

## ÜBERSICHTSARBEIT

# Größenentwicklung und Pubertät bei deutschen Kindern

Gibt es noch einen positiven säkularen Trend?

Bettina Gohlke, Joachim Wöflle

## ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund:** Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wurde eine Zunahme von Körpergröße und Tempo der körperlichen Entwicklung beobachtet. Als Ursachen für diesen „säkularen Trend“ (ST) werden unter anderem bessere Ernährung, verbesserte hygienische Verhältnisse und medizinische Versorgung diskutiert. Während der ST in manchen Regionen der Welt ungebrochen anhält, verzeichnet man für einige Industrienationen eine Abschwächung.

**Methoden:** Übersichtsarbeit auf der Basis einer selektiven Literaturliteraturaufbereitung.

**Ergebnisse:** Zuverlässige Daten zur Größenentwicklung liegen seit Mitte des 19. Jahrhunderts vor; danach nahm die Erwachsenengröße in den meisten Ländern Europas deutlich zu (1 bis 2 cm/Dekade). Jüngere epidemiologische Untersuchungen legen allerdings nahe, dass selbst bei bester Ernährung und medizinischer Versorgung das Wachstumspotenzial eines Menschen nicht unbegrenzt ist. In vielen Regionen Nordeuropas – auch in Deutschland – hat sich die Zunahme der Erwachsenengröße in den letzten 30 Jahren deutlich verringert (in Deutschland zuletzt auf unter 1 cm/Dekade). Auch das Menarchealter ist nahezu konstant bei knapp 13 Jahren (aktuell 12,8).

**Schlussfolgerung:** Auch in Deutschland zeigt sich eine Abschwächung des ST in der Körperlängenentwicklung (ST bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts etwa 2 cm/Dekade, aktuell < 1 cm/Dekade) und eine Stabilisierung des Menarchealters (aktuell knapp 13 Jahre). Ob damit ein Endpunkt bei stabilen Umweltbedingungen erreicht ist oder nur ein temporäres Innehalten, kann noch nicht abschließend bewertet werden.

Dtsch Arztebl Int 2009; 106(23): 377–82  
DOI: 10.3238/arztebl.2009.0377

**Schlüsselwörter:** Pubertät, Wachstum, Kindergesundheit, Lebensqualität, Kleinwuchs

Der säkulare Trend (ST) für Größe und Pubertät beschreibt die Veränderung der körperlichen Entwicklung von einer Generation zur nächsten (1). Er ist ein wichtiger Parameter für die sozioökonomischen Umstände einer Gesellschaft. Der ST ist nicht zwangsläufig positiv, sondern kann auch negativ oder stabil sein – daher sollte der Begriff „Akzeleration“ vermieden werden.

Die genetisch determinierte Körpergröße und Entwicklung („Reifung“ oder Maturation) werden durch mehrere unabhängig oder gemeinsam wirkende Faktoren modifiziert. Ernährung, Hormonstatus und psychosoziale Situation spielen eine herausragende Rolle.

Die Körperhöhenentwicklung ist durch mehrere Wachstumsphasen charakterisiert (e1). Veränderungen des Wachstums- und Reifeverhaltens während aller Wachstumsphasen tragen zu den säkularen Veränderungen der Körpergröße bei; bedeutsam sind aber insbesondere säkulare Veränderungen in der frühen Kindheit (2). Geburtsmaße werden wesentlich von intrauterinen und placentaren Faktoren bestimmt, sie korrelieren eng mit der mütterlichen Körpergröße und dem mütterlichen Körpergewicht, aber nur gering mit der späteren Erwachsenengröße des Neugeborenen (Korrelationskoeffizient  $r \sim 0,25$ ). Demgegenüber korreliert die Größe eines Zweijährigen eng mit der Erwachsenengröße ( $r = 0,8$ ) (3).

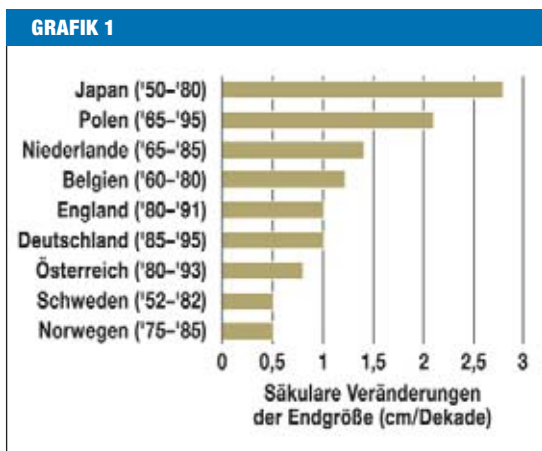
Aufgrund der Beobachtung, dass in vielen Ländern mit einer günstigen sozioökonomischen Entwicklung die Körpergröße zunimmt und die sexuelle Reifung früher eintritt, bezeichnete Tanner – einer der Pioniere der Auxologie – Wachstum als „Spiegel der herrschenden Gesellschaftsbedingungen“ (4). Unter diesem Blickwinkel wird der ST für Größe und Entwicklung auch bei soziologischen Fragestellungen als Indikator für die Bedingungen in einer Gesellschaft hinsichtlich Ernährung, Hygiene und Gesundheitszustand verwendet.

Der ST ist auch aus auxologischer Sicht bedeutsam. Hier signalisiert ein positiver ST, dass die Referenzwerte einer Population immer wieder neu bestimmt werden müssen, um einen Klein- oder Großwuchs festlegen zu können.

Ziel dieser Arbeit ist, anhand einer selektiven Literaturübersicht den derzeitigen Stand des Wissens zum ST darzustellen.

Pädiatrische Endokrinologie und Diabetologie, Abteilung für Allgemeine Pädiatrie am Zentrum für Kinderheilkunde der Universität Bonn; PD Dr. med. Gohlke, PD Dr. med. Wöflle

Sakulärer Trend der durchschnittlichen Körperhöhe erwachsener Männer im internationalen Vergleich. Dargestellt ist die Zunahme der Körperhöhe (in cm) pro Dekade zum in Klammern angegebenen Zeitraum (Jahreszahlen) (nach [5]).



### Säkularer Trend der Körperendlänge von Erwachsenen

In vielen europäischen Ländern gibt es Analysen zur Körperlängenentwicklung. Diese offenbaren bei einem Vergleich unterschiedliche Ergebnisse (5) (*Grafik 1*).

Frühe Daten zur Größenentwicklung anhand longitudinaler Messungen bei Schulkindern liegen aus der Carlsschule in Stuttgart vor (e2); einen historischen Überblick über den ST in Deutschland gibt Jaeger (6). Verlässliche Zahlen zur Erwachsenenlänge liegen seit der Mitte des 19. Jahrhunderts vor. Für die Mehrzahl der europäischen Staaten gilt, dass die Körperhöhe der Nachkommen im Vergleich mit geschlechtsgleichen Elternteilen zunimmt. In den meisten europäischen Ländern nahm die Größe von 1880 bis 1980 um etwa 1,5 cm/Dekade während der Kindheit, um etwa 2,5 cm/Dekade während der Jugend und um 1 bis 2 cm/Dekade für die Erwachsenenlänge zu (5, 7). In der Nation, in der derzeit die durchschnittlich größten Menschen leben, den Niederlanden, hat sich die Größe eines Wehrpflichtigen von 165 cm im Jahr 1860 auf 181 cm im Jahr 1990 erhöht (8). 1997 maß ein niederländischer Mann im Durchschnitt 184 cm, eine Frau 171 cm (8). Aber der ST in Europa war nicht konstant positiv. Komlos zeigte, dass während Dürrephasen im ausgehenden 18. Jahrhundert die Körperhöhe in der Bevölkerung wieder sank (9). Nachdem zu Anfang des 20. Jahrhunderts und direkt nach den Weltkriegen ein ausgeprägter ST des Längenwachstums zu beobachten war, verringerte er sich in den letzten Jahrzehnten. Er reicht von 3 mm/Dekade in den skandinavischen Ländern bis zu 30 mm/Dekade in Teilen Süd- und Osteuropas (5).

Interessanterweise ist die Größenentwicklung in den USA rückläufig, dort besteht aktuell ein negativer ST (10) (*Grafik 2*). In Japan bestand zwischen 1950 und 1960 ein ausgeprägter ST (~ 8 cm/Dekade für 14-Jährige), der sich in den folgenden Dekaden abschwächte. Derzeit ist der ST in Japan vergleichbar mit dem europäischer Länder (8).

Ein besonderes Augenmerk wurde auf den Zusammenhang von sozialen Veränderungen und der Körperhöhenentwicklung in den neuen Bundesländern gelegt. Nach der Wiedervereinigung durchgeführte Musterungsuntersuchungen zeigten dort einen positiven ST.

Die Körperhöhe westdeutscher Wehrpflichtiger nahm zwischen 1957 und 1993 von 174,0 cm auf 179,8 cm zu (Geburtsjahrgänge 1938 bis 1974; ST etwas mehr als 1 cm/Dekade) und blieb anschließend stabil bei ~180 cm. Demgegenüber waren die Wehrpflichtigen der DDR des Geburtsjahrgangs 1971 um 2,3 cm kleiner als die der alten Bundesländer (177,5 cm). Nach der Wiedervereinigung holten die Rekruten aus den neuen Bundesländern mit einer Größenzunahme um 0,86 cm gegenüber dem Vorjahr deutlich auf. Hierbei muss einschränkend angemerkt werden, dass die ostdeutschen Rekruten früher gemustert wurden (Alter bei Musterung Ostdeutschland 17,8 J, Westdeutschland 19,0) (13,14) – zum Teil lässt sich der festgestellte Größenunterschied darauf zurückführen (13, 14) (*Grafik 3, Tabelle*).

### Säkularer Trend in der Größenentwicklung von Kindern

Ein ST des Wachstums im Kindesalter bei gleichzeitig beschleunigter Entwicklung kann zu einer transienten Größenzunahme im Vergleich mit gleichaltrigen Kindern vorangehender Jahrgänge führen. Dabei muss die Endlänge nicht zwangsläufig beeinflusst werden. In den vergangenen Jahrzehnten wurde in vielen Ländern eine beschleunigte körperliche Entwicklung beobachtet, die mit einer höheren Wachstumsgeschwindigkeit während der Kindheit einhergeht. Da häufig durch die beschleunigte Pubertät die Körperendlänge früher erreicht wird, sind die Unterschiede der Erwachsenengrößen weniger deutlich. Takaishi zeigte, dass bei den Geburtsjahrgängen japanischer Kinder zwischen 1950 und 1990 ein deutlich positiver ST vorlag. Dieser betraf bei Mädchen vor allem die 12-jährigen (ST von 30 mm/Dekade), bei Jungen die 15-jährigen (ST von 35 mm/Dekade). Bei postpubertären Jugendlichen war der ST jedoch geringer (bei 17-jährigen Mädchen nur 10 mm/Dekade), sodass die Endgröße früher erreicht wurde, aber die Erwachsenenlänge nur moderat zunahm (15).

Interessanterweise ist in nahezu allen Industrieländern die Geburtslänge konstant und auch in Japan wurde in den vergangenen 40 Jahren keine diesbezügliche Veränderung festgestellt. Demgegenüber zeigte sich während der infantilen Wachstumsphase ein positiver ST. Dieser lag im Alter von 2 Jahren bei circa 10 mm/Dekade und war damit der beobachteten Veränderung der Endlänge vergleichbar. Das heißt, der größere ST in der späteren Wachstumsphase wird durch die schnellere Entwicklung kompensiert und der eigentliche ST manifestiert sich vor allem in den ersten beiden Lebensjahren (8).

In Deutschland gibt es hierzu zwei neuere Erhebungen (e4, e5, 16). Hesse untersuchte 1984/85 und 1997 anhand von zwei Perinatalerhebungen sowie bei

Schulkindermessungen in Sachsen die Auswirkungen der deutschen Wiedervereinigung auf die Größenentwicklung. Bei den Geburtsmaßen kam es zu einer Erhöhung des Gewichts (+ 151 g), aber nur geringfügig zu einer Längenveränderung (+ 0,2 cm). Bei 7- bis 10-Jährigen wurde eine deutliche BMI-Zunahme beobachtet (1,1 bis 1,8 kg/m<sup>2</sup> Zuwachs). Die Körperhöhe deutscher Kinder hat sich demnach um 1 bis 1,5 cm gegenüber den vor 30 Jahren erhobenen Daten von Brandt/Reinken erhöht (~ 0,5 cm/Dekade). Dies wurde von der Leipziger Gruppe bestätigt (e6).

### Säkularer Trend der körperlichen Reifung

Die körperliche Reifung (Maturation) eines Kindes kann unter anderem durch die Bestimmung der Knochenentwicklung („Knochenalter“) oder der Pubertätsstadien erfasst werden. Bei Mädchen ist der Zeitpunkt der Menarche ein guter Indikator für die körperliche Entwicklung. In Europa fiel das Menarchealter seit dem 19. Jahrhundert von nahezu 17 Jahren steil ab. Seit den frühen 1960er-Jahren aber blieb das Menarchealter in den meisten europäischen Ländern relativ konstant bei etwa 13 Jahren (Grafik 4).

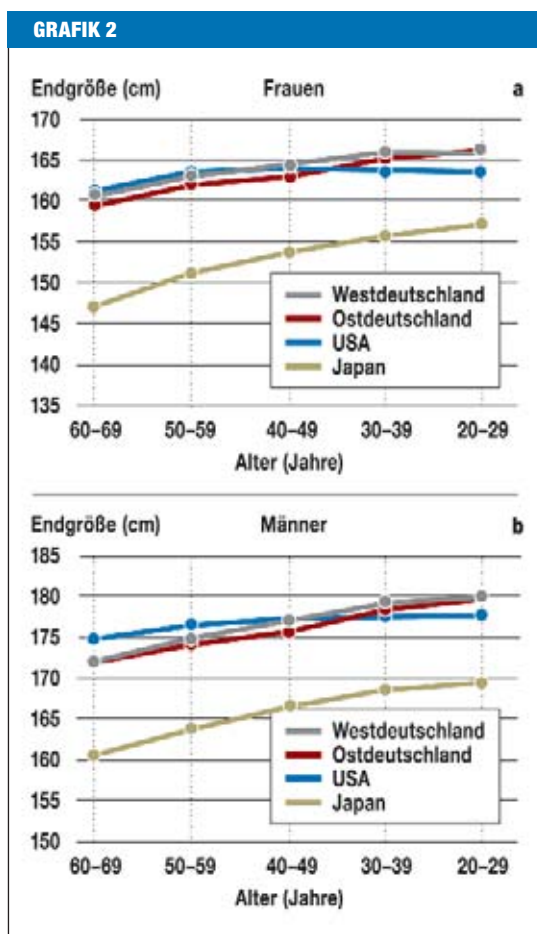
Demgegenüber findet man eine andere Situation in Entwicklungsländern: Dort gibt es keinen oder einen negativen ST – was als Spiegelbild der ungünstigeren sozioökonomischen Situation gewertet wurde (7).

Zusammenfassend kann man festhalten, dass die Erwachsenengröße in den meisten Ländern Europas seit Mitte des 19. Jahrhunderts zunahm, aber auch, dass sich dieser Trend in den letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts verlangsamte. Während dieser Zeitspanne wurde ein positiver ST beim Wachstum während der Kindheit beobachtet, der in der Pubertät durch eine Entwicklungsbeschleunigung egalisiert wurde, sodass der „Nettogewinn“ dem entsprach, der in der frühen Kindheit (bis zum 2. Lebensjahr) erzielt wurde. Der ST in der Maturation/Reifung ist in Europa seit den späten 1950er-Jahren weitestgehend nicht mehr nachzuweisen, das Menarchealter liegt bei etwa 13 Jahren (e8). Die Geburtslänge veränderte sich in diesem Zeitintervall nicht wesentlich. Vor dem Hintergrund dieser diskordanten Entwicklung kann man vermuten, dass keine gemeinsame Ursache die unterschiedlichen Trends erklärt beziehungsweise bedingt.

### Potenzielle Ursachen für den säkularen Trend von Wachstum und Entwicklung

#### Sozioökonomischer Status

Wie bereits erwähnt, besteht ein Zusammenhang zwischen Körpergrößenentwicklung und sozioökonomischem Status. Ernährung und psychosoziales Umfeld wurden als Einflussgrößen diskutiert. Komlos propagiert, die Körpergröße einer Bevölkerung nicht nur als biologische Größe, sondern auch als Maß für deren Wohlstand heranzuziehen („biologischer Lebensstandard“) (9). In seiner Untersuchung verglich er die durchschnittliche Körperhöhe der US-amerikanischen Bevölkerung mit der westeuropäischen und fand, dass vor 150 Jahren US-Amerikaner um 7 cm größer waren



Entwicklung der durchschnittlichen Körperhöhe in Ost- und Westdeutschland, USA und Japan in Abhängigkeit vom Geburtsjahrgang im Jahr 1998 (nach [11, 12, e3]).

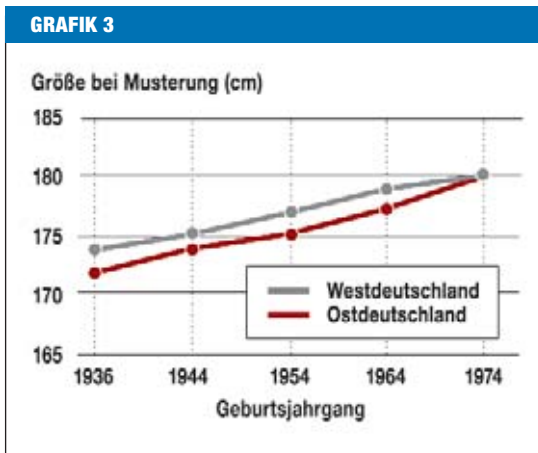
- a) Längenentwicklung bei Frauen
- b) Längenentwicklung bei Männern

als Europäer. Heute aber sind 20- bis 29-jährige Amerikaner 6 bis 7 cm kleiner als ihre europäischen Altersgenossen. Interessanterweise besteht kein Zusammenhang zum Pro-Kopf-Einkommen, bei dem US-Amerikaner weiterhin die führende Nation sind. Das Pro-Kopf-Einkommen scheint keine verlässliche Größe zur Beurteilung des individuellen Wohlstands zu sein, da es als Durchschnittsparameter große Differenzen zwischen sehr Wohlhabenden und Armen egalisiert.

Basierend auf Daten männlicher Wehrpflichtiger errechnete Cole, dass etwa 150 Jahre (also 6 Generationen) optimale Umgebungsbedingungen herrschen müssen, bevor das genetische Potenzial hinsichtlich der Körperhöhe erreicht ist und kein weiterer positiver ST nachgewiesen werden kann (e9). Aber was sind „optimale Lebensumstände“? Soziale Schicht, Einkommen, Bildung und Familiengröße wurden sämtlich mit dem ST in Verbindung gebracht, ohne dass hierdurch die Mechanismen, die dem ST zugrunde lagen, deutlich wurden (8).

Auch eine schwedische Studie analysierte den Zusammenhang zwischen Größenentwicklung und sozioökonomischer Situation. Diese Untersuchung in der Mitte des letzten Jahrhunderts fand eine konstante Größendifferenz zwischen Kindern aus unterschiedli-

Durchschnittliche Körperhöhe ost- und westdeutscher Rekruten zum Zeitpunkt der Musterung in Abhängigkeit des Geburtsjahrgangs (nach ([13]).



**TABELLE**

**Durchschnittliche Körpergröße deutscher Wehrpflichtiger (nach 13)**

Musterung	Geburtsjahr	Körpergröße (Westdeutschland)	Körpergröße (Ostdeutschland)
1989	1970	179,8 cm	177,5 cm
1992	1973	179,8 cm	178,3 cm
1996	1977	180,0 cm	179,5 cm

chen sozialen Schichten. Mit Zunahme der sozioökonomischen Unterschiede in den 1960er-Jahren nahmen die Größenunterschiede erneut zu (e10). Kinder japanischer Familien, die in die USA ausgewandert waren, waren im Vergleich mit den Eltern deutlich größer. Ihre Körperhöhe war der amerikanischen Kinder ohne Migrationshintergrund vergleichbar (e11). Weitere Studien bestätigten dies; in manchen Untersuchungen wurde zusätzlich eine frühere sexuelle Reifung bei besserem ökonomischem Status beobachtet (20).

Das schwer definierbare „well-being“ eines Individuums (optimaler Gesundheitszustand) beeinflusst ebenfalls die Größenentwicklung. Dies wird besonders anschaulich durch das Krankheitsbild des psychosozial bedingten Kleinwuchses illustriert. Hierbei haben psychischer und emotionaler Stress (zum Beispiel körperlicher oder sexueller Missbrauch) negative Folgen für das kindliche Wachstum (21). Es ist wahrscheinlich, dass sich solche Belastungssituationen nicht nur auf das Wachstum Einzelner, sondern auch auf Populationen auswirken, die in der Gesamtheit unter ungünstigen Lebensbedingungen aufwachsen.

**Genetik**

Unabhängig vom sozioökonomischen Hintergrund ist die Größenentwicklung eines Individuums eng genetisch kontrolliert. Eine herausragende Stellung in der Vermittlung des Längenwachstums haben hypophysär

gebildetes Wachstumshormon (WH) sowie die insulinähnlichen Wachstumsfaktoren IGF-I und IGF-II. Während IGF-II insbesondere für embryonale Wachstumsvorgänge wichtig ist, hat IGF-I im Verlaufe der gesamten Entwicklung proliferationssteigernde und wachstumsfördernde Wirkungen (22). Im Hinblick auf das somatische Körperwachstum kommen WH und IGF-I gemeinsam eine überragende Bedeutung zu: Auf Grundlage tierexperimenteller Untersuchungen wurde geschätzt, dass ohne WH und IGF-I nur etwa 17 Prozent der normalen Körpermaße erreicht werden (e12). Auch beim Menschen findet man eine hohe Heritabilität (0,8 bis 0,9) der Körperhöhe, also einen hohen genetischen Anteil der beobachteten Varianz der Erwachsenenlänge. (e13)

Trotz der Bedeutung der WH-IGF-I-Achse für das Wachstum ist ein ST durch Unterschiede in den jeweiligen Genen nicht erklärbar. Da Veränderungen im „Genpool“ in einer Bevölkerung träge Prozesse sind, ist das Zeitintervall von einer Generation zur nächsten nicht ausreichend, um den ST der Körperhöhe erklären zu können; auch gibt es keinen entsprechenden Selektionsdruck. Außerdem wäre alleine durch genetische Faktoren nicht nachvollziehbar, warum materieller Wohlstand sowohl in Industrienationen als auch in Entwicklungsländern mit einem positiven ST einhergehen, wohingegen Armut eher wachstumsattenuierend ist. Es überrascht daher nicht, dass Polymorphismen in größenrelevanten Genen (zum Beispiel dem IGF-I-Gen) zwar signifikant mit der jeweiligen Körperhöhe assoziiert sind, aber kein Zusammenhang mit der Größenzunahme von Generation zu Generation gefunden wurde (e14).

Eine weitere Überlegung zum ST für Längenwachstum geht auf die Beobachtung einer Paarungssiebung („assortative mating“) für Körperhöhe zurück. Darunter wird die Neigung zur Wahl eines Partners mit einer ähnlichen phänotypischen Merkmalsausprägung (hier: Körperhöhe) verstanden. Diese würde allerdings nur zu einer langfristigen Veränderung des Genpools mit der Konsequenz einer Zunahme der Körperhöhe führen, wenn ein reproduktiver Vorteil für Männer und Frauen mit höherer Körperhöhe bestünde. In der Tat zeigte eine vorangehende Untersuchung, dass kinderlose Männer kleiner sind als Väter (23). Bei Frauen hingegen besteht eher ein reproduktiver Vorteil für unterdurchschnittlich große Frauen (e15), sodass die Theorie einer positiven Paarungssiebung als Ursache des positiven ST für Größenentwicklung empirisch nicht gestützt wird.

**Ernährung**

Die Variabilität des ST ist Ausdruck von Umgebungseinflüssen auf eine genetisch festgelegte Größe (Körperhöhe und körperliche Reifung). Weltweit ist Unterernährung die Hauptursache für unzureichendes Wachstum, aber auch selbstinduzierte Unterernährung (Essstörungen) oder chronische Krankheiten können zu einem subnormalen Wachstum führen. Häufig findet man gleichzeitig eine Erniedrigung der Wachs-

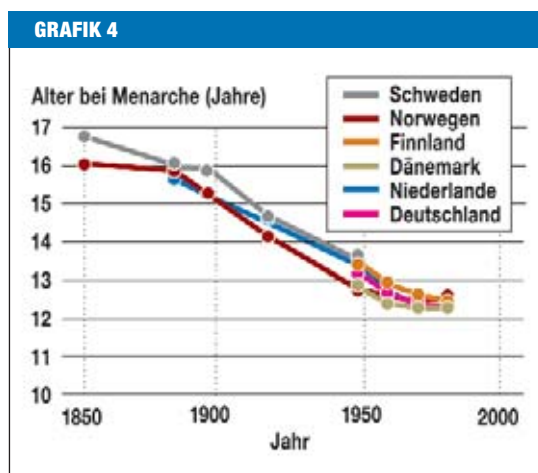
tumsfaktoren IGF-I/IGFBP-3. Allerdings war im Gegensatz zu vielen Ländern der sogenannten dritten Welt in den Industrienationen die Energiezufuhr in den letzten 50 Jahren für die Mehrheit der Bevölkerung nicht eingeschränkt. Daher wurde eher die Nahrungsqualität als die -quantität als potenzielle Einflussvariable auf den ST vermutet. In diesem Zusammenhang diskutierte man insbesondere eine Assoziation zwischen dem ST und der Zufuhr von Proteinen und Calcium (8, 24).

Über den Einfluss der Nahrung hinaus gibt es Hinweise, dass die veränderte Exposition gegenüber sogenannten endokrinen Disruptoren mit östrogenartiger und/oder antiandrogener Wirkung in Trinkwasser und Umgebung für den im den letzten Jahrhundert beobachteten ST der Pubertät insbesondere von Mädchen mitverantwortlich sein könnte. Eine aktuelle Expertentagung zu diesem Thema kam jedoch zu keiner einheitlichen Bewertung der derzeit vorliegenden Daten (25).

#### Epigenetische Einflüsse

Jüngere Untersuchungen beschäftigten sich mit der Frage nach einem Zusammenhang zwischen Körpergrößenzunahme und äußeren Einflüssen, der möglicherweise durch eine veränderte Expression wachstumsrelevanter Gene auf epigenetischer Ebene vermittelt wird. Eine chinesische Studie zeigte ein besseres Längenwachstum von Kindern chinesischer Auswanderer gegenüber im Land verbliebenen Kleinkindern. Vor diesem Hintergrund und der Beobachtung, dass trotz besserer ökonomischer Situation bis zu 150 Jahre notwendig sind, bis populationsbezogen das genetische Wachstumspotenzial vollständig ausgeschöpft wird, spekulierten Hui et al., dass eine epigenetische „Zügelung“, am ehesten vermittelt über eine nur langsame Verbesserung der Lebensverhältnisse, zu einer reduzierten Expression wachstumsrelevanter Gene in der untersuchten Population führen könnte (e16). Methylierungsanalysen mit Blick auf das Wachstum ganzer Bevölkerungsgruppen liegen bislang nicht vor. Spezifische Methylierungsanomalien wurden bei Kindern mit syndromalem Kleinwuchs untersucht. Dabei fanden man bei etwa 50 Prozent der Kinder mit Silver-Russell-Syndrom (Kleinwuchs, niedriges Geburtsgewicht, faziale Auffälligkeiten, Körperasymmetrie) epigenetische Veränderungen auf Chromosom 11, das unter anderem das IGF-II-Gen enthält (e17).

Aktuelle Untersuchungen zeigten, dass mütterliche Zuwendung die Promotormethylierung und damit die Genexpression einzelner mit Wachstum und Reifung assoziierter Gene beeinflusst (e18). Auch Ausmaß und Qualität pränataler und frühinfantiler Nahrungszufuhr können den Methylierungsgrad von Promotoren und damit der Expression wachstumsrelevanter Gene beeinflussen (e19). Allerdings ist noch nicht geklärt, ob und in welcher Weise diese Effekte auf den pubertären Wachstumsschub und ein späteres Reproduktionsalter wirken. Während die Stimulation frühkindlichen Wachstums durch prä- oder postpartale Einflüsse eher



ST der körperlichen Reifung im europäischen Vergleich. Angegeben ist das durchschnittliche Menarchealter zum Zeitpunkt der jeweiligen Querschnittsuntersuchung (nach [5, 17, 18, e7]).

positiv bewertet wird, gibt es zunehmend Hinweise, dass diese durch fetale/frühinfantile Programmierung induzierten phänotypischen Veränderungen auch eine dunkle Seite aufweisen können, insbesondere die Erhöhung des Risikos für ein metabolisches Syndrom im Erwachsenenalter (e20).

#### Resümee

In Deutschland ist in den letzten Jahrzehnten eine Abschwächung des ST der Körperlängenentwicklung und eine Stabilisierung des Menarchealters zu beobachten. Trotz des gut belegten Zusammenhangs von ST und sozioökonomischer Situation, Ernährung und psychosozialen Einflüssen ist der biologische Mechanismus, der hinter dem ST der Körperlängenentwicklung steht, nicht geklärt. Die Daten zum Einfluss frühkindlicher Ernährung und des individuellen psychosozialen Umfelds auf die epigenetische Regulation spezifischer Zielgene geben faszinierende Hinweise auf mögliche Erklärungsmuster des ST; ein Zusammenhang bleibt derzeit aber noch spekulativ.

#### Kernaussagen

- Bis zur Mitte des letzten Jahrhunderts gab es in den meisten westlichen Ländern einen deutlichen säkularen Trend zur Zunahme der Körperendgröße von etwa 2 cm/Dekade.
- Der säkulare Trend zur Zunahme der Körperendgröße ist in den letzten 30 Jahren abgeflacht und beträgt aktuell in der Mehrzahl der westlichen Länder weniger als 1 cm/Dekade.
- Die Erwachsenengröße glich sich nach der Wiedervereinigung Deutschlands an (gemessen an Rekruten in den neuen und alten Bundesländern).
- Das Menarchealter nahm bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts deutlich ab. Seither hat auch hier eine Stabilisierung stattgefunden; das aktuelle Menarchealter liegt bei 12,8 Jahren.
- Genetische Faktoren alleine können den säkularen Trend zur Zunahme der Körperhöhe und Reifung von einer Generation zur nächsten nicht ausreichend erklären.

**Interessenkonflikt**

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

**Manuskriptdaten**

eingereicht: 17. 9. 2008, revidierte Fassung angenommen: 27. 1. 2009

**LITERATUR**

1. van Wieringen JC: Secular growth changes. In Falkner F, Tanner JM, Hrsg.: Human growth: a comprehensive treatise. Ed 2. vol.3: Methodology: Ecological, Genetics and Nutritional Effects on Growth. New York: Plenum Press 1986; 307–31.
2. Brundtland GH, Liestol K, Walloe L: Height, weight, and menarcheal age of Oslo schoolchildren during the last 60 years of life. *Ann Hum Biol* 1982; 9: 521–37.
3. Tanner JM, Healy MJR, Lockard RD et al.: Aberdeen growth study: I. The prediction of adult body measurement from measurements taken each year from birth to five years. *Arch Dis Child* 1956; 31: 372.
4. Tanner JM: Growth as a mirror of conditions in society. In: Lindgren GW, Hrsg.: Growth as a mirror of conditions in society. Stockholm: Stockholm Institute of Education Press 1999; 9–48.
5. Hauspie RC, Vercauteren M, Susanne C: Secular changes in growth and maturation: an update. *Acta Paediatr Suppl* 1997; 423: 20–7.
6. Jaeger U: Secular trend in Germany. Budapest: Eötvös Univ Press 1998: 135–59.
7. Malina RM: Research on secular trends in auxiology. *Anthropologischer Anzeiger* 1990; 48: 209–27.
8. Cole TJ: Secular trends in growth. *Proceedings of Nutrition Society* 2000; 59: 317–24.
9. Komlos J: Stature and nutrition in the Habsburg monarchy: the standard of living and economic development. *American Historical review* 1998; 90: 1149–61.
10. Komlos J, Lauderdale BE: The mysterious trend in American heights in the 20th century. *Ann Hum Biol* 2007; 34: 206–15.
11. National Health and Nutrition Examination Survey III (NHANES III) from National Center for Health Statistics (NCHS) and Centers for Disease Control and Prevention (CDC). [www.cdc.gov/nchs/products/elec\\_prods/subject/nhanes3.htm](http://www.cdc.gov/nchs/products/elec_prods/subject/nhanes3.htm)
12. Komlos J, Kriwy P: Social status and adult heights in the two Germanies. *Ann Hum Biol* 2002; 29: 641–8.
13. Hermanussen M: Die Körpergröße deutscher Wehrpflichtiger vor und nach der deutschen Wiedervereinigung. *Medwelt* 1995; 46: 395–6.
14. Hesse V, Voigt M, Sätzler A et al.: Alterations in height, weight, and body mass index of newborns, children, and young adults in eastern Germany after German reunification. *J Pediatr* 2003; 142: 259–62.
15. Takaishi M: Secular changes in growth of Japanese children. *Journal of Pediatric Endocrinology* 1994; 7: 163–73.
16. Kiess W, Gausche R, Keller A et al.: Computer-guided, population-based screening system for growth disorders (CrescNetR) and online generation of normative data for growth and development. *Horm Res* 2001; 56: 59–66.
17. Danker-Hopfe H: Die säkulare Veränderung des Menarchealters in Europa. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller) 1986.
18. Engelhardt L, Willers B, Pelz L: Sexual maturation in East German girls. *Acta Paediatr* 1995; 84: 1362–5.
19. Ostersehl D, Danker-Hopfe H: Changes in age at menarche in Germany: Evidence for a continuing decline. *Am J Hum Biol* 1991; 3: 647–54.
20. Tanner JM, Bielicke T: Physical growth as a measure of the economic well-being of populations: The twentieth century. In: Falkner F, Tanner JM, eds.: Human growth: a comprehensive treatise. Ed 2. New York: Plenum Press 1986.
21. Gohlke BC, Stanhope R: Final height in psychosocial short stature – is there complete catch up? *Acta Paediatrica* 2002; 91: 961–5.

22. Woelfle J, Chia DJ, Massart-Schlesinger MB, Moyano P, Rotwein P: Molecular physiology, pathology, and regulation of the growth hormone/insulin-like growth factor-I system. *Pediatr Nephrol* 2005; 20: 295–302.
23. Pawlowski B, Dunbar RI, Lipowicz A: Tall men have more reproductive success. *Nature*. 2000; 403: 156.
24. Liestol K: Social conditions and menarcheal age, the importance of early years of life. *Ann Hum Biol* 1982; 9: 521–37.
25. Buck Louis GM, Gray LE Jr, Marcus M et al.: Environmental factors and puberty timing: expert panel research needs. *Pediatrics* 2008; 121: 192–207.

**Anschrift für die Verfasser**

PD Dr. med. Joachim Wöfle  
 Pädiatrische Endokrinologie und Diabetologie  
 Universitätskinderklinik  
 Adenauerallee 119  
 53113 Bonn  
 E-Mail: joachim.woelfle@ukb.uni-bonn.de

**SUMMARY**

**Growth and Puberty in German Children: Is There Still a Positive Secular Trend?**

**Background:** Since the mid-19th century, growth in German children has accelerated and final height increased. Possible causes of this secular trend include improvements in nutrition, hygiene, and health care. While the upward secular trend still continues in some parts of the world, it seems to be slowing in industrialized countries.

**Methods:** Selective literature review.

**Results:** Reliable data on growth that have been published since the middle of the 19th century reveal an increase in final height by 1 to 2 cm per decade in most European countries. Recent epidemiological studies, however, suggest that human height may be nearing an upper limit, beyond which it cannot increase even with further improvements in nutrition and health care. In Germany and other northern European countries, the upward trend in final height has slowed significantly over the last 30 years; in Germany, it now stands at less than 1 cm/decade. In the same interval, the age at menarche has remained constant at just under 13 years (currently 12.8).

**Conclusions:** In Germany, as elsewhere in northern Europe, the upward secular trend in height is slowing (ca. 2 cm/decade up to the mid-20th century, currently less than 1 cm/decade), and the age at menarche has stabilized at just under 13 years. It remains an open question whether the observed slowing will merely be temporary, or whether it indeed represents the near-attainment of an endpoint owing to relatively stable environmental conditions.

*Dtsch Arztebl Int* 2009; 106(23): 377–82  
 DOI: 10.3238/arztebl.2009.0377

Key words: puberty, growth, child health, quality of life, short stature



Mit „e“ gekennzeichnete Literatur:  
[www.aerzteblatt.de/lit2309](http://www.aerzteblatt.de/lit2309)

The English version of this article is available online:  
[www.aerzteblatt-international.de](http://www.aerzteblatt-international.de)