

# Anatomie und Pathoanatomie

*E. Brenner, F. Henschke*

## 2.1 Funktionelle Anatomie des Venensystems – 16

- 2.1.1 Funktion des Venensystems – 16
- 2.1.2 Mechanismen des Bluttransports in den Venen – 16
- 2.1.3 Morphologie der Venen – 17
- 2.1.4 Systematik des Venensystems – 19

## 2.2 Pathologische Anatomie des Venensystems – 41

- 2.2.1 Normale Histologie der Venenwand – 41
- 2.2.2 Degenerative und metabolische Venenerkrankungen – 44
- 2.2.3 Chronische venöse Stauungssyndrome – 48
- 2.2.4 Entzündliche Venenerkrankungen – 49

## 2.3 Histomorphologie des Thrombus – 50

- 2.3.1 Definition – 51
- 2.3.2 Pathogenese – 51
- 2.3.3 Morphologische Thrombusformen – 52
- 2.3.4 Ätiopathogenese der venösen Thrombose – 54
- 2.3.5 Morphologie der venösen Thrombose – 55
- 2.3.6 Embolie – 56
- 2.3.7 Venöse Thromboembolie – Lungenarterienembolie – 58

## Literatur – 60

## 2.1 Funktionelle Anatomie des Venensystems

E. Brenner

Ein Kapitel über die funktionelle Anatomie des Venensystems muss notwendigerweise mit der Funktion des Venensystems beginnen.

### 2.1.1 Funktion des Venensystems

Das Venensystem als Teil des Blutkreislaufs hat etliche, wesentliche Aufgaben, die über ein reines Röhrensystem zur Rückführung des Blutes zum Herzen hinausgehen. Es dient etwa als Reservoir für den Volumenausgleich im Gefäßsystem. Spezielle Venen bilden an verschiedensten Stellen des Körpers Schwellkörper, die eine Verschlussfunktion haben. Venen dienen aber auch etwa der Temperaturregulation.

#### Blutleiter

Grundsätzlich sind Venen ein wesentlicher Teil des Kreislaufsystems, indem sie das Blut aus den Kapillaren wieder zum Herzen zurückführen. Dabei haben die Venen nicht das volle Volumen zu transportieren; ein geringer Anteil wird über das Lymphgefäßsystem gesammelt und erst im weiteren Verlauf in das Venensystem wieder eingeleitet.

#### Reservoir

Eine wesentliche Aufgabe des Venensystems liegt in seiner Funktion als Blutreservoir. Die Venulae enthalten etwa 12 %, die Venen selbst etwa 63 % des gesamten Blutvolumens. Die Reservoirfunktion wird im Wesentlichen von den Venen der Milz, der Leber, des Abdomens allgemein, der Lunge und von den oberflächlichen Venen wahrgenommen (Schneider et al. 2003). Bei arteriellem Blutdruckabfall werden die Venen durch sympathische Nervenimpulse kontrahiert. Dadurch wird ein entsprechendes Blutvolumen mobilisiert, welches den arteriellen Druck wieder anhebt.

#### Widerstand

Venen tragen in geringem Umfang (ca. 7 %) auch zum Gesamtwiderstand des Blutkreislaufs bei.

#### Schwellkörper mit Verschlussfunktion

Im Bereich der Schleimhäute finden sich an zwei Stellen auffällige Venenplexus, die am Verschluss des jeweiligen Abschnittes des Verdauungstrahrs wesentlichen Anteil haben: der **Plexus oesophageus** und der **Plexus haemorrhoidalis**. Beide Plexus zeichnen sich dadurch aus, dass sie sowohl zum viszeralen mesenterialen Venensystem als

auch zum parietalen Venensystem Verbindungen haben; sie stellen einen Teil der portokavalen Anastomosen dar.

### Temperaturregulation

Besonders an der Körperoberfläche wie auch im Bereich des Gesichtsschädels dienen die Venen der Temperaturregulation des Körpers. An der Körperoberfläche reagieren die Venen daher besonders sensibel auf Temperaturreize: Bei sinkender Umgebungstemperatur kontrahieren sie sich aufgrund ihres temperaturabhängigen Myotonus, der Blutfluss variiert von nur 1 ml/min pro 100 g Haut bis zu 150 ml/min pro 100 g Haut (Schneider et al. 2003). Zudem liegen die Venen- und Arteriengeflechte eng beieinander, sodass ein Gegenstromprinzip zum Tragen kommt. Dadurch kann Temperatur entweder konserviert oder abgegeben werden.

### Ausgleichsfunktion

Speziell der Venenplexus um das Kiefergelenk zeigt noch eine weitere Funktion: Er dient als rasch reagierendes Ausgleichssystem bei Bewegungen des Kiefergelenks. Wird das Kieferköpfchen im Rahmen der Mundöffnung nach vorne geschoben, wird der ventral liegende Anteil des Plexus komprimiert und das Blut über die verbindenden Venen hinter das Kieferköpfchen verschoben.

### 2.1.2 Mechanismen des Bluttransports in den Venen

#### Vis-à-tergo

Zu einem gewissen Grad wirkt die Pumpkraft des Herzens über das Kapillarbett hinaus auch auf die Venen. In horizontaler Körperlage reicht dieser durch die Herzaktion hervorgerufene Druckgradient vom postkapillaren Bereich bis zum Herzen gerade aus, um eine langsame Blutströmung aufrechtzuerhalten (Wagner 2010). Für diesen gesicherten Rückstrom aus den Kapillaren in das Niederdrucksystem ist allerdings ein ausreichender arterieller Druck sowie eine intakte periphere Durchblutung Voraussetzung.

#### Vis-à-fronte

Atembedingte Druckunterschiede zwischen Brust- und Bauchraum sowie die Sogwirkung der Kammerdiastole spielen nur bei den herznahen großen Venen eine Rolle. Dabei dominiert vor allem die Atmung, während die Herzaktivität – entsprechend den Änderungen des atrialen Drucks – mit zwei Perioden erhöhten und zwei Perioden verringerten venösen Rückstroms verbunden ist (Abel u. Waldhausen 1969).

## Arteriovenöse Kopplung

Die arteriovenöse Kopplung soll durch die gemeinsame Einscheidung von Begleitvenen und deren Arterien in eine gemeinsame, kaum dehnbare Bindegewebshülle zustande kommen. Dadurch soll sich die arterielle Pulsation auf die anliegenden Venen übertragen.

Die arteriovenöse Koppelung spielt allerdings – wenn überhaupt – nur eine unwesentliche Rolle (Hammersen et al. 1985), denn anderenfalls müssten sich auch in den Venen Arterienpuls-synchrone Flüsse nachweisen lassen, was jedenfalls für die V.saphena magna nicht gelungen ist (Strauß 2010).

## Muskelvenenpumpe – Gelenkmuskelpumpe

Als wesentliche Antriebsmechanismen werden die peripheren Muskel- und Gelenkpumpen beschrieben (Corley et al. 2010, Hach u. Hach-Wunderle 1998). Allerdings gibt es auch dazu kritische Stimmen (Hamann et al. 2003), zumal die Funktion dieser Pumpen von aktiven Bewegungen abhängig ist: Bei aktiver Muskulatur tragen sie sicherlich zum venösen Rückstrom bei, in absoluter körperlicher Ruhe fällt dieser Mechanismus jedoch aus. Allerdings führt schon allein die Versteifung des Sprunggelenkes in Spitzfußstellung zu einer schweren chronischen venösen Insuffizienz, ohne dass organische Veränderungen an den Venen selbst vorliegen müssen (»arthrogenes Stauungssyndrom«) (Steckmeier 2006).

Die Wirkung der Muskelkontraktionen auf den venösen Bluttransport unterscheidet sich je nach der topographischen Lage. Am Unterschenkel bewirkt die Wadenmuskelpumpe einen Bluttransport durch die tiefen Venen während der Kontraktion der Muskeln; bei deren Erschlaffung werden die Muskelvenen gefüllt, die dann bei der Kontraktion wieder ausgepresst werden und so eine Volumenverschiebung hervorrufen. Am Oberschenkel bewirkt die Muskelkontraktion eine Erweiterung der gefäßführenden Faszienräume mit Druckabfall in den Leitvenen, wodurch ein Sog auf die Peripherie entsteht. Ähnliche Systeme finden sich auch an anderen Venenstämmen des menschlichen Körpers, insbesondere im Bereich der Axilla und im Bereich der zervikalen Venenwinkel (Braune 1871).

## Eigenkontraktion der Venen

Pharmakologisch lässt sich eine venöse Vasokonstriktion durch die lokale Applikation von  $\alpha$ -Adrenoagonisten, 5-HT-Rezeptor Agonisten, Ergot-Alkaloiden, Angiotensinogen, Angiotensin I und II sowie verschiedenen Prostaglandinen erreichen. Eine venöse Vasodilatation lässt sich an vorkonstringierten Venen durch  $\beta$ -Adrenoagonisten, muskarinischen cholinergen Agonisten, Nitraten, Calciumantagonisten, Bradykinin, Substanz P und einigen Prostaglandinen beobachten.

Zumindest für die V.portae ist bekannt, dass sie bei einigen Spezies zu spontanen peristaltischen Kontraktionen fähig ist (Attardi 1955); allerdings konnten auch an menschlichen großen Rosenvenen unter experimentellen Bedingungen periodische Kontraktionen ausgelöst werden (Iino et al. 1986). Darüber hinaus wurden phasische Kontraktionen der dorsalen Fußvenen in vivo beobachtet (Barthel u. Koth 1988).

## 2.1.3 Morphologie der Venen

### Venenwand

Auch wenn alle Venen des Körpers im Prinzip die gleichen Funktionen haben, so findet man in den verschiedenen Abschnitten des Körpers einen sehr variablen Aufbau der Venenwand. Grundsätzlich lässt sich die Venenwand aber dennoch allgemein in eine Tunica interna, media und externa unterteilen. Zwei Faktoren sind entscheidend für den morphologischen Aufbau der Venenwand: die Höhe des hydrostatischen Druckes der auf der Venenwand lastenden Blutsäule sowie die mechanische Beanspruchung der Venenwand durch das jeweils umgebende Gewebe.

Die **Tunica interna (Intima)** besteht mindestens aus einem lückenlosen Endothel und einer dünnen Schicht subendothelialen Bindegewebes. Die Endothelzellen tragen auf ihrer luminalen Seite eine ausgeprägte Glykokalyx. Das Endothel liegt einer ebenso lückenlosen Basalmembran auf. Diese besitzt einen hohen Anteil an Glykosaminoglykanen in der Lamina rara sowie – im Bereich der Lamina densa – ein feines Netzwerk feinsten Kollagenfasern (Typ-IV-Kollagen). Diese Kollagen-IV-Fasern sind ihrerseits in eine Matrix aus verschiedensten Glykoproteinen wie Fibronectin, Laminin und Entactin eingebettet.

Darüber hinaus lässt sich der weitere Aufbau, unterteilt auf die verschiedenen Schichten, nicht pauschal für alle venösen Gefäße definieren. Findet sich nämlich bei Arterien die glatte Muskulatur definitionsgemäß in der **Tunica media**, so kann sie bei den Venen in allen drei Schichten vorkommen (z. B. V.iliaca, V.femoralis) oder wenig bzw. gar nicht vorhanden sein (z. B. im Gehirn und in den Hirnhäuten). Die Muscularis der Tunica media in den oberflächlichen Venen hat schon bei der Geburt nahezu die gleiche Wanddicke wie beim Erwachsenen, die zirkuläre Media-Muskulatur der tiefen Venen nimmt im Laufe des Lebens auf etwa die doppelte Stärke zu (Hammersen et al. 1985).

Die **Tunica externa, die Adventitia**, ist relativ dick. Sie enthält relativ viel Kollagen und etwas weniger Elastin (Verhältnis 3:1). Die elastischen Fasern sind im Wesentlichen longitudinal orientiert; die kollagenen Fasern bilden ein scherengitterartiges Geflecht. Diese Fasergeflechte sind wiederum in eine Proteoglykan- bzw. eine Glykosaminoglykan-Matrix eingebettet.

## Vasa vasorum

Grundsätzlich finden sich auch in der Adventitia der Venen kleine und kleinste Blutgefäße, die der Blutversorgung der Venenwand dienen. Die Vasa vasorum dringen auch in den wandstärksten Venen meist nur in die äußeren Anteile der Media ein (Hammersen et al. 1985).

## Besonderheiten oberflächlicher Venen am Bein

Der Wandaufbau oberflächlicher Venen am Bein muss dem hohen hydrostatischen Druck im Gefäß und dem geringen Druck von außen – durch die Umgebung mit lockerem Bindegewebe – gerecht werden. Deshalb besitzen alle Hautvenen des Beines einen großen Anteil an glatter Quermuskulatur. Die Tunica intima besteht aus locker texturierter Interzellulärsubstanz (kollagene und elastische Fasern), enthält aber auch glatte Muskelzellen. Diese Muskelfasern sind longitudinal und verstärken die Venenwand. Der Übergang zur Tunica media erfolgt gleitend durch Vermehrung der glatten Muskelzellen. Die Anordnung ist hier insgesamt dichter, sodass nur wenig Platz für Kollagenfibrillen und elastische Fasern übrig bleibt; außerdem finden sich Vasa vasorum. Hier in der Tunica media ist die Anordnung der Muskulatur zirkulär. Ab dem 20. Lebensjahr entwickeln sich longitudinale Muskelfaserbündel im Inneren der zirkulären Media; diese können im hohen Alter wieder verschwinden.

## Venenklappen

Venen besitzen grundsätzlich zwei verschiedene Typen von Venenklappen: ostiale Klappen und parietale Klappen (Franklin 1927). Die Venenklappen selbst sind Ausstülpungen der Tunica interna. Sie besitzen somit ein Bindegewebsgerüst, das dem subendothelialen Bindegewebe entstammt, und sind mit Endothelzellen überzogen.

### Ostiale Klappen

Ostiale Klappen oder **Astklappen** sind seltener als Taschenklappen. Sie befinden sich unmittelbar an der Einmündung einer kleineren Vene in eine größere Vene. Astklappen bestehen zumeist aus einer einzelnen Falte, die ungefähr zwei Drittel des distalen, scharfen Randes der Venenmündung umfasst; entsprechend findet sich kein Klappenwulst. Franklin (1927) stellt klar, dass eine Klappe, »welche nicht an der Zirkumferenz der aktuellen Einmündung ansetzt, keine Astklappe, sondern eine Taschenklappe ist, egal wie nahe sie der Einmündung liegt«.

Beim Menschen finden sich Astklappen als Thebesius-Klappe an der Mündung des Sinus coronarius, als Eustachische Klappe der V. cava inferior, als Vieussens-Klappe an der Mündung der V. cordis magna, als Klappen über den Mündungen der Tributärvenen in die Mesenterialvenen, an der Einmündung der Vv. renales in die V. cava inferior, an den Mündungen der Gonadenvenen, der Vv. vertebra-

les, V. thyroidea inferior und der V. phrenica superior, an den Mündungen der Vv. intercostales posteriores in die V. azygos, einer V. hepatica in die V. cava inferior, der V. azygos in die V. cava superior sowie in den tiefen Venen der unteren Extremität.

### Parietale Klappen

Parietale Venenklappen oder **Taschenklappen** erlauben unter physiologischen Bedingungen nur einen herzwärts bzw. aus dem oberflächlichen in das tiefe Venensystem gerichteten Blutfluss. Bereits mikroskopisch kleine Venen besitzen parietale Klappen. Ihr Abstand voneinander nimmt von distal nach proximal zu (Hammersen et al. 1985).

Die Taschenklappen besitzen zumeist 2 gegenüberliegende Klappensegel, gelegentlich kommen aber auch Taschenklappen mit nur 1 Klappensegel oder aber mit bis zu 5 Klappensegeln vor. Nach Franklin (1927) entspricht die Länge einer Taschenklappe oftmals dem doppelten Venendurchmesser. Die Bucht zwischen Klappensegel und Venenwand wird als Klappentasche (Sinus) bezeichnet, die zumeist verdickte Anheftung des Klappensegels an der Venenwand bildet den Klappenwulst (Agger), der glatte Muskelzellen enthält. Der Klappenwulst ist an der Regulierung der Drainage der Vasa venarum beteiligt. Die Klappensegel sind dabei so angeordnet, dass eine Linie durch die beiden Kommissuren parallel zur Oberfläche verläuft, also stets ein oberflächliches und ein tiefes Klappensegel dargestellt werden kann.

Die Funktion der Klappen geht weit über die eines reinen Rückschlagventils hinaus. Die Tatsache, dass sich Venenklappen bei einem nach distal gerichteten Fluss (Reflex) schließen, stellt schon seit nunmehr gut 150 Jahren ein wichtiges diagnostisches Kriterium für die chronische Veneninsuffizienz dar. Sowohl klinische Tests als auch plethysmographische Techniken basieren auf dieser Tatsache. Allerdings scheint für einen – suffizienten – Klappenschluss bei retrogradem Blutfluss auch eine Mindestflussgeschwindigkeit von etwa 30 cm/s notwendig zu sein (van Bemmelen et al. 1990).

Venenklappen schließen sich jedoch auch bei antegradem Blutfluss in einem rhythmischen Zyklus (Lurie 2008). Der Zyklus beginnt mit einer Eröffnungsphase, in der sich die Klappensegel der Sinuswand nähern. Wenn der eröffnete Raum zwischen den Klappensegeln etwa 70 % des vollen Venendurchmessers ausmacht, beginnt die Phase des Equilibriums; die Klappensegel öffnen sich in der Folge nicht mehr weiter, sie legen sich physiologischerweise nie der Sinuswand völlig an. Dies wird einerseits durch die hydrodynamische Druckdifferenz zwischen offenem Lumen (mit hoher Strömungsgeschwindigkeit) und niedriger Strömungsgeschwindigkeit in den Sinus sowie andererseits durch direkte Wirbelbildung an den freien Rändern der Klappensegel bewirkt. Mit steigender Druckdifferenz be-

ginnt schließlich die Verschlussphase, die letztendlich zum vollständigen Klappenschluss führt.

Die Frequenz ist von mehreren Faktoren abhängig. Im Liegen ist die Frequenz höher als im Stehen; Muskelaktivität im Sinne der Muskelvenenpumpe führt zu höheren Flussgeschwindigkeiten und dementsprechend zu höheren Zyklusfrequenzen. Allerdings scheint für diesen Mechanismus eine bestimmte Flussgeschwindigkeit notwendig zu sein; sinkt diese zu weit ab oder steigt zu hoch an, sistiert der Zyklus, und die Klappe steht permanent offen (Thubrikar et al. 1994).

### Sinus durae matris

Die venösen Blutleiter der harten Hirnhaut nehmen eine Sonderstellung ein. Sie besitzen beim Erwachsenen keinerlei Media und Adventitia mehr; diese wurden vollständig von der Dura selbst ersetzt. Entwicklungsgeschichtlich handelt es sich dabei jedoch durchaus um Venen, die letztendlich aber zwischen der eigentlichen Dura mater und dem inneren Periost der Schädelknochen eingeschlossen werden. Die einzige Ausnahme stellt hier der Plexus basilaris dar, dessen Gefäße eine dünne, aber doch normale Wandschichtung zeigen. Jedoch sind auch diese Gefäße klappenlos.

## 2.1.4 Systematik des Venensystems

Die Variabilität des Venensystems ist derart groß, dass im Folgenden auf ihre Darstellung weitestgehend verzichtet wird; dafür wird auf die frei zugängliche Quelle der »Human Anatomical Variations« verwiesen (Bergman et al. 2006).

Grundsätzlich ist zwischen einem oberflächlichen und einem tiefen Venensystem zu unterscheiden. Das **oberflächliche Venensystem** befindet sich oberflächlich der äußeren Faszienhülle des Menschen, also in der Subkutis. Die großen Stammvenen sind dabei von der eigentlichen Subkutis durch eine weitere Faszien-schicht getrennt, so dass diese Venen von zwei Faszienblättern umschlossen werden, die sich seitlich in einen spitzen Winkel vereinen. Für das sonographische Bild einer so eingehüllten Vene wurde der Begriff des »ägyptischen Auges« geprägt. Da sie der Oberflächenfaszie des Körpers unmittelbar aufliegen, spricht man auch von »epifaszialen Venen«. Die zu diesen Stammvenen ziehenden Seitenäste zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht auf der eigentlichen Faszie aufliegen und von keiner oberflächlichen Faszien-schicht bedeckt sind, sondern mehr oder minder frei in der Subkutis ziehen.

Das **tiefe Venensystem** umfasst im Wesentlichen die im Gegenstrom zu den Arterien verlaufenden Leitvenen (Vv. *comitantes*) und die in und zwischen den Muskeln verlaufenden Muskelvenen. In den distalen Extremitätenab-

schnitten sind die Leitvenen meist gedoppelt und durch mehrere Anastomosen untereinander verbunden. Diese Doppelungen entlang einer Arterie sind von parallel verlaufenden Leitvenen zu unterscheiden, wie dies etwa im Bereich der Kniekehle vorkommen kann. Die intramuskulären Venen sind als dichtes Geflecht um die einzelnen Muskelfaserbündel ausgebildet. Sie sammeln sich zu mehreren (selten zu nur einer) Muskelvenen, welche entweder direkt oder über weitere Verbindungsvenen in die Leitvenen einmünden.

**Perforansvenen** verbinden das oberflächliche mit dem tiefen Venensystem (May et al. 1981). Dabei sind direkte von indirekten Perforansvenen zu unterscheiden. Direkte Perforansvenen verbinden eine oberflächliche Stammvene – seltener einen Seitenast – mit einer tiefen Leitvene, wohingegen indirekte Perforansvenen eine Verbindung mit einer Muskelvene herstellen. Durch ihren zumeist vorhandenen Klappenbesatz ist die Flussrichtung von außen nach innen vorgegeben, eine Strömungsumkehr ist nur bei massiver Ausweitung und Klappeninsuffizienz möglich. Die Klappen befinden sich, so vorhanden, stets im subfaszialen Anteil der Perforansvenen. Subfaszial verändern die Vv. *perforantes* zudem ihre Morphologie und sind dort gedoppelt, verzweigt, verästelt oder komplex ausgebildet, ganz im Sinne von Vv. *comitantes* kleiner Arterien. Dies hat aber auch zur Folge, dass derartige Perforansvenen nicht nur in eine Muskel- oder eine tiefe Leitvene münden, sondern in Muskel- und Leitvenen, manchmal sogar in mehrere.

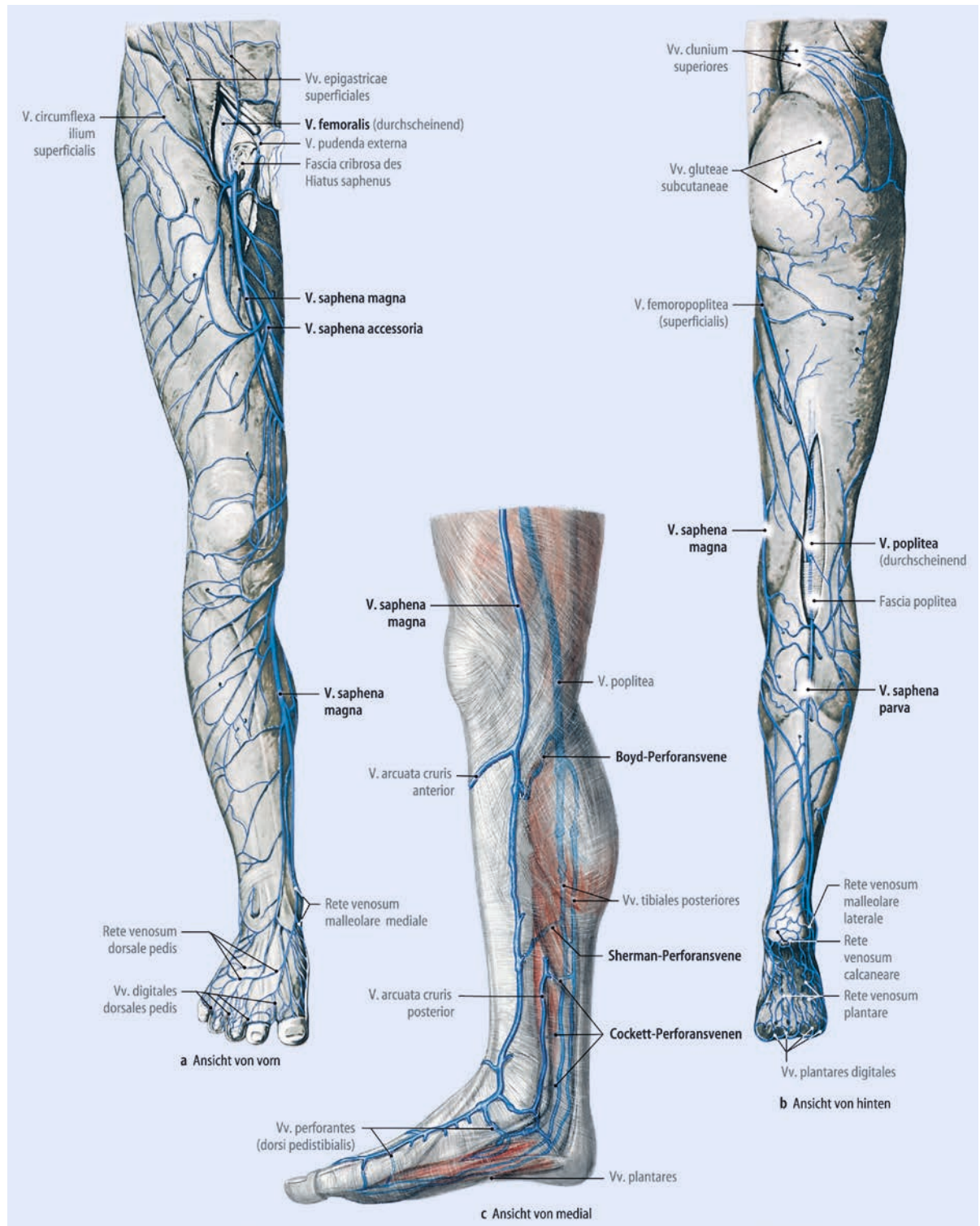
Der Fasiendurchtritt selbst kann in unterschiedlicher Form ausgebildet sein; es finden sich sowohl loch-, trichter- als auch schlitzförmige Durchtrittsöffnungen. Durch diese Öffnungen treten jedoch nicht nur die Perforansvenen, sondern zumeist auch eine kleine Arterie sowie Lymphkollektoren. Dilatieren nun im Rahmen einer Veneninsuffizienz die Perforansvenen über den eigentlichen Fasiendurchtrittsdurchmesser hinaus, können die Lymphkollektoren und später auch die Arterie(n) komprimiert und sogar vollständig abgedrückt werden. Dies resultiert einerseits in mechanischen Lymphstauungen und andererseits in trophischen Störungen der darüberliegenden Haut.

### Venensystem der unteren Extremität und des Beckens

#### Oberflächliches Venensystem (Brenner 2010, 2011)

Die beiden »großen« epifaszialen Venen der unteren Extremität (■ Abb. 2.1) sind die beiden Stammvenen, die **V. saphena magna** und die **V. saphena parva**. Beide Systeme sind untereinander mit individuell sehr unterschiedlich ausgebildeten **Vv. communicantes** verbunden. Die Verbindung mit dem tiefen Venensystem wird, neben den





**Abb. 2.1 a, b** Epifasziale Venen (Hautvenen) an einem rechten Bein; **c** oberflächliche (epifasziale) und tiefe (subfasziale) Venen des Unterschenkels der rechten Seite. (Aus Tillmann 2010)

eigentlichen Mündungen, durch **Vv. perforantes** hergestellt. Diese dienen aufgrund der Ausrichtung ihrer Klappen dem zusätzlichen venösen Abstrom aus dem oberflächlichen in das tiefe System. Sie werden nach ihrer topographischen Lage in Gruppen und diese wiederum in Subgruppen eingeteilt (Caggiati et al. 2002).

### System der V. saphena magna

Die V. saphena magna nimmt als V. marginalis medialis ihren Anfang am medialen Fußrand. Mit ihrem Eintritt in ihr eigenes Faszienskompartiment vor dem Innenknöchel beginnt der eigentliche Verlauf der V. saphena magna. Sie zieht in weiterer Folge an der medialen Seite des Unterschenkels nach proximal, passiert das Kniegelenk zumeist knapp dorsal des Condylus medialis femoris und tritt dann am medialen Rand des M. sartorius in das Trigonum femorale ein. Die V. saphena magna durchbricht im Hiatus saphenus die Fascia lata und mündet in die V. femoralis communis.

Am Unterschenkel nimmt die V. saphena magna im Wesentlichen zwei größere Seitenäste auf. Die **V. saphena accessoria posterior (distalis sive cruris)**; in der älteren Nomenklatur **V. arcuata posterior**) beginnt hinter dem Malleolus medialis und steigt am posteromedialen Unterschenkel auf. Sie mündet zumeist knapp unterhalb des Kniegelenks in die V. saphena magna ein. Die **V. saphena accessoria anterior (distalis sive cruris; V. arcuata anterior)** verläuft annähernd parallel zum R. infrapatellaris des N. saphenus.

Am Oberschenkel nimmt die V. saphena magna mehrere Seitenäste auf, die zumeist im Bereich der sogenannten **Krosse** einmünden. In der angloamerikanischen Literatur wird statt des Begriffs der Krosse der Begriff der »**sapheno-femoral junction**« verwendet, wobei hier immer wieder Uneinigkeit besteht, ob dieser Begriff nur die tatsächliche Einmündung der V. saphena magna in die V. femoralis communis betrifft oder eben, wie von der UIP empfohlen, den gesamten Bereich von der präterminalen Klappe bis zur Einmündung umfasst (Caggiati et al. 2002, 2005). Andererseits inkludiert die »sapheno-femoral junction« auch die relevanten Anteile der V. femoralis communis zwischen den Valvae supra- und infrasaphenicae (Tab. 2.1). Die **Valva suprasaphenica** ist die erste proximal der Einmündung der V. saphena magna liegende Taschenklappe der V. femoralis communis. In unserer eigenen Untersuchung war diese in etwa 70 % der Fälle vorhanden; ihr durchschnittlicher Abstand zur Mündung betrug 39 mm. In seltenen Fällen können im weiteren proximalen Verlauf der V. femoralis communis noch weitere Taschenklappen vorkommen (Mühlberger et al. 2008). Eine **Valva infrasaphenica**, also die erste distal der Einmündung der V. saphena magna liegende Taschenklappe, war mit 87 % relativ häufig; der durchschnittliche Abstand

betrug etwa 50 mm. Eine zweite, distal gelegene Taschenklappe war in ca. der Hälfte der Fälle vorhanden; selten auch eine dritte (Mühlberger et al. 2008).

Die häufigste Variante stellt die Doppelung der V. saphena magna dar (3,8–27 %; Hach et al. 2006); sie betrifft mitunter nur einen Teil des Gefäßverlaufs (Inselbildung). Hach et al. berichten darüber hinaus auch über eine distale Mündungsanomalie, bei der die V. saphena magna unterhalb des Hiatus saphenus in die V. femoralis communis einmündet (<0,1 % der Fälle) sowie eine proximale Mündungsanomalie, bei der die V. saphena magna (anscheinend ohne Krosse) in die V. epigastrica inferior einmündet.

In die Krosse münden einerseits große, benannte, andererseits aber auch kleine, unbenannte Seitenäste ein. Diese kleinen Seitenäste entstammen mehrheitlich den oberflächlichen inguinalen Lymphknoten; es kann sich dabei aber auch um Begleitvenen der Gefäße und Nerven (Vv. comitantes, Vv. vasorum, Vv. nervorum) sowie kleine Hautvenen handeln. Die benannten großen Seitenäste (»major superficial inguinal tributary veins«; »[major] saphenous junctional tributaries«) bilden den sogenannten »Venestern«. Dieser Begriff bezeichnet jedoch kein einheitliches Einmündungsmuster; vielmehr kann jede dieser Venen entweder selbstständig oder unter Bildung eines gemeinsamen Venenstamms mit einem oder mehreren anderen großen Seitenästen sowohl in die V. saphena magna als auch in die V. femoralis communis einmünden. Zumeist münden 3–4 große Seitenäste in die Krosse. Eine Klassifizierung der Mündungsvarianten, wie sie verschiedenste Autoren versucht haben, erscheint aufgrund der großen Zahl der möglichen und auch tatsächlich vorkommenden Muster nicht wirklich sinnvoll.

- **Vena circumflexa ilium superficialis:** Sie mündet bei 83 % in die V. saphena magna mit einem durchschnittlichen Abstand von etwa 11 mm (max. 2 cm) von deren Mündung. Sie ist damit jener Seitenast, welcher – im Durchschnitt gesehen – am weitesten proximal in die Krosse einmündet. Sehr häufig bildet dieser Seitenast einen gemeinsamen Stamm mit der V. epigastrica superficialis (30 %), gelegentlich sogar unter Einbeziehung der Vv. pudendae externae.

- **Vena epigastrica superficialis:** In knapp 80 % mündet dieser große Seitenast mit einem durchschnittlichen Abstand von knapp 12 mm zur saphenofemoralen Mündung in die Krosse. Eine Stammbildung findet sich mit der V. circumflexa ilium superficialis alleine (32 %) oder unter Einbeziehung der V. saphena accessoria anterior (18 %).

- **Vena(e) pudenda(e) externa(e):** Die zumeist zwei Vv. pudendae externae vereinigen sich in den meisten Fällen bereits vor ihrer Einmündung in die Krosse zu einem großen Seitenast, welcher in 90 % der Fälle mit einem durchschnittlichen Abstand zur saphenofemo-

**Tab. 2.1** Terminologie der Saphena-magna-Krossenregion. (Brenner 2010)

Lateinische Bezeichnung	Englische Bezeichnungen		Deutscher Name/ Synonyme
TA	TA	UIP	
Vena femoralis	Femoral vein	Common femoral vein (CFV) Femoral vein (FV)	Oberschenkelvene/ Vena femoralis superficialis
<i>Valva suprasaphenica</i>		Suprasaphenic valve	
<i>Valva infrasaphenica</i>		Infrasaphenic valve	
Vena femoralis profunda	Profunda femoris vein	Profunda femoris vein (PFV) Deep femoral vein	Tiefe Oberschenkelvene
Vena saphena magna	Great saphenous vein	Great saphenous vein (GSV)	Große Rosenvene/ Long saphenous vein Greater saphenous vein
<i>Valva ostealis</i>		–	Astklappe/ Osteal valve
<i>Valva terminalis</i>		Terminal valve	Mündungsklappe
<i>Valva praeterterminalis</i>		Preterminal valve	Schleusenklappe
Vena(e) pudenda(e) externa(e)	External pudendal vein(s)	External pudendal vein(s) (EPV)	
Vena circumflexa ilium superficialis	Superficial circumflex iliac vein	Superficial circumflex iliac vein (SCIV)	
Vena epigastrica superficialis	Superficial epigastric vein	Superficial epigastric vein (SEV)	
Vena saphena accessoria	Accessory saphenous vein	Anterior accessory great saphenous vein (AASV)	Vena saphena accessoria lateralis
		Posterior accessory great saphenous vein (PASV)	Vena saphena accessoria medialis
		Superficial accessory great saphenous vein (SASV)	Vena saphena accessoria superficialis
Venae dorsales superficiales clitoridis sive penis	Superficial dorsal veins of clitoris or penis	Superficial dorsal veins of clitoris or penis	
Venae labiales anteriores	Anterior labial veins	Anterior labial veins	
Venae scrotales anteriores	Anterior scrotal veins	Anterior scrotal veins	
Fascia lata	Fascia lata		
Hiatus saphenus	Saphenous opening		
Margo falciformis	Falciform margin		
Fascia cribrosa	Cribriform fascia		Fascia Scarpae
<i>Junctio sapheno-femoralis</i>	–	Sapheno-femoral junction	≈ Krosse
<i>Confluens venosus subinguinalis</i>	–	Confluence of superficial inguinal veins	Venenstern

Nicht in der Terminologia anatomica enthaltene lateinische Begriffe sind in der Tabelle *kursiv* dargestellt.



ralen Mündung von etwa 17 mm (max. 5 cm) in die V. saphena magna einmündet. Stammbildungen finden sich vor allem mit der V. epigastrica superficialis (12 %).

- **Vena saphena accessoria anterior (proximalis sive femoris):** Die V. saphena accessoria anterior (femoris) besitzt in ihrem proximalen Abschnitt eine eigene Faszienhülle, ähnlich der V. saphena magna mit ihrer Fascia saphena. Sie mündet allerdings in nur etwa der Hälfte der Fälle mit einem durchschnittlichen Abstand von 20 mm zur saphenofemorale Mündung in die Krosse ein. Stammbildungen kommen mit der V. circumflexa ilium superficialis und/oder der V. epigastrica superficialis vor.

Nach eigenen Untersuchungen ist die **V. saphena accessoria posterior (proximalis sive femoris)** nicht zu den großen Seitenästen der Krosse zu zählen, obwohl sie in der anatomischen Literatur gelegentlich noch zum Venenstern gezählt wird, was wohl auf die gelegentliche Einmündung in die anderen großen Seitenästen zurückzuführen ist (Mühlberger et al. 2009). Sie mündet zwar relativ häufig (85 %) in die V. saphena magna ein, tut dies aber mit einem durchschnittlichen Abstand zur saphenofemorale Mündung von 74 mm. Sie liegt damit distal der präterminalen Klappe. Zudem stellt sie letztendlich den eigentlichen Mündungsteil der dorsalen Längsvene(n), der V. saphena parva und ihrer proximalen Verlängerung, der V. femoropoplitea, dar.

Eine vollständige Astklappe der V. saphena magna ist, mit einem oder zwei Klappensegeln versehen, nur selten zu finden (ca. 11 %, Tasch u. Brenner 2011). Auch die Seitenäste der V. saphena magna besitzen nur selten echte Astklappen.

**Faszienvverhältnisse** Das oberflächliche Kompartiment des Oberschenkels, die Subkutis, wird nach außen durch die Haut und nach innen durch die Fascia lata begrenzt. Innerhalb dieses subkutanen Kompartiments liegen sämtliche epifaszialen Venen, aber auch (Haut-)Nerven und die Lymphgefäße, welche in die oberflächlichen inguinalen Lymphknoten einmünden.

Die **Fascia lata** ist die den gesamten Oberschenkel umhüllende Faszienhülle. Sie besitzt mehrere Durchtrittsstellen für Nerven und Gefäße. Die größte Durchtrittsstelle dient dem Eintritt der V. saphena magna in das subfasziale Kompartiment und wird als **Hiatus saphenus** bezeichnet. Der proximale, der laterale und der distale Rand bilden den **Margo falciformis**, während der mediale Rand keine scharfe Grenze besitzt. Hier biegt die Faszie in die Tiefe um und trennt als relativ dünnes Bindegewebsblatt die distale Verlängerung der Lacuna vasorum von der distalen Verlängerung des Canalis femoralis. Die Hautäste der Nerven

treten üblicherweise nicht durch den Hiatus saphenus, sondern zumeist lateral davon durch die Fascia lata.

Die Subkutis wird sowohl von vertikalen, von der Oberfläche in die Tiefe ziehenden, als auch von horizontalen, parallel zur Fascia lata verlaufenden Septen unterteilt. Unmittelbar unter der Oberfläche ist diese Septierung sehr unvollständig. Etwas tiefer bilden diese Bindegewebslamellen vor allem über dem Hiatus saphenus, ähnlich wie am Bauch, eine »**Fascia subcutanea cribrosa**«, früher auch als Fascia superficialis femoris oder Fascia Scarpae bezeichnet.

**Fascia saphena (Caggiati 1999, 2000)** Die V. saphena magna ist in ihrer epifaszialen Lage durch eine eigene Fascia saphena fixiert. Die Fascia saphena wird am distalen Oberschenkel von einer semitransparenten, fibroelastischen Membran gebildet, die durch transversale Bindegewebszüge verstärkt wird. In der subinguinalen Region, über dem Hiatus saphenus, ist sie deutlich dünner, und die Bindegewebszüge sind radiär bzw. unregelmäßig angeordnet. Proximal ist die Fascia saphena am Lig. inguinale angeheftet.

Durch diese Faszie entsteht ein eigenständiges Saphena-magna-Kompartiment. Dieses enthält am proximalen Oberschenkel die V. saphena magna und ihre Vasa vasorum, die oberflächlichen inguinalen Lymphknoten sowie die Mündungen der Seitenäste, welche die Fascia saphena vorher durchbrechen. (Der N. saphenus liegt im hier zu besprechenden Bereich noch subfaszial; er durchbricht erst am distalen Unterschenkel zuerst die Membrana vastoadductoria und anschließend die Fascia lata, wodurch er neben der V. saphena magna zu liegen kommt.) Die V. saphena magna ist innerhalb des Kompartiments durch seitliche Bindegewebsplatten (»Ligg. venae saphenae magnae«) mit der Fascia saphena verbunden. Durch diese Konfiguration entsteht im sonographischen Bild das sogenannte »Saphena-Auge«.

Nur wenn innerhalb des Saphena-magna-Kompartiments zwei Venen liegen, kann von einer gedoppelten V. saphena magna gesprochen werden; findet sich eine oberflächlich der Fascia saphena und parallel zur V. saphena magna verlaufende Vene, so wird diese als V. saphena accessoria superficialis bezeichnet.

### System der V. saphena parva

Die V. saphena parva beginnt hinter dem Außenknöchel, wo sie auch ihre wesentlichsten zuführenden Venen aufnimmt. Die V. saphena parva ist die dorsal-laterale Längsvene des Unterschenkels und setzt sich grundsätzlich als V. femoropoplitea auf der Dorsalseite des Oberschenkels fort. Diese wiederum biegt medial um den proximalen Oberschenkel herum und mündet letztendlich als V. saphena accessoria posterior femoris in die V. saphena magna ein. Im Bereich der Kniekehle besitzt diese dorsale epi-

■ Tab. 2.2 Terminologie der Saphena-parva-Krosse-region (Brenner 2010)

Lateinische Bezeichnung	Englische Bezeichnungen		Deutscher Name/ Synonyme
(TA)	TA	UIP	
Vena poplitea	Popliteal vein	Popliteal vein	Kniekehlenvene
Valva suprasaphenica		Suprasaphenic valve	
Valva infrasaphenica		Infrasaphenic valve	
Vena saphena parva	Small saphenous vein	Small saphenous vein (SSV)	Kleine Rosenvene/ Short saphenous vein
Valva ostealis		–	Astklappe/ Osteal valve
Valva terminalis		Terminal valve	Mündungsklappe
Valva praeterterminalis		Preterminal valve	Schleusenklappe
Venae gastrocnemicae	Gastrocnemicus veins	Gastrocnemicus veins	
Vena femoropoplitea	Femoropopliteal vein	Thigh extension of the SSV	»Cranial« extension of the SSV Giacomini-vein
Fascia cruris	Crural fascia		
Junctio sapheno-poplitea	–	Sapheno-popliteal junction	≈ Krosse

Nicht in der Terminologia anatomica enthaltene lateinische Begriffe sind in der Tabelle kursiv dargestellt.

fasziale Längsvene relativ häufig eine unterschiedlich stark ausgebildete Anastomose mit der V. poplitea. Diese Anastomose stellt also eigentlich eine saphenopopliteale Perforansvene dar, wird aber in generellen Sprachgebrauch als Krosse der V. saphena parva bezeichnet. Der Abgang der Krosse ihrerseits stellt die Grenze zwischen V. saphena parva und V. femoropoplitea dar. Die angloamerikanische Literatur kennt auch hier den Begriff der Krosse nicht; anstelle dessen wird dort der Begriff der »**sapheno-popliteal junction**« verwendet.

Die V. femoropoplitea stellt also die ursprüngliche proximale Fortsetzung der V. saphena parva auf den Oberschenkel dar; sie liegt zumeist ebenfalls in einer eigenen Faszienloge und mündet schlussendlich als V. saphena accessoria posterior femoris in die V. saphena magna. In unseren Untersuchungen haben wir sie in 84 % der Fälle gefunden; diese Häufigkeit korreliert sehr gut mit der Einmündung der V. saphena accessoria posterior (85 %).

Aus dieser generellen Situation ergeben sich je nach Ausprägung der einzelnen Komponenten, insbesondere der Krosse und der V. femoropoplitea, die unterschiedlichsten Varianten (■ Tab. 2.2). Wir haben in unseren Untersuchungen zu etwa 56 % eine »regelrechte Krosse« gefunden, unter Umständen als ein sehr feines Gefäß oder gedoppelt; bei 15 % war ein regelrechtes Netzwerk feiner Venen vorhanden. In den restlichen Fällen (29 %) fehlte die Krosse vollständig; in diesen Fällen ist nur die V. femoro-

poplitea zu finden (Schweighofer et al. 2010). Die Saphena-parva-Krosse mündet zumeist von (dorsal-)lateral her in die V. poplitea ein. Wichtig ist hier auch die Lage in Bezug auf die beiden großen Nervenstämme der Fossa poplitea, den N. tibialis und den N. fibularis communis. Der N. tibialis liegt nach unseren Untersuchungen in etwa zwei Dritteln der Fälle lateral, in einem Drittel medial der Krosse. Besonderes Augenmerk ist auf den N. fibularis communis zu richten, da er selten, aber doch in 2,5 % der Fälle medial um die Krosse herumzieht und dann relativ schräg die Kniekehle kreuzt.

Am Unterschenkel finden sich in der Regel drei Verbindungsäste von der V. saphena parva zur V. saphena magna.

**Faszienvverhältnisse** Wie die V. saphena magna besitzt auch die dorsale Längsvene (V. saphena parva und V. femoropoplitea) eine eigene Fascia saphena (parva) (Caggiati 2000, 2001). Nach unseren Untersuchungen beginnt diese Fascie nahe des Außenknöchels und erstreckt sich über das gesamte Bein nach proximal (Schweighofer et al. 2010). Einzig die Krosse der V. saphena parva durchbricht letztendlich die Fascia poplitea, um zur V. poplitea zu gelangen.

Auch hier kann die Situation eintreten, dass eine akzesorische Vene oberflächlich und außerhalb dieser Fascie verläuft, die dann als V. accessoria superficialis zu bezeichnen wäre.

### Perforansvenen (May et al. 1981)

Am Bein finden sich über 100, bis zu 150 Perforansvenen, von denen die meisten jedoch mikroskopisch klein sind. Zumeist begleiten 2 oder 3 Perforansvenen eine kleine Arterie für die Blutversorgung der Kutis und Subkutis, zusammen mit einem Lymphkolektor und zumeist einem kleinen sensiblen Hautast des entsprechenden Nerven. Grundsätzlich kann jede dieser kleinsten und kleinen Perforansvenen dilatieren und – entweder als Start- oder als Wiedereintrittspunkt – klinisch symptomatisch werden. Jene – zumeist direkten – Perforansvenen, die am häufigsten klinisch auffällig werden, werden in 31 Gruppen zusammengefasst und nach ihrer topographischen Lage beschrieben. Diese von Caggiati und Mitarbeitern (2002) vorgeschlagene topographische Einteilung soll die bisherige Benennung nach Eigennamen ersetzen (■ Tab. 2.3).

Am Fuß beschreibt man je einen dorsale, eine mediale, eine plantare und eine laterale Gruppe. In der Knöchelregion sind dies eine anteriore, eine mediale und eine laterale Gruppe. Am Unterschenkel wird die Lagedifferenzierung genauer, wobei die anteriore und die laterale Gruppe keine weitere Unterteilung zeigen. Die mediale Gruppe ist jedoch weiter zu differenzieren in eine paratibiale Gruppe und eine hintere Tibialisgruppe, und die dorsale Gruppe teilt sich auf in eine mediale und eine laterale Gastrocnemiusgruppe, eine »intergemelläre« Gruppe zwischen den distalen Enden der Mm. gastrocnemii, knapp proximal des Beginns der einheitlichen Achillessehne, und der (lateralen) Achillessehnengruppe am distalen Unterschenkel. Die Perforatoren des Knies werden in eine mediale, eine laterale, eine supra- und eine infrapatelläre sowie eine Kniekehलगruppe differenziert. Die mediale Oberschenkelgruppe wird in eine Femorkanalgruppe und eine Leistengruppe unterteilt, die anteriore und die laterale Gruppe werden nicht weiter unterteilt, wohingegen die posteriore Gruppe in eine posteromediale, eine Ischiadikusgruppe und eine posterolaterale Gruppe unterteilt. Zwischen den Oberschenkelgruppen und den oberen, mittleren und unteren glutealen Perforansvenen findet sich noch die Gruppe der pudendalen Perforansvenen.

Während die meisten der Perforansvenen des Beines aufgrund ihres Klappenbesatzes physiologischerweise nur eine in das tiefe Venensystem gerichtete Blutströmung zulassen, fehlen die Klappen in den Perforansvenen des Fußes, der Knöchel- und der Knieregion. Diese klappenlosen Perforantes dürfen keinesfalls von vornherein als insuffizient betrachtet werden. Dadurch kommt es, daß das oberflächliche und tiefe Venensystem am Fuß eine verflochtene Einheit bildet. Es macht daher kaum Sinn, hier zwischen einem epifaszialen und einem subfaszialen System zu unterscheiden.

### Tiefes Venensystem

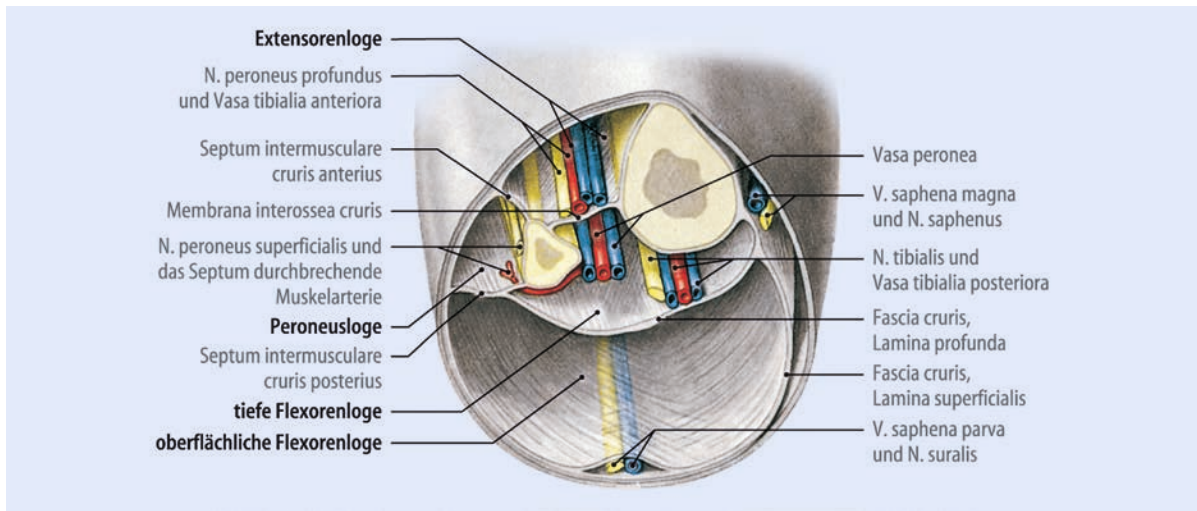
Die tiefen Venen sind am Unterschenkel zumeist paarig angelegt und begleiten die jeweiligen Arterien, aber auch Dreifachanlagen oder Aplasien kommen vor. Nur der Mündungsbereich der jeweiligen Vene ist zumeist unpaar ausgebildet.

Das tiefe Venensystem der unteren Extremität nimmt seinen Anfang mit dem Arcus venosus plantaris. Dieser konfluiert größtenteils in die V. plantaris lateralis, welche sich mit der V. plantaris medialis zu den Vv. tibiales posteriores verbindet. Die beiden Plantarvenen drainieren auch das Rete venosum plantare. Der Arcus venosus plantaris selbst besitzt noch zusätzlich eine Anastomose mit der V. marginalis medialis, dem wesentlichen Ursprungsgefäß der V. saphena magna. Die Vv. tibiales posteriores ziehen im dorsalen tiefen Kompartiment zwischen dem M. flexor digitorum longus und dem M. tibialis posterior kniewärts und vereinigen sich mit den Vv. fibulares zur V. poplitea (■ Abb. 2.2). Diese wiederum nimmt dann die Vv. tibiales anteriores auf, die meist sehr schmallumbrig sind. Nach anderer Beschreibung vereinigen sich die Vv. tibiales posteriores und die Vv. fibulares erst zum Truncus tibiofibularis, die V. poplitea entsteht erst nach Vereinigung mit den Vv. tibiales anteriores. Die Vv. fibulares stammen aus der Regio retromalleolaris lateralis, zumeist ohne Verbindung mit den oberflächlichen Venen, wohingegen die Vv. tibiales anteriores einen Teil des Rete venosum dorsale pedis drainieren (die restlichen Teile drainieren in die Vv. marginales). Im Bereich der Fossa poplitea münden gegebenenfalls die V. saphena parva (siehe dort) sowie bis zu 5 Vv. genus, die das Kniegelenk von medial und lateral vollständig umgeben und ventral auch anastomosieren. Da es hier, insbesondere in Bezug auf die Höhe der Zusammenflüsse, eine sehr hohe Variabilität gibt, erscheinen in der Kniekehle oftmals nicht nur eine einheitliche V. poplitea, sondern zwei oder mehr axiale Gefäße, die dann einem Truncus tibiofibularis mit noch nicht eingemündeter V. tibialis anterior entsprechen. Die »normale« Situation ist nur in 46 % der Fälle zu finden (Kubik 1986). Die tiefen Venen des Unterschenkels sind durchgehend mit Klappen besetzt, die deutlich stärker ausgebildet sind als etwa die Klappen der V. saphena magna (Sun u. Zhang 1990).

Im weiteren Verlauf tritt die V. poplitea durch den Hiatus adductorius und zieht als V. femoralis durch den Canalis adductorius, um so in das Trigonum femorale zu gelangen. Mit der Einmündung der V. femoralis profunda entsteht die V. femoralis communis. Diese nimmt die Vv. circumflexae femoris lateralis et medialis auf, bevor die V. saphena magna einmündet. Im Bereich dieser Einmündung finden sich noch weitere Einmündungen von den Vv. pudendae externae profundae. Ab dem Durchtritt unter dem Leistenband in das Becken wird aus der V. femoralis communis die V. iliaca externa.

■ Tab. 2.3 Überblick über die Perforansvenen der unteren Extremität. (Nach Caggiati et al. 2005, van Neer et al. 2003, Ströbel 2010)

Hauptgruppe	Untergruppe	Eponyme	Durchschnittliche Anzahl	Verbindung zwischen
Gesäß	Obere gluteale Gruppe		4–6	Subkutane Venen – V. glutealis superior
	Mittlere gluteale Gruppe			
	Untere gluteale Gruppe		4–7	Subkutane Venen – V. glutealis inferior
Oberschenkel	Pudendale Gruppe	Perineale	2	Subkutane Venen – V. pudenda interna
	Inguinale Gruppe		1	V. circumflexa ilium superficialis und V. circumflexa ilium profunda
	Femoralkanalgruppe	Dodd/Hunter	3–5	V. saphena magna – V. femoralis
	Anteriore Gruppe		6–12	Äste der V. saphena magna – Vv. musculares quadricipitis
	Laterale Gruppe		3–9	
	Posterolaterale Gruppe	Hach	3–9	Subkutane Venen – Vv. musculares
	Ischiadikusgruppe		2–3	V. femoropoplitea – V. femoralis
	Posteromediale Gruppe		1–5	V. saphena magna – V. femoralis
Knie	Mediale Gruppe			V. saphena magna – V. poplitea
	Suprapatellare Gruppe		1–2	
	Infrapatellare Gruppe			
	Laterale Gruppe		4	Laterales Venengeflecht – V. poplitea
	Kniekehlegruppe		4	V. saphena parva – V. poplitea
Unterschenkel	Paratibiale Gruppe	Sherman/Boyd	4	V. saphena magna – V. tibialis posterior
	Tibiale posteriore Gruppe	Cockett	3–5	V. saphena magna accessoria posterior – V. tibialis anterior
	Mediale Gastroknemiusgruppe			R. posterior v. saphenae magnae – Vv. musculares gastrocnemii
	Laterale Gastroknemiusgruppe			V. saphena parva – Vv. musculares gastrocnemii
	Intergemelläre Gruppe	May	1	
	Laterale Achillessehnengruppe	Bassi	1	V. saphena parva – V. fibularis
	Laterale Gruppe		3–5	Rr. laterales v. saphenae parvae – V. fibularis
	Anteriore Gruppe		3	Ventrale Zuflüsse der V. saphena magna – V. tibialis anterior
Sprunggelenk	Mediale Gruppe	May/Kuster	3	
	Anteriore Gruppe		2	
	Laterale Gruppe		2–3	V. tarsea fibularis – V. saphena parva
Fuß	Dorsale Gruppe	Interkapituläre Gruppe	10–14	V. plantaris – V. saphena magna / V. saphena parva
	Mediale Gruppe		6	
	Laterale Gruppe		6	V. fibularis – V. saphena parva
	Plantare Gruppe		13–16	Vv. plantares – Rete venosum plantare



■ **Abb. 2.2** Faszienlogen (sog. Kompartimente) des Unterschenkels und Leitungsbahnen der rechten Seite, Ansicht von unten. (Aus Tillmann 2010)

Diese popliteofemorale Achse besitzt jedoch mehrere Anastomosen, welche – etwa im Falle einer tiefen Venenthrombose – den venösen Abstrom aufrecht erhalten können:

- Die **tiefe Femoralvenenachse**: Unbenannte Muskelvenen verbinden die V. poplitea mit den Wurzeln der V. femoralis profunda.
- Die **V. obturatoria**: Die normalerweise recht dünne Vene, welche nur einen kleinen Teil des medialen Oberschenkels in die V. iliaca interna drainiert, ist über unbenannte Muskelvenen mit der V. femoralis und der V. femoralis profunda verbunden.
- Die **V. ischiadica** drainiert normalerweise nur den gleichnamigen Nerv, kann jedoch über Anastomosen aus der V. poplitea und der V. femoralis profunda einen Kollateralkreislauf über die V. glutealis inferior zur V. iliaca interna herstellen.
- Eine weitere wichtige Alternative stellen die **Vv. perforantes** dar. Im Gegensatz zu den vorangegangenen Verbindungen ist hier eine Strömungsumkehr und damit eine Klappeninsuffizienz zwingend notwendig.

### Beckenvenen

Die wichtigsten einmündenden Venen der **V. iliaca externa** sind die V. epigastrica inferior und die V. circumflexa ilium profunda. Schließlich vereinigt sich die V. iliaca externa mit der **V. iliaca interna** zur **V. iliaca communis**.

Die **V. iliaca interna** entsteht letztendlich aus dem dichten Venenplexus, der die Leibeswand, insbesondere den Beckenboden und die ventrale Kreuzbeinfläche, Plexus venosus sacralis, auskleidet. Zusätzlich umfasst der Venenplexus auch die Urogenitalorgane des Beckens (Plexus venosus vesicalis, Plexus venosi uterinus et vaginalis resp. Plexus venosus prostaticus) und das distale Rectum (Plexus

venosus rectalis). Abgesehen von den Venengeflechten des Rectum bilden die Plexus selten eine einheitliche Vene, sondern drainieren mehr oder minder direkt in die V. iliaca interna. Aus dem Plexus venosus rectalis entspringen hingegen zu beiden Seiten je eine V. rectalis superior, die ihrerseits in die V. iliaca interna münden (■ Abb. 2.3).

An der Außenseite des Beckenbodens finden sich wesentliche venöse Abflüsse der äußeren Geschlechtsorgane. Diese beginnen ventral mit der V. dorsalis clitoridis sive penis profunda. Diese nehmen den venösen Abfluss aus dem Bulbus des Corpus spongiosum auf; daraus entsteht die V. pudenda interna. Diese wiederum nimmt die V. rectalis inferior und die Vv. labiales sive scrotales posteriores auf; zudem bestehen über den Plexus venosus vaginalis sive prostaticus Anastomosen zu den inneren Beckenvenengeflechten. Über die Vv. labiales sive scrotales posteriores bestehen zudem Verbindungen mit dem inguinalen Venensystem, den Vv. pudendae externae. Die V. pudenda interna zieht dann durch das Foramen ischiadicum minus und weiter durch das Foramen infrapiriforme in das Becken, um dort in die V. iliaca interna zu münden (■ Abb. 2.4).

Die **Vv. iliacae communes** zeigen deutliche Seitenunterschiede, die auf der Entwicklung beruhen. Während die rechte V. iliaca communis direkt aus dem zugrundeliegenden embryonalen Achsengefäß entsteht, hat die linke gemeinsame Iliakalvene eine deutlich komplexere Entwicklung. Da üblicherweise das linke embryonale Achsengefäß, die V. sacrocardinalis sinistra, in weiterer Folge wieder verschwindet, bleibt der V. iliaca communis sinistra nur übrig, über die plexusartige Anastomose zur rechten Seite zu ziehen, wobei sie die A. iliaca communis dextra unterkreuzt. Genau dieser Anteil ist sehr häufig von klappenähnlichen Strukturen, aber auch bänderartigen oder netz-



VTE - Venöse Thromboembolien

Nüllen, H.; Noppeney, Th.; Diehm, C. (Hrsg.)

2014, XX, 511 S., Hardcover

ISBN: 978-3-642-21495-0