

Aus dem Institut für Anatomie der Universität zu Lübeck  
Direktor: Prof. Dr. med. J. Westermann

---

**Makroskopisch-anatomische Untersuchungen am  
Beckenboden männlicher Erwachsener**

---

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde  
der Universität zu Lübeck

**- Aus der Medizinischen Fakultät -**

vorgelegt von

Stefan Pfeiffer

aus Lutherstadt Wittenberg

Lübeck 2006

## **Berichterstatter**

- 1. Berichterstatter:** Prof. Dr. rer. nat. Lüder C. Busch
- 2. Berichterstatter:** Prof. Dr. med. Dieter Jocham

**Tag der mündlichen Prüfung:** 5.11.2007  
**zum Druck genehmigt. Lübeck, den** 5.11.2007

gez. Prof. Dr. med. Werner Solbach  
- Dekan der Medizinischen Fakultät -

# Inhalt

1.	Einleitung und Fragestellungen.....	1
	1.1 Einführung.....	1
	1.2 Geschichtlicher Hintergrund.....	2
	1.3 Klinischer Hintergrund.....	8
	1.4 Aktuelle Ergebnisse.....	9
	1.5 Fragestellungen.....	11
2.	Materialien und Methoden.....	13
	2.1 Einführung.....	13
	2.2 Präparation.....	14
	2.3 Dokumentation.....	16
3.	Ergebnisse.....	18
	3.1 Diaphragma pelvis.....	19
	3.2 Diaphragma urogenitale.....	23
	3.3 Rhabdosphincter urogenitalis und weitere Muskeln.....	27
	3.4 Hinweise für den Umgang mit den Ergebnissen.....	31
4.	Diskussion.....	34
5.	Zusammenfassung.....	42
6.	Bildanhang.....	44
7.	Literaturverzeichnis.....	58
8.	Danksagung.....	72
9.	Lebenslauf.....	73

## Abkürzungen

A.	=	Arteria
Abb.	=	Abbildung
bzw.	=	beziehungsweise
cm	=	Zentimeter
d.h.	=	das heisst
Gl.	=	Glandula
Gll.	=	Glandulae
Lig.	=	Ligamentum
Ligg.	=	Ligamenta
M.	=	Musculus
mm	=	Millimeter
Mm.	=	Musculi
N.	=	Nervus
Nn.	=	Nervi
R.	=	Ramus
Rr.	=	Rami
s.	=	siehe
S.	=	Seite
syn.	=	synonym
V.	=	Vena
v.a.	=	vor allem
vgl.	=	vergleiche
Vv.	=	Venae
z.B.	=	zum Beispiel

# 1. Einleitung und Fragestellungen

## 1.1 Einführung

Der menschliche Beckenboden mit seinen muskulären, ligamentären und neurovaskulären Bestandteilen und der daraus resultierenden physiologischen Funktionalität für die urinale und anale Kontinenz ist auch heute noch eine der am wenigsten verstandenen Regionen des menschlichen Körpers. Schon seit weit mehr als einhundert Jahren waren Generationen von Forschern auf der Suche, Strukturen zu identifizieren, welche die Fülle von Funktionen des Uro- und Anogenitaltraktes anatomisch erklären und die dabei ablaufenden Prozesse begreifbar machen. Dabei bedienten sie sich sowohl makroskopischer als auch mikroskopischer Techniken, um alle vorhandenen Bestandteile des Beckenbodens nachzuweisen und in realitätsnahe räumliche und funktionelle Konzepte zu integrieren. Alle derartigen Untersuchungen führten jedoch bis heute zu widersprüchlichen Ergebnissen und konnten weder die Gesamtheit der anatomischen Einzelteile noch deren komplizierte räumliche Anordnung und ihr funktionelles Zusammenspiel definitiv aufklären. Vor allem in den letzten zehn Jahren wurden die Ergebnisse vieler, lange anerkannter wissenschaftlicher Arbeiten durch neue Studien in Frage gestellt und die Existenz früher beschriebener anatomischer Strukturen bestritten. Deshalb bleiben die komplexe dreidimensionale Beschaffenheit des Beckenbodens und dessen physiologische Funktionen weiterhin kontrovers und sind nach wie vor Gegenstand zahlreicher Studien unter Einsatz unterschiedlicher Methoden. Durch die topographisch sehr schwer zugängliche Lage des Beckenbodens ist dessen makroskopische Untersuchung zur Darstellung der räumlichen Beziehungen von strukturellen Einzelteilen zueinander mit den Mitteln der Präparation nicht nur sehr kompliziert, sondern erfordert ein planvolles und zeitaufwändiges Vorgehen. Neben makroskopischen Präparationen [*Henle 1866; Lesshaft 1873; Colleselli et al. 1990; Zvara et al. 1994; Narayan et al. 1995; Hollabaugh et al. 1997, 2000; Heinzer et al. 1999; Shafik und Doss 1999; Schmeiser und Putz 2001; Akita et al. 2003; Costello et al. 2004; Schraffordt et al. 2004; Strasser und Bartsch 2004; Lunacek et al. 2005; Takenaka et al. 2006*] wurden daher, vor allem in jüngster Zeit, oft histologische [*Kalischer 1900; Hayek 1960; Oelrich 1980; Fritsch 1989;*

*Burnett und Mostwin 1998; Ludwikowski et al. 2001; Fritsch et al. 2004; Strasser und Bartsch 2004; Lunacek et al. 2005]* und immunhistochemische Untersuchungen [*Benoit et al. 1994, 1999; Elbadawi et al. 1997; Light et al. 1997; Kourambas et al. 1998; Matsubara et al. 2003; Arakawa et al. 2004; Karam et al. 2005; Sebe et al. 2005; Takenaka et al. 2005; Yucel et al. 2005; Tewari et al. 2006]* bevorzugt. Auch die räumliche Rekonstruktion von mikroskopischen Präparaten mit Hilfe von computergestützten, virtuellen Rekonstruktions- und Animationstechniken [*Lepor et al. 1985; Fritsch 1989; Benoit et al. 1994; Dorschner et al. 1996, 2001; Ludwikowski et al. 2001; Stolzenburg et al. 2001; Fritsch et al. 2004; Karam et al. 2005; Yucel et al. 2005]* und moderne bildgebende Verfahren wie die Magnetresonanztomographie [*Dorschner et al. 1997; Myers et al. 1998; Lienemann et al. 2000, 2001; Singh et al. 2002; Fritsch et al. 2004]* oder die Sonographie [*Helweg et al. 1994; Strasser et al. 2004]* kommen aktuell zur Anwendung. Außerdem werden heute Plastinationstechniken mit Kunststoffpolymeren [*von Hagens 1985; Fritsch 1989; Ludwikowski et al. 2001; Fritsch et al. 2004; Lunacek et al. 2005; Sebe et al. 2005]* und elektronenmikroskopische Untersuchungen [*Elbadawi et al. 1997]* zur Aufklärung dieser schwierigen Region eingesetzt. Selbst das Visible Human Project wurde zur dreidimensionalen Visualisierung der anatomisch-topographischen Verhältnisse herangezogen [*Brooks et al. 1998*].

## **1.2 Geschichtlicher Hintergrund**

Eine der ersten vollständigen und detaillierten Vorstellungen zum Beckenboden lieferte Henle [*Henle 1866*], die durch makroskopische Untersuchungen dieser Region gestützt wurden. Er entwickelte das Konzept von zwei in der Transversalebene übereinander liegenden fibromuskulären Diaphragmen, die das Becken nach caudal unter Aussparung je einer Durchtrittsöffnung für den Anal- und den Urogenitalkanal begrenzen und die bis heute als Diaphragma pelvis und Diaphragma urogenitale bekannt sind. Als Muskeln des Dammes, *Mm. perinei*, fasste Henle alle diejenigen Muskeln zusammen, die den Beckenausgang verschließen, die Beckeneingeweide tragen und auf die After- und Urogenitalöffnung wirken. Diese sind herzuleiten aus den Muskeln des phylogenetisch ehemals vorhandenen freien Schwanzes einerseits und den Schließmuskeln der ehemaligen Kloake andererseits. Das trichterförmige

Diaphragma pelvis besteht nach Henle aus den Abkömmlingen der ehemaligen Schwanzmuskulatur, die ihre Innervation aus dem vierten Sakralnerven vor dessen Eintritt in den Plexus sacralis erhalten und damit zur Rumpfmuskulatur gehören. Dazu zählen der M. coccygeus, der M. pubococcygeus und der M. iliococcygeus; diese werden durch jeweils unterschiedliche Äste des vierten Sakralnerven versorgt, wodurch ihre Unterscheidung voneinander häufig erst möglich wird. Als M. levator ani bezeichnet Henle nur den M. pubococcygeus, da nur dieser sich mit dem Rectum verbindet, weswegen er diesen dem M. ischiococcygeus (entspricht dem M. iliococcygeus anderer Autoren) gegenüberstellt. Der M. coccygeus liegt dem Lig. sacrospinale medial an, mit Ursprung an der Spina ischiadica bzw. dem Lig. sacrospinale selbst und Ansatz am Seitenrand des letzten Kreuzbeinwirbels und des Os coccygis. Das flächige Diaphragma urogenitale besteht im Gegensatz dazu aus Abkömmlingen der Schließmuskulatur der ehemaligen Kloake, welche vom N. pudendus innerviert werden und damit zur Eingeweide- oder teilweise auch zur Hautmuskulatur zählen. Es spannt sich in einer transversalen Ebene zwischen den Rr. inferiores ossis pubis beider Seiten aus. Dazu gehören dorsal der M. sphincter ani externus und ventral der embryonale M. sphincter urogenitalis, der während der Fetalperiode in den M. ischiocavernosus, M. bulbocavernosus (heute: M. bulbospongiosus), M. sphincter urethrae membranaceae und M. transversus perinei zerfällt. Henle teilt dieses Diaphragma in eine vordere und eine hintere Abteilung auf. Die vordere Abteilung wird gebildet vom Lig. transversum pelvis (heute: Lig. transversum perinei). Es ist transversal zwischen den Rr. inferiores ossis pubis beider Seiten ausgespannt und begrenzt, zusammen mit dem weiter cranial direkt unterhalb der Symphysis pubica gelegenen und in gleicher Richtung verlaufenden Lig. arcuatum pubis, die Lücke für den druckfreien Eintritt der V. dorsalis penis vom Dorsum penis in das Becken. Als Varietät kann ein M. ischiopubicus vorkommen, der vom Tuber ischiadicum kommend dem Verlauf dieses Bandes folgt. Das Lig. transversum pelvis stellt den rudimentären Rest dieses zurückgebildeten Muskels dar. Die transversal verlaufende Kernstruktur der hinteren Abteilung ist der M. transversus perinei profundus, dessen Fasern beider Seiten sich durch seine entwicklungsgeschichtliche Entstehung in der Medianlinie verbinden und eine Raphe bilden. In diesen Muskel ist der quergestreifte M. sphincter vesicae externus (Rhabdosphincter) eingebettet, der sich nach cranial

über die ventrale Seite der Prostata bis in Höhe des Blasenhalses fortsetzt. Dieser hat nur in der Pars membranacea urethrae eine circuläre Anordnung, während er in der Pars prostatica urethrae hufeisenförmig innerhalb der Prostatakapsel gelegen ist. Dies resultiert nach Henle aus einem Verdrängungsmechanismus während des Wachstums der Prostata in der Jugend, wodurch der Rhabdosphincter von dorsal nach ventral gedrängt wird. Weiter cranial gehen die quergestreiften Muskelfasern des Sphincters in die glatte Muskulatur des M. sphincter vesicae internus (Lissosphincter) über, der die Fortsetzung der Muskulatur des Trigonum vesicae bildet. Der Rhabdosphincter ist in seinem caudalen diaphragmatischen Teil präparatorisch nicht vom M. transversus perinei profundus trennbar, weswegen ihn Henle als dessen circulären Anteil auffasst. Beide Muskeln werden nach cranial von der Fascia diaphragmatis urogenitalis superior bedeckt, welche nach Henle aus einer ca. 3 mm dicken Schicht glatter Muskulatur besteht, cranial mit dem Apex prostatae verbunden ist und enge Beziehungen zum Rectum sowie zum M. levator ani hat. Sie bildet den Boden des Raumes zwischen Vesica urinaria und Beckenwand, auf dem der M. levator ani mit seinem freien caudalen Rand zu liegen kommt. Die lateralen Ränder dieser Fascie biegen auf beiden Seiten nach cranial um und verbinden sich mit der Fascia obturatoria, um zusammen mit dieser weiter cranial den Canalis pudendalis [Alcock] zu bilden. Caudal werden diese beiden Muskeln von der Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior bedeckt, einer festen, fibrösen Faserplatte, welche das Diaphragma urogenitale nach caudal mit dem Bulbus penis verbindet und sich als Septum bulbi in sagittaler Richtung durch diesen hindurch fortsetzt. Beide Fascien beginnen ventral unmittelbar am hinteren Rand des Lig. transversum pelvis und vereinigen sich an ihrem dorsalen Ende unter Bildung eines scharfen Randes. Nahe diesem hinteren Rand liegen die Gll. bulbourethrales [Cowper 1699] innerhalb der Muskulatur des Diaphragma urogenitale. Dieses Konzept eines flächigen Diaphragma urogenitale wurde in seinen Kernaussagen durch Untersuchungen von vielen anderen Autoren bestätigt [Kohlrausch 1854; Luschka 1858, 1864; Bock 1860; Lesshaft 1873; Krause 1879; Hyrtl 1889; Gegenbaur 1893; Brösike 1895; Holl 1897; Kalischer 1900; von Bardeleben 1906; Fritsch 1989; Colleselli et al. 1990; Myers 1991; Carroll und Dixon 1992; Narayan et al. 1995; Brooks et al. 1998; Akita et al. 2003; Shafik et al. 2005] und stellt auch heute die Lehrmeinung in anatomischen

Lehrbüchern und Atlanten der letzten Jahre dar [Alverdes 1959; Pernkopf 1964; Bertolini und Leutert 1979; von Lanz und Wachsmuth 1984; Rauber und Kopsch 1987, 1988; Thiel 1996; Rohen et al. 2002; Benninghoff und Drenckhahn 2003; Waldeyer 2003; Köpf-Maier 2004; Gosling et al. 2005; Schiebler 2005; Schünke et al. 2005; Tillmann 2005; Hansen und Lambert 2006; Lippert et al. 2006; Netter 2006; Sobotta 2006; Rohen und Lütjen-Drecoll 2006].

Einige Jahre nach Henle bestätigte Holl (1897) dessen Befunde und erweiterte die Einteilung der Muskeln des Beckenausganges auf vier verschiedene Gruppen. Die erste Gruppe der Muskeln des Diaphragma pelvis (nach Henle Abkömmlinge der Schwanzmuskulatur) nennt Holl Muskeln des caudalen Abschnittes der Wirbelsäule, wozu der M. coccygeus und der M. levator ani gehören. Er verweigert jedoch die Bezeichnung M. levator ani und teilt diesen strikt in M. iliococcygeus, M. pubococcygeus und M. puborectalis auf, und zwar wegen der bereits genannten unterschiedlichen Nervenversorgung der einzelnen Anteile und der Homologie zu Muskeln aus Untersuchungen an Tieren. Der M. coccygeus wiederum weist eine meist von caudal nach cranial und von ventral nach dorsal zunehmende Fibrosierung auf, wodurch das Lig. spinosacrum (heute: Lig. sacrospinale) entsteht. Die zweite Gruppe ist die der Muskeln des Afters, zu der die drei verschiedenen Anteile des M. sphincter ani externus (Pars profunda, superficialis und subcutanea) gehören. In die dritte Gruppe der Muskeln der Urogenitalgegend teilt er die Mm. transversus perinei superficialis, ischiocavernosus, bulbocavernosus (mit seinen vier Anteilen Compressor hemisphaerium bulbi [Kobelt 1844], Compressor bulbi proprius, M. compressor radicis penis und M. ischiobulbosus) und die Muskeln des Diaphragma urogenitale (M. sphincter urethrae externus, M. transversus perinei profundus und M. ischiopubicus) ein. Die letzte Gruppe der glatten Muskeln enthält schließlich die glatten Muskeln des Mastdarmes (M. rectococcygeus [Treitz]) und die glatten Muskeln des Harn- und Geschlechtsrohres. Die Muskelfasern des Rhabdosphincters entspringen über sehnig-elastische Lamellen, die zwischen seinen äußeren muskulären Lamellen liegen, vom Lig. transversum pelvis und den Wänden der in der Umgebung gelegenen Venenplexus. Holl nennt diesen Muskel M. sphincter urethrae membranaceae sive M. constrictor canalis urogenitalis und unterteilt jenen in 3 Teile. Der am weitesten caudal gelegene Anteil ist der M. compressor glandulae Cowperi, dessen laterale Fasern sich mit dem M.

transversus perinei profundus verflechten. Damit sind die Gll. bulbourethrales [Cowper 1699] nach Holl, im Gegensatz zur früheren Beschreibung von Henle, nicht im M. transversus perinei profundus, sondern weiter cranial im Rhabdosphincter selbst eingeschlossen. Den mittleren Teil des Rhabdosphincters bildet der periurethral gelegene circuläre M. sphincter urethrae membranaceae. Der M. sphincter urethrae prostaticae, der die Prostata von ventral bis zu ihren Seitenflächen umgibt, stellt den am weitesten cranial gelegenen Teil dar. Ausdrücklich weist Holl auf eine starke Variationsbreite der einzelnen Muskeln, besonders im Bereich des Diaphragma urogenitale, hin, so dass quergestreifte Muskelfasern oder gar ganze Muskeln durch Bindegewebe oder glatte Muskelzellen ersetzt sein können. Dadurch können sogar am selben Präparat Asymmetrien der einzelnen Teile entstehen. Ferner beschreibt er große Unterschiede zwischen fixierten und unfixierten Präparaten. Danach können Muskeln und Fascien an fixierten Präparaten besser differenzierbar sein, während sich an unfixierten Präparaten auch lockeres Bindegewebe, ähnlich einer Fascie, darstellen kann, was die Orientierung und damit die Präparation deutlich erschwert. Außerdem ist die exakte Lage aller Teile des Beckenbodens auch abhängig von der Füllung der Vesica urinaria und des Rectums, sowie von der Art und Weise der Fixierung selbst, so dass es auch dadurch zu entscheidenden Verlagerungen der einzelnen Bestandteile kommen kann. Deshalb werden, seiner Meinung nach, vor allem bei Schnittuntersuchungen niemals gleiches Verhalten und gleiche Lage der Strukturen angetroffen, so dass Fehlergebnisse vor allem bei mikroskopischen Untersuchungen leicht und unbemerkt vorkommen können.

Nur wenige Jahre später bestätigte auch Kalischer (1900) die meisten beschriebenen Befunde und postulierte aufgrund mikroskopischer Analysen einen circulären, vom M. transversus perinei profundus unabhängigen Rhabdosphincter. Außerdem fand er mehrere bis dahin unbekannte Muskeln, die er M. rectourethralis, M. anotraversalis und M. anobulbocavernosus nannte. Den eigenständigen M. sphincter urethrae externus bezeichnete er insgesamt als Rhabdosphincter urogenitalis und unterteilte denselben, ähnlich der Einteilung von Holl, in 3 verschiedene Anteile. Die Pars anterior sive Cowperica des Rhabdosphincters ist die am weitesten caudal gelegene und hat eine rein ringförmige Konfiguration. In ihr sind, wie bereits bei den Beschreibungen von Holl, aber im Gegensatz zu denen Henles, die beiden Gll. bulbourethrales

[Cowper 1699] eingebettet. Einige ihrer äußeren Fasern sind jedoch aufgefasert und radiär zentrifugal ausgerichtet, was Kalischer (1900) auf die Änderung der Verhältnisse während der Entwicklung zurückführt und als Grund für die irrtümliche Annahme angibt, dass jene Fasern in Knochen einstrahlen. Manche dieser Fasern enden jedoch im Lig. transversum pelvis oder sogar an der Vereinigungsstelle der Corpora cavernosa penis am Angulus pubis und bilden damit doch eine ventrale Befestigung des Rhabdosphincters, der Kalischer jedoch keine besondere Funktion beimisst. Die ebenfalls ringförmige Pars media des Rhabdosphincters erstreckt sich von oberhalb der Cowperschen Drüsen bis zum Apex prostatae und nimmt an Dicke in Richtung Prostata immer weiter ab. Teilweise ist dieser Anteil des Rhabdosphincters schon mit Drüsen der Prostata durchsetzt. Außerdem zieht der unmittelbar medial gelegene Teil des M. levator ani (M. puborectalis) dicht lateral daran vorbei, ohne jedoch mit diesem Muskelteil in direkte Verbindung zu treten. Hinter der Urethra vereinigen sich die Fasern des M. levator ani beider Seiten sehnig miteinander und bilden die Durchlassöffnung für den Urogenitaltrakt. Dieser Anteil des M. levator ani wurde auch von anderen Autoren als M. levator urethrae sive pubo-urethralis sive Wilsonii [Krause 1879], M. adductor prostatae [Santorini 1724; Kohlrausch 1854; Luschka 1858, 1864], M. levator prostatae, Pars prostatica levatoris ani [Luschka 1858] oder Pars urethralis levatoris ani [Luschka 1858] bezeichnet und gelegentlich, wie die Pars anterior sive Cowperica, mit dem Wilson'schen Muskel verwechselt [Wilson 1812]. Die Pars posterior sive prostatica des Rhabdosphincters bedeckt die Prostata auf ihrer ventralen Seite kappenförmig in Form eines Halbringes und reicht über den Colliculus seminalis nach cranial bis nahe an die Mm. pubovesicalia heran. Die Fasern dieses Muskelabschnittes dringen ventral in die Prostata ein und verlieren sich dann zwischen den dort vorhandenen glatten Muskelzellen. Der Pars posterior ordnet Kalischer (1900) keine besondere Funktion zu, da vor allem dieser Teil bis zum Erwachsenenalter atrophiert und deshalb in seiner Ausprägung variabel ist. Auch an diesem Anteil des Rhabdosphincters ziehen die am weitesten medial gelegenen Fasern des M. levator ani (M. puborectalis) dicht lateral vorbei, wiederum ohne sich mit diesem zu verbinden. Außerdem wurde von Kalischer bereits festgestellt, dass sich von der Pars media des Rhabdosphincter aus, medial zum Lumen der Urethra hin gelegen, auch distal der Prostata noch glatte Ring- und Längsmuskelzüge befinden. Dies wies auf die Existenz eines

Lissosphincter infraprostaticus hin. Wie Holl (1897) wies auch Kalischer (1900) klar darauf hin, dass die Ergebnisse makroskopisch-präparatorischer Untersuchungen des Beckenbodens aufgrund des fibromuskulären Aufbaus und des Fehlens eindeutiger fascialer Leitstrukturen, vor allem um den Rhabdosphincter, stark variieren und auch vom jeweiligen Präparator und dessen Präparationstechnik abhängig sind. Dadurch erschafft ein und derselbe Präparator bei jeder neuen Präparation ein gleichartiges, aus präparationsbedingten Artefakten bestehendes Kunstprodukt, das er dann für die vollständige Realität halten könnte.

In neuerer Zeit konnte durch Hayek [Hayek 1960] ein struktureller Unterschied zwischen Rhabdosphincter und M. transversus perinei profundus mikroskopisch nachgewiesen werden. Dabei sind die Muskelfasern des Rhabdosphincters dünner, haben weniger Zellkerne und werden von reichlich Bindegewebe zusammengehalten und eingehüllt. Damit war die Unabhängigkeit der beiden Muskeln voneinander bewiesen. Der Rhabdosphincter bestand nach Hayek [Hayek 1962] aus vier verschiedenen Teilen, d.h. von cranial nach caudal Rhabdosphincter prostaticus, Rhabdosphincter infraprostaticus, M. transversus perinei profundus und dem Compressor hemisphaerium bulbi [Kobelt 1844], einem Teil des M. bulbospongiosus, der den Bulbus urethrae zwiebelschalenartig umgreift. Auch die Existenz eines ringförmigen Lissosphincter infraprostaticus [Kalischer 1900] wurde von ihm bestätigt.

### **1.3 Klinischer Hintergrund**

Die topographisch-anatomische Lokalisation der muskulären und ligamentären Strukturen des Beckenbodens, insbesondere des Rhabdosphincters und des M. transversus perinei profundus, und die Frage nach der Existenz eines Diaphragma urogenitale werden weiterhin kontrovers diskutiert und sind von großem wissenschaftlichem und klinischem Interesse. Vor allem die Topographie aller neurovaskulären Leitbahnen spielt eine große Rolle bei klinischen Fragestellungen in der urorectalen Chirurgie [Lepor et al. 1985; Carroll und Dixon 1992; Benoit et al. 1994, 1999; Shafik und Doss 1999; Heinzer et al. 1999; Hollabaugh et al. 2000; Akita et al. 2003; Costello et al. 2004; Schraffordt et al. 2004; Thiel 2004; Karam et al. 2005; Takenaka et al. 2005, 2006; Yu cel et al. 2005; Barucha 2006; Tewari et al. 2006], bei lokalanästhetischen Leitungsblockaden im Anogenitalbereich [Uz et

al. 2005] oder bei der Behandlung urorectaler Schmerzsyndrome [Markwell 2001]. Besonders bei radikalen Prostatektomien sind exakte anatomische Kenntnisse der umgebenden Strukturen von größter Wichtigkeit, wenn die Erhaltung der Kontinenz einerseits und die möglichst vollständige Tumorentfernung andererseits erreicht werden sollen. Durch verschiedene operative Zugangswege zur transurethralen, transperinealen, transsakralen, retropubischen, suprapubischen [Hinman 1994] oder neuerdings auch der endoskopischen extraperitonealen Prostatektomie [Stolzenburg et al. 2003-2006; Stolzenburg und Truss 2003a, b] müssen dabei ganz unterschiedliche topographisch-anatomische Regionen und Verhältnisse berücksichtigt werden. Zur Verbesserung der postoperativen Ergebnisse wurden die verschiedenen Verfahren ständig aufgrund klinisch-anatomischer Untersuchungsergebnisse verfeinert [Koyanagi 1980; Lepor et al. 1985; Colleselli et al. 1990; Myers 1991; Carroll und Dixon 1992; Zvara et al. 1994; Narayan et al. 1995; Strasser et al. 1996-2004; Strasser und Bartsch 2004; Burnett und Mostwin 1998; Kourambas et al. 1998; Myers et al. 1998; Poore et al. 1998; Walsh 1998; Heinzer et al. 1999; Myers 2001; Matsubara et al. 2003; Stief 2003; Stolzenburg et al. 2003-2006; Stolzenburg und Truss 2003a, b; Costello et al. 2004; Thiel 2004; Lunacek et al. 2005; Takenaka et al. 2005, 2006; Yucel et al. 2005; Tewari et al. 2006]. So konnten nervenschonende und damit kontinenserhaltende Vorgehensweisen bei der operativen Entfernung der Prostata entwickelt werden [Lepor et al. 1985; McCarthy und Catalona 1996; Poore et al. 1998; Walsh 1998; Ghavamian und Zincke 1999; Heinzer et al. 1999; Jarow 2000; Steiner 2000; Stolzenburg et al. 2003-2006; Stolzenburg und Truss 2003a, b; Graefen und Huland 2004; Lunacek et al. 2005; Takenaka et al. 2005, 2006; Yucel et al. 2005; Tewari et al. 2006]. Detaillierte anatomische und physiologische Kenntnisse aller einzelnen Strukturen des Beckenbodens und deren Funktionen sind in der Klinik von größter Wichtigkeit für das Verständnis pathologischer Mechanismen, die in Dysfunktionen wie Inkontinenz und Impotenz resultieren, um Prävention, Diagnose und Behandlung derselben zu ermöglichen.

#### **1.4 Aktuelle Ergebnisse**

Neue Erkenntnisse über die Region des Beckenbodens wurden in den letzten Jahren vor allem aus Studien histologischer Schnittserien, teilweise mit nachfolgender dreidimensionaler Computerrekonstruktion, gewonnen. Aufgrund

der komplizierten makroskopisch-anatomischen Präparation dieser Region sollten die noch immer offenen Fragen durch eine computergestützte Rekonstruktion aus histologischen Schnittpräparationen beantwortet werden. Als Ergebnis solcher Untersuchungen wurde die Existenz des Diaphragma urogenitale, insbesondere des M. transversus perinei profundus als dessen Kernstruktur, von verschiedenen Autoren bestritten [Oelrich 1980; Dorschner et al. 1994-2001; Dorschner und Stolzenburg 1994a, b; Helweg et al. 1994; Strasser et al. 1996; Elbadawi et al. 1997; Burnett und Mostwin 1998; Myers et al. 1998; Stolzenburg et al. 2001; Strasser und Bartsch 2004]. Dies stand im krassen Widerspruch zur bis heute gültigen Lehrmeinung und auch zu neueren Publikationen anderer Autoren, die nach wie vor die These von der Existenz eines Diaphragma urogenitale unterstützten [Hayek 1960, 1962; Fritsch 1989; Colleselli et al. 1990; Carroll und Dixon 1992; Narayan et al. 1995; Brooks et al. 1998; Benoit et al. 1999; Akita et al. 2003; Costello et al. 2004; Shafik et al. 2005; Yucel et al. 2005]. Auch andere Untersuchungsergebnisse früherer Autoren [Bock 1860; Luschka 1864; Henle 1866; Lesshaft 1873; Holl 1897; Kalischer 1900; Hayek 1962; Oelrich 1980] wurden angefochten, nach denen der Rhabdosphincter eingeteilt wurde in einen cranialen, nicht circulären Anteil ventral der Prostata, einen medialen circulären und einen caudalen circulären Anteil, der untrennbar mit dem M. transversus perinei profundus verbunden ist. Statt dessen wurde in neuen Untersuchungen ein omegaförmiger Rhabdosphincter postuliert, der in seiner gesamten Ausdehnung dorsal nicht geschlossen und damit nicht circulär ist [Myers 1991; Carroll und Dixon 1992; Kokoua et al. 1993; Dorschner et al. 1994-2001; Dorschner und Stolzenburg 1994a, b; Helweg et al. 1994; Strasser et al. 1996-2004; Elbadawi et al. 1997; Steiner 2000; Ludwikowski et al. 2001; Stolzenburg et al. 2001; Fritsch et al. 2004; Strasser und Bartsch 2004; Lunacek et al. 2005; Sebe et al. 2005]. Auch diese Ergebnisse waren nicht unumstritten und wurden wiederum von anderen Autoren widerlegt [Burnett und Mostwin 1998; Walsh 1998]. Trotz allem, die hufeisenförmige Konfiguration des Rhabdosphincters ist schon seit längerer Zeit akzeptiert und zur gültigen These in wissenschaftlichen Publikationen geworden. Einigen Autoren zufolge soll sie postnatal aus einer vorher ringförmigen Konfiguration hervorgehen, was auf eine Verdrängung, vor allem der dorsalen Muskelfasern, durch die wachsende Prostata zurückgeführt wurde [Henle 1866; Kalischer 1900; Oelrich 1980; Kokoua et al. 1993; Strasser et al. 1996]. Eine

ähnliche Entwicklung wurde allerdings auch beim weiblichen Rhabdosphincter nachgewiesen [Kokoua et al. 1993], so dass die wahren Gründe für einen derartigen Formwandel des Rhabdosphincters nach wie vor weitgehend unklar bleiben. Auch die Feinstruktur des Rhabdosphincters wurde nachuntersucht und dabei erkannt, dass dieser sowohl aus einer äußeren quergestreiften (M. sphincter urethrae transversostriatus) als auch aus einer inneren glatten Muskelschicht (M. sphincter urethrae glaber) zusammengesetzt ist [Kalischer 1900; Hayek 1962; Dorschner und Stolzenburg 1994a; Dorschner et al. 2001; Stolzenburg et al. 2001]. Die bis dahin weitgehend unbeachteten ventralen und dorsalen paraurethralen Längsmuskelschichten [Wilson 1812; Kalischer 1900; Hayek 1962] wurden mikroskopisch nachuntersucht, genauer charakterisiert [Clegg 1957] und später von anderen Autoren als M. dilatator urethrae [Dorschner et al. 1989, 1994, 1996; Stolzenburg et al. 2001] und M. ejaculatorius [Dorschner et al. 1989-2001; Dorschner und Stolzenburg 1994b; Stolzenburg et al. 2001] neu eingeführt. Die Existenz schon länger bekannter Muskeln, z.B. die des M. rectourethralis, ist in jüngster Zeit nur von wenigen Autoren untermauert worden [Hayek 1962; Oelrich 1980; McCarthy und Catalona 1996; Burnett und Mostwin 1998; Myers et al. 1998; Steiner 2000; Matsubara et al. 2003; Arakawa et al. 2004; Yucel et al. 2005]. Die Existenz dieses Muskels wird, neuesten histologischen Studien zufolge, ebenfalls verneint [Sebe et al. 2005]. Auch andere, schon vor vielen Jahren beschriebene Muskeln, wie der M. anobulbocavernosus [Kalischer 1900] oder der M. anotransversalis [Kalischer 1900], tauchen nicht mehr in der Literatur auf und scheinen vergessen.

### **1.5 Fragestellungen**

Überblickt man die umfangreiche Literatur, dann wird deutlich, dass auch heute noch viele Streitfragen hinsichtlich der Existenz, der genauen topographischen Anordnung und der neurovaskulären Versorgung der rhabdolissomuskulofibrösen Elemente des Beckenbodens, insbesondere im Bereich der Pars membranacea urethrae zwischen Apex prostatae und Bulbus penis, bestehen. Da diese Fragen vor allem von klinischem und besonders auch chirurgischem Interesse sind, wurde diese Untersuchung ausschließlich mit der Hilfe makroskopisch-präparatorischer Methoden durchgeführt. Es wurden möglichst detaillierte und gleichzeitig instruktive anatomische Präparate angefertigt, die ohne den Umweg über die

computergestützte Rekonstruktion die realen topographischen Verhältnisse aller anatomischen Strukturen des Beckenbodens veranschaulichen. Die Ergebnisse makroskopischer Präparationen besitzen auch vom klinischen und chirurgischen Blickpunkt aus eine höhere Wertigkeit als Ergebnisse rein mikroskopischer Untersuchungen mit nachfolgender Rekonstruktion und stellen die sehr komplizierten topographischen Verhältnisse in dieser Region eindeutiger und nachvollziehbarer dar. Während der Präparationen wurde besonderer Wert auf folgende Fragen gelegt:

Existiert ein Diaphragma urogenitale mit seinen beschriebenen Bestandteilen und welchen Verlauf hat dieses?

Wie ist der Rhabdosphincter darin integriert und welche Form hat er?

Welche Rolle spielt der M. levator ani in diesem Gefüge?

Welche der alt und neu beschriebenen Muskeln existieren wirklich und welchen Verlauf haben sie?

Wie wird die Beckenbodenregion, insbesondere der Rhabdosphincter und die beiden Diaphragmen, neural versorgt und auf welchem Wege gelangen diese Nerven dorthin?

Ist es möglich, all diese Fragen durch Darstellung aller Einzelteile im Zusammenhang mit den Mitteln der makroanatomischen Präparation zu lösen?

Haben die Ergebnisse einer solchen Präparation klinische Relevanz und können sie auf chirurgische Vorgehensweisen angewendet werden?

Die vorliegende Arbeit versucht, auf diese Fragen eine Antwort zu geben.

## **2. Materialien und Methoden**

### **2.1 Einführung**

Für die makroanatomischen Präparationen standen vier männliche Becken von Erwachsenen im Alter von 54 bis 64 Jahren zur Verfügung. Sie stammten aus Ganzkörperpräparaten Verstorbener, die ihren Leichnam zu Lebzeiten durch Vermächtnis dem Institut für Anatomie der Universität zu Lübeck zur Verfügung gestellt hatten. Die Leichname waren über die A. femoralis durch Druckinfusion mit der üblichen Fixierungslösung bei etwa 1 bar fixiert worden. Die verwendete Lösung setzte sich zusammen aus Alkohol (38%), Glycerin (24%), entmineralisiertem Wasser (19%), Fugaten™ (9,5%, Lysoform Dr. Hans Rosemann GmbH, Berlin), Lysoformin™ (4,8%, Lysoform Dr. Hans Rosemann GmbH, Berlin) und Formalin (4,7%). Davon wurden je nach Körpergewicht 20-30 l mit Hilfe eines Druckluftirrigators innerhalb von wenigen Stunden infundiert, wovon der letzte Teil über Nacht, passiv einem Schwerkraftgefälle folgend, in die Präparate penetrierte. Daran schloss sich eine Immersionsfixierung der Ganzkörperpräparate in einem Tauchbad mit derselben Lösung über etwa 9 Monate an, so dass sich die Fixierungslösung möglichst vollständig im Gewebe verteilen und dadurch ein möglichst gleichmäßiges Fixierungsergebnis erreicht werden konnte. Auf diese Weise entstanden herkömmlich fixierte Ganzkörperfeuchtpräparate. Da die Fixierung von organischen Geweben ein sehr tiefer Eingriff in deren Struktur darstellt, ist zu beachten, dass leichte artifizielle Veränderungen der Lagebeziehungen der einzelnen muskulofibrösen Elemente des sehr fragilen Beckenbodens während der Fixierung, insbesondere in Form von fixierungsbedingter Schrumpfung oder Ausdehnung, nicht ausgeschlossen werden konnten oder in der Folge korrigierend nachvollzogen werden mussten. Die Lagerung der Präparate erfolgte nach Entnahme aus dem Tauchbad und während der Präparationspausen in dicht verschlossenen und formalindichten Kunststoffbehältern, die eine kleinere Menge Konservierungslösung enthielten. Diese Lösung setzte sich zusammen aus entmineralisiertem Wasser (46%), Alkohol (31%), Glycerin (15%) und Lysoformin™ (8%, Lysoform Dr. Hans Rosemann GmbH, Berlin). Zur Vermeidung einer Austrocknung in den Präparateschichten oberhalb des Flüssigkeitsspiegels waren sie zusätzlich mit

Stofftüchern bedeckt, die Kontakt zum Flüssigkeitsspiegel hatten, wodurch ein möglichst konstantes Milieu mit ständiger allseitiger Benetzung gewährleistet war. Die Präparationen erfolgten wie üblich auf einem Präpariertisch, teilweise unter weiterer Flüssigkeitszufuhr aus Aerosolsprühflaschen, vor allem während längerer Präparationsphasen oder in Pausen. Als Präparierbesteck dienten ein Skalpellwechselklingenhalter Größe 4, bestückt mit Einmalskalpellklingen Größe 20, für gröbere Präparationsschritte, sowie eine spitze Feinpinzette, eine spitze Präzisionsfeinstpinzette, und eine feine gerade Schere für die feinen und feinsten Präparationsschritte. Eine Operationsleuchte (Hanaulux™ Oslo 160 W, Heraeus Germany) diente zur Ausleuchtung der Präparationsgebiete. Es kamen keinerlei vergrößernde Hilfsmittel oder andere Geräte zum Einsatz.

## **2.2 Präparation**

Die Becken mussten zunächst durch eine Vorpräparation aus den formalinfixierten Ganzkörperpräparaten getrennt werden, weswegen sie cranial per Handsäge jeweils in Höhe der Crista iliaca vom Rumpf und caudal im oberen Femurdrittel von der unteren Extremität abgesetzt und zum Teil mit einer Bandsäge leicht paramediansagittal halbiert wurden. Nach Entfernen der Haut und des Unterhautfettgewebes wurde die Muskulatur des Oberschenkelstumpfes ventral und dorsal mit allen großen Gefäßen und Nerven präparatorisch dargestellt. Danach konnten alle Glutealmuskeln, die proximalen Reste der Oberschenkelextensoren und die der ischiocruralen Muskelgruppe sauber und unter Erhaltung der darunter liegenden Bänder, Gefäße und Nerven abgesetzt werden. Nun konnten auch alle Adduktoren entfernt werden, so dass der Blick auf den M. obturatorius externus frei wurde. Diese Schritte bildeten die Basispräparation aller Becken.

Nun erst begann die Zugangspräparation (nur linke Seite des kompletten Beckens). Zunächst mussten der N. pudendus, die V. und A. pudenda im Canalis pudendalis [Alcock] bis zum Scrotum, der M. levator ani und der M. sphincter ani präpariert werden. Innerhalb des Beckens wurde das Peritoneum komplett entfernt, Blase und Darm mit ihren Nerven und Gefäßen wurden soweit wie möglich mobilisiert, um dann von cranial in Richtung Prostata und zum Beckenboden vordringen zu können. Sodann wurden die Mm. obturatorii (nach vorsichtigem Lösen vom Arcus tendineus musculi levatoris ani durch das Foramen

obturatum hindurch!), M. piriformis, M. iliopsoas, Lig. sacrotuberale und Lig. sacrospinale abgesetzt, so dass nun beim kompletten Becken die Beckenschaufel mit der linken Hälfte des Os sacrum und der Articulatio coxae durch drei Sägeschnitte vollständig entfernt werden konnte. Der erste Sägeschnitt erfolgte transversal durch den Ramus superior ossis pubis, der zweite ebenso durch den Ramus ossis ischii und der dritte mediosagittal entlang der Wirbelsäule. Das Os coccygis wurde am restlichen Becken belassen. Danach lag die komplette laterale Fläche des M. levator ani, dessen craniolateraler Anteil (M. pubococcygeus) am Arcus tendineus auf dem M. obturatorius internus vorher abgesetzt werden musste, direkt im Blickfeld. Dadurch konnte nun auch das Spatium retropubicum [Retzius] und das Spatium rectovesicale nach Zurückklappen des oberen Anteils des M. levator ani präpariert werden. Gefäße und Nerven wurden erhalten, und die verbleibenden Organe wurden so weit wie möglich mobilisiert. Um noch tiefer in Richtung Beckenboden vordringen zu können, musste der restliche Knochenrahmen (Ramus inferior ossis pubis und Ramus ossis ischii mit Synostosis ischiopubica) mit einem medianen Sägeschnitt durch die Symphysis pubica mobilisiert und während der Präparation vorsichtig immer weiter nach außen geklappt werden. Durch Entfernen des Corpus cavernosum penis an der Unterseite dieses Knochenrahmens (R. inferior ossis pubis und R. ossis ischii mit Synostosis ischiopubica) konnte ein größerer Bewegungsspielraum nach laterocaudal geschaffen werden. Außerdem wurde dadurch die Unterseite des Beckenbodens, d.h. die Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior des Diaphragma urogenitale, erreicht. Das Rectum wurde nun auf der ventralen und dorsalen Seite präpariert, wodurch Platz für weitere Präparationen an der Prostata und im nun erweiterbaren Spatium retropubicum [Retzius] geschaffen wurde. Durch vorsichtige Präparation der jeweiligen Zwischenräume konnten Blase, Prostata und Rectum mobilisiert und die umliegenden Strukturen dargestellt werden.

Die folgenden Feinstpräparationen mussten nun mit großer Vorsicht und Sorgfalt ausgeführt werden. Zunächst wurden die intrapelvinen Teile des Nervus pudendus von ihren Ursprüngen aus den Sakralsegmenten her komplett mit allen Ästen dargestellt. Ebenso mussten die Blase, Prostata und Rectum versorgenden autonomen Nervengeflechte des N. hypogastricus inferior und die Nn. splanchnici pelvici aufgesucht und geschont werden. Ferner wurde der Plexus pelvici (syn.: Plexus nervosus hypogastricus inferior, Plexus nervosus pelvicus), der aus dem

N. hypogastricus inferior, den Nn. splanchnici pelvici und Ästen des Plexus sacralis gebildet wird, präpariert und die von diesem ausgehenden Verzweigungen, insbesondere das dorsolaterale Gefäß-Nerven-Bündel der Prostata, innerhalb des kleinen Beckens dargestellt. Erst jetzt konnte die eigentlich interessante Region zwischen Prostata und Beckenboden, in der der Rhabdosphincter vermutet wurde, präpariert werden. Diese Präparation gestaltete sich aufgrund der Festigkeit des umgebenden Bindegewebes und der Feinheit der darin enthaltenen Strukturen als äußerst schwierig und zeitaufwändig. Von caudal wurden der M. bulbospongiosus, der M. ischiocavernosus und die Perinealregion samt Anus und Außenseite des M. levator ani unter Erhaltung der Nerven und Blutgefäße präpariert. Ebenso wurde der Funiculus spermaticus von ventral bis ins Scrotum exakt dargestellt. Daraufhin konnte der M. ischiocavernosus unter den entfernten Teilen des Corpus cavernosum penis hervorgeklappt werden, so dass das Diaphragma urogenitale eindeutig zur Darstellung kam. Dessen drei verschieden dünne Schichten wurden nun freigelegt und, soweit möglich, voneinander getrennt, und zwar unter Erhaltung aller neurovaskulären Strukturen, die das Diaphragma urogenitale kreuzten. Die Existenz dieses Diaphragmas konnte auf diese Weise durch makroskopische Präparation bewiesen werden. Als letzter Schritt konnte nun jene Region untersucht und präpariert werden, in der der Rhabdosphincter verborgen lag. Diese Region war die am tiefsten gelegene und dadurch am schwierigsten zu erreichen. Die hier in der Beschreibung relativ einfach und übersichtlich erscheinende Präparation erwies sich schnell als äußerst zeitaufwendig und kompliziert. Dabei wurden außerdem zusätzlich einige früher beschriebene, teils kontrovers diskutierte Muskeln des Beckenbodens und des Dammes aufgesucht, detailliert untersucht und nahezu die gesamte nervale und vaskuläre Versorgung des Beckens bis in feinste Äste aufgesucht, präpariert und dokumentiert. Um eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse in den einzelnen Etagen des Beckenbodens und des Dammes zu erreichen, werden diese im Kapitel 3. Ergebnisse (S. 18) in einzelne Unterkapitel gegliedert und dort regionenbezogen zusammengestellt.

### **2.3 Dokumentation**

Von den einzelnen Präparationsschritten wurden von jeder Region Photographien mit einer Nikon™ Coolpix 5700 Digitalkamera (5 Megapixel, Auflösung Einzelbild

2560 x 1920 Pixel, Dateigröße Einzelbild 1300-1800 KByte) zur Dokumentierung der Ergebnisse angefertigt. Dadurch entstand eine Sammlung von rund 1000 Einzelbildern des Beckens und Beckenbodens mit einem Gesamtdatenvolumen von 1,3 GByte, welche später gesichtet, geordnet und hier zum Teil verwendet wurde.

### 3. Ergebnisse

Das traditionelle Konzept des Beckenverschlusses durch die beiden muskulofibrösen Diaphragmen des Beckens konnte durch makroskopisch-anatomische Präparation in jedem der Präparate nachgewiesen werden. Sowohl die Existenz des Diaphragma pelvis als auch vor allem des kontrovers diskutierten Diaphragma urogenitale konnte makroskopisch zweifelsfrei nachgewiesen, photographisch dokumentiert und somit bestätigt werden. Durch die komplizierte Aufgabe, möglichst alle Strukturen im Zusammenhang und in ihrer topographischen Anordnung präparativ darzustellen, dauerte die Anfertigung sauberer und instruktiver Präparate sehr lange. Die Belassung von großen Teilen des Os ischii und des Os pubis als fixe Orientierungs- und Haltestrukturen für den Beckenboden während der gesamten Präparation erlaubte die weitgehende Beibehaltung der topographischen Anordnung und Ausrichtung seiner muskulofibrösen Einzelteile innerhalb der Beckenhöhle, wodurch gröbere, präparatorisch bedingte Artefakte vermieden wurden. Dieses Vorgehen steigerte jedoch die Präparationszeit für jedes einzelne Präparat enorm, da sich die einzelnen Bestandteile nun nicht mehr beliebig im Raum verlagern ließen, wie es bei Präparationen mit vorheriger Entfernung des gesamten uro- und anogenitalen Organapparates aus dem knöchernen Befestigungsrahmen der Fall ist. Untersuchungen ohne diese beibehaltene knöcherne Fixierung sind jedoch nur von geringer Aussagekraft, da die realen Verhältnisse nur bedingt sichtbar gemacht und nachvollzogen werden können. Da auch bei rein histologisch-mikroskopischen Untersuchungen leicht Schwierigkeiten bei der Interpretation und Rekonstruktion der vorgefundenen Ergebnisse entstehen können, beschränkten sich alle Arbeitsschritte auf makroskopische Verfahren, welche auch im praktisch-klinischen Sinne eine höhere Wertigkeit besitzen. Bei der hier vorgelegten Arbeit wurde größter Wert auf Nachvollziehbarkeit, Realitätstreue und Reproduzierbarkeit gelegt. Insgesamt sind diese speziellen Präparationen jedoch aufgrund ihrer Komplexität und des hohen Zeitaufwands bis zur Fertigstellung nur bedingt im großen Stil reproduzierbar und werden wohl Einzelstücke bleiben. Auch sind die Präparate trotz der weitgehenden Entfernung nicht interessierender Strukturen derart komplex, dass sie auf den ersten Blick schwer verständlich erscheinen und

sich damit manchem anatomisch versierten Betrachter erst nach eingehender Beschäftigung erschließen.

### 3.1 Diaphragma pelvis

Das Diaphragma pelvis, das aus dem M. coccygeus und dem M. levator ani mit seinen drei Teilen M. puborectalis, M. pubococcygeus und M. iliococcygeus besteht, konnte ohne größere Schwierigkeiten in jedem Präparat dargestellt werden. Von mediocranial aus wurden diese Muskeln nach vorsichtiger Mobilisierung der komplett präparierten Vesica urinaria mit ihren erhaltenen ventralen retropubischen Befestigungsstrukturen und des Rectums aufgefunden. Sie bildeten zusammen das, von cranial aus gesehen, allseitig zwischen Symphysis pubica, Os sacrum und Os coccygis gelegene und eine trichterförmige Konfiguration aufweisende Diaphragma pelvis. Die Ursprungsebene des M. levator ani befand sich etwa in gleicher Höhe mit dem Blasenhalss am Übergang zur Prostata. Sie entsprang, ventral leicht paramedian beginnend, am Unterrand des R. superior ossis pubis unter Freilassung einer median retropubisch gelegenen kleinen Lücke zur Ursprungsebene des M. levator ani der Gegenseite und setzte sich kontinuierlich nach dorsal auf die Fascie des M. obturatorius internus (Fascia obturatoria) als Arcus tendineus musculi levatoris ani fort. Dieser konnte in leicht absteigendem Bogen nach dorsal bis zur Spina ischiadica verfolgt werden. Auf der caudalen Rückseite der Symphysis pubica befand sich die in frontaler Richtung verlaufende Ursprungsebene des M. puborectalis, der den ventral am weitesten medial gelegenen Anteil des M. levator ani bildete. Der Muskel verlief in absteigendem Bogen nach dorsocaudal zur in longitudinaler Richtung verlaufenden Ansatzenebene (Lig. anococcygeum) hinter dem Rectum. Damit erfolgte eine Drehung seiner Ursprungsebene relativ zur Ansatzenebene um 90° in der Frontalebene, so dass die am weitesten medial entspringenden Fasern des Muskels weiter caudal und die am weitesten lateral entspringenden Fasern weiter cranial hinter dem Rectum zu liegen kamen (**Abb. 1**). Diese Systematik des Verlaufes mit Drehung der Ursprungsebene relativ zur Ansatzenebene gilt prinzipiell auch für den M. pubococcygeus und den M. iliococcygeus, d.h. für die beiden anderen Anteile des M. levator ani. Deren Muskelfasern verliefen von der eher sagittal ausgerichteten Ursprungsebene am Arcus tendineus musculi levatoris ani zur longitudinal ausgerichteten Ansatzenebene (Lig. anococcygeum) unter Drehung

in der Sagittalebene um ebenfalls 90°. Direkt dorsomedian, dem Rectum anliegend, fusionierten die Fasern des M. levator ani mit jenen der Gegenseite entlang der Mediosagittalebene unter Bildung des Lig. anococcygeum, das sich vom Os coccygis bis zum cranialen dorsalen Teil des M. sphincter ani externus erstreckte (**Fig. 2**). Der M. puborectalis bildete eine ventromedian gelegene, an seinem Ursprung geöffnete U-förmige Schlinge um das Rectum, die sich nach caudal in Richtung Anus bis zum M. sphincter ani externus fortsetzte und dort von diesem teilweise überlagert wurde. An der Überlappungsstelle zwischen den am weitesten caudal gelegenen (am Ursprung medialsten) Fasern des M. puborectalis und den am weitesten cranial gelegenen Fasern des M. sphincter ani externus waren beide Muskeln makroskopisch kaum eindeutig voneinander zu trennen. Die Fasern von M. pubococcygeus und M. iliococcygeus folgten, im Gegensatz zum M. puborectalis, bedingt durch ihren bogenförmig nach dorsal verlaufenden Ursprung aus dem Arcus tendineus musculi levatoris ani, einem weniger absteigenden und eher sagittalen Verlauf nach dorsal, so dass, ähnlich wie bei diesem, ventral entspringende Muskelfasern weiter caudal und dorsal entspringende Fasern weiter cranial hinter dem Rectum zu liegen kamen. Der M. levator ani konnte jedoch nur artifiziell und nur ungenau in seine drei verschiedenen Anteile aufgegliedert werden, die makroskopisch ein Kontinuum bildeten und keine unterteilenden Bindegewebsschichten aufwiesen. Nach dorsal, entlang dem Arcus tendineus musculi levatoris ani, schlossen sich cranial der M. coccygeus mit dem Lig. sacrospinale dem Oberrand des M. iliococcygeus an. Diese komplettierten das trichterförmig von laterocranial nach mediocaudal ausgerichtete Diaphragma pelvis mit Bildung des kreisförmigen Foramen ischiadicum majus, welches sich an deren Oberrand nach cranial anschloss (**Abb. 3**). Diese Öffnung des Beckens nach dorsolateral wurde durch den an dieser Stelle nach extrapelvin tretenden M. piriformis so aufgeteilt, dass eine suprapiriforme und eine infrapiriforme Lücke entstand. Durch die suprapiriforme Lücke verließen gluteale neurovaskuläre Leitbahnen (N. gluteus superior, A. und V. glutea superior) das Becken. Die infrapiriforme Lücke bildete die Durchtrittsstelle für Gefäße und Nerven des Beines (N. ischiadicus mit A. comitans nervi ischiadici, N. cutaneus femoris posterior, Rr. musculares des Plexus sacralis) sowie für gluteale (N. gluteus inferior, A. und V. glutea inferior) und die pudendalen (N. pudendus, A. und V. pudenda interna) neurovaskulären

Leitbahnen. Nach Zusammenschluss von Anteilen des zweiten, dritten und vierten ventralen Sakralnerven durch Plexusbildung zum N. pudendus, passierte dieser zusammen mit der V. und A. pudenda interna im Verlauf nach extrapelvin den M. coccygeus und das Lig. sacrospinale an deren Oberrand und folgte deren lateraler Außenfläche nach caudal. Dort verliefen diese Leitbahnen dann durch das nahezu dreieckförmige Foramen ischiadicum minus hindurch. Dessen drei Wände wurden gebildet vom Lig. sacrospinale mit dem M. coccygeus, dem Lig. sacrotuberale und dem um das Corpus ossis ischii herum nach extrapelvin umbiegenden M. obturatorius internus (**Abb. 3**). Mit dem Eintritt in das Foramen ischiadicum minus traten die pudendalen neurovaskulären Leitbahnen zugleich in den Canalis pudendalis [Alcock] und über diesen wieder in das Becken ein. Dieser bindegewebige Kanal besteht aus einer Duplikatur der Fascia obturatoria am mediodorsalen Rand des M. obturatorius internus, die sich auf das Lig. sacrotuberale fortsetzte. Innerhalb dieser fibrösen Umscheidung verliefen die Gefäße und Nerven zwischen M. obturatorius internus und M. levator ani in der Fossa ischioanalis nach ventral, so dass sie mit ihren Ausläufern cranial des M. transversus perinei profundus das Os pubis erreichten. Auf diesem Weg erreichten die pudendalen neurovaskulären Leitbahnen die aus Regio analis und Regio urogenitalis bestehende Regio perinealis von dorsolateral (**Abb. 2, 3, 5, 6, 7**). In diesem Bereich traten einige Äste des N. pudendus in verschiedener Höhe nach mediocaudal aus dem Canalis pudendalis [Alcock] in die mit weichem Fettgewebe ausgefüllte Fossa ischiorectalis aus. Diese Äste versorgten als Nn. rectales inferiores die laterale Fläche des M. levator ani, den M. sphincter ani externus und die perianale Haut, sowie als Nn. perineales die Mm. transversi perinei (Rr. transversi perinei), Mm. bulbospongiosi (Rr. bulbospongiosi), Mm. ischiocavernosi (Rr. ischiocavernosi) und die Haut von Perineum, Scrotum und Penis (Rr. scrotales posteriores) (**Abb. 2, 3, 5, 6, 7**). Die Nn. perineales verliefen dabei nach Passieren des dorsalen Hinterrandes des Diaphragma urogenitale im Bogen nach ventral zwischen M. bulbospongiosus und M. ischiocavernosus bis in das Scrotum hinein (**Fig. 2, 3**). Der N. dorsalis penis gelangte innerhalb des Canalis pudendalis [Alcock] mit Ästen der V. und A. pudenda interna von dorsal zwischen die Fascia diaphragmatis urogenitalis superior und den M. transversus perinei profundus. Zwischen diesen verlief der Nerv weiter nach ventral, um in Höhe der Synostosis ischiopubica, unmittelbar medial des Knochens durch das

Diaphragma urogenitale hindurch, auf das Corpus cavernosum überzutreten, welches er, dessen Verlauf nach ventral folgend, mit zahlreichen kleinen Seitenästen innervierte (**Abb. 2, 13**). Einige Äste aus dem vierten Sakralnerven verließen das Becken jedoch nicht auf dem oben beschriebenen Wege wie der Nervus pudendus! Diese verliefen, ohne vorherige Verflechtung mit dem Plexus sacralis, unmittelbar neben der lateralen Wand des Rectums nach ventrocaudal, wobei sie auf den medialen Flächen von M. coccygeus und M. levator ani lagen und diese beiden Muskeln, im Gegensatz zu den oben besprochenen Ästen des N. pudendus, von medial her innervierten. Im weiteren ventrocaudalen Verlauf traten diese Äste dann von dorsal an das dorsolaterale Gefäß-Nerven-Bündel heran, von wo aus sie nach caudal, zusammen mit weiteren Nervenästen aus dem dorsolateralen Gefäß-Nerven-Bündel, in die dorsolaterale Prostata und den dorsolateralen Anteil des Rhabdosphincters eindringen (**Abb. 14**). Das dorsolaterale Gefäß-Nerven-Bündel bildete eine nach caudal verlaufende Verlängerung des Plexus pelvici (syn.: Plexus nervosus hypogastricus inferior oder Plexus nervosus pelvici), welcher sich beidseits dorsolateral von den Spitzen der Vesiculae seminales an der lateralen Wand des kleinen Beckens in Höhe der Spina ischiadica neben dem Rectum befand. Dieser sehr schwer zu präparierende Plexus wurde aus Ästen des Plexus sacralis, Ästen des sympathischen N. hypogastricus inferior und Ästen der parasymphatischen Nn. splanchnici pelvici gebildet, zu denen auch die Nn. erigentes (S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>) gehören. Auch die Blutgefäße (Äste der A. iliaca interna) verliefen durch diesen Plexus, was die Präparation zusätzlich erschwerte. Nach Bildung des Plexus pelvici verzweigten sich die Nervenfasern und zogen von lateral zu jedem intrapelvin gelegenen Organ (Vesica urinaria, Rectum, Prostata, Vesiculae seminales, Urethra, Rhabdosphincter); sie bildeten dort weitere, untereinander kommunizierende, nach den jeweils innervierten Organen benannte Plexus. Diese waren jedoch wegen ihrer äußersten Fragilität präparatorisch nicht mehr in ihrer Gesamtheit darstellbar (**Abb. 14**). Nach Entfernen des Peritoneum parietale, Präparation der ventralen Seite der Vesica urinaria und nach deren Verlagerung nach dorsal konnten neben dem M. levator ani (M. puborectalis) die Mm. pubovesicales, die Mm. puboprostatici und die gleichnamigen Ligamente aufgefunden werden. Diese kleinen Muskeln und Bänder entsprangen ebenfalls auf der caudalen Rückseite der Symphysis pubica (**Abb. 4, vgl. auch Abb. 1, 8, 9**,

**10, 12, 13**), allerdings etwas weiter medial vom Ursprung des M. levator ani (M. puborectalis). Sie bildeten die caudale Begrenzung des Spatium retropubicum [Retzius] und die ventrale Befestigung von Vesica urinaria und Prostata an der Symphysis pubica, und sie begrenzten eine median retropubisch gelegene rundliche Lücke. Die dorsale Begrenzung dieser Lücke wurde von einer longitudinalen Muskelschicht gebildet, die sich von der Vesica urinaria aus über die Prostata hinweg nach caudal fortsetzte (s. Kapitel 3.3 Rhabdosphincter urogenitalis und weitere Muskeln (S. 27)). Unmittelbar unterhalb dieser Lücke gelangte die V. dorsalis penis profunda beider Seiten vom Dorsum penis in das Becken. Dabei trat sie durch die druckgeschützte Lücke zwischen Lig. arcuatum pubis und Lig. transversum perinei, direkt unterhalb der Symphysis pubica, von ventral in den Plexus venosus prostaticus [Santorini] (dorsaler Venenplexus) über. Dieser wiederum stand mit dem Plexus venosus vesicalis in Verbindung, welcher über die Vv. vesicales in die V. iliaca interna drainierte. Beide Venenplexus zusammen füllten den retropubischen Raum nach cranial hin weitgehend aus.

### **3.2 Diaphragma urogenitale**

Das Diaphragma urogenitale konnte ebenfalls bei jedem Präparat nachgewiesen werden. Zur Präparation der Regio perinealis von außen war zunächst die vollständige Entfernung der Fascia perinei superficialis von caudal notwendig. Unter dieser Fascie verborgen befanden sich alle oberflächlich gelegenen Muskeln der Regio perinealis. Zunächst wurden der in der Mediansagittallinie subcutan gelegene M. bulbospongiosus und die Nn. perineales des N. pudendus vom Penis aus nach dorsal komplett freigelegt (**Abb. 2, 3, 5, 6, 7, 11**). Dieser Muskel entsprang an der medialen Raphe auf der caudalen Medianlinie des Corpus spongiosum penis gemeinsam mit den Muskelfasern der Gegenseite. Seine Muskelfasern verliefen von dort aus, sphincterartig den dorsalen pelvinen Anteil des Corpus spongiosum penis schräg nach ventral umgreifend, nach cranial, wo er sich von caudal der Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior anlegte. Der dorsale Teil dieses Muskels umhüllte den aufgetriebenen Bulbus penis zwiebelschalenartig und setzte zusammen mit ventromedialen Fasern des M. sphincter ani externus am Centrum tendineum perinei an. Dieses befand sich zwischen cranialem Hinterrand des M. bulbospongiosus und cranialem Vorderrand des M. sphincter ani externus und bildete damit die Grenze zwischen Regio

urogenitalis und Regio analis, den beiden Teilregionen der Regio perinealis. Teilweise gingen die Fasern der beiden Muskeln sogar, bindegewebig durchsetzt, direkt ineinander über und verbanden somit die Regio urogenitalis mit der Regio analis in der Mediansagittallinie. Diese Verbindung wurde als ventraler Anteil der Pars subcutanea des M. sphincter ani externus erkannt. Im Gegensatz dazu setzte sich ein weiteres Muskelbündel, beidseits lateral gelegen und vom cranialen Teil des M. sphincter ani externus kommend, nach ventral zum Bulbus penis und zum Centrum tendineum fort; es wurde als M. anobulbospongiosus [Kalischer 1900] identifiziert (s. 3.3 Rhabdosphincter urogenitalis und weitere Muskeln (S. 27)). Direkt lateral neben dem M. bulbospongiosus gelegen und parallel der Innenflächen von R. inferior ossis pubis und R. ossis ischii parallel verlaufend, wurde der M. ischiocavernosus aufgefunden. Dessen sagittal ausgerichtete Fasern zogen vom R. ossis ischii nach ventral über das Crus penis auf dessen dorsale Seite, um dort ebenfalls mit den Fasern der Gegenseite auf der Tunica albuginea des Penis zu fusionieren (**Abb. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 11**). Während die Präparation von M. bulbospongiosus und M. ischiocavernosus in der Regio urogenitalis durch die fasciale Umscheidung relativ einfach und schnell erfolgen konnte, gestaltete sich die Präparation des M. sphincter ani externus in der Regio analis als sehr zeitaufwändig und anspruchsvoll, da dieser kaum eindeutig durch eine Muskelfascie vom umgebenden Bindegewebe abgegrenzt und seine Struktur zudem stark bindegewebig durchsetzt war. Diese Gegebenheiten erschwerten auch enorm die präparative Darstellung der neurovaskulären Versorgung des Muskels durch die aus dem Canalis pudendalis [Alcock] austretenden Äste der A. und V. pudenda interna und die Nn. rectales inferiores des N. pudendus. Der M. sphincter ani externus bildete eine nur ca. 2 - 4 mm flache, ellipsoide Schließmuskelplatte um den Anus, welche sich vom caudalen Analpol aus bandartig ca. 3 - 4 cm nach cranial in Richtung des caudalen M. levator ani (M. puborectalis) erstreckte und diesen überlagerte. Am ventralen und dorsalen Pol des Sphincters fusionierten die Fasern beider Seiten in der Medianlinie jeweils unter Bildung einer Verdickung. An dieser Stelle erfolgte die fibröse Verbindung des M. sphincter ani externus mit dem Centrum tendineum und der medianen Raphe des M. bulbospongiosus (ventral) und dem Lig. anococcygeum (dorsal). Teilweise setzten sich die Muskelfasern nach ventral bis nahe unter die Haut fort (Pars subcutanea) und endeten dort (**Abb. 1, 2, 3, 6, 11, 12**). Als weiterer

oberflächlicher Muskel der Regio urogenitalis wurde, allerdings nicht bei allen Präparaten, der dünne, spindelförmige M. transversus perinei superficialis gefunden, der sich von der Innenfläche des R. ossis ischii und der caudalen Fläche der Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior zum Centrum tendineum perinei ausspannte (**Abb. 5**). Durch den M. ischiocavernosus (lateral), den M. bulbospongiosus (medial) und den M. transversus perinei superficialis (dorsal) wurde eine dreieckige, nach ventral spitz zulaufende Fläche, das Trigonum urogenitale, begrenzt. Durch stumpfe Präparation des dieser Fläche aufgelagerten Fettgewebes und Ablösen des dorsalen Anteils des M. ischiocavernosus nach caudal (**Abb. 5, 7**) oder vorsichtiges Verdrängen dieses Muskels nach lateral, gelangte man auf die Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior (Membrana perinei), eine derbe, fibröse, nahezu transversal verlaufende Platte, auf welcher der Bulbus penis mit dem Corpus spongiosum und die Corpora cavernosa sowie der M. bulbospongiosus jeweils cranialseitig verankert waren (**Abb. 5, 6, 7, 11**). Diese derbe Fascie spannte sich flächig zwischen den Innenseiten der Rr. inferiores ossis pubis aus, und zwar mit einem von lateral nach medial, wie auch von ventral nach dorsal leicht absteigenden Verlauf und einer nach ventral spitz zulaufenden dreieckförmigen Konfiguration. Durch wiederholte vorsichtige Luxation des gesamten Anogenitaltraktes und durch Auseinanderdrängen von M. bulbospongiosus und M. ischiocavernosus zur Abgrenzung dieser Strukturen und um die Präparation nach cranial ohne Entfernung von einzelnen muskulösen Teilen des Beckenbodens zu ermöglichen, war es danach nur schwer nachzuvollziehen, ob Abweichungen des Verlaufes von der Transversalebene teilweise präparatorisch bedingt waren oder den realen Lagebeziehungen in vivo entsprachen. In Richtung Symphysis pubica verlief die Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior als sehnige Platte zwischen beiden Rr. inferiores ossis pubis bis zum Lig. transversum perinei dicht unterhalb der Symphysis pubica. Dorsal endete sie kurz vor dem Analkanal und setzte sich dort, nach ventral umschlagend, in die Fascia diaphragmatis urogenitalis superior fort. Diese „Fascie“ bestand allerdings aus einer dünnen, schon makroskopisch sichtbaren Muskelschicht, deren laterale Hinterränder cranial in die Fascia obturatoria übergingen und zusammen mit dieser den Canalis pudendalis [Alcock] bildeten (**Abb. 5, 7, 13**). Die Fascia diaphragmatis urogenitalis superior folgte dabei in ihrem Verlauf parallel der Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior und dem M.

transversus perinei profundus, so dass diese drei Strukturen eine flächige, übereinander geschichtete Platte bildeten. Nach ventral verlief diese Fascien-schicht parallel in einer nach ventral aufsteigenden transversalen Ebene in Richtung Symphysis pubica, um dort am Lig. transversum perinei zu enden. Außerdem hatte die Fascia diaphragmatis urogenitalis superior eine enge Beziehung zur direkt craniomedial anliegenden Seitenfläche des M. levator ani und war deshalb makroskopisch nur schwer von diesem zu unterscheiden. Durch Eröffnen des dorsalen Verbindungsrandes der beiden Fascien konnte der Hinterrand des M. transversus perinei profundus freigelegt werden, der plattenartig zwischen ihnen eingelagert war (**Abb. 5, 6, 7, 10, 11, 12**). Dieser Muskel erstreckte sich von dort aus zwischen den beiden Fascienplatten nach ventral. Seine Fasern verliefen transversal, vom R. ossis ischii und R. ossis pubis nach medial, um dort mit den Fasern der Gegenseite zu fusionieren und wiederum eine Art mediane Raphe zu bilden. Weiter caudal schloss sich der M. ischiocavernosus mit einer ähnlich plattenförmigen Gestalt an, welcher bei herkömmlichen Präparationen nach lateral verlagert werden muss, um zur Fascia diaphragmatis urogenitalis zu gelangen.

Die Innervation der Muskeln des Diaphragma urogenitale erfolgte, wie schon im Kapitel 3.1 Diaphragma pelvis (S.19) ausführlich erklärt, durch die von dorsolateral aus dem Canalis pudendalis [Alcock] austretenden Nn. perineales des N. pudendus. Ein Teil dieser Nerven folgte den Ausläufern der Fossa ischio-rectalis nach ventral, wobei sie zwischen M. transversus perinei und Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior direkt in das Diaphragma urogenitale, oder innerhalb der Fascia diaphragmatis urogenitalis superior, welche die Fortsetzung des Canalis pudendalis [Alcock] nach ventrocaudal darstellte, in den schmalen bindegewebigen Raum zwischen den beiden Diaphragmen des Beckens gelangten und sich in diesem nach ventral in Richtung Rhabdosphincter und Symphysis pubica fortsetzten. Der andere Teil dieser Nerven, welcher die infradiaphragmatisch gelegenen Mm. bulbospongiosi und Mm. ischiocavernosi, sowie die Haut des Perineums bis zum Scrotum versorgte, verließ den Canalis pudendalis [Alcock] oberhalb des Diaphragma urogenitale und verlief zunächst leicht nach dorsocaudal. Nach Passieren des Hinterrandes des Diaphragma urogenitale, wobei ein großer Teil der Nerven genau durch den Spalt zwischen M. transversus perinei profundus und M. transversus perinei superficialis nach ventral umbogen,

folgte dieser Teil der Nn. perineales dem M. bulbospongiosus nach ventral bis in das Scrotum hinein (**Abb. 2, 3, 5, 6, 7, 13**).

### **3.3 Rhabdosphincter urogenitalis und weitere Muskeln**

Da sich die median gelegene Region des Diaphragma urogenitale zwischen Apex prostatae (cranial), Bulbus penis (caudal), Lig. transversum perinei (ventral) und Centrum tendineum perinei makroskopisch als stark verdichtetes Akkumulat aus neurovaskulären, fibrösen und muskulären Elementen erwies, war die saubere Darstellung des Rhabdosphincter urogenitalis und dessen Abgrenzung zum M. transversus perinei profundus und zu dessen umhüllenden Fascien mit den Mitteln der makroskopischen Präparation praktisch unmöglich (**Abb. 10, 12, 13**). Durch den in diesem Gebiet erfolgenden Durchtritt der Pars membranacea urethrae durch das Diaphragma pelvis und das Diaphragma urogenitale einschließlich aller zugehörigen bindegewebigen Fascien und die dabei stattfindende Annäherung dieser Strukturen bis hin zur Verschmelzung, entsteht ein Konglomerat, welches präparatorisch kaum exakt wirklichkeitsgetreu aufzuarbeiten ist. Am besten konnte die topographische Ausdehnung des Rhabdosphincters auf einem Mediansagittalschnitt exakt durch das urethrale Lumen dargestellt werden (**Abb. 12**). Auf diesem Schnitt kann eindeutig die Verschmelzung des Rhabdosphincters mit dem M. transversus perinei profundus erkannt werden, dessen Schnittfläche schon farblich von der des Rhabdosphincters abgrenzbar, jedoch präparatorisch nicht eindeutig von diesem zu trennen ist. Durch Präparation der Gegenseite dieses Präparates wurde diese Schnittfläche eindeutig dem M. transversus perinei profundus zugeordnet. Ferner ist auf diesem Beckenschnitt erkennbar, dass der Rhabdosphincter infraprostatisch auch dorsal der Urethra membranacea aufzufinden, also in diesem Bereich circolär um diese konfiguriert ist. Weiter cranial, im Bereich der Urethra prostatica, verlaufen dessen Muskelfasern ventral der Prostata aufgelagert in Richtung Vesica urinaria, wobei die Dicke nach cranial schnell abnimmt. Dorsal der Prostata sind keine Muskelfasern des Rhabdosphincters aufzufinden. Durch die scheinbare Einheit von Rhabdosphincter und M. transversus perinei profundus kann bei Schnittserien möglicherweise der Eindruck entstehen, dass es sich um eine singuläre Struktur handelt, die dann eine omega-förmige Gestalt aufweisen würde. Dann wäre auch kein M. transversus perinei profundus abgrenzbar. Die Innervation und Vaskularisation des

Rhabdosphincters erfolgte, wie schon im Kapitel 3.1 Diaphragma pelvis (S. 19) besprochen, durch das dorsolaterale Gefäß-Nerven-Bündel. Dessen nervaler Anteil entsteht aus Ästen des Plexus pelvici (aus Nervenästen von Plexus sacralis, N. hypogastricus inferior und Nn. splanchnici pelvici zusammengesetzt) und aus einem separaten Ast des N. sacralis IV, welcher sich, ohne vorherige Verflechtung mit dem Plexus sacralis, nach Innervation der medialen Flächen von M. coccygeus und M. levator ani als am weitesten inferior gelegener Anteil von dorsal an das Gefäß-Nerven-Bündel anlegt. Dieses Bündel setzt sich im fibrösen Bindegewebe zwischen Prostata, Rectum und M. levator ani nach caudal bis in den Rhabdosphincter und den M. rectourethralis hinein fort und innerviert diese (**Fig. 4, 8, 9, 10, 13, 14**).

Da beim Studium der Literatur über die Beckenbodenregion die häufige Beschreibung weiterer kleiner Muskeln auffiel, welche in aktuellen Atlanten und wissenschaftlichen Publikationen nur selten oder nicht genannt werden, bot sich eine genauere Untersuchung über die Existenz und Lage dieser Muskeln im Zuge dieser Arbeit an. Zunächst aber sollen wohlbekannte Muskeln und Ligamente Erwähnung finden, die nicht dem Beckenboden angehören, aber als Haltestrukturen für die intrapelvinen Urogenital- und Analorgane von Bedeutung sind. Bei ventraler intrapelviner Präparation der Vesica urinaria von cranial nach caudal trifft man retropubisch auf die jeweils paarig angelegten Mm. pubovesicales und Ligg. pubovesicalia. Die Mm. pubovesicales entspringen aus der ventralen Längsmuskelschicht der Vesica urinaria im Bereich des Collum vesicae nahe am Übergang zur Prostata und setzten sich über die Ligg. pubovesicalia beidseits, leicht paramedian, auf die caudale Rückfläche der Symphysis pubica fort. Dabei bildeten sie mehrere Bündel in übereinandergelagerten Schichten mit leicht unterschiedlicher, jedoch insgesamt vor allem sagittaler Verlaufsrichtung. Die Ligg. pubovesicalia gingen von der Rückfläche der Symphysis pubica nach lateral in den Arcus tendineus fasciae pelvis über, ohne direkt an der ventralen Wand der Vesica urinaria zu inserieren. Sie stellten vielmehr Ausläufer des Arcus tendineus fasciae pelvis dar, welche die Blasenwand indirekt mit der Symphysis pubica verbinden (**Abb. 4, 8, 9, 10**). Diese strangartige Verdickung der Fascia pelvis entstand am Zusammenschluss ihrer beiden Anteile, der Fascia pelvis parietalis, welche den cranialen Teil des M. levator ani überzog und dabei den M. obturatorius internus oberhalb des Arcus tendineus musculi levatoris ani bedeckte,

mit der Fascia pelvis visceralis auf der Wand der Vesica urinaria. Dieser Zusammenschluss erfolgte im Spaltraum zwischen ventrolateraler Wand der Vesica urinaria und M. levator ani, welche sich in ihrem Verlauf nach caudal stetig annähernten, um sich nahe des Collum vesicae zu vereinigen. Dadurch verlief der Arcus tendineus fasciae pelvis lateral, der bogenförmigen Rundung von Vesica urinaria und M. levator ani folgend, und dicht cranio-lateral des lateralen Gefäß-Nerven-Bündels von Vesica urinaria und Prostata sowie des Plexus pelvicus, nach dorsal auf die Spina ischiadica zu. Er verzüngte sich im Verlauf nach dorsal und war dort von den restlichen Anteilen der Fascie kaum mehr abgrenzbar. Als derbe bindegewebige Struktur bildete die Fascia pelvis mit dem ligamentartigen Arcus tendineus fasciae pelvis die nächste caudalwärts gelegene subperitoneale Grenzschicht zwischen Abdomen und intrapelvinen Organen und Muskeln. Durch ihre straffe, teils ligamentäre Struktur mit Umscheidung der intrapelvin gelegenen Organe, besitzt sie eine formgebende Funktion für die Lage und Ausrichtung dieser Organe und stellt die indirekte Verbindung zur Aufhängung des Diaphragma pelvis im knöchernen Becken über die Fascia obturatoria her (**Abb. 4, 8, 9**). Durch Präparation der cranialen und dorsalen Wand der Vesica urinaria und der ventralen Wand des Rectums bis unmittelbar unterhalb der Excavatio rectovesicalis wurde das Septum praerectale [Denonvilliers 1837] erreicht. Dieses Septum entstand aus einer Verdichtung des subperitonealen Bindegewebes und bildete eine derb fibröse Trennschicht zwischen Prostata und Rectum, welche sich auf das Centrum tendineum perinei nach caudal fortsetzte. Bei der mühsamen weiteren und vorsichtigen Entfernung dieser fibrösen Faserschichten, welche sich auch nach lateral über die Vesiculae seminales beider Seiten fortsetzten und Äste des Plexus pelvicus enthielten, fanden sich sagittal verlaufende Muskelfaserzüge. Diese Muskelfasern des M. rectourethralis, die caudal zwischen Rectum und der Pars membranacea urethrae verliefen, konnten kurz oberhalb des Diaphragma urogenitale aufgefunden und dargestellt werden. Seine Muskelfasern entsprangen von der ventralen Seite des Rectums, indem sie sich aus dessen äußerer longitudinalen Faserschicht abzweigten und nach ventral zur dorsalen Wand der Pars membranacea urethrae und zum Centrum tendineum perinei verliefen (**Abb. 10, 12**). Dort verflochten sich diese mit den die Urethra umgebenden Muskelfasern des Rhabdosphincters.

Bei der Präparation der Anogenitalregion von caudal nach cranial in Richtung des Diaphragma urogenitale konnten neben diesen Muskeln noch andere, schon früher beschriebene Muskeln aufgefunden und dargestellt werden. Nach vorsichtiger Darstellung des Bulbus penis und des M. sphincter ani externus fielen zwei Muskelfaserzüge auf, die, von Anteilen des M. sphincter ani externus ausgehend, zum dorsalen Ende des Bulbus penis verliefen. Der cranial gelegene Teil dieser Muskelfasern verlief plattenförmig, bilateral vom lateralen Umfang des am weitesten cranial gelegenen Anteils des M. sphincter ani externus entspringend, nach ventral zum Centrum tendineum perinei. Dort inserierte er cranial des dorsalen Anteils des M. bulbospongiosus (M. compressor hemisphaerium bulbi [*Kobelt 1844*]) am Centrum tendineum perinei, direkt dorsal der Urethra. Dieser Muskel entspricht dem von Kalischer (1900) als M. anobulbocavernosus beschriebenen (**Abb. 3, 6, 11**). Weiter caudal entsprangen spindelförmige Muskelfaserzüge in der Medianlinie aus ventrocaudalen Anteilen des M. sphincter ani externus und setzten sich nach ventral auf den Bulbus penis in Fortsetzung der medianen Raphe des M. bulbospongiosus fort. Allerdings wurden diese Muskelfasern nach ventral immer mehr bindegewebig durchsetzt, so dass kaum von einem eigenständigen Muskel gesprochen werden kann. Sie entsprechen am ehesten dem ventralen Teil der Pars subcutanea des M. sphincter ani externus (**Abb. 3, 6, 11**). Der M. anotransversalis [*Kalischer 1900*] konnte ebenso wie der M. rectococcygeus [*Treitz*] und der inkonstante M. ischiopubicus [*Henle 1866*] nicht gefunden werden. Auch der dorsal gelegene, von Längsmuskelbündeln der äußeren Muskelschicht der Vesica urinaria ausgehende M. vesicoprostaticus, welcher sich nach caudal auf die Prostata fortsetzt, konnte durch die angewandte makroskopische Präparationsweise nicht bestätigt werden. Ferner konnten auch die bekannten Gll. bulbourethrales [*Cowper 1699*], selbst durch äußerst vorsichtige Präparation im Gebiet ihrer oft beschriebenen Lage, nicht von dem umgebenden Bindegewebe differenziert und präparatorisch dargestellt werden. Diese Drüsen konnten nur ein einziges Mal durch einen, nahezu exakt der Mediansagittallinie durch den Urogenitaltrakt folgenden Bandsägeschnitt im Querschnitt dargestellt werden (**Abb. 12**). Darüber hinaus konnte eine bisher unbekannte anteriore longitudinale Muskelschlinge in allen Präparaten dargestellt werden, welche sich ohne direkte Verbindung zur Symphyse, ausgehend von der Muskulatur des Blasenhalbes, über die Prostata

hinweg bis in den caudalen Rhabdosphincter hinein fortsetzte (**Abb. 4, 8, 9, 10, 13**). Zur Benennung dieser Struktur wird, ihren Verlauf beschreibend, der Name *M. vesicourethralis anterior* vorgeschlagen.

### **3.4 Hinweise für den Umgang mit den Ergebnissen**

Durch seine Funktion als caudaler Verschluss des knöchernen Beckens und Durchtrittspforte der Urogenital- und Analorgane ist die Lage des Beckenboden je nach Funktionszustand variabel. Dabei ist die Veränderung seiner räumlichen Konfiguration besonders bei Änderungen des intraabdominalen, intravesicalen und intrarectalen Druckes physiologisch und Teil seiner Funktion, wie auch der Beckenboden selbst durch seine Funktion jene Drücke beeinflusst.

Wie schon im Kapitel 2. Materialien und Methoden (S. 13) kurz erwähnt, ist eine nicht unerhebliche Veränderung dieser räumlichen Konfiguration des gesamten Beckenbodenapparates schon durch postmortal einsetzende autolytische Prozesse und auch während des Fixierungsprozesses als sehr wahrscheinlich und unvermeidbar anzunehmen. Diese Veränderungen sind abhängig von verschiedenen variablen Einflüssen, die vom Tode des Körperspenders an bis zur Fertigstellung des einzelnen Präparates auf die zu präparierende Region einwirken. Solche Einflüsse sind beispielsweise präfixatorische Liegezeit und Umgebungstemperatur, Darm- und Blasenfüllung, intraabdominale und intrainestinale Gasentwicklung durch postmortal einsetzende lytische Prozesse, unterschiedliche Diffusionszeiten der Fixantien durch verschiedene Gewebearten, Schrumpfung oder Quellung während der Fixierung und auch die individuell unterschiedliche Menge an Fixierungsflüssigkeit relativ zum Körpergewicht, die dem Körper zugeführt werden muss. Daher kommt es schon während der Vorbereitungsphase, d.h. vor der Präparation, zu einer Veränderung der räumlichen Anordnung, welche alle zu präparierende Einzelteile erfasst und weder nachvollziehbar noch reversibel ist. Durch die unvermeidbare und wiederholte Luxation des gesamten Anogenitaltraktes während der Präparation und durch das Auseinanderdrängen beispielsweise von *M. bulbospongiosus* und *M. ischiocavernosus* zur Abgrenzung der Strukturen ohne Entfernung von einzelnen muskulösen Teilen des Beckenbodens, war es im Nachhinein nur schwer nachvollziehbar, ob Abweichungen des Verlaufes der *Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior* und der ihr aufgelagerten Einzelteile des Diaphragma

urogenitale von der Transversalebene teilweise präparatorisch bedingt waren oder den realen Lagebeziehungen in vivo entsprechen. Auch durch die Sägeschnitte zur Herstellung von Beckenhälften wurden die Präparate nachhaltig verändert, da es zu einem einseitigen Verlust der knöchernen Haltestrukturen und dadurch zu starker Mobilisation der medialen Reststrukturen durch die Präparation kam. Diese Überlegungen unterstreichen vor allem die Wichtigkeit der anfangs beschriebenen Belassung von fixen Haltestrukturen des knöchernen Beckens über die gesamte Dauer der Präparation. Ferner demonstrieren sie die Schwierigkeit, wenn nicht sogar Unmöglichkeit, der Herstellung von makroskopisch-anatomischen Präparaten des Beckenbodens, die in ihren muskulofibrösen wie auch neurovaskulären Einzelteilen vollständig und in ihren topographischen Verhältnissen exakt naturgetreu sind.

Da allerdings auch bei histologischen Aufbereitungen von Präparaten mit ähnlichen, vor allem präanalytischen Phänomenen zu rechnen ist und sich die anschließende dreidimensionale Visualisierung der Ergebnisse nur durch rein virtuelle Techniken realisieren lässt, müssen die Ergebnisse solcher Untersuchungen als noch stärker artefaktbehaftet und damit zweifelhafter als die hier beschriebenen beurteilt werden. Gerade bei diesen Techniken ist das Vorhandensein fester Haltestrukturen grundlegend, da sich andernfalls enorme Veränderungen im topographischen Gefüge durch die histologische Prozessierung einstellen können. Durch die gewählte Schnittebene können zudem leicht systematische Fehler entstehen, die in einer falschen Rekonstruktion resultieren. Da nach den Ergebnissen dieser Untersuchung das komplexe System des Beckenbodens in seiner Gesamtheit schräg zu jeder bekannten anatomischen Standardebene verläuft, ist die Wahl der Schnittebene ebenso wie die folgende Rekonstruktion sehr kompliziert. Zudem liegen die einzelnen Schichten der beiden Diaphragmen so stark zusammengedrängt und teilweise nahezu ohne teilende fasciale Verschiebeschichten neben- und übereinander, so dass die Beurteilung von zweidimensionalen histologischen Präparaten und das nachfolgende Zusammenfügen zum dreidimensionalen Modell ein sehr anspruchsvolles und kompliziertes Unterfangen wird, wobei sich selbst kleinere Fehler verheerend auf das Endergebnis auswirken dürften. Vor allem bei Verwendung von schrägen Schnittebenen dürfte die Beurteilung und Rekonstruktion nahezu unmöglich werden und sich der Realitätsbezug auf ein Minimum reduzieren. Diese

Ausführungen sollen dazu dienen, den Leser anzuregen, die Ergebnisse und den Realitätsbezug zu den Verhältnissen in vivo sowohl dieser, als auch aller anderen Arbeiten zum gleichen Themenkomplex kritisch zu hinterfragen und nicht als absolut, exakt determiniert und einzig richtig hinzunehmen. Da, wie eben ausgeführt, einige schwer zu erfassende Fehlermöglichkeiten bei jeder Art der Untersuchung dieser Region auf die Endergebnisse einwirken, und die untersuchten Strukturen teilweise starke interindividuelle, ja sogar intraindividuelle Varianz aufweisen, ist die wirkliche Situation in vivo trotz filigranster Arbeitsweise weiterhin nur schwer nachvollziehbar.

## 4. Diskussion

Mit der makroskopisch-anatomischen Präparation lassen sich Diaphragma pelvis und Diaphragma urogenitale zweifelsfrei darstellen. Zu den hinreichend bekannten Beschreibungen des Diaphragma pelvis, welche in der alten wie auch neuen Literatur nahezu einheitlich erfolgen, kann durch die Ergebnisse dieser Studie nichts verändernd hinzugefügt werden. Es besteht, wie schon durch Henle (1866), Holl (1897) und Kalischer (1900) vor über einhundert Jahren festgestellt, aus M. levator ani und M. coccygeus und ist trichterförmig von laterocranial nach mediocaudal im kleinen Becken angeordnet. Der M. levator ani besteht aus drei, makroskopisch nicht exakt voneinander separierbaren Einzelteilen und lässt in der Medianebene einen nach ventral geöffneten, U-förmigen Spalt zum Austritt der Anogenitalorgane aus dem Becken frei (Hiatus levatoris). Diese Anteile des M. levator ani werden in der Literatur als M. puborectalis, M. pubococcygeus und M. iliococcygeus bezeichnet und nehmen jeweils unterschiedliche Verläufe durch das kleine Becken. Der am weitesten caudal gelegene M. puborectalis grenzt nach caudal unmittelbar an das Diaphragma urogenitale, wo sich Fascia diaphragmatis pelvis inferior und Fascia diaphragmatis urogenitalis superior in der Medianlinie verbinden und nach dorsal in das Centrum tendineum perinei und die Umscheidung des Canalis pudendalis [Alcock] übergehen, so dass die Abgrenzbarkeit der einzelnen Strukturen, jedenfalls an den in dieser Untersuchung verwendeten anatomischen Präparaten, nur noch schemenhaft erfolgen kann oder gar gänzlich unmöglich wird (**Abb. 10, 12, 13, 14**). Die Nervenversorgung des M. levator ani erfolgt vorwiegend von Ästen des N. pudendus, die aus dem proximalen Anteil des Canalis pudendalis [Alcock] auf die laterale Oberfläche des Muskels übertreten (**Abb. 2, 3, 6**), sowie von direkten Ästen des N. sacralis IV, welche ohne vorherige Verflechtung mit dem Plexus sacralis auf dessen Innenfläche verlaufen (**Abb. 14**). Auch wenn sich diese Muskelanteile nach Ansatz, Ursprung und Innervation makroskopisch voneinander unterscheiden lassen, so sind sie durch makroskopische Präparation allenfalls artifiziell voneinander zu trennen. Ferner kann eine unterschiedliche Funktion dieser verschiedenen Muskelanteile und damit eine klinische Relevanz durch diese Unterscheidung nicht angenommen werden. Eine muskuläre Vereinigung der Mm.

levatoris ani beider Seiten in der Medianlinie im dorsalen Bereich der Urethra (Hiatus urogenitalis) mit dem Centrum tendineum perinei und ihre sehnige Vereinigung hinter dem Rectum zum Lig. anococcygeum kann indessen eindeutig makroskopisch nachgewiesen werden. Daher führt die Kontraktion des M. levator ani zur Verlagerung des gesamten Anogenitaltrakts nach ventrocranial. Dies wiederum führt zur Annäherung der Anogenitalorgane an die Symphysis pubica und zur Verengung der Durchtrittsöffnungen für Urethra und Rectum. Es bleibt jedoch fraglich, ob historische Bezeichnungen für die retrourethral gelegene Muskelvereinigung wie M. levator urethrae sive pubo-urethralis sive Wilsonii [Krause 1879], M. adductor prostatae [Santorini 1724; Kohlrausch 1854; Luschka 1858, 1864], M. levator prostatae, Pars prostatica levatoris ani [Luschka 1858] oder Pars urethralis levatoris ani [Luschka 1858] gerechtfertigt werden können. Auch der Grad der Mitwirkung des M. levator ani bei der urinalen und analen Kontinenz, Miktion oder Defäkation lässt sich aus den makroskopisch erhobenen Befunden schlecht ableiten.

Im Vergleich mit anderen, schon einleitend genauer beschriebenen Arbeiten zum Thema Beckenboden, entsprechen die einzelnen Bestandteile des Diaphragma urogenitale und deren räumliche Konfiguration, meinen Ergebnissen zufolge, ebenfalls am besten den eingangs besprochenen Beschreibungen von Henle (1866), Holl (1897) und Kalischer (1900). Wie schon von diesen Autoren beschrieben, besteht das Diaphragma urogenitale hauptsächlich aus dem M. transversus perinei profundus, der lateral an der Innenseite der Rr. inferiores ossis pubis und der Rr. ossis ischii beider Seiten entspringt, sich nach transversalem Verlauf durch das Perineum in der Medianlinie mit den Muskelfasern der Gegenseite verbindet und caudal sowie cranial von jeweils einer bindegewebigen Fascienschicht eingehüllt ist. Die craniale Bedeckung des Muskels und dessen Abgrenzung gegen den M. levator ani erfolgt durch die Fascia diaphragmatis urogenitalis superior, welche aus einer weichen bindegewebigen Schicht besteht, die mit Muskelzellen durchsetzt ist. Die lateralen Ränder dieser Fascie sind, ebenso wie die des M. transversus perinei profundus, an den medialen Rändern von R. inferior ossis pubis und R. ossis ischii befestigt und deren Fasern fusionieren nach transversalem Verlauf durch das Perineum mit den Fasern der Gegenseite. Die dorsolateralen Ränder der Fascia diaphragmatis urogenitalis superior biegen bogenförmig nach cranial um und verbinden sich mit dem

dorsomedialen Anteil der Fascia obturatoria zum Canalis pudendalis [Alcock]. Innerhalb dieser Fascie und innerhalb des Canalis pudendalis [Alcock] gelangen Äste der Vasa pudenda interna und des N. pudendus nach Austritt aus dem Becken dorsal durch das Foramen ischiadicum majus durch das Foramen ischiadicum minus wieder zurück in das Becken und verlaufen bogenförmig von dorsal zwischen beiden muskulären Diaphragmen des Beckenbodens zum Diaphragma urogenitale und nach Austritt aus dem Becken ventral als N. dorsalis penis zum Dorsum penis. Die caudale Bedeckung des M. transversus perinei profundus erfolgt durch die Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior. Diese ist eine derbe Fascienschicht, die wie der M. transversus perinei profundus und die Fascia diaphragmatis urogenitalis superior an den medialen Rändern von R. inferior ossis pubis und R. ossis ischii entspringt und nach transversalem Verlauf durch das Perineum mit den Fasern der Gegenseite fusioniert. Diese Fascie bildet die feste craniale Befestigungsplatte für die Mm. bulbospongiosus und ischiocavernosus, für den Bulbus penis und die Crura penis. Die ventrale Befestigung von Fascia diaphragmatis urogenitalis superior, M. transversus perinei profundus und Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior erfolgt gemeinsam am Lig. transversum perinei, das kurz unterhalb des Lig. arcuatum pubis zwischen beiden Rr. inferiores ossis pubis ausgespannt ist. Hinter dem M. transversus perinei profundus vereinigen sich beide Fascien praerectal mit einem scharfen Umschlagrand, so dass sich der Muskel sandwichartig zwischen ihnen befindet (**Abb. 5, 6, 7, 10, 11, 13**). Dorsal enden alle drei Gebilde unmittelbar ventral vor dem Rectum und M. sphincter ani externus mit Verbindung zum Centrum tendineum perinei. Bei den makroskopischen Präparationen erwies sich, wie schon von früheren Untersuchern [*Holl 1897; Kalischer 1900*] betont, der median gelegene Bereich des Diaphragma urogenitale zwischen Lig. transversum perinei (ventral) und Centrum tendineum perinei (dorsal) sowie Apex prostatae (cranial) und Bulbus penis (caudal), in dessen Mitte der Rhabdosphincter eingebettet ist, als präparatorisch kaum sauber zu differenzierender und darstellbarer Bereich (**Abb. 10, 12, 13, 14**). Die Ergebnisse dieser Studie lassen jedoch vermuten, dass der Rhabdosphincter, früheren Befunden beistimmend [*Henle 1866; Holl 1897; Kalischer 1900*], makroskopisch-präparatorisch untrennbar in den M. transversus perinei profundus eingebettet ist. Nur durch eine histologische Untersuchung [*Hayek 1960, 1962*] oder, wie in dieser Studie gezeigt,

durch makroskopische Beobachtung an Sägeschnitten kann der Rhabdosphincter von diesem differenziert werden. Aufgrund der topographischen Anordnung dieser beiden Muskeln kann bei Anfertigung histologischer Schnittserien allerdings leicht angenommen werden, dass der M. transversus perinei profundus der latero-caudale Teil des Rhabdosphincters ist, welcher dadurch eine omegaförmige Gestalt erhält. Aus solchen Befunden müsste man dann aber schließen, dass das Diaphragma urogenitale und damit auch der M. transversus perinei profundus als dessen Kernstruktur nicht existiert. Möglicherweise beruht die Kontroverse um die Existenz des Diaphragma urogenitale auf dieser einfachen Tatsache. Es bleibt allerdings festzuhalten, dass der M. transversus perinei profundus und der Rhabdosphincter in dieser Untersuchung makroskopisch voneinander farblich abgrenzbar, aber nicht trennbar waren (**Abb. 10, 12**). Durch die enorme Dichte dieses aus neurovaskulären, muskulären und fibrösen Strukturelementen entstehenden Konglomerates bei weitgehendem Fehlen eindeutig trennender fascialer Strukturen, welche sich ja genau in diesem Durchtrittsbereich von Urethra membranacea und Rectum durch die beiden Diaphragmen miteinander verflechten oder verschmelzen, sind auch die hier erhobenen Befunde in diesem Gebiet leider nicht unanfechtbar. Da das Diaphragma urogenitale nicht exakt horizontal, sondern nach dorsal abfallend, dem Verlauf der Beckenknochen folgend, im Becken orientiert ist und zusätzlich unmittelbar caudal dem M. levator ani und dem M. obturatorius mit deren zugehörigen Fascien anliegt bzw. dorsal (Canalis pudendalis [Alcock]) und medial (Hiatus urogenitalis) zum Teil in diese übergeht, ist es vor allem in Schnittuntersuchungen nur sehr schwer von den umliegenden Strukturen zu trennen. Je nach verwendeter Schnittebene und Vorpräparation ist es sogar möglicherweise überhaupt nicht auffindbar. Da, wie jeder Anatom oder Medizinstudent aus eigener Erfahrung im Präpariersaal weiß, bei gewissenhafter makroskopischer Präparation immer ein Diaphragma urogenitale, gleich welcher muskulären Ausprägung, gefunden werden kann, sind alleinige histologische Untersuchungen dieser Region, die heute oft bevorzugt werden, offenbar nicht immer geeignet und in der Lage, die komplizierte Topographie dieser Region des menschlichen Körpers zu erfassen und realitätsgetreu darzustellen [Kalischer 1900; Hayek 1962, 1962; Oelrich 1980; Lepor et al. 1985; Dorschner et al. 1989-2001; Kokua et al. 1993; Dorschner und Stolzenburg 1994a, b; Strasser et al. 1996; Stolzenburg et al. 2001; Arakawa et al.

2004; Karam et al. 2005; Takenaka et al. 2005, 2006]. Auf jeden Fall ist die Interpretation der histologischen Schnitte äußerst schwierig und nur sinnvoll, wenn die verwendete Schnittebene in Relation zu Körperachse exakt bekannt ist und während der Schnittgewinnung auch exakt beibehalten wird. Auch vorherige Präparation der Region zur Gewinnung von schneidbaren Gewebsblöcken sollten, vor allem in direkt an Beckenboden und Anogenitalorgane angrenzenden Bereichen, auf ein Minimum reduziert oder besser unterlassen werden. Vorbereitende Maßnahmen, z.B. die Trennung des Beckens vom Rumpf, die Entfernung der unteren Extremität und die Entnahme des Darmes bis zum Rectum, wobei extraperitoneal gelegene Organe und Hüftrotatoren (v.a. M. piriformis, Mm. gemelli, Mm. obturatorii) unverändert bleiben sollten, müssen äußerst vorsichtig ausgeführt werden, um die fragilen topographischen Verhältnisse am Becken nicht unnötig zu verändern. Nach einer Entfernung der intrapelvin gelegenen Strukturen aus ihrer knöchernen Aufhängung, wie sie bei Untersuchungen einiger Autoren als erster methodischer Schritt erfolgte [Hayek 1960, 1962; Oelrich 1980; Lepor et al. 1985; Dorschner et al. 1989-2001; Colleselli et al. 1990; Kokua et al. 1993; Dorschner und Stolzenburg 1994a, b; Strasser et al. 1996; Stolzenburg et al. 2001; Akita et al. 2003; Arakawa et al. 2004; Strasser und Bartsch 2004; Takenaka et al. 2005, 2006], und der damit einhergehenden Zerstörung aller wichtigen Ursprungs- und Ansatzpunkte des Beckenbodens, sind die Ergebnisse, sowohl makroskopischer als auch mikroskopischer Art nahezu ohne topographisch-anatomische Relevanz und Nachvollziehbarkeit. Durch diese oder eine ähnlich tiefgreifende Veränderung oder gar Unterbrechung des topographischen Strukturzusammenhangs geht jede Möglichkeit zur Darstellung der realen Verhältnisse verloren, da die Präparate schon a priori fast nur noch aus artifiziellen Restgebilden bestehen, deren Herkunft und Verlauf nicht mehr eindeutig zurückverfolgt werden können. Durch die folgende makroskopische oder mikroskopische Aufbereitung sind die strukturellen Einzelteile weiteren Veränderungen unterworfen, die kaum nachvollzogen oder gar korrigiert werden können. Aus der Summe dieser, die Topographie zum Teil stark verändernden Störeinflüsse in Kombination mit der stark erschwerten Interpretierbarkeit entstehen dann Ergebnisse, welche die realen Verhältnisse nur partiell richtig wiedergeben und, je nach verwendeter Methode und Arbeitsweise, voneinander abweichen. Auf die Problematik der Entstehung von Artefakten bei der

Untersuchung dieser schwierigen Region wurde schon vor langer Zeit hingewiesen [*Henle 1866; Holl 1897; Kalischer 1900*]. Deshalb sollten zur Erlangung eindeutiger und interpretierbarer Ergebnisse mit Hilfe von Schnittuntersuchungen nur Präparate zur Verwendung kommen, bei denen das Becken mit allen Ano- und Urogenitalorganen inklusive aller intrapelvinen und extrapelvinen Bindegewebshüllen und -räume en-bloc entnommen wurde. Diese Präparate sollten dann, möglichst ohne weitere mechanische Veränderungen, ebenfalls en-bloc und möglichst streng den drei anatomischen Standardebenen folgend geschnitten und histologisch weiterverarbeitet werden. Da hierbei extrem große Schnitte entstehen würden, ist eine derartige Untersuchung an den Becken Erwachsener nur mit speziellen Geräten möglich und wurde deshalb bislang nur an fetalen oder kindlichen Präparaten durchgeführt [*Kalischer 1900; Oelrich 1980; Dorschner et al. 1989-2001; Fritsch 1989; Kokua et al. 1993; Dorschner und Stolzenburg 1994a, b; Strasser et al. 1996; Ludwikowski et al. 2001; Stolzenburg et al. 2001; Arakawa et al. 2004; Strasser und Bartsch 2004; Karam et al. 2005; Sebe et al. 2005*]. Zur histologischen Untersuchung des adulten Beckenbodens dienten daher nur die von ihren knöchernen Haltestrukturen abgelösten Ano- und Urogenitaltrakte oder deren Einzelteile [*Kalischer 1900; Hayek 1962, 1962; Oelrich 1980; Lepor et al. 1985; Dorschner et al. 1989-2001; Colleselli et al. 1990; Kokua et al. 1993; Dorschner und Stolzenburg 1994a, b; Strasser et al. 1996; Stolzenburg et al. 2001; Arakawa et al. 2004; Strasser und Bartsch 2004; Karam et al. 2005; Takenaka et al. 2005, 2006*].

Eine sehr gute neue Möglichkeit, die oben genannten strengen Vorgaben auch bei Präparaten Erwachsener zu erfüllen, ist die Dünnschnittplastination von Großpräparaten mit histologischer Färbung der Scheiben, die als modifizierte Variante der gängigen Scheibenplastination [*von Hagens 1985*] beschrieben wurde [*Steinke et al. 2002*]. Mit dieser Methode ist eine nahezu veränderungsfreie Herstellung sehr großer Serienschchnittpräparate möglich, auch wenn die verschiedenen Gewebe im Plastinationsprozess unterschiedlicher Schrumpfung oder Quellung unterworfen sind. Durch die sehr geringe Dicke der Scheiben ist die einfache Digitalisierung mittels Scanner in Durchlichttechnik und die darauffolgende Rekonstruktion der Topographie möglich. Eine andere Möglichkeit wäre die Wiederholung der vorliegenden Untersuchung mit frischen, unfixierten Präparaten. Entgegen dem Hinweis von Holl [*Holl 1897*], dass die makroskopische

Bearbeitung unfixierter Präparate aufgrund der schlechteren Differenzierbarkeit von Fascien- und Muskelschichten und der daraus resultierenden schlechteren Orientierung schwieriger ist als die Präparation fixierter Präparate, sind die meisten Autoren der heutigen Zeit davon überzeugt, dass die Festigkeit und Farbe der Gewebe am frischen Präparat eine bessere Darstellbarkeit erlaubt und die topographischen Verhältnisse eher der Realität entsprechen [Hollabaugh et al. 1997, 2000; Takenaka et al. 2006; Tewari et al. 2006]. Dadurch sind zwar Artefakte ausgeschlossen, welche durch die Einwirkung der Fixierungslösung auf das Gewebe entstehen, jedoch entstehen durch das notwendige Einfrieren der Präparate und die fortschreitende Autolyse während der Präparation wiederum andere Veränderungen an der Topographie der Präparate. Auch die starke inter- und intraindividuelle Variationsbreite der einzelnen muskulären Elemente des Diaphragma urogenitale ist hierbei unbedingt zu beachten. Schon Lesshaft (1873) weist, wie später auch Holl (1897) darauf hin, dass der prostatiscbe Teil des Rhabdosphincters nur in 79,5 % der Fälle vorhanden ist. Den M. transversus perinei superficialis fand Lesshaft insgesamt (einseitig oder beidseitig!) nur in 7,74 % der Fälle, und der M. transversus perinei profundus war bei seiner Untersuchung insgesamt (einseitig oder beidseitig!) in 93,9 % der Fälle nachzuweisen; in den anderen Fällen waren diese Muskeln lediglich auf wenige einzelne Muskelfasern reduziert und nur mit einer Lupe nachweisbar oder gar nicht auffindbar. Durch diese Ergebnisse und Überlegungen wird deutlich, dass bei Untersuchungen des Beckenbodens viele Fehlermöglichkeiten existieren, die schwer zu eliminieren sind und schnell zu falschen Ergebnissen führen können. Die heute bekannten kontroversen Ergebnisse vieler Untersucher sind sehr wahrscheinlich auf solche oder ähnliche Phänomene zurückzuführen. Gleiches gilt für die zusätzlichen kleinen Muskeln, die nicht direkt dem Beckenboden zugeordnet sind und in der Literatur ebenso inkonstant erscheinen. Dies sind die Mm. pubovesicales, die Ligg. pubovesicalia, die Mm. puboprostatici, die Ligg. puboprostatica, die Mm. rectourethrales und die Mm. anobulbocavernosi. Durch ihre relativ oberflächliche Lage sind die Mm. pubovesicales und Ligg. pubovesicalia ohne Schwierigkeiten durch vorsichtige retropubische Präparation makroskopisch nachweisbar (**Abb. 1, 4, 8, 9, 10**). Zwischen diesen Muskeln beider Seiten verläuft die hier erstmals beschriebene anteriore longitudinale Muskelschlinge, die der äußeren Längsmuskelschicht der Blasenmuskulatur

entstammt und nach caudal auf der Prostata verläuft. (**Abb. 4, 8, 9, 10, 12, 13**). Diese Muskelschlinge hat jedoch, im Gegensatz zum von Wilson beschriebenen Muskel [*Wilson 1812*] und zum M. dilatator urethrae Dorschners [*Dorschner et al. 2004*], keine direkte Verbindung zur Symphysis pubica. Deshalb wurde zu ihrer Benennung der Name M. vesicourethralis anterior vorgeschlagen. Durch die Nähe zwischen anteriorer longitudinaler Muskelschlinge, den Mm. pubovesicales, den Mm. puboprostatici und den gleichnamigen Ligamenten ist bei unsauberer Präparationsweise in makroskopischen, bzw. bei schräger Schnittebene in mikroskopischen Untersuchungen eine Verwechslung mit dem von Wilson (1812) beschriebenen Muskel oder die Entstehung „neuer Muskeln“ wie des M. dilatator urethrae [*Dorschner et al. 1989-2001; Stolzenburg et al. 2001*] möglich, die in der vorliegenden Untersuchung nicht nachweisbar waren. Der M. rectourethralis konnte dagegen dargestellt werden. Er bestand jedoch nur aus wenigen Muskelfaserbündeln, die sehr leicht übersehen werden können; er befand sich zudem in dichtes fibröses Bindegewebe zwischen Rectumvorderwand und Hinterwand der Pars membranacea urethrae eingebettet (**Abb. 10, 12**). Ferner konnte der von Kalischer (1900) beschriebene M. anobulbocavernosus dargestellt werden (**Abb. 3, 6, 11**), nicht jedoch der vom selben Autor beschriebene M. anotransversalis. Allerdings können auch bei diesen kleinen Muskeln erhebliche inter- und intraindividuelle Variationsspannen angenommen werden, was die Untersuchung und Auswertung erschwert und zu Missverständnissen führt. Trotz penibler Präparation konnten auch durch die hier vorliegende Untersuchung nicht alle Fragen zum Beckenboden abschließend beantwortet werden. Nur schemenhaft konnte dessen mediane Region mit dem dort enthaltenen Rhabdosphincter dargestellt werden. Die besten visuellen Ergebnisse zu dieser Region wurden aus den sauberen Schnittflächen der mediansagittal halbierten Becken gewonnen, besonders wenn der Sägeschnitt möglichst exakt durch die Urethra verlief (**Abb. 12**). Somit konnte leider nicht die gesamte Topographie dieser komplizierten Region mit makroskopischer Präparation fixierter Becken sicher dargestellt werden. Insbesondere die exakte Gestalt des Rhabdosphincters und dessen Verbindung zum M. transversus perinei profundus blieben weitgehend undarstellbar, weshalb weitere Untersuchungen des Gebietes notwendig sind.

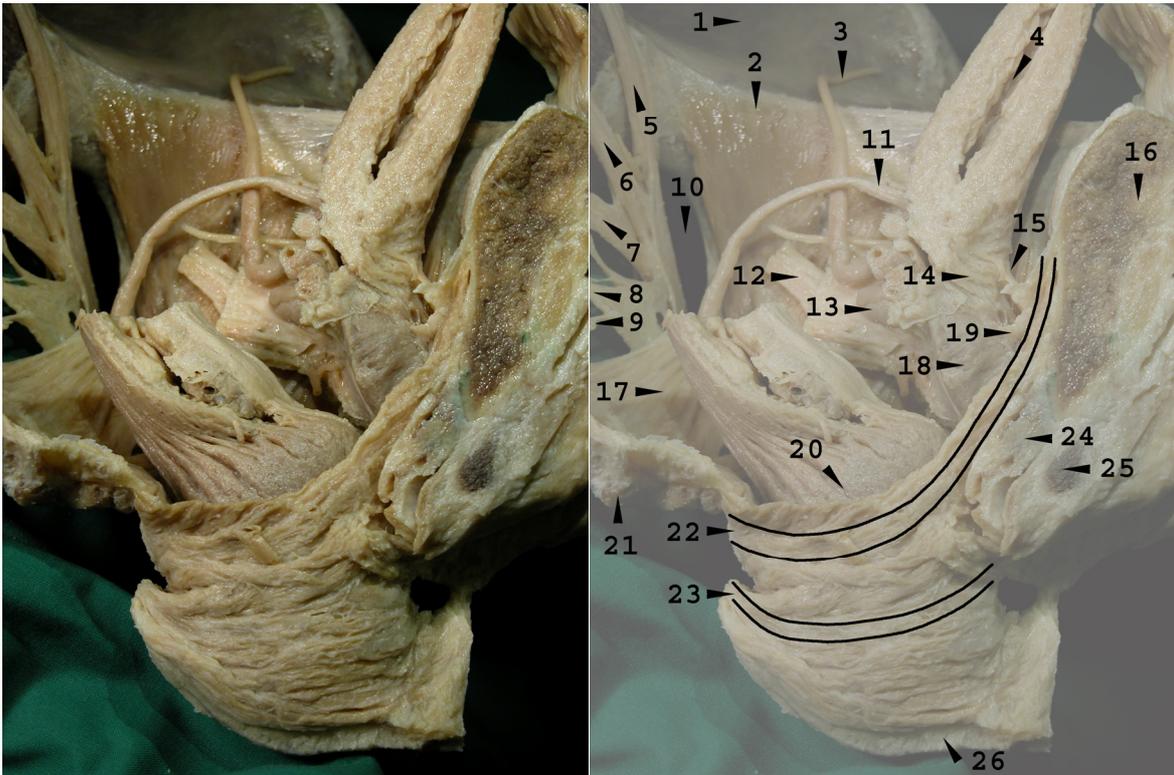
## 5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden makroskopisch-anatomische Präparate des männlichen Beckens, insbesondere der Beckenbodenregion, aus herkömmlich fixierten anatomischen Ganzkörperpräparaten ohne Verwendung vergrößernder Hilfsmittel angefertigt. Mit diesen Präparaten sollten alte und neue Streitfragen über den strukturellen Aufbau des Beckenbodens und dessen neurovaskulärer Versorgung aufgeklärt werden. Insbesondere den weiterhin ungeklärten Fragen nach Existenz, Gestalt und neurovaskulärer Versorgung des Diaphragma urogenitale und des Sphincter urethrae membranaceae (Rhabdosphincter) wurde nachgegangen.

Es konnte demonstriert werden, dass ein eindeutiger Nachweis der meisten muskulofibrösen Strukturen, insbesondere der beiden Diaphragmen, mit ihrer neurovaskulären Versorgung durch überwiegend stumpfe makroskopische Präparation fixierter anatomischer Präparate ohne optisch vergrößernde Hilfsmittel möglich ist. Dabei zeigte sich, vor allem im Bereich des kontrovers diskutierten Diaphragma urogenitale, eine große Übereinstimmung mit den Ergebnissen sehr alter Untersuchungen dieser Strukturen. Der M. transversus perinei profundus mit der Fascia diaphragmatis urogenitalis superior und Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior konnten eindeutig nachgewiesen werden, während sich die eindeutige Darstellung des Rhabdosphincter urogenitalis und der Gll. bulbourethrales [Cowper 1699] an den hier verwendeten fixierten Präparaten als praktisch unmöglich herausstellte. Möglicherweise ist diese Schwierigkeit auf die Fixierung der Präparate und der daraus resultierenden Verfestigung der Gewebe zurückzuführen, weshalb die Wiederholung dieser Untersuchung an frischen Präparaten vorgeschlagen wird. Der Rhabdosphincter und die Gll. bulbourethrales [Cowper 1699] konnten am besten auf den Sagittalschnitten der halbierten Becken beurteilt werden. Die Ergebnisse neuerer Arbeiten, welche einen omega-förmigen Rhabdosphincter postulieren und die Existenz des oft gezeigten Diaphragma urogenitale verneinen, konnten so durch einfache makroskopische Präparation widerlegt werden. Durch die Nähe des Rhabdosphincters zum M. transversus perinei profundus bis zur Verschmelzung der beiden Muskeln im Diaphragma urogenitale wird angenommen, dass derartige Postulate durch eine fehlende

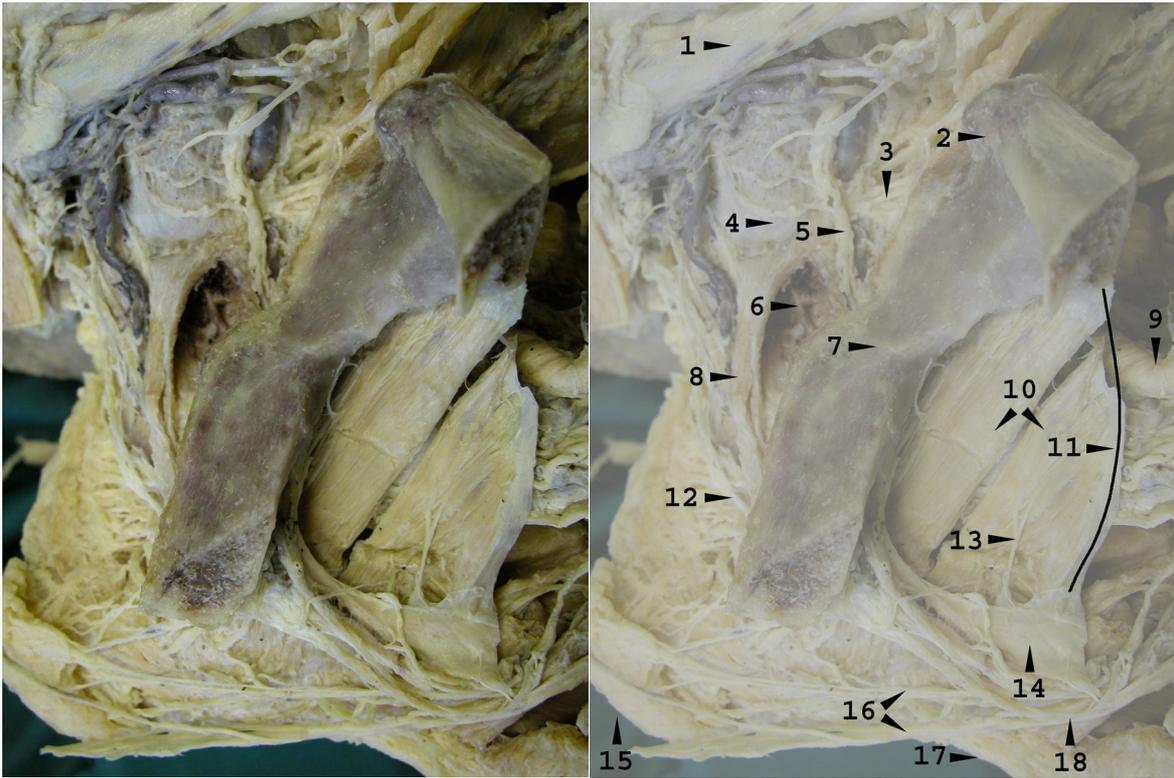
Trennung beider Muskeln in zwei eigenständige Strukturen entstanden sind. Es konnte aber gezeigt werden, dass diese beiden Muskeln schon makroskopisch farblich voneinander unterscheidbar sind, wenn auch nicht eindeutig präparativ trennbar. Auch weitere Muskeln konnten durch die vorliegende Arbeit nachgewiesen werden. Dies sind die Mm. pubovesicales, Mm. puboprostatici und deren zugehörige Ligamente, der M. rectourethralis und der M. anobulbo-cavernosus [Kalischer 1900]. Ferner konnte eine vor der Prostata ventral longitudinal verlaufende Muskelschlinge dargestellt werden. Dabei wurde festgestellt, dass sowohl der Wilson'sche Muskel als auch der M. dilatator urethrae [Dorschner et al. 1989-2001; Stolzenburg et al. 2001] durch Fehlinterpretation dieser Muskelschlinge in Verbindung mit den benachbarten Mm. pubovesicales, Mm. puboprostatici und den gleichnamigen Ligamenten entstehen können. Zur Benennung dieser Muskelschlinge wurde der Name M. vesicourethralis anterior vorgeschlagen. Demgegenüber konnten der M. rectococcygeus [Treitz], der M. ischiopubicus [Henle 1866], der M. anotransversalis [Kalischer 1900] und der M. vesicoprostaticus nicht dargestellt werden. Darüber hinaus wurde die komplette neurovaskuläre Versorgung der Region bis in kleinste Äste sauber dargestellt und besprochen. Dabei konnte der Plexus pelvicus infolge der Fragilität seiner einzelnen Endäste durch makroskopische Präparation nur unvollständig bis zu jedem Organ des Beckens verfolgt werden. Das dorsolaterale Gefäß-Nerven-Bündel und dessen neurovaskuläre Einzelteile konnte jedoch dargestellt und genau zugeordnet werden. Dabei wurde ein Ast des N. sacralis IV dargestellt, welcher sich ohne vorherigen Kontakt zum Plexus sacralis von dorsal an das Gefäß-Nerven-Bündel anlegt und zusammen mit diesem im weiteren Verlauf bis in den Rhabdosphincter hinein verfolgt werden konnte.

## 6. Bildanhang



**Abb. 1: Beckenhälfte links von medial**  
(sagittaler Sägeschnitt leicht paramedian)

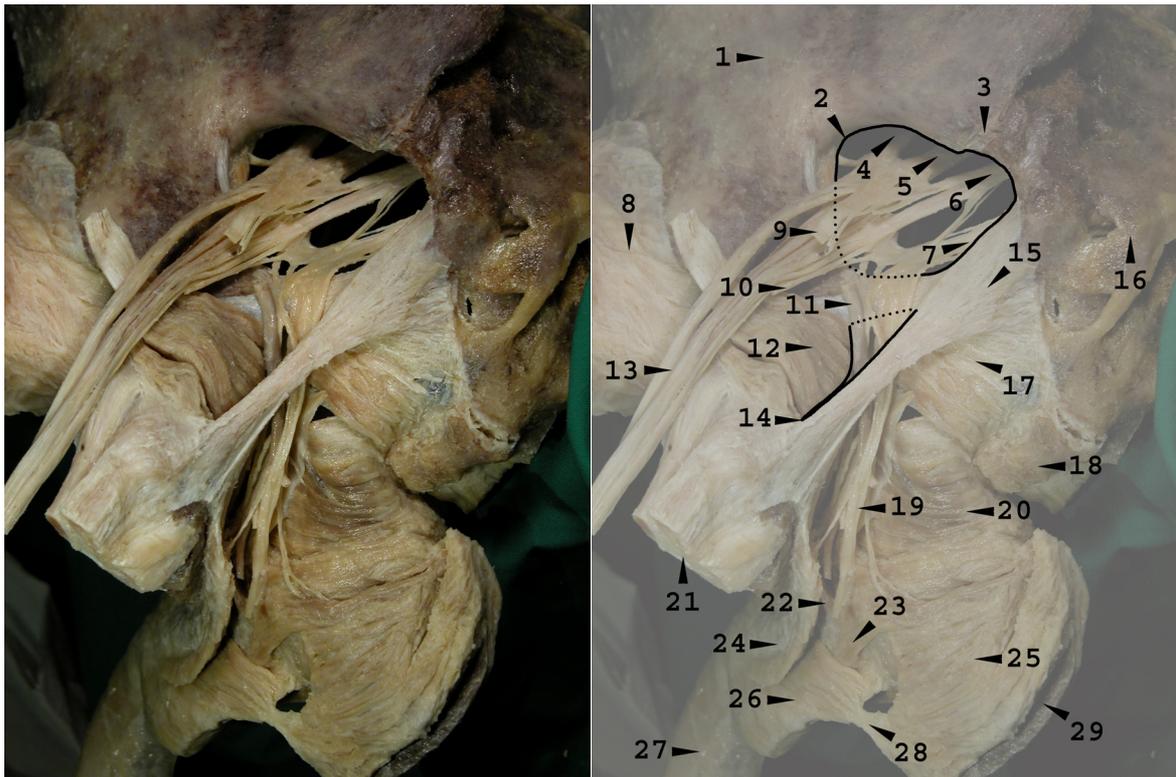
1. Os ilium, 2. M. obturatorius internus, 3. Ductus deferens, 4. Lumen der Vesica urinaria, 5. N. lumbalis V, 6. N. sacralis I, 7. N. sacralis II, 8. N. sacralis III, 9. N. sacralis IV, 10. Foramen ischiadicum majus, 11. Ureter, 12. Reste des Plexus pelvici und Beginn des dorsolateralen Gefäß-Nerven-Bündels, 13. Vesicula seminalis, 14. Blasenhal, 15. M. pubovesicalis und Lig. pubovesicale, 16. Schnittfläche Symphysis pubica (paramedian), 17. Lig. sacrospinale mit M. coccygeus, 18. Prostata, 19. M. puboprostaticus und Lig. puboprostaticum, 20. Rectum, 21. Os coccygis, 22. M. levator ani (M. puborectalis), 23. M. sphincter ani externus, 24. Schnittfläche M. ischiocavernosus, 25. Schnittfläche Corpus cavernosum, 26. Anus



**Abb. 2: Becken links von lateral**

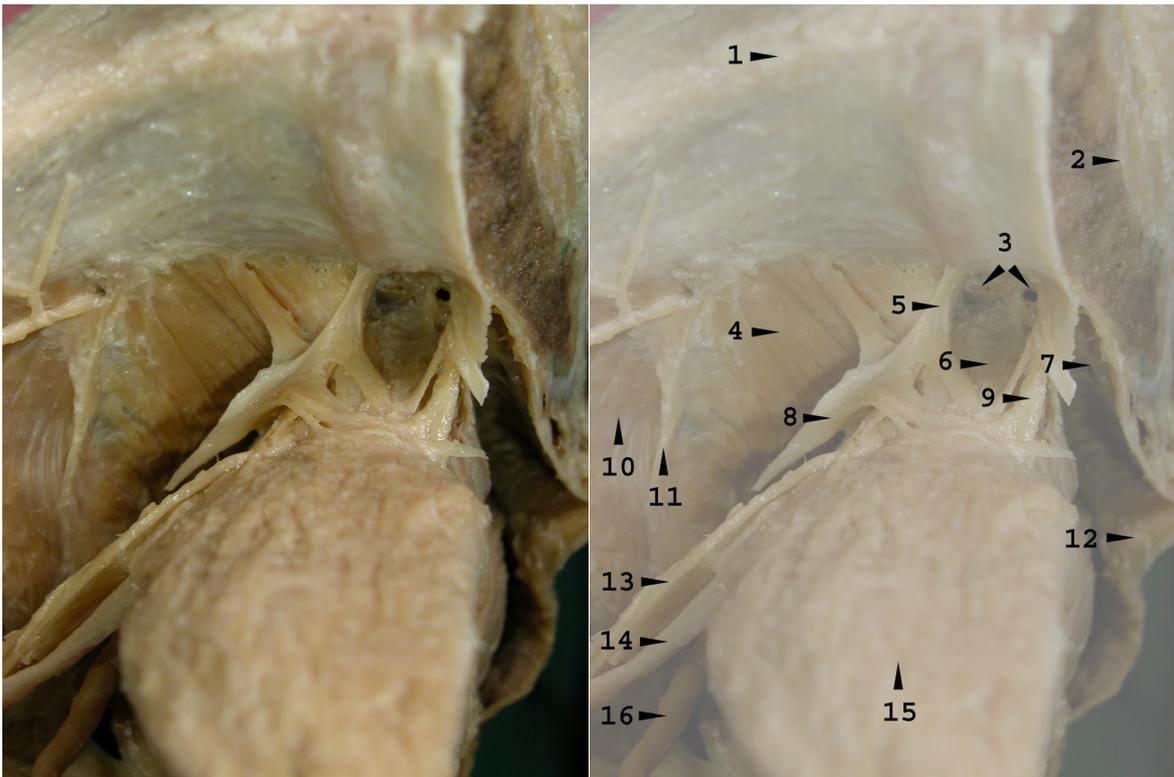
(Os ilium und Teile von Os pubis und Os ischii entfernt)

1. Funiculus spermaticus, 2. Symphysis pubica (Tuberculum pubicum), 3. Lig. suspensorium penis, 4. Corpus cavernosum (dorsaler Teil eröffnet), 5. N. dorsalis penis, 6. A. profunda penis, 7. Synostosis ischiopubica, 8. M. ischiocavernosus, 9. Vesica urinaria (ungefüllt), 10. M. levator ani, 11. Arcus tendineus muscoli levatoris ani, 12. infradiaphragmatische Äste der Nn. perineales des N. pudendus, 13. Äste des N. pudendus zum M. levator ani, 14. Canalis pudendalis [Alcock] (mediale Wand mit Ästen von A. und V. pudenda interna und N. pudendus), 15. Anus, 16. Nn. rectales inferiores, 17. Lig. anococcygeum, 18. Hauptstamm des N. pudendus



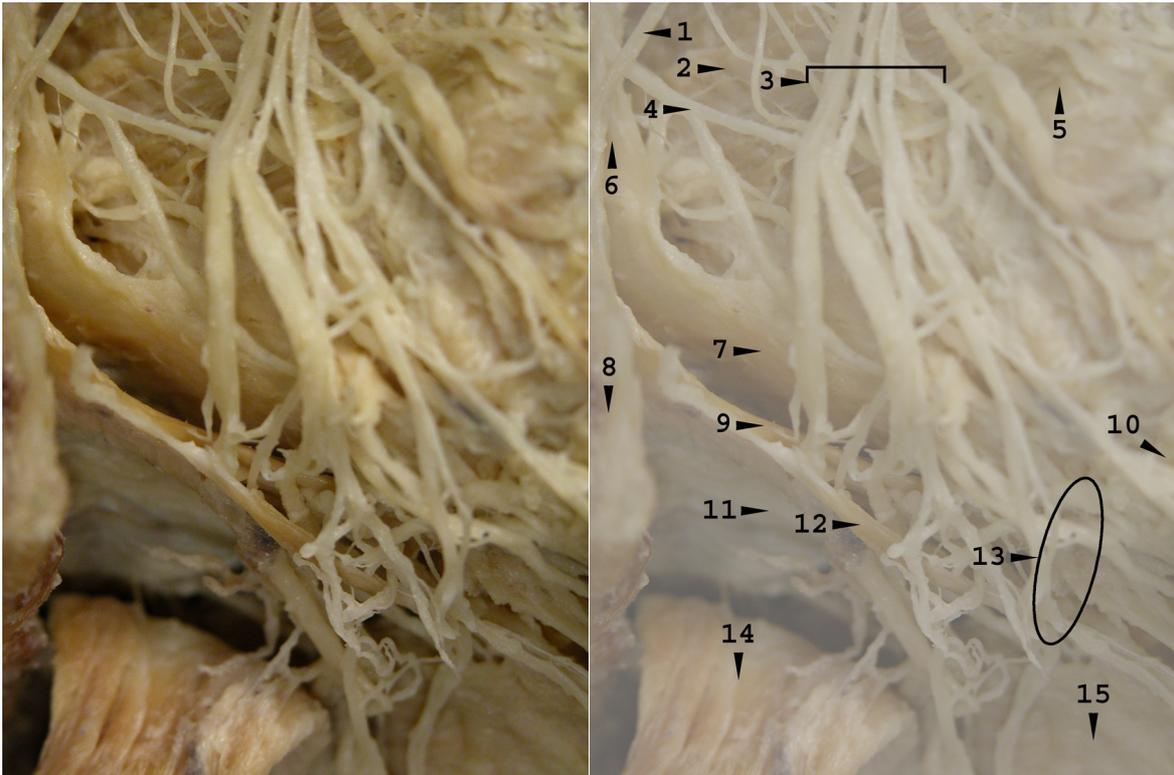
**Abb. 3: Beckenhälfte links von dorsolateral**  
(Anogenitaltrakt leicht nach medial luxiert)

1. Os ilium, 2. Foramen ischiadicum majus, 3. Articulatio iliosacralis, 4. N. lumbalis IV und V, 5. N. sacralis I, 6. N. sacralis II, 7. N. sacralis III und IV, 8. Articulatio coxae mit Lig. ischiofemorale, 9. N. gluteus inferior und Rr. musculares, 10. N. cutaneus femoris posterior, 11. A. pudenda interna, 12. M. obturatorius internus, 13. N. ischiadicus, 14. Foramen ischiadicum minus, 15. Lig. sacrotuberale, 16. Os sacrum, 17. Lig. sacrospinale und M. coccygeus, 18. Os coccygis, 19. Äste des N. pudendus (aus Canalis pudendalis [Alcock] entfernt und nach medial verlagert), 20. M. levator ani, 21. Tuber ischiadicum (mit Ursprüngen der ischiocruralen Muskelgruppe), 22. Hinterrand des M. transversus perinei profundus, 23. M. anobulbospongiosus [Kalischer 1900], 24. M. ischiocavernosus, 25. M. sphincter ani externus (ventral zum Teil entfernt zur besseren Darstellung des dorsocranialen Teils des Bulbus penis), 26. M. bulbospongiosus, 27. Penis, 28. M. sphincter ani externus (Pars subcutanea mit fibröser Verbindung zur medianen Raphe des M. bulbospongiosus), 29. Anus



**Abb. 4: Beckenhälfte links von cranial**  
(Vesica urinaria nach dorsal und medial luxiert)

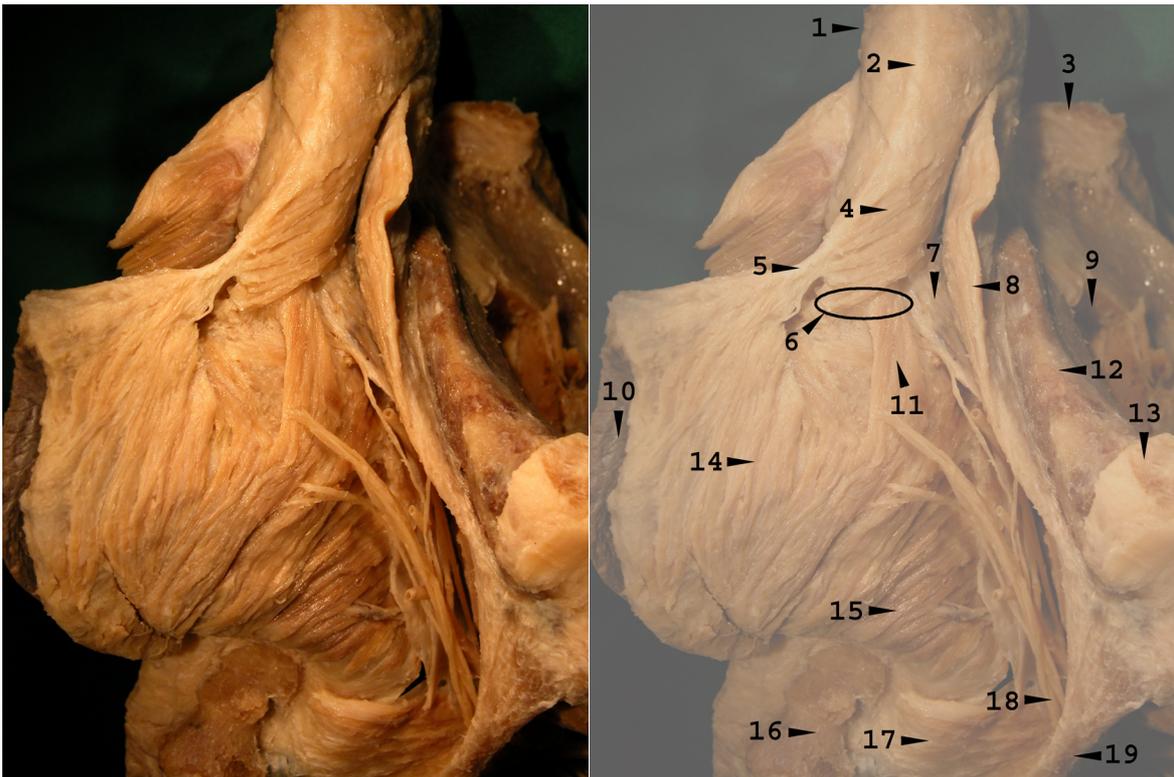
1. Linea arcuata ossis pubis, 2. Schnittfläche Symphysis pubica (paramedian), 3. Vv. dorsales penis profundae, 4. M. levator ani, 5. Ursprung der Mm. puboprostatici und pubovesicales und Ligg. puboprostatica und pubovesicalia, 6. anteriore longitudinale Muskelschlinge der Blasenmuskulatur ventral auf der Prostata, 7. Loge des M. levator ani 8. Arcus tendineus fasciae pelvis (vom M. levator ani gelöst, restliche Fascia pelvis entfernt), 9. M. pubovesicalis, 10. M. obturatorius internus, 11. Arcus tendineus musculi levatoris ani, 12. M. levator ani (aus seiner Loge entfernt und nach caudal geschlagen), 13. Plexus pelvicus und Beginn des dorsolateralen Gefäß-Nerven-Bündels, 14. Ureter, 15. Vesica urinaria, 16. Ductus deferens



**Abb. 5: Becken links von dorsolateral**

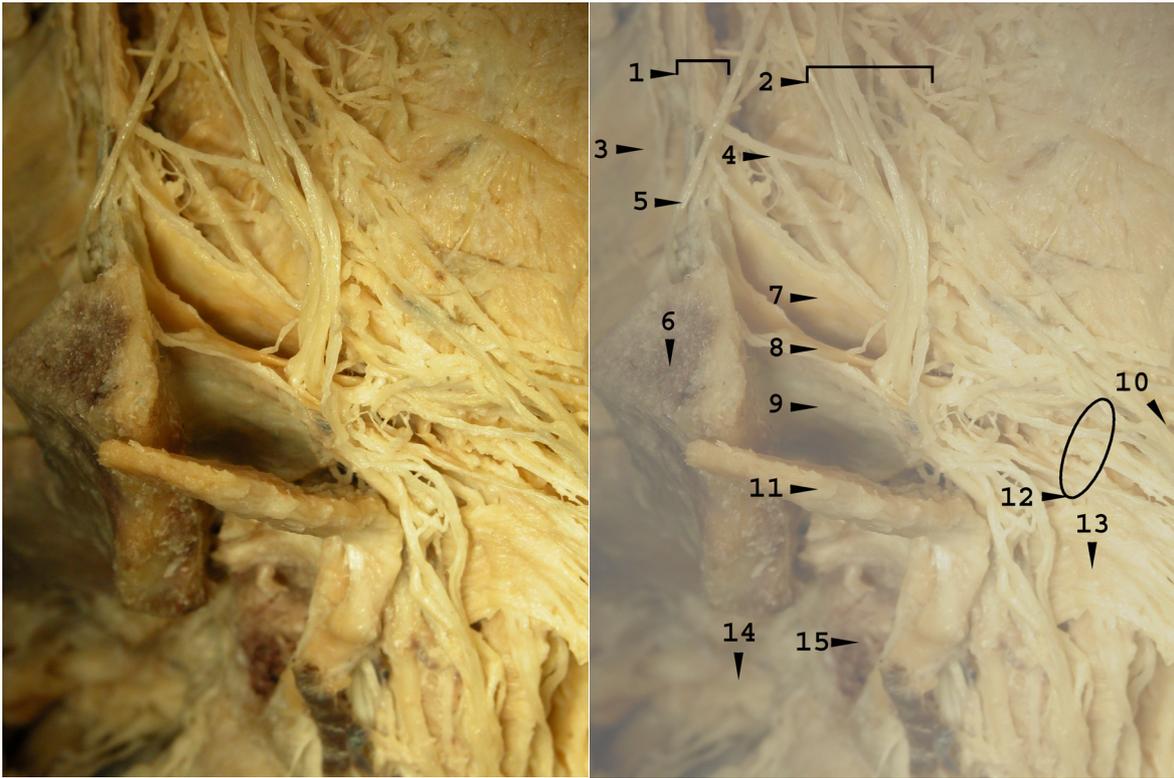
(dorsaler Anteil des M. ischiocavernosus nach caudal geklappt)

1. N. dorsalis penis, 2. M. levator ani (M. pubococcygeus), 3. Äste des N. pudendus (Nn. perineales und Nn. rectales inferiores), 4. Äste der A. pudenda interna, 5. M. levator ani (M. pubococcygeus), 6. Seitenrand der Fascia diaphragmatis urogenitalis superior (beim Übergang in die Fascia obturatoria und den Canalis pudendalis [Alcock]), 7. Fascia diaphragmatis urogenitalis superior, 8. dorsale Schnittfläche des R. ossis ischii, 9. M. transversus perinei profundus (Hinterrand), 10. Richtung Anus, 11. Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior, 12. M. transversus perinei superficialis, 13. Lage des Centrum tendineum perinei, 14. M. ischiocavernosus (von Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior abgelöst und nach caudal geklappt), 15. M. bulbospongiosus



**Abb. 6: Beckenhälfte links von laterocaudal**  
(Anogenitaltrakt nach medial luxiert)

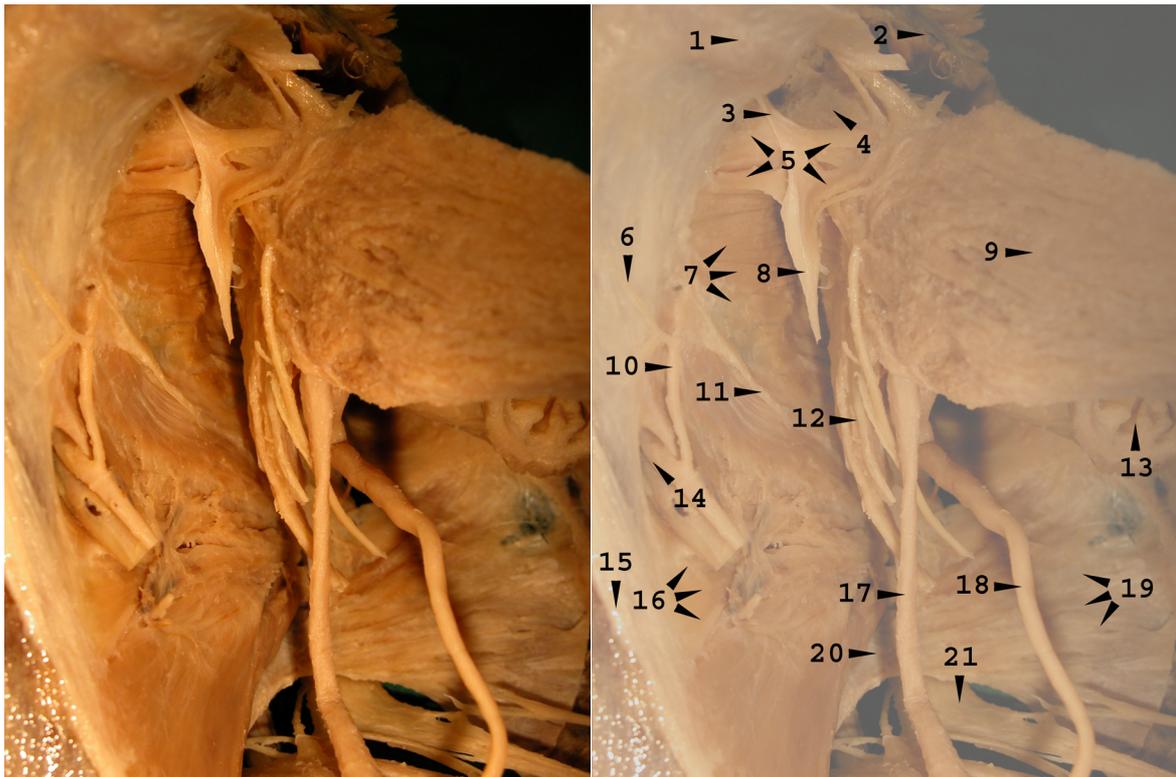
1. Penis, 2. mediane Raphe der Mm. bulbospongiosi beider Seiten, 3. Symphysis pubica, 4. Bulbus penis mit dorsalem Teil des M. bulbospongiosus, 5. M. sphincter ani externus (Pars subcutanea mit fibröser Verbindung zur medianen Raphe des M. bulbospongiosus), 6. Centrum tendineum perinei (caudal teils freigelegt), 7. Trigonum urogenitale mit Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior (Membrana perinei), 8. M. ischiocavernosus (nach lateral gedrängt), 9. Foramen obturatum, 10. Anus, 11. M. anobulbospongiosus [Kalischer 1900], 12. R. ossis ischii, 13. Tuber ischiadicum mit Ursprüngen der ischiocruralen Muskelgruppe, 14. M. sphincter ani externus, 15. M. levator ani, 16. Os coccygis, 17. M. coccygeus, 18. A. und V. pudenda interna und N. pudendus nach Austritt aus Foramen ischiadicum minus (bindegewebige Umscheidung des Canalis pudendalis [Alcock] entfernt, Gefäße und Nerven nach mediocaudal verlagert), 19. Lig. sacrotuberale



**Abb. 7: Becken links von dorsolateral**

(dorsaler Anteil des M. ischiocavernosus nach caudal geklappt)

1. Canalis pudendalis [Alcock] mit enthaltenen neurovaskulären Strukturen (laterale fasciale Wand entfernt), 2. Äste des N. pudendus (Nn. perinei und Nn. rectales inferiores), 3. M. levator ani (M. pubococcygeus), 4. Äste der A. pudenda interna, 5. N. dorsalis penis, 6. Schnittfläche des R. ossis ischii, 7. Fascia diaphragmatis urogenitalis superior, 8. M. transversus perinei profundus (Hinterrand), 9. Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior, 10. Richtung Anus, 11. dorsaler Schrittrand des M. ischiocavernosus (Corpus cavernosum penis entfernt, Muskel von Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior abgelöst und nach caudal luxiert), 12. Lage des Centrum tendineum perinei, 13. Bulbus penis mit bedeckendem M. bulbospongiosus, 14. Lig. suspensorium penis, 15. Reste des Corpus cavernosum penis



**Abb. 8: Beckenhälfte links von cranio-lateral**  
 (Vesica urinaria nach dorsal und medial luxiert)

1. Symphysis pubica, 2. M. levator ani rechte Seite (aus Loge gelöst und nach caudal geklappt), 3. Lig. pubovesicale, 4. anteriore longitudinale Muskelschlinge, 5. Mm. pubovesicales, 6. Corona mortis, 7. M. levator ani (linke Seite), 8. Arcus tendineus fasciae pelvis (von Fascia obturatoria gelöst, distales Ende abgesetzt, restliche Fascia obturatoria entfernt), 9. Vesica urinaria, 10. R. pubicus der A. obturatoria, 11. Arcus tendineus muscoli levatoris ani 12. Reste Plexus pelvicus und Beginn des dorsolateralen Gefäß-Nerven-Bündels, 13. Rectum, 14. Canalis obturatorius mit A. und V. obturatoria, 15. Linea arcuata ossis pubis, 16. M. obturatorius internus, 17. Ureter, 18. Ductus deferens, 19. M. coccygeus und Lig. sacrospinale, 20. Spina ischiadica, 21. Teile des Plexus sacralis im Foramen ischiadicum majus



**Abb. 9: Beckenhälfte rechts von craniolateral**  
 (Vesica urinaria nach dorsal und medial luxiert)

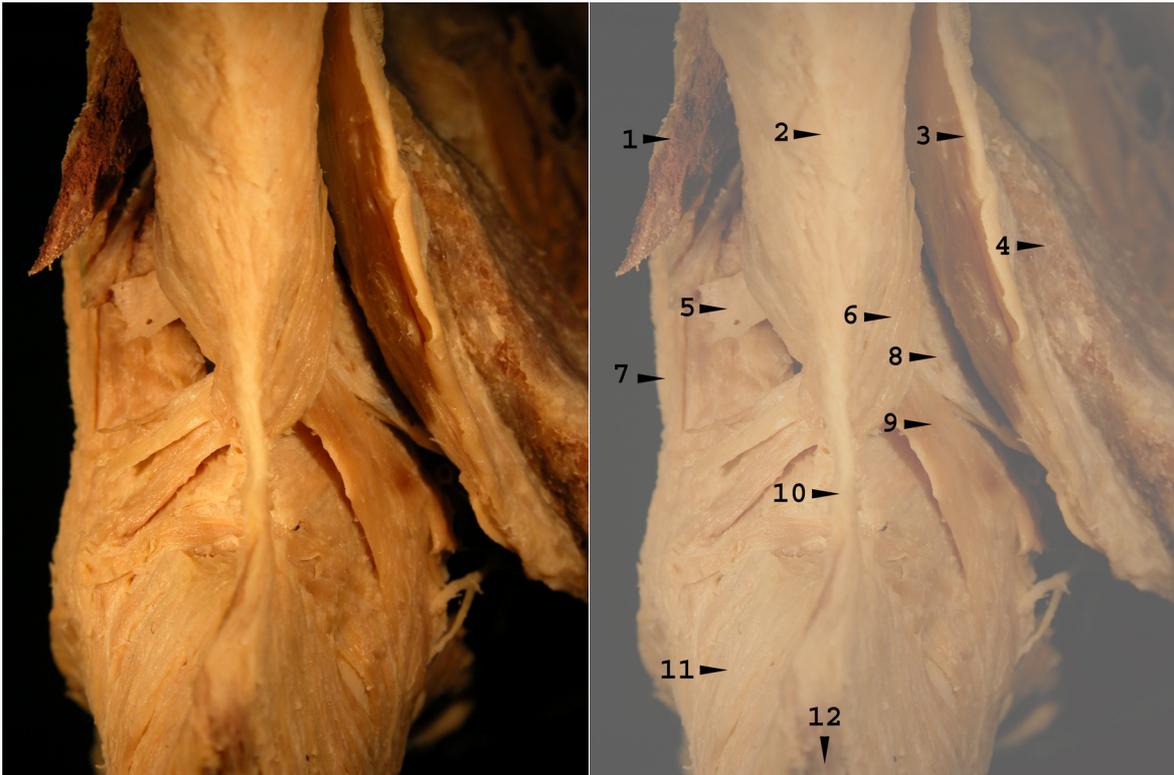
1. Symphysis pubica, 2. Ansatz des M. pectineus, 3. M. levator ani (M. pubococcygeus), 4. anteriore longitudinale Muskelschlinge, 5. Mm. pubovesicales, 6. Linea arcuata ossis pubis, 7. Arcus tendineus fasciae pelvis, 8. Canalis obturatorius mit A. und V. obturatoria, 9. Vesica urinaria, 10. Plexus pelvici mit Beginn des dorsolateralen Gefäß-Nerven-Bündels, 11. M. levator ani (M. iliococcygeus), 12. Fascia pelvis parietalis (Fascia obturatoria), darunter M. obturatorius internus, 13. Vesicula seminalis, 14. Ureter, 15. Ductus deferens, 16. Rectum, 17. Spina ischiadica mit Ansatz M. coccygeus und Lig. sacrospinale



**Abb. 10: Beckenhälfte links von medial**

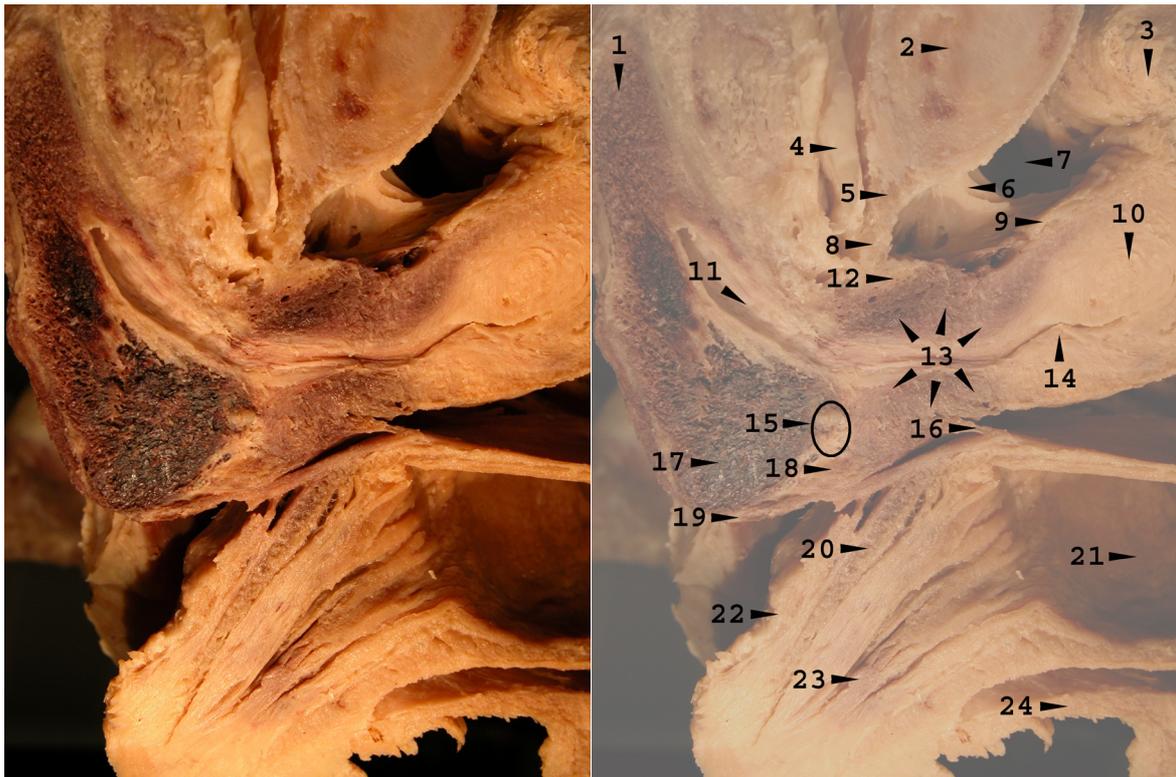
(Rectum und M. levator ani nach medial luxiert)

1. Foramen ischiadicum majus, 2. M. obturatorius internus, 3. Ductus deferens, 4. Ureter, 5. Lumen Vesica urinaria, 6. Lig. sacrospinale, 7. Reste des Plexus pelvici mit Beginn des dorsolateralen Gefäß-Nerven-Bündels, 8. Vesicula seminalis, 9. M. levator ani links (durch Luxation des Analtraktes nach medial in Wellen aufgeworfen), 10. Prostata, 11. anteriore longitudinale Muskelschlinge, 12. M. pubovesicalis, 13. Lig. puboprostaticum, 14. Loge des M. levator ani rechts (M. puborectalis), 15. Lumen des Rectums, 16. Schnittfläche der Symphysis pubica (leicht paramedian), 17. Pars membranacea urethrae mit Rhabdosphincter, 18. M. rectourethralis, 19. Ast der A. pudenda interna, 20. Diaphragma urogenitale (Längsschnitt), 21. Corpus spongiosum penis mit bedeckendem M. bulbospongiosus, 22. Corpus cavernosum penis, 23. M. levator ani rechts (aus seiner Loge entfernt und nach caudal und lateral luxiert)



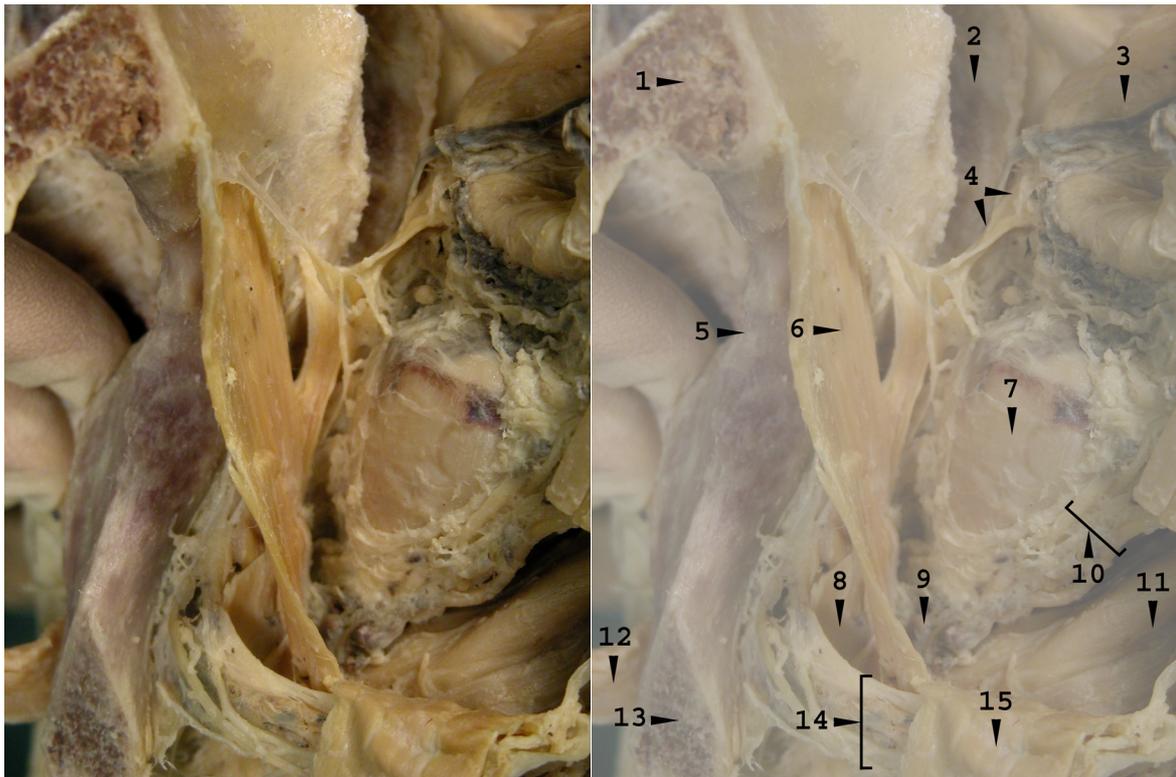
**Abb. 11: Beckenhälfte links von caudal**  
(rechte Beckenseite tiefer präpariert)

1. Corpus cavernosum penis rechts, 2. Corpus spongiosum penis mit bedeckendem M. bulbospongiosus, 3. M. ischiocavernosus, 4. R. inferior ossis pubis und R. ossis ischii, 5. Rest Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior rechts (zur Orientierung), 6. M. compressor hemisphaerium bulbi [*Kobelt 1844*], 7. Schnittrand des M. levator ani rechts, 8. Fascia diaphragmatis urogenitalis inferior, 9. M. anobulbospongiosus [*Kalischer 1900*], 10. Pars subcutanea des M. sphincter ani externus, 11. M. sphincter ani externus (Pars subcutanea mit fibröser Verbindung zur medianen Raphe des M. bulbospongiosus), 12. Anus



**Abb. 12: Beckenhälfte rechts von medial**  
(Ano- und Urogenitaltrakt nach dorsal luxiert)

1. Corpus spongiosum, 2. Schnittfläche Symphysis pubica, 3. ventrocaudale Wand der Vesica urinaria, 4. V. dorsalis penis profunda, 5. Lig. arcuatum pubis, 6. Lig. puboprostaticum, 7. Spatium retropubicum [Retzius], 8. Lig. transversum perinei, 9. anteriore longitudinale Muskelschlinge (distaler Teil entfernt), 10. Prostata, 11. Lumen Urethra, 12. M. transversus perinei profundus (praesphinctärer Anteil) und Reste der anterioren longitudinalen Muskelschlinge im Querschnitt, 13. Rhabdosphincter, 14. Colliculus seminalis (verumontanum), 15. Gl. bulbourethralis [Cowper 1699], 16. M. rectourethralis, 17. Bulbus penis, 18. M. transversus perinei profundus (retrosphinctärer Anteil), 19. M. bulbospongiosus, 20. M. sphincter ani internus, 21. Lumen Rectum, 22. M. sphincter ani externus, 23. Anus mit Hämorrhoidalknötchen, 24. M. levator ani (dorsaler Ansatz)



**Abb. 13: Becken links von lateral**

(Knochen nach laterocaudal, Vesica urinaria nach dorsal luxiert)

1. Schnittfläche R. superior ossis pubis, 2. Sägeschnitt median durch die Symphysis pubica, 3. Vesica urinaria (ungefüllt) mit Plexus venosus vesicalis, 4. anteriore longitudinale Muskelschlinge, 5. Synostosis ischiopubica, 6. M. levator ani (M. puborectalis), 7. Prostata, 8. Fascia diaphragmatis urogenitalis superior (Oberseite), 9. Region des Rhabdosphincters, 10. dorsolaterales Gefäß-Nerven-Bündel, 11. Rectum, 12. M. ischiocavernosus (auf Unterseite des Beckens nach laterocaudal abgeklappt), 13. Schnittfläche R. ossis ischii, 14. Canalis pudendalis [Alcock] (nur mediale Wand erhalten) mit Ästen der A. und V. pudenda interna und des N. pudendus (N. dorsalis penis)



**Abb. 14: Becken rechts von medial**

(Rectum komplett nach medial heruntergeklappt)

1. Rückfläche der Vesica urinaria, 2. Ampulla ductus deferentis, 3. Vesicula seminalis, 4. Plexus pelvicus, 5. rechter Prostatapediculus, 6. Ast des N. sacralis IV, 7. Rückfläche der Prostata, 8. Ast des N. sacralis IV zur Prostata und zum Rhabdosphincter, 9. Ast des N. sacralis IV zur Innervation des M. levator ani, 10. Lumen Urethra, 11. dorsolaterales Gefäß-Nerven-Bündel, 12. M. levator ani, 13. feine Äste des N. sacralis IV beim Eintritt in den Rhabdosphincter, 14. Rhabdosphincter, 15. Rectum (nach medial heruntergeklappt)

## 7. Literaturverzeichnis

- **Akita K, Sakamoto H, Sato T** (2003) Origins and courses of the nervous branches to the male urethral sphincter. *Surg Radiol Anat* 25: 387-392
- **Alverdes K** (1959) *Grundlagen der Anatomie*. 2. Auflage, Georg Thieme: Leipzig
- **Arakawa T, Murakami G, Nakajima F, Matsubara A, Ohtsuka A, Goto T, Teramoto F** (2004) Morphologies of the interfaces between the levator ani muscle and pelvic viscera, with special reference to muscle insertion into the anorectum in elderly Japanese. *Anatomical Science International* 79: 72-81
- **von Bardeleben K** (1906) *Lehrbuch der systematischen Anatomie des Menschen für Studierende und Ärzte*. Abteilung II: Muskelsystem – Darmsystem – Harn- und Geschlechtsorgane. Abschnitt VII Harn- und Geschlechtsorgane. Urban & Schwarzenberg: Berlin, Wien, S. 494-561
- **Barucha AE** (2006) Pelvic floor: anatomy and function. *Neurogastroenterol Motil* 18: 507-519
- **Benninghoff, Drenckhahn D** (2003) *Anatomie*. 16. Aufl, Bd I: Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie. Elsevier: München, S. 791-837
- **Benoit G, Merlaud L, Meduri G, Moukarzel M, Quillard J, Ledroux M, Giuliano F, Jardin A** (1994) Anatomy of the prostatic nerves. *Surg Radiol Anat* 16: 23-29
- **Benoit G, Droupy S, Quillard J, Paradis V, Giuliano F** (1999) Supra and infralevator neurovascular pathways to the penile corpora cavernosa. *J Anat* 195: 605-615

- **Bertolini R, Leutert G** (1979) Atlas der Anatomie des Menschen nach systematischen und topographischen Gesichtspunkten. 1. Auflage, Bd II: Rumpf und Rumpfeingeweide. VEB Georg Thieme: Leipzig, S.271-311
- **Bock CE** (1860) Hand-Atlas der Anatomie des Menschen. 4. Auflage, Renger'sche Buchhandlung: Berlin, S. 40-41, 104-105, Tab. XIII
- **Brooks JD, Chao WM, Kerr J** (1998) Male pelvic anatomy reconstructed from the visible human data set. J Urol 159: 868-872
- **Brösike G** (1895) Lehrbuch der normalen Anatomie des menschlichen Körpers. 4. Auflage, Fischers Medicin Buchhandlung: Berlin, S. 620-638
- **Burnett AL, Mostwin JL** (1998) In situ anatomical study of the male urethral sphincteric complex: relevance to continence preservation following major pelvic surgery. J Urol 160: 1301-1306
- **Carroll PR, Dixon CM** (1992) Surgical anatomy of the male and female urethra. Urol Clin North Am 19: 339-346
- **Clegg EJ** (1957) The musculature of the human prostatic urethra. J Anat 91: 345-351
- **Colleselli K, Strasser H, Morigli B, Poisel S, Bartsch G** (1990) Anatomical approach in surgery on the membranous urethra. World J Urol 7: 189-191
- **Costello AJ, Brooks M, Cole OJ** (2004) Anatomical studies of the neurovascular bundle and cavernosal nerves. BJU Int 94: 1071-1076
- **Cowper W** (1699) An account of two new glands and their excretory ducts, lately discover'd in human bodies. Phil Trans 21: 364-369

- **Denonvilliers CP** (1837) Des aponévroses du périnée. Propos. et observ. d'anat. de physiolog. et de pathologie, Théses de Paris 1837 In: Arch. génér. de médecine, Serie III, Band III Paris 1837 pp. 108-110
  
- **Dorschner W, Rother P, Leutert G** (1989) Die urethrale Längsmuskulatur. Verh. Anat. Ges. 82 (Anat. Anz.. Suppl. 164): 801-803
  
- **Dorschner W, Stolzenburg JU, Leutert G** (1994) A new theory of micturition and urinary continence based on histomorphological studies 1. The Musculus detrusor vesicae: Occlusive function or support of micturition ?. Urol Int 52: 61-64
  
- **Dorschner W, Stolzenburg JU, Dieterich F** (1994) A new theory of micturition and urinary continence based on histomorphological studies 2. The Musculus sphincter vesicae: Continence or sexual function ?. Urol Int 52: 154-158
  
- **Dorschner W, Stolzenburg JU** (1994 a) A new theory of micturition and urinary continence based on histomorphological studies 3. The two parts of the Musculus sphincter urethrae: Physiological importance for continence in rest and stress. Urol Int 52: 185-188
  
- **Dorschner W, Stolzenburg JU** (1994 b) A new theory of micturition and urinary continence based on histomorphological studies 5. The Musculus ejaculatorius: A newly described structure responsible for seminal emission and ejaculation. Urol Int 53: 34-37
  
- **Dorschner W, Stolzenburg JU, Ressler J** (1994) A new theory of micturition and urinary continence based on histomorphological studies 4. The Musculus dilatator urethrae: Force of micturition. Urol Int 52: 189-193
  
- **Dorschner W, Mondry J, Stolzenburg JU** (1996) The anatomy of the distal urinary tract. CD-ROM, Moonsoft: Jena

- **Dorschner W, Thiele J, Schmidt F, Stolzenburg JU, Biesold M** (1997) Nuclear magnetic resonance tomography examinations of the urogenital diaphragm in comparison with corresponding histomorphologic findings. *Aktuel Radiol* 7: 45-49
- **Dorschner W, Biesold M, Schmidt F, Stolzenburg JU** (1999) The dispute about the external sphincter and the urogenital diaphragm. *J Urol* 162: 1942-1945
- **Dorschner W, Stolzenburg JU, Neuhaus J** (2001) Anatomische Grundlagen der Harninkontinenz. *Urologe [A]* 40: 223-233
- **Elbadawi A, Mathews R, Light JK, Wheeler TM** (1997) Immunohistochemical and ultrastructural study of rhabdosphincter component of the prostatic capsule. *J Urol* 158: 1819-1828
- **Fritsch H** (1989) Topography of the pelvic autonomic nerves in human fetuses between 21-29 weeks of gestation. *Anat Embryol* 180: 57-64
- **Fritsch H, Lienemann A, Brenner E, Ludwikowski B** (2004) *Clinical Anatomy of the Pelvic Floor*. Springer: Berlin, Heidelberg, New York
- **Gegenbaur C** (1893) *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Verlag Wilhelm Engelmann: Leipzig, S. 593-610
- **Ghavamian R, Zincke H** (1999) An updated simplified approach to nerve-sparing radical retropubic prostatectomy. *BJU International* 84: 160-163
- **Gosling JA, Harris PF, Whitmore I, Willan PLT** (2005) *Fotoatlas Anatomie. Präparate, Zeichnungen, Text*. Lippert H (Übers.), 1. Auflage, Elsevier/Urban & Fischer: München, Jena, S. 191-224
- **Graefen M, Huland H** (2004) Technik der nervenerhaltenden radikalen retropubischen Prostatektomie. *Urologe [A]* 43: 156-159

- **von Hagens G** (1985) Heidelberger Plastinationshefter. Anatomisches Institut Heidelberg
- **Hansen JT, Lambert DR** (2006) Netters klinische Anatomie. Georg Thieme: Stuttgart, New York, S. 465-523
- **Hayek H** (1960) Das Faserkaliber in den Mm. transversus perinei und Sphincter urethrae. Z Anat Entw Gesch 121: 455-458
- **Hayek H** (1962) Zur Anatomie des Sphincter urethrae. Z Anat Entw Gesch 123: 121-125
- **Heinzer H, Hammerer PG, Huland H** (1999) Anatomy and physiology of the male urethral sphincter and its preservation in prostatic surgery. Urol Res 27: 404-408
- **Helweg G, Strasser H, Knapp R, Wicke K, Frauscher F, zur Nedden D, Bartsch G** (1994) Transurethral/sonomorphologic evaluation of male external sphincter of urethra. Eur Radiol 4: 525-528
- **Henle J** (1866) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Vieweg & Söhne: Braunschweig
- **Hinman F** (1994) Atlas urologischer Operationen. Übers. und Hrsg. der deutschen Ausgabe: Rübber H, Altwein JE. S. 329-406, Ferdinand Enke: Stuttgart
- **Holl M** (1897) Die Muskeln und Fascien des Beckenausganges (Männlicher und weiblicher Damm). In: Handbuch der Anatomie des Menschen. Prof. Dr. Karl von Bardeleben (Hrsg.) Band 7, Teil 2, Abteilung 2: Harn- und Geschlechtsorgane. Gustav Fischer: Jena
- **Hollabaugh RS, Dmochowski RR, Steiner MS** (1997) Neuroanatomy of the male rhabdosphincter. Urology 49: 426-434

- **Hollabaugh RS, Steiner MS, Sellers KD, Samm BJ, Dmochowski RR** (2000) Neuroanatomy of the pelvis: implications for colonic and rectal resection. *Dis Colon Rectum* 43: 1390-1397
  
- **Hyrtl J** (1889) *Lehrbuch der Anatomie des Menschen mit Rücksicht auf physiologische Begründung und praktische Anwendung*. 20. Auflage, Wilhelm Braumüller: Wien, S. 795-810, 839-849
  
- **Jarow JP** (2000) Puboprostatic ligament sparing radical retropubic prostatectomy. *Semin Urol Oncol* 18: 28-32
  
- **Kalischer O** (1900) *Die Urogenitalmuskulatur des Dammes mit besonderer Berücksichtigung des Harnblasenverschlusses*. Karger: Berlin
  
- **Karam I, Moudouni S, Droupy S, Abd-alsamad I, Uhl JF, Delmas V** (2005) The structure and innervation of the male urethra: histological and immunohistochemical studies with three-dimensional reconstruction. *J Anat* 206: 395-403
  
- **Kobelt GL** (1844) *Die männlichen und weiblichen Wollustorgane*. Freiburg i. Br.
  
- **Kohlrausch O** (1854) *Zur Anatomie und Physiologie der Beckenorgane nebst Abbildung der Längsdurchschnitte des männlichen und weiblichen Beckens*. Hirzel: Leipzig
  
- **Kokoua A, Homsy Y, Lavigne JF, Williot P, Corcos J, Laberge I Michaud J** (1993) Maturation of the external urinary sphincter: A comparative histotopographic study in humans. *J Urol* 150: 617-622
  
- **Köpf-Maier P** (Hrsg.) (2004) *Wolf-Heideggers Atlas der Anatomie des Menschen*. Band 2. Kopf, Hals, Brust, Bauch, Becken, ZNS, Auge, Ohr. 6. Auflage, Karger: Basel, Freiburg, Paris, S. 248-307

- **Kourambas J, Angus DG, Hosking P, Chou ST** (1998) A histological study of Denonvilliers fascia and its relationship to the neurovascular bundle. Br J Urol 82: 408-410
  
- **Koyanagi T** (1980) Studies on the sphincteric system located distally in the urethra: the externa urethral sphincter revisited. J Urol 124: 400-406
  
- **Krause W** (1879) Handbuch der menschlichen Anatomie. 3. Auflage, Bd II Spezielle und macroscopische Anatomie. Hahn'sche Buchhandlung: Hannover, S. 496-508, 528-540 und 636-650
  
- **von Lanz T, Wachsmuth W** (1984) Praktische Anatomie. Bd II, Teil VIIIA: Becken (Lierse W). Lang J, Wachsmuth W (Hrsg.), 1. Auflage, Springer: Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, S. 37-91, 147-187, 266-271
  
- **Lepor H, Gregerman M, Crosby R, Mostofi FK, Walsh PC** (1985) Precise localization of the autonomic nerves from the pelvic plexus to the corpora cavernosa: a detailed anatomical study of the adult male pelvis. J Urol 133: 207-212
  
- **Lesshaft P** (1873) Über einige die Urethra umgebenden Muskeln und Fascien. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, Veit: Leipzig, S. 17-75
  
- **Lienemann A, Sprenger D, Janßen U, Anthuber C, Reiser M** (2000) Funktionelle MRT des Beckenbodens. Radiologe 40: 458-464
  
- **Lienemann A, Sprenger D, Janßen U, Anthuber C, Reiser M** (2001) Funktionelle MRT des Beckenbodens. Gynäkologe 34: 31-37
  
- **Light JK, Rapoll E, Wheeler TM** (1997) The striated urethral sphincter: muscle fibre types and distribution in the prostatic capsule. Br J Urol 79: 539-542

- **Lippert H, Herbold D, Lippert-Burmester W** (2006) Anatomie Text und Atlas. 8. Auflage. Elsevier: München, S. 314-327
- **Ludwikowski B, Oesch Hayward I, Brenner E, Fritsch H** (2001) The development of the external urethral sphincter in humans. BJU International 87: 565-568
- **Lunacek A, Schwentner C, Fritsch H, Bartsch G, Strasser H** (2005) Anatomical radical retropubic prostatectomy: 'curtain dissection' of the neurovascular bundle. BJU International 95: 1226-1231
- **Luschka H** (1858) Ueber den vorderen inneren Theil des Afterhebers beim Manne. Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd IV Rh 3. Winter: Heidelberg, S. 108-116
- **Luschka H** (1864) Die Anatomie des Menschen in Rücksicht auf die Bedürfnisse der praktischen Heilkunde. Bd II Abt 2: Das Becken. Laupp'sche Buchhandlung: Tübingen
- **Markwell SJ** (2001) Physical therapy management of pelviperineal and perianal pain syndromes. World J Urol 19: 194-199
- **Matsubara A, Murakami G, Arakawa T, Yasumoto H, Mutaguchi K, Akita K, Asano K, Mita K, Usui T** (2003) Topographic anatomy of the male perineal structures with special reference to perineal approaches for radical prostatectomy. Int J Urol 10: 141-148
- **McCarthy JF, Catalona WJ** (1996) Nerve-sparing radical retropubic prostatectomy. In: Marshall FF (Ed) Textbook of Operative Urology. WB Saunders: Philadelphia, pp. 537-544
- **Myers RP** (1991) Male urethral sphincteric anatomy and radical prostatectomy. Urol Clin North Am 18: 211-227

- **Myers RP, Cahill DR, Devine RM, King BF** (1998) Anatomy of radical prostatectomy as defined by magnetic resonance imaging. J Urol 159: 2148-2158
  
- **Myers RP** (2001) Radical prostatectomy: making it a better operation in the new millennium. Int J Urol 8: 9-14
  
- **Narayan P, Konety B, Aslam K, Aboseif S, Blumenfeld W, Tanagho E** (1995) Neuroanatomy of the external urethral sphincter: implications for urinary continence preservation during radical prostate surgery. J Urol 153: 337-341
  
- **Netter FH** (2006) Atlas der Anatomie des Menschen. Teil V. Becken und Dammregion. 3. Auflage. Georg Thieme: Stuttgart, New York, Tafeln 339-400
  
- **Oelrich TM** (1980) The urethral sphincter muscle in the male. Am J Anat 158: 229-246
  
- **Pernkopf E** (1964) Atlas der topographischen und angewandten Anatomie des Menschen. Bd II: Brust, Bauch und Extremitäten. 1. Auflage. Urban & Schwarzenberg: München, Berlin, S. 287-302, 324-338
  
- **Poore RE, McCullough DL, Jarow JP** (1998) Puboprostatic ligament sparing improves urinary continence after radical retropubic prostatectomy. Urology 51: 67-72
  
- **Rauber F, Kopsch A** (1987) Anatomie des Menschen Lehrbuch und Atlas. Leonhardt H, Tillmann B, Töndury G, Zilles K (Hrsg), 1. Auflage, Bd II: Innere Organe. Georg Thieme: Stuttgart, New York, S. 350-354 und 422-487

- **Rauber F, Kopsch A** (1988) Anatomie des Menschen Lehrbuch und Atlas. Leonhardt H, Tillmann B, Töndury G, Zilles K (Hrsg), 1. Auflage, Bd IV: Topographie der Organsysteme, Systematik der peripheren Leitungsbahnen. Georg Thieme: Stuttgart, New York, S. 306-327
  
- **Rohen JW, Lütjen-Drecoll E** (2006) Funktionelle Anatomie des Menschen, 11. Auflage. Schattauer: Stuttgart, New York, S. 213-220
  
- **Rohen JW, Yokochi C, Lütjen-Drecoll E** (2002) Anatomie des Menschen - Photographischer Atlas der systematischen und topographischen Anatomie, 5. Auflage. Schattauer: Stuttgart, New York, S. 324-341
  
- **Santorini JD** (1724) Septemdecim tabulae. Observationes anat. Venetiis
  
- **Schiebler TH** (Hrsg.) (2005) Anatomie. Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie, Topographie, 9. Auflage. Springer: Berlin, Heidelberg, S. 304-311, 547-562, 580-582, 607-629
  
- **Schmeiser G, Putz R** (2001) Anatomie und Funktion des Beckenbodens. Gynäkologe 34: 2-9
  
- **Schraffordt SE, Tjandra JJ, Eizenberg N, Dwyer PL** (2004) Anatomy of the pudendal nerve and its terminal branches: a cadaver study. ANZ J Surg 74: 23-26
  
- **Schünke M, Schulte E, Schumacher U** (2005) Prometheus Lernatlas der Anatomie. 1. Auflage, Georg Thieme: Stuttgart, New York, S. 136-137, 152-161, 194-201, 482- 483
  
- **Sebe P, Oswald J, Fritsch H, Aigner F, Bartsch G, Radmayr C** (2005) An embryological study of fetal development of the rectourethralis muscle – does it really exist ?. J Urol 173: 583-586

- **Shafik A, Doss S** (1999) Surgical anatomy of the somatic terminal innervation to the anal and urethral sphincters: role in anal and urethral surgery. *J Urol* 161: 85-89
  
- **Shafik A, Ahmed I, Shafik AA, El-Ghamrawy TA, El-Sibai O** (2005) Surgical anatomy of the perineal muscles and their role in perineal disorders. *Anatomical Science International* 80: 167-171
  
- **Singh K, Reid WMN, Berger LA** (2002) Magnetic resonance imaging of normal levator ani anatomy and function. *Obstet Gynecol* 99: 433-438
  
- **Sobotta RHJ** (2006) Atlas der Anatomie des Menschen, Band 2 Rumpf, Eingeweide, untere Extremität. Putz R, Pabst R (Hrsg), 22. Auflage. Elsevier: München, S.190-261
  
- **Steiner MS** (2000) Continence-preserving anatomic radical retropubic prostatectomy: The "no-touch" technique. *Current Urology Reports* 1: 20-27
  
- **Steinke H, Pfeiffer S, Spanel-Borowski K** (2002) A new plastination technique for head slices containing brain. *Ann Anat* 184: 353-358, Urban & Fischer: München, Jena
  
- **Stief CG** (2003) Apical dissection during radical retropubic prostatectomy without ligature. *World J Urol* 21: 139-143
  
- **Stolzenburg JU, Dorschner W, Mondry J, Koch B, Neuhaus J** (2001) The three-dimensional reconstruction of the lower urinary tract based on histomorphological serial sections. *Endoscopia* 4: 39-43
  
- **Stolzenburg JU, Truss MC** (2003a) Technique of laparoscopic (endoscopic) radical prostatectomy. *BJU International* 91: 749-757
  
- **Stolzenburg JU, Truss MC** (2003b) Minimal invasive Operation bei Prostatakrebs. *Onkologie* 9: 309-310

- **Stolzenburg JU, Truss MC, Do M, Rabenalt R, Pfeiffer H, Dunzinger M, Aedtner B, Stief CG, Jonas U, Dorschner W** (2003) Evolution of extraperitoneal radical prostatectomy (EERPE) – technical improvements and development of a nerve-sparing, potency-preserving approach. World J Urol 21: 147-152
  
- **Stolzenburg JU, Do M, Rabenalt R, Pfeiffer H, Horn L, Truss MC, Jonas U, Dorschner W** (2003) Endoscopic extraperitoneal radical prostatectomy: initial experience after 70 procedures. J Urol 169: 2066-2071
  
- **Stolzenburg JU, Truss MC, Do M, Pfeiffer H, Bekos A, Neuhaus J, Stief CG, Jonas U, Dorschner W** (2004) Die endoskopische extraperitoneale radikale Prostatektomie (EERPE) – Ergebnisse nach 300 Eingriffen. Urologe [A] 43: 698-707
  
- **Stolzenburg JU, Rabenalt R, Do M, Ho K, Dorschner W, Waldkirch E, Jonas U, Schütz A, Horn L, Truss MC** (2005) Endoscopic extraperitoneal radical prostatectomy: oncological and functional results after 700 procedures. J Urol 174: 1271-1275
  
- **Stolzenburg JU, Rabenalt R, Tannapfel A, Liatsikos EN** (2006) Intrafascial nerve-sparing endoscopic extraperitoneal radical prostatectomy. Urology 67: 17-21
  
- **Strasser H, Klima G, Poisel S, Horninger W, Bartsch G** (1996) Anatomy and innervation of the rhabdosphincter of the male urethra. Prostate 28: 24-31
  
- **Strasser H, Ninkovic M, Hess M, Bartsch G, Stenzl A** (2000) Anatomic and functional studies of the male and female urethral sphincter. World J Urol 18: 324-329
  
- **Strasser H, Bartsch G** (2004) Anatomische Grundlagen zur Innervation des männlichen Beckens. Urologe 43: 128-132

- **Strasser H, Pinggera GM, Gozzi C, Horninger W, Mitterberger M, Frauscher F, Bartsch G** (2004) Three-dimensional transrectal ultrasound of the male urethral rhabdosphincter. *World J Urol* 22: 335-338
  
- **Takenaka A, Hara R, Soga H, Murakami G, Fujisawa M** (2005) A novel technique for approaching the endopelvic fascia in retropubic radical prostatectomy, based on an anatomical study of fixed and fresh cadavers. *BJU International* 95: 766-771
  
- **Takenaka A, Leung RA, Fujisawa M, Tewari AK** (2006) Anatomy of autonomic nerve component in the male pelvis: the new concept from a perspective for robotic nerve sparing radical prostatectomy. *World J Urol* 24: 136-143
  
- **Tewari A, Takenaka A, Mtui E, Horninger W, Peschel R, Bartsch G, Vaughan ED** (2006) The proximal neurovascular plate and the tri-zonal neural architecture around the prostate gland: importance in the athermal robotic technique of nerve-sparing prostatectomy. *BJU International* 98: 314-323
  
- **Thiel R** (2004) Die radikale retropubische Prostatektomie – Goldstandard beim Prostatakarzinom ?. *Urologe [A]* 43: 38-42
  
- **Thiel W** (1996) Photographischer Atlas der praktischen Anatomie. Band 1: Bauch, untere Extremität. Springer: Berlin, Heidelberg, S. 154-173
  
- **Tillmann BN** (2005) Atlas der Anatomie des Menschen, 1. Auflage. Springer: Berlin Heidelberg, S. 350-387
  
- **Uz A, Apan A, Erbil KM, Tekdemir I** (2005) A new approach for pudendal nerve exposure and its clinical significance. *Anat Sci Int* 80: 163-166

- **Waldeyer AJ** (2003) Anatomie des Menschen. Fanghänel J, Peva F, Anderhuber F, Nitsch R (Hrsg), 17. Auflage. Walter de Gruyter: Berlin, New York, S. 1038 ff.
- **Walsh PC** (1998) Anatomical radical prostatectomy: evolution of the surgical technique. J Urol 160: 2418-2424
- **Wilson J** (1812) A description of two muscles surrounding the membranous part of the urethra. Medico-Chirurgical Transactions of the Royal Medical and Chirurgical Society London, Second Edition. Vol. 1, pp. 175-180 London
- **Yucel S, Erdogan T, Baykara M** (2005) Recent neuroanatomical studies on the neurovascular bundle of the prostate and cavernosal nerves: clinical reflections on radical prostatectomy. Asian J Androl 7: 339-349
- **Zvara P, Carrier S, Kour NW, Tanagho EA** (1994) The detailed neuroanatomy of the human striated urethral sphincter. Br J Urol 74: 182-187

## 8. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen Dank all jenen Kolleginnen und Kollegen aussprechen, die mit ihrer Hilfe maßgeblich an der Anfertigung dieser Arbeit beteiligt waren und deren Erstellung damit erst ermöglicht haben.

Zuerst danke ich Herrn Prof. Dr. med. Jürgen Westermann, Direktor des Instituts für Anatomie der Universität zu Lübeck, für die Bereitstellung der Arbeitsräume und Materialien.

Ich danke meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. rer. nat. Lüder C. Busch, Prosektor am Institut für Anatomie der Universität zu Lübeck, für die Bereitstellung der Präparate, für praktische Hilfen bei allen Fragen während der Präparation und für schnelle Hilfen bei der Erstellung und Korrektur der schriftlichen Fassungen.

Darüber hinaus sei Herrn Prof. Dr. med. Dr. h.c. mult. Wolfgang Kühnel, Emeritus am Institut für Anatomie der Universität zu Lübeck, herzlich gedankt, der mit seiner erfahrenen Unterstützung und Einschätzung in präparatorischen wie auch inhaltlich-textlichen Belangen richtungsweisende Impulse für die Arbeit gab und dadurch zu einem zweiten Doktorvater für mich wurde.

Mein Dank gebürt auch Herrn Dr. med. Ivo Kolts, Institut für Anatomie der Universität Tartu (Estland), der seine visionären Ideen und seine enorme Erfahrung auf dem Gebiet der anatomischen Präparation, insbesondere auch der Präparation des menschlichen Beckenbodens, mit in die Arbeit einbrachte.

Ferner seien Frau Jana Maynicke und Frau Nadine Teletzky, Präparatorinnen am Institut für Anatomie der Universität zu Lübeck, gedankt, die bei präparatorischer Frage mit Rat und Tat zur Seite standen, die Arbeit in ihrem Verlauf verfolgten sowie durch ihren Sachverstand bereicherten.

Auch danke ich Herrn Horst Rode, Bibliothekar am Institut für Anatomie der Universität zu Lübeck, für seine unermüdlichen Unterstützung bei der Literaturrecherche und wertvolle Anregungen für die schriftliche Arbeit.

Sehr wichtig war und ist vor allem der stetige Zuspruch und die Unterstützung durch meine Familie und Freunde, die schon immer halfen, schwierige Phasen zu überwinden und mit Verständnis wie mit Kritik auf allen Ebenen einen starken Rückhalt für mich boten.

## 9. Lebenslauf

### Persönliche Daten



Name:	Pfeiffer
Vorname:	Stefan
Geburtsdatum, -ort:	27.03.1980, Lutherstadt Wittenberg
Anschrift:	Mittelstraße 12a 23558 Lübeck
Familienstand:	ledig
Familie:	Vater: Dipl. med. Günter Pfeiffer, Facharzt für Orthopädie Mutter: OÄ Dipl. med. Heidemarie Pfeiffer, Fachärztin für Urologie jüngere Geschwister Anne Katrin und Paul Pfeiffer

### Schulbildung

09/1986 - 09/1988	41. polytechnische Oberschule G. E. Lessing in Leipzig
09/1988 - 09/1992	nach Deligierung Besuch der 13. Oberschule August Bebel in Leipzig in einer Klasse mit erweitertem Russischunterricht
1992 - 1998	Leibnizschule - Gymnasium in Leipzig in einer Klasse mit mathematisch-naturwissenschaftlichem Bildungsprofil (Leistungskurse Mathematik und Englisch)
1998	erfolgreicher Abschluss der gymnasialen Oberstufe und Erwerb der allgemeinen Hochschulreife nach 12 Schuljahren

### Zivildienst

03.08.1998 - 31.08.1999	Zivildienst im AWO „Seniorenzentrum am See“ in Leipzig
-------------------------	--

### Praktikum

05.01.2000 - 01.09.2000	Praktikum in der makroskopischen Abteilung des Instituts für Anatomie der Universität Leipzig
-------------------------	---

## Hochschulausbildung

10/2000 - 12/2006	Studium an der Universität zu Lübeck: Studiengang Humanmedizin
09/2002	Ärztliche Vorprüfung (Note: gut)
09/2003	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (Note: befriedigend)
09/2005	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (Note: gut)
10/2005 - 09/2006	Praktisches Jahr an der Universität zu Lübeck (Wahlterial: Orthopädie)
12/2006	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (Note: gut )

## Nebentätigkeiten

01.05.2001 - 31.08.2002	Neben dem Studium Arbeit als wissenschaftliche Hilfskraft im Institut für Anatomie der Universität zu Lübeck (30-35 Stunden/Monat)
seit 01.09.2002	Weiterhin unentgeltliche Arbeit als Präparand am Institut für Anatomie der Universität zu Lübeck
seit Anfang 2003	Doktorarbeit am Institut für Anatomie der Universität zu Lübeck über makroskopisch-präparatorische Untersuchungen des männlichen Beckenbodens
15.10.2003 - 16.07.2004	Zusätzlicher Besuch des Kurses Handchirurgie und plastische Chirurgie auf anatomischer Basis (Note: sehr gut)

## Publikationen

Steinke H, Pfeiffer S, Spanel-Borowski K (2002) A new plastination technique for head slices containing brain. Ann Anat 184: 353-358, Urban & Fischer: München, Jena

## Weitere Kenntnisse

Führerschein	Klassen 3, 4, 5
EDV	Gute Kenntnisse mit Windows, Word, PowerPoint, Photoshop, LAN
Fremdsprachen	Gute Kenntnisse in Englisch, Grundkenntnisse in Französisch und Russisch