

Aus der Klinik für Urologie und Kinderurologie  
(Direktor: Prof. Dr. Klaus-Peter Jünemann)  
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel  
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**MULTIZENTRISCHER VERGLEICH VON KOMPLIKATIONEN  
NACH ROBOTERASSISTIERTER UND OFFEN CHIRURGISCHER  
PROSTATAADENOMENUKLEATION**

Inauguraldissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin  
der Medizinischen Fakultät  
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von  
**LISA MARIA KOLLITSCH**  
aus **KLAGENFURT**

Kiel 2020

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. Daniar K. Osmonov,  
Klinik für Urologie und Kinderurologie

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Sebastian Lippross  
Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie

Tag der mündlichen Prüfung: 26.04.2021

Zum Druck genehmigt, Kiel, den 30.11.2020

gez.: Prof. Dr. Petra Ambrosch  
(stellv. Vorsitzende des Ausschusses für Promotion)



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Abbildungssverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Benigne Prostatahyperplasie	2
1.1.1 Chirurgische Behandlung	5
1.2 Geschichte der Prostatachirurgie	9
1.2.1 Suprapubischer transvesikaler Zugangsweg	11
1.2.2 Retropubischer transkapsulärer Zugangsweg	12
1.2.3 Minimalinvasive videoassistierte Zugangswege	13
1.3 Ziel dieser Arbeit	15
<b>2 Methoden und Patienten</b>	<b>16</b>
2.1 Patienten	16
2.2 Präoperative Parameter	17
2.3 Postoperative Parameter	17
2.3.1 Clavien-Dindo-Klassifikation	18
2.4 Operationstechniken	19
2.4.1 Roboterassistierte transperitoneale Prostataadenomenukleation	19
2.4.2 Offen chirurgische Prostataadenomenukleation nach Millin	27
2.4.3 Postoperativer Verlauf	31
2.5 Statistische Auswertung	31
<b>3 Ergebnisse</b>	<b>32</b>
3.1 Anamnestiche präoperative Parameter	32
3.2 Postoperative Parameter	34
3.2.1 Operationsdauer	34
3.2.2 Stationäre Aufenthaltsdauer	35

3.2.3	Hämoglobinverlauf	35
3.2.4	Bluttransfusionsrate und Transfusionsmenge	38
3.2.5	CRP-Verlauf	39
3.2.6	Komplikationen	40
3.2.7	Übersicht aller erfassten Parameter im Vergleich	42
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>43</b>
4.1	Patientenkollektiv	43
4.1.1	ASA-Klassifikation	43
4.2	Datensammlung	43
4.3	Operationstechnik Operationsdauer	44
4.4	Stationäre Aufenthaltsdauer	45
4.5	Hämoglobinverlauf und Transfusionsrate	45
4.6	CRP-Verlauf und Invasivität	47
4.7	Komplikationen nach der Clavien-Dindo-Klassifikation	48
4.8	Limitationen dieser Studie	49
4.9	Schlussfolgerung	50
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>51</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>52</b>
	<b>Anhang</b>	<b>59</b>
	<b>Danksagung</b>	<b>61</b>

## Abkürzungsverzeichnis

<i>BES</i>	<i>Blasenentleerungsstörungen</i>
<i>BPH</i>	<i>Benigne Prostatahyperplasie</i>
<i>BPS</i>	<i>Benignes Prostatasyndrom</i>
<i>BOO</i>	<i>Blasenauslassobstruktion (bladder outlet obstruction)</i>
<i>CRP</i>	<i>C-reaktives Protein</i>
<i>DRU</i>	<i>Digital rektale Untersuchung</i>
<i>EAU</i>	<i>European Association of Urology</i>
<i>EK</i>	<i>Erythrozytenkonzentrat</i>
<i>et al.</i>	<i>et altro (Lateinisch = und weitere)</i>
<i>Hb</i>	<i>Hämoglobin</i>
<i>HoLEP</i>	<i>Holmium-Laser-Enukleation der Prostata</i>
<i>IPSS</i>	<i>International prostate symptom score</i>
<i>LUTS</i>	<i>Symptome des unteren Harntrakts (lower urinary tract symptoms)</i>
<i>NSTEMI</i>	<i>Nicht ST-Hebungs-Myokardinfarkt</i>
<i>PA</i>	<i>Prostataadenom</i>
<i>PV</i>	<i>Prostatavolumen</i>
<i>PAE</i>	<i>Prostataadenomenukleation</i>
<i>PCa</i>	<i>Prostatakarzinom</i>
<i>PSA</i>	<i>Prostata-spezifisches Antigen</i>
<i>RAPAE</i>	<i>Roboterassistierte Prostataadenomenukleation</i>
<i>RPE</i>	<i>radikale Prostatektomie</i>
<i>TRUS</i>	<i>Transrektaler Ultraschall</i>
<i>TUIP</i>	<i>Transurethrale Inzision der Prostata</i>

<i>TUR-P</i>	<i>Transurethrale Resektion der Prostata</i>
<i>UKSH</i>	<i>Universitätsklinikum Schleswig-Holstein</i>
<i>vs.</i>	<i>versus (Lateinisch = gegenübergestellt)</i>
<i>z.B.</i>	<i>zum Beispiel</i>

## Abbildungssverzeichnis

<i>Abbildung 1: Gesunde Prostata</i>	2
<i>Abbildung 2: Vergrößerten Prostata</i>	3
<i>Abbildung 3: Flowchart – Auswahlverfahren der operativen Therapie</i>	6
<i>Abbildung 4: Transurethrale Resektion der Prostata (TURP)</i>	7
<i>Abbildung 5: Medianer Steinschnitt (perineale Lithotomie)</i>	9
<i>Abbildung 6: Neun offen chirurgischen Zugangswege zur Prostata</i>	10
<i>Abbildung 7: Suprapubische Adenomektomie der Prostata nach Freyer</i>	11
<i>Abbildung 8: Retropubische Adenomektomie der Prostata nach Millin</i>	13
<i>Abbildung 9: Da Vinci®-Konsol</i>	15
<i>Abbildung 10: Schema der Trokarplatzierung</i>	20
<i>Abbildung 11: Platzierte Trokare am Patienten</i>	21
<i>Abbildung 12: a: Trendelenburglagerung, b: Aufbau einer RAPAE</i>	22
<i>Abbildung 13: Übersicht des eröffneten Spatium Retzii</i>	23
<i>Abbildung 14: Identifikation des Übergangs zwischen Prostata und Harnblase</i>	24
<i>Abbildung 15: Horizontal eröffnete Prostatakapsel</i>	24
<i>Abbildung 16: Identifikation der Schicht zwischen Adenom und Prostata Kapsel</i>	25
<i>Abbildung 17: Mittellappenadenom</i>	25
<i>Abbildung 18: Apex Prostatae und Harnröhre</i>	26
<i>Abbildung 19: Verschluss der Prostatakapsel</i>	26
<i>Abbildung 20: Mediane Unterbauch Laparotomie</i>	27
<i>Abbildung 21: Suprapubische Sicht auf das Spatium retropubicum</i>	28
<i>Abbildung 22: Transversale Eröffnung der Prostata</i>	29

<i>Abbildung 23: Geborgenes Prostataadenom</i>	59
<i>Abbildung 27: Postoperatives Zystogramm</i>	60
<i>Boxplot 1: Operationsdauer im Vergleich</i>	34
<i>Boxplot 2: Differenzwerte: prä- zu 1. postoperativem Hb-Wert</i>	37
<i>Boxplot 3: Differenzwerte: prä- zu niedrigstem postoperativem Hb-Wert</i>	37
<i>Boxplot 4: Spitze des postoperativen CRP-Werts im Vergleich</i>	39

## **Tabellenverzeichnis**

<i>Tabelle 1: Symptome des unteren Harntrakts (LUTS)</i>	<i>4</i>
<i>Tabelle 2: Kriterien zur Indikationsstellung für operative Therapieverfahren</i>	<i>5</i>
<i>Tabelle 3: Clavien-Dindo-Klassifikation</i>	<i>18</i>
<i>Tabelle 4: Patientenverteilung nach der ASA-Klassifikation</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 5: Anamnestische Parameter</i>	<i>33</i>
<i>Tabelle 6: Vergleich prä- zu postoperativen HB-Werten</i>	<i>36</i>
<i>Tabelle 7: Bluttransfusionsrate und Transfusionsmenge</i>	<i>38</i>
<i>Tabelle 8: Verteilung der Komplikationen nach der Clavien-Dindo-Klassifikation</i>	<i>40</i>
<i>Tabelle 9: Art der Komplikationen nach Clavien-Dindo</i>	<i>41</i>
<i>Tabelle 10: Übersicht aller analysierten Parameter im Gruppenvergleich</i>	<i>42</i>
<i>Tabelle 11: Operationszeiten mit anderen Studien im Vergleich</i>	<i>44</i>

# 1 Einleitung

Die benigne Prostatahyperplasie (BPH) ist weltweit die häufigste urologische Diagnose des alternden Mannes. Bei etwa 50 % der  $\geq 50$ -jährigen und bei 90 % der über 90-jährigen Männer lassen sich gutartige Veränderungen der Prostata nachweisen. (1) Die Volumenzunahme der Prostata führt oft zu urodynamischen Blasenentleerungsstörungen (BES) mit einhergehenden irritativen und/oder obstruktiven Miktionsbeschwerden. Erzielt die konservative Therapie keine Verbesserung der Beschwerdesymptomatik, wird auf interventionelle bzw. chirurgische Verfahren zur Entfernung der vergrößerten Prostata und folglich zur Entlastung des unteren Harntrakts zurückgegriffen. (2)

Mit der Einführung des Roboter-Operationssystem da-Vinci® im Jahre 2001 erlebte die urologische Chirurgie einen Umbruch. In den USA stieg die Anzahl der durchgeführten roboterassistierten radikalen Prostatektomien (RPE) von 0,7 % auf 42 %. (3) Dieser Wandel macht sich auch bei der Prostataadenomenukleation (PAE) bemerkbar, da sich der Trend der minimalinvasiven-Chirurgie immer mehr von der laparoskopischen, hin zur roboterassistierten Operationstechnik neigt. (4)

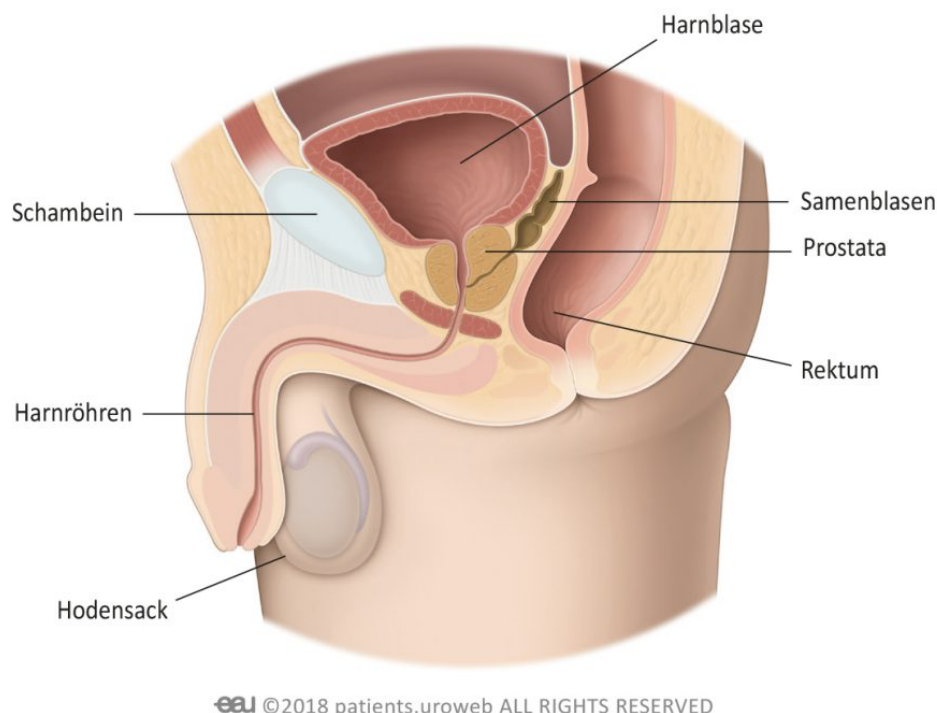
Bisher publizierte Studien zeigen, dass sowohl die laparoskopische PAE als auch die roboterassistierte Prostataadenomenukleation (RAPAE) ein geringes Risikoprofil aufweist. (4–10) Hoy et al. verglichen retrospektiv als Erste eine geringe Fallzahl von 4 RAPAE mit 28 offenen operierten PAE im Zeitraum von 2011 bis 2013. (8) Sorokin et al. beschreibt retrospektiv, nach Anwendung des Propensity Score Matching, den Vergleich von 59 offenen PAE mit 59 RAPAE-Fällen die im Zeitraum von 2012 bis 2016 an einer einzigen Institution durchgeführt wurden. (9) In beiden Publikationen wies die RAPAE-Gruppe eine kürzere Krankenhausverweildauer und geringeren Blutverlust, jedoch aber längere Operationszeiten auf. Sorokin et al. konnten zwar eine niedrigere Komplikationsrate der RAPAE-Gruppe feststellen, diese erwies sich aber im Vergleich zur offenen PAE nicht als statistisch signifikant. (9)

In dieser Arbeit werden die postoperativen Komplikationen der klassisch offen chirurgischen- und der neuen roboterassistierten Prostataadenomenukleation miteinander verglichen. Es werden die Ergebnisse aus zwei High-Volumen Zentren (Kurt-Semm-Zentrum für laparoskopische und roboterassistierte Chirurgie Kiel und Prostatazentrum Nordwest, St. Antonius Hospital Gronau) mit hohen Fallzahlen analysiert.



## 1.1 Benigne Prostatahyperplasie

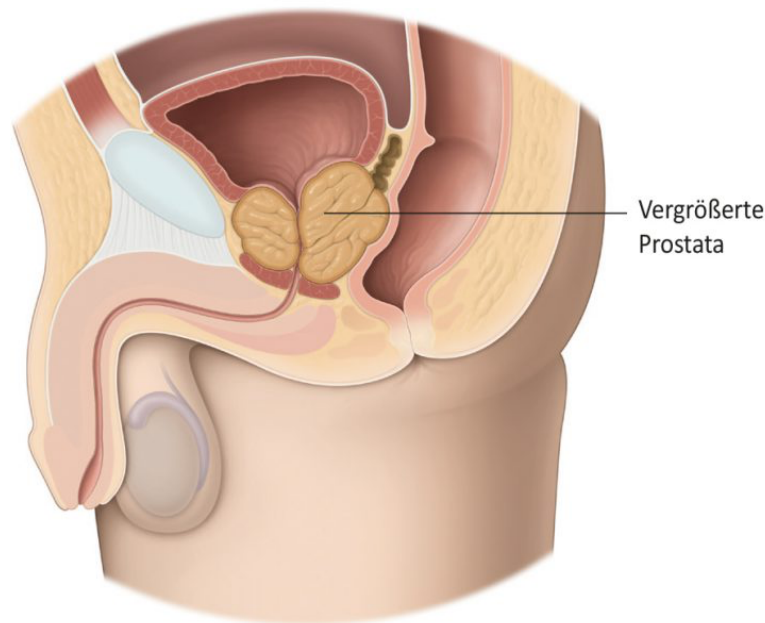
Die benigne Prostatahyperplasie (BPH), auch Prostataadenom (PA) genannt, beschreibt einen symptomlosen histologischen Befund, eine gutartige Proliferation von Stroma und Epithel der Vorsteherdrüse. Dabei vermehren sich Drüsen-, Bindegewebs- und Muskelzellen vorwiegend in der Periurethralen und Transitions-Zone der Prostata. Die BPH entsteht multifaktoriell durch die gestörte Regulation zwischen Zellwachstum und Zelltod, verschiedene endokrine Stimuli und eine pathologische Epithel-Stroma-Interaktion. (11) Belegte Risikofaktoren sind dafür, das Alter, genetische Dispositionen, veränderte Androgen-Östrogen-Balance, Übergewicht, Diabetes, hoher Fleisch- und Fettkonsum und Entzündungen der Prostata. (11–14) Der genaue Pathomechanismus ist jedoch noch nicht endgültig verstanden. 2010 waren weltweit über 210 Millionen Männer von der BPH und der damit verbundenen Symptomatik betroffen. (15)



### **Abbildung 1: Gesunde Prostata**

*Hier zeigt sich die gesunde, Walnuss-große Prostata.*

*[Quelle: European Association of Urology, EAU Patienteninformation, <https://patients.uroweb.org/de>; mit Genehmigung der European Association of Urology]*



EAU ©2018 patients.uroweb ALL RIGHTS RESERVED

#### **Abbildung 2: Vergrößerten Prostata**

*Die vergrößerte Prostata drückt auf die Harnblase und engt die Harnröhre ein.*

*[Quelle: European Association of Urology, EAU Patienteninformation, <https://patients.uroweb.org/de>; mit Genehmigung der European Association of Urology]*

Postpubertär beträgt das Gewicht der gesunden Prostata circa 20 g und das Volumen 15-20 ml, die Größe ist ungefähr vergleichbar mit der einer Walnuss (Abbildung 1). (1) Die durch die BPH bedingte steigende Zellzahl, kann eine gutartige Prostatavergrößerung nach sich ziehen, der Grad der Vergrößerung ist dabei sehr variabel und individuell. (11) Führt die Volumenzunahme der Prostata zu einer physikalischen Verengung der Harnröhre, wodurch sich der urethrale Widerstand erhöht, spricht man von einer infravesikale Obstruktion die zu einer Blasenauslassobstruktion (bladder outlet obstruction – BOO) führt (Abbildung 2). Die infravesikale Obstruktion kann sich negativ auf die Blasenfunktion und Miktion auswirken und in weiterer Folge die Aktivität des Detrusormuskels stören. (11,16) Nur jeder 5. Mann, Inzidenz mit dem Alter steigend, entwickelt therapiebedürftige Symptome des unteren Harntrakts (lower urinary tract symptoms – LUTS). (11)

LUTS ist ein Sammelbegriff, der Blasenentleerungs- und Speicherstörungen umfasst (siehe Tabelle 1). (16,17) Diese Beschwerden üben auf die betroffenen Männer oft einen hohen Leidensdruck aus, da sie das Sexualleben beeinträchtigen, die Lebensqualität mindern und sogar zu Depression und sozialem Rückzug führen können. (11,16,18)

<b>Obstruktive Symptome (Blasenentleerungsstörung)</b>	<b>Irritative Symptome (Blasenspeicherstörung)</b>
Verzögerter Miktionsbeginn	Nykturie
Unterbrochener Harnstrahl	Pollakisurie
Schwacher Harnstrahl	Dysurie
Verlängerte Miktionszeit	Imperativer Harndrang
Miktion mit Bauchpressen	Inkontinenz
Restharnbildung, Nachtröpfeln, Unvollständige Blasenentleerung (Restharn)	

***Tabelle 1: Symptome des unteren Harntrakts (LUTS)***

*[Quelle: adaptiert nach Rosenberg et al. 2007 (16)]*

Es ist zu betonen, dass LUTS auch durch eine Vielzahl anderer Ursachen (wie z.B. Strikturen, Detrusor-Sphinkter-Dysregulationen oder Blasensteine) hervorgerufen werden können. Während der Diagnostik sollten die Differentialdiagnosen berücksichtigt bzw. ausgeschlossen werden. (16,17) Jedoch ist die BPH weltweit der häufigste Grund, der für die Entstehung von LUTS bzw. BOO verantwortlich ist. (19) Korrelieren die LUTS mit der BPH und der BOO, spricht man von einem benignen Prostata Syndrom (BPS). (16,18)

Des Weiteren ist hervorzuheben, dass die Größe der Prostata nicht zwangsläufig mit dem Schweregrad des BPS in Relation steht. Damit ist gemeint, dass größere Prostatavolumen (PV) nicht gleich schwerwiegendere Beschwerden induzieren. (11,20)

### 1.1.1 Chirurgische Behandlung

Sind die konservativen Behandlungsmethoden ausgeschöpft und erzielen keinen akzeptablen Therapieerfolg oder bei Auftreten von schwerwiegenden Komplikationen, lässt sich eine operative Intervention meist nicht vermeiden. In der nachstehenden Tabelle (Tabelle 2) sind mögliche Folgeerscheinungen der BPH aufgelistet. Bei Vorkommen der absoluten Indikation ist eine Operation unausweichlich, wohingegen bei den relativen Indikationen eine Operation vorteilhaft wäre, jedoch nicht eine zwingende Notwendigkeit besteht. (18)

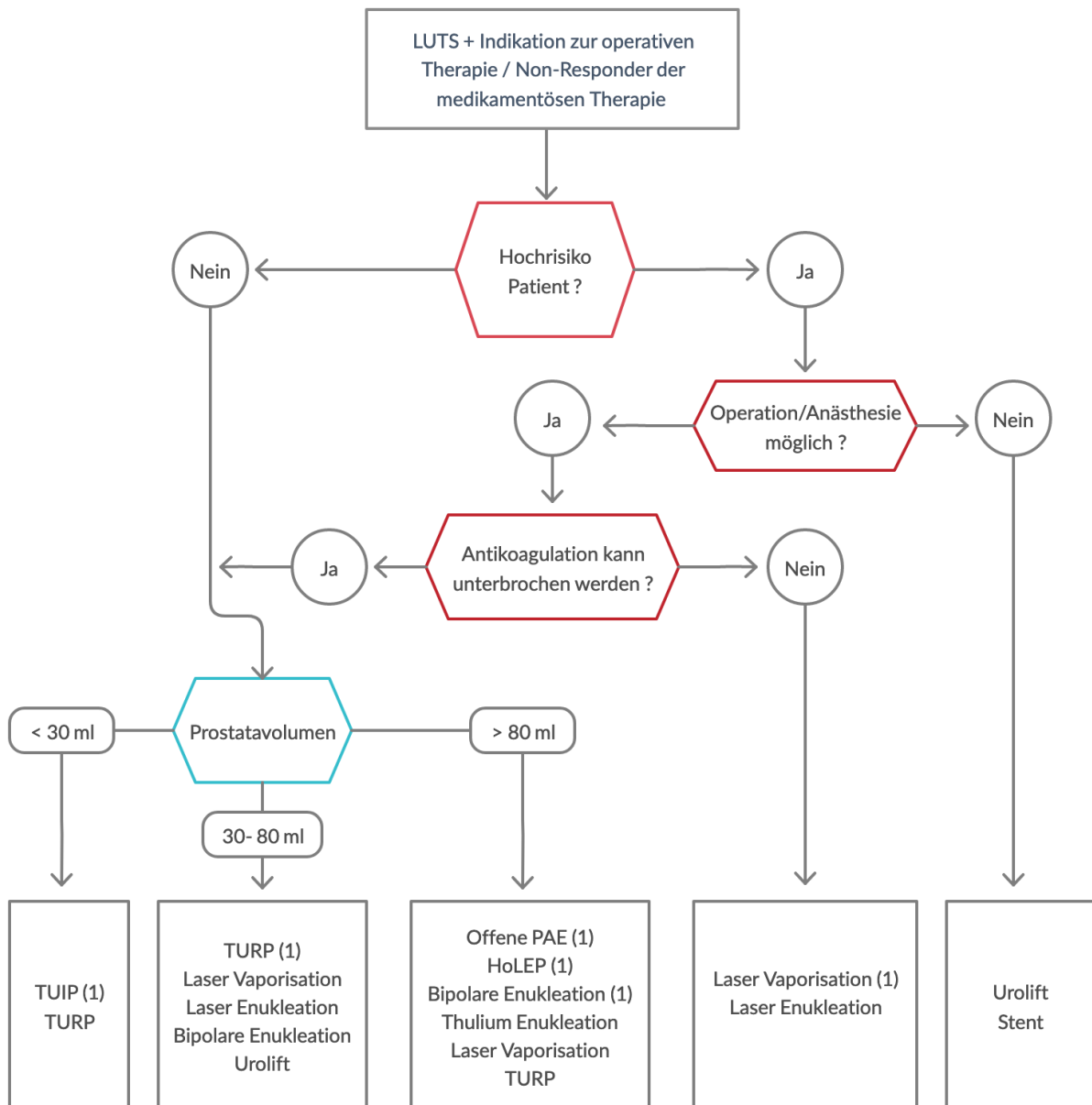
In Deutschland benötigen schätzungsweise 70.000-80.000 BPS-Patient pro Jahr eine operative Therapie ihrer Erkrankung. (21)

Relative Indikationen	Absolute Indikationen
Relevante, BPS-bedingte Blasenauslassobstruktion	Rezidivierende Harnverhalte
Persistierende und progrediente Symptomatik im Sinne einer frustranen konservativen Therapie	Postrenales Nierenversagen bzw. eine refluxive Dilatation des Nierenbeckenkelchsystems
Restharn > 100ml	Harnblasensteine
Große Blasendivertikel	Rezidivierende Harnwegsinfekte
Kontraindikation für konservative Therapieoptionen	Rezidivierende BPS-bedingte Makrohämaturien

**Tabelle 2: Kriterien zur Indikationsstellung für operative Therapieverfahren**

[Quelle: Tamalunas et al. (2019) (18)]

Die Wahl des chirurgischen Therapieverfahrens hängt von der Größe der Prostata-drüse, dem Risikoprofil des Patienten (z.B. Blutungsneigung, Vorerkrankungen), der Expertise des/der Chirurgen/-innen als auch dem Vorhandensein der Operationsinstrumente ab. (22) In der Abbildung 3 ist durch ein Flowchart die Herangehensweise zur Auswahl der operativen Behandlungsmethode veranschaulicht.



**Abbildung 3: Flowchart – Auswahlverfahren der operativen Therapie**

TUIP = Transurethrale Inzision der Prostata

TURP = Transurethrale Resektion der Prostata,

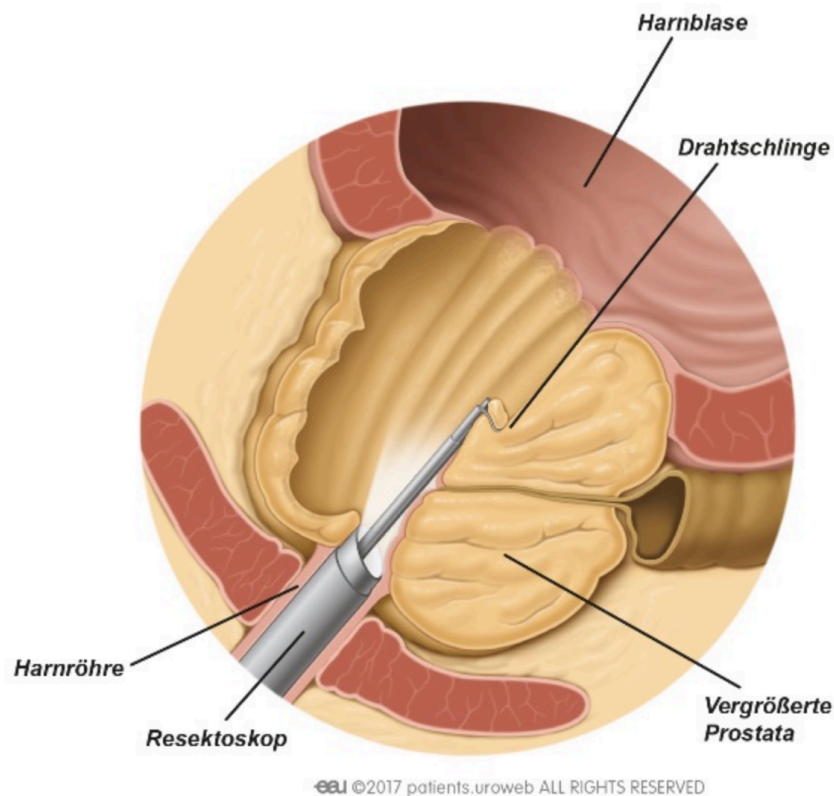
Laser Enukleation beinhaltet: Holmium und Thulium Laser Enukleation

Laser Vaporisation beinhaltet: GreenLight, Thulium und Diodenlaser Vaporisation

(1) Behandlungsverfahren der 1. Wahl

[Quelle: adaptiert nach den EAU-Guidelines 2019 (22)]

Laut EAU (European Association of Urology) – Leitlinien 2019 stellt die transurethrale Resektion der Prostata (TURP) bei einem kleinen PV von unter 80 ml, trotz zahlreicher Alternativen, den Goldstandard dar. (22) Dabei wird eine Drahtschlinge transurethral (über die Harnröhre) eingeführt und das innere Prostatagewebe mit mono- oder bipolarem Hochfrequenz-Strom (Frequenzen >100.00 Hz) ablatiert. (23) (Abbildung 4)



**Abbildung 4: Transurethrale Resektion der Prostata (TURP)**

Das PA wird schrittweise durch Hochfrequenzstrom mit einer Drahtschlinge abgetragen.

[Quelle: European Association of Urology, EAU Patienteninformation, <https://patients.uroweb.org/de>; mit Genehmigung der European Association of Urology]

Für sehr große PV von > 80 ml werden in den Leitlinien vorrangig die Holmium-Laser-Enukleation der Prostata (HoLEP) und die offene PAE zur Deobstruktion empfohlen. (22) Die offene PAE ist eine chirurgische Operation, bei der das PA aus der Prostatakapsel im Ganzen herausgeschält wird. Der Zugang kann durch einen Bauchschnitt dabei suprapubisch transvesikal (oberhalb des Schambeins, durch die Harnblase hindurch) nach Freyer oder retropubisch extravasikal (außerhalb der Blase hinter dem Schambein) nach Millin erfolgen. (24,25)

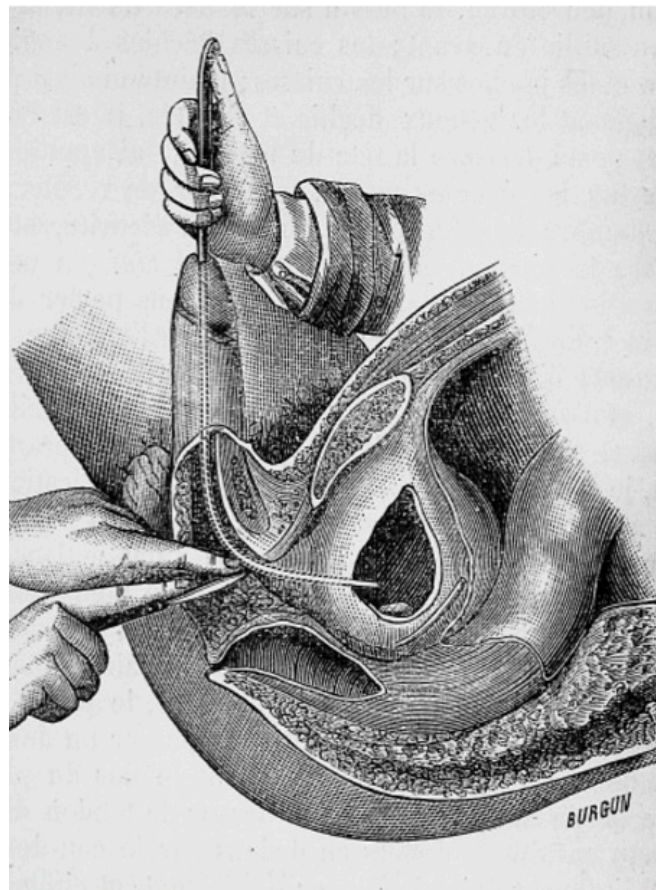
Die offene PAE ist das älteste aller Operationsverfahren und ist bei einer operationspflichtigen Prostata, die aufgrund ihrer Größe nicht unter 60 Minuten transurethral reseziert werden kann, indiziert. Die 1-Stunden-Grenze wurde von erfahrenen Experten gesetzt, da durch längere Operationszeiten ein höheres Risiko für stärkere Blutungen durch Eröffnung eines Venensinus, Kapselperforationen und intravasale Einschwemmungen besteht. (23)

Die HoLEP ist das endoskopische transurethrale Pendant zur offenen PAE. Durch die Energie eines Ho:YAG (holmium: yttrium aluminium garnet) Lasers mit der Wellenlänge von 2,14 µm werden die prostatistischen Lappen von der Kapsel separiert und in die Harnblase verschoben. Dann werden die ausgeschälten Lappen in der Harnblase morcelliert (zerkleinert) und abgesaugt. (26)

Minimalinvasive Verfahren wie die laparoskopische oder roboterassistierte PAE werden in den aktuellen EAU-Leitlinien als mögliche Alternative zur HoLEP und offenen PAE zwar erwähnt, aber nicht klar empfohlen. Beide Techniken scheinen, laut den Autoren der EAU-Leitlinien, sichere und effiziente Verfahren zur Deobstruktion von großen Prostatae > 80 ml zu sein, jedoch wären mehr randomisierte kontrollierte Studien nötig um für diese Operationsverfahren eine Befürwortung auszusprechen. (22) Das roboterassistierte Operationsvorgehen wird aber in den S3 Leitlinien für das lokal begrenzte Prostatakarzinom (PCa) zur radikalen Prostataentfernung empfohlen. (27)

## 1.2 Geschichte der Prostatachirurgie

Die Anfänge der Prostatachirurgie begannen im 19. Jahrhundert und entwickelten sich aus der Technik des medianen Steinschnitts welcher bereits im Mittelalter zur Entfernung von proximalen Harnröhren- und Blasensteinen angewandt wurde. (28) (Abbildung 5)



**Abbildung 5: Medianer Steinschnitt (perineale Lithotomie)**

*Es wurde eine Metallkatheter in die Harnröhre bis in die Blase platziert. Über einen medianen Hautschnitt am Damm wurde die Prostatakapsel inzidiert und die prostatistische Harnröhre längs entlang einer Führungsrinne eröffnet.*

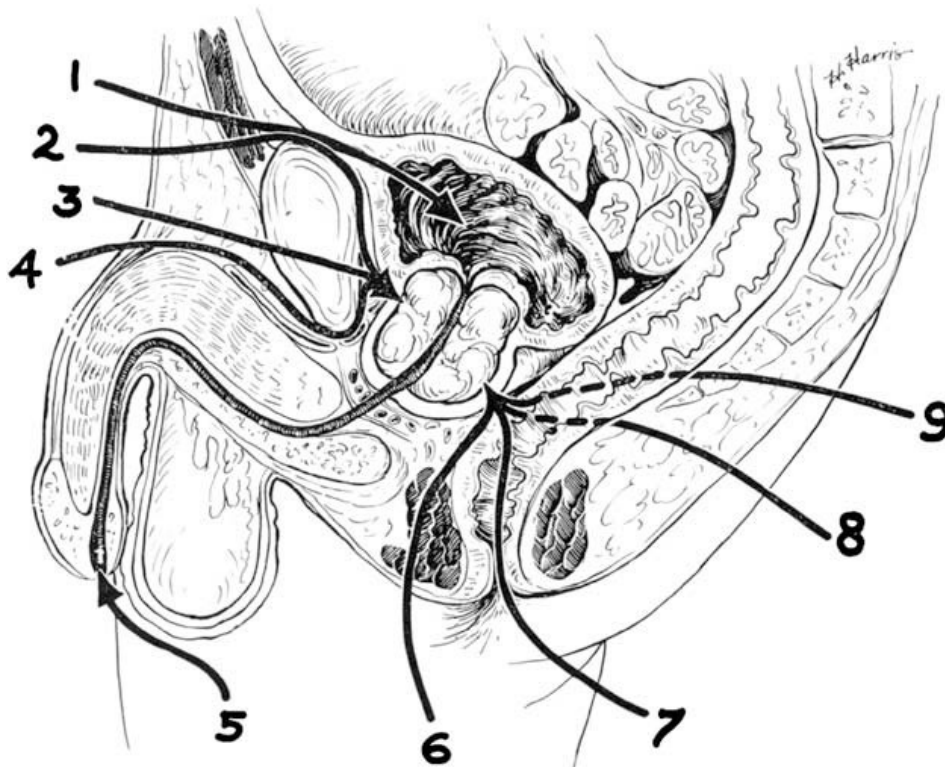
*[Quelle: R. Hubmann 1997 (28); mit Genehmigung des Springer-Verlags]*

Durch Zufälle wurden während der Durchführung des medianen Steinschnitts, in die Blase ragende Prostatalappen mitreseziert und man verstand, dass die Entfernung des prostatistischen Gewebes eine Erleichterung der zuvor bestanden Miktionsbeschwerden zur Folge



hatte. 1836 begann Guthrie die ersten geplanten Eingriffe zur Abtragung vergrößerter Prostatalappen durchzuführen und schlug auch vor komplette Enukleationen zu versuchen. (28)

In der Zeit zwischen 1834 und dem frühen 20. Jahrhundert versuchten zahlreiche Operateure verschiedenste chirurgische Ansätze um bestmöglich an die Prostata zu gelangen und dadurch die beste chirurgische Operationstechnik zu entwickeln. (28–30) Alle 9 Zugangswege die aus dieser Zeitspanne hervorkamen, sind in der Abbildung 6 veranschaulicht. Von größter Bedeutung waren bzw. sind noch heute der perineale, der suprapubische, der retropubische und der transurethrale Zugangsweg. (22,30)



**Abbildung 6: Neun offen chirurgischen Zugangswege zur Prostata**

Hier sind die 9 offen chirurgische Ansätze die in der Zeitspanne von 1834 bis in das frühe 20. Jahrhundert entwickelt wurden um an die Prostata zu gelangen abgebildet.

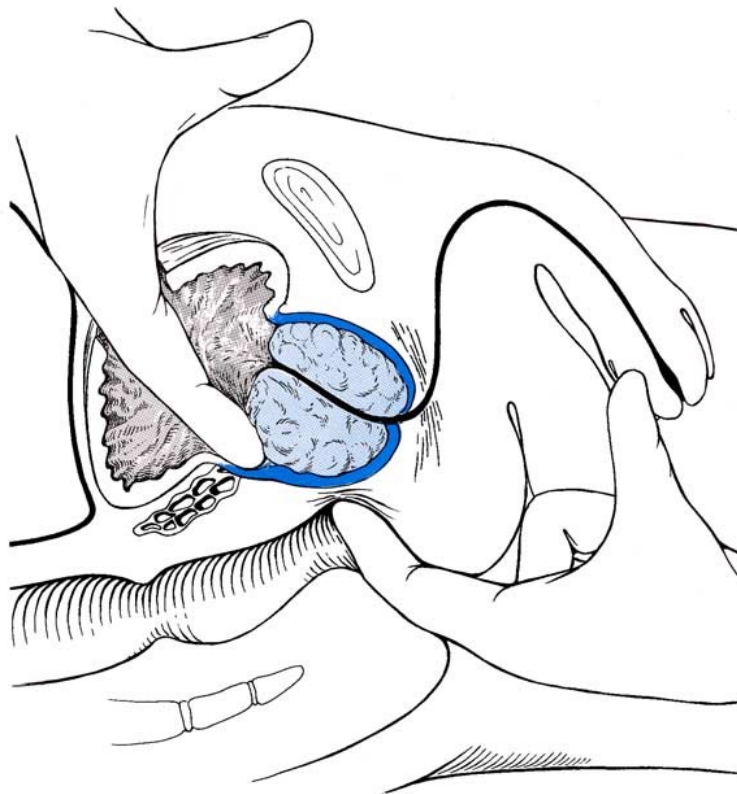
1. Suprapubisch, 2. Retropubisch, 3. Transpubisch, 4. Infrapubisch, 5. Transurethral, 6. Perineal, 7. Transrektal, 8. Ischiorektal, 9. Sacral

[Quelle: Sriprasad et al., 2009 (30) mit Genehmigung des Elsevier Verlags]

### 1.2.1 Suprapubischer transvesikaler Zugangsweg

Eugene Fuller präsentierte 1895 sechs Patientenfälle, bei denen er erstmals eine suprapubische transvesikale komplette PAE effektiv durchgeführte hatte. (29,31) Die Arbeit erhielt jedoch wenig Beachtung. Erst durch Peter Freyer im Jahre 1904 wurde Fullers Technik zuzüglich kleiner Adaptionen geläufig und als neue Standardoperation zur Behandlung der BPH angesehen. (25,29,30)

Wie in Abbildung 7 erkenntlich, gelangte Freyer durch einen Bauchschnitt oberhalb des Schambeins, einer weiteren Inzision der anterioren Harnblasenwand und durch die Freilegung des Blasenhalses an die Prostata. Nun schälte er stumpf mit dem Indexfinger das Prostataadenom aus der prostatistischen Kapsel. Gleichzeitig wurde durch das Rektum mit einem Finger von außen Druck auf die Prostata ausgeübt um den Vorgang zu erleichtern. (25,32)



**Abbildung 7: Suprapubische Adenomektomie der Prostata nach Freyer**

Das Prostataadenom wird transvesikal unter rektaler Kontrolle aus der Kapsel mobilisiert.

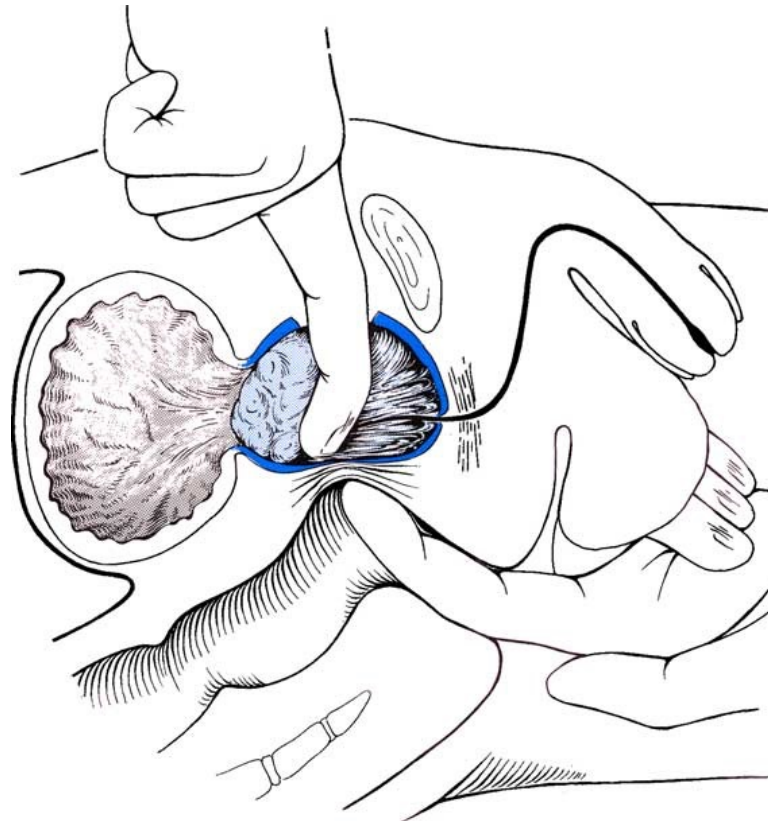
[Quelle: May et. al., 2004 ; mit Genehmigung des Elsevier Verlags]

### **1.2.2 Retropubischer transkapsulärer Zugangsweg**

1945 revolutionierte Terence Millin die Prostatachirurgie und etablierte den retropubischen chirurgischen Zugang für benigne als auch maligne Prostataerkrankungen. (24,30)

Er wollte einen sicheren Weg finden um jegliche Arten der Prostataobstruktion zu behandeln und um die vorkommenden Komplikationen der bisherigen angewandten Operationsverfahren zu vermeiden. Freyers suprapubische transvesikale Operationstechnik wies damals eine hohe Mortalitätsrate von 6-10 % auf und hatte oft intra- und postoperative Blutungen und Infektionen zur Folge. (24) Die perineale PAE erforderte ein erhebliches Maß an chirurgischem Geschick und die Patienten litten postoperativ häufig an Inkontinenz, urorektalen- oder perinealen Fisteln. (24) Die transurethrale Resektion stieß bei sehr großen Prostatadrüsen an ihre Grenzen. Zu den Komplikationen zählten eine hohe Blutungsgefahr, Auftreten von Harnröhrenstrikturen und rezidivierende Obstruktionen, welche die Konsequenzen einer inkompletten Entfernung des hyperplastischen Prostatagewebes waren. (24)

Der retropubische Zugang wird durch einen medianen Unterbauchschnitt eröffnet. Die Blase wird nach oben und hinten gedrückt, um Einsicht auf das Spatium retropubicum/Spatium Retzii (Spalraum zwischen dem Schambein und der Harnblase) zu gewinnen. Auf diese Weise kann der Harnblasenhals und die Prostata sehr leicht und übersichtlich dargestellt werden. Die Prostatakapsel wird dann transversal inzidiert und das PA mit dem Finger herausmobilisiert. Währenddessen wird die Prostata durch das Rektum, ähnlich wie bei der suprapubischen PAE, nach oben gedrückt. (24,33) (Abbildung 8)



**Abbildung 8: Retropubische Adenomektomie der Prostata nach Millin**

*Das Prostataadenom wird extravesikal unter rektaler Kontrolle von der Kapsel mobilisiert.*

*[Quelle: May et. al., 2004 (34); mit Genehmigung des Elsevier Verlags]*

### 1.2.3 Minimalinvasive videoassistierte Zugangswege

Die ersten endoskopischen Untersuchungen der Bauchhöhle wurden bereits 1901 von George Kelling durchgeführt. (35) 1929 entwickelte Heinz Kalk ein neues Linsensystem, das eine Schrägsicht von 135° ermöglichte und etablierte damit die laparoskopisch gesteuerte Leberbiopsie als Routineverfahren zur Diagnostik von Lebererkrankungen ein. (35,36) In den 1980igern wurde das minimalinvasive diagnostische Verfahren durch die deutschen laparoskopischen Pioniere Kurt Semm und Erich Mühe in eine chirurgische Operationstechnik umgewandelt. Die laparoskopische Chirurgie erzielte hervorragende Ergebnisse und wurde für viele gynäkologische und abdominelle Eingriffe das Goldstandard Prozedere. (37) 1992 führten William Schuessler die erste laparoskopische radikale Prostatektomie (RPE) durch. (38) Die Technik wurde sieben Jahre später von den französischen Chirurgen Guillonnet, Vallencien und Abbou raffiniert und löste einen regelrechten Boom in der urologischen Chirurgie

aus. (39) Mariano et al. beschrieb 2002 erstmals den laparoskopischen Ansatz zur Behandlung von großen Prostataadenomen über 75 g. (40) Der derzeitige Schluss- und Höhepunkt der aktuellen Prostatachirurgie ist das da Vinci®-Operationssystem. 2001 berichteten Binder und Kramer über die ersten roboterassistierten RPE. (41) Sotelo et al. publizierten 2008 ihre Erfahrungen über die RAPAE die sie an sieben Patienten, die an einer symptomatischen BPH litten, erstmals durchführten. (42)

#### **1.2.3.1 Da Vinci® - Technologie**

Das da Vinci®-System vereint und perfektioniert die Vorteile der laparoskopischen Operationstechnik mit jenen der offenen Chirurgie. Dazu zählen der minimal Invasive Zugangsweg, 3D-Darstellung des Operationsfelds, intuitive Bewegungsabläufe und die Bewegungsfreiheit des menschlichen Handgelenks. (43)

Der/Die Chirurg/-in steuert in entspannter, sitzender Haltung nach dem „Master-Slave-Prinzip“ über eine separate unsterile Konsole (Abbildung 9) den sich am Patienten befindenden Operationsroboter der je nach Modell über 3 bis 4 Instrumentenarme und einen Kameraarm verfügt. Die Assistenz kann über 1 bis 2 separate Trokare Materialien (z.B. Nähte, Bergebeutel) anreichen oder direkt unterstützen. Der/Die Operateur/-in steuert die Operationsinstrumente über frei bewegliche Telemanipulatoren die über Schlaufengriffe geöffnet und geschlossen werden können. Die Handbewegungen des/der Chirurgen/-in werden tremorfrei gefiltert und auf die Operationsinstrumente, die mit ihrem Schaft über ein Kugelgelenk verbunden sind und einen Bewegungsgrad von 360° erlauben, übertragen. Verschieden Fußpedale ermöglichen die Steuerung und Fokussierung der Kamera über die Telemanipulatoren und das Zuschalten von bipolarem Koagulationsstrom. Des Weiteren können die Operationsinstrumente über einen Fußschalter in ihrer aktuellen Position zum Stillstand gebracht werden und dem/der Operateur/-in ist es somit erlaubt sein eigenes Gelenk zurückdrehen um eine Drehbewegung fortzuführen. Eine Optik mit 2 Kameras ermöglicht dreidimensionales Sehen, „echtes“ räumliches Tiefsehen, die exakte Darstellung von Gefäßen und Nerven und eine stufenlose Vergrößerung des Operationsgebiets auf das  $\leq 8,5$ -Fache. (43)



**Abbildung 9: Da Vinci®-Konsol**

[Quelle: © UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]

### 1.3 Ziel dieser Arbeit

Es wurden die retrospektiv erhobenen Daten von Patienten, die auf Grund ihrer benignen Prostatahyperplasie im Zeitraum zwischen 2011 und 2017 im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel oder im St. Antonius-Hospitals Gronau GmbH durch eine offen chirurgische oder roboterassistierte Prostataadenomenukleation operativ behandelt wurden, evaluiert.

Das Ziel dieser Studie ist die postoperativen Komplikationen nach der RAPAE und der offenen PAE miteinander und mit anderen Studien zu vergleichen. Die postoperative Morbidität wurde an Hand der Clavien-Dindo-Klassifikation, hämatologischer und entzündlicher Parameter, der Operationszeit und der stationären Aufenthaltsdauer untersucht.

## **2 Methoden und Patienten**

Insgesamt wurden 78 Patienten die im Zeitraum zwischen August 2011 und März 2017 operativ durch eine Prostataadenomenukleation, im Kurt-Semm-Zentrum für laparoskopische und roboterassistierte Chirurgie der Universitätsklinik Schleswig-Holstein (UKSH) in Kiel oder im Prostatazentrum Nordwest des St. Antonius-Hospitals Gronau GmbH, versorgt wurden in diese Studie eingeschlossen.

19 Patienten unterzogen sich einer RAPAE im UKSH Kiel und 20 Patienten erhielten eine RAPAE im St. Antonius-Hospital in Gronau. Diesen 39 Patienten wurden weiteren 39 Patienten, die eine offen chirurgische PAE nach Millin am UKSH Kiel erhielten, retrospektiv gegenübergestellt.

### **2.1 Patienten**

Bei allen 78 Patienten wurde eine leitliniengerechte Indikation zur operativen Behandlung ihrer BPH gestellt. Diese besteht bei bisherigem Versagen der konservativen bzw. medikamentösen Therapie und/oder bei absoluten Operationsindikationen (siehe Tabelle 2) und einem Prostatavolumen von über 80 ml. (18,22) Zu den Routineuntersuchungen für die Indikationsstellung gehörten die Abklärung der medizinischen Vorgeschichte, eine körperliche Untersuchung, eine sonografische Untersuchung des Harntrakts, eine sonografische Restharnbestimmung, eine Digitale rektale Untersuchung (DRU), ein transrektaler Ultraschall (TRUS) zur Diagnostik und Bestimmung des PV, die Wertbestimmung des prostataspezifischen Antigens (PSA) und die Erfassung des International Prostate Symptome Score (IPSS). (18,44) Sofern der Verdacht auf ein Prostatakarzinom bestand, wurde zum Ausschluss eine Prostatastanzbiopsie vor der geplanten PAE durchgeführt. (27)

Alle 78 Patienten wurden über den Ablauf ihres bevorstehenden Eingriffs informiert und über mögliche Folgen und Risiken aufgeklärt. Nach der Einwilligung zur RAPAE oder offenen PAE nach Millin wurden die Patienten operativ versorgt.

## 2.2 Präoperative Parameter

Neben dem Patientenalter wurden folgende präoperative Parameter bei allen Patienten erfasst und in der Auswertung berücksichtigt:

- PSA-Wert [ng/ml]
- Präoperativer Hämoglobinwert [g/dl]
- Prostatavolumen [cm<sup>3</sup>]
- ASA-Score

## 2.3 Postoperative Parameter

Nach der stattgefundenen RAPAE oder offenen PAE wurden nachstehende Parameter erfasst und ausgewertet:

- Hämoglobinwerte [g/dl] der ersten 5 postoperativen Tage
- Anzahl [n] der verabreichten Erythrozytenkonzentrate (EK) und Transfusionsrate [%]
- CRP-Werte [mg/l] der ersten 5 postoperativen Tage
- Operationsdauer [min]: Es wurde die Zeit zwischen dem ersten erfolgten Schnitt bis zur letzten gesetzten Naht gemessen.
- Stationäre Aufenthaltsdauer [Tage]: Es wurde der Zeitraum zwischen dem Operations- und Entlassungstag gemessen.
- Postoperative Komplikationen nach der Clavien-Dindo-Klassifikation: Es wurde die höchste nach Clavien-Dindo klassifizierte postoperative Komplikation die pro Patient bis zum Zeitpunkt der Entlassung aufgetreten ist gewertet.



### 2.3.1 Clavien-Dindo-Klassifikation

Clavien et al. kreierten 1992 eine Klassifikation um allgemeine chirurgische Komplikationen in einheitliche und standardisierte therapieorientierte Schweregrade einzuteilen. (45) Die Einteilung wurde 2004 modifiziert und ist ein etabliertes und empfehlenswertes Instrument um postoperative Komplikationen weltweit objektiv aufzuschlüsseln und vergleichbar zu machen. (46–48) Nach der modifizierten Klassifikation werden die postoperativen unerwünschten Ereignisse hinsichtlich des Aufwandes der erforderlichen therapeutischen Intervention in 5 Haupt- und 4 Subgruppen kategorisiert (Tabelle 3). Die Komplikation wird also umso schwerer bewertet, je invasiver sie therapiert werden muss. (46)

Grad	Definition
I	Jede Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf ohne Notwendigkeit einer Intervention (erlaubte Therapeutika: Antiemetika, Antipyretika, Diuretika, Elektrolyte und Physiotherapie)
II	Komplikationen mit medikamentösem Behandlungsbedarf (inklusive: Bluttransfusion und totale paraenterale Ernährung)
III	Komplikationen mit chirurgischem, endoskopischem oder radiologischem Interventionsbedarf
III-a	Intervention ohne Vollnarkose
III-b	Intervention mit Vollnarkose
IV	Lebensbedrohliche Komplikationen mit intensivmedizinischem Behandlungsbedarf (inklusive: ZNS-Komplikationen wie Hirnblutung, ischämischer Insult, Subarachnoidalblutung; exklusive: TIA)
IV-a	Organversagen (inklusive Dialyse)
IV-b	Multiorganversagen
V	Tod des Patienten

**Tabelle 3: Clavien-Dindo-Klassifikation**

Anhand dieser Klassifikation wurden die postoperativen Komplikationen dieser Arbeit eingeteilt.

ZNS = Zentralnervensystem, TIA = Transitorische ischämische Attacke

[Quelle: übersetzt nach Dindo et al., 2004 (47)]

## **2.4 Operationstechniken**

### **2.4.1 Roboterassistierte transperitoneale Prostataadenomenukleation**

Am UKSH Kiel wurde die RAPAE von drei Operateuren und am Prostatazentrum Nordwest Gronau von zwei Chirurgen am da Vinci®-Si und Xi Operationssystem (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA) mit einer 4-Arm-Konfiguration in transabdomineller transperitonealer Technik einheitlich durchgeführt.

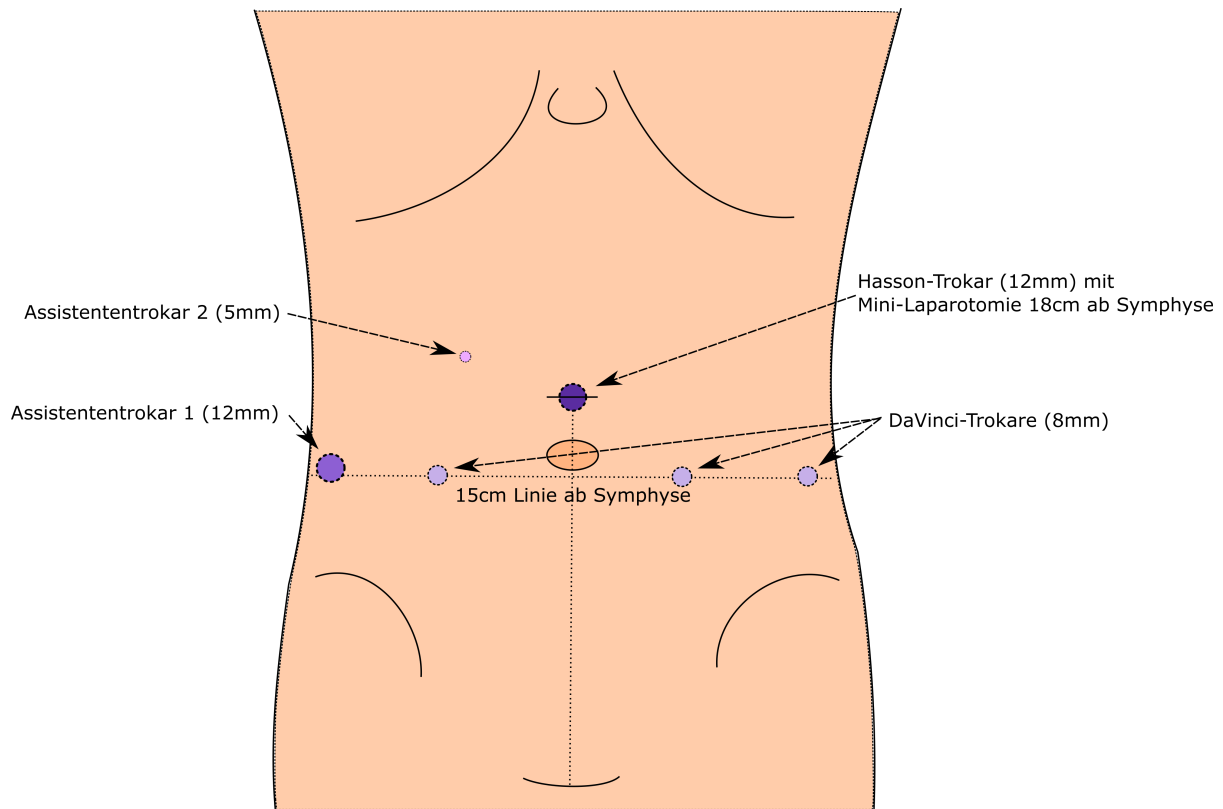
#### **2.4.1.1 Patientenvorbereitung und Trokarplatzierung**

Für die Platzierung der 6 Trokare wurden die Patienten zunächst in eine gerade Rückenlage positioniert. Um durch die spätere Trendelenburg-Lagerung, lagerungsbedingte Druckpunkte zu vermeiden, wurden die hierfür anfälligen Körperstellen ausgepolstert oder mittels Vakuummattmatratze abgefedert. Es erfolgte die sterile Einlage eines transurethralen Blasenkatheters und die einmalige intravenöse Gabe eines Antibiotikums.

Der erste Trokar (Hasson-Trokar™, Kii Balloon Blunt Tip™, Applied Medical, Rancho Santa Margarita, CA, USA) wurde 18 cm kranial der Symphyse durch eine Minilaparatomie blind eingeführt und mit Haltefäden an der Bauchwand fixiert. Danach wurde das Abdomen mit CO<sub>2</sub>-Gas bis 12 mmHg insuffliert um die Bauchdecke von den inneren Organen abzuheben, um in weitere Folge genug Raum für die sichere Positionierung der weiteren Trokare und Durchführung der Operation zu schaffen. Das Abdomen wurde inspiziert und etwaige Verwachsungen mit Hilfe einer laparoskopischen Schere gelöst. Zur Orientierung wurde 3 cm kaudal des Hasson-Trokars™ eine Querlinie eingezeichnet um die übrigen drei 8 mm da Vinci®- und zwei Assistenten-Trokare unter visueller Kontrolle einzusetzen. Das erste da Vinci®-Trokar wurde auf der Querlinie im rechten Mittelbauch 12 cm - und das zweite im linken Mittelbauch 9 cm vom Hasson-Trokar™ platziert. Das dritte da Vinci®-Trokar wurde 8 cm lateral des zweiten Trokars eingebracht. Für die Assistenz wurde ein 12 mm Arbeitstrokar 2 cm oberhalb der Crista iliaca möglichst weit lateral auf der Querlinie gesetzt. Ein weiteres 5 mm Arbeitstrokar wurde im rechten Oberbauch in der Mitte, zwischen dem Hasson™- und ersten DaVinci®-Trokar, bereitgestellt. Das Schema der Trokarplatzierung ist in den Abbildungen 10 und 11 nachzuvollziehen.

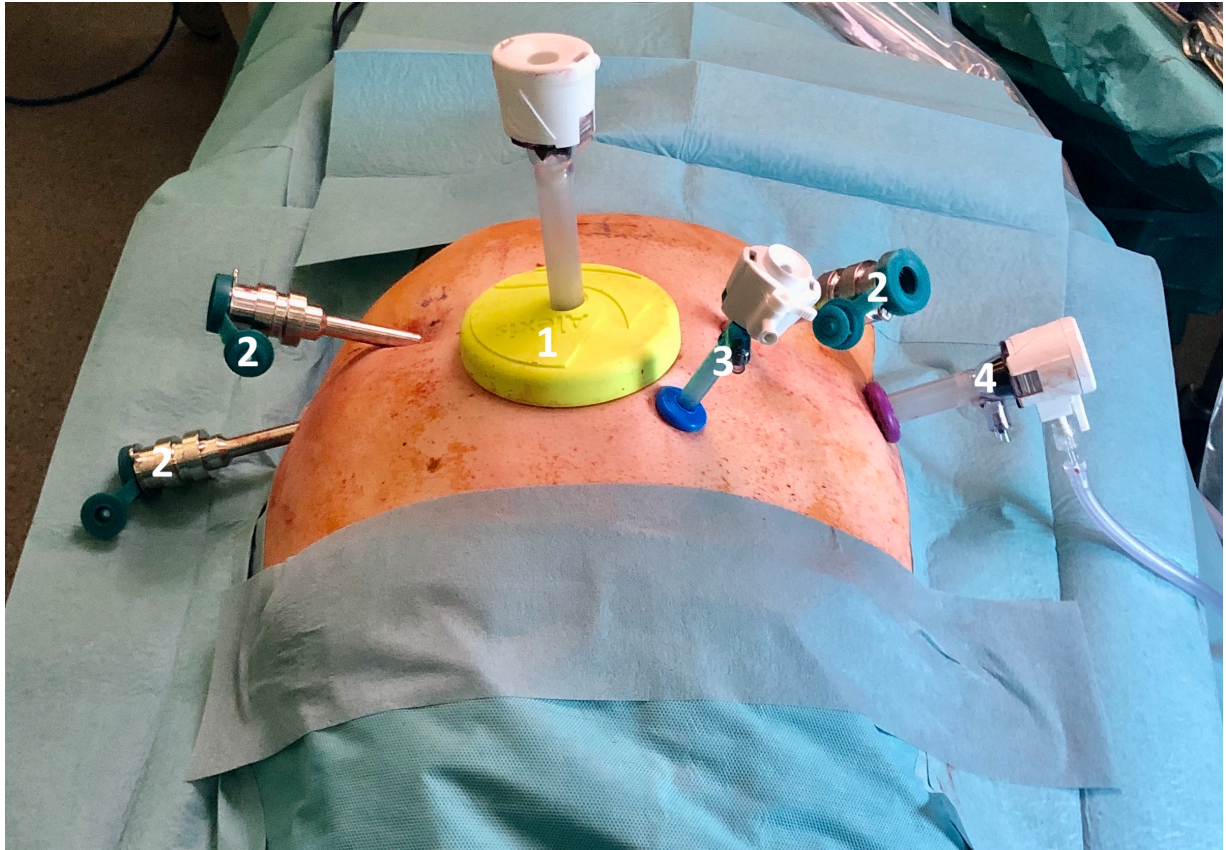
Nach erfolgreicher Platzierung der Trokare wurde der Patient in eine 30°-Trendelenburg-Lagerung (Abbildung 12 a) gebracht und das da Vinci®-System an die eingebrachten Trokare angedockt (Abbildung 12 b). Am ersten Arm des da Vinci®-Roboters kam entweder eine monopolare Schere oder ein Nadelhalter (beide: Surgical, Sunnyvale, CA, USA) zum Einsatz.

Der zweite Arm war mit einer Plasmakoagulations-Dissektor-Zange (PK-Dissection Forceps™, Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA) bzw. einem Curved Bipolar dissector™ und der dritten Arm war mit einer Zange (Prograsp forceps™, Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA) ausgestattet.



**Abbildung 10: Schema der Trokarplatzierung**

[Quelle: © UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]

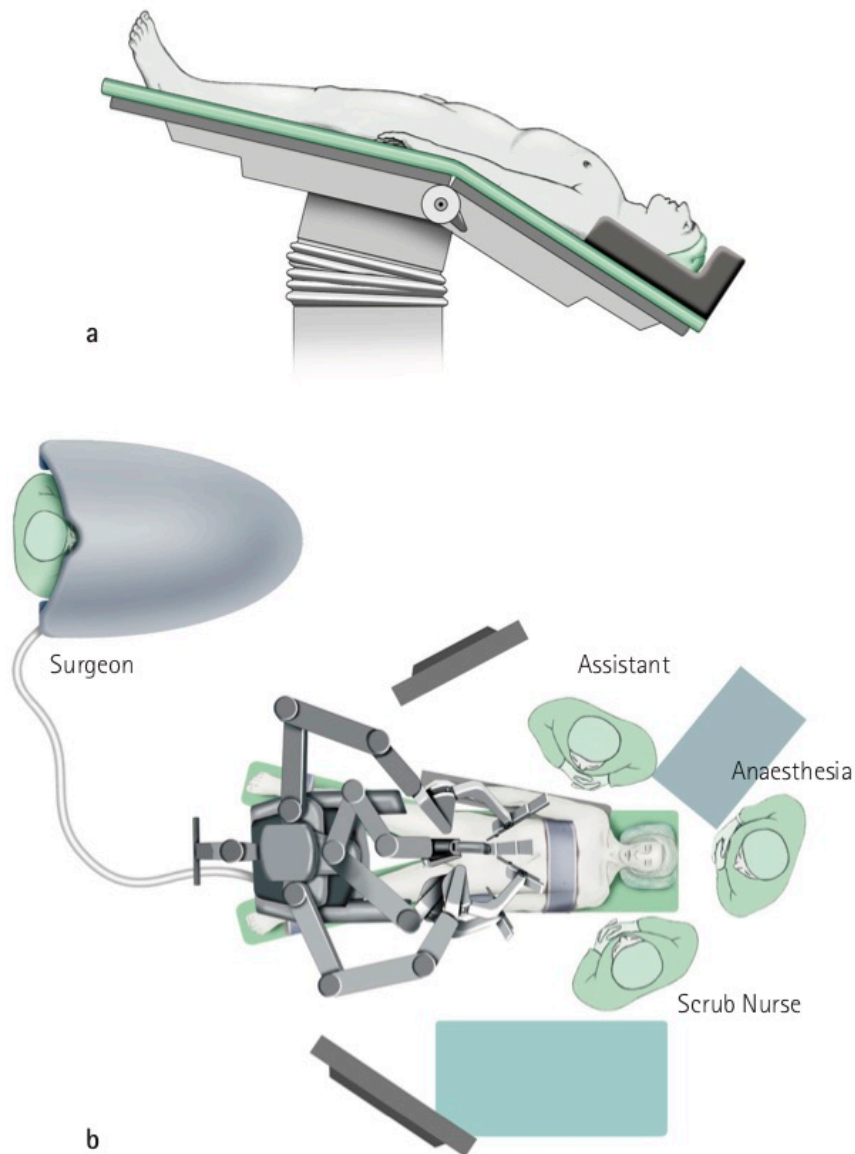


**Abbildung 11: Platzierte Trokare am Patienten**

Die Sicht ist von kranial nach kaudal. Das Abdomen des Patienten ist mit CO<sub>2</sub>-Gas gefüllt und alle für die Operation notwendigen Trokare sind platziert.

1: 12 mm Trokar für die da Vinci®-Optik, 2: 8 mm da Vinci®-Trokare für die da Vinci®-Instrumente, 3: 5 mm Trokar für die Assistentez, 4: 12 mm Trokar für die Assistentez

[Quelle: © UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]



**Abbildung 12: a: Trendelenburglagerung, b: Aufbau einer RAPAE**

**a:** Der Patient wird in die tiefe 30° Trendelenburglagerung gebracht um mehr Platz im Becken zu schaffen.

**b:** Zu sehen ist der Aufbau einer roboterassistierten Operation. Der/Die Chirurg/-in steuert über eine separate unsterile Konsole den an den Patienten angedockten da Vinci® Roboter. Direkt am Patienten befinden sich die chirurgische Assistenz, ein/-e instrumentierende/-r Krankenschwester/-pfleger und die Anästhesie.

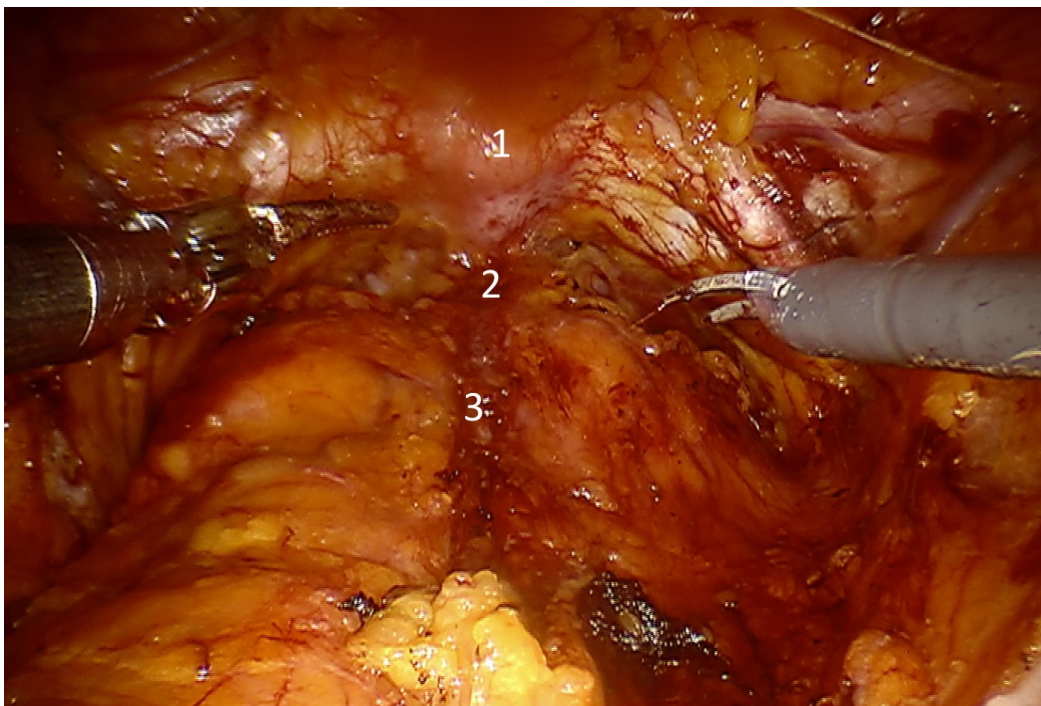
[Quelle: Gillitzer et al., 2009 (49), mit Genehmigung von Spitzer Illustrations]



#### 2.4.1.2 Operationstechnik

Nachfolgend sind die einzelnen Operationsschritte beschrieben und mit Abbildungen dargestellt.

1. Der retropubische Spaltraum (Cavum Retzii) wurde durch eine halbmondförmige Inzision des Peritoneums entlang der Plica umbilicalis medialis bis zum Ductus deferens und anterior oberhalb der Symphyse eröffnet. (Abbildung 13)

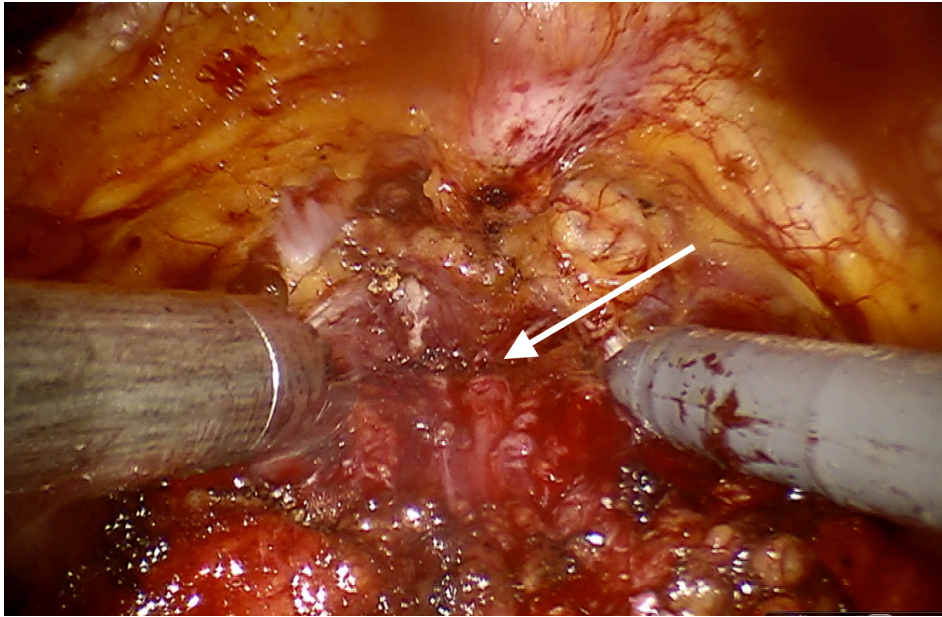


**Abbildung 13: Übersicht des eröffneten Spatium Retzii**

1: Symphyse, 2: Prostata von periprostatischem Fett umhüllt, 3: Harnblase

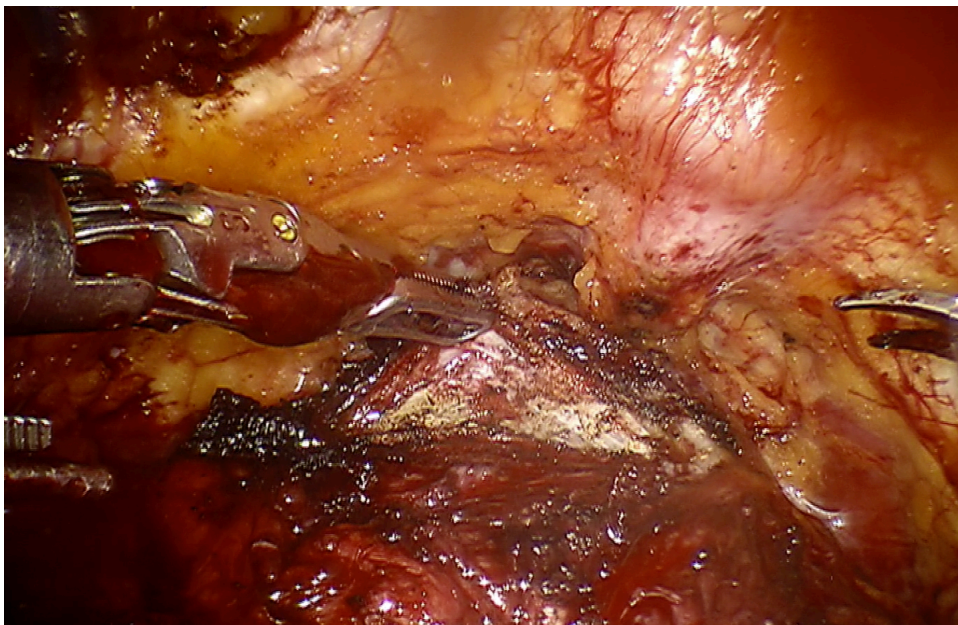
[Quelle: ©UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]

2. Der Übergang zwischen Prostata und Blase wurde identifiziert. (Abbildung 14)



**Abbildung 14: Identifikation des Übergangs zwischen Prostata und Harnblase**  
[Quelle: © UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]

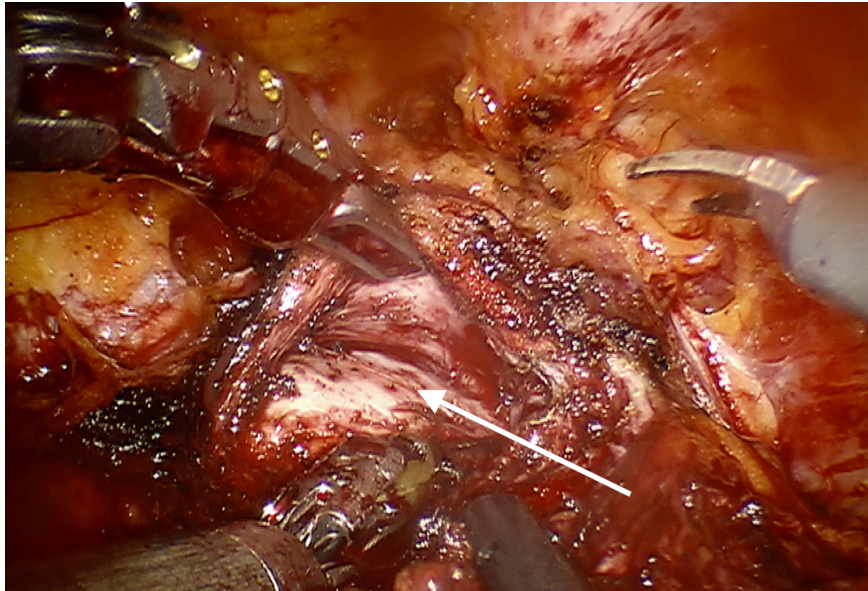
3. Die prostatistische Kapsel wurde durch eine 4-5 cm lange horizontale Inzision eröffnet. (Abbildung 15). Dadurch lies sich der Blasen Hals und das Harnblasendreieck samt Harnröhrenöffnung darstellen.



**Abbildung 15: Horizontal eröffnete Prostatakapsel**  
[Quelle: © UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]

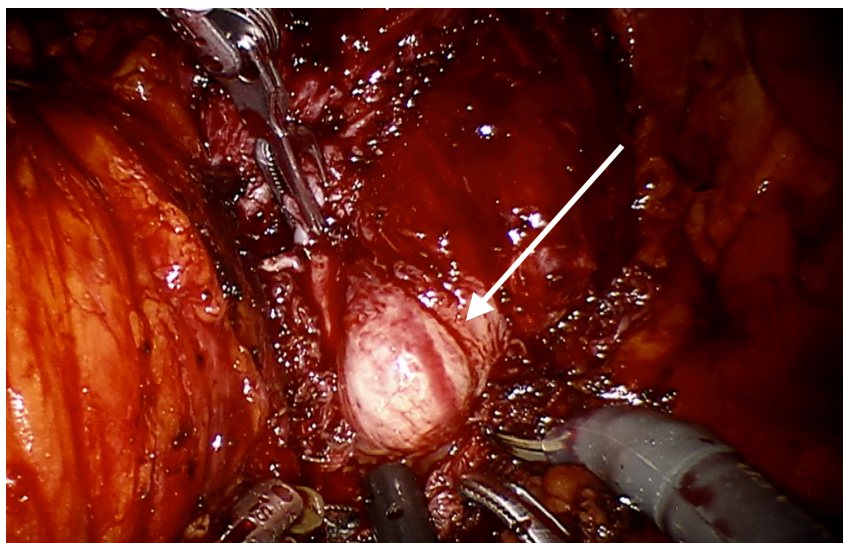


4. Die Schicht zwischen dem Prostataadenom und der Kapsel wurde aufgesucht. Das Adenom konnte infolgedessen durch zirkuläre Inzisionen von der Kapsel getrennt werden. Auftretende Blutungen wurden unmittelbar vor Ort koaguliert. (Abbildung 16)



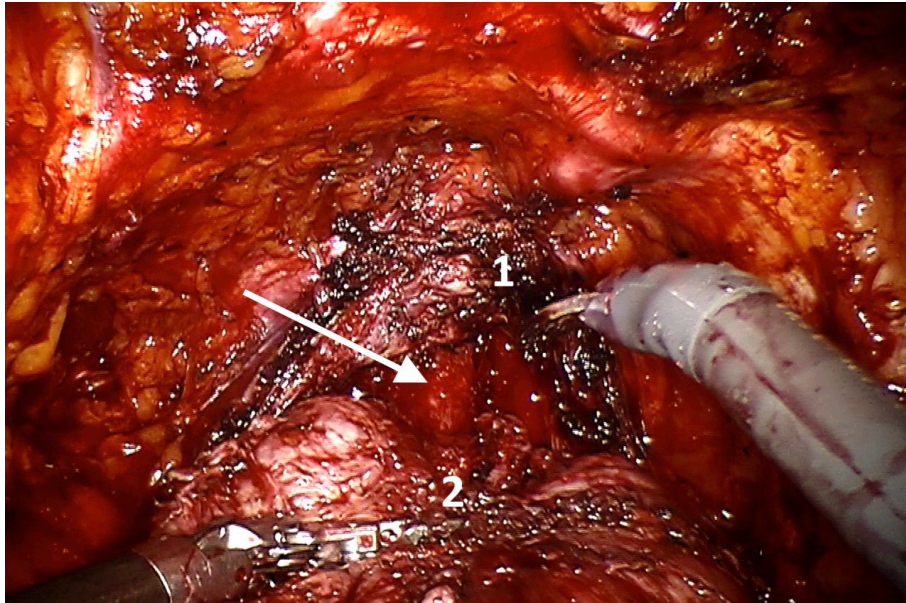
**Abbildung 16: Identifikation der Schicht zwischen Adenom und Prostata Kapsel**  
Der Pfeil zeigt auf das Adenom, welches nun aus der Kapsel geschält werden kann.  
[Quelle: © UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]

5. Das Mittellappenadenom wurde vorsichtig und unter Schonung beider Harnleitermündungen und des Sphinkterapparats vollständig frei präpariert, nach kranial abgesetzt, in einen Bergebeutel abgelegt und anschließend unter Sicht entfernt. (Abbildung 17, 18)



**Abbildung 17: Mittellappenadenom**  
[Quelle: © UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]



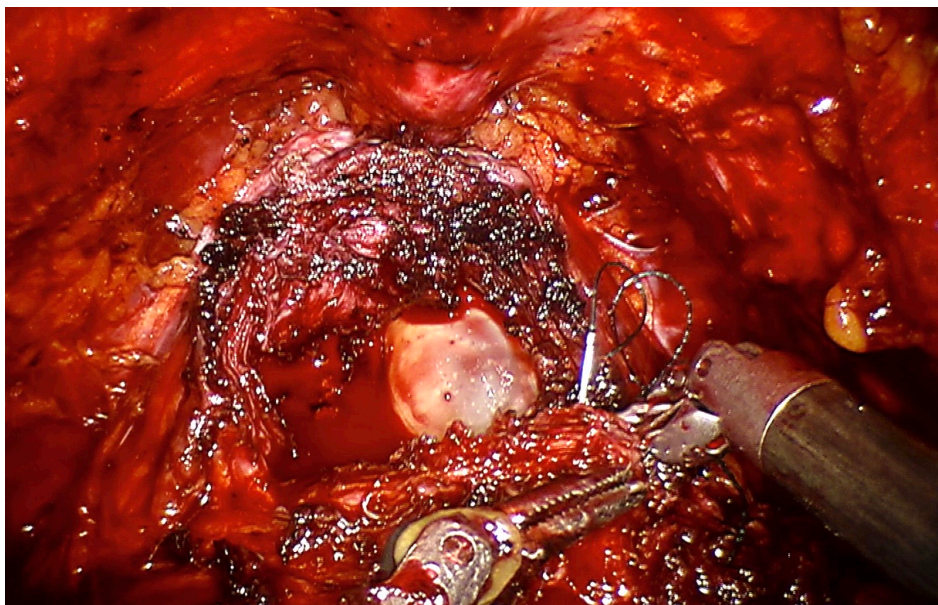


**Abbildung 18: Apex Prostatae und Harnröhre**

1: Prostatakapsel, 2: Apex Prostatae, der Pfeil zeigt auf die Harnröhre

[Quelle: UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]

6. Der bereits liegende transurethrale Katheter wurde durch einen Spülkatheter ausgetauscht. Die Blockung des Spülkatheters wurde in der Prostataloge soweit individuell aufgefüllt, dass sie der Prostatakapsel von innen anlag. Die Prostatakapsel wurde dann fortlaufend mit einem V-Lock Faden der Stärke 3x0 verschlossen. (Abbildung 19)



**Abbildung 19: Verschluss der Prostatakapsel**

Die Kapsel wird mit einem V-Lock 3x0 Faden zugenäht. In der Kapsel ist die Blockung des Spülkatheters sichtbar. [Quelle: © UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]

## 2.4.2 Offen chirurgische Prostataadenomenukleation nach Millin

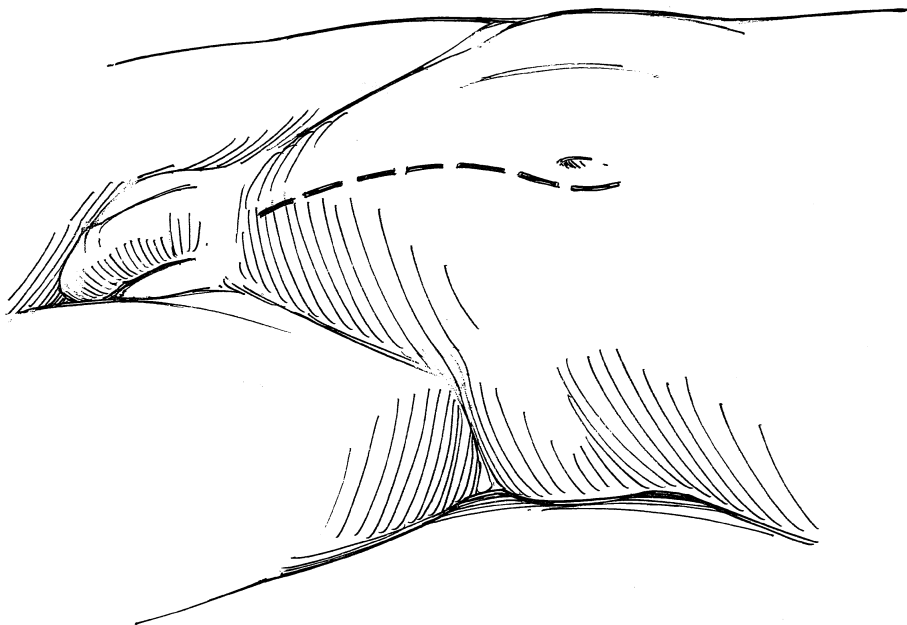
### 2.4.2.1 Patientenvorbereitung

Für die retropubische Prostataadenomenukleation nach Millin wurde der Patient in Rückenlage und in die tiefe Trendelenburg-Position gebracht. (Abbildung 12 a) Lagerungsschäden wurden auch hier prophylaktisch durch Auspolsterung oder eine Vakuummatratze vermieden. Es erfolgte die einmalige Infusion eines Antibiotikums, ein transurethraler Blasenkatheter wurde steril eingelegt und die Blase mit 30 ml Flüssigkeit aufgefüllt. Die Blockung des Katheters erleichterte die Identifikation des Blasenhalses.

### 2.4.2.2 Operationstechnik

Die Operation wurde in folgenden Schritten durchgeführt:

1. Das Abdomen wurde durch eine mediane Unterbauchlaparotomie (infraumbilikal bis unter das Niveau der Symphyse) eröffnet. (Abbildung 20)

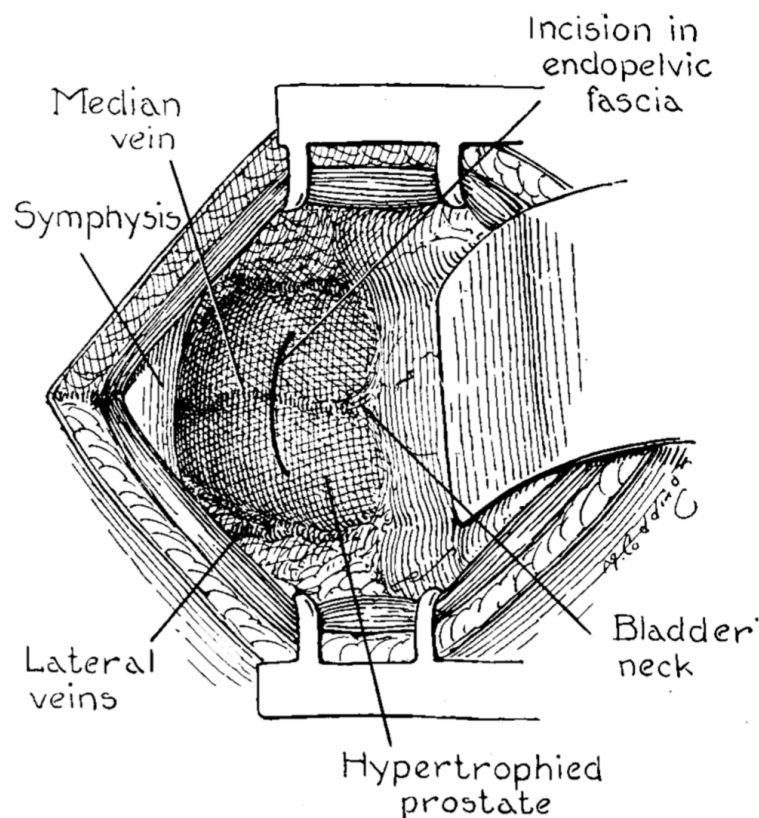


**Abbildung 20: Mediane Unterbauch Laparotomie**

*Der Schnitt erfolgt von infraumbilikal 10-12 cm unterhalb des Schambeins*

*[Quelle: Hinmans Atlas der urologischen Chirurgie, 2017 (33); mit Genehmigung des Elsevier Verlag]*

2. Um Einsicht in das Spatium retropubicum zu gewinnen wurde die Subkutis durchtrennt, die Rektusfaszie freipräpariert und durch eine Längsinzision konnten die beiden Rektusmuskeln lateral durch einen Wundrand-Retraktor zur Seite gedrängt werden. Das Peritoneum wurde nach kranial geschoben und die Harnblase durch einen Harnblasenretraktor nach kranial und posterior verlagert. (Abbildung 21)

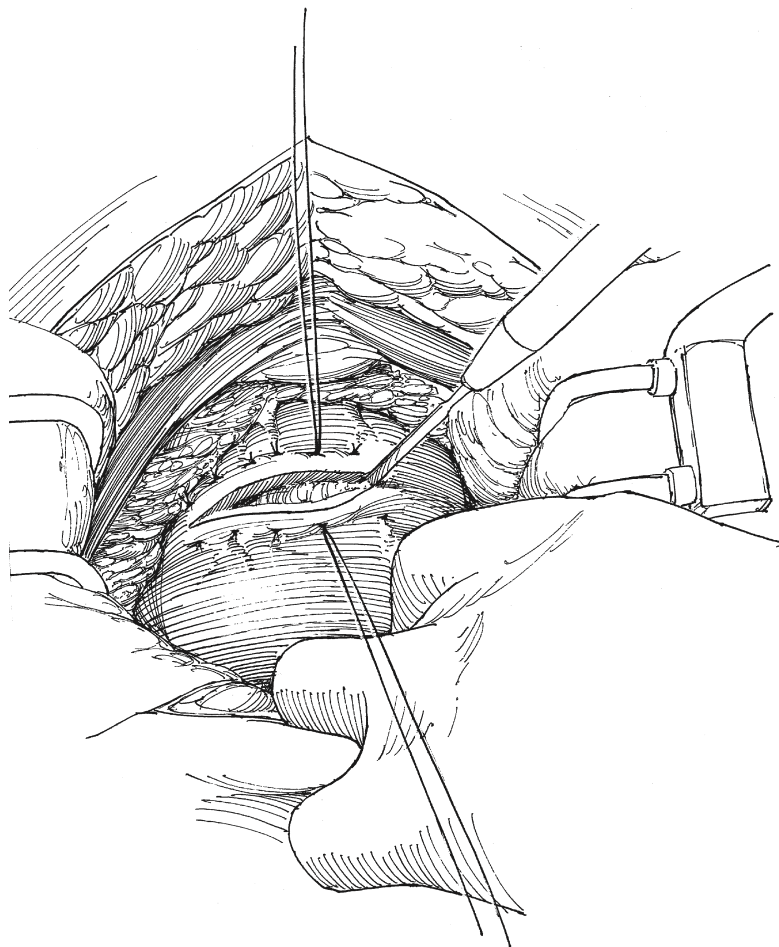


**Abbildung 21: Suprapubische Sicht auf das Spatium retropubicum**

Zusehen sind der retropubische Spaltraum, der Blasen Hals, die vergrößerte Prostata, die prostatistischen Venen und die transversale Inzision durch die endopelvine Faszie und die prostatistische Kapsel.

[Quelle: Austen et. al., 1948 (50); mit Genehmigung der Massachusetts Medical Society]

3. Die Prostata Vorderfläche wurde dargestellt und der Übergang zwischen Blase und Prostata identifiziert.
4. Es wurden kranial (in der Nähe des Blasen Hals) und kaudal (in der Nähe des Apex prostaticae) der geplanten Querinzision 6-8 geknüpfte Haltenähte tief in die Prostatakapsel mit Safil-Fäden der Stärke 0 vorgelegt. Diese Nähte dienten der Blutungskontrolle von oberflächlichen Prostatagefäßen. (Abbildung 22)



**Abbildung 22: Transversale Eröffnung der Prostata**

Zusehen sind vorgelegte Nähte zur Blutungskontrolle und die Eröffnung der Prostatakapsel durch eine transversale Inzision.

[Quelle: Hinmans Atlas der urologischen Chirurgie, 2017 (33); mit Genehmigung des Elsevier Verlag]

5. Die Prostatakapsel wurde dann durch eine transversale Inzision eröffnet.
6. Das Adenom wurde dann mit dem Zeigefinger und unter gleichzeitiger rektaler Kontrolle stumpf aus der Kapsel enukleiert. Verwachsungen wurden mit Hilfe einer chirurgischen Schere gelöst.
7. Die Prostataloge wurde anschließend für 15 min mit heißen Streifen austamponiert und komprimiert um eine effiziente Blutstillung zu gewährleisten.
8. Die Prostataloge wurde nach Entfernung der Tamponade inspiziert und etwaige Blutungen mittels Elektrokauter oder Nahtligatur versorgt.
9. Der transurethrale Katheter wurde durch einen Dauerspülkatheter ausgetauscht. Die Blockung wurde in der Prostataloge soweit individuell aufgefüllt, dass sie der Prostata-kapsel von innen anlag. Hiernach wurde die Prostatakapsel mit Vicryl 0x0 Nähten verschlossen.

### **2.4.3 Postoperativer Verlauf**

Zur Thromboseprophylaxe wurde allen Patienten niedermolekulares Heparin verabreicht. Die Spülung des intraoperativ eingelegten transurethralen Dauerkatheters verweilte solange bis der Urin klar und nicht mehr blutig war. Bei suffizienter Blutstillung wurde die Blockung des Katheters schrittweise im Intervall von 4-6 Tagen nach und nach aufgehoben, bis der Katheter schlussendlich entfernt werden konnte. Bei den Patienten die eine RAPAE erhalten haben wurde vor Entfernung des Katheters ein Zystogramm durchgeführt um mögliche Leckagen auszuschließen. Nach spontaner Miktion wurde eine Restharnbildung sonografisch ausgeschlossen und der Patient konnte entlassen werden.

## **2.5 Statistische Auswertung**

Die Analyse der prä- und postoperativen Parameter erfolgte retrospektiv durch einen Mann-Whitney-U Test für unabhängige Variablen mit Hilfe einer Statistiksoftware (GraphPad Prism 6, GraphPad Software, La Jolla, CA, USA). Der Mann-Whitney-U- Test ist ein nichtparametrisches Testverfahren und wird zur Auswertung von zwei-Gruppen-Experimenten unabhängiger und nicht normverteilter Stichproben eingesetzt. (51)

Alle angegebenen Parameter (Ausnahme: Transfusionspflichtige Anämie [in %]) sind als Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung dargestellt.

In dieser statistischen Auswertung wurde das Signifikanzniveau auf  $\alpha \leq 0,05$  festgelegt.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Anamnestische präoperative Parameter

Insgesamt wurden 78 Patienten mit diagnostizierter BPH, die in den Jahren 2011 bis 2017 am UKSH Kiel oder Prostatazentrum Nordwest Gronau operiert wurden, in die vorliegende Untersuchung mit einbezogen. 39 Patienten erhielten eine offene PAE nach Millin. Bei den anderen 39 Patienten wurde eine RAPAE durchgeführt.

Das Alter der Patienten lag zum Zeitpunkt der Operation in der RAPAE-Gruppe zwischen 49 und 84 Jahren, der Median bei 74 und der Mittelwert bei  $73 \pm 8,4$  Jahren. In der PAE-Gruppe waren die Patienten zwischen 62 und 87 Jahre alt, der Median betrug 73 Jahre und das mittlere Alter lag bei  $74 \pm 6,9$  Jahren. In der RAPAE-Gruppe betrug der Median der gemessenen Prostatavolumina  $118 \text{ cm}^3$  und das mittlere PV lag bei  $130,5 \pm 42,2 \text{ cm}^3$ . In der PAE-Gruppe lag der Median bei  $102 \text{ cm}^3$  und der Mittelwert des PV ergab  $113,5 \pm 28,7 \text{ cm}^3$ . Im RAPAE-Kollektiv lagen die gemessenen PSA-Werte zwischen 1,2 und 22,86 ng/ml. Der Median betrug 7,02 ng/ml und der mittlere PSA-Wert ergab  $7,7 \pm 5,2$  ng/ml. In der PAE-Gruppe wurden PSA-Werte im Bereich zwischen 0,28 und 58,6 ng/ml gemessen. Der Median lag bei 8,8 ng/ml und der durchschnittliche PSA-Wert lag bei  $10,7 \pm 10,0$  ng/ml.

Die meisten der 78 Patienten wurden der ASA-Klasse II zugeordnet. Die genaue Verteilung des Patientenkollektivs nach der ASA-Klassifikation ist aus der Tabelle 4 zu entnehmen.

ASA-Score	RAPAE (n=39)	PAE (n=39)
I	3	0
II	27	27
III	9	12
IV	0	0
V	0	0

**Tabelle 4: Patientenverteilung nach der ASA-Klassifikation**

Im Gruppenvergleich gab es zwischen den bereits angesprochenen präoperativ ermittelten anamnestischen Parameter keinen signifikanten Unterschied (Tabelle 5).

	RAPAE (n= 39)	PAE (n=39)	p-Wert
Patientenalter [Jahre]	73 ± 8,4	74 ± 6,9	0,5422
PSA-Wert [ng/ml]	7,7 ± 5,2	10,7 ± 10,0	0,1704
Prostatavolumen [cm <sup>3</sup> ]	130,5 ± 42,2	113,5 ± 28,7	0,077
ASA-Score	2,2 ± 0,5	2,3 ± 0,5	0,2635

***Tabelle 5: Anamnestische Parameter***



## 3.2 Postoperative Parameter

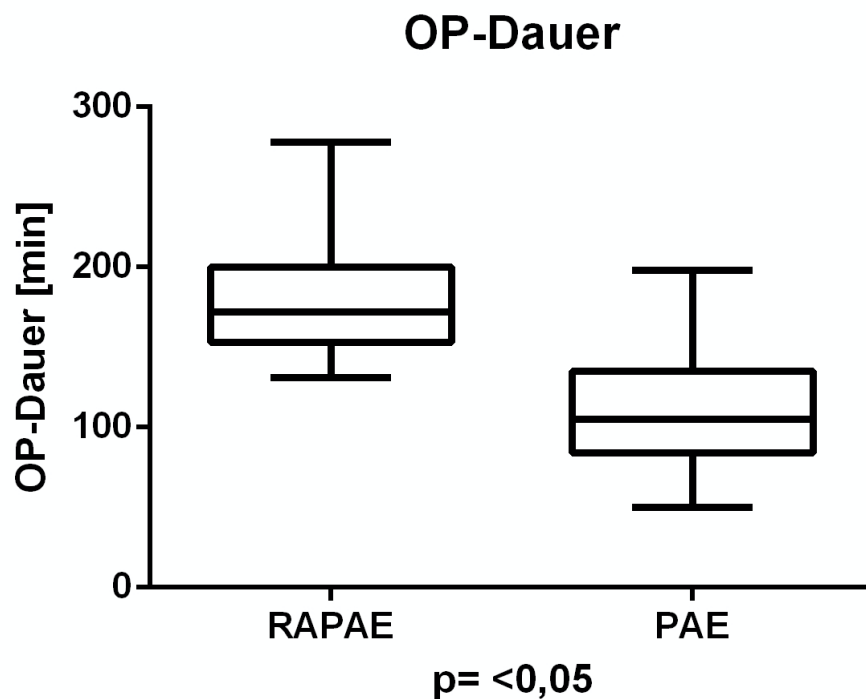
### 3.2.1 Operationsdauer

Als Operationsdauer wurde die Zeit zwischen dem ersten Schnitt und der letzten beendeten Naht gewertet. Die erfassten Zeiten der beiden Gruppen sind als Boxplot-Graphik dargestellt. (Boxplot 1)

Die RAPAE dauerte im Durchschnitt  $178 \pm 36$  Minuten. Die kürzeste RAPAE dauerte 111 Minuten, die längste 258 Minuten und der Median betrug 158 Minuten.

Die durchschnittliche Operationszeit der offenen PAE betrug  $110 \pm 35$  Minuten. Die kürzeste PAE dauerte 50 Minuten, die längste 198 Minuten und der Median lag bei 105 min.

Der Vergleich der mittleren Operationszeit zeigte sich statistisch signifikant ( $p = < 0,0001$ ).



**Boxplot 1: Operationsdauer im Vergleich**

### 3.2.2 Stationäre Aufenthaltsdauer

Zur stationären Aufenthaltsdauer wurden die Tage ab dem Operationstag bis zum Entlassungstag gezählt. Die Patienten verweilten im Durchschnitt nach der RAPAE  $8,7 \pm 3,8$  Tage und nach der offenen PAE  $10,6 \pm 5,9$  Tage in stationärer Obhut. Der Vergleich der Mittelwerte erwies sich als statistisch signifikant ( $p = 0,0224$ ).

### 3.2.3 Hämoglobinverlauf

Der präoperative Hb-Wert wurde mit dem Wert des 1. postoperativen Tages und mit dem niedrigsten Hb-Wert innerhalb der ersten 5 postoperativen Tagen verglichen. Die Auswertung der jeweiligen Differenzwerte beider Gruppen ist als Boxplot (Boxplot 2 und 3) dargestellt.

Die präoperativ erhobenen Hb-Werte der Patienten der RAPAE-Gruppe lagen zwischen 8,3 und 16,7 g/dl. Am 1. postoperativen Tag wurden in der RAPAE-Gruppe Hb-Werte von 8,8 bis 15 g/dl gemessen. Der Median lag bei 12,5 g/dl. Die Differenzwerte von prä- zu 1. postoperativem Hb-Wert wurden im Bereich von -0,9 bis 5 g/dl berechnet und der Median betrug 1,7 g/dl. Während der ersten 5 postoperativen Tage lagen die niedrigsten Werte im Bereich von 7,6 bis 14,7 g/dl und der Median betrug 12,2 g/dl. Die Differenzwerte prä- zu niedrigstem Hb-Wert der ersten 5 Tage lagen zwischen -0,5 und 8,3 g/dl, der Median der Differenzwerte betrug 2,1 g/dl.

In der PAE Gruppe wurden präoperativ Hb-Werte zwischen 10,1 und 16,2 g/dl erfasst. Am 1. postoperativen Tag lagen die Hb-Werte im Bereich von 6,1 und 13,1 g/dl. Die Differenzwerte von prä- zu 1. postoperativem Hb-Wert waren zwischen 1,4 und 8,8 g/dl und der Median lag bei 2,9 g/dl. Die niedrigsten gemessenen Hb-Werte innerhalb der ersten 5 postoperativen Tage lagen zwischen 4,8 und 13,1 g/dl und der Median lag bei 9,4 g/dl. Die Differenzwerte prä- zu niedrigstem Hb-Wert der ersten 5 Tage lagen zwischen 1,7 und 8,8 g/dl, der Median der Differenzwerte betrug 3,7 g/dl.

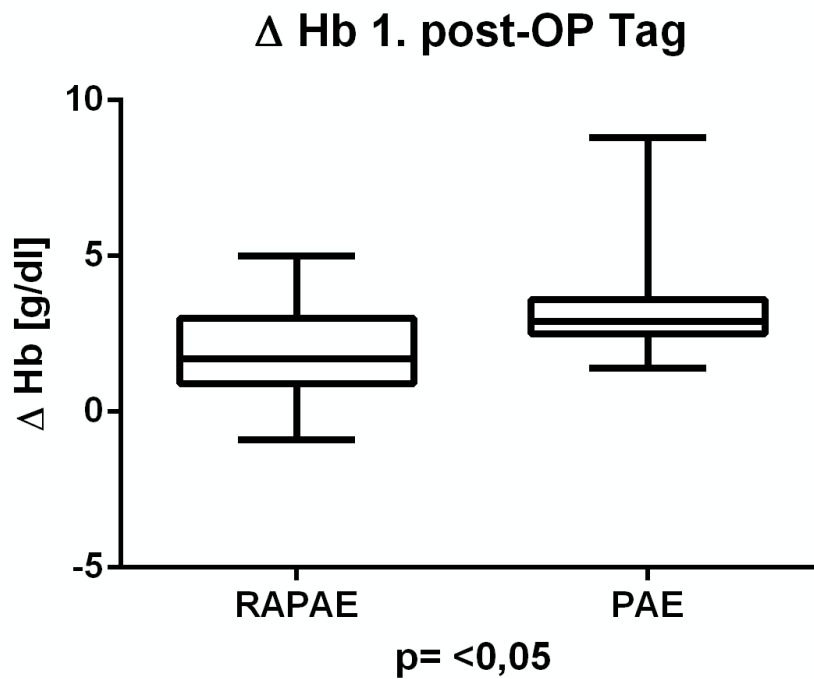
Der mittlere Differenzwert prä- zu 1. postoperativem Hb-Wert betrug in der RAPAE-Gruppe  $1,9 \pm 1,3$  g/dl und der PAE-Gruppe  $3,3 \pm 1,7$  g/dl

Der mittlere Differenzwert: prä- zu niedrigstem Hb-Wert der ersten 5 Tage ergab in der RAPAE-Gruppe  $2,4 \pm 1,6$  g/dl und in der PAE-Gruppe  $4,2 \pm 1,8$  g/dl.

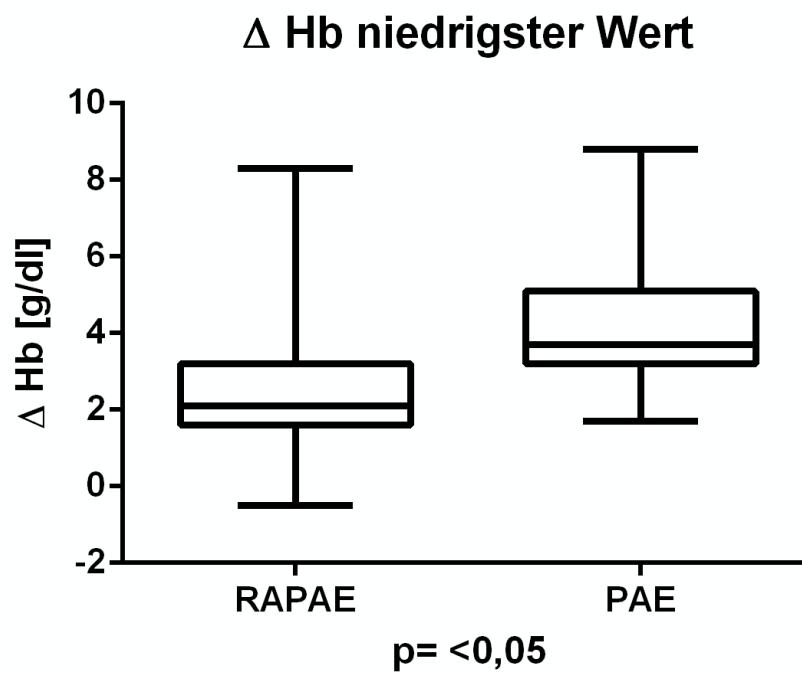
Der Gruppenvergleich der mittleren Differenzwerte des Hämoglobinverlaufs erwies sich als statistisch signifikant ( $p = <0,0001$ ). (Tabelle 6)

	RAPAE (n= 39)	PAE (n=39)	p-Wert
$\Delta$ präoperativer Hb-Wert zu Hb- Wert des 1. postoperativen Tags [g/dl]	$1,9 \pm 1,3$	$3,3 \pm 1,7$	$< 0,0001$
$\Delta$ präoperativer Hb-Wert zu niedrigstem Hb-Wert der ersten 5 postoperativen Tage [g/dl]	$2,4 \pm 1,6$	$4,2 \pm 1,8$	$< 0,0001$

**Tabelle 6: Vergleich prä- zu postoperativen HB-Werten**



**Boxplot 2: Differenzwerte: prä- zu 1. postoperativem Hb-Wert**



**Boxplot 3: Differenzwerte: Prä- zu niedrigstem postoperativem Hb-Wert**

### 3.2.4 Bluttransfusionsrate und Transfusionsmenge

Postoperativ musste bei einem Patienten (n=1/3%) der RAPAE-Gruppe (n=39/100%) Blutkonserven transfundiert werden. Diesem Patient mussten bereits vor dem Eingriff, aufgrund einer Prostatarandvenenblutung, eine Bluttransfusion verabreicht werden.

10 Patienten (n=10/26%) der offenen PAE-Gruppe (n=39/100%) erhielten nach ihrer Operation Blutkonserven.

Insgesamt mussten bei der RAPAE-Gruppe 4 Erythrozytenkonzentrate (EK) und bei der PAE-Gruppe 52 EK verabreicht werden. Umgerechnet entspricht dies einer Transfusionsmenge pro Patient von  $0,1 \pm 0,6$  in der RAPAE-Gruppe und von  $1,3 \pm 2,6$  in der PAE-Gruppe.

Im Gruppenvergleich erwiesen sich beide Parameter Transfusionsrate und die Anzahl der durchschnittlich verabreichten EK als statistisch signifikant. (Tabelle 7)

	RAPAE (n= 39)	PAE (n=39)	p-Wert
Transfusionsrate [%]	3	26	0,0141
Anzahl der EK pro Patient [n]	$0,1 \pm 0,6$	$1,3 \pm 2,6$	0,0063

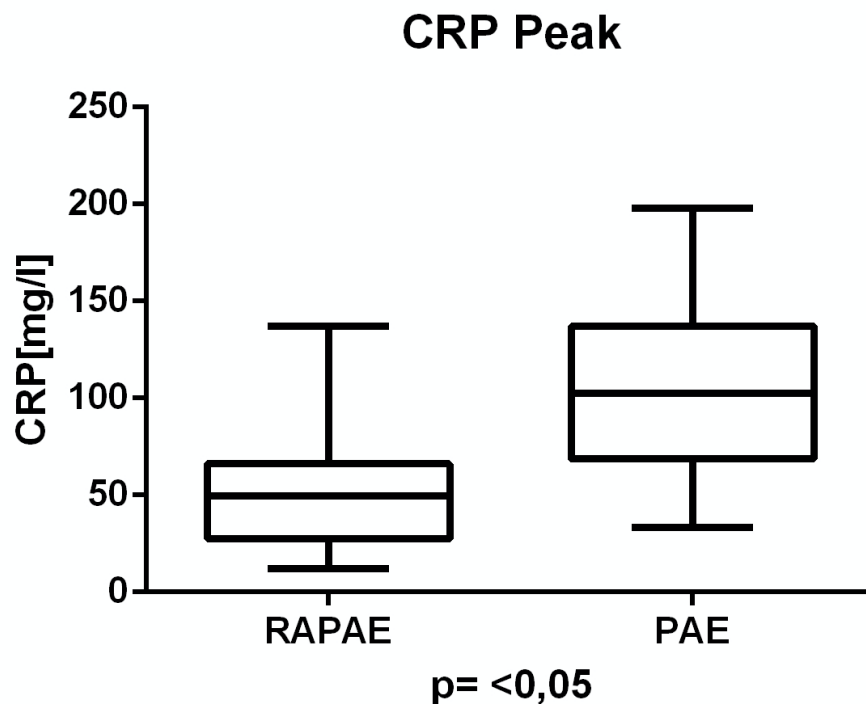
**Tabelle 7: Bluttransfusionsrate und Transfusionsmenge**

### 3.2.5 CRP-Verlauf

Im Rahmen der postoperativen Nachsorge wurde bei allen Patienten der CRP-Wert mehrmals überprüft. Zwischen den beiden Gruppen wurden die höchsten CRP-Werte die innerhalb der ersten fünf postoperativen Tage gemessen wurden miteinander verglichen. In der RAPAE-Gruppe lag der mittlere höchste CRP-Wert bei  $52,5 \pm 29,7$  mg/l und in der PAE-Gruppe bei  $104,6 \pm 46,0$  mg/l. Der Vergleich der mittleren CRP-Werte erwies sich als statistisch signifikant ( $p = <0,0001$ ). Der Datensatz der CRP-Werte beider Gruppen ist in dem nachstehenden Boxplot (Boxplot 4) veranschaulicht.

In der RAPAE-Gruppe betrug der niedrigste CRP-Wert 12 mg/l und der höchste 137 mg/l. Der Median lag bei 49,7 mg/l.

Der niedrigste gemessene CRP-Wert des PAE-Kollektivs lag bei 33,4 mg/l und der höchste bei 198,1 mg/l. Der Median betrug 102,45 mg/l.



**Boxplot 4: Spitze des postoperativen CRP-Werts im Vergleich**

### 3.2.6 Komplikationen

Insgesamt wurden in beiden Gruppen (n=78) 43 postoperative Komplikationen in die Studie miteinbezogen und nach der Clavien-Dindo-Klassifikation (Tabelle 3) eingeteilt. Es wurde die höchste nach Clavien-Dindo klassifizierte postoperative Komplikation die pro Patient bis zum Zeitpunkt der Entlassung aufgetreten ist gewertet. In Tabelle 9 sind die Art der verschiedenen Komplikationen der jeweiligen Clavien-Dindo Klasse zugeordnet. In der RAPAE-Gruppe (n=39) traten 10 und in der PAE-Gruppe (n=39) 33 postoperative Komplikationen auf.

Die mittlere Anzahl der Komplikationen pro Patient wurde in der Gruppe der RAPAE mit  $0,44 \pm 0,96$  und in der offen chirurgische PAE mit  $1,23 \pm 1,3$  berechnet. In der RAPAE Gruppe ereigneten sich statistisch signifikant ( $p=0,003$ ) weniger Komplikationen.

In der RAPAE Gruppe (n=39) war die Verteilung der Komplikationen wie folgt: Grad I (n=5), Grad II (n=2), Grad III-b (n=2), Grad IV-a (n=1). (Tabelle 8)

In der offenen PAE-Gruppe (n=39) wurden die Komplikationen wie folgt eingeteilt: Grad I (n=10), Grad II (n=14), Grad III-a (n=3), Grad III-b (n=4), Grad IV-a (n=2). (Tabelle 8)

In beiden Gruppen traten keine Komplikationen der Clavien-Dindo-Klasse IV-b und V auf.

Clavien-Dindo Grad		RAPAE (n=39)	PAE (n=39)
I		5	10
II		2	14
III	a	0	3
	b	2	4
IV	a	1	2
	b	0	0
V		0	0

**Tabelle 8: Verteilung der Komplikationen nach der Clavien-Dindo-Klassifikation**

Clavien-Dindo Grad		RAPAE (n=10)	PAE (n=33)
I		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harnverhaltung</li> <li>• Kapselinsuffizienz mit prolongierter Katheteranlage</li> <li>• Hypertensive Entgleisung</li> <li>• Durchgangssyndrom</li> <li>• Restharnbildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hypokaliämie mit Substitution</li> <li>• Hautreaktion der Hand</li> </ul>
II		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antibiotikagabe bei HWI</li> <li>• Transfusionspflichtige Anämie - EK-Gabe prä- und postoperativ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transfusionspflichtige Anämie - EK-Gabe postoperativ</li> <li>• Antibiotikagabe bei HWI</li> <li>• Wundheilungsstörung</li> <li>• Pneumonie</li> </ul>
III	a	–	• Sekundäre Wundnaht bei Infektion
	b	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intraoperative Ureterorenoskopie zur Harnleiterschienenbergung</li> <li>• Faszienverschluss bei Faszien dehiscenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faszienverschluss bei Faszien dehiscenz und Vakuumschwammanlage</li> <li>• Tamponadenausräumung mittels TUR</li> <li>• Hämatompunktion</li> </ul>
IV	a	• Apoplex	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensivmedizinische Überwachung bei Massenblutung und Herzkatheteruntersuchung</li> <li>• NSTEMI</li> </ul>
	b	–	–
V		–	–

**Tabelle 9: Art der Komplikationen nach Clavien-Dindo**

[HWI = Harnwegsinfekt, EK = Erythrozytenkonzentrat, TUR = Transurethrale Resektion, NSTEMI = Nicht ST-Hebungs-Myokardinfarkt]



### 3.2.7 Übersicht aller erfassten Parameter im Vergleich

Parameter	RAPAE (n= 39)	PAE (n=39)	p-Wert
Patientenalter [Jahren]	73 ± 8,4	74 ± 6,9	0,5422
PSA-Wert [ng/ml]	7,7 ± 5,2	10,7 ± 10,0	0,1704
Prostatavolumen [cm³]	130,5 ± 42,2	113,5 ± 28,7	0,077
ASA-Score	2,2 ± 0,5	2,3 ± 0,5	0,2635
Operationsdauer [min]	178 ± 36	110 ± 35	< 0,0001
Stationäre Aufenthaltsdauer [Tagen]	8,7 ± 3,8	10,6 ± 5,9	0,0224
Δ Hb-Wert prä- zu 1. post- operativem Tag [g/dl]	1,9 ± 1,3	3,3 ± 1,7	< 0,0001
Δ Hb-Wert prä- zu nied- rigstem postoperativem Hb-Wert der 1. 5 Tage [g/dl]	2,4 ± 1,6	4,2 ± 1,8	< 0,0001
Transfusionsrate [%]	3	26	0,0141
Anzahl der EK pro Patient [n]	0,1 ± 0,6	1,3 ± 2,6	0,0063
Höchster CRP-Wert der ersten 5 postoperativen Tage [mg/l]	52,5 ± 29,7	104,6 ± 46,0	< 0,0001
Clavien-Dindo- Klassifikation	0,44 ± 0,96	1,23 ± 1,3	0,003

**Tabelle 10: Übersicht aller analysierten Parameter im Gruppenvergleich**

## **4 Diskussion**

### **4.1 Patientenkollektiv**

Das für diese Studie gewählte Patientenkollektiv von insgesamt 78 Männern erwies sich hinsichtlich der, für die Operation relevanten, präoperativ erhobenen anamnestischen Parameter als homogen. Es konnten keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der mittleren Werte des Patientenalters (73 Jahre vs. 74 Jahre;  $p=0,54$ ), des PV ( $130,5\text{cm}^3$  vs.  $113\text{cm}^3$ ;  $p=0,07$ ), des PSA-Werts ( $7,7\text{ng/ml}$  vs  $10,7\text{ng/ml}$ ;  $p=0,17$ ) und des ASA-Score (2,2 vs. 2,3;  $p=0,26$ ) zwischen den beiden Patientengruppen festgestellt werden.

#### **4.1.1 ASA-Klassifikation**

Die "American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification" teilt Patienten anhand der Schwere ihrer allgemeinen Erkrankungen (z.B. Herzinsuffizienz, Lungenerkrankungen) in 5 Gruppen ein um deren physischen Zustand zu bewerten. Die ASA-Klassifikation dient als Attribut zur prognostischen Einschätzung der perioperativen Morbidität und Letalität. (52) Für diese Studie ist aber nur relevant, dass sich der mittlere Wert der ASA-Klassifikationen der Patienten sowohl in der RAPAE Gruppe als auch in der offenen PAE (2,2 vs. 2,3;  $p=0,26$ ) nicht signifikant unterschieden hat. Daraus lässt sich schließen, dass für alle 78 Patienten ein ähnliches Operationsrisiko hinsichtlich ihres physischen Allgemeinzustandes bestand und dass es somit keinen Einflussfaktor für die Gruppenanalyse der perioperativen Morbidität gab.

### **4.2 Datensammlung**

In dieser Studie wurden die Daten von 78 Patienten aus zwei sehr erfahrenen Zentren (UKSH – Campus Kiel, Klinik für Urologie und Kinderurologie und Prostatazentrum Nordwest, St. Antonius Hospital Gronau GmbH) für roboterassistierte Chirurgie retrospektiv ausgewertet. Durch das multizentrische Setting konnte das Risiko bezüglich systemischer Fehler in puncto Operationstechnik und perioperativem Management auf ein Minimum reduziert werden.

### 4.3 Operationstechnik Operationsdauer

Es wurden die postoperativen Komplikationen zwischen roboterassistierter und offener PAE mit einander verglichen. Beide Operationstechniken wurden nach der extravesikalen Technik nach Millin mit transversaler Eröffnung der prostatistischen Kapsel durchgeführt. (24) Das intraoperative Vorgehen, mit Ausnahme des Zugangswegs, beider Operationstechniken ist ähnlich, wodurch sich die beiden Techniken gut miteinander Vergleichen lassen.

Einer der meist kritisiertesten Aspekte der roboterassistierten Chirurgie ist die Operationszeit. (10) In der vorliegenden Studie dauerte die RAPAE im Durchschnitt  $178 \pm 36$  Minuten wohingegen der Mittelwert der offene PAE nur  $110 \pm 35$  Minuten betrug. Die signifikant längere Operationszeit ( $p = <0,0001$ ) der roboterassistierten Operationstechnik, kam aufgrund des größeren intraoperativen Aufwands (Trokarplatzierung, Andocken und Abbau des Robotersystems) zustande und ist den Ergebnissen anderer Autoren gleichzusetzten. (4,6,8,9) In Tabelle 11 sind die Operationszeiten anderer Studien aufgelistet.

Studie	OP-Technik	Patientenanzahl [n]	Operationszeit [min]
Diese Studie	RAPAE	39	$178 \pm 36$
Sorokin et. al, 2017 (9)	RAPAE	59	$161,4 \pm 31,3$
Autorino et al., 2015 (4)	RAPAE	487	154,5 (100-80)
Pokorny et al., 2015 (6)	RAPAE	68	97 (80–127)
Hoy et al., 2015 (8)	RAPAE	4	$161,3 \pm 30,1$
Diese Studie	Offene PAE	39	$110 \pm 35$
Sorokin et. al, 2017 (9)	Offene PAE	59	$93,0 \pm 18,0$
Hoy et al., 2015 (8)	Offene PAE	28	$79 \pm 27,4$

**Tabelle 11: Operationszeiten mit anderen Studien im Vergleich**

Die Operationszeit ist entweder als Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung oder als Median (Interquartilsabstand) angegeben.

#### **4.4 Stationäre Aufenthaltsdauer**

Wie bereits aus anderen Publikationen bekannt, zeigt auch die vorliegende Arbeit, dass die Patienten nach vollzogener RAPAE signifikant kürzer im Krankenhaus verweilten. (4,6–9,40)

Die längere stationäre Verweildauer nach der offenen PAE ist mit der höheren Invasivität der Operationstechnik, der höheren Komplikationsrate und dem höheren Blutungsrisiko vergesellschaftet. Die RAPAE weist eine geringere postoperative Morbidität auf, wodurch die Patienten eine kürzere Rekonvaleszenzzeit benötigen und frühzeitiger entlassungsfähig waren.

Ein Vergleich der stationären Aufenthaltsdauer mit anderen Studien gestaltet sich jedoch als schwierig, da sich die Gesundheitssysteme, die Standardliegezeiten und das postoperative Management in verschiedenen Krankenanstalten und Ländern maßgeblich voneinander unterscheiden.

#### **4.5 Hämoglobinverlauf und Transfusionsrate**

In dieser Studie wurde der Blutverlust anhand des Hb-Verlaufs der Patienten gemessen. Es wurde der präoperative Hb-Wert mit dem Hb-Wert des 1. postoperativen Tages und mit dem niedrigsten Hb-Wert der ersten 5 postoperativen Tage verglichen. Beide Vergleiche zeigten, dass die Patienten nach vollzogener RAPAE einen signifikant ( $p = <0,0001$ ) niedrigeren Blutverlust bzw. postoperativen Hb-Abfall hatten, als jene die sich der offenen PAE unterzogen haben. Dies wird durch die signifikant niedrigeren Transfusionsrate der RAPAE-Gruppe (3% vs. 26%;  $p = 0,0141$ ) und Transfusionsmenge ( $0,1 \pm 0,6$  vs.  $1,3 \pm 2,6$ ;  $p = 0,0063$ ) untermauert. Hervorzuheben ist, dass nur ein Patient der RAPAE-Gruppe die Gabe eines EK benötigte und dass dieser bereits vor der Operation eine transfusionspflichtige Anämie aufgrund einer Prostatarandvenenblutung entwickelt hatte.

Der deutliche Unterschied des Hb-Abfalls der beiden Gruppen ist besonders zu unterstreichen, da der transfusionsbedingte Hb-Anstieg nicht aus den Berechnungen herausgefiltert wurde.

Plausible Gründe für den geringeren Blutverlust des RAPAE-Kollektivs sind die bessere lokale intraoperative Blutungskontrolle und die CO<sub>2</sub>-Insufflation. Das Blutungsrisiko wird vermutlich durch das dynamische Zusammenspiel aus der kontrollierten, schrittweisen unter Sicht durchgeführten Mobilisation des Adenoms und der gleichzeitigen Koagulation der Kapselgefäße gemindert. Durch die Insufflation von CO<sub>2</sub>-Gas in das Abdomen erhöht sich der intraabdominellen Druck, welcher zur direkten Komprimierung der Blutgefäße führt und dadurch den Blutfluss der in Bauchhöhle lokalisierten Organe signifikant reduziert. (53)

Andere Autoren beschrieben bereits den geringeren intraoperativen Blutverlust und die geringere Transfusionsrate der RAPAE. (4,6–9). Der Vergleich zwischen der offenen und laparoskopischen PAE erbrachte keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Blutkonservengabe. (5) Jedoch konnten ein signifikant geringer Blutverlust der RAPAE im Vergleich zur laparoskopischen PAE festgestellt werden. (4)

In zuvor publizierten retrospektiven Studien wurde der Blutverlust durch subjektive Schätzungen des/der Operateurs/-in oder durch die erfassten intraoperativen Saugvolumina bestimmt. (4,6–9) Beide Parameter eignen sich jedoch mutmaßlich nicht um den exakten Blutverlust erheben zu können. Zum einen da eine Schätzung trotz großer Erfahrung des/der Chirurgen/-in schlussendlich nur eine vage Beurteilung ist. Und zum anderen weil die Saugvolumina welche im Zuge einer Operation abgesaugt werden nicht nur Blut, sondern auch andere Flüssigkeiten wie z.B. Spülungen, Urin und Transsudate enthalten. Außerdem ist zu beachten, dass eine nicht unerhebliche Menge des Bluts durch Kompressen und Bauchtücher, vor allem während der offenen PAE, aufgesogen wird. Die intraoperative Absonderung von Urin und Transsudaten ist auch vom Flüssigkeitszustand des Patienten abhängig. Darüberhinaus kann es angesichts der Beckenhoch- und Kopftieflagerung der Patienten und dem Einfluss der Schwerkrafteinwirkung zu Flüssigkeitsansammlungen an schwer erreichbaren Stellen wie z.B. dem subphrenischen Bereich kommen, welche während der RAPAE, technikbedingt (Trokarnplatzierung) nicht abgesaugt werden können.

In Anbetracht der bereits oben geschilderten Umstände, ist der Hb-Abfall allem Anschein nach ein besser geeigneter Parameter um den Blutverlust der Patienten beider Gruppen festzustellen und zu vergleichen, obwohl dieser Wert keine Auskunft über die tatsächliche Menge des verlorenen Bluts gibt.

Anzumerken ist, dass aus chirurgischer und anästhesiologischer Sichtweise die intravenöse Flüssigkeitsgabe während der RAPAE und der offenen PAE auf ein Minimum (< 2000 ml) beschränkt werden sollte. Das restriktive intraoperative Flüssigkeitsmanagement ist von Vorteil, da eine erhöhte Urinproduktion das Operationsfeld verdecken könnte und um die Bildung von fazialen, laryngealen und pharyngealen Ödemen, die durch die längere Lagerung in der Trendelenburgposition entstehen können, zu verhindern. Der Flüssigkeitshaushalt sollte jedoch nach dem Kapselverschluss ausbalanciert werden um eine postoperative Oligurie zu vermeiden. (53,54)

#### **4.6 CRP-Verlauf und Invasivität**

Das C-reaktive Protein (CRP) ist ein akut Phase Protein und wird nicht nur als Marker für Infektionen, sondern auch für Gewebeverletzungen angesehen. Schon 4-6 Stunden nach dem Gewebetrauma können erhöhte CRP-Konzentrationen gemessen werden, welche sogar nach 24-72 Stunden um das hundertfache steigen können. (55) Der CRP-Anstieg kann demzufolge als Surrogatparameter zur Quantifizierung der Gewebeschädigung bzw. der Invasivität chirurgischer Verfahren herangezogen werden. (56)

Einige Studien konnten einen geringere Serumspiegelanstieg des CRP und anderer akut Phase Proteine und folglich auch weniger metabolischen Stress nach laparoskopischen, im Vergleich zu offenen chirurgischen Eingriffen feststellen. (57–60) Dies wird in der Literatur jedoch kontrovers diskutiert, da auch einige Autoren über keine statistischen Unterschiede hinsichtlich der Entzündungs- und Stressreaktionsmarker im Gruppenvergleich berichten. (61) Die Mehrheit der Studien bestärkt jedoch die Aussage, dass die minimalinvasiven Verfahren, verglichen mit offenen Operationen, eine geringere postoperative systemische Immunantwort auslösen. (61)

Tanaka et al. stellen die Hypothese auf, dass der postoperative CRP-Verlauf nach stattgefundener laparoskopischen Gastrektomie ein nützlicher Prädiktor für das Auftreten von postoperative Komplikationen sein könnte. (62)

In der vorliegenden Studie wurde nachgewiesen, dass der postoperative CRP-Wert in der RAPAE-Gruppe, im Vergleich zur offenen PAE-Gruppe, signifikant weniger anstieg ( $52,5 \pm 29,7$  vs.  $104,6 \pm 46,0$ ;  $p = <0,0001$ ).

Da nur kleine Inzisionen für den Zugangsweg der RAPAE nötig sind, der postoperative Hb-Abfall und die Transfusionsrate signifikant erniedrigt waren, signifikant weniger Komplikationen in der RAPAE-Gruppe auftraten und die stationäre Liegezeit im Gegensatz zur offenen PAE deutlich kürzer war, können diese Ergebnisse im Zusammenhang betrachtet als Zeichen einer geringeren Invasivität der RAPAE angesehen werden.

In der Literatur gab es bislang, mit Ausnahme der vorliegenden Arbeit, noch keine Vergleiche des CRP-Verlaufs oder anderer akut Phase Proteine zwischen RAPAE und offener PAE. Martinschek et al. kamen aber zu dem Ergebnis, dass die roboterassistierte RPE im Vergleich zur offenen RPE weniger invasiv ist und sich humorale akut Phase Proteine als Marker zur objektiven Analyse der Invasivität einer Operation eignen und dass sich die CRP-Spiegel am deutlichsten nach 48 Stunden von einander unterscheiden. (60)

#### **4.7 Komplikationen nach der Clavien-Dindo-Klassifikation**

Diese Studie kommt zu dem Ergebnis, dass die RAPAE im Gegensatz zur offenen PAE eine statistisch signifikant niedrigere Komplikationsrate aufweist ( $0,44 \pm 0,96$  vs.  $1,23 \pm 1,3$ ;  $p = 0,003$ ). Die meisten aufgetretenen Komplikationen beider Gruppen wurden hauptsächlich den Graden I und II zugeordnet. In der PAE-Gruppe traten jedoch mehr Grad II und Grad III Komplikationen im Gegensatz zur RAPAE-Gruppe auf.

Blutkonservengaben wurden nach der Clavien-Dindo-Klassifikation dem Grad II zugeordnet. Postoperative Blutungen, im Sinne einer transurethralen Tamponadenausräumung, waren dem Grad III zugehörig. Das erhöhte Vorkommen von Grad II und Grad III Komplikationen, als auch die Grad IV-a Komplikation (Massenblutung mit Anstieg der Herzenzyme mit nachfolgender perkutaner Koronarangiographie bei Verdacht auf einen NSTEMI), ist mit dem erhöhten intra- und postoperativem Blutverlust der offenen PAE erklärbar. Diese Aussage wird durch die statistisch signifikant erhöhte Transfusionsrate (3% vs. 26%;  $p = 0,0141$ ) und

Transfusionsmenge ( $0,1 \pm 0,6$  vs.  $1,3 \pm 2,6$ ;  $p=0,0063$ ), als auch dem signifikant erhöhtem postoperativen Hb-Abfall der PAE-Gruppe bestärkt.

Die Studie von Sorokin et al. beobachtete zwar eine geringere Komplikationsrate der RAPAE-Gruppe (19%) vs. offene PAE (27%), jedoch erwies sich dieser Unterschied nicht als statistisch signifikant. (9) Insgesamt wurden die meisten Komplikationen nach beiden Verfahren, wie auch in der vorliegenden Studie, dem Grad I und Grad II der Clavien-Dindo-Klassifikation zugeordnet.

Stolzenburg et al. verglichen in ihrer Studie, die 2016 publiziert wurde, die Mortalitätsrate, die Transfusionsrate, die Reinterventionsrate und die Komplikationsrate anhand der Daten von 20.056 Patienten die sich zwischen 2010 und 2012 einer offenen, laparoskopischen oder roboterassistierten RPE unterzogen haben. Die Studie konnte durch multiple Regressionsanalysen nachweisen, dass die laparoskopische als auch die roboterassistierte RPE eine signifikant geringere Gesamtkomplikationsrate im Vergleich zur offenen RPE aufweist (offene RPE: 23.49%, laparoskopische RPE: 13,39%, roboterassistierte RPE: 11,96%). (63)

#### **4.8 Limitationen dieser Studie**

Die Datenerhebung der vorangestellten Studie erfolgte retrospektiv, daher müssen einige Nachteile berücksichtigt werden. Da bei dieser Studienform Daten der Vergangenheit evaluiert wurden, musste man sich auf die Vollständigkeit und Richtigkeit der dokumentierten Befunde und Krankenakten verlassen. Unvollständige oder fehlende Dokumentationen konnten im Nachhinein kaum bis gar nicht korrigiert werden. Im Vergleich zu randomisierten kontrollierten Studien wird das Patientenkollektiv nicht nach dem Zufallsprinzip ausgewählt. Dadurch können Stichprobenverzerrung und Selektionsbias nicht ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse von retrospektiven Studien können Hinweise auf Kausalzusammenhänge liefern und Hypothesen aufstellen, aber diese nicht belegbar beweisen. (64)

In dieser Studie wurde das Hauptaugenmerk auf die postoperativen Komplikationen der RAPAE und der offenen PAE gelegt. Die funktionellen Daten wurden hierbei außer Acht gelassen, da die Dokumentation der Befunde unzureichend vorlag. In der Literatur wird das



funktionelle postoperativen Outcome der RAPAE und der offene PAE als vergleichbar beschrieben. (4,8,9) Sorokin et al. konnten keinen signifikanten Unterschied zwischen RAPAE und offener PAE bezüglich der funktionellen Ergebnisse feststellen. (9) Die bisherigen in der Literatur beschriebenen funktionellen Ergebnisse beruhen auf retrospektiven Analysen und sollten zukünftig prospektiv evaluiert werden.

## **4.9 Schlussfolgerung**

Die Analysen der vorliegenden Studie demonstrieren, dass die RAPAE eine sichere operative minimalinvasive Behandlungsform der BPH bei großen Prostatavolumina  $> 80 \text{ cm}^3$  darstellt. Die Robotertechnologie ist der konventionell offen chirurgischen Technik hinsichtlich des Blutverlusts und den damit verbundenen Blutungskomplikationen überlegen. Trotz des größeren intraoperativen Aufwands und der dadurch verlängerten Operationszeit bietet die RAPAE den Vorteil, dass das intraoperative Trauma geringer ist, weniger postoperative Komplikationen auftreten und die Patienten früher entlassen werden können. Die Daten der vorliegenden Arbeit wurden retrospektiv erhoben und sollten durch prospektive Studien abgesichert werden.

## 5 Zusammenfassung

**Vorwort:** Die roboterassistierte Prostataadenomenukleation (RAPAE) ist ein neues minimal-invasives Verfahren zur operativen Behandlung der symptomatischen, therapierefraktären benignen Prostatahyperplasie bei großen Prostatavolumina  $> 80 \text{ cm}^3$ . In der vorliegenden Arbeit wurden die postoperativen Komplikationen nach der RAPAE und der offenen Prostataadenomenukleation (PAE) retrospektiv erhoben und analysiert.

**Methode:** Insgesamt wurden 78 Patienten, wovon jeweils die Hälfte eine RAPAE und eine offene PAE erhielten, die im UKSH Kiel oder Prostatazentrum Nordwest Gronau operiert wurden, in die vorliegende Untersuchung mit einbezogen. Die postoperative Morbidität wurde an Hand folgender Parameter statistisch ausgewertet: Alter, PSA-Wert, Prostatavolumen, ASA-Score, Krankenhausaufenthaltsdauer, OP-Dauer, postoperativer Hb-Wert Abfall, postoperativer CRP-Anstieg, Transfusionsrate und Transfusionsmenge.

**Ergebnisse:** Das gewählte Patientenkollektiv erwies sich im Vergleich RAPAE vs. offener PAE im Bezug auf die präoperativ erhobenen anamnestischen Parameter (Alter, PSA-Wert, Prostatavolumen und ASA-Score) als homogen. Die RAPAE-Gruppe zeigte zwar eine statistisch signifikant erhöhte OP-Dauer ( $178 \pm 36 \text{ min}$  vs.  $110 \pm 35 \text{ min.}$ ;  $p < 0,0001$ ), jedoch einen statistisch signifikant geringeren Hämoglobin-Abfall am ersten postoperativen Tag ( $1,9 \pm 1,3 \text{ g/dl}$  vs.  $3,3 \pm 1,7 \text{ g/dl}$ ;  $p < 0,0001$ ) und innerhalb der ersten 5 postoperativen Tage ( $2,4 \pm 1,6 \text{ g/dl}$  vs.  $4,2 \pm 1,8 \text{ g/dl}$ ;  $p < 0,0001$ ), eine signifikant niedrigere Transfusionsrate (3% vs. 26%;  $p = 0,0141$ ) und Bluttransfusionsmenge pro Patient ( $0,1 \pm 0,6$  vs.  $1,3 \pm 2,6$ ;  $p = 0,0063$ ), eine signifikant geringere postoperative Komplikationsrate ( $0,44 \pm 0,96$  vs.  $1,23 \pm 1,3$ ;  $p = 0,003$ ) und einen signifikant niedrigeren postoperativen Anstieg der CRP-Werte innerhalb der ersten fünf postoperativen Tage ( $52 \pm 29,7 \text{ mg/l}$  vs.  $104 \pm 46,0 \text{ mg/l}$ ;  $p < 0,0001$ ). Die Patienten der RAPAE-Gruppe konnten demzufolge auch statistisch signifikant früher aus dem Krankenhaus entlassen werden ( $8,7 \pm 3,8 \text{ Tage}$  vs.  $10,6 \pm 5,9 \text{ Tage}$ ;  $p < 0,0224$ ).

**Fazit:** Die RAPAE ist ein sicheres minimalinvasives Operationsverfahren, welches im Vergleich zur offenen PAE signifikant weniger Komplikationen nach sich zieht. In der PAE-Gruppe traten häufiger blutungsassoziierte postoperative Komplikationen auf. Dies hatte eine verlängerte Liegezeit und einen deutlich erhöhten Transfusionsbedarf zur Folge.

## Literaturverzeichnis

1. Berry, S.J., Coffey, D.S., Walsh, P.C., Ewing, L. L. (1984): The development of human benign prostatic hyperplasia with age. *J Urol.* 1984;132(3):474–9
2. Foster, H. E., Dahm, P., Kohler, T. S., Lerner, L. B., Parsons, J. K., Wilt, T. J., McVary, K.T. (2019): Surgical Management of Lower Urinary Tract Symptoms Attributed to Benign Prostatic Hyperplasia: AUA Guideline Amendment 2019. *J Urol.* 2019;202(3):592–8
3. Chang, S.L., Kibel, A.S., Brooks, J.D., Chung, B. I. (2015): The impact of robotic surgery on the surgical management of prostate cancer in the USA. *BJU Int.* 2015;115(6):929–36
4. Autorino, R., Zargar, H., Mariano, M.B., Sanchez-Salas, R., Sotelo, R.J., Chlosta P.L., Castillo, O., Matei, D.V., Celia, A., Koc, G., Vora, A., Aron, M., Parsons, J. K., Pini, G., Jensen, J. C., Sutherland, D., Cathelineau, X., Nuñez Bragayrac, L.A., Varkarakis I.M., Amparore, D., Ferro, M., Gallo, G., Volpe, A., Vuruskan, H., Bandi, G., Hwang, J., Nething, J., Muruve, N., Chopra, S., Patel, N.D., Derweesh, I., Champ Weeks, D., Spier, R., Kowalczyk, K., Lynch, J., Harbin, A., Verghese, M., Samavedi, S., Molina, W. R., Dias, E., Ahallal, Y., Laydner, H., Cherullo, E., De Cobelli, O., Thiel, D.D., Lagerkvist, M., Haber, G. P., Kaouk, J., Kim, F. J., Lima, E., Patel, V., White, W., Mottrie, A., Porpiglia, F. (2015): Perioperative Outcomes of Robotic and Laparoscopic Simple Prostatectomy: A European–American Multi-institutional Analysis. *Eur Urol.* 2015/07;68(1):86–94
5. Lucca, I., Shariat, S.F., Hofbauer, S.L., Klatte, T. (2015): Outcomes of minimally invasive simple prostatectomy for benign prostatic hyperplasia: a systematic review and meta-analysis. *World J Urol.* 2015;33(4):563–70
6. Pokorný, M., Novara, G., Geurts, N., Dovey, Z., De Groote, R., Ploumidis, A., Schatteman, P., de Naeyer, G., Mottrie, A. (2015): Robot-assisted Simple Prostatectomy for Treatment of Lower Urinary Tract Symptoms Secondary to Benign Prostatic Enlargement: Surgical Technique and Outcomes in a High-volume Robotic Centre. *Eur Urol.* 2015;68(3):451–7

7. Nething, J.B., Ricchiuti, D.J., Irvine, R., Drevna, D. (2014): Robotic simple prostatectomy: A consideration for large prostate adenomas. *Arch Ital Urol E Androl.* 2014;86(4):241
8. Hoy, N.Y., Van Zyl, S., St Martin, B.A (2015): Initial Canadian experience with robotic simple prostatectomy: Case series and literature review. *Can Urol Assoc J J Assoc Urol Can.* 2015;9(9–10):E626–30
9. Sorokin, I., Sundaram, V., Singla, N., Walker, J., Margulis, V., Roehrborn, C., Gahan, J. C. (2017): Robot-Assisted Versus Open Simple Prostatectomy for Benign Prostatic Hyperplasia in Large Glands: A Propensity Score–Matched Comparison of Perioperative and Short-Term Outcomes. *J Endourol.* 2017;31(11):1164–9
10. Shah, A.A., Gahan, J.C., Sorokin I. (2018): Comparison of Robot-Assisted Versus Open Simple Prostatectomy for Benign Prostatic Hyperplasia. *Curr Urol Rep.* 2018;19(9):71
11. Margreiter, M., Shariat, S. F. (2015): Benigne Prostatahyperplasie (BPH) und benignes Prostatasyndrom (BPS). In: Michel, M.S., Thüroff, J.W., Janetschek, G., Wirth, M. (Hrsg.). *Die Urologie*, Bd. 2, S.1279-1288 Springer Reference Medizin, Springer, Berlin, Heidelberg
12. Lloyd, G.L., Marks, J.M., Ricke, W.A. (2019): Benign Prostatic Hyperplasia and Lower Urinary Tract Symptoms: What Is the Role and Significance of Inflammation? *Curr Urol Rep.* 2019;20(9):54
13. Parsons, J.K. (2011): Lifestyle factors, benign prostatic hyperplasia, and lower urinary tract symptoms. *Curr Opin Urol.* 2011;21(1):1-4
14. Patel ND, Parsons JK. Epidemiology and etiology of benign prostatic hyperplasia and bladder outlet obstruction. *Indian J Urol IJU J Urol Soc India.* April 2014;30(2):170–6.
15. Vos, T., Flaxman, A.D., Naghavi. M., Lozano, R., Michaud, C., Ezzati, M., u. a. (2012): Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet.* 2012;380(9859):2163–96

16. Rosenberg, M.T., Staskin, D.R., Kaplan, S.A., MacDiarmid, S.A., Newman, D.K., Ohl, D. A. (2007): A practical guide to the evaluation and treatment of male lower urinary tract symptoms in the primary care setting. *Int J Clin Pract.* 2007;61(9):1535–46
17. Margreiter, M., Shariat, S.F. (2016): Lower Urinary Tract Symptoms (LUTS). In: Michel, M.S., Thüroff, J.W., Janetschek, G., Wirth, M. (Hrsg) *Die Urologie*, Bd. 2, S.1289-1294 Springer Reference Medizin, Springer, Berlin, Heidelberg
18. Tamalunas, A., Magistro, G., Grimm, T., Jokisch, J.-F., Westhofen, T., Schott, M., Stief, C. G., Weinhold, P. (2019): Klinik, Diagnostik und Therapie des benignen Prostatasyndroms. *MMW - Fortschritte Med.* 2019;161(8):50–7
19. Irwin, D.E., Kopp, Z.S., Agatep, B., Milsom, I., Abrams, P. (2011): Worldwide prevalence estimates of lower urinary tract symptoms, overactive bladder, urinary incontinence and bladder outlet obstruction. *BJU Int.* 2011;108(7):1132–8
20. Vesely, S., Knutson, T., Damber, J.-E., Dicuio, M., Dahlstrand, C. (2003): Relationship Between Age, Prostate Volume, Prostate-specific Antigen, Symptom Score and Uroflowmetry in Men with Lower Urinary Tract Symptoms. *Scand J Urol Nephrol.* 2003;37(4):322–8
21. Rieken, M., Herrmann, T. R. W., Füllhase, C. (2019): Operative Therapie des benignen Prostatasyndroms – resezieren, vaporisieren oder enukleieren? *Urol.* 2019;58(3):263–70
22. S. Gravas (Chair), J.N. Cornu, M.J. Drake, M. Gacci, C. Gratzke, T.R.W. Herrmann, S. Madersbacher, C. Mamoulakis, K.A.O. Tikkinen, Guidelines Associates: M. Karavitis, I. Kyriazis, S. Malde, V. Sakalis, R. Umbach (2019): EAU Guidelines on Management of Non-Neurogenic Male Lower Urinary Tract Symptoms (LUTS), incl. Benign Prostatic Obstruction (BPO). EAU Guidelines Office, Arnhem, The Netherlands, <http://uroweb.org/guidelines/compilations-of-all-guidelines/>
23. Hofmann, R., Elert, A., Wille, S., (2009): Kapitel 7 - Transurethrale Resektion (TURP) und transurethrale Inzision (TUIP) der Prostata. In: Hofmann, R. (Hrsg.) *Endoskopische Urologie - Atlas und Lehrbuch*, 2. Auf., S. 58-96, Springer, Berlin Heidelberg

24. Millin, T. (1945): Retropubic prostatectomy a new extravesical technique, Lancet. 1945;246(6379):693–6
25. Freyer, P. J. (1901): A Clinical Lecture on Total Extirpation of the Prostate for Radical Cure of Enlargement of that Organ: With Four Successful Cases: Delivered at the Medical Graduates' College, London, June 26th. Br Med J. 1901;2(2116):125–9
26. Kuntz, R. M. (2009): Kapitel 9 - Holmium-Laser-Enukleation der Prostata (HoLEP). In: Hofmann, R. (Hrsg.) Endoskopische Urologie - Atlas und Lehrbuch, 2. Aufl., S. 105-128, Springer, Berlin, Heidelberg
27. Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF). Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität S3 zur Früherkennung, Diagnose und Therapie der verschiedenen Stadien des Prostatakarzinoms, Langversion 5.1, 2019 AWMF Registernummer: 043/022OL, <http://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/prostatakarzinom/>
28. Hubmann, R. (1997): Die historische Entwicklung der operativen Prostatachirurgie, Teil 1: Die perineale Prostataenukleation. Urol B. 1997;37:604–8
29. Hubmann, R. (1998): Die historische Entwicklung der Prostatachirurgie, Teil 2: Suprapubische Techniken und die extrakapsuläre Prostatektomie. Urol B. 1998;38(1):42–7
30. Sriprasad, S., Feneley, M. R., Thompson, P. M. (2009): History of prostate cancer treatment. Surg Oncol. 2009;18(3):185–91
31. Fuller, E. (1895): Six successful and successive cases of prostatectomy. J Cutan Dis 13: 229-231. :16
32. Frederick, L., McVary, K.T. (2017): Suprapubic Prostatectomy. In: Smith, J. A., Howards, S. S., Preminger, G. M., Dmochowski, R. R., Hinman, F., Fitzpatrick, J., (Hrsg.) Hinman's atlas of urologic surgery, Aufl. 4, S. 510-518, Elsevier, Philadelphia
33. Saini, R., Kaplan, S. A. (2017): Kapitel 75 - Transkapsuläre Adenomektomie. In: Fisch, M., Chun, F. Hinmans Atlas der urologischen Chirurgie, 1. Aufl., S. 423-428, Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH, München
34. May, F., Hartung, R. (2004): Surgical Treatment of BPH: Technique and Results. EAU Update Ser. 2004;2(1):15–23

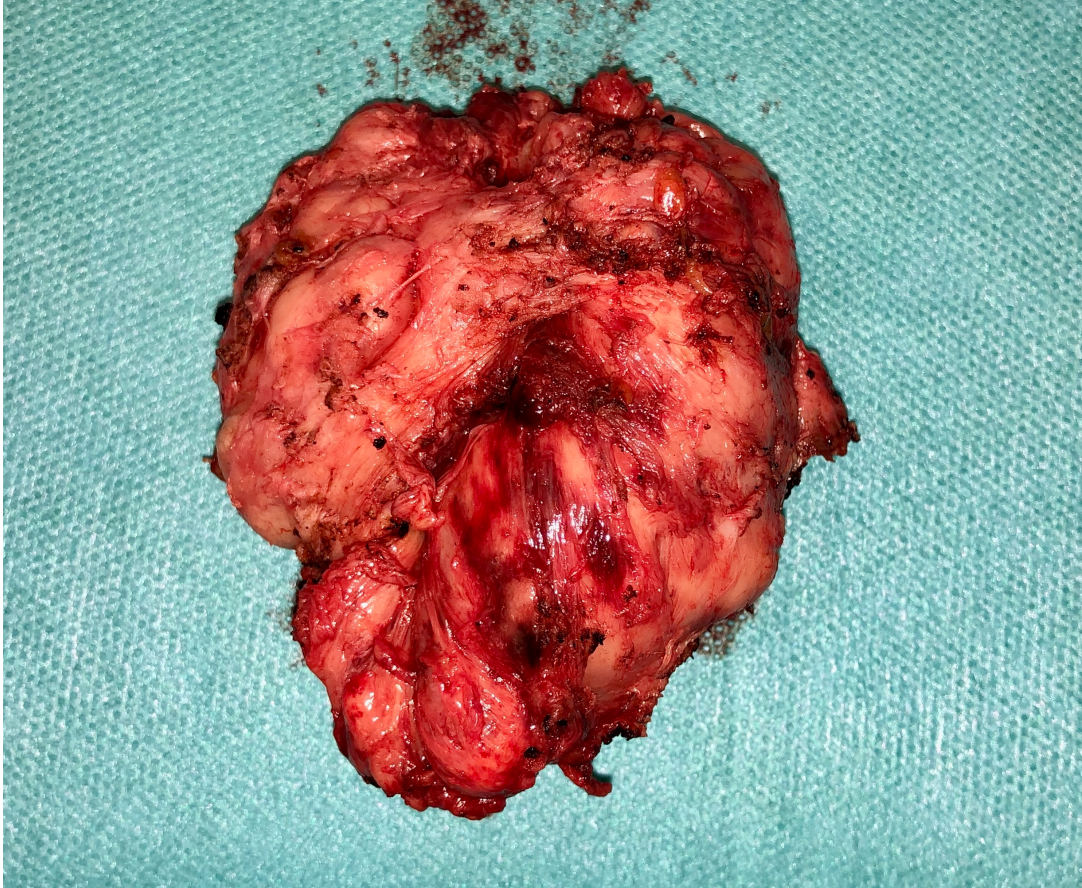
35. Spaner, S. J., Warnock, G. L. (1997): A Brief History of Endoscopy, Laparoscopy, and Laparoscopic Surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech.* 1997;7(6):369–73
36. Litynski, G., Schaeff, B., Paolucci, V. (1995): The 100th birthday of Heinz Kalk. A breakthrough in laparoscopy. *Z Gastroenterol.* 1995;33(10):594–7
37. Buia, A., Stockhausen, F., Hanisch, E. (2015): Laparoscopic surgery: A qualified systematic review. *World J Methodol.* 2015;5(4):238–54
38. Schuessler, W. W., Schulam, P. G., Clayman, R. V., Kavoussi, L. R. (1997): Laparoscopic radical prostatectomy: Initial short-term experience. *Urology.* 1997;50(6):854–7
39. Guillonneau, B., Cathelineau, X., Barret, E., Rozet, F., Vallancien, G. (1999): Laparoscopic Radical Prostatectomy: Technical and Early Oncological Assessment of 40 Operations. *Eur Urol.* 1999;36(1):14–20
40. Mariano, M. B., Graziottin, T. M., Tefilli, M. V. (2002): Laparoscopic Prostatectomy With Vascular Control for Benign Prostatic Hyperplasia. *J Urol.* 2002;167(6):2528–9
41. Binder, J., Kramer, W. (2001): Robotically-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *BJU Int.* 2001;87(4):408–10
42. Sotelo, R., Clavijo, R., Carmona, O., Garcia, A., Banda, E., Miranda, M., Fagin, R. (2008): Robotic Simple Prostatectomy. *J Urol.* 2008;179(2):513–5
43. Stöckle, M., Siemer, S. (2008): Robotisch unterstützte (DaVinci-)Laparoskopie: Beginn eines neuen Zeitalters in der operativen Urologie? *Urol.* 2008;47(4):409–13
44. Gratzke, C., Bachmann, A., Descaseaud, A., Drake, M. J., Madersbacher, S., Mamoulakis C, Oelke, M., Tikkinen, K.A.O., Gravas, S. (2015): EAU Guidelines on the Assessment of Non-neurogenic Male Lower Urinary Tract Symptoms including Benign Prostatic Obstruction. *Eur Urol.* 2015;67(6):1099–109
45. Clavien, P.-A., Sanabria, J., Strasberg, S. (1992): Proposed classification of complication of surgery with examples of utility in cholecystectomy. *Surgery.* 1992;111:518 – 526
46. Dindo, D., Demartines, N., Clavien, P.-A. (2004): Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg.* 2004;240(2):205–13

47. Clavien, P.-A., Barkun, J., de Oliveira, M. L., Vauthey, J. N., Dindo, D., Schulick, R.D., de Santibañes, E., Pekolj, J., Slankamenac, K., Bassi, C. Graf, R., Vonlanthen, R., Padbury, R., Cameron, J. L., Makuuchi M. (2009): The Clavien-Dindo Classification of Surgical Complications: Five-Year Experience. *Ann Surg.* 2009;250(2):187-96
48. Yoon, P. D., Chalasani, V., Woo, H.H. (2013): Use of Clavien-Dindo Classification in Reporting and Grading Complications after Urological Surgical Procedures: Analysis of 2010 to 2012. *J Urol.* 2013;190(4):1271–4
49. Gillitzer, R., Thüroff, J.W., Neisius, A., Wöllner, J., Hampel, C. (2009): Robot-assisted ascending-descending laparoscopic nerve-sparing prostatectomy. *BJU Int.* 2009;104(1):128–53
50. Austen, G., Quinby W. C. (1948): Retropubic Prostatectomy. *N Engl J Med.* 1948;239(2):35–45
51. Bortz, J. (2005): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler, 6. Auf., Springer, Heidelberg
52. Irlbeck, T., Zwißler, B., Bauer, A. (2017): ASA-Klassifikation Wandel im Laufe der Zeit und Darstellung in der Literatur. *Anaesthesist.* 2017;66(1):5–10
53. Gainsburg, D.M. (2012): Anesthetic concerns for robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Minerva Anesthesiol.* 2012. 78(5): p. 596-604
54. Miller, T.E., Roche, A.M., Mythen M. (2015): Fluid management and goal-directed therapy as an adjunct to Enhanced Recovery After Surgery (ERAS). *Can J Anesth Can Anesth.* 2015;62(2):158–68
55. Foglar, C., Lindsey, R. W. (1998): C-reactive protein in orthopedics. *Orthopedics.* 21: 687–691, 1998
56. Neumaier, M., Metak, G., Scherer, M. A. (2006): C-reactive protein as a parameter of surgical trauma: CRP response after different types of surgery in 349 hip fractures. *Acta Orthop.* 2006;77(5):788–90



57. Liang, J.-T., Shieh, M.-J., Chen, C.-N., Cheng, Y.-M., Chang, K.-J., Wang, S.-M. (2002) Prospective Evaluation of Laparoscopy-assisted Colectomy versus Laparotomy with Resection for Management of Complex Polyps of the Sigmoid Colon. *World J Surg.* 2002;26(3):377–83
58. Aminsharifi, A., Salehipoor, M., Arasteh, H. (2012): Systemic Immunologic and Inflammatory Response After Laparoscopic Versus Open Nephrectomy: A Prospective Cohort Trial. *J Endourol.* 2012;26(9):1231–6
59. Miyake, H., Kawabata, G., Gotoh, A., Fujisawa, M., Okada, H., Arakawa, S., Kamidono, S., Hara, I. (2002): Comparison of surgical stress between laparoscopy and open surgery in the field of urology by measurement of humoral mediators. *Int J Urol.* 2002;9(6):329–33
60. Martinschek, A., Stumm, L., Ritter, M., Heinrich, E., Bolenz, C., Trojan, L., (2017): Prospective, Controlled Study of Invasiveness and Post-Aggression Metabolism in Patients Undergoing Robotic-Assisted Radical Prostatectomy. *Urol Int.* 2017;99(2):201–6
61. Williams, S., Hoenig, D. M. (2010): Metabolic and renal complications and immunologic implications of laparoscopic urologic surgery. In: Ghavamian R (eds) *Complications of Laparoscopic and Robotic Urology Surgery* (Online), S.19-33, Springer, New York, NY
62. Tanaka, H., Tamura, T., Toyokawa, T., Muguruma, K., Kubo, N., Sakurai, K., Ohira, M. (2019): C-reactive protein elevation ratio as an early predictor of postoperative severe complications after laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: a retrospective study. *BMC Surg.* 2019;19(1):114–114
63. Stolzenburg, J. U., Kyriazis, I., Fahlenbrach, C., Gilfrich, C., Günster, C., Jeschke, E., Popken, G., Weißbach, L., Zastrow, C., Leicht, H. (2016): National trends and differences in morbidity among surgical approaches for radical prostatectomy in Germany. *World J Urol* 2016;34:1515–1520
64. Bestehorn, K. (2014): Prospektive und retrospektive Studien – ein Überblick. In: Lenk, C., Duttge, G., Fangerau, H. (eds) *Handbuch Ethik und Recht der Forschung am Menschen* (Online), S. 83-85, Springer, Berlin, Heidelberg

## Anhang



**Abbildung 23: Geborgenes Prostataadenom**

[Quelle: © UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]



**Abbildung 24: Postoperatives Zystogramm**

Die Blase wurde mit Kontrastmittel gefüllt und durchleuchtet um etwaige Undichtigkeiten nach der erfolgten PAE auszuschließen. In diesem Fall ist keine Leckage zu erkennen.

1: mit Kontrastmittel gefüllte Blase, die Pfeile zeigen auf die Blasendivertikel die im Rahmen der BPH entstanden sind; 2: Prostataloge welche die Blockung des Katheters beinhaltet;

3: Harnröhre mit transurethralem Katheter

[Quelle: © UKSH, Klinik für Urologie und Kinderurologie, Campus Kiel]

## Danksagung

Zuallererst möchte ich meinen ganz besonderen Dank an Herrn PD Dr. med Daniar Osmonov für die Überlassung des interessanten Themas dieser Arbeit, die exzellente Betreuung und seine fachkundige wissenschaftliche Anleitung aussprechen. Ich bedanke mich für seine stets freundliche und verständnisvolle Motivation und vor allem für die viele Zeit, die er sich trotz seines vollen Terminkalenders für mich genommen hat.

Bei Herrn Dr. med Claudius Hamann möchte ich mich herzlichst für seine Hilfe, Unterstützung und große Mühe bei der Erstellung dieser Dissertation bedanken.

Des Weiteren danke ich Herrn Prof. Dr. Klaus-Peter Jünemann für die Möglichkeit meine Arbeit an der Klinik für Urologie und Kinderurologie im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel anfertigen zu dürfen und für die Hilfe bei der Bilderbeschaffung.

Außerdem möchte ich dem Prostatazentrum des St. Antonius-Hospital Groanu für die gute Zusammenarbeit danken.

Ich bedanke mich bei meiner ganzen Familie und besonders bei meinen lieben Eltern, Frau Mag. Sigrun Kollitsch und Herr BM Dipl.-Ing. Günther Kollitsch, für die unentwegte Bestärkung und Förderung meiner Interessen und Vorhaben; ohne Sie wäre mein großer Traum der Medizin nicht möglich gewesen.

Ebenfalls bedanke ich mich besonders herzlichst bei meinem lieben Freund Herrn Manuel Hödl B.A. für seine großartige Unterstützung und das Korrekturlesen dieser Dissertation.