 mg > 35 kg: 40 mg	Ja	Kinder < 1 Jahr kontraindiziert. 2-5 Jahre kein Wirksamkeitsnachweis.
	<b>Valsartan</b>	6-18 Jahre 18-35 kg	40 mg; 1xtäglich; oral	80mg	Ja	Keine Anwendung bei einer Kreatininclearance unter 30ml/min/1,73m <sup>2</sup> , bei Dialysepatienten. Bei leichter bis mittelschwerer Leberinsuffizienz sollte die Dosis von 80mg Valsartan nicht überschritten werden; kontraindiziert bei schwerer Leberinsuffizienz, Leberzirrhose und bei Patienten mit Cholestase.
		6-18 Jahre 35-80kg	80 mg; 1xtäglich; oral	160mg		
		6-18 Jahre 80 bis 160kg	80 mg; 1xtäglich; oral	320mg		
	Irbesartan Telmisartan	-	-	-	Nein	Bei Kindern nicht eindeutig wirksam
	Azilsartan Eprosartan	-	-	-	Nein	Fehlende Daten
<b>Calciumkanal- blocker (1,4-Dihydro- pyridine)</b>	<b>Amlodipin</b>	6-17 Jahre	2,5 mg; 1xtäglich; oral	5mg	Ja	Dosierungen höher als 5mg wurden bei pädiatrischen Patienten nicht untersucht
	Nifedipin	-	-	-	Nein	Es wurden antihypertensive Wirkungen von Nifedipin gezeigt, aber Dosierungsempfehlungen, Langzeitdaten zur Unbedenklichkeit und zu Auswirkungen auf das kardiovaskuläre System wurden nicht untersucht.
	Felodipin	-	-	-	Nein	Keine antihypertensive Wirkung nachweisbar. Langzeitwirkung nicht untersucht.
	Manidipin	-	-	-	Nein	Kontraindiziert bei Kindern.
	Isradipin Nimodipin Nitrendipin Lercanidipin	-	-	-	Nein	Wirksamkeit und Sicherheit nicht erwiesen. Bei Kindern keine Daten.
(Benzthiazepine)	Diltiazem	-	-	-	Nein	Keine Angaben zu Kindern
(Phenylalkamine)	Verapamil	-	-	-	Nein	Anwendungsempfehlung bei Kindern nur für Arrhythmien



<b>Arzneistoff- klasse</b>	<b>Wirkstoff</b>	<b>Alters- gruppe / Gewichts- klasse</b>	<b>Einzelosierung Dosierungs- intervall Applikationsart</b>	<b>Maximale Tagesdosis</b>	<b>Anwendungs- empfehlung für Patienten &lt; 18 Jahre</b>	<b>Weitere Wirkstoff spezifischen Dosishinweise und Kommentare</b>
<b>Nicht-Selektive Betarezeptoren- blocker</b>	Propranolol	-	-	-	Nein	Anwendungsempfehlung nicht bei arterieller Hypertonie sondern in der Indikation Arrhythmien bei Kindern und Jugendlichen
	Carvedilol	-	-	-	Nein	Keine Erfahrung bei Kindern
<b>Selektive Betarezeptoren- blocker</b>	Atenolol Bisoprolol Nebivolol Metoprolol- tartrat	-	-	-	Nein	Keine Erfahrung bei Kindern
	Metoprolol- succinat	ab 6 Jahre	0,48 mg/kg; 1xtäglich; oral	1,90 mg/kg oder 190 mg	Ja	Cave: Phäochromozytom, Diabetes mellitus
<b>Diuretika (Thiazide)</b>	Hydrochloro- thiazid	-	-	-	Nein	Keine Erfahrung bei Kindern
	Xipamid	-	-	-	Nein	Keine Erfahrung bei Kindern
(Thiazid-ähnliche)	Chlortalidon	-	-	-	Nein	Keine Erfahrung bei Kindern
	Indapamid	ab 12 Jahre	2,5 mg; 1xtäglich, oral	2,5 mg	Ja	Keine Erfahrung bei Kindern unter 12 Jahren Dosissteigerung bringt keine weiteren Effekte auf den Blutdruck
	Indapamid retard	-	-	-	Nein	Keine Erfahrung bei Kindern unter 18 Jahren bei der 1,5 mg Retardtablette
(Schleifen- diuretika)	Furosemid	unbegrenzt	1-2 mg/kg; 1xtäglich; oral	40mg	Ja	Besonderer Warnhinweis: Frühgeborenen (Gefahr der Entwicklung einer Nephrokalzinose / Nephrolithiasis; Nierenfunktionskontrolle, Nierensonographie)
	Toraseamid	ab 12 Jahre	2,5 mg, 1xtäglich; oral	5 mg	Ja	Über 5 mg keine weitere Blutdrucksenkung zu erwarten
(Aldosteron- Antagonisten)	Spironolacton	-	-	-	Nein	Keine Indikation bei arterieller Hypertonie, sondern bei Ödemen für Kinder
	Eplerenon	-	-	-	Nein	Keine Blutdrucksenkung bei Kindern
<b>Alpha-1- Rezeptoren- blocker</b>	Doxazosin	-	-	-	Nein	Keine Erfahrung bei Kindern
	Prazosin	12-18 Jahre	0,5 mg; 2-3xtgl.; oral	20 mg	Ja	CAVE: First dose Phänomen, nach erster Dosis sollte der Patient einige Stunden liegen
	Urapidil	-	-	-	Nein	Nicht ausreichende Erkenntnisse
<b>Zentrale Alpha- 2-adrenerge Agonisten</b>	Clonidin	12-18 Jahre ab 50kg	75 µg; 2xtäglich; oral	300 µg; 3x täglich	Ja	Nicht bei Phäochromozytom
<b>Reninanta- gonisten</b>	Aliskiren	-	-	-	Nein	Keine Daten zur Wirksamkeit und Unbedenklichkeit vorliegend
<b>Vasodilatoren</b>	Isosorbid- dinitrat	-	-	-	Nein	Keine Informationen für Kinder
	Dihydralazin	-	-	-	Nein	Keine Erfahrung bei Kindern
	Minoxidil	12 Monate bis 12 Jahre	0,1 mg/kg; 1-2xtgl oral	50mg	Ja	Nur bei schwerer Hypertonie mit Endorganschäden, bei

		12-18 Jahre	5mg; 1-2xtgl.; oral	100mg		denen andere Behandlungsmethoden versagt haben Die Therapie muss mit einer ausreichenden diuretischen Behandlung unterstützt werden, um einen ausgeglichenen Salz- und Wasserhaushalt bei allen Nichtdialysepatienten zu gewährleisten; bei Patienten mit schweren Nierenfunktionsstörungen, Kreatininclearance <30ml/min) oder bei Dialysepatienten kann die erforderliche Dosis geringer sein
--	--	----------------	------------------------	-------	--	--

*In kursiv: abweichende Dosierungen und Kommentare der US-Zulassung (FDA); bei fehlender Zulassung in Deutschland handelt es sich um einen off-label-use in Deutschland*

**Substanznamen in Fett sind Antihypertensiva der ersten Wahl**

**Anhang 2:** Normwerte für die oszillometrische Blutdruckmessung (modifiziert und ergänzt nach<sup>4</sup>)

Alter	Größe	P50	P75	P90	P95	P99
<b>Jungen 3,5 Jahre</b>	92 cm	95 / 57	100 / 62	105 / 66	108 / 68	115 / 73
	94 cm	95 / 58	101 / 62	106 / 66	109 / 69	115 / 73
	95 cm	96 / 58	101 / 62	106 / 66	109 / 69	115 / 73
	96 cm	96 / 58	101 / 63	106 / 67	109 / 69	115 / 74
	98 cm	96 / 58	101 / 63	106 / 67	109 / 69	116 / 74
	101 cm	96 / 59	102 / 63	107 / 67	110 / 70	116 / 75
	104 cm	97 / 59	102 / 64	107 / 68	110 / 70	117 / 75
	106 cm	97 / 59	102 / 64	107 / 68	111 / 71	117 / 75
	108 cm	97 / 59	103 / 64	108 / 68	111 / 71	117 / 76
	109 cm	97 / 60	103 / 64	108 / 69	111 / 71	117 / 76
<b>4,5 Jahre</b>	110 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 69	111 / 71	118 / 76
	98 cm	95 / 58	100 / 62	105 / 66	108 / 69	115 / 73
	100 cm	96 / 58	101 / 63	106 / 67	109 / 69	115 / 74
	101 cm	96 / 58	101 / 63	106 / 67	109 / 69	115 / 74
	103 cm	96 / 59	101 / 63	106 / 67	109 / 69	115 / 74
	105 cm	96 / 59	102 / 63	106 / 67	110 / 70	116 / 74
	108 cm	97 / 59	102 / 64	107 / 68	110 / 70	116 / 75
	111 cm	97 / 60	102 / 64	107 / 68	111 / 71	117 / 75
	114 cm	98 / 60	103 / 64	108 / 69	111 / 71	117 / 76
	115 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 69	111 / 71	118 / 76
<b>5,5 Jahre</b>	116 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 69	111 / 71	118 / 76
	118 cm	98 / 60	104 / 65	109 / 69	112 / 72	118 / 76
	104 cm	96 / 59	101 / 63	106 / 67	109 / 69	115 / 74
	106 cm	96 / 59	101 / 63	106 / 67	109 / 70	115 / 74
	107 cm	96 / 59	101 / 63	106 / 67	109 / 70	115 / 74
	109 cm	97 / 59	102 / 64	106 / 68	109 / 70	116 / 74
	111 cm	97 / 59	102 / 64	107 / 68	110 / 70	116 / 75
	115 cm	98 / 60	103 / 64	107 / 68	111 / 71	117 / 75
	118 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 69	111 / 71	117 / 76
	121 cm	98 / 60	104 / 65	109 / 69	112 / 72	118 / 76
<b>6,5 Jahre</b>	123 cm	99 / 61	104 / 65	109 / 69	112 / 72	118 / 76
	124 cm	99 / 61	104 / 65	109 / 69	112 / 72	118 / 76
	126 cm	99 / 61	104 / 66	109 / 70	113 / 72	119 / 77
	110 cm	97 / 59	102 / 64	106 / 68	109 / 70	115 / 74
	112 cm	97 / 60	102 / 64	107 / 68	110 / 70	116 / 75
	113 cm	97 / 60	102 / 64	107 / 68	110 / 70	116 / 75
	115 cm	97 / 60	102 / 64	107 / 68	110 / 70	116 / 75
	118 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 68	111 / 71	117 / 75
	121 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 69	111 / 71	118 / 76
	125 cm	99 / 61	104 / 65	109 / 69	112 / 72	118 / 76
<b>7,5 Jahre</b>	128 cm	100 / 61	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 77
	130 cm	100 / 61	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 77
	131 cm	100 / 61	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 77
	133 cm	100 / 62	106 / 66	111 / 70	114 / 73	120 / 77
	116 cm	98 / 60	102 / 64	107 / 68	110 / 71	116 / 75
	118 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 68	111 / 71	117 / 75
	119 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 69	111 / 71	117 / 75
	121 cm	98 / 61	103 / 65	108 / 69	111 / 71	117 / 76
	124 cm	99 / 61	104 / 65	109 / 69	112 / 72	118 / 76
	128 cm	100 / 61	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 76
135 cm	101 / 62	106 / 66	111 / 70	114 / 73	120 / 77	
137 cm	101 / 62	106 / 67	111 / 71	114 / 73	121 / 77	
138 cm	102 / 62	107 / 67	112 / 71	115 / 73	121 / 78	
141 cm	102 / 62	107 / 67	112 / 71	115 / 73	122 / 78	

Alter	Größe	P50	P75	P90	P95	P99
Jungen 8,5 Jahre	121 cm	99 / 61	104 / 65	108 / 69	111 / 71	117 / 76
	123 cm	99 / 61	104 / 65	109 / 69	112 / 72	118 / 76
	124 cm	99 / 61	104 / 65	109 / 69	112 / 72	118 / 76
	126 cm	100 / 61	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 76
	130 cm	100 / 62	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 77
	134 cm	101 / 62	106 / 66	111 / 70	114 / 73	120 / 77
	138 cm	102 / 62	107 / 67	112 / 71	115 / 73	121 / 78
	141 cm	102 / 63	108 / 67	113 / 71	116 / 74	122 / 78
	143 cm	103 / 63	108 / 67	113 / 71	116 / 74	122 / 78
	145 cm	103 / 63	108 / 67	113 / 72	116 / 74	123 / 78
	147 cm	104 / 63	109 / 68	114 / 72	117 / 74	123 / 79
9,5 Jahre	125 cm	100 / 62	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 77
	128 cm	100 / 62	105 / 66	110 / 70	113 / 73	120 / 77
	129 cm	101 / 62	106 / 66	111 / 70	114 / 73	120 / 77
	131 cm	101 / 62	106 / 67	111 / 71	114 / 73	120 / 77
	135 cm	102 / 63	107 / 67	112 / 71	115 / 73	121 / 78
	139 cm	102 / 63	108 / 67	113 / 71	116 / 74	122 / 78
	143 cm	103 / 63	109 / 68	114 / 72	117 / 74	123 / 79
	147 cm	104 / 64	109 / 68	114 / 72	118 / 74	124 / 79
	149 cm	105 / 64	110 / 68	115 / 72	118 / 75	125 / 79
	151 cm	105 / 64	110 / 68	115 / 72	119 / 75	125 / 79
	154 cm	105 / 64	111 / 69	116 / 73	119 / 75	126 / 80
10,5 Jahre	129 cm	101 / 63	106 / 67	111 / 71	114 / 73	121 / 78
	132 cm	102 / 63	107 / 67	112 / 71	115 / 74	121 / 78
	133 cm	102 / 63	107 / 67	112 / 71	115 / 74	122 / 78
	136 cm	102 / 63	108 / 68	113 / 72	116 / 74	122 / 78
	140 cm	103 / 63	109 / 68	114 / 72	117 / 74	123 / 79
	144 cm	104 / 64	110 / 68	115 / 72	118 / 75	124 / 79
	149 cm	105 / 64	111 / 69	116 / 73	119 / 75	126 / 80
	153 cm	106 / 64	111 / 69	117 / 73	120 / 76	127 / 80
	155 cm	107 / 65	112 / 69	117 / 73	121 / 76	127 / 80
	157 cm	107 / 65	112 / 69	118 / 73	121 / 76	128 / 80
	160 cm	108 / 65	113 / 70	118 / 74	122 / 76	128 / 81
11,5 Jahre	133 cm	102 / 64	108 / 68	113 / 72	116 / 74	123 / 79
	136 cm	103 / 64	109 / 68	114 / 72	117 / 75	124 / 79
	137 cm	104 / 64	109 / 68	114 / 72	117 / 75	124 / 79
	140 cm	104 / 64	110 / 69	115 / 73	118 / 75	125 / 80
	144 cm	105 / 64	111 / 69	116 / 73	119 / 75	126 / 80
	149 cm	106 / 65	112 / 69	117 / 73	120 / 76	127 / 80
	154 cm	107 / 65	113 / 70	118 / 74	122 / 76	129 / 81
	159 cm	108 / 65	114 / 70	119 / 74	123 / 77	130 / 81
	162 cm	109 / 66	115 / 70	120 / 74	124 / 77	130 / 82
	163 cm	109 / 66	115 / 70	120 / 75	124 / 77	131 / 82
	167 cm	110 / 66	116 / 71	121 / 75	125 / 77	132 / 82
12,5 Jahre	137 cm	104 / 65	110 / 69	115 / 73	119 / 76	125 / 80
	140 cm	105 / 65	111 / 69	116 / 73	120 / 76	126 / 81
	142 cm	106 / 65	111 / 69	117 / 74	120 / 76	127 / 81
	145 cm	106 / 65	112 / 70	117 / 74	121 / 76	128 / 81
	150 cm	107 / 65	113 / 70	119 / 74	122 / 77	129 / 81
	155 cm	109 / 66	114 / 70	120 / 75	124 / 77	131 / 82
	161 cm	110 / 66	116 / 71	121 / 75	125 / 78	132 / 82
	166 cm	111 / 66	117 / 71	123 / 75	126 / 78	134 / 83
	169 cm	112 / 67	118 / 71	123 / 76	127 / 78	134 / 83
	171 cm	112 / 67	118 / 71	124 / 76	128 / 78	135 / 83
	174 cm	113 / 67	119 / 72	125 / 76	129 / 79	136 / 83

Alter	Größe	P50	P75	P90	P95	P99
Jungen 13,5 Jahre	143 cm	107 / 66	113 / 70	118 / 74	122 / 77	129 / 82
	147 cm	108 / 66	114 / 71	119 / 75	123 / 77	130 / 82
	149 cm	108 / 66	114 / 71	120 / 75	124 / 77	131 / 82
	152 cm	109 / 66	115 / 71	121 / 75	124 / 78	132 / 82
	157 cm	110 / 66	116 / 71	122 / 75	126 / 78	133 / 83
	163 cm	112 / 67	118 / 72	124 / 76	127 / 78	135 / 83
	169 cm	113 / 67	119 / 72	125 / 76	129 / 79	137 / 84
	174 cm	114 / 67	121 / 72	127 / 77	130 / 79	138 / 84
	177 cm	115 / 68	121 / 73	127 / 77	131 / 79	139 / 84
	179 cm	116 / 68	122 / 73	128 / 77	132 / 80	140 / 85
14,5 Jahre	183 cm	116 / 68	123 / 73	129 / 77	133 / 80	141 / 85
	151 cm	110 / 67	116 / 72	122 / 76	126 / 78	134 / 83
	155 cm	111 / 67	117 / 72	123 / 76	127 / 79	135 / 84
	157 cm	111 / 67	118 / 72	124 / 76	128 / 79	135 / 84
	160 cm	112 / 67	119 / 72	125 / 76	129 / 79	136 / 84
	165 cm	114 / 68	120 / 72	126 / 77	130 / 79	138 / 84
	170 cm	115 / 68	121 / 73	128 / 77	132 / 80	140 / 85
	176 cm	116 / 68	123 / 73	129 / 78	133 / 80	141 / 85
	181 cm	118 / 69	124 / 74	131 / 78	135 / 81	143 / 86
	184 cm	118 / 69	125 / 74	131 / 78	136 / 81	144 / 86
15,5 Jahre	185 cm	119 / 69	125 / 74	132 / 78	136 / 81	144 / 86
	189 cm	120 / 69	126 / 74	133 / 79	137 / 81	145 / 86
	157 cm	113 / 68	120 / 73	126 / 77	130 / 80	138 / 85
	161 cm	114 / 68	121 / 73	127 / 77	131 / 80	139 / 85
	163 cm	115 / 68	121 / 73	128 / 78	132 / 80	140 / 85
	165 cm	115 / 68	122 / 73	128 / 78	133 / 80	141 / 85
	170 cm	117 / 69	123 / 74	130 / 78	134 / 81	142 / 86
	175 cm	118 / 69	125 / 74	131 / 79	136 / 81	144 / 86
	180 cm	119 / 69	126 / 74	133 / 79	137 / 82	146 / 87
	185 cm	120 / 70	127 / 75	134 / 79	138 / 82	147 / 87
16,5 Jahre	187 cm	121 / 70	128 / 75	135 / 80	139 / 82	148 / 87
	189 cm	122 / 70	129 / 75	135 / 80	140 / 82	148 / 88
	192 cm	122 / 70	129 / 75	136 / 80	141 / 83	149 / 88
	161 cm	116 / 69	123 / 74	129 / 79	134 / 81	142 / 86
	164 cm	117 / 69	124 / 74	130 / 79	135 / 82	143 / 87
	166 cm	117 / 70	124 / 75	131 / 79	135 / 82	144 / 87
	169 cm	118 / 70	125 / 75	132 / 79	136 / 82	145 / 87
	173 cm	119 / 70	126 / 75	133 / 80	137 / 82	146 / 87
	178 cm	120 / 70	128 / 75	135 / 80	139 / 83	148 / 88
	182 cm	122 / 71	129 / 76	136 / 80	140 / 83	149 / 88
17,5 Jahre	186 cm	123 / 71	130 / 76	137 / 81	142 / 84	151 / 89
	189 cm	124 / 71	131 / 76	138 / 81	143 / 84	152 / 89
	190 cm	124 / 71	131 / 77	138 / 81	143 / 84	152 / 89
	193 cm	125 / 72	132 / 77	139 / 81	144 / 84	153 / 89
	162 cm	118 / 70	125 / 76	132 / 80	137 / 83	146 / 88
	166 cm	119 / 71	126 / 76	133 / 80	138 / 83	147 / 88
	167 cm	119 / 71	127 / 76	134 / 81	138 / 83	147 / 88
	170 cm	120 / 71	128 / 76	135 / 81	139 / 84	148 / 89
	174 cm	121 / 71	129 / 76	136 / 81	141 / 84	150 / 89
	179 cm	123 / 72	130 / 77	138 / 82	142 / 84	151 / 90
183 cm	124 / 72	132 / 77	139 / 82	144 / 85	153 / 90	
187 cm	125 / 72	133 / 78	140 / 82	145 / 85	155 / 90	
189 cm	126 / 73	134 / 78	141 / 83	146 / 85	155 / 91	
191 cm	126 / 73	134 / 78	142 / 83	146 / 85	156 / 91	
194 cm	127 / 73	135 / 78	142 / 83	147 / 86	157 / 91	

Alter	Größe	P50	P75	P90	P95	P99
Mädchen 3,5 Jahre	91 cm	95 / 58	100 / 63	105 / 67	107 / 69	113 / 74
	93 cm	95 / 58	100 / 63	105 / 67	108 / 70	114 / 74
	94 cm	95 / 58	100 / 63	105 / 67	108 / 70	114 / 74
	95 cm	96 / 59	101 / 63	105 / 67	108 / 70	114 / 75
	97 cm	96 / 59	101 / 64	106 / 68	109 / 70	115 / 75
	100 cm	97 / 59	102 / 64	107 / 68	109 / 71	115 / 75
	102 cm	97 / 60	102 / 64	107 / 69	110 / 71	116 / 76
	105 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 69	111 / 72	117 / 76
	106 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 69	111 / 72	117 / 77
	107 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 69	111 / 72	117 / 77
	109 cm	98 / 61	104 / 65	109 / 70	112 / 72	118 / 77
4,5 Jahre	97 cm	95 / 59	100 / 63	105 / 67	108 / 70	113 / 74
	99 cm	95 / 59	100 / 63	105 / 67	108 / 70	114 / 74
	100 cm	96 / 59	101 / 64	105 / 68	108 / 70	114 / 75
	102 cm	96 / 59	101 / 64	106 / 68	109 / 70	114 / 75
	104 cm	96 / 60	102 / 64	106 / 68	109 / 71	115 / 75
	107 cm	97 / 60	102 / 64	107 / 69	110 / 71	116 / 76
	110 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 69	111 / 71	117 / 76
	113 cm	98 / 61	103 / 65	108 / 69	111 / 72	117 / 77
	114 cm	99 / 61	104 / 65	109 / 70	112 / 72	118 / 77
	115 cm	99 / 61	104 / 65	109 / 70	112 / 72	118 / 77
	117 cm	99 / 61	104 / 66	109 / 70	113 / 72	119 / 77
5,5 Jahre	104 cm	95 / 59	100 / 64	105 / 68	108 / 70	114 / 75
	106 cm	96 / 59	101 / 64	106 / 68	109 / 70	114 / 75
	107 cm	96 / 60	101 / 64	106 / 68	109 / 70	115 / 75
	108 cm	97 / 60	102 / 64	106 / 68	109 / 71	115 / 75
	111 cm	97 / 60	102 / 65	107 / 69	110 / 71	116 / 76
	114 cm	98 / 60	103 / 65	108 / 69	111 / 71	117 / 76
	117 cm	99 / 61	104 / 65	109 / 69	112 / 72	118 / 76
	120 cm	99 / 61	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 77
	122 cm	100 / 61	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 77
	123 cm	100 / 61	105 / 66	110 / 70	113 / 73	119 / 77
	125 cm	100 / 62	106 / 66	111 / 70	114 / 73	120 / 77
6,5 Jahre	109 cm	96 / 60	101 / 64	106 / 68	109 / 71	115 / 75
	111 cm	97 / 60	102 / 65	107 / 68	110 / 71	115 / 75
	112 cm	97 / 60	102 / 65	107 / 69	110 / 71	116 / 75
	114 cm	97 / 60	103 / 65	107 / 69	110 / 71	116 / 76
	117 cm	98 / 61	103 / 65	108 / 69	111 / 72	117 / 76
	121 cm	99 / 61	104 / 66	109 / 70	112 / 72	118 / 76
	124 cm	100 / 61	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 77
	127 cm	101 / 62	106 / 66	111 / 70	114 / 73	120 / 77
	129 cm	101 / 62	106 / 66	111 / 70	115 / 73	121 / 77
	130 cm	101 / 62	107 / 67	112 / 71	115 / 73	121 / 78
	132 cm	102 / 62	107 / 67	112 / 71	115 / 73	122 / 78
7,5 Jahre	114 cm	97 / 61	102 / 65	107 / 69	110 / 71	116 / 75
	116 cm	98 / 61	103 / 65	108 / 69	111 / 71	117 / 76
	118 cm	98 / 61	103 / 65	108 / 69	111 / 71	117 / 76
	120 cm	99 / 61	104 / 65	109 / 69	112 / 72	118 / 76
	123 cm	99 / 61	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 76
	127 cm	100 / 62	106 / 66	111 / 70	114 / 72	120 / 77
	130 cm	101 / 62	107 / 67	112 / 70	115 / 73	121 / 77
	133 cm	102 / 62	107 / 67	112 / 71	116 / 73	122 / 78
	135 cm	103 / 63	108 / 67	113 / 71	116 / 73	122 / 78
	137 cm	103 / 63	108 / 67	113 / 71	117 / 74	123 / 78
	139 cm	103 / 63	109 / 67	114 / 71	117 / 74	124 / 78

Alter	Größe	P50	P75	P90	P95	P99
<b>Mädchen 8,5 Jahre</b>	119 cm	98 / 61	104 / 66	108 / 69	111 / 72	117 / 76
	121 cm	99 / 62	104 / 66	109 / 70	112 / 72	118 / 76
	123 cm	99 / 62	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 76
	125 cm	100 / 62	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 77
	128 cm	101 / 62	106 / 66	111 / 70	114 / 73	120 / 77
	132 cm	102 / 62	107 / 67	112 / 71	115 / 73	121 / 78
	136 cm	103 / 63	108 / 67	113 / 71	116 / 74	123 / 78
	140 cm	104 / 63	109 / 68	114 / 72	118 / 74	124 / 78
	142 cm	104 / 63	110 / 68	115 / 72	118 / 74	124 / 79
	143 cm	105 / 63	110 / 68	115 / 72	119 / 74	125 / 79
146 cm	105 / 64	111 / 68	116 / 72	119 / 75	126 / 79	
<b>9,5 Jahre</b>	123 cm	100 / 62	105 / 66	110 / 70	113 / 72	119 / 77
	126 cm	100 / 62	106 / 67	111 / 70	114 / 73	120 / 77
	128 cm	101 / 62	106 / 67	111 / 71	114 / 73	120 / 77
	130 cm	101 / 63	107 / 67	112 / 71	115 / 73	121 / 77
	134 cm	102 / 63	108 / 67	113 / 71	116 / 73	122 / 78
	138 cm	103 / 63	109 / 68	114 / 71	117 / 74	123 / 78
	142 cm	105 / 64	110 / 68	115 / 72	118 / 74	125 / 79
	146 cm	105 / 64	111 / 68	116 / 72	120 / 75	126 / 79
	149 cm	106 / 64	112 / 68	117 / 72	120 / 75	127 / 79
	150 cm	106 / 64	112 / 69	117 / 73	121 / 75	127 / 79
153 cm	107 / 64	113 / 69	118 / 73	122 / 75	128 / 80	
<b>10,5 Jahre</b>	129 cm	101 / 63	107 / 67	112 / 71	115 / 73	121 / 78
	132 cm	102 / 63	108 / 67	113 / 71	116 / 74	122 / 78
	133 cm	103 / 63	108 / 67	113 / 71	116 / 74	123 / 78
	136 cm	103 / 63	109 / 68	114 / 72	117 / 74	123 / 78
	140 cm	104 / 64	110 / 68	115 / 72	118 / 74	124 / 79
	144 cm	105 / 64	111 / 68	116 / 72	119 / 75	126 / 79
	149 cm	106 / 64	112 / 69	117 / 73	121 / 75	127 / 79
	153 cm	107 / 65	113 / 69	119 / 73	122 / 75	128 / 80
	155 cm	108 / 65	114 / 69	119 / 73	123 / 76	129 / 80
	157 cm	108 / 65	114 / 69	120 / 73	123 / 76	130 / 80
160 cm	109 / 65	115 / 70	121 / 74	124 / 76	131 / 81	
<b>11,5 Jahre</b>	135 cm	104 / 64	109 / 68	114 / 72	117 / 74	124 / 78
	138 cm	104 / 64	110 / 68	115 / 72	118 / 74	125 / 79
	140 cm	105 / 64	110 / 68	115 / 72	119 / 75	125 / 79
	142 cm	105 / 64	111 / 69	116 / 72	119 / 75	126 / 79
	146 cm	106 / 64	112 / 69	117 / 73	121 / 75	127 / 80
	151 cm	107 / 65	113 / 69	118 / 73	122 / 76	128 / 80
	156 cm	109 / 65	114 / 70	120 / 74	123 / 76	130 / 80
	160 cm	110 / 65	115 / 70	121 / 74	124 / 76	131 / 81
	162 cm	110 / 66	116 / 70	122 / 74	125 / 76	132 / 81
	164 cm	111 / 66	116 / 70	122 / 74	125 / 77	132 / 81
167 cm	111 / 66	117 / 70	123 / 74	126 / 77	133 / 81	
<b>12,5 Jahre</b>	141 cm	106 / 65	111 / 69	117 / 73	120 / 75	126 / 79
	144 cm	106 / 65	112 / 69	117 / 73	121 / 75	127 / 80
	146 cm	107 / 65	112 / 69	118 / 73	121 / 75	128 / 80
	149 cm	107 / 65	113 / 69	118 / 73	122 / 76	128 / 80
	153 cm	108 / 65	114 / 70	119 / 74	123 / 76	129 / 81
	157 cm	109 / 66	115 / 70	121 / 74	124 / 76	131 / 81
	162 cm	110 / 66	116 / 70	122 / 74	125 / 77	132 / 81
	166 cm	111 / 66	117 / 71	123 / 75	126 / 77	133 / 82
	168 cm	112 / 67	118 / 71	124 / 75	127 / 77	134 / 82
	170 cm	112 / 67	118 / 71	124 / 75	127 / 78	134 / 82
173 cm	113 / 67	119 / 71	125 / 75	128 / 78	135 / 82	

Alter	Größe	P50	P75	P90	P95	P99
Mädchen 13,5 Jahre	146 cm	108 / 65	113 / 70	119 / 74	122 / 76	128 / 81
	149 cm	108 / 66	114 / 70	119 / 74	123 / 76	129 / 81
	150 cm	109 / 66	114 / 70	120 / 74	123 / 77	130 / 81
	153 cm	109 / 66	115 / 70	120 / 74	124 / 77	130 / 81
	157 cm	110 / 66	116 / 71	121 / 75	125 / 77	131 / 82
	161 cm	111 / 67	117 / 71	122 / 75	126 / 78	132 / 82
	166 cm	112 / 67	118 / 71	123 / 75	127 / 78	134 / 82
	170 cm	113 / 67	119 / 72	124 / 76	128 / 78	135 / 83
	172 cm	113 / 67	119 / 72	125 / 76	128 / 78	135 / 83
	174 cm	114 / 68	120 / 72	125 / 76	129 / 79	136 / 83
	177 cm	114 / 68	120 / 72	126 / 76	129 / 79	136 / 83
14,5 Jahre	149 cm	109 / 66	115 / 71	120 / 75	124 / 77	130 / 82
	152 cm	110 / 67	115 / 71	121 / 75	124 / 78	131 / 82
	153 cm	110 / 67	116 / 71	121 / 75	125 / 78	131 / 82
	156 cm	110 / 67	116 / 71	122 / 75	125 / 78	132 / 82
	159 cm	111 / 67	117 / 72	122 / 76	126 / 78	133 / 83
	164 cm	112 / 68	118 / 72	123 / 76	127 / 79	134 / 83
	168 cm	113 / 68	119 / 72	124 / 77	128 / 79	135 / 84
	172 cm	114 / 68	120 / 73	125 / 77	129 / 79	136 / 84
	174 cm	114 / 68	120 / 73	126 / 77	129 / 80	136 / 84
	176 cm	114 / 69	120 / 73	126 / 77	130 / 80	136 / 84
	179 cm	115 / 69	121 / 73	127 / 78	130 / 80	137 / 85
15,5 Jahre	150 cm	110 / 67	116 / 72	122 / 76	125 / 78	132 / 83
	153 cm	111 / 68	117 / 72	122 / 76	126 / 79	132 / 83
	155 cm	111 / 68	117 / 72	122 / 76	126 / 79	133 / 83
	157 cm	111 / 68	117 / 72	123 / 77	126 / 79	133 / 84
	161 cm	112 / 68	118 / 73	124 / 77	127 / 79	134 / 84
	165 cm	113 / 69	119 / 73	124 / 77	128 / 80	135 / 85
	169 cm	113 / 69	119 / 74	125 / 78	129 / 80	135 / 85
	173 cm	114 / 69	120 / 74	126 / 78	129 / 81	136 / 85
	176 cm	115 / 69	121 / 74	126 / 78	130 / 81	137 / 86
	177 cm	115 / 69	121 / 74	126 / 78	130 / 81	137 / 86
	180 cm	115 / 70	121 / 74	127 / 79	131 / 81	138 / 86
16,5 Jahre	151 cm	112 / 68	117 / 73	123 / 77	126 / 80	133 / 84
	153 cm	112 / 69	118 / 73	123 / 77	127 / 80	134 / 85
	155 cm	112 / 69	118 / 73	124 / 78	127 / 80	134 / 85
	157 cm	112 / 69	118 / 74	124 / 78	127 / 80	134 / 85
	161 cm	113 / 69	119 / 74	124 / 78	128 / 81	135 / 86
	165 cm	113 / 70	119 / 74	125 / 79	129 / 81	136 / 86
	170 cm	114 / 70	120 / 75	126 / 79	129 / 82	136 / 86
	174 cm	115 / 70	121 / 75	126 / 79	130 / 82	137 / 87
	176 cm	115 / 70	121 / 75	127 / 80	130 / 82	137 / 87
	178 cm	115 / 71	121 / 75	127 / 80	130 / 82	137 / 87
	180 cm	115 / 71	122 / 76	127 / 80	131 / 83	138 / 87
17,5 Jahre	151 cm	113 / 69	119 / 74	124 / 79	128 / 81	135 / 86
	154 cm	113 / 70	119 / 74	125 / 79	128 / 81	135 / 86
	155 cm	113 / 70	119 / 75	125 / 79	128 / 82	135 / 86
	157 cm	113 / 70	119 / 75	125 / 79	129 / 82	135 / 87
	161 cm	114 / 70	120 / 75	126 / 80	129 / 82	136 / 87
	166 cm	114 / 71	120 / 75	126 / 80	129 / 83	136 / 87
	170 cm	115 / 71	121 / 76	126 / 80	130 / 83	137 / 88
	174 cm	115 / 71	121 / 76	127 / 81	130 / 83	137 / 88
	176 cm	115 / 71	121 / 76	127 / 81	131 / 83	138 / 88
	178 cm	115 / 72	121 / 77	127 / 81	131 / 84	138 / 89
	181 cm	116 / 72	122 / 77	128 / 81	131 / 84	138 / 89

Die Größenangaben entsprechen dem 1., 3., 5., 10., 25., 50., 75., 90., 95., 97. und 99. Perzentil.



### Anhang 3: US-amerikanische Normwerte für die manuelle, auskultatorische Blutdruckmessung für Jungen (modifiziert nach <sup>6</sup>)

Age, y	BP Percentile	SBP, mm Hg								DBP, mm Hg							
		Percentile of Height								Percentile of Height							
		5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th		
1	50th	80	81	83	85	87	88	89	34	35	36	37	38	39	39		
	90th	94	95	97	99	100	102	103	49	50	51	52	53	53	54		
	95th	98	99	101	103	104	106	106	54	54	55	56	57	58	58		
	99th	105	106	108	110	112	113	114	61	62	63	64	65	66	66		
2	50th	84	85	87	88	90	92	92	39	40	41	42	43	44	44		
	90th	97	99	100	102	104	105	106	54	55	56	57	58	58	59		
	95th	101	102	104	106	108	109	110	59	59	60	61	62	63	63		
	99th	109	110	111	113	115	117	117	66	67	68	69	70	71	71		
3	50th	86	87	89	91	93	94	95	44	44	45	46	47	48	48		
	90th	100	101	103	105	107	108	109	59	59	60	61	62	63	63		
	95th	104	105	107	109	110	112	113	63	63	64	65	66	67	67		
	99th	111	112	114	116	118	119	120	71	71	72	73	74	75	75		
4	50th	88	89	91	93	95	96	97	47	48	49	50	51	51	52		
	90th	102	103	105	107	109	110	111	62	63	64	65	66	66	67		
	95th	106	107	109	111	112	114	115	66	67	68	69	70	71	71		
	99th	113	114	116	118	120	121	122	74	75	76	77	78	78	79		
5	50th	90	91	93	95	96	98	98	50	51	52	53	54	55	55		
	90th	104	105	106	108	110	111	112	65	66	67	68	69	69	70		
	95th	108	109	110	112	114	115	116	69	70	71	72	73	74	74		
	99th	115	116	118	120	121	123	123	77	78	79	80	81	81	82		
6	50th	91	92	94	96	98	99	100	53	53	54	55	56	57	57		
	90th	105	106	108	110	111	113	113	68	68	69	70	71	72	72		
	95th	109	110	112	114	115	117	117	72	72	73	74	75	76	76		
	99th	116	117	119	121	123	124	125	80	80	81	82	83	84	84		
7	50th	92	94	95	97	99	100	101	55	55	56	57	58	59	59		
	90th	106	107	109	111	113	114	115	70	70	71	72	73	74	74		
	95th	110	111	113	115	117	118	119	74	74	75	76	77	78	78		
	99th	117	118	120	122	124	125	126	82	82	83	84	85	86	86		
8	50th	94	95	97	99	100	102	102	56	57	58	59	60	60	61		
	90th	107	109	110	112	114	115	116	71	72	72	73	74	75	76		
	95th	111	112	114	116	118	119	120	75	76	77	78	79	79	80		
	99th	119	120	122	123	125	127	127	83	84	85	86	87	87	88		
9	50th	95	96	98	100	102	103	104	57	58	59	60	61	61	62		
	90th	109	110	112	114	115	117	118	72	73	74	75	76	76	77		
	95th	113	114	116	118	119	121	121	76	77	78	79	80	81	81		
	99th	120	121	123	125	127	128	129	84	85	86	87	88	88	89		
10	50th	97	98	100	102	103	105	106	58	59	60	61	61	62	63		
	90th	111	112	114	115	117	119	119	73	73	74	75	76	77	78		
	95th	115	116	117	119	121	122	123	77	78	79	80	81	81	82		
	99th	122	123	125	127	128	130	130	85	86	86	88	88	89	90		
11	50th	99	100	102	104	105	107	107	59	59	60	61	62	63	63		
	90th	113	114	115	117	119	120	121	74	74	75	76	77	78	78		
	95th	117	118	119	121	123	124	125	78	78	79	80	81	82	82		
	99th	124	125	127	129	130	132	132	86	86	87	88	89	90	90		
12	50th	101	102	104	106	108	109	110	59	60	61	62	63	63	64		
	90th	115	116	118	120	121	123	123	74	75	75	76	77	78	79		
	95th	119	120	122	123	125	127	127	78	79	80	81	82	82	83		
	99th	126	127	129	131	133	134	135	86	87	88	89	90	90	91		
13	50th	104	105	106	108	110	111	112	60	60	61	62	63	64	64		
	90th	117	118	120	122	124	125	126	75	75	76	77	78	79	79		
	95th	121	122	124	126	128	129	130	79	79	80	81	82	83	83		
	99th	128	130	131	133	135	136	137	87	87	88	89	90	91	91		
14	50th	106	107	109	111	113	114	115	60	61	62	63	64	65	65		
	90th	120	121	123	125	126	128	128	75	76	77	78	79	79	80		
	95th	124	125	127	128	130	132	132	80	80	81	82	83	84	84		
	99th	131	132	134	136	138	139	140	87	88	89	90	91	92	92		
15	50th	109	110	112	113	115	117	117	61	62	63	64	65	66	66		
	90th	122	124	125	127	129	130	131	76	77	78	79	80	80	81		
	95th	126	127	129	131	133	134	135	81	81	82	83	84	85	85		
	99th	134	135	136	138	140	142	142	88	89	90	91	92	93	93		
16	50th	111	112	114	116	118	119	120	63	63	64	65	66	67	67		
	90th	125	126	128	130	131	133	134	78	78	79	80	81	82	82		
	95th	129	130	132	134	135	137	137	82	83	83	84	85	86	87		
	99th	136	137	139	141	143	144	145	90	90	91	92	93	94	94		
17	50th	114	115	116	118	120	121	122	65	66	66	67	68	69	70		
	90th	127	128	130	132	134	135	136	80	80	81	82	83	84	84		
	95th	131	132	134	136	138	139	140	84	85	86	87	87	88	89		
	99th	139	140	141	143	145	146	147	92	93	93	94	95	96	97		

US-amerikanische Normwerte für die manuelle, auskultatorische Blutdruckmessung für Mädchen (modifiziert nach <sup>2</sup>)

Age, y	BP Percentile	SBP, mm Hg							DBP, mm Hg						
		Percentile of Height							Percentile of Height						
		5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
1	50th	83	84	85	86	88	89	90	38	39	39	40	41	41	42
	90th	97	97	98	100	101	102	103	52	53	53	54	55	55	56
	95th	100	101	102	104	105	106	107	56	57	57	58	59	59	60
	99th	108	108	109	111	112	113	114	64	64	65	65	66	67	67
2	50th	85	85	87	88	89	91	91	43	44	44	45	46	46	47
	90th	98	99	100	101	103	104	105	57	58	58	59	60	61	61
	95th	102	103	104	105	107	108	109	61	62	62	63	64	65	65
	99th	109	110	111	112	114	115	116	69	69	70	70	71	72	72
3	50th	86	87	88	89	91	92	93	47	48	48	49	50	50	51
	90th	100	100	102	103	104	106	106	61	62	62	63	64	64	65
	95th	104	104	105	107	108	109	110	65	66	66	67	68	68	69
	99th	111	111	113	114	115	116	117	73	73	74	74	75	76	76
4	50th	88	88	90	91	92	94	94	50	50	51	52	52	53	54
	90th	101	102	103	104	106	107	108	64	64	65	66	67	67	68
	95th	105	106	107	108	110	111	112	68	68	69	70	71	71	72
	99th	112	113	114	115	117	118	119	76	76	76	77	78	79	79
5	50th	89	90	91	93	94	95	96	52	53	53	54	55	55	56
	90th	103	103	105	106	107	109	109	66	67	67	68	69	69	70
	95th	107	107	108	110	111	112	113	70	71	71	72	73	73	74
	99th	114	114	116	117	118	120	120	78	78	79	79	80	81	81
6	50th	91	92	93	94	96	97	98	54	54	55	56	56	57	58
	90th	104	105	106	108	109	110	111	68	68	69	70	70	71	72
	95th	108	109	110	111	113	114	115	72	72	73	74	74	75	76
	99th	115	116	117	119	120	121	122	80	80	80	81	82	83	83
7	50th	93	93	95	96	97	99	99	55	56	56	57	58	58	59
	90th	106	107	108	109	111	112	113	69	70	70	71	72	72	73
	95th	110	111	112	113	115	116	116	73	74	74	75	76	76	77
	99th	117	118	119	120	122	123	124	81	81	82	82	83	84	84
8	50th	95	95	96	98	99	100	101	57	57	57	58	59	60	60
	90th	108	109	110	111	113	114	114	71	71	71	72	73	74	74
	95th	112	112	114	115	116	118	118	75	75	75	76	77	78	78
	99th	119	120	121	122	123	125	125	82	82	83	83	84	85	86
9	50th	96	97	98	100	101	102	103	58	58	58	59	60	61	61
	90th	110	110	112	113	114	116	116	72	72	72	73	74	75	75
	95th	114	114	115	117	118	119	120	76	76	76	77	78	79	79
	99th	121	121	123	124	125	127	127	83	83	84	84	85	86	87
10	50th	98	99	100	102	103	104	105	59	59	59	60	61	62	62
	90th	112	112	114	115	116	118	118	73	73	73	74	75	76	76
	95th	116	116	117	119	120	121	122	77	77	77	78	79	80	80
	99th	123	123	125	126	127	129	129	84	84	85	86	86	87	88
11	50th	100	101	102	103	105	106	107	60	60	60	61	62	63	63
	90th	114	114	116	117	118	119	120	74	74	74	75	76	77	77
	95th	118	118	119	121	122	123	124	78	78	78	79	80	81	81
	99th	125	125	126	128	129	130	131	85	85	86	87	87	88	89
12	50th	102	103	104	105	107	108	109	61	61	61	62	63	64	64
	90th	116	116	117	119	120	121	122	75	75	75	76	77	78	78
	95th	119	120	121	123	124	125	126	79	79	79	80	81	82	82
	99th	127	127	128	130	131	132	133	86	86	87	88	88	89	90
13	50th	104	105	106	107	109	110	110	62	62	62	63	64	65	65
	90th	117	118	119	121	122	123	124	76	76	76	77	78	79	79
	95th	121	122	123	124	126	127	128	80	80	80	81	82	83	83
	99th	128	129	130	132	133	134	135	87	87	88	89	89	90	91
14	50th	106	106	107	109	110	111	112	63	63	63	64	65	66	66
	90th	119	120	121	122	124	125	125	77	77	77	78	79	80	80
	95th	123	123	125	126	127	129	129	81	81	81	82	83	84	84
	99th	130	131	132	133	135	136	136	88	88	89	90	90	91	92
15	50th	107	108	109	110	111	113	113	64	64	64	65	66	67	67
	90th	120	121	122	123	125	126	127	78	78	78	79	80	81	81
	95th	124	125	126	127	129	130	131	82	82	82	83	84	85	85
	99th	131	132	133	134	136	137	138	89	89	90	91	91	92	93
16	50th	108	108	110	111	112	114	114	64	64	65	66	66	67	68
	90th	121	122	123	124	126	127	128	78	78	79	80	81	81	82
	95th	125	126	127	128	130	131	132	82	82	83	84	85	85	86
	99th	132	133	134	135	137	138	139	90	90	90	91	92	93	93
17	50th	108	109	110	111	113	114	115	64	65	65	66	67	67	68
	90th	122	122	123	125	126	127	128	78	79	79	80	81	81	82
	95th	125	126	127	129	130	131	132	82	83	83	84	85	85	86
	99th	133	133	134	136	137	138	139	90	90	91	91	92	93	93

## Anhang 4:

Normwerte für die oszillometrische Langzeitblutdruckmessung bei Kindern nach Geschlecht und **Körperlänge** (modifiziert nach <sup>8)</sup>)

ABDM-Perzentilen  
Mädchen

	Größe (cm)	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	
systolisch 24-Std	50. Pzt	104	105	106	107	108	109	110	111	112	114	115	116	
	75. Pzt	108	109	110	111	112	113	115	116	117	118	119	120	
	90. Pzt	112	113	114	115	116	117	119	120	121	122	123	124	
	95. Pzt	114	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	
	99. Pzt	119	120	121	122	123	125	126	127	128	128	129	129	
systolisch Tag	50. Pzt	110	111	111	112	112	113	114	116	117	118	120	121	
	75. Pzt	114	115	116	116	117	118	119	121	122	123	124	125	
	90. Pzt	118	119	120	120	121	122	124	125	126	127	128	129	
	95. Pzt	120	121	122	123	124	125	127	128	129	130	130	131	
	99. Pzt	125	125	126	127	129	130	132	133	134	135	135	135	
systolisch Nacht	50. Pzt	95	96	96	97	97	98	99	100	101	102	103	105	
	75. Pzt	99	100	101	102	103	103	104	105	106	107	108	109	
	90. Pzt	103	104	106	107	107	108	110	110	111	112	112	113	
	95. Pzt	106	107	108	109	110	112	113	114	114	114	115	115	
	99. Pzt	110	111	113	115	116	118	119	120	120	119	119	119	
diastolisch 24-Std	50. Pzt	66	66	66	66	66	66	66	67	67	67	68	69	
	75. Pzt	69	69	69	70	70	70	70	71	71	71	71	72	
	90. Pzt	71	71	72	72	73	73	74	74	74	74	74	74	
	95. Pzt	72	73	73	74	75	75	76	76	76	76	76	76	
	99. Pzt	75	75	76	77	78	79	79	80	80	80	80	80	
diastolisch Tag	50. Pzt	73	73	72	72	72	72	72	72	72	73	74	75	
	75. Pzt	77	77	76	76	76	76	76	76	76	77	77	78	
	90. Pzt	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	
	95. Pzt	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	
	99. Pzt	85	85	85	86	86	86	86	86	86	85	85	85	
diastolisch Nacht	50. Pzt	55	55	55	55	55	54	54	54	55	55	55	55	
	75. Pzt	60	60	59	59	59	59	59	59	59	59	61	59	
	90. Pzt	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	67	63	
	95. Pzt	65	65	66	66	66	66	66	66	66	65	65	71	65
	99. Pzt	69	70	70	70	71	71	71	71	71	71	71	79	70
MAD 24-Std	50. Pzt	77	78	78	79	79	80	80	81	82	82	83	84	
	75. Pzt	81	81	82	82	83	83	84	85	85	86	87	87	
	90. Pzt	84	84	85	86	86	87	87	88	88	89	90	90	
	95. Pzt	85	86	87	87	88	89	89	90	90	91	91	92	
	99. Pzt	88	89	90	91	91	92	93	93	93	94	94	94	
MAD Tag	50. Pzt	83	84	84	84	84	85	85	86	86	87	88	89	
	75. Pzt	87	88	88	88	89	89	89	90	90	91	92	92	
	90. Pzt	91	91	92	92	92	93	93	93	94	94	94	95	
	95. Pzt	93	94	94	94	95	95	95	95	96	96	96	96	
	99. Pzt	97	97	98	98	99	99	99	99	99	99	99	99	
MAD Nacht	50. Pzt	68	68	68	69	69	69	69	70	70	71	72	73	
	75. Pzt	73	73	73	73	73	74	74	74	75	75	76	77	
	90. Pzt	77	77	77	77	77	78	78	78	79	79	80	80	
	95. Pzt	79	79	80	80	80	80	80	81	81	81	82	82	
	99. Pzt	85	84	84	85	85	85	85	85	85	85	85	86	

**ABDM-Perzentilen  
Jungen**

	Größe (cm)	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185
systolisch 24-Std	50. Pzt	105	105	106	107	108	110	111	113	114	116	118	120	121	123
	75. Pzt	109	110	111	112	113	115	116	118	119	121	123	125	127	128
	90. Pzt	114	115	116	117	118	119	121	123	124	126	128	130	131	133
	95. Pzt	117	118	119	120	121	123	124	126	127	129	131	133	134	135
	99. Pzt	123	124	125	126	127	129	130	132	133	135	137	138	139	141
systolisch Tag	50. Pzt	111	111	112	112	113	114	115	117	119	121	123	124	126	128
	75. Pzt	116	117	117	117	118	119	120	122	124	126	128	130	132	134
	90. Pzt	122	122	122	122	123	124	125	127	129	132	134	136	138	140
	95. Pzt	125	125	126	126	126	127	128	130	133	135	138	140	142	143
	99. Pzt	133	132	132	132	132	133	134	136	139	142	145	147	149	151
systolisch Nacht	50. Pzt	94	95	96	97	98	99	100	101	103	104	106	107	109	110
	75. Pzt	99	100	101	102	104	105	106	107	108	110	111	113	115	116
	90. Pzt	103	105	106	108	109	111	112	113	114	116	117	119	120	122
	95. Pzt	106	108	110	111	113	114	116	117	118	119	121	122	124	125
	99. Pzt	112	114	116	119	121	123	124	125	126	127	128	130	131	132

	Größe (cm)	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185
diastolisch 24-Std	50. Pzt	66	66	66	66	67	67	67	67	67	67	68	68	68	68
	75. Pzt	70	70	70	70	71	71	71	71	71	71	71	72	72	72
	90. Pzt	74	74	74	74	75	75	75	75	75	75	75	75	76	76
	95. Pzt	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	78	78	78	78
	99. Pzt	83	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	83	83	83
diastolisch Tag	50. Pzt	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	73	73	73	73
	75. Pzt	77	76	76	76	76	76	76	76	76	76	77	77	77	78
	90. Pzt	80	80	80	80	80	79	79	79	79	80	80	80	81	81
	95. Pzt	82	82	82	82	82	81	81	81	81	82	82	83	83	84
	99. Pzt	87	86	86	86	85	85	85	85	85	85	86	87	87	88
diastolisch Nacht	50. Pzt	54	55	55	55	56	56	56	56	56	56	57	57	57	57
	75. Pzt	58	58	59	59	60	60	60	60	60	60	60	61	61	61
	90. Pzt	61	61	62	63	63	64	64	64	64	64	64	64	64	64
	95. Pzt	63	63	64	65	65	66	66	66	66	66	66	66	66	66
	99. Pzt	66	67	68	69	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

	Größe (cm)	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185
MAD 24-Std	50. Pzt	78	78	79	79	80	80	81	82	82	83	84	85	85	86
	75. Pzt	82	82	83	84	84	85	85	86	87	87	88	89	90	91
	90. Pzt	86	87	87	88	88	89	89	90	90	91	92	93	94	94
	95. Pzt	89	90	90	90	91	91	91	92	93	93	94	95	96	96
	99. Pzt	96	96	95	95	95	96	96	96	96	97	97	98	99	100
MAD Tag	50. Pzt	84	84	84	85	85	85	85	86	86	87	88	89	90	91
	75. Pzt	88	89	89	89	89	89	90	90	91	92	93	94	95	96
	90. Pzt	93	93	93	93	93	93	93	94	95	95	97	98	99	100
	95. Pzt	96	96	96	96	95	95	96	96	97	98	99	100	101	103
	99. Pzt	101	101	100	100	100	100	100	100	101	102	103	104	106	107
MAD Nacht	50. Pzt	67	68	68	69	70	70	71	71	72	73	74	75	75	76
	75. Pzt	71	72	73	73	74	74	75	75	76	77	78	78	79	80
	90. Pzt	76	77	77	78	78	79	79	79	80	80	81	82	82	83
	95. Pzt	79	80	81	81	81	81	81	82	82	82	83	83	84	84
	99. Pzt	88	88	88	88	87	87	86	86	86	86	86	87	87	87

## Normwerte für die oszillometrische Langzeitblutdruckmessung bei Kindern nach Geschlecht und **Alter** (modifiziert nach <sup>8)</sup>)

### ABDM-Perzentilen Mädchen

systolisch 24-Std	Alter (Jahre)	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
	50. Pzt	103	104	105	106	108	109	110	111	112	113	114	115
	75. Pzt	108	109	110	111	113	114	115	116	117	118	118	119
	90. Pzt	112	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	123
	95. Pzt	115	116	118	119	120	121	122	123	124	125	125	126
systolisch Tag	50. Pzt	108	110	111	112	112	113	114	115	116	118	119	120
	75. Pzt	114	115	116	117	118	119	119	121	122	123	123	124
	90. Pzt	118	120	121	122	122	123	124	125	126	127	128	128
	95. Pzt	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	130	131
	99. Pzt	126	127	128	130	131	132	133	134	135	135	135	135
systolisch Nacht	50. Pzt	95	96	96	97	98	98	99	100	100	101	102	103
	75. Pzt	100	101	102	103	103	104	105	105	106	106	107	107
	90. Pzt	105	106	107	108	109	109	110	110	111	111	111	111
	95. Pzt	108	110	111	111	112	113	113	114	114	114	114	114
	99. Pzt	115	116	117	118	119	120	120	120	119	119	118	118
diastolisch 24-Std	Alter (Jahre)	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
	50. Pzt	65	66	66	66	66	66	66	67	67	67	67	68
	75. Pzt	69	69	69	69	70	70	70	70	71	71	71	71
	90. Pzt	72	72	72	72	73	73	73	74	74	74	75	75
	95. Pzt	74	74	74	74	74	75	75	76	76	76	77	77
diastolisch Tag	50. Pzt	73	73	72	72	72	72	72	72	72	73	73	74
	75. Pzt	77	77	77	76	76	76	76	76	77	77	77	77
	90. Pzt	80	80	80	80	80	79	79	80	80	80	80	80
	95. Pzt	82	82	82	82	82	81	81	82	82	82	82	82
	99. Pzt	86	86	86	85	85	85	85	85	86	86	86	85
diastolisch Nacht	50. Pzt	56	56	55	55	55	55	54	54	54	55	55	55
	75. Pzt	61	61	60	60	59	59	59	59	59	59	59	59
	90. Pzt	66	65	65	64	64	64	63	63	63	63	63	63
	95. Pzt	69	68	67	67	67	66	66	66	66	66	65	65
	99. Pzt	74	74	73	72	72	72	72	71	71	71	70	70
MAD 24-Std	Alter (Jahre)	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
	50. Pzt	77	78	78	79	79	80	80	81	82	82	83	83
	75. Pzt	81	82	82	82	83	83	84	85	85	86	87	87
	90. Pzt	85	85	85	86	86	86	87	88	89	89	90	90
	95. Pzt	87	87	87	88	88	88	89	90	90	91	91	92
MAD Tag	50. Pzt	84	84	84	84	84	84	85	85	86	87	87	88
	75. Pzt	88	88	88	88	88	89	89	89	90	91	91	92
	90. Pzt	92	92	92	92	92	92	92	93	94	94	95	95
	95. Pzt	95	94	94	94	94	94	94	95	96	96	97	97
	99. Pzt	99	99	98	98	98	98	98	99	99	100	100	101
MAD Nacht	50. Pzt	69	69	69	69	69	69	69	70	70	71	71	72
	75. Pzt	73	73	73	73	73	74	74	74	74	75	75	76
	90. Pzt	77	77	77	77	77	78	78	78	78	79	79	79
	95. Pzt	79	79	80	80	80	80	80	80	81	81	81	81
	99. Pzt	84	84	84	84	84	85	85	85	85	85	85	85

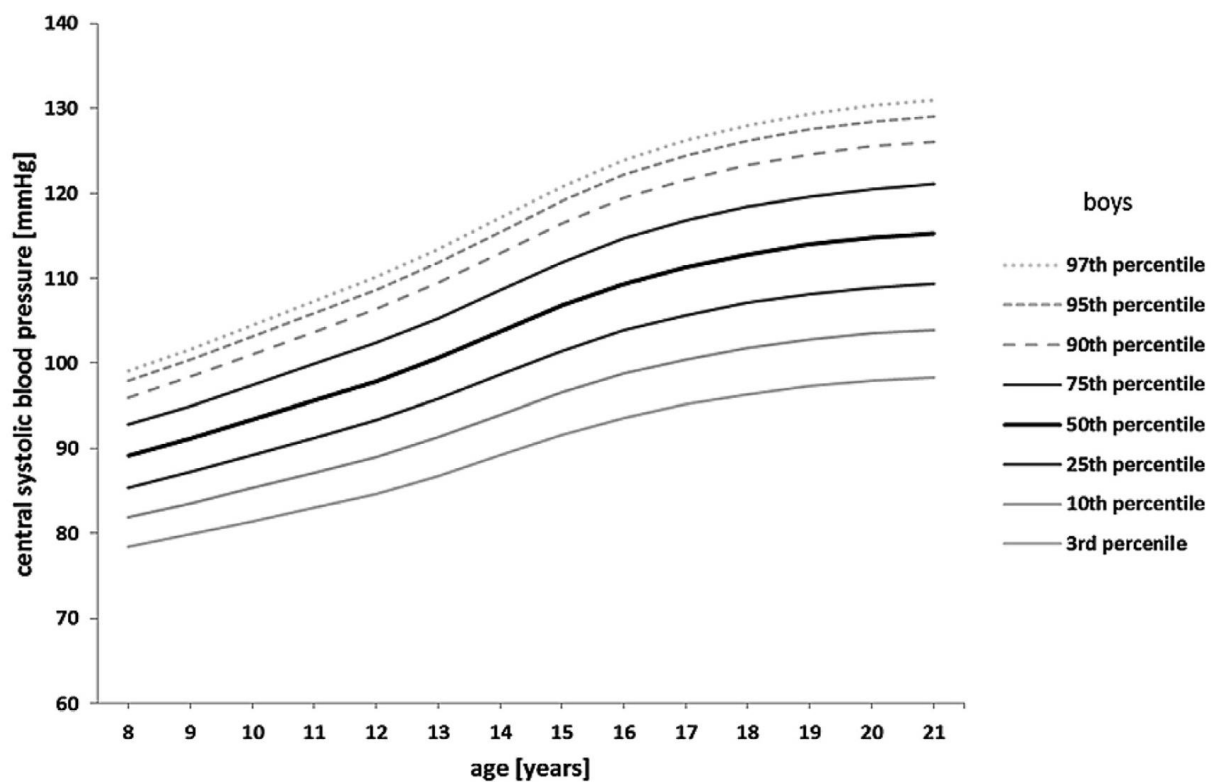
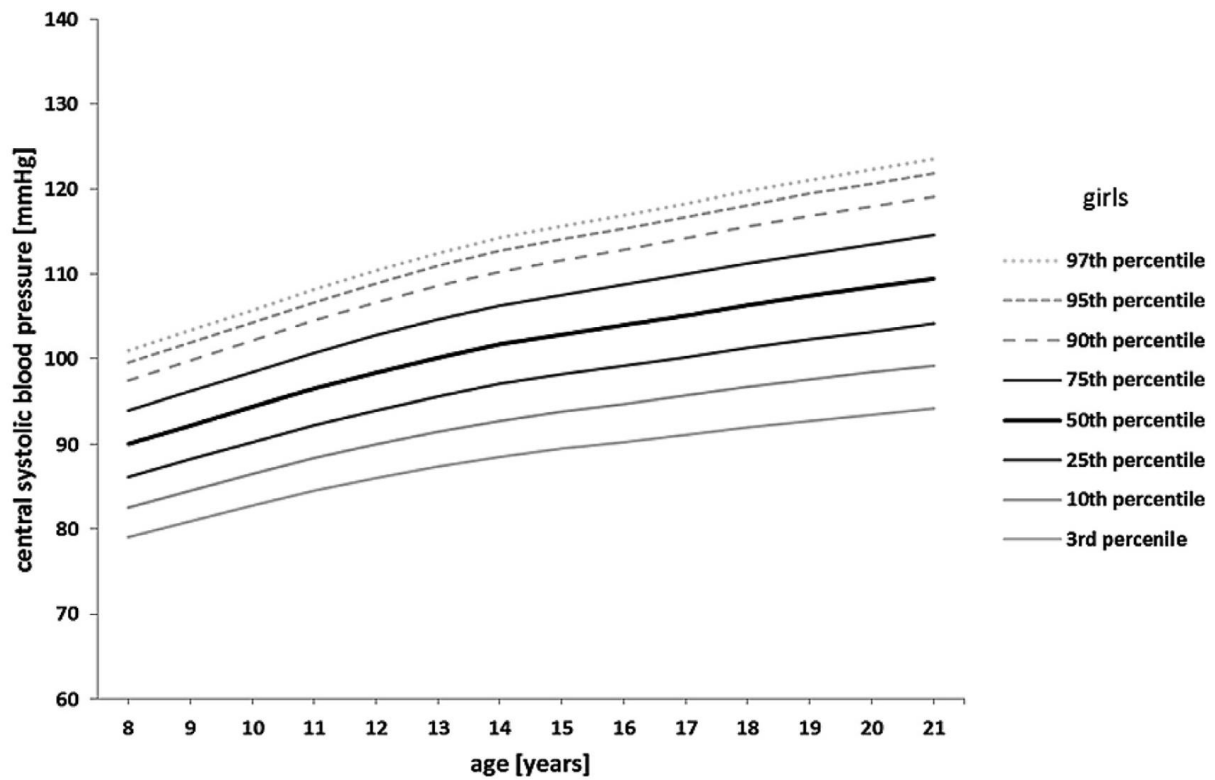
**ABDM-Perzentilen  
Jungen**

	Alter (Jahre)	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
systolisch 24-Std	50. Pzt	105	106	106	107	108	109	110	113	115	118	121	123
	75. Pzt	109	110	111	112	113	114	116	118	121	124	127	129
	90. Pzt	113	115	116	117	118	119	121	124	126	129	132	135
	95. Pzt	116	118	119	120	121	123	125	127	130	133	135	138
	99. Pzt	123	124	125	127	128	129	131	134	137	140	142	145
systolisch Tag	50. Pzt	111	112	112	112	113	113	115	117	120	122	125	128
	75. Pzt	116	116	117	117	118	119	121	123	126	128	132	135
	90. Pzt	120	121	122	122	123	124	126	128	131	134	137	140
	95. Pzt	123	124	125	125	126	127	129	132	135	138	141	144
	99. Pzt	129	130	131	132	132	134	136	139	141	144	147	150
systolisch Nacht	50. Pzt	95	96	96	97	97	98	99	101	103	106	108	111
	75. Pzt	99	100	101	102	103	104	105	107	109	112	114	117
	90. Pzt	103	105	106	107	109	110	111	113	115	118	120	122
	95. Pzt	106	108	110	111	112	113	115	116	119	121	123	126
	99. Pzt	112	115	117	118	120	121	122	123	125	128	130	132

	Alter (Jahre)	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
diastolisch 24-Std	50. Pzt	65	66	66	66	66	67	67	67	67	68	68	69
	75. Pzt	69	69	70	70	70	70	70	71	71	71	72	72
	90. Pzt	72	73	73	73	73	73	74	74	74	75	75	76
	95. Pzt	74	75	75	75	75	75	76	76	76	77	77	78
	99. Pzt	79	79	79	79	79	79	79	80	80	80	81	81
diastolisch Tag	50. Pzt	72	72	73	72	72	72	72	72	72	72	73	73
	75. Pzt	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	77	78
	90. Pzt	79	79	80	80	80	80	79	80	80	80	81	81
	95. Pzt	81	81	82	82	82	82	82	82	82	82	83	83
	99. Pzt	85	85	85	85	85	85	85	85	86	86	87	88
diastolisch Nacht	50. Pzt	55	55	56	56	56	56	56	56	56	57	57	57
	75. Pzt	58	59	60	60	60	60	60	60	60	61	61	61
	90. Pzt	62	63	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
	95. Pzt	65	66	67	67	67	67	67	67	67	66	66	66
	99. Pzt	72	73	73	74	73	73	72	71	71	71	71	70

	Alter (Jahre)	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
MAD 24-Std	50. Pzt	77	78	79	79	80	80	81	82	83	84	85	86
	75. Pzt	81	82	83	83	84	84	85	86	87	88	89	91
	90. Pzt	86	86	87	87	88	88	89	90	91	92	93	94
	95. Pzt	88	89	89	90	90	91	91	92	93	94	95	96
	99. Pzt	94	95	95	95	96	96	96	96	97	97	98	99
MAD Tag	50. Pzt	84	84	85	85	85	85	85	86	87	88	89	91
	75. Pzt	88	88	89	89	89	90	90	91	92	93	94	96
	90. Pzt	91	92	93	93	94	94	94	95	96	97	98	100
	95. Pzt	94	95	95	96	96	96	96	97	97	98	99	101
	99. Pzt	98	99	100	101	101	101	101	102	102	103	105	106
MAD Nacht	50. Pzt	67	68	69	69	70	70	70	71	72	73	74	75
	75. Pzt	71	72	73	74	74	74	75	76	76	77	78	79
	90. Pzt	75	76	77	78	79	79	79	80	80	81	81	82
	95. Pzt	78	79	80	81	82	82	82	82	83	83	83	83
	99. Pzt	84	86	87	88	88	88	88	87	87	87	87	86

**Anhang 5:** Perzentilen und Werte für den zentralen systolischen Blutdruck bei Jungen und Mädchen nach Alter (nach <sup>10</sup>)



	Alter (Jahre)	3. Perzentile	10. Perz.	25. Perz.	50. Perz.	75. Perz.	90. Perz.	95. Perz.	97. Perz.
Weibl.	8	78	82	86	90	93	97	99	100
	9	80	84	88	92	96	99	101	103
	10	82	86	90	94	98	102	104	105
	11	84	88	92	96	100	104	106	108
	12	85	90	94	98	102	106	108	110
	13	87	91	95	100	104	108	110	112
	14	88	92	97	101	106	110	112	114
	15	89	93	98	102	107	111	114	115
	16	90	94	99	103	108	112	115	116
	17	91	95	100	105	109	114	116	118
	18	91	96	101	106	111	115	118	119
	19	92	97	102	107	112	116	119	121
Männl.	20	93	98	103	108	113	118	120	122
	21	94	99	104	109	114	119	121	123
	8	78	81	85	89	92	95	97	99
	9	79	83	87	91	94	98	100	101
	10	81	85	89	93	97	101	103	104
	11	82	87	91	95	99	103	105	107
	12	84	88	93	97	102	106	108	110
	13	86	91	95	100	105	109	111	113
	14	89	93	98	103	108	112	115	117
	15	91	96	101	106	111	116	119	120
	16	93	98	103	109	114	119	122	123
	17	95	100	105	111	116	121	124	126
18	96	101	107	112	118	123	126	128	
19	97	102	108	113	119	124	127	129	
20	97	103	108	114	120	125	128	130	
21	98	103	109	115	121	126	129	130	



## Literatur:

1. Lurbe E, Cifkova R, Cruickshank JK et al. Management of high blood pressure in children and adolescents: recommendations of the European Society of Hypertension. *J Hypertens* 2016; 34: 1887-920.
2. Flynn JT, Kaelber DC, Baker-Smith CM, Blowey D, Carroll AE, Daniels SR, et al. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2017;140(3):e20171904.
3. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Hypertension (ESH) *J Hypertens* 2018;36(10):1953-2041
4. Neuhauser HK, Thamm M, Ellert U, Hense HW, Rosario AS. Blood pressure percentiles by age and height from nonoverweight children and adolescents in Germany. *Pediatrics* 2011; 127: e978-988.
5. Neuhauser H, Schienkiewitz A, Schaffrath Rosario A, Dortschy R, Kurth B-M. Referenzperzentile für anthropometrische Maßzahlen und Blutdruck aus der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS) 2003-2006. Robert Koch-Institut Berlin, 2011.
6. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004; 114: 555-576.
7. Flynn JT, Daniels SR, Hayman LL, Maahs DM, McCrindle BW, Mitsnefes M, Zachariah JP, Urbina EM; American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension and Obesity in Youth Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young. Update: ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescents: a scientific statement from the American Heart Association Flynn et al. *Hypertension*. *Hypertension* 2014 May;63(5):1116-35.
8. Wühl E, Witte K, Soergel M, Mehls O, Schaefer F. Distribution of 24-h ambulatory blood pressure in children: normalized reference values and role of body dimensions. *J Hypertens* 2002; 20: 1995-2007.
9. Palatini et al., Isolated systolic hypertension in the young: a position paper of the European Society of Hypertension. *J Hypertens* 2018;36:1222-36
10. Chiolero et al., Prevalence of hypertension in schoolchildren based on repeated measurements and association with overweight. *J Hypertens* 2007; 25:2209-17
11. Lurbe et al., Central blood pressure and pulse wave amplification across the spectrum of peripheral blood pressure in overweight and obese youth. *J Hypertens* 2016;34:1389-95
12. Chandar J, Zilleruelo G. Hypertensive crisis in children. *Pediatr Nephrol* 2012; 27: 741-751.
13. Chiolero A, Cachat F, Burnier M, Paccaud F, Bovet P. Prevalence of hypertension in schoolchildren based on repeated measurements and association with overweight. *Journal of hypertension* 2007;25:2209-017.
14. Ostrowska-Nawarycz L, Nawarycz T. Prevalence of excessive body weight and high blood pressure in children and adolescents in the city of Lodz. *Kardiologia polska* 2007;65:1079-87
15. Papandreou D, Stamou M, Malindretos P, Rousso I, Mavromichalis I. Prevalence of hypertension and association of dietary mineral intake with blood pressure in healthy schoolchildren from northern Greece aged 7-15 years. *Annals of nutrition & metabolism* 2007;51:471-6.

16. Maldonado J, Pereira T, Fernandes R, Santos R, Carvalho M. An approach of hypertension prevalence in a sample of 5381 Portuguese children and adolescents. The AVELEIRA registry. "Hypertension in children". *Blood Press* 2011;20:153-7.
17. Flechtner-Mors M, Neuhauser H, Reinehr T, et al. Blood pressure in 57,915 pediatric patients who are overweight or obese based on five reference systems. *The American journal of cardiology* 2015;115:1587-94.
18. Surendran P et al., Discovery of rare variants associated with blood pressure regulation through meta-analysis of 1.3 million individuals. *Nature Genetics* 2020; 52:1314-1332)
19. Redwine KM, Acosta AA, Poffenbarger T, Portman RJ, Samuels J. Development of hypertension in adolescents with pre-hypertension. *The Journal of pediatrics* 2012;160:98-103.
20. Sarganas G, Schaffrath Rosario A, Niessner C, Woll A, Neuhauser HK. Tracking of Blood Pressure in Children and Adolescents in Germany in the Context of Risk Factors for Hypertension. *Int J Hypertens* 2018;2018:842-891
21. Bisognano, J. D., Bakris, G., Nadim, M. K., Sanchez, L., Kroon, A. A., Schafer, J., de Leeuw, P. W., & Sica, D. A. Baroreflex activation therapy lowers blood pressure in patients with resistant hypertension: Results from the double-blind, randomized, placebo-controlled rheos pivotal trial. *Journal of the American College of Cardiology*, 2001;58(7), 765–773.
22. Jordan, J. Pathophysiologie der Hypertonie: Was sind unsere aktuellen Vorstellungen? *Internist* 2015;6(3), 219–223.
23. Martin, R. M., Ness, A. R., Gunnell, D., Emmett, P., & Smith, G. D. (2004). Does Breast-Feeding in Infancy Lower Blood Pressure in Childhood? The Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC). *Circulation*, 109(10), 1259–1266.
24. Wilson, A. C., Forsyth, J. S., Greene, S. A., Irvine, L., Hau, C., & Howie, P. W. (1998). Relation of infant diet to childhood health: Seven year follow up of cohort of children in Dundee infant feeding study. *British Medical Journal*, 316(7124), 21–25.
25. Davis, E. F., Lazdam, M., Lewandowski, A. J., Worton, S. A., Kelly, B., Kenworthy, Y., Adwani, S., Wilkinson, A. R., McCormick, K., Sargent, I., Redman, C., & Leeson, P. Cardiovascular risk factors in children and young adults born to preeclamptic pregnancies: a systematic review. *Pediatrics* 2012;129(6), e1552-61.
26. Meister T, Rimoldi S, Soria R; Association of Assisted Reproductive Technologies With Arterial Hypertension During Adolescence. *J Am Coll Cardiol* 2018;72:1267–74)
27. Lawlor, D. A., Najman, J. M., Sterne, J., Williams, G. M., Ebrahim, S., & Smith, G. D. Associations of parental, birth, and early life characteristics with systolic blood pressure at 5 years of age: Findings from the Mater-University study of pregnancy and its outcomes. *Circulation* 2004: 110(16), 2417–2423.
28. Hovi, P., Vohr, B., Ment, L. R., Doyle, L. W., McGarvey, L., Morrison, K. M., Evensen, K. A. I., van der Pal, S., Grunau, R. E., Brubakk, A. M., Andersson, S., Saigal, S., & Kajantie, E. Blood Pressure in Young Adults Born at Very Low Birth Weight: Adults Born Preterm International Collaboration. *Hypertension* 2016;68(4), 880–887.
29. Vieux, R., Gerard, M., Roussel, A., Sow, A., Gatin, A., Guillemin, F., & Hascoet, J. M. Kidneys in 5-year-old preterm-born children: A longitudinal cohort monitoring of renal function. *Pediatric Research* 2017;82(6), 979–985.
30. Hoy, W. E., Hughson, M. D., Bertram, J. F., Douglas-Denton, R., & Amann, K. Nephron number, hypertension, renal disease, and renal failure. *Journal of the American Society of Nephrology* 2015;16(9), 2557–2564.

31. Keijzer-Veen MG, Kleinveld HA, Lequin MH, et al. Renal function and size at young adult age after intrauterine growth restriction and very premature birth. *Am J Kidney Dis* 2007; 50:542
32. Hughson MD. Low birth weight and kidney function: is there a relationship and is it determined by the intrauterine environment? *Am J Kidney Dis* 2007; 50:531.)
33. Eriksson, J., Forsén, T., Tuomilehto, J., Osmond, C., & Barker, D. Fetal and childhood growth and hypertension in adult life. *Hypertension* 2000;36(5), 790–794.
34. de Jong, F., Monuteaux, M. C., van Elburg, R. M., Gillman, M. W., & Belfort, M. B. Systematic review and meta-analysis of preterm birth and later systolic blood pressure. *Hypertension* 2012;59(2), 226–234.
35. Singhal, A., & Lucas, A. Early origins of cardiovascular disease: Is there a unifying hypothesis? *Lancet* 2004;363(9421), 1642–1645.
36. Hovi, P., Vohr, B., Ment, L. R., Doyle, L. W., McGarvey, L., Morrison, K. M., Evensen, K. A. I., van der Pal, S., Grunau, R. E., Brubakk, A. M., Andersson, S., Saigal, S., & Kajantie, E. Blood Pressure in Young Adults Born at Very Low Birth Weight: Adults Born Preterm International Collaboration. *Hypertension* 2016;68(4), 880–887.
37. Huxley RR, Shiell AW, Law CM. The role of birth size and postnatal catch-up growth in determining systolic blood pressure: a systematic review of the literature. *J Hypertens* 2000; 18(7):815-831
38. Stettler, N., Stallings, V. A., Troxel, A. B., Zhao, J., Schinnar, R., Nelson, S. E., Ziegler, E. E., & Strom, B. L. Weight gain in the first week of life and overweight in adulthood: A cohort study of European American subjects fed infant formula. *Circulation* 2005;111(15), 1897–1903.
39. M. Middeke. Isolierte systolische Hypertension: Alt gegen Jung. *Aktuel Kardiolog* 2019; 8: 354–361
40. Elmenhorst J, Hulpke-Wette M, Barta C, Dalla Pozza R, Springer S, Oberhoffer R. Percentiles for central blood pressure and pulse wave velocity in children and adolescents recorded with an oscillometric device. *Atherosclerosis* 238 (2015):9-16
41. Lande MB, Kupferman JC, Adams HR. Neurocognitive Alterations in Hypertensive Children and Adolescents. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2012 Jun;14(6):353-9.
42. Perk J, De Backer G, Gohlke H et al. European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012): The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts) \* Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J*. 2012 Jul;33(13):1635-701.
43. Sorof JM, Alexandrov AV, Cardwell G, Portman RJ. Carotid artery intimal-medial thickness and left ventricular hypertrophy in children with elevated blood pressure. *Pediatrics* 2003; 111: 61-66.
44. Flynn JT. What is the significance of increased carotid intima media thickness in hypertensive adolescents? *Hypertension* 2006; 48: 23-24.
45. Park MK, Menard SW, Yuan C. Comparison of auscultatory and oscillometric blood pressures. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2001; 155: 50-53.
46. Ohkubo T, Hozawa A, Yamaguchi J et al. Prognostic significance of the nocturnal decline in blood pressure in individuals with and without high 24-h blood pressure: the Ohasama study. *J Hypertens* 2002; 20: 2183-2189.

47. Seeman T, Palyzova D, Dusek J, Janda J. Reduced nocturnal blood pressure dip and sustained nighttime hypertension are specific markers of secondary hypertension. *J Pediatr* 2005; 147: 366-371.
48. Wuhl E, Hadtstein C, Mehls O, Schaefer F. Home, clinic, and ambulatory blood pressure monitoring in children with chronic renal failure. *Pediatr Res* 2004; 55: 492-497.
49. Verberk WJ, Kessels AG, de Leeuw PW. Prevalence, causes, and consequences of masked hypertension: a meta-analysis. *Am J Hypertens* 2008; 21: 969-975.
50. Stabouli S, Kotsis V, Toumanidis S, Papamichael C, Constantopoulos A, Zakopoulos N. White-coat and masked hypertension in children: association with target-organ damage. *Pediatr Nephrol* 2005; 20: 1151-1155.
51. Sorof JM, Poffenbarger T, Franco K, Portman R. Evaluation of white coat hypertension in children: importance of the definitions of normal ambulatory blood pressure and the severity of casual hypertension. *Am J Hypertens* 2001; 14: 855-860.
52. Lurbe E, Torro I, Alvarez V et al. Prevalence, persistence, and clinical significance of masked hypertension in youth. *Hypertension* 2005; 45: 493-498.
53. Stergiou GS, Yiannes NG, Rarra VC, Panagiotakos DB. Home blood pressure normalcy in children and adolescents: the Arsakeion School study. *J Hypertens* 2007; 25: 1375-1379.
54. Staessen JA, Den Hond E, Celis H et al. Antihypertensive treatment based on blood pressure measurement at home or in the physician's office: a randomized controlled trial. *JAMA* 2004; 291: 955-964.
55. Ogedegbe G, Schoenthaler A. A systematic review of the effects of home blood pressure monitoring on medication adherence. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2006; 8: 174-180.
56. Gimpel C, Wuhl E, Arbeiter K et al. Superior consistency of ambulatory blood pressure monitoring in children: implications for clinical trials. *J Hypertens* 2009; 27: 1568-1574.
57. Sorof JM, Cardwell G, Franco K, Portman RJ. Ambulatory blood pressure and left ventricular mass index in hypertensive children. *Hypertension* 2002; 39: 903-908.
58. Lurbe E, Redon J, Kesani A et al. Increase in nocturnal blood pressure and progression to microalbuminuria in type 1 diabetes. *N Engl J Med* 2002; 347: 797-805.
59. Ettinger LM, Freeman K, DiMartino-Nardi JR, Flynn JT. Microalbuminuria and abnormal ambulatory blood pressure in adolescents with type 2 diabetes mellitus. *J Pediatr* 2005; 147: 67-73.
60. Lawlor DA, Macdonald-Wallis C, Fraser A et al. Cardiovascular biomarkers and vascular function during childhood in the offspring of mothers with hypertensive disorders of pregnancy: findings from the Avon Longitudinal Study of Parents and Children. *Eur Heart J* 2012; 33: 335-345.
61. Pandit D, Kinare A, Chiplonkar S, Khadilkar A, Khadilkar V. Carotid arterial stiffness in overweight and obese Indian children. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2011; 24: 97-102.
62. Urbina EM, Khoury PR, McCoy C, Daniels SR, Kimball TR, Dolan LM. Cardiac and vascular consequences of pre-hypertension in youth. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2011; 13: 332-342.
63. Yano et al. Isolated systolic hypertension in young and middle-aged adults and 31-year risk for cardiovascular mortality: the Chicago Heart Association Detection project in industry study. *J Am Coll Cardiol.* 2015;65:327–335.
64. Obricki et al. Evolution of isolated systolic hypertension with normal central blood pressure in adolescents—prospective study. *Pediatric Nephrology* (2021) 36:361–371

65. Kelly RK, Magnussen CG, Sabin MA, Cheung M, Juonala M. Development of hypertension in overweight adolescents: a review. *Adolesc Health Med Ther* 2015; 6: 171–87.
66. Wühl E. Hypertension in childhood obesity. *Acta Paediatr* 2019;108(1):37-43
67. Simonetti GD, Schwertz R, Klett M, Hoffmann GF, Schaefer F, Wuhl E. Determinants of blood pressure in preschool children: the role of parental smoking. *Circulation* 2011; 123: 292-298.
68. Woolf KJ, Bisognano JD. Nondrug interventions for treatment of hypertension. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2011; 13: 829-835.
69. Gomes Anunciacao P, Doederlein Polito M. A review on post-exercise hypotension in hypertensive individuals. *Arq Bras Cardiol* 2011; 96: e100-109.
70. Duncan MJ, Clarke ND, Birch SL, et al. The effect of green exercise on blood pressure, heart rate and mood state in primary school children. *Int J Environ Res Public Health* 2014 Apr 2;11(4):3678-88
71. McCambridge TM, Benjamin HJ, Brenner JS et al. Athletic participation by children and adolescents who have systemic hypertension. *Pediatrics* 2010; 125: 1287-1294.
72. [https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3\\_Downloads/B/Bewegung/Nationale-Empfehlungen-fuer-Bewegung-und-Bewegungsfoerderung-2016.pdf](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/B/Bewegung/Nationale-Empfehlungen-fuer-Bewegung-und-Bewegungsfoerderung-2016.pdf)
73. Lee H, Kim SY, Park J, Kim YJ, Park HJ. Acupuncture for lowering blood pressure: systematic review and meta-analysis. *Am J Hypertens* 2009; 22: 122-128.
74. Greenhalgh J, Dickson R, Dundar Y. The effects of biofeedback for the treatment of essential hypertension: a systematic review. *Health Technol Assess* 2009; 13: 1-104.
75. Matsuzuki H, Muto T, Haruyama Y. School children's salt intake is correlated with salty taste preference assessed by their mothers. *Tohoku J Exp Med* 2008; 215: 71-77.
76. He FJ, MacGregor GA. Importance of salt in determining blood pressure in children: meta-analysis of controlled trials. *Hypertension* 2006; 48: 861-869.
77. Stabouli S, Papakatsika S, Kotsis V. The role of obesity, salt and exercise on blood pressure in children and adolescents. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2011; 9: 753-761.
78. Gardener H, Rundek T, Wright CB, Elkind MS, Sacco RL. Dietary sodium and risk of stroke in the northern Manhattan study. *Stroke* 2012; 43: 1200-1205.
79. Blumenthal JA, Babyak MA, Hinderliter A et al. Effects of the DASH diet alone and in combination with exercise and weight loss on blood pressure and cardiovascular biomarkers in men and women with high blood pressure: the ENCORE study. *Arch Intern Med* 2010; 170: 126-135.
80. Zafarmand MH, Spanjer M, Nicolau M, et al. Influence of Dietary approaches to stop hypertension-type diet, known genetic variants and their interplay on blood pressure in early childhood. *Hypertension* 2020;75:59-70
81. Asghari G, Yuzbashian E et al. Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Dietary Pattern Is Associated with Reduced Incidence of Metabolic Syndrome in Children and Adolescents *J Pediatr* 2016, 174:178-184.e1
82. Rosenfeldt FL, Haas SJ, Krum H et al. Coenzyme Q10 in the treatment of hypertension: a meta-analysis of the clinical trials. *J Hum Hypertens* 2007; 21: 297-306.
83. Burke BE, Neuenschwander R, Olson RD. Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of coenzyme Q10 in isolated systolic hypertension. *South Med J* 2001; 94: 1112-1117.
84. Rasmussen CB, Glisson JK, Minor DS. Dietary Supplements and Hypertension: Potential Benefits and Precautions. *The Journal of Clinical Hypertension* 2012: no-no.

85. McKay DL, Chen CY, Saltzman E, Blumberg JB. Hibiscus sabdariffa L. tea (tisane) lowers blood pressure in prehypertensive and mildly hypertensive adults. *J Nutr* 2010; 140: 298-303.
86. Almoosawi S, Fyfe L, Ho C, Al-Dujaili E. The effect of polyphenol-rich dark chocolate on fasting capillary whole blood glucose, total cholesterol, blood pressure and glucocorticoids in healthy overweight and obese subjects. *Br J Nutr* 2010; 103: 842-850.
87. Fraga CG, Litterio MC, Prince PD, Calabro V, Piotrkowski B, Galleano M. Cocoa flavanols: effects on vascular nitric oxide and blood pressure. *J Clin Biochem Nutr* 2011; 48: 63-67.
88. Lurbe E, Alvarez J, Redon J. Diagnosis and treatment of hypertension in children. *Curr Hypertens Rep* 2010; 12: 480-486.
89. Zanchetti A, Grassi G, Mancia G. When should antihypertensive drug treatment be initiated and to what levels should systolic blood pressure be lowered? A critical reappraisal. *J Hypertens* 2009; 27: 923-934.
90. Andrade H, Antonio N, Rodrigues D, Da Silva M, Pego M, Providencia LA. High blood pressure in the pediatric age group. *Rev Port Cardiol* 2010; 29: 413-432.
91. Hanevold CD. Concepts guiding therapy for hypertension in children. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2009; 7: 647-657.
92. Ramaswamy P, Lytrivi ID, Paul C, Golden M, Kupferman JC. Regression of left ventricular hypertrophy in children with antihypertensive therapy. *Pediatr Nephrol* 2007; 22: 141-143.
93. Seeman T, Gilik J, Vondrak K et al. Regression of left-ventricular hypertrophy in children and adolescents with hypertension during ramipril monotherapy. *Am J Hypertens* 2007; 20: 990-996.
94. Wühl E. et al (ESCAPE Trial Group). Strict blood-pressure control and progression of renal failure in children. *N Engl J Med* 2009;361:1639-50.
95. Trachtman H et al. Efficacy, safety and pharmacokinetics of candesartan cilexetil in hypertensive children aged 6 to 17 years. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2008 Oct;10(10):743-50.
96. Litwin M, Niemirska A, Sladowska-Kozłowska J et al. Regression of target organ damage in children and adolescents with primary hypertension. *Pediatr Nephrol* 2010; 25: 2489-2499.
97. Lande MB, Flynn JT. Treatment of hypertension in children and adolescents. *Pediatr Nephrol* 2009; 24: 1939-1949
98. Wühl E, Mehls O, Schaefer F. Antihypertensive and antiproteinuric efficacy of ramipril in children with chronic renal failure. *Kidney Int* 2004; 66: 768-776.
99. Ryden L, Standl E, Bartnik M et al. Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases: executive summary. The Task Force on Diabetes and Cardiovascular Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Eur Heart J* 2007; 28: 88-136.
100. Meyers RS, Siu A. Pharmacotherapy review of chronic pediatric hypertension. *Clin Ther* 2011; 33: 1331-1356.
101. Wells T, Rippley R, Hogg R et al. The pharmacokinetics of enalapril in children and infants with hypertension. *J Clin Pharmacol* 2001; 41: 1064-1074.
102. Hogg RJ, Delucchi A, Sakihara G et al. A multicenter study of the pharmacokinetics of lisinopril in pediatric patients with hypertension. *Pediatr Nephrol* 2007; 22: 695-701.
103. Wells T, Frame V, Soffer B et al. A double-blind, placebo-controlled, dose-response study of the effectiveness and safety of enalapril for children with hypertension. *J Clin Pharmacol* 2002; 42: 870-880.

104. Soffer B, Zhang Z, Miller K, Vogt BA, Shahinfar S. A double-blind, placebo-controlled, dose-response study of the effectiveness and safety of lisinopril for children with hypertension. *Am J Hypertens* 2003; 16: 795-800.
105. Seeman T, Dusek J, Vondrak K, Flogelova H, Geier P, Janda J. Ramipril in the treatment of hypertension and proteinuria in children with chronic kidney diseases. *Am J Hypertens* 2004; 17: 415-420.
106. Herder SD, Weber E, Winkemann A, Herder C, Morck H. Efficacy and safety of angiotensin II receptor type 1 antagonists in children and adolescents. *Pediatr Nephrol* 2010; 25: 801-811.
107. Schaefer F, Litwin M, Zachwieja J et al. Efficacy and safety of valsartan compared to enalapril in hypertensive children: a 12-week, randomized, double-blind, parallel-group study. *J Hypertens* 2011; 29: 2484-2490.
108. Webb NJ, Lam C, Loeys T et al. Randomized, double-blind, controlled study of losartan in children with proteinuria. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010; 5: 417-424.
109. Shahinfar S, Cano F, Soffer BA et al. A double-blind, dose-response study of losartan in hypertensive children. *Am J Hypertens* 2005; 18: 183-190.
110. Meyers KE, Behar B. Valsartan use in pediatric hypertension. *Future Cardiol* 2011; 7: 151-159.
111. Wells T, Blumer J, Meyers KE et al. Effectiveness and safety of valsartan in children aged 6 to 16 years with hypertension. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2011; 13: 357-365.
112. Flynn JT, Meyers KE, Neto JP et al. Efficacy and safety of the Angiotensin receptor blocker valsartan in children with hypertension aged 1 to 5 years. *Hypertension* 2008; 52: 222-228.
113. Simonetti GD, von Vigier RO, Konrad M, Rizzi M, Fossali E, Bianchetti MG. Candesartan cilexetil in children with hypertension or proteinuria: preliminary data. *Pediatr Nephrol* 2006; 21: 1480-1482.
114. Hoy SM, Keating GM. Candesartan cilexetil in children and adolescents aged 1 to <17 years with hypertension: profile report. *Paediatr Drugs* 2012; 14: 61-62.
115. Gartenmann AC, Fossali E, von Vigier RO et al. Better renoprotective effect of angiotensin II antagonist compared to dihydropyridine calcium channel blocker in childhood. *Kidney Int* 2003; 64: 1450-1454.
116. Hazan L, Hernandez Rodriguez OA, Bhorat AE, Miyazaki K, Tao B, Heyrman R. A double-blind, dose-response study of the efficacy and safety of olmesartan medoxomil in children and adolescents with hypertension. *Hypertension* 2010; 55: 1323-1330.
117. Tocci G, Volpe M. Olmesartan medoxomil for the treatment of hypertension in children and adolescents. *Vasc Health Risk Manag* 2011; 7: 177-181.
118. Sakarcan A, Tenney F, Wilson JT et al. The pharmacokinetics of irbesartan in hypertensive children and adolescents. *J Clin Pharmacol* 2001; 41: 742-749.
119. Flynn JT, Pasko DA. Calcium channel blockers: pharmacology and place in therapy of pediatric hypertension. *Pediatr Nephrol* 2000; 15: 302-316.
120. Flynn JT, Newburger JW, Daniels SR et al. A randomized, placebo-controlled trial of amlodipine in children with hypertension. *J Pediatr* 2004; 145: 353-359.
121. Flynn JT, Nahata MC, Mahan JD, Jr., Portman RJ. Population pharmacokinetics of amlodipine in hypertensive children and adolescents. *J Clin Pharmacol* 2006; 46: 905-916.

122. Silverstein DM, Champoux E, Aviles DH, Vehaskari VM. Treatment of primary and secondary hypertension in children. *Pediatr Nephrol* 2006; 21: 820-827.
123. Falkner B, Lowenthal DT, Affrime MB. The pharmacodynamic effectiveness of metoprolol in adolescent hypertension. *Pediatr Pharmacol (New York)* 1982; 2: 49-55.
124. Batsky DL, Sorof JM, Sugg J et al. Efficacy and safety of extended release metoprolol succinate in hypertensive children 6 to 16 years of age: a clinical trial experience. *J Pediatr* 2007; 150: 134-139, 139 e131.
125. Report of the Second Task Force on Blood Pressure Control in Children--1987. Task Force on Blood Pressure Control in Children. National Heart, Lung, and Blood Institute, Bethesda, Maryland. *Pediatrics* 1987; 79: 1-25.
126. Blumenthal S, Epps RP, Heavenrich R et al. Report of the task force on blood pressure control in children. *Pediatrics* 1977; 59: I-II, 797-820.
127. Thomopoulos C, Parati G, Zanchetti A. Effects of blood-pressure-lowering treatment on outcome incidence. 12. Effects in individuals with high-normal and normal blood pressure: overview and meta-analyses of randomized trials. *J Hypertens*. 2017;35(11):2150-60.
128. Williams B, Lacy PS, Thom SM, Cruickshank K, Stanton A, Collier D, et al. Differential impact of blood pressure-lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study. *Circulation*. 2006;113(9):1213-25.
129. Li JS, Flynn JT, Portman R et al. The efficacy and safety of the novel aldosterone antagonist eplerenone in children with hypertension: a randomized, double-blind, dose-response study. *J Pediatr* 2010; 157: 282-287.
130. Bachmann H. Propranolol versus chlorthalidone--a prospective therapeutic trial in children with chronic hypertension. *Helv Paediatr Acta* 1984; 39: 55-61.
131. Sorof JM, Cargo P, Graepel J et al. Beta-blocker/thiazide combination for treatment of hypertensive children: a randomized double-blind, placebo-controlled trial. *Pediatr Nephrol* 2002; 17: 345-350.
132. Flynn JT, Tullus K. Severe hypertension in children and adolescents: pathophysiology and treatment. *Pediatr Nephrol* 2009; 24: 1101-1112.
133. Flynn JT, Tullus K. Correction to: "Severe hypertension in children and adolescents: pathophysiology and treatment". *Pediatr Nephrol* 2012; 27: 503-504.
134. Schaefer F, Litwin M, Zachwieja J, Zurowska A, Turi S, Grosso A, Pezous N, Kadwa M. Efficacy and safety of valsartan compared to enalapril in hypertensive children: a 12-week, randomized, double-blind, parallel-group study. *J Hypertens* 2011 Dec;29(12):2484-90.
135. von Vigier RO, Franscini LM, Bianda ND, Pfister R, Casaulta Aebischer C, Bianchetti MG. Antihypertensive efficacy of amlodipine in children with chronic kidney diseases. *J Hum Hypertens* 2001; 15: 387-391.
136. Ellis D, Vats A, Moritz ML, Reitz S, Grosso MJ, Janosky JE. Long-term antiproteinuric and renoprotective efficacy and safety of losartan in children with proteinuria. *J Pediatr* 2003; 143: 89-97.
137. Yusuf S, Teo KK, Pogue J et al. Telmisartan, ramipril, or both in patients at high risk for vascular events. *N Engl J Med* 2008; 358: 1547-1559.
138. Parving HH, Brenner BM, McMurray JJ et al. Aliskiren Trial in Type 2 Diabetes Using Cardio-Renal Endpoints (ALTITUDE): rationale and study design. *Nephrol Dial Transplant* 2009; 24: 1663-1671.



139. Zimmet P, Alberti G, Kaufman F et al. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet* 2007; 369: 2059-2061.
140. Redon J, Cifkova R, Laurent S et al. The metabolic syndrome in hypertension: European society of hypertension position statement. *J Hypertens* 2008; 26: 1891-1900.
141. Momma K. ACE inhibitors in pediatric patients with heart failure. *Paediatr Drugs* 2006; 8: 55-69.
142. Ng DK, Chan C, Chow AS, Chow P, Kwok K. Childhood sleep-disordered breathing and its implications for cardiac and vascular diseases. *J Paediatr Child Health* 2005; 41: 640-646.
143. Hager A. Hypertension in aortic coarctation. *Minerva Cardioangiol* 2009; 57: 733-742.
144. Thomas CA. Drug treatment of hypertensive crisis in children. *Paediatr Drugs* 2011; 13: 281-290.
145. Jain AR, Bellolio MF, Stead LG. Treatment of hypertension in acute ischemic stroke. *Curr Treat Options Neurol* 2009; 11: 120-125.
146. Patel HP, Mitsnefes M. Advances in the pathogenesis and management of hypertensive crisis. *Curr Opin Pediatr* 2005; 17: 210-214.
147. Adelman RD, Coppo R, Dillon MJ. The emergency management of severe hypertension. *Pediatr Nephrol* 2000; 14: 422-427.
148. Vaughan CJ, Delanty N. Hypertensive emergencies. *Lancet* 2000; 356: 411-417.
149. Constantine E, Merritt C. Hypertensive emergencies in children: identification and management of dangerously high blood pressure. *Minerva Pediatr* 2009; 61: 175-184.
150. Thomas CA, Moffett BS, Wagner JL, Mott AR, Feig DI. Safety and efficacy of intravenous labetalol for hypertensive crisis in infants and small children. *Pediatr Crit Care Med* 2011; 12: 28-32.
151. Horn DG, Trame MN, Hempel G. The management of hypertensive emergencies in children after stem cell transplantation. *Int J Clin Pharm* 2011; 33: 165-176.
152. Miyashita Y, Peterson D, Rees JM, Flynn JT. Isradipine for treatment of acute hypertension in hospitalized children and adolescents. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2010; 12: 850-855.
153. Am Acad Pediatr, Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children und Adolescent. *Pediatr* 2017; 140:e2017 1904
154. Dtsch. Gesellschaft für Kardiologie und Herz-Kreislaufforschung: ESC-Pocket Guideline, Behandlung von Erwachsenen mit angeborenen Herzfehlern, 2010
155. Bolm-Audorff U et al. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17:6281
156. Occupational noise and hypertension risk: A systematic review and meta-analysis
157. Manchar S et al. *H Hypertens* 2017; 35:1929-1937 Associations of rotational shift work and night shift status with hypertension: A systematic review and meta-analysis
158. Jeong Han Yeom, Chang Sun Sim, Jiho Lee, Seok Hyeon Yun, Sang Jin Park, Cheol-In Yoo and Joo Hyun Sung, Effect of shift work on hypertension: cross-sectional study; *Ann Occup Environ Med* 2017; 29:11-17
159. Stork J, Schrader J, Labrot B et al (1992) Arbeitsassoziierter Blutdruckanstieg und Hypertonieprävalenz—eine Querschnittuntersuchung. *Zbl Arbeitsmed* 42:468–472
160. Manav V Vyas, Amit X Garg, Arthur V Iansavichus, John Costella, Allan Donner, Lars E Laugsand, Imre Janszky, Marko Mrkobrada, Grace Parraga, Daniel G Hackam, Shift work and vascular events: systematic review and meta-analysis, *BMJ* 2012; 345:e4800 doi: 10.1136/bmj.e4800