

Embryogenese und Anatomie des Penis

2.1 Embryogenese – 18

2.2 Anatomie des Penis – 21

2.1 Embryogenese

Das männliche Genitale entsteht aus der gemeinsamen Urform unter dem Einfluss männlicher Sexu-
al hormone. Der gesamte Vorgang wird durch Testosteron gesteuert, welches ab dem 2. Embryonalmonat in den Leydig-Zellen produziert wird mit einem ersten Maximum der Spiegel im 4. Monat, um danach wieder bis pränatal abzufallen. Im Gewebe findet sich bevorzugt im Mesenchym intrazellulär das Enzym 5-alpha-Reduktase, welches ein diffundiertes freies Testosteron zu DHT hydrolysiert. Dieses wirkt im Mesenchym des Genitale 10-mal stärker auf die intranuklearen Androgenrezeptoren als das Testosteron. Dabei vermittelt eine ganze Reihe an Wachstumsfaktoren die einzelnen Vorgänge (Utsch et al. 2004, Westenfelder 2007).

Im äußeren männlichen Genitale sind Östrogenrezeptoren nicht nachgewiesen, wohl aber in der Prostata. Im Vergleich zum Normalzustand gibt es für verschiedene Hypospadienformen keine Information zu Unterschieden beim Testosteronspiegel, der Dichte und Lokalisation der Androgenrezeptoren oder dem unterschiedlichen Vorkommen von 5-alpha-Reduktase in der kritischen Zeitspanne der Genitalentwicklung (8.–14. Woche).

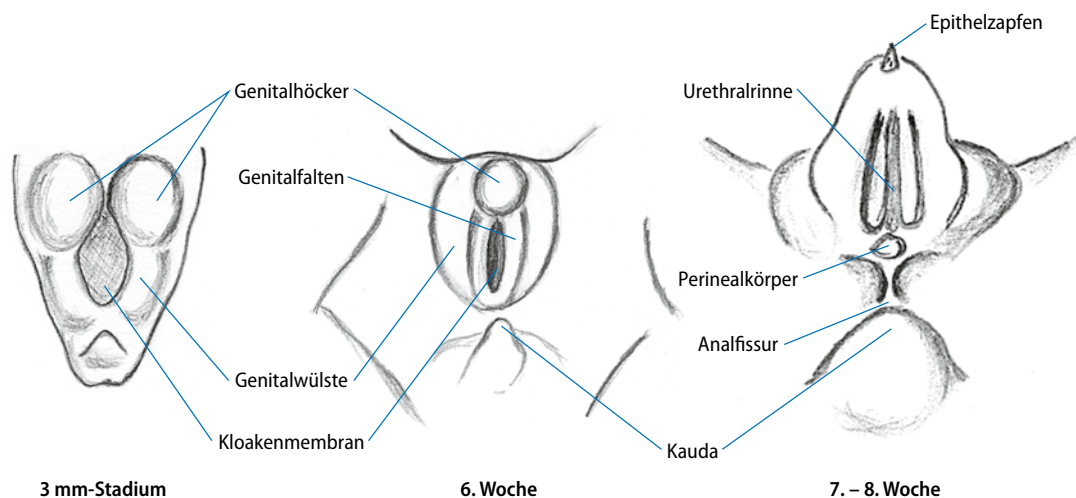
Zunächst entsteht die gemeinsame Urform des Genitale, in dem sich ventrolateral der Kloakenmembran, zwischen Ektoderm und Entoderm, mesodermale Zellhaufen bilden, die sich nach ventral und kranial verschieben, wodurch zunächst 2 Höcker oder Vorläufer entstehen, die sich dann zu dem eigentlichen Genitalhöcker vereinigen (■ Abb. 2.1).

Weiter formiert sich Mesenchym unter dem Ektoderm um Genitalhöcker und Kloakenmembran herum, sodass die Genitalfalten und lateral die Genitalwülste entstehen. Durch den immer größer werdenden Genitalhöcker und die sich infraumbilikal entwickelnde Bauchwand wird die Kloakenmembran aus der frontalen Ebene nach kaudal gedrängt/gekippt.

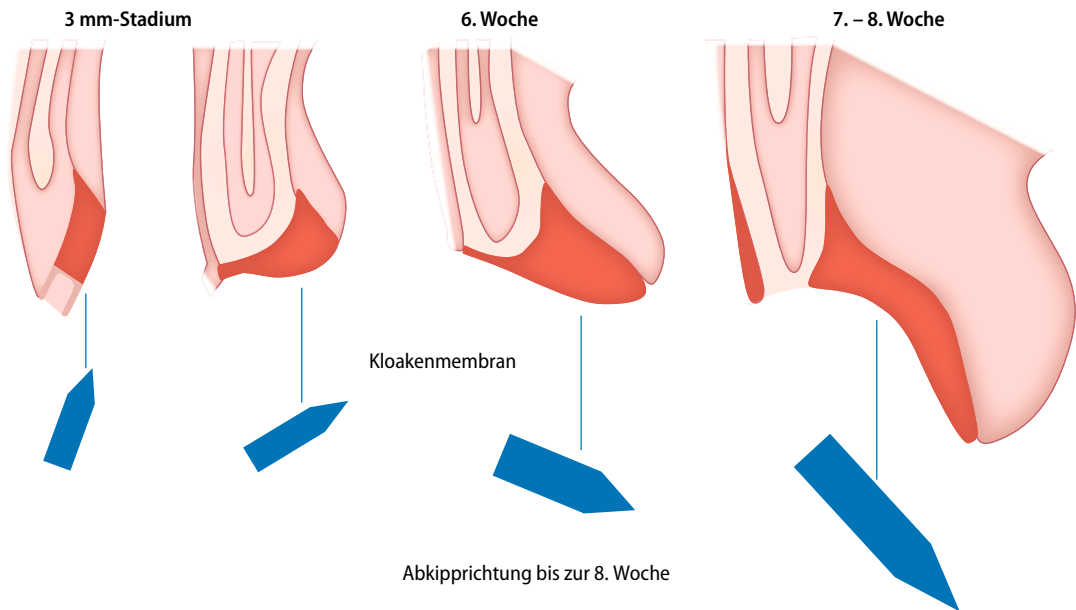
Gleichzeitig wachsen (angeblich) von lateral des Entoderms die Rathke'schen Falten longitudinal, wie auch von kranial das Septum urorectale quer aufeinander zu (beides mehr postuliert als embryologisch gesichert) und teilen die Kloake in den ventralen Sinus urogenitalis und das Rektum bzw. den Analkanal. Wahrscheinlicher formt sich die Kloake beim Schwenken der Kloakenmembran von der frontalen in die kaudale Position aber so um, dass sich ihr dorsaler Anteil anhebt und auf die Endstrukturen von Sinus urogenitalis und Darm stößt, wodurch sich die gleiche Teilung ergibt, für die auch die Septen und Falten verantwortlich gemacht werden (■ Abb. 2.2).

Für die Entwicklung der Harnröhre ist dies eher unbedeutend.

Beim Kontakt der Kloakenmembran mit »dem Septum urorectale« entsteht das Tuberculum anale, aus dem sich der Perinealkörper und dann der Damm formieren. Dabei hat sich aus der ventralen Kloakenmembran, durch massive Zellvermehrung, aus der zunächst nur aus 2 Zellschichten bestehenden Membran ein solider Körper gebildet, der sich auf der Unterseite des Genitalhöckers nach distal schiebt und ihn dann überragt. Aus diesem distalen Anteil formiert sich später die Glans, die sich durch



■ **Abb. 2.1** Frühe Embryogenese: im 3 mm-Stadium paarige Genitalhöcker, 6. Woche noch indifferentes Stadium, 7.–8. Woche Erscheinen von Perinealkörper, Urethralrinne und distalem Epithelzapfen



■ **Abb. 2.2** Abkippen der Kloakenmembran in früher Embryogenese entsprechend den Pfeilrichtungen aus der frontalen Ebene soweit über die Sagittale, dass sie dorsal zu Sinus urogenitalis und Enddarm Kontakt aufnimmt, dort abflacht und sich auflöst

einen queren Wulst (Korona) morphologisch demarkiert. Aus dem proximalen Anteil bildet sich die Urethra. Dabei wächst von dorsolateral Mesenchym ein und bildet durch Vaskularisation das spongiöse Gewebe von Corpus spongiosum und Glans. Dies hat zur Folge, dass Glans und Spongiosum glatt ineinander übergehen.

Proximal legen sich im Bereich des erhaltenen Lumens des Sinus urogenitalis die jetzt sagittal stehenden Wandabschnitte eng aneinander, und dieser aus der Kloakenmembran entstandene Körper steht nun als UP in der Sagittalebene des Genitalhöckers, und zwar von der Spitze bis nach proximal hin, bis zum Lumen des Sinus urogenitalis. Lateral der UP lagert sich auf gesamter Länge weiter Mesenchym ein, wodurch die UP in die Tiefe sinkt (oberflächliche oder primäre Urethralrinne). Durch die nun eintretende Apoptose im gesamten Bereich der UP sinkt sie ein (■ Abb. 2.3, blauer Pfeil) und bildet die sekundäre (tiefe) Urethralrinne. Im dorsalen Anteil bildet sich die Kloakenmembran wieder auf 2 Zellschichten zurück, um dann einzubrechen, sodass ab diesem Zeitpunkt Darm und Sinus urogenitalis mit der Amnionhöhle verbunden sind (■ Abb. 2.2). Lateral der sekundären Urethralrinne haben sich die scharf demarkierten Urethralfalten ausgebildet, von Mesenchym unterfüttertes Ektoderm. Diese Urethralfalten konfluieren dann von proximal nach distal über der Urethralrinne, die damit verschlossen

wird und bilden an der Verschmelzungslinie die Raphe. Diese hat sich nun über die gesamte Strecke hin entwickelt, stammt von der Kloakenmembran ab und endet in der Regel mit dem Frenulum. Die neben dem Genitalhöcker entstandenen Genitalwülste formen sich zunächst halbkugelig um, wandern nach kaudal und vereinigen sich über der Urethra zum Skrotum, in welches pränatal die Testes hinabsteigen.

Parallel formiert sich das Mesenchym dorsal der Urethralrinne zu den Corpora cavernosa. Auch hier spielen die Mechanismen der Vaskularisation wieder die entscheidende Rolle (■ Abb. 2.3).

Wie sich genau die Urethra in der Glans entwickelt ist nur unvollständig geklärt, vermutlich sind daran drei verschiedene Mechanismen/Entwicklungsschritte beteiligt, die bei den verschiedenen Formen der Hypospadie separat gestört sein können:

1. Am häufigsten beschrieben wird der von der Glansspitze aus einwachsende Hautzapfen aus Plattenepithel, der zentral einsmilzt und so die glanduläre Urethra bildet, die sich koronar mit der penilen Urethra vereinigt. Verfehlen sie sich (10. Woche), entsteht eine distale Hypospadie und, wie so häufig nachweisbar, eine Lm (■ Abb. 2.3, blauer Pfeil; ► Abb. 1.10). Diese bildet sich als blindendender Gang dorsal der Urethra. Immer wieder entstehen sogar 2–3 solcher Lacunae magnae.

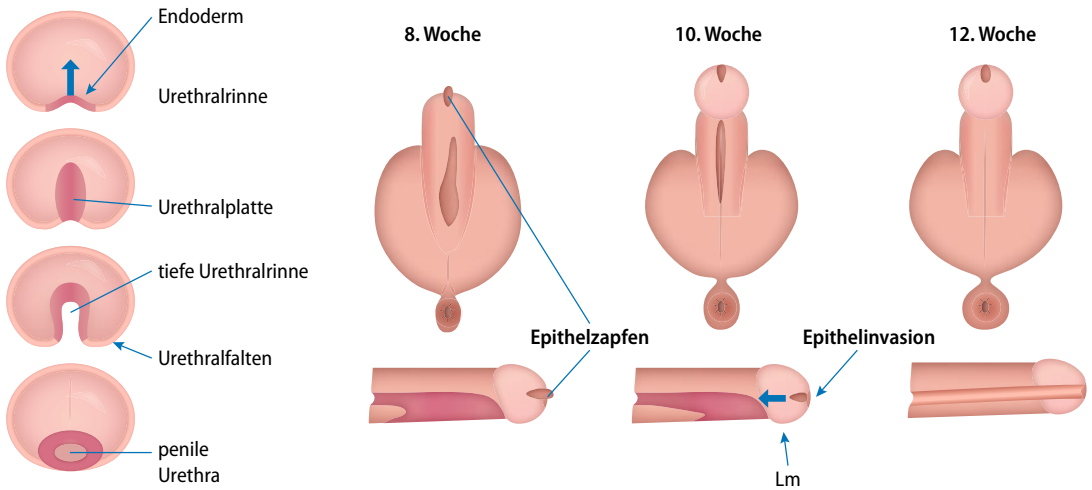


Abb. 2.3 Entwicklung der distalen Kloakenmembran zur Urethra zwischen der 8.–12. Woche. Durch Hemmung der Entwicklung und weil sich die Enden verfehlen, soll die Lacuna magna entstehen, wahrscheinlich in der 10. Woche (blauer Pfeil Einsinken der primären Urethralrinne, Lm Lacuna magna).



Abb. 2.4 a–c Seltene atypische Hypospadienformen mit kompletter oder dysplastischer glandulärer Urethra, die sich nur aus der Embryogenese erklären lassen. Dabei ist die Verbindung von glandulärer und peniler Urethra gestört: a »natürliche Fistel«, b erscheint wie ein Urethraldivertikel mit fehlender Wand, c dysplastisch hypospadierte Urethra mit Fistel.

2. Es scheint auch möglich, dass sich eine ebenfalls mit Plattenepithel ausgekleidete Urethralrinne entwickelt, die sich ventral verschließt, indem Glans und Vorhaut um sie herum wachsen. Entsteht keine komplette Verbindung, kommt es – wenn auch extrem selten – zu einem ventralen Urethradefekt (■ Abb. 2.4).
3. Schließlich besteht auch die Möglichkeit, dass sich die Glans ventral nicht verschließt, sondern nur die Vorhaut, woraus dann die distale Hypospadie resultiert, bei der die Vorhaut intakt ist.

Doch sind heute Embryologen nicht mehr wirklich in der Lage, die obigen Beobachtungen beim menschlichen Feten in gleicher Weise nachzuvollziehen, wie noch vor 30 Jahren, sodass diese Vorgänge definitiv als nicht geklärt gelten (Pentington und Hutson 2002a, 2002b).

2.2 Anatomie des Penis

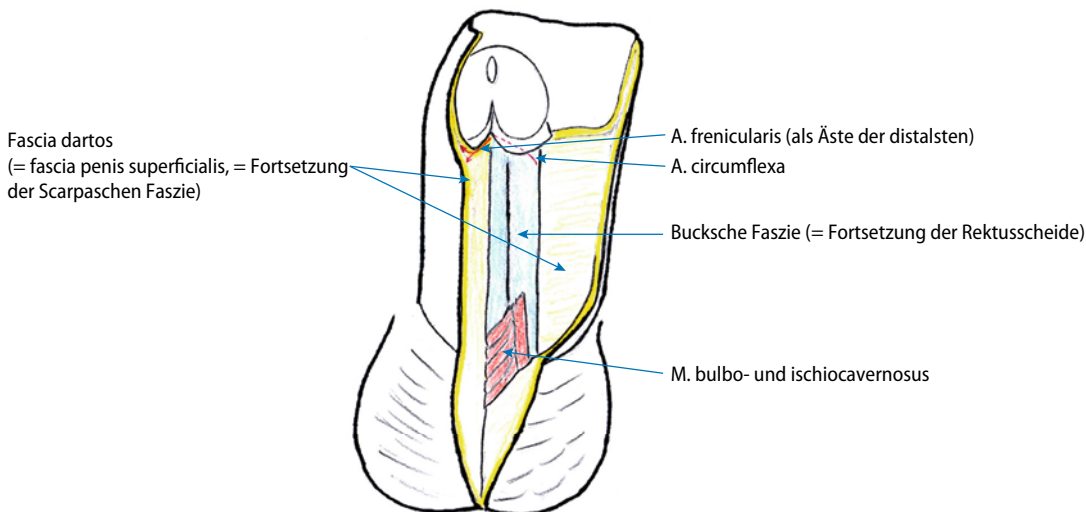
Die Anatomie des Penis ist geklärt und soll hier nur in den Details dargestellt werden, die für Operationen von Bedeutung sind. Dazu gehören Lokalisation und Ausdehnung der Faszien, die Gefäßversorgung, auch die arterielle Versorgung des Präputiums, der Verlauf der A. frenicularis, die Gefäß- und Nervenversorgung von Schaft und Glans durch die Buck'sche Faszie und das nicht separierbare Septum der Corpora cavernosa.

Die Anatomie der Faszien zeigt ■ Abb. 2.5: Von der ventralen Medianlinie aus sind Kutis, Fascia Dartos (gelb) und Subkutis vollständig nach links abgehoben. Die Buck'sche Faszie (blau) liegt frei. Die A. frenicularis entsteht nach ventraler Anastomose der distalsten Äste der A. circumflexa und zieht von proximal nach distal durch das Frenulum zur ventralen Vorhaut, nicht zum Meatus, bei der Hypospadie zu den Rändern der Vorhautschürze. Die Fascia Dartos entspricht der Fortsetzung der Scarpa'schen Faszie.

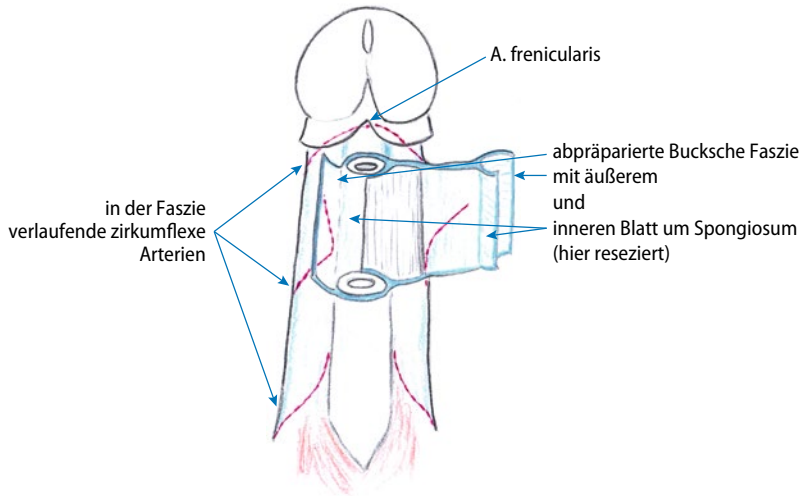
Die Ausdehnung der Buck'schen Faszie, die auch das Corpus spongiosum umhüllt, dazu die in der Faszie verlaufenden Äste der zirkumflexen Arterien, zeigt ■ Abb. 2.6.

Die arterielle Versorgung von Haut, Fascia Dartos und Subkutis durch den überwiegend symmetrisch ausgebildeten arteriellen oberflächlichen Plexus mit seiner proximalen Anastomose zeigt ■ Abb. 2.7. Asymmetrien mit multiplen Anastomosen auch zwischen den Arterien in der Vorhaut und überwiegender Versorgung von rechts oder links sind möglich. Das hat dann, z. B. bei der Bildung von Onlays operationstechnische Relevanz. Ihre Bezeichnung als Endarterien ist dadurch etwas relativiert. Die A. frenicularis entsteht aus der distalen Anastomose der zirkumflexen Rami und versorgt das ventrale Präputium.

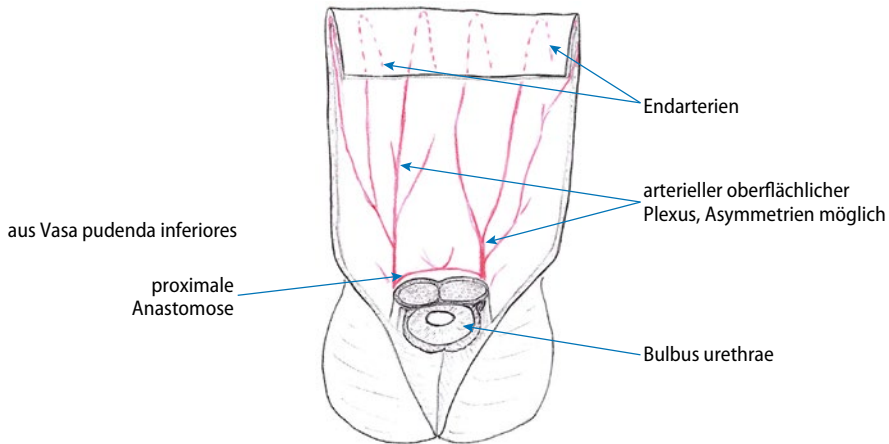
Den Verlauf der Nerven und Gefäße in der entfaltenen Buck'schen Faszie nach Entfernung der Corpora und zwei Drittel der ventralen Glans zeigt ■ Abb. 2.8. Die Nerven verlaufen im Prinzip überwiegend dorsal, die Venen eher ventral der Arterien.



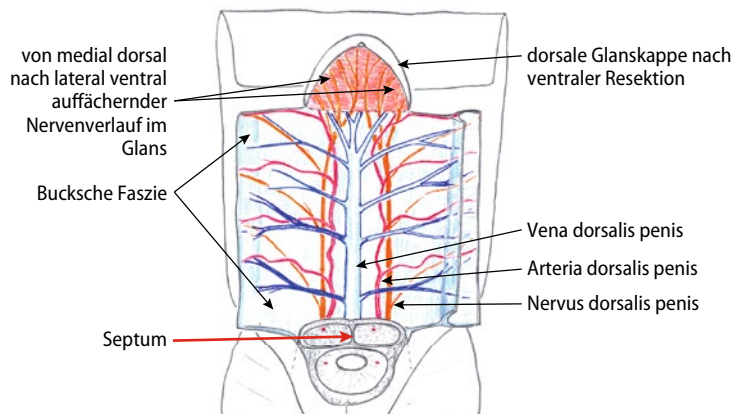
■ **Abb. 2.5** Anatomie der Faszien und Verlauf der A. frenicularis (gelb Fascia Dartos = fascia penis superficialis = Fortsetzung der Scarpa'schen Faszie; blau Buck'sche Faszie = Fortsetzung der Rektusscheide)



■ **Abb. 2.6** Anatomie der der Buck'schen Faszie. In ihr verlaufen A. und V. dorsalis penis und N. dorsalis penis.



■ **Abb. 2.7** Die arterielle Versorgung von Haut, Fascia Dartos und Subkutis erfolgt meist symmetrisch, Asymmetrien mit multiplen Anastomosen kommen vor, auch in der Vorhaut.



■ **Abb. 2.8** Die in die Buck'sche Faszie eingebetteten Gefäße und Nerven. Die Nerven verlaufen überwiegend dorsal, die Venen eher ventral der Arterien. Nach Eintritt der Nerven in die Glans fächernd sie sich auf und ziehen nach distal, lateral und ventral. Beachte auch das untrennbare Septum (roter Pfeil) der Corpora (blau V. dorsalis penis, rot A. dorsalis penis, orange N. dorsalis penis).

Nach Eintritt der Nerven in die Glans medial dorsal fächern sie sich auf und ziehen nach distal lateral und ventral. Dies ist bei Eingriffen zu beachten. Das Septum zwischen den Corpora cavernosa ist dorsal dicker als ventral und operationstechnisch nicht zu separieren (■ Abb. 2.8, roter Pfeil). Dies gelingt nur bei der Epispadie.

Operative Therapie der Hypospadie

Westenfelder, M.; Westenfelder, K.M.

2018, VIII, 172 S. 150 Abb., 125 Abb. in Farbe. Book +
eBook., Hardcover

ISBN: 978-3-662-55562-0