

I Grundlegende Entwicklungsprozesse

1 Pubertät: Normative biologische Entwicklungsprozesse

Karina Weichold

Pubertät? Die Hormone spielen verrückt, der Körper hat sich verändert, das Umfeld verändert sich. Es ist alles anstrengend! Hannah, 15



Hannah und Helene

Einführung

Definition: Pubertät

Pubertät (lat. *pubertas*: Mannbarkeit, Geschlechtsreife) ist ein universelles Ereignis in der Entwicklung des Menschen, verbunden mit dem Erlangen der reproduktiven Reife. Parallel zur Geschlechtsreifung verändern sich Körperkomposition, Organsysteme und das Gehirn.

Die Pubertät wird durch ein komplexes Zusammenspiel genetischer, endokriner und psychosozialer Faktoren ausgelöst und verfügt über Implikationen für eine gelungene Entwicklung über die gesamte weitere Lebensspanne.

Das Forschungsfeld zum Thema Pubertät ist gerade über die letzten 30 Jahre expandiert und basiert mittlerweile häufig auf der Arbeit interdisziplinärer Forschungsverbünde aus Psychologie, Biologie, Medizin, Anthropologie, Soziologie und weiteren, um normative Entwicklungsverläufe, deren Antezedenzen und auch Konsequenzen zu erforschen. Immer häufiger stehen neuronale Veränderungsprozesse und deren Interaktion mit endokrinen oder umweltbezogenen Faktoren im Zentrum der Forschung.

Insgesamt wird der Blick auf Pubertierende immer differenzierter: Die Pubertät wird heute nicht nur als reproduktiver Reifeprozess angesehen, sondern als komplexes, interagierendes Muster an Veränderungen in der sozialen, biologischen, neuronalen, kulturellen, sexuellen und identitätsbezogenen Entwicklung des Menschen.

Pubertät wird zunehmend positiver gesehen und die Wissenschaft rückt von der früheren übersimplifizierenden und problemfokussierten Sicht auf die Pubertät als Zeit des »Sturm und Drangs« ab, in der Jungen und Mädchen zum »Opfer überschäumender Hormone« werden oder der »Baustelle Gehirn« ausgeliefert sind (Dorn & Susman, 2019). Solche Erkenntnisse haben auch eine direkte Relevanz für den Umgang mit Pubertierenden in Gesellschaft, Familie und Schule.

Im Folgenden stehen normative körperliche Entwicklungsprozesse bei Jugendlichen im Mittelpunkt, die biologisch dem Geschlecht (*sex*) männlich bzw. weiblich nach der Geburt zugeordnet wurden – Störungen der Geschlechtsentwicklung und -identität werden nicht berücksichtigt (vgl. Sigusch, 2007). Bei einer sehr kleinen Minderheit liegt aufgrund verschiedener Ursachen (z. B. gene-

tisch bedingte hormonelle Entwicklungsstörungen) eine *Intersexualität* vor, d. h. geschlechtsdeterminierende Merkmale des Körpers (Chromosomen, Gene, Hormone, Keimdrüsen, primäre Geschlechtsmerkmale) sind bei der Geburt oder erst später, wie in der Pubertät, nicht eindeutig einem Geschlecht zuordenbar. Beispiele dafür sind eine übergroße Klitoris, das Fehlen der Scheide oder gleichzeitiges Auftreten von äußeren weiblichen Genitalien und männlichen Keimdrüsen. Intersexuelle Personen durchlaufen spezifische Entwicklungsprozesse mit damit zumeist einhergehenden medizinischen und psychosexuellen Problemen. Ebenso nicht berücksichtigt wird die Pubertät bei *Transsexuellen*, die sich einem anderen psychosozialen Geschlecht (*gender*) zugehörig fühlen, als ihnen aufgrund des biologischen Geschlechts bei der Geburt zugeordnet wurde. In der großen Mehrheit (wenn nicht vorher hormonell behandelt) erleben Transsexuelle zwar eine dem biologischen Geschlecht entsprechende körperliche Entwicklung (danach ggf. operative Geschlechtsangleichung) – besonders die psychosozialen Konsequenzen sind jedoch verschieden zur Mehrheit der *Cisgender*-Jungen und -Mädchen, also den Jugendlichen, deren biologisches Geschlecht (*sex*) und das psychosoziale Geschlecht (*gender*) übereinstimmen.

Im vorliegenden Kapitel wird zuerst ein Überblick über die normative sexuelle Reife und körperliche Entwicklung in der Pubertät gegeben, wobei nicht nur auf reproduktive Systeme, sondern auch auf den Körperbau, die Körperhöhe sowie innere Organsysteme bei Jungen und Mädchen eingegangen wird. Darüber hinaus wird dargestellt, welche strukturellen und funktionalen Veränderungen das Gehirn in der Pubertät (bis ins frühe Erwachsenenalter) durchläuft und welche Folgen diese für die psychosoziale Anpassung haben. An

dieser Stelle werden auch Hinweise für Prävention gegeben. Danach richtet sich der Blick auf die auslösenden endokrinen Prozesse, die den körperlichen Veränderungen zugrunde liegen und es wird diskutiert, welche Einflussfaktoren deren Aktivität auslösen. Schließlich

werden die Folgen der fortschreitenden Reife für persönliche und soziale Aspekte zusammengefasst. Die Forschung dazu basiert auf der Messung des sog. Pubertätsstatus, dessen vielfältige Messmethoden beschrieben und deren Praktikabilität abgewogen werden.

Lernziele

- Sie erlangen ein grundlegendes Verständnis über körperliche (inklusive zerebraler) Veränderungen, die für die Pubertät typisch sind.
- Sie können die Stadien der normativen Entwicklung des reproduktiven Systems unterscheiden.
- Sie wissen, wie der Status der Pubertät valide bestimmt wird.
- Sie kennen die Auslöser körperlicher Veränderungen.
- Sie wissen, dass die biologische Entwicklung in der Pubertät mit psychosozialen Faktoren (als Auslöser und Konsequenzen) in Beziehung steht, und damit ein biopsychosoziales Geschehen ist.
- Sie erkennen, warum Pubertätsforschung im optimalen Fall interdisziplinär angelegt ist.

1.1 Sexuelle Reifung und körperliche Entwicklung

1.1.1 Geschlechtsspezifische reproduktive Systeme

In der Pubertät kommt es zur Entwicklung des geschlechtsspezifischen reproduktiven Systems.

Bei *Mädchen* umfassen die Veränderungen der sekundären weiblichen Geschlechtsmerkmale die Entwicklung der Brüste (*Thelarche*) sowie der Schamhaare (*Pubarche*). Gegen Ende der Pubertät setzt bei den Mädchen die erste Menstruation ein (*Menarche*). Sowohl die Entwicklung der weiblichen Brust als auch der Schambehaarung ist entsprechend der Stadien der Entwicklung der sekundären Geschlechtsmerkmale nach Tanner (1962) nachzuvollziehen (► Tabelle 1.1).

Die weiblichen primären Geschlechtsorgane durchlaufen ebenfalls einen Wachstums-

schub: In der Regel kommt es zwischen dem 12. und 13. Lebensjahr zu einer Vergrößerung des Uterus, wobei sich die Muskulatur verstärkt und das Endometrium (Gebärmutter Schleimhaut) ausbildet. Analog dazu vergrößert sich die Vagina. Die Ovarien wachsen demgegenüber weniger, bedingt durch die präpubertäre Anlage dieses Organs (s.u.) – die gesamte Anzahl der Eizellen ist bereits früh angelegt, deren Ausreifung beginnt vor dem Eintreten der Menstruation. Infolge der Menarche laufen die ersten Menstruationszyklen anovulatorisch ab (ohne Eisprung), etwa fünf Jahre später hat sich bei 90 % der Mädchen ein ovulatorischer Ablauf eingepegelt. Für Deutschland wird das mediane Menarchealter auf 12,8 Jahre geschätzt (Kahl, Rosario & Schlaud, 2007).

Bei den *Jungen* sind Veränderungen der sekundären Geschlechtsmerkmale bei den männlichen Genitalien (Penis und Hoden)

und der Schambehaarung zu beobachten. Auch hier gelten als Orientierung zum Ablauf die Stadien der Entwicklung nach Tanner (1962). Etwa zwei Jahre nach Beginn des Wachstums der Schamhaare beginnen sich darüber hinaus die Barthaare bei Jungen auszubilden – zuerst an den Außenseiten der Oberlippe, im weiteren Verlauf über der Lippe, an den oberen und unteren Wangen sowie dem Kinn. Relativ späte Ereignisse bei

Jungen sind die *Spermarche* (Beginn der Samenproduktion im Hoden) und die darauf folgende *Ejakularche* (erster Samenerguss). Letztere wird von Jungen meist willkürlich durch Masturbation hervorgerufen oder findet während des Schlafes statt (*Pollution*). Schließlich ereignet sich der Stimmbruch, der auf die Zunahme der Zelldichte in der Schilddrüse sowie einer Vergrößerung des Kehlkopfes zurückzuführen ist.

Tab. 1.1: Stadien der Entwicklung sekundärer Geschlechtsmerkmale bei Mädchen und Jungen in der Pubertät (vgl. Koskenniemi, Virtanen & Toppari, 2017; Tanner, 1962)

Entwicklung der weiblichen Brust (Thelarchestadien T1–T5)	
T1	Vorpubertär, Brustdrüse nicht tastbar
T2	Brustdrüse ansatzweise tastbar, Warzenhof leicht vergrößert
T3	Brustdrüse größer als Warzenhof, Beginn der Brustwölbung
T4	Wachstum der Brust, Brustwarze hebt sich vom Warzenhof ab
T5	Voll entwickelte, erwachsene Brust, abgesenkter Warzenhof
Entwicklung der männlichen Genitalien (Genitalstadien G1–G5)	
G1	Vorpubertär, Hodenvolumen* <3 ml, kleiner Penis
G2	Hodenvolumen 3–6 ml, Hodensack leicht vergrößert mit dünner und rötlicher Haut
G3	Hodenvolumen 6–12 ml, Hodensack vergrößert, Zunahme der Länge des Penis
G4	Hodenvolumen 12–20 ml, Hodensack dunkler, Penis wächst in Länge und Umfang
G5	Hodenvolumen > 20 ml, Hodensack und Penis sind voll entwickelt
Entwicklung der Schambehaarung (Pubarchestadien P1–P6)	
P1	Vorpubertär, keine Behaarung im Schambereich
P2	Wenig und schwach pigmentierte Behaarung, kaum gekräuselt
P3	Kräftigere und dunklere Behaarung, stark gekräuselt
P4	Dichte Behaarung, ähnlich wie bei Erwachsenen, geringe Ausdehnung
P5/P6	Ausbreitung auf Oberschenkeln und entlang der Linea alba Richtung Bauchnabel

Anmerkung: * Hodenvolumen beurteilt per Orchidometer nach Prader, große Variationen in der individuellen Größe des Hodens während des Reifeprozesses und in der adulten Form

1.1.2 Längenwachstum und Körperproportionen

Zu Beginn der Pubertät findet ein Zuwachs in der Wachstumsgeschwindigkeit der Körperhöhe statt. Dieser *Wachstumsspur* ereignet sich kurz vor dem Zeitpunkt, an dem die maximale Körperhöhe erreicht ist. Weibliche Jugendliche wachsen dabei 20 bis 25 cm bzw. männliche Jugendliche 25 bis 30 cm in der Körperhöhe, wobei der Wachstumsspur bei Jungen ca. zwei Jahre später als bei Mädchen stattfindet. Parallel zu diesem Wandel verändert sich auch das Körpergewicht, was eine Folge der hohen Zuwachsraten des Skeletts, der inneren Organen, des Fettgewebes sowie der Muskelanteile darstellt. Diese verlaufen in geschlechtstypischer Weise: Bei den Jungen ist ein Abfall des subkutanen Fettgewebes sowie ein Anstieg des Anteils der Muskelmasse zu beobachten. Bei Mädchen kommt es demgegenüber zur Kumulation von Körperfett, insbesondere zu Beginn der Pubertät, was in einem anderen Verhältnis von Muskeln zu Fettgewebe bei Mädchen im Vergleich zu Jungen resultiert. Diese Veränderungen werden auch in der Umstrukturierung der Körperproportionen entsprechend des geschlechtstypischen Ablaufes (Gestaltwandel) deutlich. Die Körpersilhouette verändert sich bei prä- zu postpubertären Mädchen dahingehend, dass Fett an Hüfte, Oberschenkel und Bauch angelagert wird. Demgegenüber vergrößert sich der Brustumfang im Vergleich zur Hüfte bei den Jungen. Begleitet werden diese durch Veränderungen im Muskelgewebe sowie daraus resultierend in der Motorik (Grob- und Feinmotorik sowie Koordination). Wie groß und wie schwer Jugendliche am Ende der Pubertät sind, wird zum großen Teil durch genetische Faktoren bestimmt. Darüber hinaus spielen sozioökonomische Faktoren, Ernährungsverhalten und Gesundheitsvorsorge während der intrauterinen Zeit, der Kindheit und der Pubertät

eine Rolle (vgl. Wood, Lane & Cheetham, 2019).

1.1.3 Veränderung innerer Organsysteme

Zeitgleich zur Umstrukturierung des Körperbaus verändern sich die Struktur und die Funktionsweise verschiedener innerer Organsysteme, um die Leistungsfähigkeit des größeren und schwereren Körpers abzusichern. Das Herz-Kreislauf-System unterliegt einem Wachstumsschub. Als Folge sinkt die Frequenz des Herzschlags und der systolische Blutdruck steigt an. Darüber hinaus ändert sich die Zusammensetzung des Blutes insbesondere bei Jungen. Die Lunge vergrößert sich und ihre Vitalkapazität nimmt zu, damit effizienter Sauerstoff ausgetauscht werden kann. Schließlich sinken die Körpertemperatur und die Stoffwechselintensität (zusammenfassend vgl. Weichold & Silbereisen, 2008).

1.1.4 Gehirnentwicklung

Mit der Pubertät beginnend und bis ins frühe Erwachsenenalter anhaltend vollziehen sich umfassende neuronale Veränderungen beim Menschen. Eine genauere Erforschung, wie sich das jugendliche Gehirn normativ entwickelt, ist insbesondere in den letzten Dekaden der Jugendforschung durch die Weiterentwicklung und Verbreitung von Methoden zur Untersuchung der Struktur und Funktionsweise des Gehirns möglich geworden. Zu den am meisten genutzten bildgebenden Verfahren zählen hier die strukturelle Magnetresonanztomografie (MRT) und das funktionelle MRT (fMRT), die beide besonders gut für Kinder und Jugendliche (weil nicht invasiv) geeignet sind. Darüber hinaus basieren auch heute noch viele Studien zur Gehirnentwicklung im Jugendalter auf Tiermodellen.

Die neuronalen Veränderungen in der Pubertät bis ins junge Erwachsenenalter betreffen nicht nur die Struktur, sondern auch die Funktionsweise des Gehirns – teilweise mit erheblicher Relevanz für das Verhalten und Erleben junger Menschen.

Über die Kindheit und aufgrund der vielfältigen Umwelteinflüsse und Erfahrungen werden im Gehirn des Menschen in der Überzahl Nervenzellen (Neuronen) und Verbindungen (Synapsen) zwischen ihnen angelegt. Damit vergrößert sich der Anteil der grauen Substanz und das Hirnvolumen über die erste Lebensdekade. Mit dem Beginn der Pubertät setzen dann hirnstrukturelle Veränderungen ein, die zur Reduktion der bisher nicht oder nur wenig genutzten Neuronen und Synapsen führt: Nervenzellen und Verbindungen zwischen ihnen werden zu einem sehr großen Anteil eliminiert (*Synaptic Pruning*). Neugeborene verfügen ca. über 100 Milliarden Nervenzellen im Gehirn – bei Erwachsenen und nach Abschluss der Synapseneliminierung sind es 15% weniger – der Verlust scheint also auf den ersten Blick dramatisch. Umwelteinflüsse, Erfahrungen und Lernprozesse bedingen, welche Nervenzellen bestehen bleiben oder eliminiert werden. Was bleibt, sind die Neuronen und Synapsen, die individuell gebahnt sind. Diese können nun effizienter und leistungsfähiger arbeiten, was an einem enormen kognitiven Leistungsschub nach Abschluss des Synaptic Prunings zu beobachten ist.

Dafür ist aber auch eine zunehmende *Myelinisierung* (Isolierung) der verbliebenen Nervenfasern verantwortlich, die zur effizienteren Informationsverarbeitung im Gehirn und insbesondere zur stark beschleunigten Weitergabe der Informationen von Neuron zu Neuron beiträgt. Mit dem Anstieg der Myelinisierung bzw. der weißen Masse im Gehirn nimmt das Großhirnvolumen zwar insgesamt ab, aber die einzelnen bestehenden Neuronen arbeiten effizienter und organisierter miteinander zusammen.

Die Prozesse Synaptic Pruning und Myelinisierung sind im Durchschnitt etwa Mitte des dritten Lebensjahrzehnts für alle Hirnareale abgeschlossen, finden aber nicht zeitgleich in allen Hirnregionen statt (*Heterochronizität*). Zuerst reifen phylogenetisch ältere Regionen, wie z.B. primäre sensorische Areale einschließlich des limbischen und des Belohnungssystems. Verglichen damit reifen die vorderen oberen Bereiche des Gehirns relativ spät, was z.B. dazu führt, dass das kortikale Kontrollsystem des präfrontalen Kortexes (PFC) als letztes bis Mitte der zwanziger Lebensjahre reift (Gogtay et al., 2004).

Mit den strukturellen Hirnveränderungen über das Jugendalter ändert sich auch die Funktionsweise verschiedener hemmender und erregender Transmittersysteme. Dies betrifft besonders eine verringerte Ausschüttung der Transmitter Glutamat, GABA (Gamma-Aminobuttersäure) und Dopamin, aufgrund der Reduktion entsprechender Rezeptoren durch untergehende Neuronen und Synapsen. Beispielsweise wird für den Neurotransmitter Dopamin (assoziiert mit positiven Emotionen, Belohnung, positiver Stimulation) beschrieben, dass er im frühen Jugendalter nicht nur weniger ausgeschüttet wird, sondern es auch zu einer verringerten Hemmung der bestehenden Ausschüttung kommt, besonders im limbischen bzw. im Belohnungssystem (inkl. Nucleus Accumbens). Dies führt dazu, dass Jugendliche ihre Handlungen stark auf emotionale, motivationale und belohnungsorientierte Aspekte ausrichten. Hirnareale des Belohnungssystems sind im Jugendalter stärker aktiviert, was zu einem gesteigerten Interesse führt, neue Erfahrungen zu machen oder soziale Belohnung zu erfahren (besonders durch Peers, diese Prozesse korrelieren auch mit einer ansteigenden Synthese von GABA im Vorderhirn). In spezifischen Situationen überlegt zu entscheiden, ob man tatsächlich ein Risiko eingeht, wie beispielsweise Drogenkonsum zum Erlangen von Wertschätzung seitens anderer Jugendlicher, ist dem-

gegenüber schwächer ausgeprägt. Dies liegt daran, dass sich der präfrontale Kortex, das zentrale Kontrollzentrum über die emotional und motivational gesteuerten Handlungen, zum gleichen Zeitpunkt noch in der Umstrukturierung befindet und damit ineffizienter arbeitet. Eine weitere Besonderheit des jugendlichen Gehirns ist eine geringere Aktivierung durch Psychostimulanzien wie Kokain. Dies ist z. B. auf einen veränderten Einfluss von Glutamat auf die Interneuronen im präfrontalen Kortex zurückzuführen (Sturman & Moghaddam, 2011).

Reviews zeigen, dass die normative Gehirnentwicklung beim Menschen im Jugendalter durch eine Reihe von Variablen beeinflusst wird, wie dem sozioökonomischen Status, aber auch der kulturellen Herkunft und dem Peerumfeld (Foulkes & Blakemore, 2018). Darüber hinaus ist sie mit dem Lebensalter und Reifemerkmalen der Pubertät assoziiert. Erste Befunde deuten darauf hin, dass diese Beziehung jedoch eher nichtlinear ist und mit dem Geschlecht interagiert (Goddings, Beltz, Peper, Crone & Braams, 2019; Vijayakumare, Macks, Shirtcliff & Pfeifer, 2018).

Prävention: *Wie kann man Jugendliche während der Reifung des Gehirns unterstützen?*

Aufgrund der Umstrukturierung des Gehirns ist es schwierig für Jugendliche, sich zu regulieren und beispielsweise nicht dem Bedürfnis nach einer sehr hohen emotionalen Erregung oder sozialen Belohnungen sofort nachzugeben. Besonders die sog. Kontrollinstanz des Gehirns, der präfrontale Kortex, reift bis Mitte der 20er Lebensjahre. Demgegenüber sehen Jugendliche schon ca. 10 Jahre früher wie Erwachsene aus und sind körperlich reif. Deswegen werden von ihrem Umfeld häufig auch die entsprechenden kognitiven Kompetenzen erwartet, obwohl diese eigentlich noch nicht vorhanden sind. Jugendforscher wie Laurence Steinberg betonen daher, wie wichtig es ist, Jungen und Mädchen weit über die Pubertät hinaus extern zu unterstützen, um die fehlende persönliche Kompetenz zur Kontrolle von außen abzufedern bzw. generell eine positive Entwicklung des Gehirns zu unterstützen (vgl. Rudolph et al., 2017). Soziale Unterstützung, Ermutigung und Lob sind hierfür konkrete Beispiele. Jugendlichen sollten darüber hinaus einfache Anweisungen gegeben sowie Multitasking und Überstimulation verhindert werden. Stimulationen (auch für einen extremeren Kick) sollten Jugendlichen in Bildung und Freizeit ermöglicht werden (z. B. Wandern, Sport) und ein strukturierter Tagesplan mit ausreichend Schlaf ist zu unterstützen. Generell sollten Erwachsene Verständnis dafür entwickeln, dass das Timing der körperlichen Reife nicht der zerebralen gleichzusetzen ist und dass das jugendliche Gehirn in seiner Umstrukturierung nicht nur ein Risiko für die Entwicklung von Problemen bietet, sondern langfristig die Basis für die Entfaltung noch effizienterer kognitiver Kompetenzen und einer differenzierteren Persönlichkeit darstellt, die übergangsweise allerdings noch der Unterstützung bedarf.

1.2 Auslöser der körperlichen Veränderungen: Hormonelle Prozesse

Hormonelle Prozesse sind die unmittelbaren Auslöser derjenigen körperlichen Veränderungen, die in der Pubertät zu beobachten

sind. Diese stehen in enger Wechselwirkung mit zentralnervösen Strukturen und deren Funktionen.

Besonders die Gonadenhormone (Geschlechtshormone, insbesondere Testosteron und Östrogen) sind dafür verantwortlich, dass sich das reproduktive System bei Menschen in geschlechtstypischer Weise in der Pubertät entwickelt.

Im Hypothalamus wird durch eine vermehrte Ausschüttung des Gonadotropin-Releasing-Hormons (GnRH) im Hypophysenvorderlappen die Produktion von Gonadotropinen (luteinisierendes Hormon, LH; follikelstimulierendes Hormon, FSH) angestoßen. Als Folge werden in den Gonaden (Eierstöcke und Hoden) Östrogen und Testosteron freigesetzt, die an verschiedenen Orten des Körpergewebes die geschlechtsspezifische Entwicklung vorantreiben. Positive und negative Rückkopplungsprozesse regulieren die nachfolgende Aktivität der Hypothalamus-Hypophyse-Gonaden-Achse (HPG-Achse zur Produktion der Geschlechtshormone). Eine vermehrte Ausschüttung von Gonadenhormonen wirkt sich darüber hinaus auf das Gehirn und schließlich auf das Verhalten von Menschen aus (Weichold & Silbereisen, 2018).

Prinzipiell können die wichtigsten hormonellen Veränderungen mit Bezug auf die Ausschüttung von Gonadenhormonen, die zur menschlichen Geschlechtsreife führen, in drei sog. endokrine Pubertäten aufgeteilt werden. Schon in der intrauterinen Phase

kommt es zum ersten großen kurzzeitigen Konzentrationsanstieg der Geschlechtshormone (besonders Testosteron betreffend, für Jungen ausgeprägter als Mädchen, *Organisationsphase*). In der Folge werden die inneren und äußeren Geschlechtsmerkmale angelegt und entwickelt. Dieser frühe Anstieg der Geschlechtshormone hat auch Effekte auf die geschlechtstypische Hirnentwicklung, die Feminisierung und Maskulinisierung des späteren Verhaltens sowie das fetale Wachstum generell. Der zweite Schub findet kurz nach der Geburt (2. bis 3. Lebensmonat, *Minipubertät*) statt. Die jetzt kurzzeitig ansteigenden Konzentrationen der Gonadenhormone bedingen bei Jungen die Absenkung der Hoden bzw. bei Mädchen die Reifung der Eizellen, beeinflussen aber auch die Organisation des Gehirns und haben z. T. Folgen für die geschlechtstypische kognitive, sprachliche und verhaltensbezogene Entwicklung. Die dritte umfassende endokrine Veränderung, verbunden mit erneuter Aktivierung der Produktion von Geschlechtshormonen (*Aktivierungsphase*), die klassische oder zentrale Pubertät, erfolgt bei Jungen im Schnitt zwischen 9 und 14 Jahren bzw. bei Mädchen zwischen 8 und 13 Jahren. Im Rahmen der klassischen Pubertät wird das Wachstum der Eizellen und der Hoden weiter durch die vermehrte Ausschüttung von Testosteron und Östrogen gefördert (► Tab. 1.2).

Tab. 1.2: Normativer Ablauf geschlechtstypischer körperlicher Veränderungen, Zeitpunkt und involvierte hormonelle Faktoren (nach Wood, Lane & Cheetham, 2019, S. 10)

	Ereignis	Normativer Zeitpunkt	Involvierte hormonelle Faktoren
Pränatale endokrine Veränderungen	Anlage und Entwicklung der inneren und äußeren Geschlechtsmerkmale, (geschlechtstypische) Hirnentwicklung, Feminisierung/Maskulinisierung, Verhalten, Körperwachstum	10.–24. Schwangerschaftswoche	»Organisationsphase« Anstieg der Konzentration von Geschlechtshormonen, besonders Testosteron