

Aus der Klinik für Urologie und Kinderurologie
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar
Direktor: Prof. Dr. med. Michael Stöckle

**Monozentrische Analyse des perioperativen Verlaufs und der
intra- und postoperativen Komplikationen von offenen
Prostataadenomenukleationen über den Zeitraum von
elf Jahren**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes
im Jahr 2022

vorgelegt von:
Maximilian Karstens
geboren am 3.10.1992 in Heppenheim

Tag der Promotion: 14. März 2023

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Michael D. Menger

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. Michael Stöckle

Univ.-Prof. Dr. med. Matthias Glanemann

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Diese Dissertationsarbeit ist unter Leitung von Herrn Prof. Dr. med. Michael Stöckle und unter der Betreuung von Frau Dr. med. Christina Maßmann an der Klinik für Urologie und Kinderurologie am Universitätsklinikum des Saarlandes in Homburg entstanden.

Inhaltsverzeichnis

1. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	1
2. ÜBERSICHT	2
2.1. Zusammenfassung	2
2.2. Summary	4
3. EINLEITUNG	6
3.1. Terminologie	6
3.2. Epidemiologie	7
3.3. Diagnose eines Benigen Prostatasyndroms	7
3.3.1. Anamnese und klinische Untersuchung	7
3.3.2. Weitere Diagnostik	7
3.4. Differenzialdiagnosen eines Benigen Prostatasyndroms	8
3.5. Therapiemöglichkeiten bei Patienten mit großen Prostatavolumina	8
3.5.1. Nicht-operative Behandlungsmethoden.....	8
3.5.2. Operative Behandlungsmethoden	9
3.5.2.1. (Bipolare) Transurethrale Resektion der Prostata (biTUR-P)	10
3.5.2.2. Offen-chirurgische Prostataadenomenukleation	10
3.5.2.3. Laserenukleationstechnik.....	11
3.5.2.4. Laparoskopische Roboter-assistierte Prostataadenomenukleation.....	11
3.6. Fragestellung	12

4. MATERIAL UND METHODEN	13
4.1. Studienkonzept	13
4.2. Parameter	13
4.2.1. Präoperative Parameter mit Baseline-Charakteristika	13
4.2.1.1. Objektive Parameter.....	13
4.2.1.2. Anamnestische Parameter.....	14
4.2.2. Intraoperative Parameter	15
4.2.3. Postoperative Parameter	16
4.2.4. Laborparameter.....	16
4.3. Routinemäßiger Ablauf des stationären Aufenthaltes und der Prostataadenomenukleation am UKS Homburg	16
4.4. Statistik und Testverfahren	18
5. ERGEBNISSE	19
5.1. Präoperative Phase mit Baseline-Charakteristika	19
5.1.1. Objektive Parameter.....	19
5.1.1.1. Alter und Body-Mass-Index.....	19
5.1.1.2. Prostatavolumen	19
5.1.1.3. Präoperative Laborparameter	21
5.1.1.4. ASA-Score.....	22
5.1.2. Subjektive Parameter.....	23
5.1.2.1. Komorbiditäten	23
5.1.2.2. Urologische Vorgeschichte	24
5.1.2.3. Dauermedikation	25
5.2. Operative Parameter	26
5.2.1. Anästhesieverfahren	26
5.2.2. Weitere Eingriffe während derselben Operation.....	26
5.2.3. Operationsdauer und intraoperativer Blutverlust.....	27
5.2.3.1. Korrelation mit Prostatavolumen und Resektatgewicht.....	28

5.2.3.2.	Korrelation mit dem Anästhesieverfahren.....	28
5.2.3.3.	Korrelation mit weiteren Eingriffen	29
5.2.4.	Weiterbildungsgrad	30
5.2.5.	Weiterbildungsgrad in Korrelation mit der Operationsdauer	31
5.2.6.	Harnblasenverschluss.....	32
5.2.7.	Intraoperativer Verlauf und Komplikationen	32
5.3.	Postoperative Ergebnisse	33
5.3.1.	Verlaufparameter.....	33
5.3.2.	Postoperative Komplikationen nach Clavien-Dindo-Klassifikation.....	35
5.3.2.1.	Korrelation mit Anästhesieverfahren und mit präoperativer Medikation	36
5.3.2.2.	Korrelation mit dem Operationsjahr	37
5.3.2.3.	Korrelation mit dem Weiterbildungsgrad.....	37
5.3.2.4.	Korrelation mit weiteren Eingriffen während derselben Operation.....	38
5.3.2.5.	Korrelation mit der Hospitalisierungsdauer.....	38
5.3.3.	Transfusion von Erythrozytenkonzentraten	39
5.3.3.1.	Korrelation mit dem Operationsjahr	39
5.3.3.2.	Korrelation mit blutverdünnender Medikation	39
5.3.3.3.	Korrelation mit präoperativ gemessenem Prostatavolumen	40
5.3.3.4.	Korrelation mit Resektatgewicht	40
5.3.3.5.	Korrelation mit Anästhesieverfahren.....	41
5.3.3.6.	Korrelation mit Hospitalisierungsdauer	41
5.3.4.	Laborchemische Nierenfunktionsparameter	42
5.3.5.	Pathologie.....	42
5.3.5.1.	Inzidentelles Prostatakarzinom	42
5.3.5.2.	Resektatgewicht.....	43
5.3.5.3.	Serum-PSA-Wert in Korrelation mit Resektatgewicht und Prostatavolumen..	44

6. DISKUSSION	45
6.1. Präoperative Ergebnisse	45
6.1.1. Baseline-Charakteristika und Schweregrad des BPS	45
6.1.2. Präoperatives Prostatavolumen	46
6.1.3. Operatives Gesamtrisiko	47
6.2. Operativer Verlauf	48
6.2.1. Operationsdauer	48
6.2.2. Anästhesieverfahren	48
6.2.3. Intraoperative Komplikationen	49
6.3. Postoperative Ergebnisse	50
6.3.1. Hospitalisierungs- und Harnblasenkatheterliegedauer	50
6.3.2. Funktion des Harntraktes	51
6.3.3. Postoperative Komplikationen	51
6.3.3.1. Komplikationen nach Clavien-Dindo-Klassifikation	52
6.3.3.2. Die häufigste Komplikation: die transfusionsbedürftige Blutungsanämie	53
6.3.4. Pathologie	54
6.4. Limitationen	55
6.5. Schlussfolgerungen	55
7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	57
8. TABELLENVERZEICHNIS	58
10. LITERATURVERZEICHNIS	59
11. PUBLIKATIONEN UND KONGRESSBEITRÄGE	66
12. DANKSAGUNG	67
13. LEBENS LAUF	68

1. Abkürzungsverzeichnis

AUA	American Urological Association
BMI	Body-Mass-Index
BPH	Benigne Prostatahyperplasie
BPS	Benignes Prostatasyndrom
EAU	European Association of Urology
eGFR	Errechnete Glomeruläre Filtrationsrate
ICU	Intensive Care Unit (Intensivstation)
IIEF	International Index of Erectile Function
IPSS	International Prostate Symptom Score
i.m.	Intramuskulär
IMC	Intermediate-Care (Überwachungsstation)
IQR	Interquartilrange
HoLEP	Holmium-Laser-Enukleation der Prostata
KG	Körpergewicht
LUTS	Lower Urinary Tract Symptoms
MDRD	Modification of Diet in Renal Disease
MRT	Magnetresonanztomographie
MW	Mittelwert
n	Absolute Gesamtzahl
NOAK	Nicht-Vitamin-K-antagonistische Orale Antikoagulantien
NSTEMI	Nicht-ST-Elevation-Myokardinfarkt
OP	Operation
p.o.	Per os
PAE	Prostataadenomenukleation
PSA	Prostata-spezifisches-Antigen
s.c.	Subcutan
SD	Standarddeviation (Standardabweichung)
TRUS	Transrektaler Ultraschall
TUR	Transurethrale Resektion
UKS	Universitätsklinikum des Saarlandes
VKA	Vitamin-K-Antagonisten
Z.n.	Zustand nach
ZVK	Zentraler Venenkatheter

2. Übersicht

2.1. Zusammenfassung

Die Zahl der an Benignem Prostatasyndrom erkrankten Patienten nimmt aufgrund einer steigenden Lebenserwartung zu. Von einem wachsenden Bedarf an operativen Behandlungen ist daher auszugehen. Unterschiedliche Operationsmethoden stehen zur Verfügung: Große Prostatavolumina (größer als 80ml) wurden lange Zeit ausschließlich mittels offen-chirurgischer Prostataadenomenukleation behandelt. Seit einigen Jahren stehen hier unter anderem die Laserenukleation und die Roboter-assistierte Prostataadenomenukleation zur Verfügung.

Die vielfältigen Möglichkeiten mit unterschiedlichem Komplikationsprofil stellen die lang bewährte Technik der offen-chirurgischen Prostataadenomenukleation als Standardverfahren infrage. Dabei steht weniger der therapeutische Langzeiterfolg der Verfahren als vielmehr die operative Komplikationsrate im Vordergrund der Diskussion. Insbesondere transfusionsbedürftige Blutungen, eine häufig beschriebene Komplikation der offen-chirurgischen Technik, treten bei den neuen Verfahren seltener auf.

Deshalb hat sich diese Studie folgende Fragen gestellt: Wie ist der Behandlungserfolg der offen-chirurgischen Prostataadenomenukleation? Wie häufig treten Komplikationen bei diesem Verfahren in einem großen operativen Zentrum auf? Wie beeinflussen Komplikationen die Harnblasenkatheter- und Hospitalisierungsdauer? Gibt es Prädiktoren, die präoperativ auf einen komplikationsreichen Verlauf hinweisen?

Es wurde hierfür eine retrospektive monozentrische Analyse des perioperativen Verlaufs sowie der intra- und postoperativen Komplikationen von offenen Prostataadenomenukleationen durchgeführt.

In die Studie wurden alle Patienten aufgenommen, deren Benignes Prostatasyndrom in den Jahren 2006 bis 2017 mittels offen-chirurgischer Prostataadenomenukleation an der Klinik für Urologie und Kinderurologie des Universitätsklinikums des Saarlandes behandelt wurde.

Insgesamt wurden 309 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 72 Jahren in die Studie eingeschlossen. Pro Jahr wurden im Mittel 26 Operationen durchgeführt. Das Prostatavolumen lag bei 130,37ml. Der Serum-Wert des Prostata-spezifischen-Antigens betrug präoperativ 11,38 ng/ml. 51,46% der Patienten waren präoperativ wegen Harnverhaltung mit einem Blasenkateter versorgt.

Die durchschnittliche Operationsdauer lag bei 63 Minuten, wobei 46,43% der Operationen durch Assistenzärztinnen oder -ärzte durchgeführt wurden.

Die Harnblasenkatheterliegedauer lag bei 6 Tagen, die stationäre Aufenthaltsdauer bei 9 Tagen. Die erste, regelrechte Spontanmiktion setzte bei 91,91% komplikationslos ein. Es wurden insgesamt 130 postoperative Komplikationen bei 95 Patienten (30,74%) registriert, hiervon 83 (26,86%) Clavien-Dindo Grad I und II sowie 47 (15,21%) \geq Grad III. Es kam zu keiner Komplikation Grad IVb oder V. Die häufigste Komplikation war die transfusionsbedürftige Blutungsanämie (14,56%). Das präoperativ gemessene Prostatavolumen korrelierte signifikant mit dem Auftreten einer transfusionsbedürftigen Blutungsanämie (p-Wert $< 0,001$). Operationen, die durch Assistenzärztinnen oder -ärzte durchgeführt wurden, dauerten länger als Operationen, die durch Fachärztinnen oder -ärzte durchgeführt wurden (p-Wert $< 0,001$). Komplikationen traten unabhängig vom Weiterbildungsgrad der Operateurin oder des Operateurs auf (p-Wert = 0,90).

Es wurde ein großes Patientenkollektiv analysiert. Die Operationsdauer war bemerkenswert kurz. Die große Zahl an Weiterbildungseingriffen zeigte kein erhöhtes Risiko für Komplikationen. Die hohe Rate an restharnfreier Spontanmiktion war ein erster Hinweis auf den für das Verfahren bekannten, lang anhaltenden Behandlungserfolg. Schwerwiegende Komplikationen traten extrem selten auf. Die Tatsache, dass transfusionspflichtige Blutungsanämien mit dem präoperativ gemessenen Prostatavolumen korrelierten, kann als präoperativer Risikofaktor interpretiert werden.

Im Vergleich zu anderen Studienpopulationen mit gleicher Operationstechnik zeigte sich eine niedrige Komplikationsrate, wohingegen im Vergleich mit anderen Verfahren (Lasereukleation oder Roboter-assistiert) verhältnismäßig häufig Komplikationen auftraten. Die Verbreitung der neuen Verfahren ist trotz niedrigerem Risikoprofil möglicherweise dennoch eingeschränkt: Die anspruchsvolle Technik muss durch repetitive Anwendung erlernt werden und die technische Ausstattung in den einzelnen Kliniken vorhanden sein.

Da alle aufgeführten Verfahren unterschiedliche Risikoprofile aufweisen, sollte die passende Behandlung Patienten-orientiert ausgewählt werden. Folgende Parameter sind dabei wichtig: das allgemeine Operationsrisiko, die Erfahrung der Operateurin oder des Operateurs, die verfügbare Technik und das Prostatavolumen. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren ist die offen-chirurgische Prostataadenomeukleation weiterhin eine leitlinienkonforme erfolgreiche Behandlungsmöglichkeit.

2.2. Summary

Due to rising life expectancy the number of patients suffering from benign prostatic syndrome is increasing. A growing need for surgical treatment can therefore be assumed. Different surgical methods are available: For a long time, large prostate volumes (greater than 80ml) were treated exclusively by open prostatectomy. Laser enucleation and robot-assisted simple prostatectomy have been available as well as bipolar transurethral resection for several years. The diverse possibilities with different complication profiles challenge the long established technique of open prostatectomy as the standard procedure. The discussion focuses less on the long-term therapeutic success, but more on the complication rate. In particular, bleeding requiring transfusion, a common complication of the open surgical technique, occurs less frequently with the new techniques.

Therefore, this study addresses the following questions: What is the treatment success of open prostatectomy? How frequently do complications occur with this procedure in a major surgical center? How do complications influence urinary bladder catheterization and hospitalization times? Are there preoperative predictors indicating complications?

A monocentric retrospective analysis of the perioperative course as well as the intra- and postoperative complications of open prostatectomies was performed for this purpose.

All patients operated by open prostatectomy at the Department of Urology and Pediatric Urology of Saarland University Hospital between 2006 and 2017 were included in the study.

A total of 309 patients with a mean age of 72 years were included in the study. A mean of 26 operations were performed per year. The prostate volume was 130.37ml. The preoperative serum level of prostate specific antigen was 11.38ng/ml. 51.46% of patients were preoperatively catheterized for urinary retention.

The average operation time was 63 minutes, with 46.43% of operations performed by residents.

The average catheterization was 6 days. The average inpatient length of stay was 9 days. Spontaneous micturition set in in 91.91%. A total of 130 postoperative complications were recorded in 95 patients (30.74%), of which 83 (26.86%) were Clavien-Dindo grade I and II and 47 (15.21%) were \geq grade III, with no grade IVb or V complications. The most common complication was bleeding anemia requiring transfusion (14.56%).

Preoperatively measured prostate volume correlated significantly with the occurrence of bleeding anemia requiring transfusion (p-value < 0.001). Operations performed by residents lasted longer than those performed by senior physicians (p-value < 0.001). Complications occurred regardless of the level of training of the surgeon (p-value = 0.90).

The analyzed patient cohort was comparatively large. The operation time was remarkably short. The large number of advanced training procedures did not show an increased risk of complications. The high rate of spontaneous micturition indicates a long-lasting treatment success known for the procedure. The reported number of serious complications was low. The fact that bleeding anemias requiring transfusion correlated with the preoperatively measured prostate volume can be interpreted as a preoperative risk factor.

Compared to other study populations with the same surgical technique, the complication rate was low, whereas complications were relatively frequent compared to other surgical techniques (laser enucleation or robot-assisted). Nevertheless, the wide distribution of new methods might be limited despite a lower risk profile: The demanding technique has to be learned by repetitive application and the technical equipment has to be available in hospitals. Since all listed procedures have different risk profiles, the appropriate treatment should be selected individually. The following parameters are important: the general surgical risk, the experience of the surgeon, the available technique and the prostate volume. Taking these factors into account, open prostatectomy is still a successful treatment option in accordance with the guidelines.

3. Einleitung

3.1. Terminologie

Die Diagnose des Benigen Prostatasyndroms gründet sich auf drei verschiedene Faktoren:

1. Beim Benigen Prostatasyndrom treten Lower Urinary Tract Symptoms auf. LUTS umfassen einerseits irritative Miktionsbeschwerden (Blasenspeichersymptome) wie Pollakisurie, Dysurie, Nykturie, Dranginkontinenz oder imperativen Harndrang. Andererseits können obstruktive Miktionsbeschwerden wie Blasenentleerungssymptome (verzögerter Miktionsbeginn, Pressmiktion, verlängerte Miktion, Harnstrahlunterbrechung und -abschwächung) sowie postmiktionelle Symptome (Nachträufeln von Harn, Restharngefühl, in schweren Fällen mit akutem oder chronischem Harnverhalt) auftreten [45]. Beschwerden können einzeln oder gemeinsam vorkommen. Weitere Auslöser für LUTS können Harnblasentumore, Urethralstrikturen, Fremdkörper wie Harnblasensteine, neurogene Blasenfunktionsstörungen, Harnblasenüberaktivität oder eine Harnwegsinfektion sein. Verschiedene Ursachen können zeitgleich auftreten [2]. LUTS sind Symptome für viele verschiedene Krankheiten und sollten deshalb differentialdiagnostisch weiter abgeklärt werden.

2. Bei einem BPS liegt eine gutartige Vergrößerung der Prostata vor. Dies beschreibt der Begriff: Benign prostate enlargement (BPE). Die „benigne Prostatahyperplasie“ kann als histologisches Korrelat bezeichnet werden.

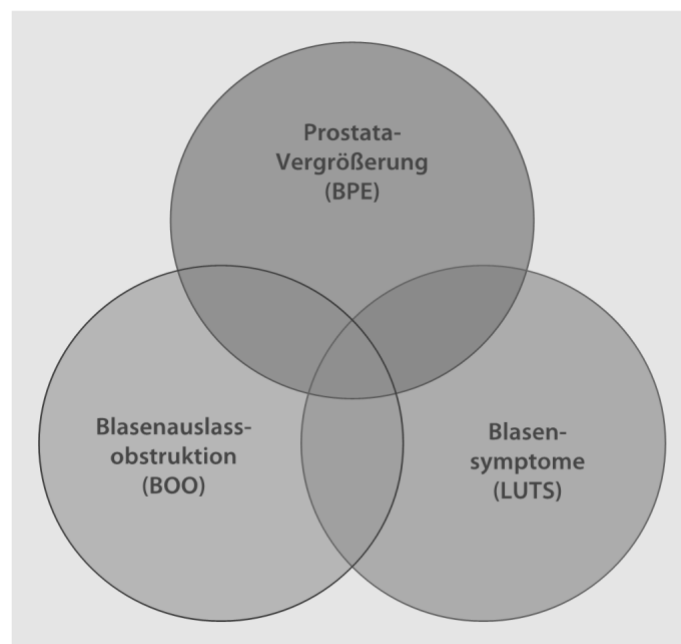


Abbildung 1 - Benignes Prostatasyndrom, A. Haferkamp et. alteri: Urodynamik, 2012

3. Die Pathophysiologie wird charakterisiert durch eine Blasenauflassobstruktion. Durch die Verengung des Blasenhalles kommt es zu einer gestörten Miktion, die die oben beschriebene Symptomatik der LUTS in Kombination mit der BPE auslöst.

3.2. Epidemiologie

Das BPS tritt als eines der häufigsten Krankheitsbilder beim Mann auf. Die Prävalenz steigt mit dem Lebensalter an. 40,5% der Männer im Alter von über 50 Jahren leiden an einem behandlungsbedürftigen BPS [5]. In Zukunft ist daher bei einer alternden Gesamtbevölkerung von einem zunehmenden Therapiebedarf auszugehen. Dies trifft auch auf die Behandlung von Patienten mit BPS und großen Prostatavolumina zu [18].

3.3. Diagnose eines Benigen Prostatasyndroms

Da Ursachen von LUTS vielfältig und manchmal auch gemeinsam auftreten, ergibt eine ausführliche Anamnese und Untersuchung die Grundlage für eine fundierte Diagnose.

3.3.1. Anamnese und klinische Untersuchung

Anamnestisch lässt sich mittels standardisierter Fragebögen wie dem International Prostate Symptom Score (IPSS), dem Quality-of-Life-Score sowie mithilfe eines Miktionprotokolls die Art und das Ausmaß der Beschwerden und deren Auswirkung auf die Lebensqualität objektivieren. Der IPSS teilt dabei in drei Schwere-Grade ein: 0-7 Punkte entspricht milden, 8-19 Punkte moderaten und 20-35 Punkte schweren Symptomen. Häufig wird bei Patienten mit einem IPSS von ≥ 6 Punkten eine Therapie begonnen [1].

3.3.2. Weitere Diagnostik

Um die Ursache von LUTS zu identifizieren, können folgende Methoden angewandt werden: Eine digital rektale Untersuchung gibt klinische Hinweise auf das Volumen der Prostata und deren Dignität. Die sonographische Untersuchung der Harnblase und der Nieren sowie die Bestimmung des Restharnvolumens mittels transabdomineller Sonde können Hinweise auf eine Blasenentleerungsstörung geben. Die Bestimmung des Prostatavolumens mittels transrektaler (TRUS) bzw. transabdomineller Sonographie wird standardisiert durchgeführt, da es bei der Therapie- bzw. Operationsauswahl entscheidend ist. Eine Uroflowmetrie kann zur Feststellung einer Blasenentleerungsstörung hinzugezogen werden.

Bei einem karzinomsuspekten Befund sollte ergänzend eine leitlinienkonforme Diagnostik wie eine transrektale Stanzbiopsie und eine MRT durchgeführt werden [32].

Eine Urindiagnostik mit Urinstatus und Urinkultur sollte durchgeführt werden.

Weiterhin sollte der Serum-PSA-Wert bestimmt werden. Dieser kann das Prostatavolumen, das zukünftige Wachstum der Prostata, eine Symptomverschlechterung und Krankheitsprogression voraussagen [53-55]. Er ist außerdem ein Prädiktor für einen akuten Harnverhalt [56]. Der PSA-Wert sollte dabei stets im Zusammenhang mit der Klinik und den anderen Diagnosemethoden interpretiert werden.

Mithilfe der laborchemischen Bestimmung des Kreatinins und der Berechnung der eGFR lässt sich die Nierenfunktion beurteilen. Dadurch können Patienten mit Niereninsuffizienz oder postrenalem Nierenversagen frühzeitig entdeckt werden.

3.4. Differenzialdiagnosen eines Benigen Prostatasyndroms

Da LUTS sehr unterschiedliche Ursachen haben, diese sich in Pathophysiologie und Behandlung teilweise stark unterscheiden und verschiedene Ursachen auch gleichzeitig auftreten können, sollten stets die Differenzialdiagnosen ausgeschlossen werden: Infekte wie eine Cystitis oder eine Prostatitis, maligne Neoplasien wie Prostata- oder Urothelkarzinome, neurogene Blasenentleerungsstörungen, wie beispielsweise beim Parkinson-Syndrom, beim Schlaganfall oder bei der multiplen Sklerose. Die Durchführung einer urodynamischen Untersuchung kann zur diagnostischen Abklärung neurogener Ursachen einer Blasenentleerungsstörung hilfreich sein [57].

3.5. Therapiemöglichkeiten bei Patienten mit großen Prostatavolumina

Nach Diagnose eines BPS kann dem Patienten entsprechend seiner Symptomatik und seines Krankheitsverlaufs eine individuelle Therapie angeboten werden:

3.5.1. Nicht-operative Behandlungsmethoden

Das BPS bei Patienten mit großen Prostatavolumina kann konservativ mit Lebensstiländerungen, Phytotherapeutika und/oder einer medikamentösen Therapie behandelt werden. Als Medikamente können α 1-Adrenorezeptor-Antagonisten (« α 1-Blocker»), 5 α -Reduktase-Inhibitoren, Muscarin-Rezeptor-Antagonisten und Phosphodiesterase-Inhibitoren verordnet werden. α 1-Blocker können mit 5 α -Reduktase-Inhibitor oder mit Muscarin-Rezeptor-Antagonist kombiniert verabreicht werden. Für einen langfristigen Erfolg wird bei großen Prostatavolumina häufig eine Kombinationstherapie

notwendig. Es ist bekannt, dass die Compliance aufgrund der Nebenwirkungen im Verlauf der medikamentösen Behandlung abnimmt, insbesondere bei Patienten mit Kombinationstherapien [9].

Im Folgenden sind die häufigsten Medikamente aufgeführt:

- **α 1-Adrenorezeptor-Antagonisten** können unabhängig von der Prostatagröße eingesetzt werden, haben allerdings kaum Einfluss auf urodynamische Obstruktionen. Sie wirken rein symptomatisch durch Relaxation der glatten Muskulatur am Blasenauslass. Die bekannteste Nebenwirkung ist die orthostatische Hypotonie mit Sturzgefahr bei älteren Patienten.
- **5 α -Reduktase-Inhibitoren** sind bei Prostatavolumina größer als 40ml empfohlen und können chirurgische Eingriffe und Harnverhalte verhindern. Sie hemmen die Synthese von Dihydrotestosteron aus Testosteron und können dadurch die Größe der Prostata reduzieren. Eine verbreitete Nebenwirkung ist Libidoverlust und erektile Dysfunktion.
- **Muscarin-Rezeptor-Antagonisten** werden besonders bei Patienten mit Blasenspeichersymptomen angewandt. Sie wirken anticholinerg an der Blasenwandmuskulatur. Bei Einnahme besteht ein erhöhtes Risiko für einen Harnverhalt.
- **Phosphodiesterase-Inhibitoren** führen zu einer Entspannung der Detrusor- und Urethramuskulatur und erhöhen gleichzeitig die Durchblutung des unteren Harntraktes. Sie können eine subjektive Linderung der LUTS sowie eine Verbesserung des Harnstrahls bewirken. Ursprüngliches Einsatzgebiet der Phosphodiesterase-Inhibitoren in der Urologie ist die erektile Dysfunktion. Häufige Nebenwirkungen sind Kopfschmerzen und Hitzewallungen.

Wenn eine konservative Behandlung die Symptomatik des Patienten nicht ausreichend reduziert oder wenn Komplikationen des BPS wie Harnverhalt oder postrenales Nierenversagen auftreten, ist eine Operation indiziert. Welches Verfahren angewandt wird, richtet sich nach dem Prostatavolumen, Komorbiditäten und Risikofaktoren des Patienten sowie dem operativen Spektrum der Klinik. Operationsrisiko, Blutungsneigung und Prostatagröße sollten hierbei bedacht werden [25].

3.5.2. Operative Behandlungsmethoden

Im Folgenden werden die Verfahren aufgeführt, die aufgrund häufiger Anwendung und guter Evidenz bei Patienten mit großen Prostatavolumina (üblicherweise größer als 80ml) angewendet werden. Welches Verfahren für den einzelnen Patienten eingesetzt wird, hängt dabei stark vom Prostatavolumen und von den individuellen Komorbiditäten ab. Es existieren

weitere Verfahren, die zum großen Teil noch als experimentell eingeordnet werden. Auf sie wird im Weiteren nicht eingegangen, da sie nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind.

3.5.2.1. (Bipolare) Transurethrale Resektion der Prostata (biTUR-P)

Das Verfahren der TUR-P gilt als „Goldstandard“ bei Volumina bis 80ml [25]. Erfahrene Operateure behandeln auch Patienten mit größeren Volumina mittels biTUR-P [48].

In den 1920er Jahren wurde durch Maximilian Stern ein Resektoskop entwickelt, mithilfe dessen unter endoskopischer Sicht Prostatagewebe mit einem Elektrokauter entfernt werden konnte [29]. Zuerst wurde die monopolare Technik verwendet, bei der Strom vom Resektoskop zu einem Haut-Pad durch den Körper fließt. Später wurde die Technik der bipolaren Resektion etabliert: Hierbei fließt der elektrische Strom ausschließlich am Resektoskop. Die bipolare TUR-P zeigte eine signifikant bessere Effektivität und Sicherheit gegenüber der monopolaren TUR-P [3,31,25,41]. Daher wird heutzutage hauptsächlich die biTUR-P eingesetzt.

Der Langzeiterfolg der TUR-P ist bekannt: So sind subjektive und objektive Miktionsparameter deutlich verbessert [37].

Komplikationen sind intraoperativer Blutverlust (Häufigkeit: 0-9%) und das TUR-Syndrom (Häufigkeit: 0-5%) [11,28,52]. Letzteres wird durch eine bei der Resektion notwendige Spülung ausgelöst: Durch Übertritt von Spülflüssigkeit in das venöse Gefäßsystem kann es zu einer hypotonen Hyperhydratation mit Lungen- und Hirnödemen, Nierenversagen und Hämolyse kommen. Das Risiko für eine solche Komplikation steigt mit der benötigten Resektionszeit und somit dem Prostatavolumen an, weshalb das Verfahren äußerst selten bei Volumina über 80ml angewandt wird.

3.5.2.2. Offen-chirurgische Prostataadenomenukleation

Das Verfahren der offen-chirurgischen Prostataadenomenukleation verbesserte sich seit den ersten transvesikalen Prostataadenomenukleationen im Jahr 1900 fortwährend [19]. Bis zur Entwicklung der transurethralen Resektion der Prostata (TUR-P) war dieses Verfahren die einzig mögliche Entfernung von Prostatagewebe. In den Leitlinien der European Association of Urology von 2022 wird die Prostataadenomenukleation bei Prostatavolumina größer als 80ml empfohlen, insbesondere dann, wenn Verfahren wie die Laserenukleation nicht verfügbar sind.

In den letzten Jahren wurde meist der transvesikale Zugang gewählt: Über einen medianen Unterbauchschnitt wird durch die Harnblase das Adenom manuell aus der Prostataloge entfernt. Eine ausführliche Erklärung des Operationsverfahrens, wie es am Universitätsklinikum des Saarlandes angewandt wird, folgt weiter unten im Abschnitt Methodik. Studien aus dem 20. und 21. Jahrhundert zeigen die Effektivität der offenen PAE mit signifikanter Reduktion der LUTS [21], Verbesserung der Harnflussrate und Reduktion des

Restharnvolumens [62]. Ein langfristiger und langanhaltender Therapieerfolg ist durch die vollständige Entfernung des Prostataadenoms gegeben. Weiterhin kann das gesamte Resektat histologisch auf Malignität untersucht werden.

Die Gesamtzahl an Komplikationen und die Mortalität sank in den letzten Jahrzehnten beständig [27]. Häufige Komplikationen der PAE sind Nachblutungen, Harnwegsinfekte oder Wundheilungsstörungen. Dabei schwanken insbesondere die Angaben zur Transfusionsrate von Erythrozytenkonzentraten in den Leitlinien: Für die Bluttransfusionsrate gibt die EAU-Leitlinie eine Häufigkeit von 7 bis 14% an [25].

3.5.2.3. Laserenukleationstechnik

Mittels Lasertechnik können Patienten mit kleinen oder großen Prostataavolumina behandelt werden, wenn eine erfahrene Operateurin oder ein erfahrener Operateur die Technik beherrscht und das Verfahren verfügbar ist. Es gibt verschiedene Lasertechniken. Die Holmium Laser Eukleation (HoLEP) wird im Folgenden exemplarisch beschrieben, da diese auch zur Behandlung großer Prostataadrüsen geeignet ist: Der Laser gibt gepulst Energie an das wässrige Gewebe mit geringer Eindringtiefe (max. 4mm) ab. Dadurch wird, im Sinne einer endoskopischen Eukleation, das Adenom von der Kapsel gelöst. Anschließend wird es in der Harnblase morzelliert und transurethral entfernt. Der postoperative Erfolg ist im Vergleich zur TUR-P und Prostataadenomenukleation äquivalent [16,23]. Die Komplikationsrate im Vergleich zur offenen PAE bei großen Prostataavolumina ist nachweislich geringer [43]. Bluttransfusionen werden selten benötigt (0-0,7%) [31,36]. Bekannt ist, dass die Operationsdauer bei Laser-Verfahren im Vergleich zur offen-chirurgischen Technik häufig länger ist. Außerdem ist die Lernkurve sehr flach: Mindestens 30 Operationen sollte ein Operateur unter Aufsicht durchführen, bevor er eigenständig operiert. Bis dahin dauern Operationen länger [17]. Es fanden sich vorerst keine Studien zu Holmium-Laserenukleationen, die die Komplikationsrate von Assistenzärztinnen oder -ärzte unter Betreuung beurteilten, insbesondere für die ersten 30 Eingriffe.

3.5.2.4. Laparoskopische Roboter-assistierte Prostataadenomenukleation

Das neue Verfahren der Roboter-assistierten Prostataadenomenukleation ähnelt der offen-chirurgischen Methode: Es werden zwei bis drei Robotertrokare, ein Kameratroskar und ein Assistenztrokar abdominell eingelegt. Nach Eröffnen der Harnblase wird die Schleimhaut oberhalb der Ostien inzidiert und bis zur Adenomschicht frei präpariert. Das Prostataadenom wird daraufhin schrittweise aus der Kapsel gelöst. Blutungen der Prostataloge werden koaguliert oder, wenn nötig, umstochen. Ein Harnblasenkatheter wird in der Loge geblockt. Nach Entnahme des Adenoms und nach Kontrolle auf Bluttrockenheit wird die Harnblase

verschlossen und auf Dichtigkeit geprüft. Anschließend wird das Adenom über einen Beutel geborgen und die Operation mit einer Faszien-, Subkutan- und Intrakutannaht abgeschlossen. Mehrere Studien haben bereits die Effektivität der Technik in Bezug auf den postoperativen Langzeiterfolg gezeigt [26,38,49]. Interessant ist ein Vergleich von offen-chirurgischer und Roboter-assistierter Variante: Sorokin et al. zeigten in ihrer Studie bei Prostataavolumina größer als 80ml, dass Patienten nach einer Roboter-assistierten Adenomenukleation kürzer hospitalisiert und Bluttransfusionen bei der Roboter-assistierten Technik gleich häufig oder seltener notwendig waren [58]. Allerdings war die Operationsdauer bei Roboter-assistierten Operationen signifikant länger. Weitere Studien zeigten ähnliche Ergebnisse [3,26]. Die Roboter-assistierte Technik ist als Behandlungsmethode des BPS noch in der experimentellen Phase.

3.6. Fragestellung

Die breite Auswahl an operativen Verfahren mit sowohl intra- als auch postoperativ unterschiedlichem Komplikationsprofil und die Entwicklung neuerer Methoden stellen die bisherigen Therapieverfahren infrage.

Deshalb sind in der vorliegenden Arbeit folgende Fragen im Hinblick auf die offen-chirurgische Prostataadenomenukleation zu beantworten:

- Welche Patienten erhalten eine Prostataadenomenukleation?
- Bestehen bei den Patienten operationsrelevante Komorbiditäten?
- Wie häufig treten Komplikationen auf?
- Wie beeinflusst der Ausbildungsstand des Operateurs die Komplikationsrate?
- Wie häufig werden Bluttransfusionen bei diesem Operationsverfahren notwendig und wie verhalten sich die Laborparameter im stationären Verlauf?
- Kann durch präoperativ gemessene Daten das Risiko für postoperative Komplikationen festgestellt werden?

4. Material und Methoden

4.1. Studienkonzept

Für die Studie wurden retrospektiv Daten von Patienten analysiert, die sich aufgrund eines Benignen Prostatasyndroms einer Prostataadenomenukleation in den Jahren 2006 bis 2017 an der Klinik für Urologie und Kinderurologie des UKS unterzogen. Die Operation wurde im Allgemeinen bei Patienten mit Prostatavolumina größer als 80ml angewandt. Patienten mit Volumina kleiner als 80ml wurden behandelt, wenn eine Komorbidität während derselben Operation mitbehandelt werden konnte. Dazu gehörten insbesondere folgende Eingriffe:

- Leisten- oder Nabelhernienverschluss,
- Entfernung von Harnblasensteinen, die aufgrund ihrer Größe einer transurethralen Lithotripsie nicht zugänglich waren.

Erfüllten Patienten diese Kriterien wurden ihre Daten mithilfe der elektronischen Patientenakte im EDV-(SAP-)System des Klinikums gesammelt, eine Datenbank in Microsoft Excel erstellt und in drei Phasen eingeteilt:

- Präoperative Phase:
Vom Vortag der Operation („Aufnahmetag“) bis zur Operation
- Operative Phase:
Zeitraum der Operation
- Postoperative Phase:
Vom Ende der Operation bis zum Entlassungs- oder Verlegungstag.

4.2. Parameter

Folgende Parameter wurden analysiert:

4.2.1. Präoperative Parameter mit Baseline-Charakteristika

Zur besseren Übersicht wurden die Daten in objektive und anamnestische Parameter eingeteilt.

4.2.1.1. Objektive Parameter

- Alter
- BMI

- Operationsjahr
- Mikrobiologie des Urins (Durchführung bei auffälligem Urinstreifentest oder liegendem Dauerharnblasenkatheter)
- Prostatavolumen:
 - Patienten erhielten eine Messung des Prostatavolumens mittels transrektaler (TRUS) und/oder transabdominelle Sonographie.
- Sonographische Messung des Restharnvolumens
- Präoperative Harnverhaltung mit Notwendigkeit eines Harnblasenkatheters
- Laborwerte (am Tag vor der Operation):
 - Serum-PSA
 - Hämoglobin
 - Hämatokrit
 - Serum-Kreatinin
 - Errechnete Glomeruläre Filtrationsrate (eGFR) nach MDRD-Formel
- Anästhesieverfahren:
 - In der Klinik für Urologie am UKS wurden Operationen sowohl in Spinalanästhesie als auch in Intubationsnarkose durchgeführt. In einigen Fällen kam es zum Wechsel von einer Spinalanästhesie auf eine Intubationsnarkose. Dann wurde die Intubationsnarkose als Anästhesieverfahren aufgenommen.
- ASA-Score:
 - Es wurde die anästhesiologische Beurteilung der Gesamtmorbidität mittels Scoring-Verfahren der American Society of Anesthesiologists („ASA“) analysiert [10,14]. Die Klassifikation ist wie folgt:
 - Grad 1: Gesunder Patient außer derjenigen Erkrankung, die die Indikation für die Operation darstellt,
 - Grad 2: Patient mit wenigen, leichten Erkrankungen,
 - Grad 3: Patient mit mindestens einer schwerwiegenden Erkrankung,
 - Grad 4: Patient mit mindestens einer Erkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung darstellt,
 - Grad 5: moribunder (todkranker) Patient, der ohne Operation wahrscheinlich versterben würde,
 - Grad 6: hirntoter Patient.

4.2.1.2. Anamnestische Parameter

Die Daten stammen aus den Aufnahmebögen der Urologie.

- Begleit- und Vorerkrankungen
 - Kardiologische Erkrankungen

- Pulmonale Erkrankungen
- Kreislauferkrankungen
- Urologische Vorerkrankungen außer: BPS, Prostatastanzbiopsie, Harnverhaltung
- Onkologische Erkrankungen
- Hämatologische Erkrankungen
- Erkrankungen des Bewegungsapparates, der Extremitäten oder des Stützapparates
- Rheumatische Erkrankungen, Erkrankungen des Stoffwechsels, Schilddrüsenerkrankungen, Hyperurikämie, Fettstoffwechselstörungen
- Osteoporose
- Gastroenterologische, hepatologische, nephrologische, dermatologische, ophthalmologische, neurologische oder psychiatrische Erkrankungen

- Dauermedikation zum Zeitpunkt der Aufnahme:
 - Medikamentöse Kombinationstherapie eines BPS:
 - α 1-Blocker kombiniert mit entweder 5 α -Reduktasehemmer, Muskarinrezeptorantagonisten oder Phosphodiesteraseinhibitoren
 - Behandlung einer arteriellen Hypertonie (ohne Diuretika)
 - Plättchen- und gerinnungshemmende Medikation:
 - Plättchenaggregationshemmer (einfach oder doppelt)
 - Orale Antikoagulation (NOAK, Vitamin-K-Antagonisten)
 - Nicht-Orale-Antikoagulation (Heparin- oder Fondaparinux-Injektion)
 - Diuretika

4.2.2. Intraoperative Parameter

Diese Daten stammen unter anderem aus den Operationsprotokollen der Urologie und der Anästhesie.

- Intraoperativer Blutverlust
- Operationsdauer
- Transfusion von Erythrozytenkonzentraten («Bluttransfusion» wird synonym verwendet)
- Weiterbildungsgrad des Operateurs und der Assistenz:
 - Assistenzärztin/-arzt
 - Fachärztin/-arzt
- Vorhandensein von Harnblasensteinen
- Weitere Eingriffe während derselben Operation
- Intraoperative Komplikationen

4.2.3. Postoperative Parameter

Diese Daten stammen aus Dokumenten der Urologie, der Pathologie und der Pflege.

- Histologische Beurteilung des Resektats
- Gewicht des Resektats
- Harnblasenkatheterliegedauer
- Hospitalisierungsdauer
- Transfusion von Erythrozytenkonzentraten
- Spontanmiktion nach Auslassversuch des Harnblasenkatheters
- Messung des Restharnvolumens nach Entfernung des Harnblasenkatheters
- Klassifikation der postoperativen Komplikationen nach der Clavien-Dindo-Klassifikation:
Diese Klassifikation objektiviert den Schweregrad einer postoperativen Komplikation und wird im Ergebnisteil erläutert.

4.2.4. Laborparameter

- Hämoglobin- und Hämatokrit-Werte zusätzlich zu den präoperativen Laborwerten:
 - Am Tag der Operation (postoperativ)
 - Einen Tag nach Operation
 - Am Entlassungstag
- Serum-Kreatinin-Werte und eGFR nach MDRD-Formel zusätzlich zu den präoperativen Laborwerten:
 - Einen Tag nach Operation
 - Am Entlassungstag

4.3. Routinemäßiger Ablauf des stationären Aufenthaltes und der Prostataadenomenukleation am UKS Homburg

Zur Vorbereitung werden die Patienten am Vortag der Operation in die Klinik für Urologie und Kinderurologie stationär aufgenommen. Es erfolgte eine Anamnese, eine klinische Untersuchung, eine Blutentnahme, ein Urinstreifentest (insbesondere bei Harnblasendauerkatheterträgern oder Verdacht auf Harnwegsinfekt) und eine sonographische Untersuchung der Harnorgane mit Volumetrie der Prostata.

Die retropubische Operation wird in Rückenlagerung durchgeführt. Das Operationsgebiet wird steril abgewaschen und abgedeckt. Ein transurethraler Einmalkatheter wird eingelegt und die Harnblase mit Kochsalzlösung aufgefüllt (bis ca. 400ml). Durch einen medianen Unterbauchschnitt wird auf einer Länge von ca. 5 cm die Cutis und Subcutis eröffnet. Daraufhin wird in die Tiefe bis zur Faszie des Musculus rectus abdominis präpariert, die Linea alba durchtrennt und die beiden Muskelstränge separiert. Das Peritoneum wird vom Blasendach gelöst. Nachdem Haltenähte in die Vorderwand der Harnblase platziert werden, wird die Blase mit dem Elektrokauter eröffnet. Das nun sichtbare Lumen wird auf Tumore und Steine inspiziert. Die Ostien werden dargestellt.

Um die Prostata aus ihrer Kapsel enukleieren zu können, wird der Zeigefinger in die prostatistische Harnröhre eingeführt und die vordere Kommissur gesprengt. Jetzt kann das Adenom manuell von der Prostatakapsel gelöst werden. Das Resektat wird gewogen und an die Pathologie zur histologischen Beurteilung versandt.

Folgend wird ein Harnblasendauerspülkatheter eingelegt und in der Prostataloge geblockt. Die Haltenähte an der Harnblase werden entfernt und die Blase einschichtig mit fortlaufender Vicryl-Naht oder zweischichtig mit fortlaufender Monocryl-Naht für die Schleimhaut und Vicryl-Naht in Einzelknopftechnik für den Detrusormuskel verschlossen. Ist darauffolgend über eine Katheterspülung die Dichtigkeit der Harnblase gewährleistet, wird eine Dauerspülung an den Blasenkatheeter angeschlossen.

Nach fakultativer Einlage einer Robinsondrainage ins Cavum Rezii wird die Bauchwand mittels Faszien- und Subcutannaht verschlossen: Anschließend folgt die Hautklammerung und ein steriler Verband.

Postoperativ wird der Patient auf die IMC-Station zur Überwachung der HerzKreislauf-Parameter, regelmäßigen Laboruntersuchungen und kontinuierlichen Harnblasenspülung aufgenommen. Am ersten postoperativen Tag erfolgt bei unauffälligem Verlauf die Verlegung auf die Normalstation.

Innerhalb von fünf Tagen postoperativ wird der Harnblasenkatheter routinemäßig entfernt. Danach werden die Patienten nach ihrem Miktionsverhalten befragt und das Restharnvolumen sonographisch gemessen. Bei unauffälligem Aufenthalt auf der Normalstation und unauffälliger sonographischer Kontrolle des gesamten Harntraktes werden die Patienten einen Tag nach der Entfernung des Harnblasenkatheters in die ambulante Nachsorge entlassen.

4.4. Statistik und Testverfahren

Zur Auswertung der Daten wurden mithilfe des Programms R-Studio folgende statistischen Testverfahren angewandt:

Mittels Shapiro-Wilk-Test wurden Stichproben als normal- oder nicht-normalverteilt interpretiert.

Der Exakte Test nach Fischer wurde für Vergleiche zwischen zwei unverbundenen, binären Stichproben,

der Student's t-Test wurde für den Vergleich zwischen zwei unverbundenen, normalverteilten Stichproben,

der Wilcoxon-Rangsummentest wurde für den Vergleich von nicht-normalverteilten, ordinalen oder kontinuierlichen Gruppen und

der Korrelationstest nach Spearman wurde zum Vergleich von mindestens ordinalen Variablen eines monotonen Zusammenhangs verwendet.

Das statistische Signifikanzniveau wurde bei einem p-Wert $\leq 0,05$ akzeptiert.

5. Ergebnisse

5.1. Präoperative Phase mit Baseline-Charakteristika

In die Studie wurden 309 Patienten aufgenommen, die eine offen-chirurgische Prostataadenomenukleation in den Jahren 2006 bis 2017 am Universitätsklinikums des Saarlandes erhalten hatten. Es fanden im Mittel 25,75 Operationen (SD $\pm 3,44$) pro Jahr statt.

5.1.1. Objektive Parameter

5.1.1.1. Alter und Body-Mass-Index

Tabelle 1 - Baseline-Charakteristika

	MW \pm SD	Median	Anzahl (Prozent)
Alter [Jahre]	71,63 ($\pm 7,49$)	71,83	309/309 (100%)
BMI [kg/m ²]	27,58 ($\pm 3,98$)	27,20	304/309 (98,38%)

Das Durchschnittsalter lag bei 71,63 Jahren. Der jüngste Patient war 52 Jahre, der älteste 93 Jahre alt.

5.1.1.2. Prostatavolumen

Lag in den Datensätzen sowohl präoperativ eine transrektale Messung (TRUS) als auch eine transabdominelle Messung bei einem Patienten vor, wurden jeweils die Werte des TRUS als genaueres Untersuchungsverfahren für die Datensammlung verwendet (siehe Tabelle 2). 51 Patienten erhielten sowohl eine transrektale als auch eine transabdominelle Messung.

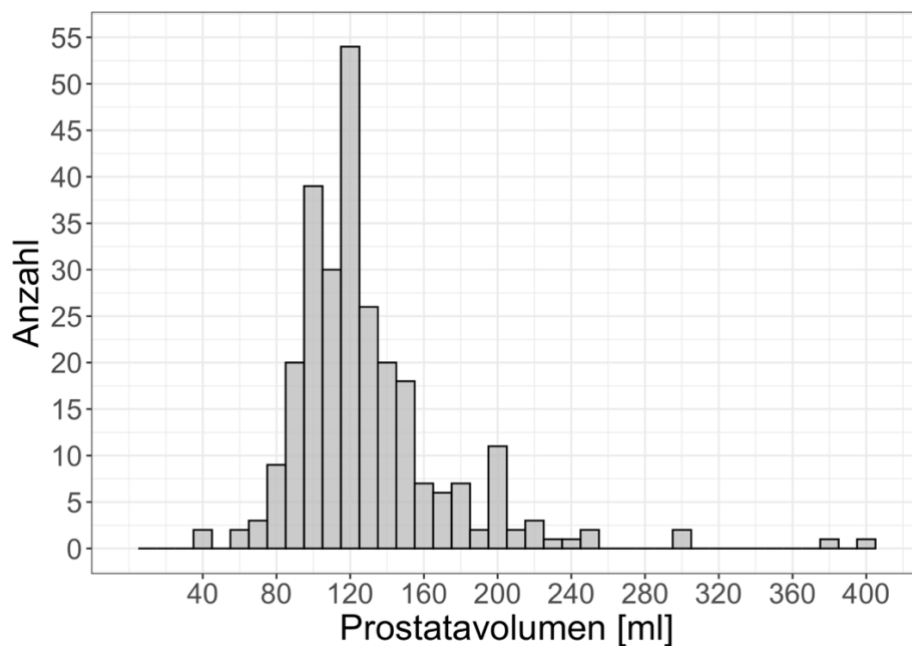


Abbildung 2 - Prostatavolumen präoperativ (transrektal oder transabdominell)

Insgesamt lag das Prostatavolumen bei durchschnittlich 130,14ml. 89 Patienten hatten ein Prostatavolumen größer als 130,14ml, was 28,80% der gesamten Studienpopulation entsprach. Das größte Prostatavolumen lag bei 400ml bei einem 73 jährigen Patienten.

Tabelle 2 - Prostatavolumen

Prostatavolumen	MW \pm SD	Median	Anzahl (Prozent)
Messung mittels TRUS [ml]	127,83 \pm 42,85	120	156/309 (50,49%)
Messung mittels transabdomineller Sonographie [ml]	132,2 \pm 43,80	120	164/309 (53,07%)
Messung insgesamt (je 1 Messverfahren pro Patient [ml])	130,14 \pm 44,20	120	269/309 (87,06%)

7 Patienten hatten ein präoperativ gemessenes Volumen von weniger als 80ml. 4 dieser 7 Patienten wurden mittels PAE operiert, weil durch das offen-chirurgische Verfahren während der gleichen Operation weitere operative Eingriffe durchgeführt werden konnten. Bei den anderen Patienten war anhand der retrospektiven Datenanalyse unklar, weshalb sie keinen transurethralen Eingriff, sondern eine PAE erhielten.

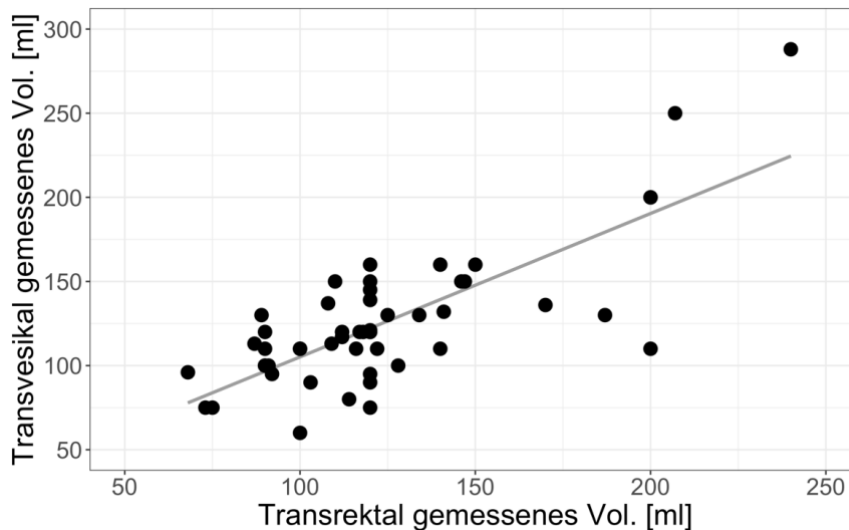


Abbildung 3 - Patienten mit TRUS und transabdomineller Messung

Patienten, die sowohl eine transrektale als auch eine transabdominelle Messung des Prostatavolumen erhielten, wiesen statistisch ähnliche Werte auf ($p < 0,001$, Korrelationstest nach Spearman, siehe Abbildung 3).

5.1.1.3. Präoperative Laborparameter

Die Laborparameter des PSA-Wertes, Hämoglobins, Hämatokrit und Kreatinins konnten bei über 96% der Patienten, die Werte der errechneten GFR konnten bei 60% der Patienten ermittelt werden.

Tabelle 3 - Präoperative Laborparameter

	MW \pm SD	Median	Anzahl (Prozent)
Serum-PSA [ng/ml]	11,38 \pm 11,46	7,89	299/309 (96,76%)
Hämoglobin [g/dl]	14,45 \pm 1,62	14,6	308/309 (99,68%)
Hämatokrit [%]	42,34 \pm 4,41	43	309/309 (100%)
Kreatinin [mg/dl]	1,09 \pm 0,34	1	307/309 (99,35%)
Kreatinin-eGFR [ml/min MDRD]	72,23 \pm 16,37	74,7	185/309 (59,87%)

Laborchemisch zeigte sich ein durchschnittlicher präoperativer Serum-PSA-Spiegel von 11,38ng/ml. 56 Patienten (18,12%) hatten dabei einen Serum-PSA-Spiegel von weniger als 4ng/ml. Der durchschnittliche Hämoglobin- (14,45g/dl) und Hämatokrit-Wert (42,34%) lag im Normbereich. Mittels Kreatinin und errechneter Kreatinin-GFR wurde die Nierenfunktion

laborchemisch gemessen. 91 Patienten (29,45%) hatten einen Kreatinin-Wert von über 1,1mg/dl.

5.1.1.4. ASA-Score

Tabelle 4-ASA-Score

ASA-Score	Anzahl (Prozent)
1 (keine Komorbidität)	12/277 (4,33%)
2 (leichtgradige Komorbidität)	176/277 (63,54%)
3 (höhergradige Komorbidität)	89/277 (32,13%)
4 (moribunder Patient)	0
5 (hirntoter Patient)	0

Es gab keine Patienten mit ASA-Score 4 (todkranker Patient) oder 5 (hirntoter Patient). Die meisten Patienten hatten eine leichtgradige Komorbidität (63,54%). 4,33% der Patienten hatten keine dokumentierte Komorbidität.

5.1.2. Subjektive Parameter

5.1.2.1. Komorbiditäten

Zur Beurteilung des Operations- und Komplikationsrisikos wurden Daten zu Vorerkrankungen und Dauermedikation in die Studie aufgenommen.

Tabelle 5 - Anamnestisch beschriebene Komorbidität, nach Häufigkeit sortiert

	Anzahl (Prozent)
Kreislaufkrankungen (arterielle Hypertonie, peripher-arterielle Verschlusskrankheit, Stenose der hirnzuführenden Arterien, Z.n. transitorischem ischämischem Anfall, Z.n. Apoplex, Z.n. Hirnstammb Blutung)	133/309 (43,04%)
Kardiologische Erkrankungen (Koronare Herzkrankheit [mit oder ohne Operation/Intervention], Z.n. Myokardinfarkt, Kardiomyopathie, Herzklappendefekt, Herzrhythmusstörung [Vorhofflimmern, atrioventrikulärer Block], Herzinsuffizienz)	83/309 (26,86%)
Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparates	58/309 (18,77%)
Urologische Erkrankungen (siehe Tabelle 6)	52/309 (16,83%)
Pulmonale Erkrankungen (Chronisch obstruktive Lungenerkrankung, Asthma bronchiale, pulmonale Hypertonie, Lungenemphysem, Z.n. Lungentuberkulose, Z.n. Lungenarterienembolie)	40/309 (12,94%)
Diabetes mellitus (Insulin-abhängig oder -unabhängig)	40/309 (12,94%)
Onkologische Erkrankungen (Z.n. Kolonkarzinom, Z.n. Lymphom [B-Zell])	14/309 (4,53%)
Hämatologische Erkrankungen (unter anderem: Hämophilie A, Hämophilie B)	8/309 (2,59%)

Die häufigsten Vorerkrankungen waren eine arterielle Hypertonie und kardiologische Vorerkrankungen (siehe Tabelle 5). Urologische Komorbiditäten, die in der Vorgeschichte bekannt waren (ausgenommen BPS), sind im Folgenden näher aufgeführt:

Tabelle 6 - Urologische Komorbidität, nach Häufigkeit sortiert

Erkrankung (aktuell oder Z.n.)	Anzahl (Prozent)
Makrohämaturie	26/309 (8,41%)
Hydrozele	9/309 (2,91%)
Phimose	3/309 (0,97%)
Urosepsis	2/309 (0,65%)
Urolithiasis	2/309 (0,65%)
Orchitis	2/309 (0,65%)
Nierenzellkarzinom	2/309 (0,65%)
Urothelkarzinom	1/309 (0,32%)
Plattenepithelkarzinom des Penis	1/309 (0,32%)
Spermatozele	1/309 (0,32%)
Epididymitis	1/309 (0,32%)
Balanitis	1/309 (0,32%)
Skrotalhernie	1/309 (0,32%)

5.1.2.2. Urologische Vorgeschichte

74 Patienten (23,95%) berichteten präoperativ von einer bereits stattgefundenen Prostatastanzbiopsie (gemäß Aktenlage).

Bei 97 Patienten (31,39%) wurde in der Mikrobiologie des Urins ein Keim in pathologisch erhöhter Konzentration nachgewiesen.

Bei 159 Patienten (51,46%) lag aufgrund eines Harnverhalts präoperativ ein Harnblasenkatheter. Das Restharnvolumen lag bei diesen Patienten bei durchschnittlich 403,5ml. Bei Patienten ohne präoperativen Blasendauerkatheter wurde ein Restharnvolumen von 71,79ml gemessen.

5.1.2.3. Dauermedikation

Tabelle 7 - Anamnestisch beschriebene Dauermedikation (Auswahl)

Dauermedikation (unabhängig von Applikationsart)	Anzahl (Prozent)
Alpha-Blocker und 5- α -Reduktasehemmer	3/309 (0,97%)
Antihypertensiva	12/309 (3,88%)
Gerinnungs- oder Plättchenhemmung insgesamt davon:	35/309 (11,33%)
Orale Antikoagulantien (NOAK oder VKA)	11/309 (3,56%)
Nicht orale Antikoagulantien	5/309 (1,62%)
Plättchenaggregationshemmer einfach	12/309 (3,88%)
Plättchenaggregationshemmer doppelt	9/309 (2,91%)

Insgesamt hatten 35 der 309 (11,33%) Patienten regelmäßig ein Plättchen hemmendes und/oder antikoagulatives Medikament vor der Operation eingenommen (siehe Tabelle 7). Das perioperative Management (Pausieren, Bridgen, Fortsetzen) wurde nicht analysiert.

5.2. Operative Parameter

5.2.1. Anästhesieverfahren

Tabelle 8 - Anästhesieverfahren

Anästhesieverfahren	Anzahl (Prozent)
Operation vollständig in Spinalanästhesie	110/259 (42,47%)
Operation teilweise oder vollständig in Intubationsanästhesie	149/259 (57,53%)

110 Patienten (42,47%) wurden ausschließlich in Spinalanästhesie operiert. War intraoperativ die Spinalanästhesie nicht suffizient, wurde auf Intubationsanästhesie gewechselt (siehe auch 4.2.1.1.).

5.2.2. Weitere Eingriffe während derselben Operation

Tabelle 9 - Weitere operative Eingriffe während derselben OP, nach Häufigkeit sortiert

Art des weiteren Eingriffs	Anzahl (Prozent)
Harnblasensteinentfernung	14/309 (4,53%)
Cystoskopie	14/309 (4,53%)
Leistenherniotomie	12/309 (3,88%)
Spermatozelenresektion	8/309 (2,59%)
Zirkumzision	4/309 (1,29%)
Hydrozelenresektion	4/309 (1,29%)
Ureterschienen-Wechsel	3/309 (0,97%)
Nävusexzision	3/309 (0,97%)
Urethrotomie bei frustraner intraoperativer Spülkathetereinlage	2/309 (0,65%)
Ureterschienen-Entfernung	2/309 (0,65%)
Vasektomie	2/309 (0,65%)
Entfernung von Skrotumgewebe	2/309 (0,65%)
Meatotomie	1/309 (0,32%)

53 (17,15%) Patienten hatten einen oder mehrere weitere Eingriffe während derselben Operation, davon 36 Patienten einen Eingriff, 16 Patienten zwei und ein Patient hatte drei Eingriffe.

5.2.3. Operationsdauer und intraoperativer Blutverlust

In Tabelle 10 und in Abbildung 4 zeigt sich, dass über 75% der Prostataadenomenektomien unter 100 Minuten durchgeführt wurden.

Tabelle 10 - Operationsdauer und Blutverlust intraoperativ

	MW \pm SD	Median	Anzahl (Prozent)
Operationsdauer [min]	63,02 \pm 37,47	60,00	306/309 (99,03%)
Blutverlust intraoperativ [ml]	393,90 \pm 291,60	300	104/309 (33,66%)

Der Blutverlust konnte von 104 Patienten aufgenommen werden. Dabei lag der Blutverlust intraoperativ bei 393,90ml.

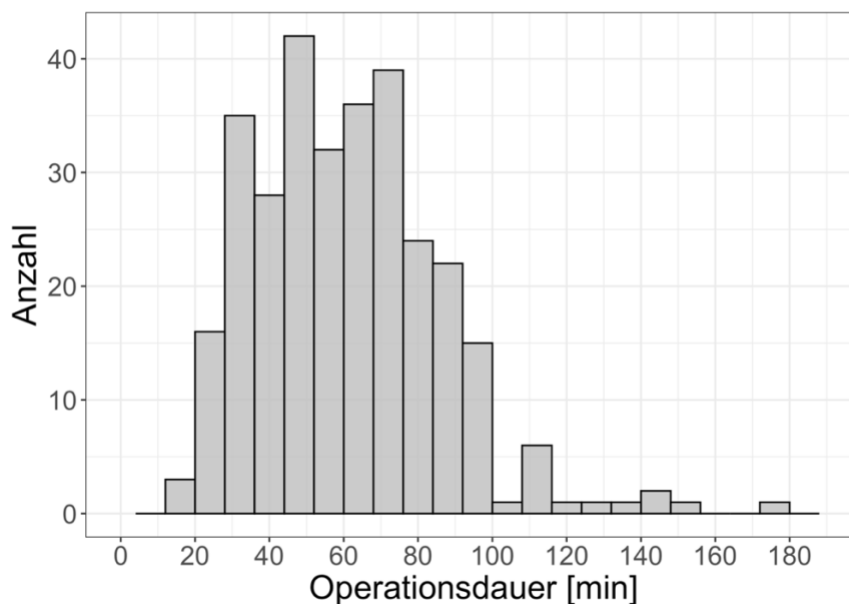


Abbildung 4 - Operationsdauer

Die kürzeste Operation wurde nach 18 Minuten bei einem präoperativ gemessenen Prostatavolumen von 120ml beendet. Bei dem größten postoperativ gemessenen Prostatagewicht von 439 g dauerte die Operation 85 Minuten.

5.2.3.1. Korrelation mit Prostataavolumen und Resektatgewicht

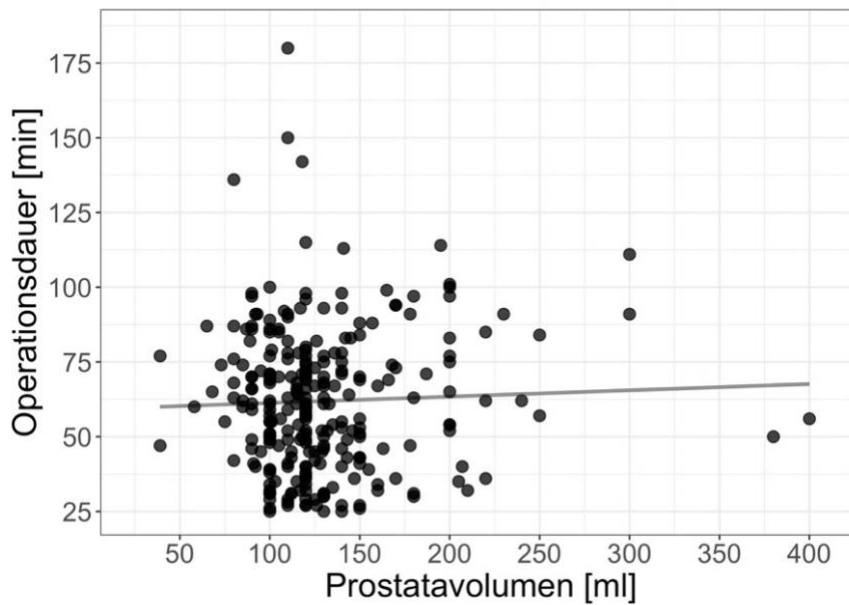


Abbildung 5 - Operationsdauer und Prostataavolumen

Zwischen der Operationsdauer und dem präoperativ gemessenen Prostataavolumen bestand keine signifikante Korrelation (p -Wert = 0,48, Korrelationstest nach Spearman).

Dies galt auch für das Resektatgewicht (p -Wert = 0,20, Korrelationstest nach Spearman).

5.2.3.2. Korrelation mit dem Anästhesieverfahren

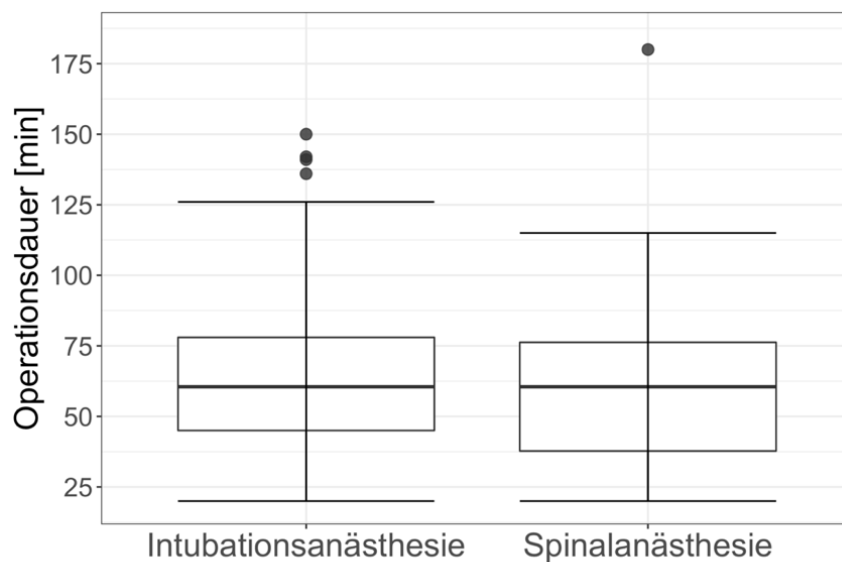


Abbildung 6 - Operationsdauer und Anästhesieverfahren

Das Anästhesieverfahren wirkte sich nicht auf die Operationsdauer aus (p -Wert = 0,28, Student's t-Test).

5.2.3.3. Korrelation mit weiteren Eingriffen

71 zusätzlich Eingriffe wurden nebst PAE während der gleichen Narkose durchführt. 14 der 71 Eingriffe (19,72%) waren Urethrozystoskopien, die bei Patienten vor der PAE intraoperativ durchgeführt wurden. Es wurde versucht, das Prostatagewebe mithilfe der weniger invasiven Technik der biTUR-P zu resezieren und/oder Harnblasensteine transurethral zu entfernen. Erst nachdem dieser Versuch frustan verlief, wurde eine PAE durchgeführt. Zwei weitere Patienten erhielten während der PAE eine Urethrotomie, weil der Harnblasendauerspülkatheter bei Harnröhrenstriktur nicht eingelegt werden konnte.

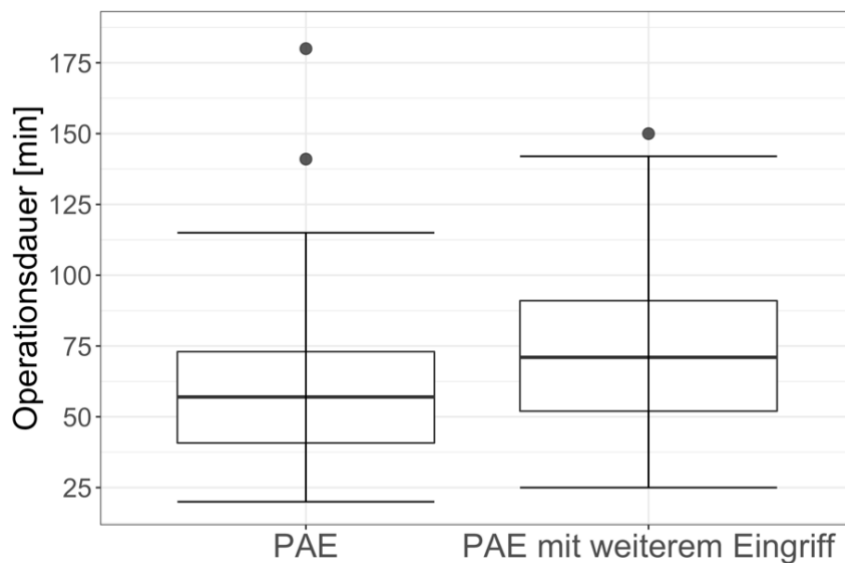


Abbildung 7 - Operationsdauer und weitere Eingriffe

Die Operation dauerte signifikant länger, wenn während derselben Narkose weitere Eingriffe durchgeführt wurden (p-Wert < 0,001, Student's t-Test, siehe Abbildung 7).

5.2.4. Weiterbildungsgrad

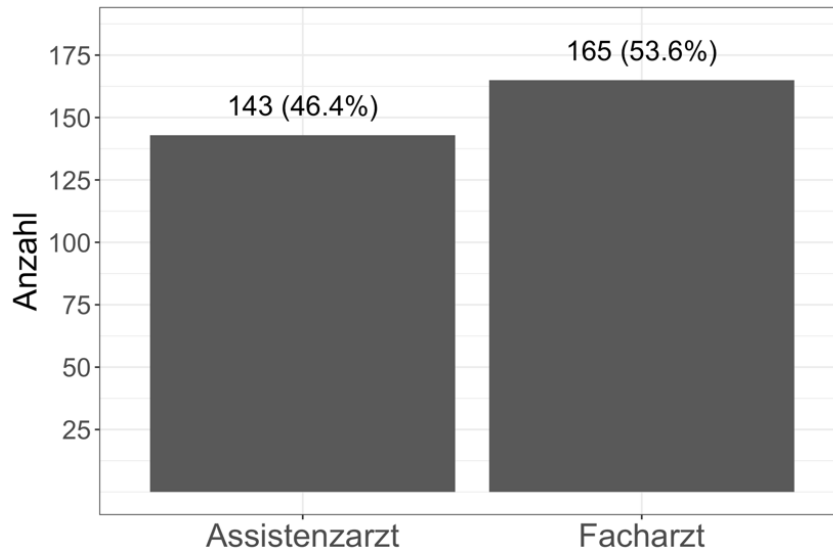


Abbildung 8 - Weiterbildungsgrad des Operateurs

Es wurden 46,43% der Operationen durch Ärztinnen und Ärzte in Weiterbildung mit fachärztlicher Assistenz durchgeführt.

Tabelle 11 - Weiterbildungsgrad der Assistenz

Weiterbildungsgrad	Studierende Anzahl (Prozent)	Assistenzärztin/-arzt Anzahl (Prozent)	Fachärztin/-arzt Anzahl (Prozent)
Ärztliche Operationsassistenz	4/309 (1,29%)	124/309 (40,13%)	180/309 (58,25%)

Außerdem waren bei den 165 fachärztlich durchgeführten Eingriffen in 124 Fällen Assistenzärzte als operative Assistenz tätig.

5.2.5. Weiterbildungsgrad in Korrelation mit der Operationsdauer

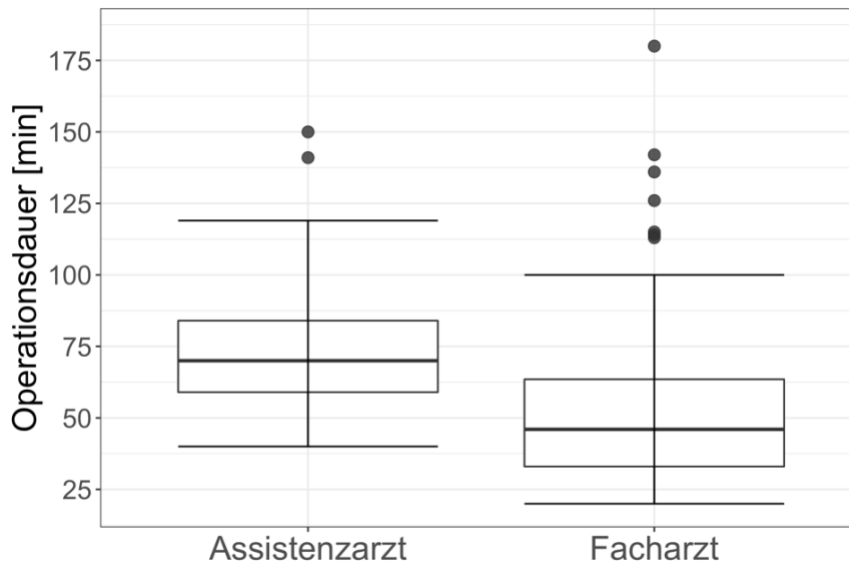


Abbildung 9 - Weiterbildungsgrad des Operateurs und Operationsdauer

Die Operationsdauer korrelierte signifikant mit dem Weiterbildungsgrad des Operateurs (p -Wert $< 0,001$, Student's t-Test). Von Assistenzärztinnen und -ärzten durchgeführte Eingriffe dauerten signifikant länger als von Fachärztinnen und -ärzten durchgeführte Eingriffe (siehe Tabelle 12)

Tabelle 12 - Operationsdauer und Weiterbildungsgrad

Weiterbildungsgrad	Operationsdauer [min] MW \pm SD	Anzahl (Prozent)
Fachärztin/ -arzt	52,01 \pm 25,67	164/306 (53,59%)
Assistenzärztin/ -arzt	72,21 \pm 19,01	142/306 (46,41%)

5.2.6. Harnblasenverschluss

Tabelle 13 - Harnblasenverschluss

Harnblasenverschluss	Anzahl (Prozent)
Einschichtig	121/304 (39,80%)
Zweischichtig	184/304 (60,52%)

Die Harnblase wurde bei 184 Patienten zweischichtig verschlossen.

5.2.7. Intraoperativer Verlauf und Komplikationen

Gemäß den Operationsberichten erhielten zwei Patienten intraoperativ Bluttransfusionen. Außerdem wurde einem Patienten mit bekanntem Faktor-VII-Mangel intraoperativ Faktor VII-Konzentrat (Novoseven®) sowie einem Patienten mit von-Willebrand-Syndrom Faktor VIII verabreicht.

Intraoperative schwerwiegenden Komplikationen traten folgende auf:

Tabelle 14 - Intraoperative Komplikation

	Anzahl (Prozent)
Undichtigkeit der Prostatakapsel mit zeitgleicher Revision in gleicher Narkose	1/309 (0,32%)
Transfusion von Erythrozytenkonzentrat	2/309 (0,65%)

In zwei Operationen wurde außerdem von Vasa-epigastrica-Verletzungen mit Umstechung berichtet.

5.3. Postoperative Ergebnisse

5.3.1. Verlaufsparemeter

Tabelle 15 - Postoperative Verlaufsparemeter

Parameter	MW \pm SD	Median	IQR	Anzahl (Prozent)
Harnblasenkatheterliegedauer [Tage]	6,29 \pm 2,35	6,00	2,00	226/309 (73,14%)
Hospitalisierungszeitraum [Tage]	9,42 \pm 3,77	8,00	4,00	303/309 (98,06%)
Restharnvolumen [ml]	10,78 \pm 48,65			302/309 (97,73%)
Spontanmiktion				284/309 (91,91%)

Der Harnblasenkatheter wurde im Durchschnitt nach 6 Tagen entfernt.

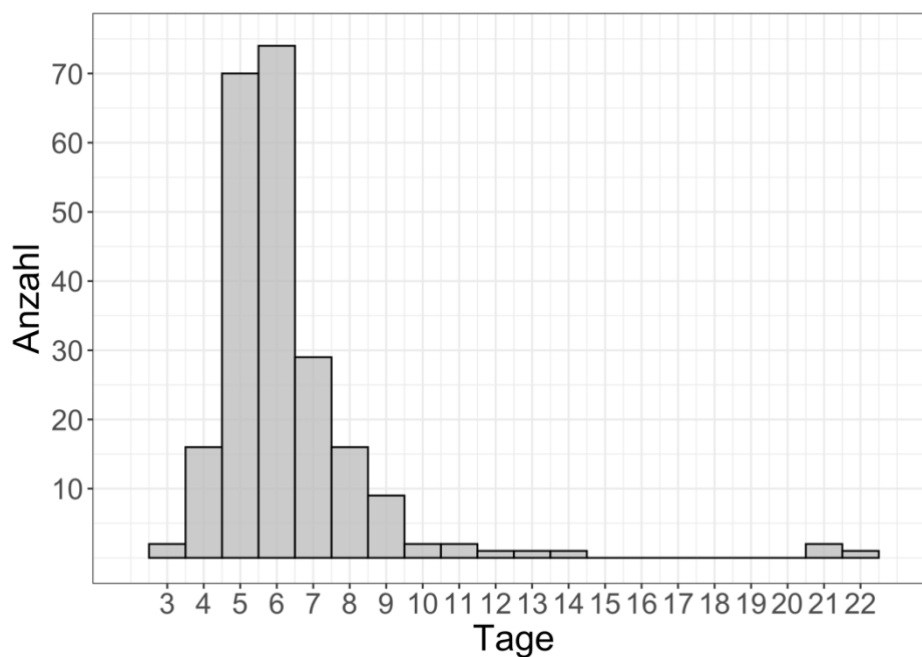


Abbildung 10 - Harnblasenkatheterliegedauer

Die daraufhin durchgeführte Sonographie des Harntrakts zeigte ein minimales Restharnvolumen von 10,78ml im Durchschnitt. Insgesamt 284 Patienten (91,91%) hatten postoperativ eine erste, regelrechte, komplikationslose Spontanmiktion. Die anderen Patienten hatten einen Harnverhalt oder höhergradige Komplikationen des Harntraktes (siehe Tabelle 16).

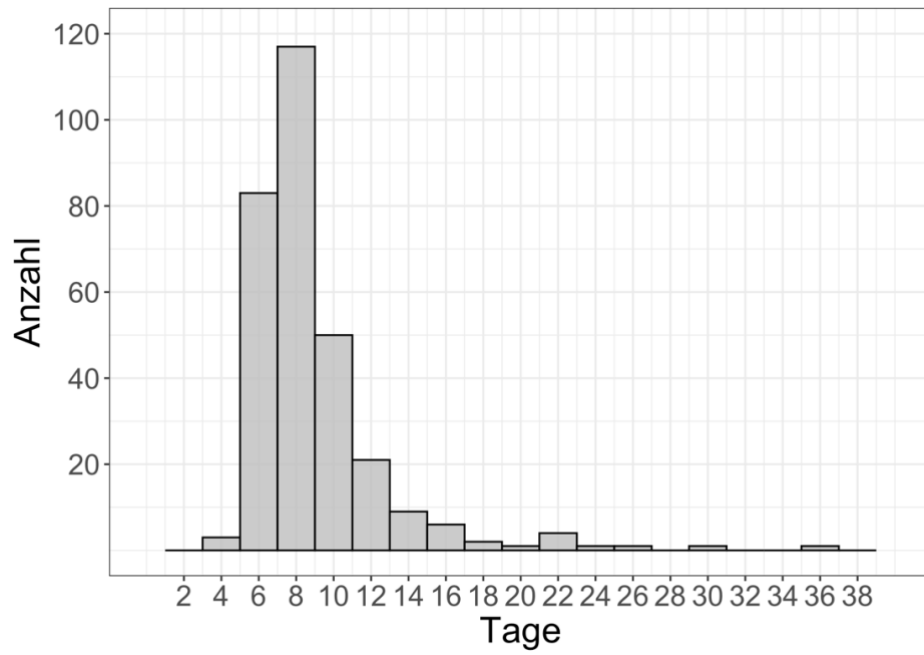


Abbildung 11 - Hospitalisierungsdauer

Die durchschnittliche Hospitalisierungsdauer betrug 9 Tage. Wie in Abbildung 11 zu sehen ist, konnten die meisten Patienten nach 12 bis 14 Tagen entlassen werden.

5.3.2. Postoperative Komplikationen nach Clavien-Dindo-Klassifikation

Insgesamt 129 dokumentierte Komplikationen traten bei 95 Patienten (30,74%) auf. Diese wurden nach der Clavien-Dindo-Klassifikation eingeteilt:

Tabelle 16 - Komplikation gemäß Clavien-Dindo-Klassifikation

Grad nach Clavien-Dindo-Klassifikation	Anzahl (Prozent)
0 keine Komplikation	180/309 (58,25%)
1 Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf (Wunddehiszenz, Harnverhalt, spülpflichtige Hämaturie)	23/309 (7,44%)
2 Notwendigkeit einer außerplanmäßigen Medikamenteneinnahme (Therapiebedürftiges Durchgangssyndrom/Delir, Einnahme von Antibiotika bei Infekt, Einnahme von β -Blockern bei Herzrhythmusstörung, Gabe von Bluttransfusionen bei Anämie)	60/309 (19,42%)
3a Intervention unter Lokalanästhesie (Zystoskopische Kontrolle, ZVK-Einlage, Zystostomie, Urethrotomie bei frustranem Versuch eines Dauerspülkatheters oder Nephrostomie bei Harnabflussstörung, Wundrevision in Lokalanästhesie)	21/309 (6,80%)
3b Intervention unter generalisierter Anästhesie (Zystoskopie bei Blasen tamponade, operative Versorgung eines Platzbauches, Nephrostomie bei Harnabflussstörung)	19/309 (6,15%)
4a Lebensbedrohliches Organversagen mit außerordentlichem Aufenthalt auf IMC oder ICU (Reanimation, therapiebedürftige Tacharrhythmie, Kammerflimmern, Myokardinfarkt, globale Herzinsuffizienz)	6/309 (1,94%)
4b Multiorganversagen mit Aufenthalt auf IMC oder ICU (Multiorganversagen)	0
5 Exitus letalis	0

Die häufigsten Komplikationen waren transfusionsbedürftige Blutungsanämien bei 45 Patienten (14,56%), transurethrale Tamponadenausräumungen bei 16 Patienten (5,18%) und therapiebedürftige Harnwegsinfektionen bei 12 Patienten (3,88%).

Folgende Komplikationen Grad IVa wurden dokumentiert (n=6):

Ein Patient wurde aufgrund eines Myokardinfarktes postoperativ erfolgreich reanimiert.

Ein weiterer Patient entwickelte unmittelbar nach der PAE auf der IMC Kammerflimmern, welches erfolgreich defibrilliert wurde. Auch bei diesem Patient zeigte sich im Verlauf ein NSTEMI bei koronarer Zweigefäßerkrankung.

Ein Patient wies postoperativ eine hämodynamisch relevante Tachyarrhythmie auf, die nach Gabe von Amiodaron sistierte.

Ein Patient entwickelte postoperativ eine global-dekompensierte Herzinsuffizienz mit pulmonal-venöser Stauung, die durch Katecholamin- und Diuretika-Gabe erfolgreich behandelt wurde.

Ein Patient entwickelte eine hämodynamisch relevante globale Herzinsuffizienz.

Ein Patient (präoperatives Prostataavolumen: 220ml) erhielt während des Aufenthaltes in der urologischen Klinik Bluttransfusionen und wurde erneut operiert. Er entwickelte nach mehr als 30 Tagen ein Acute Respiratory Distress Syndrom und wurde verlegt. Insgesamt war er dann noch 60 Tage in stationärer Behandlung.

5.3.2.1. Korrelation mit Anästhesieverfahren und mit präoperativer Medikation

Tabelle 17 - Komplikation und Anästhesieverfahren

Komplikationsgrad nach Clavien-Dindo-Klassifikation	Intubationsanästhesie	Spinalanästhesie
	Anzahl (Prozent)	Anzahl (Prozent)
0	105/259 (40,54%)	74/259 (28,57%)
1	9/259 (3,47%)	4/259 (1,54%)
2	18/259 (6,95%)	12/259 (4,63%)
3a	5/259 (1,93%)	9/259 (3,47%)
3b	10/259 (3,86%)	9/259 (3,47%)
4a	2/259 (0,77%)	2/259 (0,77%)
Gesamt	149/259 (57,53%)	110/259 (42,47%)

Das Anästhesieverfahren (p-Wert = 0,59, exakter Test nach Fisher) und die präoperative langfristige Einnahme von Blut-verdünnenden Medikamenten korrelierten nicht mit dem vermehrten Auftreten von Komplikationen (p-Wert = 0,85, exakter Test nach Fisher). Da die Patientenzahl mit blutverdünnender Medikation gering war und die perioperative Einnahme nicht dokumentiert wurde (siehe Tabelle 7), konnte ein Pausieren der Therapie oder die einzelnen Medikamentenklassen nicht vergleichend analysiert werden.

5.3.2.2. Korrelation mit dem Operationsjahr

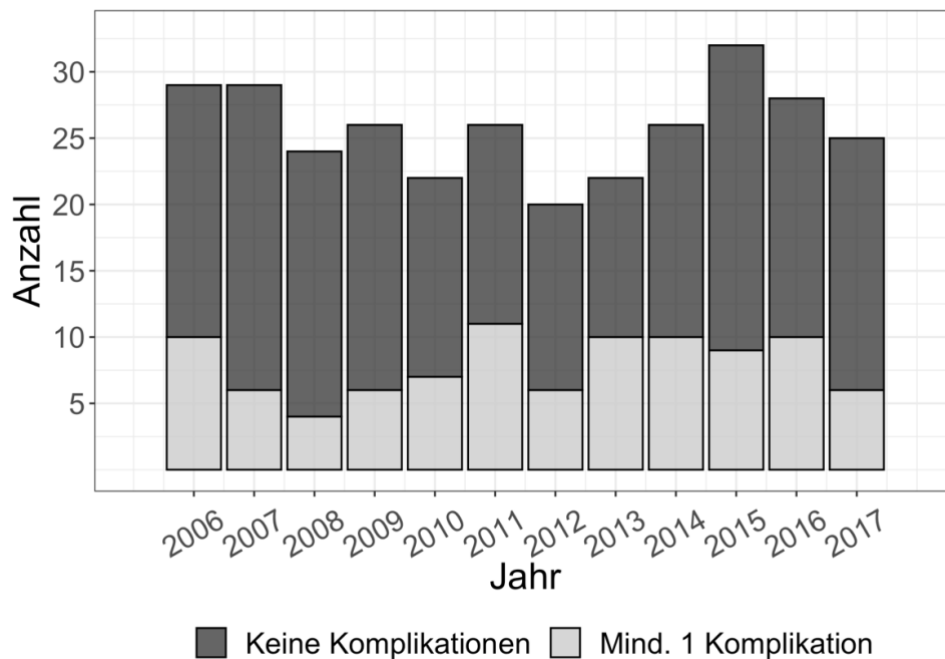


Abbildung 12 - Patienten mit oder ohne Komplikation pro Jahr

Betrachtet man die Komplikationsrate im zeitlichen Verlauf, fällt auf, dass Komplikationen im gesamten Zeitraum etwa gleich häufig aufgetreten sind.

5.3.2.3. Korrelation mit dem Weiterbildungsgrad

Tabelle 18 - Komplikation und Weiterbildungsgrad

	Operator/-in: Anzahl (Prozent)	
	Assistenzärztin/ -arzt	Fachärztin /-arzt
Ohne postoperative Komplikation	98/308 (31,82%)	115/308 (37,34%)
Mit postoperative Komplikation	45/308 (14,61%)	50/308 (16,23%)

Komplikationen traten unabhängig vom Weiterbildungsgrad der Operateurin oder des Operateurs auf (p-Wert = 0,90, exakter Test nach Fisher).

5.3.2.4. Korrelation mit weiteren Eingriffen während derselben Operation

Tabelle 19 - Komplikation und Eingriffanzahl

Operation	Anzahl (Prozent)	
	Ohne weiterem Eingriff	Mit weiterem Eingriff
Ohne Komplikation	173/309 (55,99%)	41/309 (13,27%)
Mit Komplikation	83/309 (26,86%)	12/309 (3,88%)

Zwischen Komplikationen postoperativ und weiteren Eingriffen während derselben Narkose bestand keine Korrelation (p-Wert = 0,19, exakter Test nach Fisher).

5.3.2.5. Korrelation mit der Hospitalisierungsdauer

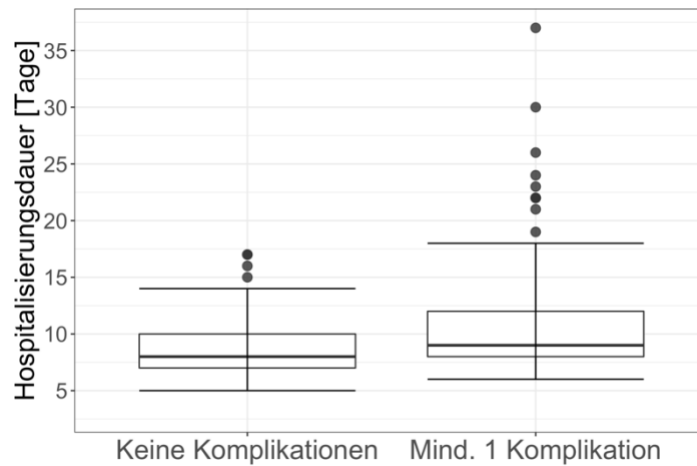


Abbildung 13 - Postoperative Komplikation und Hospitalisierungsdauer

Patienten waren signifikant länger in stationärer Behandlung, wenn sie eine postoperative Komplikation entwickelten (p-Wert < 0,001, Wilcoxon-Rangsummentest).

5.3.3. Transfusion von Erythrozytenkonzentraten

5.3.3.1. Korrelation mit dem Operationsjahr

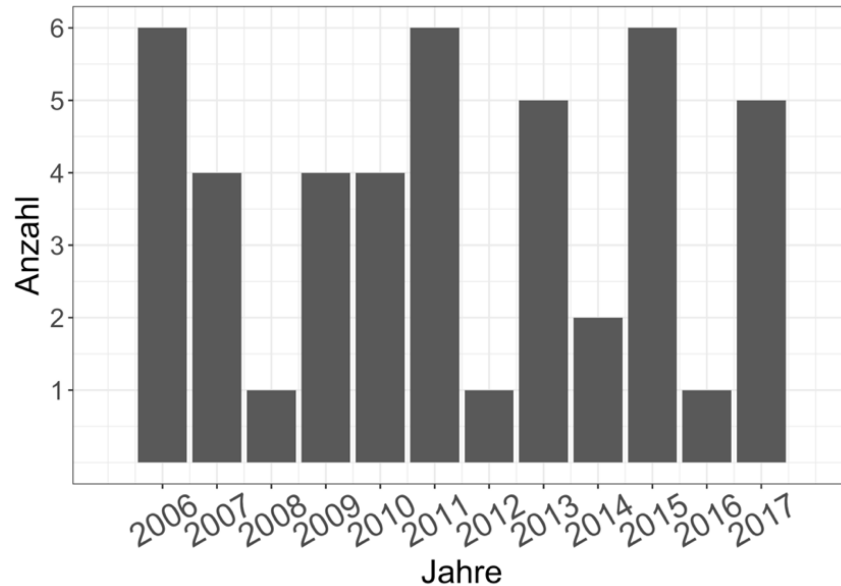


Abbildung 14 - Patientenanzahl mit intra- oder postoperativen Bluttransfusionen pro Jahr

Wie in Abbildung 14 zu sehen ist, war die Bluttransfusionsrate ohne zeitliche Zu- oder Abnahme. Es ließ sich keine Tendenz feststellen.

5.3.3.2. Korrelation mit blutverdünnender Medikation

Tabelle 20 - Bluttransfusionsrate und präoperativ blutverdünnende Medikation

	Keine Plättchenhemmung, VKA oder NOAK	Plättchenhemmung, VKA oder NOAK
Keine Bluttransfusion	234/309 (75,73%)	40/309 (12,94%)
Bluttransfusion	30/309 (9,71%)	5/309 (1,62%)

Es bestand kein signifikant erhöhtes Risiko, eine Transfusion zu erhalten, wenn ein Patient eine Plättchenhemmung (dual oder einfach) oder eine orale oder nicht orale Antikoagulation einnahm (p-Wert = 1, exakter Test nach Fisher). Dies galt ebenfalls für Patienten mit kardiovaskulären und pulmonalen Vorerkrankungen (p-Wert = 0,42, exakter Test nach Fisher).

5.3.3.3. Korrelation mit präoperativ gemessenem Prostatavolumen

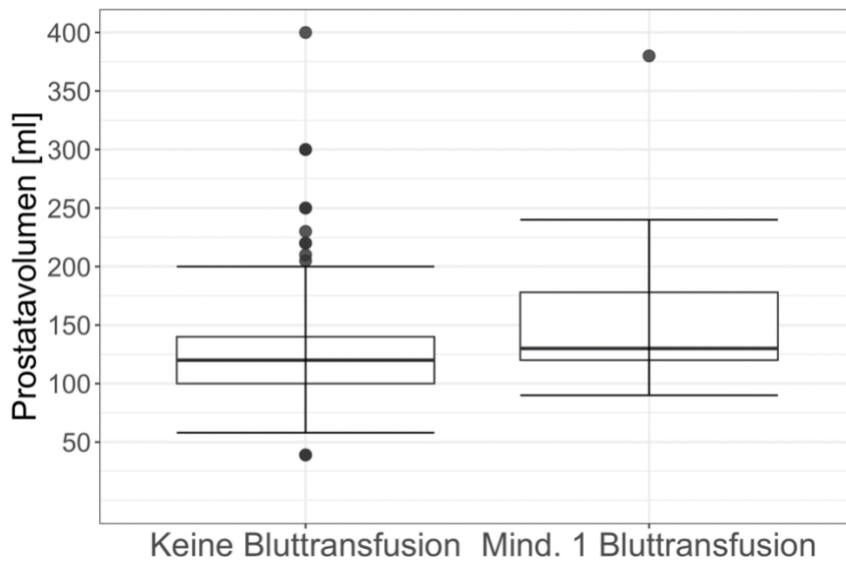


Abbildung 15 - Bluttransfusion und Prostatavolumen

Zwischen Prostatavolumen und der Gabe von Bluttransfusionen bestand ein signifikanter Zusammenhang (p -Wert $< 0,001$, Wilcoxon-Rangsummentest).

5.3.3.4. Korrelation mit Resektatgewicht

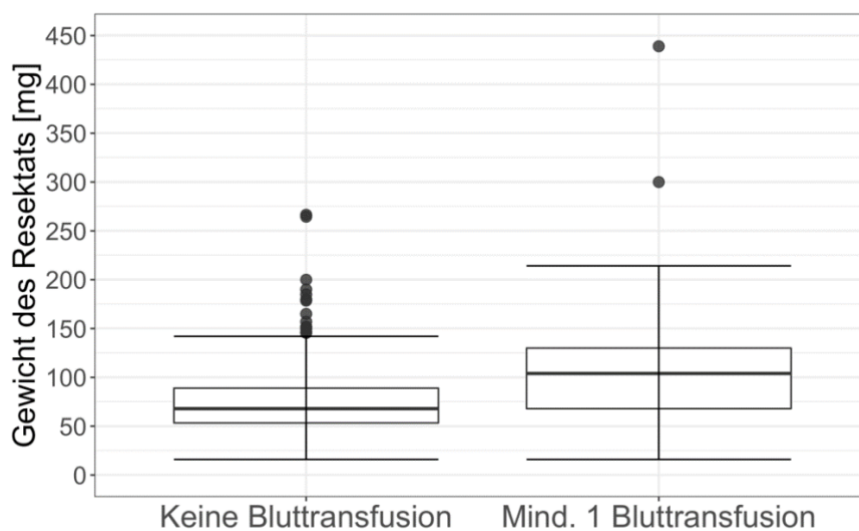


Abbildung 16 - Bluttransfusion und Resektatgewicht

Patienten, die eine Bluttransfusion erhielten, hatten ein signifikant höheres Resektatgewicht, als Patienten, die keine Bluttransfusion erhielten (p -Wert = $0,0038$, Student's t-Test).

5.3.3.5. Korrelation mit Anästhesieverfahren

Tabelle 21 - Anästhesieverfahren und Bluttransfusion

	Keine Bluttransfusion Anzahl (Prozent)	Mind. 1 Bluttransfusion Anzahl (Prozent)	Insgesamt Anzahl (Prozent)
Intubationsanästhesie	122/247 (49,39%)	27/247 (10,93%)	147/247 (59,51%)
Spinalanästhesie	99/247 (40,08%)	11/247 (4,45%)	110/247 (44,53%)

Bei spinaler oder Intubationsanästhesie bestand ein gleich hohes Risiko, eine Bluttransfusion zu benötigen (p-Wert = 0,077, exakter Test nach Fisher).

5.3.3.6. Korrelation mit Hospitalisierungsdauer

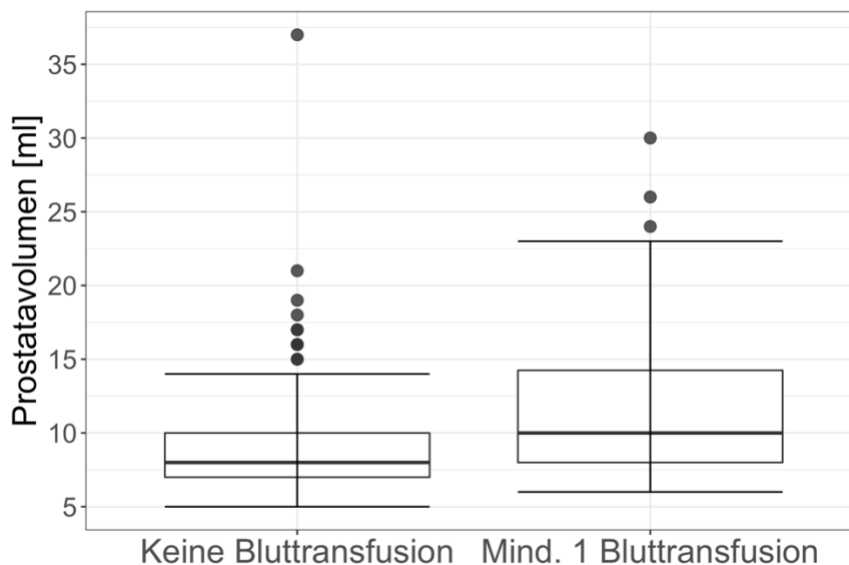


Abbildung 17 - Bluttransfusion und Hospitalisierungsdauer

Patienten, die eine Bluttransfusion erhielten, wurden länger stationär behandelt als Patienten, die keine Transfusion erhielten (p-Wert < 0,001, Wilcoxon-Rangsummentest).

5.3.4. Laborchemische Nierenfunktionsparameter

Tabelle 22 - Kreatininverlauf

Patientenfall	Differenz Kreatinin präoperativ zu 1. Tag postoperativ	Differenz Kreatinin präoperativ zu Entlassungstag
Mittelwert [mg/dl]	- 0,13	- 0,12

Tabelle 23 - Verlauf der eGFR

Differenz	Differenz eGFR präoperativ zu 1. Tag postoperativ	Differenz eGFR präoperativ zu Entlassungstag
Mittelwert [ml/min MDRD]	+ 6,82	+ 4,65

Wie in Tabellen 22 und 23 erkennbar ist, besserten sich die Nierenfunktionsparameter nach der Operation.

5.3.5. Pathologie

5.3.5.1. Inzidentelles Prostatakarzinom

Bei 19 Patienten (6,15%) wurde histologisch ein inzidentelles Prostatakarzinom nachgewiesen. In der Vorgeschichte wurden bei 2 dieser 19 Patienten Prostatastanzbiopsien durchgeführt. Beide waren damals negativ.

Tabelle 24 - Pathologie

Inzidentelle Prostatakarzinom gemäß TNM-Klassifikation	Anzahl (Prozent)
pT1a	14/309 (4,53%)
pT1b	4/309 (1,29%)
pT2b	1/309 (0,03%)

5.3.5.2. Resektatgewicht

Tabelle 25 - Resektatgewicht

	MW \pm SD	Median	IQR	Anzahl (Prozent)
Resektatgewicht [g]	81,31 \pm 46,2	70,40	41,90	289/309 (93,55%)

Das Resektatgewicht lag bei durchschnittlich 81,31g.

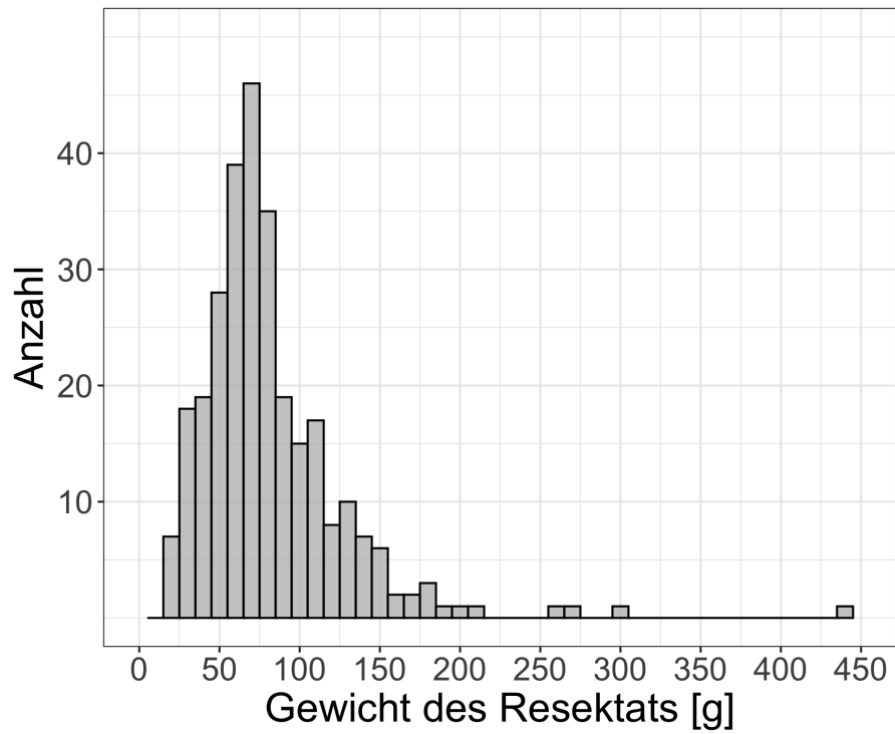


Abbildung 18 - Resektatgewicht

5.3.5.3. Serum-PSA-Wert in Korrelation mit Resektatgewicht und Prostatavolumen

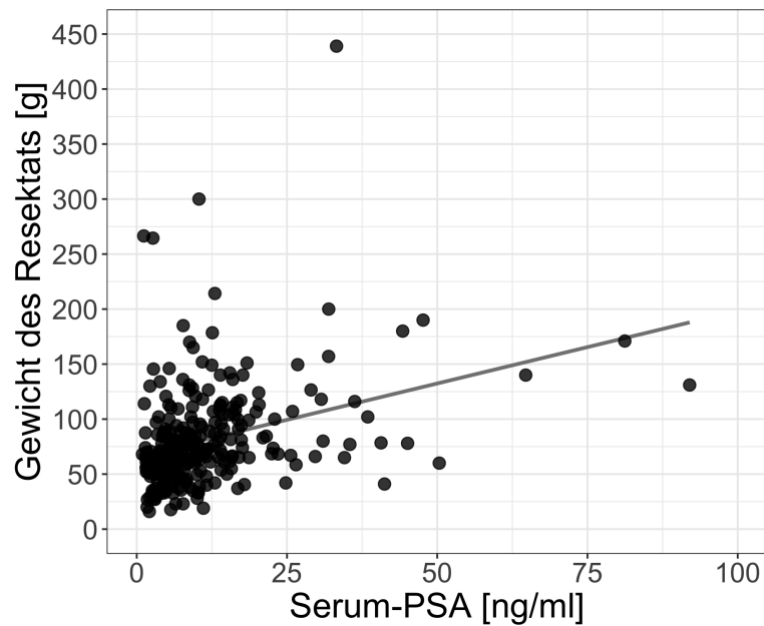


Abbildung 19 - Serum PSA-Wert und Resektatgewicht

Zwischen präoperativ gemessenem PSA-Wert und reseziertem Prostatagewicht bestand ein Zusammenhang (p -Wert $< 0,001$, Korrelationstest nach Spearman).

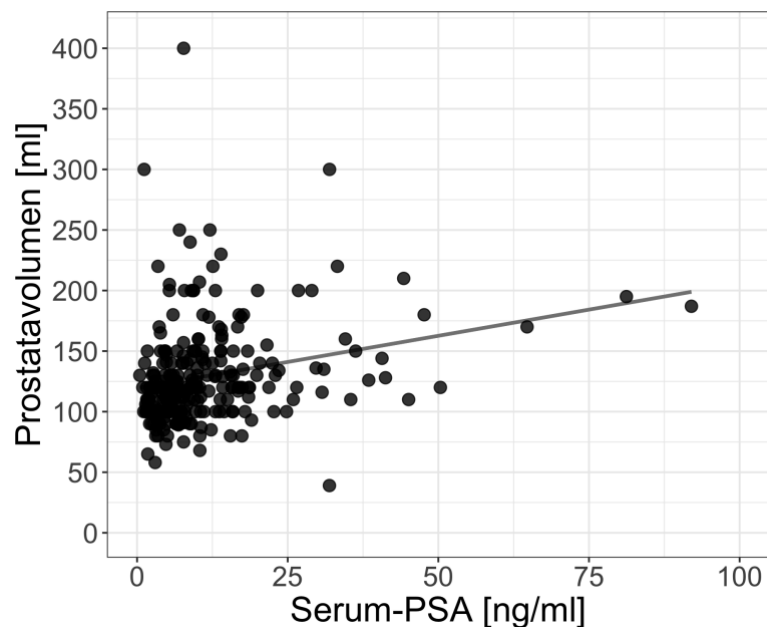


Abbildung 20 - Serum PSA-Wert und Prostatavolumen

Das präoperativ gemessene Prostatavolumen und der präoperativ gemessene PSA-Wert korrelierten signifikant (p -Wert $< 0,001$, Korrelationstest nach Spearman).

6. Diskussion

Diese Studie hatte zum Ziel, den operativen Erfolg und die Komplikationsrate der offenen Prostataadenomenukleation bei Patienten mit Benignem Prostatasyndrom und hohem Prostataavolumina zu analysieren. Mit insgesamt 309 Patienten liegt ein großes Kollektiv vor: Hochrangig publizierte Studien, die über Patienten mit ähnlichem Prostatavolumen berichten, haben in den meisten Fällen gleich viele oder weniger Patienten [13,20,33]. Eine vergleichbare Population wird es in Zukunft voraussichtlich nur noch selten geben, da zunehmend die neueren operativen Verfahren an urologischen Zentren angewandt werden [11]. Da nur wenige Studien vorliegen, die die neuen Verfahren wie beispielsweise die HoLEP oder Roboter-assistierte Prostataadenomenukleation mit der offenen PAE vergleichen, ist es umso wichtiger, das lang bewährte offen-chirurgische Verfahren im Hinblick auf seine Effektivität und Komplikationsrate über einen längeren Zeitraum zu evaluieren.

Die offene Prostataadenomenukleation zeichnete sich in der Vergangenheit einerseits durch eine äußerst effiziente Behandlung des BPS mit langanhaltendem Erfolg und andererseits durch ein hohes Maß an Invasivität und daraus resultierenden Komplikationen bei insgesamt geringen Operationskosten aus [31].

6.1. Präoperative Ergebnisse

Die Literatur erfasst präoperativ üblicherweise den Schweregrad des BPS, die Indikation zur offen-chirurgischen Operation und das operative Gesamtrisiko der Patienten. Diese werden im Folgenden mit den Ergebnissen der hier beschriebenen Studie verglichen.

6.1.1. Baseline-Charakteristika und Schweregrad des BPS

Der Großteil der Baseline-Charakteristika entspricht den zum Vergleich hinzugezogenen Studien:

Hervorzuheben ist dabei das Alter, da dieses mit dem Auftreten von LUTS assoziiert ist. Ist die konservative Therapie bei älteren Patienten mit schwerwiegender Symptomatik ausgeschöpft, wird eine Operation notwendig [39]. Das Durchschnittsalter der Patienten von 71 Lebensjahren entspricht den Altersangaben von Vergleichsstudien, die in dieser Analyse verwendet wurden. Damit kann postuliert werden, dass die meisten Patienten mit großer BPH in diesem Alter eine operative Therapie benötigen. Man sieht anhand der breiten Verteilung des Patientenalters aber auch, dass ebenso verhältnismäßig junge Patienten operativ behandelt wurden. Eine

ähnliche Altersverteilung zeigte sich in der Vergangenheit auch bei anderen Studienpopulationen [34].

Folgende präoperativ analysierte Parameter weisen auf einen progredienten Krankheitsverlauf hin: In dieser Studie hatten 51,46% der Patienten präoperativ einen Harnverhalt, der mit einem Harnblasenkatheter versorgt werden musste. Für diese Patienten lag im Zusammenhang mit dem BPS eine Operationsindikation vor, da ein Harnverhalt nicht nur eine Komplikation des BPS, sondern auch ein starker Prädiktor für einen progredienten Krankheitsverlauf des BPS ist [44].

Patienten ohne Harnverhalt hatten ein erhöhtes Restharnvolumen. Das pathologisch erhöhte Restharnvolumen ist ebenfalls ein Risiko für einen progredienten Krankheitsverlauf [44].

Weiterhin zeigten 29,45% der Patienten pathologisch erhöhte Nierenfunktionsparameter in der Laborchemie, was ebenfalls mit einem erhöhten Komplikationsrisiko assoziiert ist [22].

In Zusammenschau der Baseline-Charakteristika hatte das Patientenkollektiv ein erhöhtes Risiko für eine zukünftige Krankheitsprogression oder für Komplikationen des BPS. Eine operative Versorgung war dementsprechend indiziert.

6.1.2. Präoperatives Prostatavolumen

Das operative Verfahren wurde vordergründig aufgrund des präoperativ gemessenen Prostatavolumens gewählt [63]: Mit Prostatavolumina von durchschnittlich 130,14ml waren in dieser Studie hauptsächlich Patienten mit großen bis sehr großen Prostataen zu finden. Bei einem Volumen über 80ml wurde die PAE leitlinienkonform eingesetzt [25].

Die Patienten erhielten transrektale oder transabdominelle Ultraschallmessungen der Prostata. Generell wird der TRUS in der Literatur als präzise Messmethode beschrieben [35,59]. Etwa die Hälfte der Messungen wurde mittels TRUS durchgeführt.

Das Prostatavolumen wurde bei 51 Patienten auf beide Arten bestimmt. Patienten, welche beide Untersuchungen erhielten, zeigten in beiden Messungen häufig ähnliche Prostatavolumina. Bei manchen Patienten wurden mittels TRUS-Messungen kleinere Volumina gemessen als mittels transabdominellem Ultraschall.

Dennoch war die Messung mittels transabdomineller Sonographie für eine Beurteilung des Prostatavolumens in den meisten Fällen ausreichend. Bei Grenzfällen um 80ml Volumen kann ein TRUS die transabdominelle Messung ergänzen, um eine möglichst präzise Volumetrie zur operativen Indikationsstellung zu erreichen.

Das Prostatavolumen korrelierte mit dem Resektatgewicht. Somit bestätigte sich auch die sonographische Volumenmessung postoperativ. Die Wahl des Operationsverfahrens anhand einer Sonographie der Prostata ist somit ein zuverlässiges Verfahren.

6.1.3. Operatives Gesamtrisiko

Ein Großteil der Patienten wies präoperativ Komorbiditäten auf. 26,86% der Patienten zeigten mindestens eine kardiologische Vorerkrankung. 16,83% der Patienten litten jenseits des BPS mindestens an einer weiteren urologischen Vorerkrankung. Bei 23,95% aller Patienten wurde in der Vorgeschichte bereits eine Prostatastanzbiopsie durchgeführt. Hinzu kam ein Patient mit Faktor-VIII-Mangel und ein Patient mit von-Willebrand-Jürgens-Syndrom. Beide hatten aufgrund ihrer Gerinnungsstörung ein erhöhtes Blutungsrisiko. Die anästhesiologische Beurteilung mittels ASA-Score verfestigte den Eindruck einer multimorbiden Studienpopulation: Nur 4,33% der Patienten wiesen keine Komorbidität auf.

Weiterhin nahmen viele Patienten präoperativ regelmäßig Medikamente ein. Dazu gehörten auch Medikamente, die das Risiko von perioperativen Blutungen erhöhen können: 11,33% der Patienten hatten eine gerinnungs- oder plättchenhemmende Medikation. Obwohl die PAE häufiger mit transfusionsbedürftigen Blutungen assoziiert ist und bei diesen Patienten ein erhöhtes Blutungsrisiko besteht, hatte diese Teilpopulation kein signifikant erhöhtes Risiko für eine transfusionsbedürftige Blutung gegenüber den Patienten ohne jegliche gerinnungshemmende Medikation. Dies spricht am ehesten für ein adäquates Medikamentenmanagement während der Hospitalisation.

Die Diskussion um Fortsetzung oder Pausierung von Medikamenten, die eine operative Blutung verstärken können, wird kontrovers geführt - auch hinsichtlich der PAE und der neueren Operationsverfahren: Verschiedene Studien konnten zeigen, dass der Einsatz der Laserenukleation unter Fortsetzung der Antikoagulation oder oralen Plättchenhemmung möglich ist [12,15,47]. Zur entsprechenden Verfahrensweise (Fortsetzung/Pausierung) wurden in dieser Studienpopulation keine Daten gesammelt. Dennoch lassen sich in der weiteren Diskussion einige Aussagen über das allgemeine Blutungsrisiko in Bezug auf die Blutungsneigung, Transfusionsbedürftigkeit und Komplikationshäufigkeit treffen.

6.2. Operativer Verlauf

6.2.1. Operationsdauer

Die Gesamtdauer der Operation war bemerkenswert kurz. Die kürzeste Operation dauerte im untersuchten Patientenkollektiv 18 Minuten. Drei wesentliche Dinge sind dazu festzustellen:

Erstens dauerten Operationen in Studien mit vergleichbar großen Prostatavolumina, die die offene PAE mit der HoLEP [8,20,50] oder mit der Roboter-assistierten PAE [3,49,58] verglichen, durchschnittlich länger: Bei Geavlete et al. dauerte das offen-chirurgische Verfahren im Durchschnitt 87 Minuten [20]. Bei Gao et al. dauerte die offene PAE im Durchschnitt 109 Minuten [33]. Bei Sorokin et al. dauerte das offen-chirurgische Verfahren im Durchschnitt 93 Minuten [58]. Außerdem war die Operationsdauer der verglichenen anderen Verfahren (HoLEP oder Roboter-assistiert) noch länger. Dies bestätigen neuere Studien aus Deutschland und den USA [13,51].

Zweitens erhielten in dieser Studie 17,15% der Patienten mindestens einen weiteren Eingriff pro Operation, was die Operationsdauer erwartungsgemäß verlängerte.

Drittens fielen die vielen weiterbildenden Operationen auf: In den Vergleichsstudien der Fachliteratur operierten meist Fachärztinnen und -ärzte, die die Operationen schon mit Expertise durchführten. Auf die Studienpopulation traf dies nicht zu: Fachärztinnen und -ärzte operierten etwa gleich häufig wie Assistenzärztinnen und -ärzte. Letztere Gruppe benötigte signifikant länger als fachärztliche Kolleginnen und Kollegen. Das lässt sich wahrscheinlich auf die geringere operative Erfahrung zurückführen.

Insgesamt war die Operationsdauer also - besonders hinsichtlich der zusätzlichen Umstände - verhältnismäßig sehr kurz.

6.2.2. Anästhesieverfahren

42,47% der Operationen wurden ausschließlich in Spinalanästhesie durchgeführt. Die Dauer der Operation, die Häufigkeit von Komplikationen oder die Transfusionsrate wurde durch die Wahl des Anästhesieverfahren nicht beeinflusst. Eine offene PAE in Spinalanästhesie ist also aus urologischer Sicht durchaus möglich und kann gemäß Fachliteratur bei anästhesiologischer Eignung angewendet werden [6,64].

6.2.3. Intraoperative Komplikationen

Intraoperativ traten zwei Verletzungen der Vasa epigastrica auf. Außerdem bekamen zwei Patienten Bluttransfusionen. Diese sind in der Gesamtstatistik aller Bluttransfusionen mit aufgeführt.

In der Fachliteratur finden sich ähnliche Werte: Bei Dotzauer et al. ist besonders der intraoperative Blutverlust beim offen-chirurgischen Verfahren (im Vergleich zur Roboter-assistierten Technik) hoch [13]. Die Anzahl an intraoperativen Komplikationen war in dieser Studienpopulation insgesamt vergleichsweise niedrig.

6.3. Postoperative Ergebnisse

Die Analyse der postoperativen Ergebnisse umfasst in der Literatur häufig die Hospitalisierungs- und Harnblasenkatheterliegedauer, die Komplikationen gemäß Clavien-Dindo-Klassifikation und die Bluttransfusionsrate. Neben diesen Ergebnissen werden im folgenden Abschnitt auch perioperative Laborparameter und die histopathologischen Befunde diskutiert.

6.3.1. Hospitalisierungs- und Harnblasenkatheterliegedauer

Die Hospitalisierungsdauer lag bei durchschnittlich 9,42 Tagen. In der Literatur variiert die Aufenthaltsdauer deutlich von 2 Tagen bis 12 Tagen postoperativ [24,58]. Dabei fällt auf, dass es sowohl große Unterschiede in der Gruppe der Patienten mit offener PAE als auch in den Gruppen der Patienten mit HoLEP oder Roboter-assistierter PAE gibt. Die Hospitalisierungsdauer hängt dabei wahrscheinlich von der klinik-internen, individuellen Verfahrensweise ab.

In dieser Studie determinierten zwei wesentliche Punkte die Aufenthaltsdauer:

Erstens lag während des Studienzeitraums die standardmäßige Katheterliegedauer der Klinik für Urologie am UKS bei 5 Tagen. Daraufhin erfolgte die Entlassung am 6. postoperativen Tag. Im Durchschnitt betrug die Katheterliegedauer im untersuchten Kollektiv 6,29 Tage, was nahe an den geplanten 5 Tagen lag.

Dies entspricht auch den Ergebnissen der Fachliteratur nach Prostataadenomenukleationen [13,21,40,43,50]. Bei neueren Verfahren und Studien sind die Katheterliegedauer und der Aufenthalt teils kürzer. Dies gilt sowohl für die HoLEP [21,40,43,50], bei der Harnblasenkatheterliegedauer von durchschnittlich 1 bis 3 Tagen publiziert wurden, als auch für die Roboter-assistierte PAE [3,13,49]. Zwischen den einzelnen Studien bestanden teils große Unterschiede, welche sich am ehesten auf die heterogenen Standardprozeduren zurückführen lassen: Die Studie von Sorokin et al. zwischen Roboter-assistierter und offenchirurgischer Prostataadenomenukleation diene als Beispiel. Es wurden Patienten gemäß Standard der Klinik mit liegendem Harnblasenkatheter entlassen. Deshalb war die durchschnittliche Hospitalisierungsdauer in dieser Studie kürzer, 1,5 Tage (Roboter-assistiert) bzw. 2,6 Tage (PAE), als die Harnblasenkatheterliegedauer, 5,7 Tage (Roboter-assistiert) bzw. 3,1 Tage (PAE) [58]. Daraus lässt sich schließen, dass die Verfahrensstruktur der jeweiligen Klinik einen großen Einfluss auf Harnblasenkatheterliege- und Hospitalisierungsdauer hat.

Zweitens hatten komplikationsreiche Verläufe erwartungsgemäß einen längeren stationären Aufenthalt. Dies traf speziell auf die Patienten zu, welche während des stationären Aufenthalts Bluttransfusionen erhielten. Bei 129 Komplikationen, welche bei 30,74% der gesamten Studienpopulation auftraten, dauerte der Aufenthalt länger als bei Patienten ohne Komplikation.

Insgesamt konnte in den meisten Fällen die geplante Katheterliege- und Hospitalisierungsdauer eingehalten werden. Bei Komplikationen verlängerte sich entsprechend der Aufenthalt.

6.3.2. Funktion des Harntraktes

Die laborchemische Messung der Nierenfunktion besserte sich im Verlauf des Aufenthalts bei einigen Patienten. Bei denjenigen, welche eine präoperativ eingeschränkte Nierenfunktion hatten, trat kurze Zeit nach der Operation keine signifikante Besserung der Laborwerte ein. Präoperativ kam es bei über 50% der Patienten zu einem behandlungsbedürftigen Harnverhalt, was mit der Literatur vergleichbar ist [13].

Einen ersten operativen Erfolg zeigten die Messungen des Restharnvolumens und der Spontanmiktion: Das postoperative Restharnvolumen sank im Vergleich zum präoperativen Wert. Bei insgesamt 92,88% der Patienten wurde postoperativ kein Restharn dokumentiert, was für eine erfolgreiche Operation spricht. Ebenfalls zeigte die hohe Rate an Patienten mit regelrechter, postoperativer Spontanmiktion ein gutes postoperatives Outcome.

Vermutlich waren im Rahmen des BPS Harnverhalte präoperativ aufgetreten, die wiederum eine Verschlechterung der laborchemischen Nierenfunktion verursachten. Diese Laborwerte besserten sich wahrscheinlich durch die Einlage des Harnblasenkatheters präoperativ und die anschließend erfolgreiche PAE. Die postoperativ hohe Rate an Patienten mit Spontanmiktion ohne Restharn spricht für diese These.

6.3.3. Postoperative Komplikationen

Oft hängt der Erfolg einer Operation vom Operateur ab. Hier ist zunächst festzustellen, dass sich weder im Hinblick auf die Komplikations- noch auf die Bluttransfusionsrate ein signifikanter Unterschied zeigte, je nachdem ob ein(-e) Fachärztin/-arzt oder Assistenzärztin/-arzt in Weiterbildung operierte.

6.3.3.1. Komplikationen nach Clavien-Dindo-Klassifikation

Über die Jahre hinweg veränderte sich die Komplikationsrate nicht.

Komplikationen traten insgesamt signifikant häufiger bei größeren Prostatavolumina auf. Dies ist ein wichtiger, präoperativer Gesichtspunkt zur individuellen Beurteilung und konsekutiven Beratung im Hinblick auf das operative Risiko eines Patienten.

Leichtgradige Komplikationen (Grad I) traten bei 7,44% der Patienten auf. Die Anzahl ist, verglichen mit anderen Studien, ähnlich [26].

Am häufigsten traten Grad II-Komplikationen mit 19,42% auf. Hierzu zählte auch die häufigste Komplikation, die transfusionsbedürftige Blutungsanämie. Die zweithäufigste Komplikation, die transurethrale Tamponadenausräumung (5,18%), und die dritthäufigste Komplikation, die therapiebedürftige Harnwegsinfektion (3,88%), gehörten ebenfalls zu Grad-II-Komplikationen und sind typische Komplikationen nach diesem Eingriff.

Innerhalb von 30 Tagen postoperativ wurde kein Multiorganversagen oder Exitus letalis dokumentiert. Dies ist auf die Daten des postoperativen stationären Verlaufs der Urologie zu beziehen.

In der Literatur ist die PAE als ein komplikationsreicher Eingriff im Vergleich zu neueren, minimal-invasiven Verfahren beschrieben: Studien zum Verfahren der HoLEP zeigen eine niedrige Komplikationsrate [16,23,31]. Insbesondere Bluttransfusionen sind selten notwendig. Dies trifft auch auf die operative Entfernung großer Prostatavolumina zu [30].

Auch andere Verfahren weisen eine niedrigere Komplikationsrate auf: Die Studien von Hamann et al. und Dotzauer et al. sind beispielhaft zu erwähnen [26,41]. Beide verglichen die Roboter-assistierte mit der offen-chirurgischen PAE bei Patienten mit BPS und Prostatavolumen größer als 80ml. Bei Dotzauer et al. ist eine Komplikationsrate von 45% Clavien-Dindo-Klassifikation \geq Grad 2 berichtet. Komplikationen traten beim offen-chirurgischen Verfahren signifikant häufiger auf [13,26].

Vergleicht man die Häufigkeit von Komplikationen gemäß Clavien-Dindo-Klassifikation innerhalb der Gruppe der PAE in der Studie von Dotzauer et al. mit der hiesigen Studienpopulation, so traten in der Studienpopulation am Universitätsklinikum des Saarlandes entweder gleich viele oder weniger Komplikationen auf: Die Häufigkeit der Komplikationen lag gemäß Clavien-Dindo-Klassifikation \geq Grad 2 bei 34,30% und Clavien-Dindo-Klassifikation \geq Grad 1 bei 41,78%. Die Graduierung gemäß Clavien-Dindo wird unterschiedlich gehandhabt oder die einzelnen Komplikationen sind nicht näher beschrieben [61]. Dieser Anwenderbedingte Bias ist schon länger bekannt [42] und schränkt die Vergleichbarkeit in diesem Fall ein.

Insgesamt lässt sich festhalten: Weder das Anästhesieverfahren noch der Weiterbildungsgrad der Operateurin oder des Operateurs stellten ein signifikant höheres Komplikationsrisiko dar. Es bestand ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen Operationen mit oder ohne weiteren Eingriff. Die Komplikationsrate dieses multimorbiden Patientenkollektivs war im Vergleich zu anderen Zentren niedrig.

Da die Komplikationsrate von HoLEP und Roboter-assistierter PAE im Vergleich zu nahezu allen offen-chirurgischen Studienpopulationen niedriger ist, auch im Vergleich zu diesem verhältnismäßig komplikationsarmen Patientenkollektiv, sollte zur Reduktion der Komplikationsrate bei der offenen PAE das individuelle Operationsrisiko genau abgewogen und gegebenenfalls ein minimal-invasives Verfahren präferiert werden. Dies ist auf die häufige Komplikation der transfusionsbedürftigen Blutungsanämie übertragbar.

6.3.3.2. Die häufigste Komplikation: die transfusionsbedürftige Blutungsanämie

Die häufigste Komplikation der PAE, die transfusionspflichtige Blutungsanämie, trat bei 14,56% der Patienten auf. Eine Tendenz zur Abnahme der Bluttransfusionsrate über die Zeit ließ sich nicht feststellen. Weder die präoperative Einnahme von Blut-verdünnender Medikation noch kardiovaskuläre noch pulmonale Vorerkrankungen noch der präoperative Hämoglobin-Wert standen in einem signifikanten Zusammenhang mit einer erhöhten Bluttransfusionsrate im stationären Verlauf.

Interessanterweise bestand eine signifikante Korrelation zwischen dem präoperativ gemessenen Prostatavolumen und der Bluttransfusionsrate. Die transfusionsbedürftigen Blutungen traten häufiger bei Patienten mit größerem Prostatavolumen auf (durchschnittliches Prostatavolumen bei Patienten mit Bluttransfusion: 151,78ml und bei Patienten ohne Bluttransfusion: 126,69ml). Dies bestätigte auch die Analyse des Resektatgewichts.

Der Hämoglobin-Wert am Operationstag (postoperativ) war bei transfusionsbedürftigen Patienten signifikant tiefer als bei nicht-transfusionsbedürftigen. Dies galt auch für den Hämoglobinwert am Entlassungstag. Der Hämoglobin-Wert fiel bei der Gesamtpopulation um 3,02 g/dl und der Hämatokrit um 8,80%.

Die Häufigkeit von Bluttransfusionen war im Vergleich zu anderen Studien akzeptabel: Baumert et al. beschrieben 8,2% in den Jahren 2002 bis 2005, Chen et al. eine Transfusionsrate von 5% in den Jahren 2004 bis 2007, Skolariko et al 13,3% in den Jahren 2005 bis 2006, Rao et al. eine von 10% in den Jahren 2007 bis 2011, Rubiao et al. von 6,67% 2007 bis 2011, Geavlete et al. von 7,5% in den Jahren 2009 bis 2013. Andere Studien zeigen

höhere Transfusionsraten: Hamann et al. hatten in den Jahren 2011 bis 2017 eine Bluttransfusionsrate von 26%. Bei Dotzauer et al. lag in den Jahren 2011 bis 2018 die Bluttransfusionsrate bei intraoperativ 3% und postoperativ 29%. Die Ergebnisse zeigten daher insgesamt eine hohe, aber erwartungsgemäße Bluttransfusionsrate.

Es fiel auf, dass bei anderen Verfahren wie der HoLEP oder Roboter-assistierten PAE signifikant niedrigere Bluttransfusionsraten gemessen wurden als in offen-chirurgischen Vergleichsgruppen. Eine Abnahme von Bluttransfusionen über die Zeit ließ sich auch dort nicht feststellen [3,8,21,23,26]. Die offen-chirurgische Technik war und bleibt somit eine Technik mit hohem Blutungs- bzw. Nachblutungsrisiko.

Es machte weder bei der Komplikations- noch bei der Bluttransfusionsrate einen signifikanten Unterschied, ob ein(-e) Fachärztin/-arzt oder Assistenzärztin/-arzt in Weiterbildung operierte.

In Zusammenschau der Ergebnisse bestätigt sich also, dass die PAE weiterhin eine erhebliche Bluttransfusionsrate aufweist. Die Häufigkeit von Transfusionen ist verglichen mit der Literatur akzeptabel und im Vergleich mit anderen minimal-invasiven Operationsverfahren hoch. In dieser Studie zeigt sich, dass besonders nach Resektion von großen Prostataadenomen Bluttransfusionen nötig wurden und Komplikationen auftraten.

So ist besonders bei Patienten mit großen Prostatavolumina präoperativ auf das hohe Blutungsrisiko zu achten und intra- sowie postoperativ eine engmaschige Laborkontrolle notwendig.

6.3.4. Pathologie

Das präoperativ gemessene Prostatavolumen korrelierte mit dem Resektatgewicht. Die Messungen gingen dennoch auseinander, was mit einer Anwender-bedingten, unterschiedlich validen Messung der Prostatagröße präoperativ zusammenhängen kann.

Mit 6,15% histopathologisch festgestellten Prostatakarzinomen wurde bei vergleichsweise wenigen Patienten eine bösartige Veränderung festgestellt [61].

Die in der Literatur weit verbreitete Erkenntnis, dass das Resektatgewicht mit dem präoperativ gemessenen Serum-PSA-Wert korreliert, bestätigte sich auch in dieser Studie. Somit bleibt der Serum-PSA-Wert ein zusätzlicher, nützlicher Indikator für ein Benignes Prostatasyndrom und dessen Progredienz.

6.4. Limitationen

Trotz des bemerkenswert großen Kollektivs und der Analyse zahlreicher Parameter sind vor allem methodische Limitationen anzumerken. Diese sind zum großen Teil auf den retrospektiven Charakter der Studie zurückzuführen:

Bestimmte Daten, wie die Eintrittsanamnese vor Operation, waren nicht nach einem Studienprotokoll standardisiert. Dadurch waren Angaben, wie z. B. zu Vorerkrankungen, vom Anamneseverfahren des einzelnen Arztes/ der einzelnen Ärztin und der Aussagekraft der Patienten abhängig.

Neue Fälle waren gut dokumentiert, wohingegen ältere teils nur noch in Papierform archiviert waren. Dann fehlte möglicherweise ein Dokument, das Informationen über mehrere Parameter beinhaltete. So fehlten beispielsweise einige Anästhesieprotokolle, weshalb dann der intraoperative Blutverlust und das Anästhesieverfahren nicht analysiert werden konnte.

Weiterhin wurden durch den retrospektiven Studiencharakter und die teils eingeschränkte Dokumentation kein Follow-up oder ein erneuter stationärer Aufenthalt aufgrund einer Komplikation analysiert. Insofern kann die Komplikationsrate vor allem für die Beurteilung der Frühphase nach Operation genutzt werden.

6.5. Schlussfolgerungen

Die offene Prostataadenomenukleation ist das am längsten angewandte Verfahren zur Behandlung des Benigen Prostatasyndroms bei großen Prostatavolumina. Deshalb sind Effizienz und Komplikationen hinlänglich bekannt.

Die Leitlinien der EAU aus dem Jahr 2015 und die vollständig aktualisierte Version aus dem Jahr 2022 schlagen die PAE bei Patienten mit Prostatavolumina größer als 80ml als Operationsverfahren vor. Die hier untersuchte große Studienpopulation bestätigt, dass das Verfahren erfolgreich bei großen Prostatavolumina angewandt werden kann. Die bekannten Komplikationen traten auch an diesem großen urologischen Zentrum in den Jahren 2006 bis 2017 auf, und lagen im Verhältnis zu anderen Zentren im selben Zeitraum auf akzeptablem, niedrigem Niveau. Im Vergleich zu den in der Fachliteratur beschriebenen neueren Verfahren bestand hingegen eine höhere Komplikationsrate. Insbesondere das Blutungsrisiko mit Notwendigkeit von Bluttransfusionen blieb mit Abstand die häufigste Komplikation.

Dabei wurde ein präoperativ großes Prostatavolumen als prädiktiver Faktor für postoperative Komplikationen und transfusionsbedürftige Blutungen identifiziert.

Weiterhin zeigt diese Studie, dass Komplikationen nicht mit dem Anästhesieverfahren zusammenhängen. Somit können bei anästhesiologischer Eignung Prostataadenomenukleationen sowohl in Spinal- als auch in Intubationsanästhesie durchgeführt werden.

Diese Studie bestätigt außerdem, dass die PAE als Weiterbildungseingriff zukünftig angewandt werden kann und soll. Zwar dauerten die Operationen bei Assistenzärztinnen und -ärzten länger, es kam aber zu keinem signifikanten Unterschied von Komplikationen. Wiederum andere Verfahren benötigen für einen komplikationslosen, erfolgreichen Verlauf mehr Expertise und spezifisches Training, wie es beispielsweise bei der HoLEP der Fall ist.

Auch in Zukunft sollte das operative Gesamtrisiko des Patienten, die Erfahrung des Operateurs und die verfügbare Technik entscheidend dafür sein, welches Verfahren leitlinienkonform angewandt wird. Bis zur abschließenden Beurteilung der neusten Methoden bleibt die Prostataadenomenukleation eine gute, effiziente Behandlungsmöglichkeit für Patienten mit Benignem Prostatasyndrom und großen Prostatavolumina.

7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Benignes Prostatasyndrom, A. Haferkamp et. alteri: Urodynamik, 2012	6
Abbildung 2 - Prostatavolumen präoperativ (transrektal oder transabdominell).....	20
Abbildung 3 - Patienten mit TRUS und transabdomineller Messung.....	21
Abbildung 4 - Operationsdauer	27
Abbildung 5 - Operationsdauer und Prostatavolumen	28
Abbildung 6 - Operationsdauer und Anästhesieverfahren	28
Abbildung 7 - Operationsdauer und weitere Eingriffe.....	29
Abbildung 8 - Weiterbildungsgrad des Operateurs	30
Abbildung 9 - Weiterbildungsgrad des Operateurs und Operationsdauer	31
Abbildung 10 - Harnblasenkatheterliegedauer	33
Abbildung 11 - Hospitalisierungsdauer	34
Abbildung 12 - Patienten mit oder ohne Komplikation pro Jahr	37
Abbildung 13 - Postoperative Komplikation und Hospitalisierungsdauer	38
Abbildung 14 - Patientenanzahl mit intra- oder postoperativen Bluttransfusionen pro Jahr ..	39
Abbildung 15 - Bluttransfusion und Prostatavolumen	40
Abbildung 16 - Bluttransfusion und Resektatgewicht	40
Abbildung 17 - Bluttransfusion und Hospitalisierungsdauer.....	41
Abbildung 18 - Resektatgewicht	43
Abbildung 19 - Serum PSA-Wert und Resektatgewicht	44
Abbildung 20 - Serum PSA-Wert und Prostatavolumen.....	44

8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Baseline-Charakteristika	19
Tabelle 2 - Prostatavolumen	20
Tabelle 3 - Präoperative Laborparameter	21
Tabelle 4-ASA-Score.....	22
Tabelle 5 - Anamnestisch beschriebene Komorbidität, nach Häufigkeit sortiert	23
Tabelle 6 - Urologische Komorbidität, nach Häufigkeit sortiert	24
Tabelle 7 - Anamnestisch beschriebene Dauermedikation (Auswahl).....	25
Tabelle 8 - Anästhesieverfahren	26
Tabelle 9 - Weitere operative Eingriffe während derselben OP, nach Häufigkeit sortiert	26
Tabelle 10 - Operationsdauer und Blutverlust intraoperativ	27
Tabelle 11 - Weiterbildungsgrad der Assistenz	30
Tabelle 12 - Operationsdauer und Weiterbildungsgrad.....	31
Tabelle 13 - Harnblasenverschluss.....	32
Tabelle 14 - Intraoperative Komplikation	32
Tabelle 15 - Postoperative Verlaufsparemeter	33
Tabelle 16 - Komplikation gemäß Clavien-Dindo-Klassifikation.....	35
Tabelle 17 - Komplikation und Anästhesieverfahren	36
Tabelle 18 - Komplikation und Weiterbildungsgrad	37
Tabelle 19 - Komplikation und Eingriffanzahl	38
Tabelle 20 - Bluttransfusionsrate und präoperativ blutverdünnende Medikation.....	39
Tabelle 21 - Anästhesieverfahren und Bluttransfusion.....	41
Tabelle 22 - Kreatininverlauf	42
Tabelle 23 - Verlauf der eGFR	42
Tabelle 24 - Pathologie	42
Tabelle 25 - Resektatgewicht.....	43

10. Literaturverzeichnis

1. Abrams P (1995) Fortnightly Review: Managing lower urinary tract symptoms in older men. *BMJ* 310:1113–1117
2. Abrams P, Cardozo L, Fall M, Griffiths D, Rosier P, Ulmsten U, Van Kerrebroeck P, Victor A, Wein A (2003) The standardisation of terminology in lower urinary tract function: report from the standardisation sub-committee of the International Continence Society. *Urology* 61:37–49
3. Autorino R, Zargar H, Mariano MB, Sanchez-Salas R, Sotelo RJ, Chlosta PL, Castillo O, Matei DV, Celia A, Koc G, Vora A, Aron M, Parsons JK, Pini G, Jensen JC, Sutherland D, Cathelineau X, Nuñez Bragayrac LA, Varkarakis IM, Amparore D, Ferro M, Gallo G, Volpe A, Vuruskan H, Bandi G, Hwang J, Nething J, Muruve N, Chopra S, Patel ND, Derweesh I, Champ Weeks D, Spier R, Kowalczyk K, Lynch J, Harbin A, Verghese M, Samavedi S, Molina WR, Dias E, Ahallal Y, Laydner H, Cherullo E, De Cobelli O, Thiel DD, Lagerkvist M, Haber G-P, Kaouk J, Kim FJ, 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* 68:86–94
4. Barry MJ, Fowler FJ, O’Leary MP, Bruskewitz RC, Holtgrewe HL, Mebust WK, Cockett ATK, The Measurement Committee of the American Urological Association (1992) The American Urological Association Symptom Index for Benign Prostatic Hyperplasia. *J Urol* 148:1549–1557
5. Berges R (2008) Epidemiologie des benignen Prostatasyndroms: Assoziierte Risiken und Versorgungsdaten bei deutschen Männern über 50. *Urol* 47:141–148
6. Bhojani N, Gandaglia G, Sood A, Rai A, Pucheril D, Chang SL, Karakiewicz PI, Menon M, Olugbade K, Ruhotina N, Sammon JD, Sukumar S, Sun M, Ghani KR, Schmid M, Varda B, Kibel AS, Zorn KC, Trinh Q-D (2014) Morbidity and Mortality After Benign Prostatic Hyperplasia Surgery: Data from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program. *J Endourol* 28:831–840
7. Burke N, Whelan JP, Goeree L, Hopkins RB, Campbell K, Goeree R, Tarride J-E (2010) Systematic review and meta-analysis of transurethral resection of the prostate versus minimally invasive procedures for the treatment of benign prostatic obstruction. *Urology* 75:1015–1022
8. Chen S, Zhu L, Cai J, Zheng Z, Ge R, Wu M, Deng Z, Zhou H, Yang S, Wu W, Liao L, Tan J (2014) Plasmakinetic Enucleation of the Prostate Compared with Open Prostatectomy for Prostates Larger Than 100 Grams: A Randomized Noninferiority Controlled Trial with Long-term Results at 6 Years. *Eur Urol* 66:284–291

9. Cindolo L, Pirozzi L, Fanizza C, Romero M, Tubaro A, Autorino R, De Nunzio C, Schips L (2015) Drug Adherence and Clinical Outcomes for Patients Under Pharmacological Therapy for Lower Urinary Tract Symptoms Related to Benign Prostatic Hyperplasia: Population-based Cohort Study. *Eur Urol* 68:418–425
10. Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, Vauthey JN, Dindo D, Schulick RD, de Santibañes E, Pekolj J, Slankamenac K, Bassi C, Graf R, Vonlanthen R, Padbury R, Cameron JL, Makuuchi M (2009) The Clavien-Dindo Classification of Surgical Complications: Five-Year Experience. *Ann Surg* 250:187–196
11. Cornu J-N, Ahyai S, Bachmann A, de la Rosette J, Gilling P, Gratzke C, McVary K, Novara G, Woo H, Madersbacher S (2015) A Systematic Review and Meta-analysis of Functional Outcomes and Complications Following Transurethral Procedures for Lower Urinary Tract Symptoms Resulting from Benign Prostatic Obstruction: An Update. *Eur Urol* 67:1066–1096
12. Culkin DJ, Exaire EJ, Green D, Soloway MS, Gross AJ, Desai MR, White JR, Lightner DJ (2014) Anticoagulation and Antiplatelet Therapy in Urological Practice: ICUD/AUA Review Paper. *J Urol* 192:1026–1034
13. Dotzauer R, La Torre A, Thomas A, Brandt MP, Böhm K, Mager R, Borgmann H, Jäger W, Kurosch M, Höfner T, Ruckes C, Haferkamp A, Tsaur I (2020) Robot-assisted simple prostatectomy versus open simple prostatectomy: a single-center comparison. *World J Urol*
14. Doyle DJ, Garmon EH (2019) American Society of Anesthesiologists Classification (ASA Class). StatPearls Publishing, Treasure Island (FL). URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441940/>
15. El Tayeb MM, Jacob JM, Bhojani N, Bammerlin E, Lingeman JE (2016) Holmium Laser Enucleation of the Prostate in Patients Requiring Anticoagulation. *J Endourol* 30:805–809
16. Elmansy HM, Kotb A, Elhilali MM (2011) Holmium Laser Enucleation of the Prostate: Long-Term Durability of Clinical Outcomes and Complication Rates During 10 Years of Followup. *J Urol* 186:1972–1976
17. Elzayat EA, Elhilali MM (2007) Holmium Laser Enucleation of the Prostate (HoLEP): Long-Term Results, Reoperation Rate, and Possible Impact of the Learning Curve. *Eur Urol* 52:1465–1472
18. Foster HE, Barry MJ, Dahm P, Gandhi MC, Kaplan SA, Kohler TS, Lerner LB, Lightner DJ, Parsons JK, Roehrborn CG, Welliver C, Wilt TJ, McVary KT (2018) Surgical Management of Lower Urinary Tract Symptoms Attributed to Benign Prostatic Hyperplasia: AUA Guideline. *J Urol* 200:612–619
19. Freyer PJ (1900) A New Method of Performing Perineal Prostatectomy. *BMJ* 1:698–

20. Geavlete B, Stanescu F, Iacoboae C, Geavlete P (2013) Bipolar plasma enucleation of the prostate vs open prostatectomy in large benign prostatic hyperplasia cases - a medium term, prospective, randomized comparison: Bipolar plasma enucleation vs open prostatectomy. *BJU Int* 111:793–803
21. Geavlete B, Bulai C, Ene C, Checherita I, Geavlete P (2015) Bipolar Vaporization, Resection, and Enucleation Versus Open Prostatectomy: Optimal Treatment Alternatives in Large Prostate Cases? *J Endourol* 29:323–331
22. Gerber GS, Goldfischer ER, Karrison TG, Bales GT (1997) Serum creatinine measurements in men with lower urinary tract symptoms secondary to benign prostatic hyperplasia. *Urology* 49:697–702
23. Gilling PJ, Wilson LC, King CJ, Westenberg AM, Frampton CM, Fraundorfer MR (2012) Long-term results of a randomized trial comparing holmium laser enucleation of the prostate and transurethral resection of the prostate: results at 7 years: LONG-TERM RESULTS OF AN RCT COMPARING HoLEP AND TURP. *BJU Int* 109:408–411
24. Gratzke C, Schlenker B, Seitz M, Karl A, Hermanek P, Lack N, Stief CG, Reich O (2007) Complications and early postoperative outcome after open prostatectomy in patients with benign prostatic enlargement: results of a prospective multicenter study. *J Urol* 177:1419–1422
25. Gratzke C, Bachmann A, Descazeaud A, Drake MJ, Madersbacher S, Mamoulakis C, Oelke M, Tikkinen KAO, Gravas S (2015) EAU Guidelines on the Assessment of Non-neurogenic Male Lower Urinary Tract Symptoms including Benign Prostatic Obstruction. *Eur Urol* 67:1099–1109
26. Hamann C, Naumann C-M, Addali M, Witt JH, Kollitsch L, Wagner C, Hamann M, Jünemann KP, Osmonov D (2020) Multizentrischer Vergleich von Komplikationen nach roboterassistierter und offen chirurgischer Prostataadenomenukleation. *Urol*
27. Karaman MI, Kaya C, Ozturk M, Gurdal M, Kirecci S, Pirincci N (2005) Comparison of Transurethral Vaporization Using PlasmaKinetic™ Energy and Transurethral Resection of Prostate: 1-Year Follow-Up. *J Endourol* 19:734–737
28. Komura K, Inamoto T, Takai T, Uchimoto T, Saito K, Tanda N, Minami K, Oide R, Uehara H, Takahara K, Hirano H, Nomi H, Kiyama S, Watsuji T, Azuma H (2015) Incidence of urethral stricture after bipolar transurethral resection of the prostate using TURis: results from a randomised trial: Urethral stricture incidence and bipolar TURP. *BJU Int* 115:644–652
29. Konert J, Dietrich HG (2004) *Illustrierte Geschichte der Urologie*. Seite 161 ff. edition.
30. Kuntz RM, Lehrich K (2002) Transurethral holmium laser enucleation versus transvesical open enucleation for prostate adenoma greater than 100 gm.: a randomized prospective trial of 120 patients. *J Urol* 168:1465–1469

31. Kuntz RM, Lehrich K, Ahyai SA (2008) Holmium Laser Enucleation of the Prostate versus Open Prostatectomy for Prostates Greater than 100 Grams: 5-Year Follow-Up Results of a Randomised Clinical Trial. *Eur Urol* 53:160–168
32. Leitlinienprogramm Onkologie der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (AWMF), Deutschen Krebsgesellschaft e.V. (DKG) und Deutschen Krebshilfe (DKH) (2021) Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF): S3-Leitlinie Prostatakarzinom, Langversion 6.2, 2021, AWMF Registernummer: 043/022OL, <http://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/prostatakarzinom/> (abgerufen am: 24.09.2022). 365
33. Li M, Qiu J, Hou Q, Wang D, Huang W, Hu C, Li K, Gao X (2015) Endoscopic Enucleation versus Open Prostatectomy for Treating Large Benign Prostatic Hyperplasia: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *PLOS ONE* 10:e0121265
34. Lin Y, Wu X, Xu A, Ren R, Zhou X, Wen Y, Zou Y, Gong M, Liu C, Su Z, Herrmann TRW (2016) Transurethral enucleation of the prostate versus transvesical open prostatectomy for large benign prostatic hyperplasia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *World J Urol* 34:1207–1219
35. Loch AC, Bannowsky A, Baeurle L, Grabski B, König B, Flier G, Schmitz-Krause O, Paul U, Loch T (2007) Technical and anatomical essentials for transrectal ultrasound of the prostate. *World J Urol* 25:361–366
36. Lourenco T, Pickard R, Vale L, Grant A, Fraser C, MacLennan G, N'Dow J, and the Benign Prostatic Enlargement team (2008) Alternative approaches to endoscopic ablation for benign enlargement of the prostate: systematic review of randomised controlled trials. *BMJ* 337:a449–a449
37. Mamoulakis C, Sofras F, de la Rosette J, Omar MI, Lam TB, N'Dow JM, Ubbink DT (2014) Bipolar versus monopolar transurethral resection of the prostate for lower urinary tract symptoms secondary to benign prostatic obstruction. *Cochrane Database Syst Rev*
38. Martín Garzón OD, Azhar RA, Brunacci L, Ramirez-Troche NE, Medina Navarro L, Hernández LC, Nuñez Bragayrac L, Sotelo Noguera RJ (2016) One-Year Outcome Comparison of Laparoscopic, Robotic, and Robotic Intrafascial Simple Prostatectomy for Benign Prostatic Hyperplasia. *J Endourol* 30:312–318
39. Martin SA, Haren MT, Marshall VR, Lange K, Wittert GA, Members of the Florey Adelaide Male Ageing Study (2011) Prevalence and factors associated with uncomplicated storage and voiding lower urinary tract symptoms in community-dwelling Australian men. *World J Urol* 29:179–184
40. McConnell JD, Roehrborn CG, Bautista OM, Andriole GL, Dixon CM, Kusek JW, Lepor H, McVary KT, Nyberg LM, Clarke HS, Crawford ED, Diokno A, Foley JP, Foster HE, Jacobs SC, Kaplan SA, Kreder KJ, Lieber MM, Lucia MS, Miller GJ, Menon M, Milam DF,

- Ramsdell JW, Schenkman NS, Slawin KM, Smith JA, Medical Therapy of Prostatic Symptoms (MTOPS) Research Group (2003) The long-term effect of doxazosin, finasteride, and combination therapy on the clinical progression of benign prostatic hyperplasia. *N Engl J Med* 349:2387–2398
41. Misraï V, Pasquie M, Bordier B, Elman B, Lhez JM, Guillotreau J, Zorn K (2018) Comparison between open simple prostatectomy and green laser enucleation of the prostate for treating large benign prostatic hyperplasia: a single-centre experience. *World J Urol* 36:793–799
 42. Mitropoulos D, Artibani W, Biyani CS, Bjerggaard Jensen J, Rouprêt M, Truss M (2018) Validation of the Clavien–Dindo Grading System in Urology by the European Association of Urology Guidelines Ad Hoc Panel. *Eur Urol Focus* 4:608–613
 43. Naspro R, Suardi N, Salonia A, Scattoni V, Guazzoni G, Colombo R, Cestari A, Briganti A, Mazzocoli B, Rigatti P, Montorsi F (2006) Holmium Laser Enucleation of the Prostate Versus Open Prostatectomy for Prostates >70g: 24-Month Follow-up. *Eur Urol* 50:563–568
 44. Oelke M, Höfner K, Jonas U, de la Rosette JJ, Ubbink DT, Wijkstra H (2007) Diagnostic accuracy of noninvasive tests to evaluate bladder outlet obstruction in men: detrusor wall thickness, uroflowmetry, postvoid residual urine, and prostate volume. *Eur Urol* 52:827–834
 45. Oelke M, Kirscher-Hermanns R, Höfner K (2012) *Spezielle Urodynamik Urodynamik des Mannes*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. URL: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-13016-8_19
 46. Omar MI, Lam TB, Alexander CE, Graham J, Mamoulakis C, Imamura M, Maclennan S, Stewart F, N'dow J (2014) Systematic review and meta-analysis of the clinical effectiveness of bipolar compared with monopolar transurethral resection of the prostate (TURP). *BJU Int* 113:24–35
 47. Ow D, Papa N, Perera M, Lioukakis P, Sengupta S, Clarke S, Bolton DM, Lawrentschuk N (2018) Trends in the surgical treatment of benign prostatic hyperplasia in a tertiary hospital: Trends in the surgical treatment of benign prostatic hyperplasia. *ANZ J Surg* 88:95–99
 48. Persu C, Georgescu D, Arabagiu I, Cauni V, Moldoveanu C, Geavlete P (2010) TURP for BPH. How large is too large? *J Med Life* 3:376–380
 49. Pokorny 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* 68:451–457
 50. Rao J-M, Yang J-R, Ren Y-X, He J, Ding P, Yang J-H (2013) Plasmakinetic

Enucleation of the Prostate Versus Transvesical Open Prostatectomy for Benign Prostatic Hyperplasia >80 mL: 12-Month Follow-up Results of a Randomized Clinical Trial. *Urology* 82:176–181

51. Ravivarapu KT, Omidele O, Pfail J, Tomer N, Small AC, Palese MA (2020) Robotic-assisted simple prostatectomy versus open simple prostatectomy: a New York statewide analysis of early adoption and outcomes between 2009 and 2017. *J Robot Surg*
52. Reich O, Gratzke C, Bachmann A, Seitz M, Schlenker B, Hermanek P, Lack N, Stief CG, Urology Section of the Bavarian Working Group for Quality Assurance† (2008) Morbidity, Mortality and Early Outcome of Transurethral Resection of the Prostate: A Prospective Multicenter Evaluation of 10,654 Patients. *J Urol* 180:246–249
53. Roehrborn CG, Boyle P, Bergner D, Gray T, Gittelman M, Shown T, Melman A, Bracken RB, deVere White R, Taylor A, Wang D, Waldstreicher J (1999) Serum prostate-specific antigen and prostate volume predict long-term changes in symptoms and flow rate: results of a four-year, randomized trial comparing finasteride versus placebo. PLESS Study Group. *Urology* 54:662–669
54. Roehrborn CG, Boyle P, Gould AL, Waldstreicher J (1999) Serum prostate-specific antigen as a predictor of prostate volume in men with benign prostatic hyperplasia. *Urology* 53:581–589
55. Roehrborn CG, McConnell J, Bonilla J, Rosenblatt S, Hudson PB, Malek GH, Schellhammer PF, Bruskewitz R, Matsumoto AM, Harrison LH, Fuselier HA, Walsh P, Roy J, Andriole G, Resnick M, Waldstreicher J (2000) Serum prostate specific antigen is a strong predictor of future prostate growth in men with benign prostatic hyperplasia. PROSCAR long-term efficacy and safety study. *J Urol* 163:13–20
56. Roehrborn CG (2006) Alfuzosin 10 mg once daily prevents overall clinical progression of benign prostatic hyperplasia but not acute urinary retention: results of a 2-year placebo-controlled study. *BJU Int* 97:734–741
57. Schultz-Lampel D, Goepel M, Haferkamp A, Herausgeber (2012) *Urodynamik*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg
58. Sorokin I, Sundaram V, Singla N, Walker J, Margulis V, Roehrborn C, Gahan JC (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* 31:1164–1169
59. Stravodimos KG, Petrolekas A, Kapetanakis T, Vourekas S, Koritsiadis G, Adamakis I, Mitropoulos D, Constantinides C (2009) TRUS versus transabdominal ultrasound as a predictor of enucleated adenoma weight in patients with BPH: a tool for standard preoperative work-up? *Int Urol Nephrol* 41:767–771
60. Treharne C, Crowe L, Booth D, Ihara Z (2018) Economic Value of the Transurethral

Resection in Saline System for Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia in England and Wales: Systematic Review, Meta-analysis, and Cost-Consequence Model. *Eur Urol Focus* 4:270–279

61. Umari P, Fossati N, Gandaglia G, Pokorny M, De Groot R, Geurts N, Goossens M, Schatterman P, De Naeyer G, Mottrie A (2017) Robotic Assisted Simple Prostatectomy versus Holmium Laser Enucleation of the Prostate for Lower Urinary Tract Symptoms in Patients with Large Volume Prostate: A Comparative Analysis from a High Volume Center. *J Urol* 197:1108–1114

62. Varkarakis I, Kyriakakis Z, Delis A, Protogerou V, Deliveliotis C (2004) Long-term results of open transvesical prostatectomy from a contemporary series of patients. *Urology* 64:306–310

63. Wilkinson AG, Wild SR (1992) Is pre-operative imaging of the urinary tract worthwhile in the assessment of prostatism? *Br J Urol* 70:53–57

64. Zargooshi J (2007) Open prostatectomy for benign prostate hyperplasia: short-term outcome in 3000 consecutive patients. *Prostate Cancer Prostatic Dis* 10:374–377

11. Publikationen und Kongressbeiträge

Ergebnisse der Dissertation wurden auf folgenden Kongressen vorgestellt:

- Jahreskongress der Deutschen Gesellschaft für Urologie (18.09.2019)
- Symposium des Arbeitskreises Benignes Prostatasyndrom (08.11.2019)
- Das Abstract für die Jahrestagung der Südwestdeutschen Gesellschaft für Urologie (08.05.2020) wurde bereits angenommen, der Kongress wegen der Corona-Pandemie allerdings abgesagt.

12. Danksagung

Bei Frau Dr. med. Christina Maßmann möchte ich mich für die engagierte Betreuung von Beginn unserer Zusammenarbeit bis zum Abschluss der Dissertation sehr herzlich bedanken. Der professionelle, kollegiale Diskurs, der herzliche Umgang miteinander und die zuverlässige Unterstützung bei allen Fragen haben mir bei der Erarbeitung des Themas und den Hürden der Dissertation stets Kraft und Zuversicht gegeben.

Herrn Prof. Dr. med. Michael Stöckle danke ich für die Überlassung des spannenden, kontroversen Themas und für das Vertrauen, die Klinik für Urologie des Universitätsklinikums des Saarlandes auf verschiedenen Kongressen zu diesem Thema repräsentieren zu dürfen.

Mein verbindlicher Dank für geistige und moralische Unterstützung gilt meiner Familie, meinen Eltern und meinem Bruder Felix, sowie meiner Partnerin Sophia.

13. Lebenslauf

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronische Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht.