

Aus dem Fachbereich Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

betreut am
Zentrum der Chirurgie
Klinik für Urologie
Direktor: Prof. Dr. Felix K.-H. Chun

**Präoperative und intraoperative Faktoren zur Prädiktion des
Outcomes bei der endourologischen Steintherapie durch rigide
oder flexible Ureterorenoskopie**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
des Fachbereichs Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

vorgelegt von
Julia Maria Zucca

aus Bad Neuenahr-Ahrweiler

Frankfurt am Main, 2019

Dekan:	Prof. Dr. Stefan Zeuzem
Referent:	Prof. Dr. Igor Tsaur
Korreferent:	Prof. Dr. Felix Chun
Tag der mündlichen Prüfung:	04.06.2020

Für Oma.

Inhaltsverzeichnis

<u>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</u>	<u>8</u>
<u>TABELLENVERZEICHNIS</u>	<u>9</u>
<u>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</u>	<u>13</u>
<u>1 EINLEITUNG</u>	<u>14</u>
1.1 EPIDEMIOLOGIE DER UROLITHIASIS	14
1.2 ÖKONOMISCHE ASPEKTE DER UROLITHIASIS	14
1.3 STEINTHERAPIE IM WANDEL DER ZEIT	15
1.4 AKTUELLE LEITLINIEN IN DER STEINTHERAPIE.....	18
1.5 OUTCOME UND PRÄDIKTIVE FAKTOREN	19
1.6 ZIEL DER ARBEIT	23
<u>2 MATERIAL UND METHODEN</u>	<u>24</u>
2.1 PATIENTENDATEN	24
2.2 RADIOLOGISCHE DATEN.....	25
2.3 OPERATIONSTECHNIKEN	25
2.4 STATISTISCHE AUSWERTUNG	27
2.4.1 ERSTELLUNG VON GRUPPEN.....	27
2.4.2 UNIVARIATE ANALYSE	28
2.4.3 LOGISTISCHE REGRESSIONSANALYSE.....	28
2.4.4 ERSTELLUNG DER SCORES UND ROC-ANALYSE.....	29
<u>3 ERGEBNISSE.....</u>	<u>31</u>
3.1 RIGIDE URETERORENOSKOPIE	31
3.1.1 PATIENTENDATEN DER RIGIDEN URS.....	31
3.1.2 ERSTELLUNG DER ANALYSEGRUPPEN BEI DER RIGIDEN URS	34
3.1.3 UNIVARIATE ANALYSE DER STEINFREIHEIT NACH RIGIDER URS	38
3.1.4 UNIVARIATE ANALYSE ZUR OP-DAUER ≤45 MINUTEN BEI RIGIDER URS	40

3.1.5 UNIVARIATE ANALYSE ZUR VERWEILDAUER ≤ 2 TAGE NACH RIGIDER URS.....	43
3.1.6 UNIVARIATE ANALYSE ZU POSTOPERATIVEN SCHMERZFREIHEIT NACH RIGIDER URS	46
3.1.7 MULTIVARIATE LOGISTISCHE REGRESSIONSANALYSE ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH RIGIDER URS.....	49
3.1.8 MULTIVARIATE LOGISTISCHE REGRESSIONSANALYSE ZUR VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤ 45 MINUTEN BEI RIGIDER URS	50
3.1.9 MULTIVARIATE LOGISTISCHE REGRESSIONSANALYSE ZUR VORHERSAGE DER VERWEILDAUER ≤ 2 TAGE NACH RIGIDER URS	52
3.1.10 ERSTELLUNG DES RENEWAL-SCORES ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH RIGIDER URS	53
3.1.10.1 ROC-Analyse des Renewal-Scores und Vergleich mit dem S.T.O.N.E. Score und dem Flexfree-Score	55
3.1.11 ERSTELLUNG DES RITIME-SCORES ZUR VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤ 45 MINUTEN BEI RIGIDER URS	57
3.1.11.1 ROC-Analyse des Ritime-Scores und Vergleich mit dem Renewal- und dem S.T.O.N.E. Score	59
3.1.12 ERSTELLUNG DES RISTAY-SCORES ZUR VORHERSAGE DER VERWEILDAUER ≤ 2 TAGE NACH RIGIDER URS	63
3.1.12.1 ROC-Analyse des Ristay-Scores	65
3.2 FLEXIBLE URETERORENOSKOPIE	67
3.2.1 PATIENTENDATEN ZU FLEXIBLEN URS	67
3.2.2 ERSTELLUNG DER ANALYSEGRUPPEN BEI DER FLEXIBLEN URS	70
3.2.3 UNIVARIATE ANALYSE DER STEINFREIHEIT NACH FLEXIBLER URS	74
3.2.4 UNIVARIATE ANALYSE ZUR OP-DAUER ≤ 75 MINUTEN BEI FLEXIBLER URS.....	77
3.2.5 UNIVARIATE ANALYSE ZUR VERWEILDAUER ≤ 2 TAGE NACH FLEXIBLER URS ...	80
3.2.6 UNIVARIATE ANALYSE ZU POSTOPERATIVEN SCHMERZFREIHEIT NACH FLEXIBLER URS	82
3.2.7 MULTIVARIATE LOGISTISCHE REGRESSIONSANALYSE ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH FLEXIBLER URS	85
3.2.8 MULTIVARIATE LOGISTISCHE REGRESSIONSANALYSE ZUR VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤ 75 MINUTEN BEI FLEXIBLER URS	86
3.2.9 MULTIVARIATE LOGISTISCHE REGRESSIONSANALYSE ZUR VORHERSAGE DER VERWEILDAUER ≤ 2 TAGE NACH FLEXIBLER URS	87

3.2.10 ERSTELLUNG DES FLEXFREE-SCORES ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH FLEXIBLER URS.....	87
3.2.10.1 ROC-Analyse des Flexfree-Scores und Vergleich mit dem S.T.O.N.E. und dem Renewal-Score.....	89
3.2.11 ERSTELLUNG DES FLECONOMY-SCORES ZUR VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤75 MINUTEN UND DER VERWEILDAUER ≤2 TAGE BEI FLEXIBLER URS.....	92
3.2.11.1 ROC-Analyse des Fleconomy-Scores.....	93
<u>4 DISKUSSION.....</u>	98
4.1 STEINFREIHEIT NACH ENDOUROLOGISCHEN EINGRIFFEN	98
4.1.1 STEINFREIHEIT NACH RIGIDER URS UND DER RENEWAL-SCORE – BEURTEILUNG UND KLINISCHES BEISPIEL	99
4.1.2 STEINFREIHEIT NACH FLEXIBLER URS UND DER FLEXFREE-SCORE – BEURTEILUNG UND KLINISCHES BEISPIEL	102
4.2 OP-DAUER VON ENDOUROLOGISCHEN EINGRIFFEN	106
4.2.1 OP-DAUER DER STARREN URS UND DER RITIME-SCORE – BEURTEILUNG UND KLINISCHES BEISPIEL	106
4.2.2 OP-DAUER DER FLEXIBLEN URS UND DER FLECONOMY-SCORE – BEURTEILUNG UND KLINISCHES BEISPIEL	108
4.3 VERWEILDAUER NACH ENDOUROLOGISCHEN EINGRIFFEN	110
4.3.1 VERWEILDAUER NACH STARRER URS UND DER RISTAY-SCORE – BEURTEILUNG UND KLINISCHES BEISPIEL	110
4.3.2 VERWEILDAUER NACH FLEXIBLER URS UND DER FLECONOMY-SCORE – BEURTEILUNG UND KLINISCHES BEISPIEL	112
4.4 SCHMERZFREIHEIT NACH ENDOUROLOGISCHEN EINGRIFFEN	113
4.5 KRITISCHE WÜRDIGUNG DER ARBEIT	114
<u>5 ZUSAMMENFASSUNG DER ARBEIT</u>	115
5.1 DEUTSCHE ZUSAMMENFASSUNG.....	115
5.2 ENGLISCHE ZUSAMMENFASSUNG.....	116
<u>LITERATURVERZEICHNIS.....</u>	118

LEBENS LAUF 124

SCHRIFTLICHE ERKLÄRUNG 125

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: HÄUFIGKEITEN DES RENEWAL-SCORES.....	54
ABBILDUNG 2: ROC-KURVE DES RENEWAL-SCORES ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH RIGIDER URS	55
ABBILDUNG 3: ROC-KURVE ZUM VERGLEICH DES RENEWAL- MIT DEM S.T.O.N.E SCORE HINSICHTLICH DER VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH RIGIDER URS	56
ABBILDUNG 4: HÄUFIGKEITEN DES RITIME-SCORES	58
ABBILDUNG 5: ROC-KURVE DES RITIME-SCORES ZUR VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤45 MINUTEN BEI RIGIDER URS	59
ABBILDUNG 6: ROC-KURVE ZUM VERGLEICH DES RITIME- MIT DEM RENEWAL-SCORE HINSICHTLICH DER VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤45 MINUTEN BEI RIGIDER URS	61
ABBILDUNG 7: ROC-KURVE ZUM VERGLEICH DES RITIME- MIT DEM S.T.O.N.E. SCORE HINSICHTLICH DER VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤45 MINUTEN BEI RIGIDER URS	62
ABBILDUNG 8: HÄUFIGKEITEN DES RISTAY-SCORES	64
ABBILDUNG 9: ROC-KURVE DES RISTAY-SCORES ZUR VORHERSAGE DER VERWEILDAUER ≤2 TAGE NACH RIGIDER URS	66
ABBILDUNG 10: HÄUFIGKEITEN DES FLEXFREE-SCORES	88
ABBILDUNG 11: ROC-KURVE DES FLEXFREE-SCORES ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH FLEXIBLER URS	90
ABBILDUNG 12: ROC-KURVE ZUM VERGLEICH DES FLEXFREE- MIT DEM S.T.O.N.E SCORE HINSICHTLICH DER VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH FLEXIBLER URS	91
ABBILDUNG 13: HÄUFIGKEITEN DES FLECONOMY-SCORES.....	92
ABBILDUNG 14: ROC-KURVE DES FLECONOMY-SCORES ZUR VORHERSAGE DER OP- DAUER ≤75 MINUTEN BEI FLEXIBLER URS.....	94
ABBILDUNG 15: ROC-KURVE ZUM VERGLEICH DES FLECONOMY- MIT DEM S.T.O.N.E SCORE HINSICHTLICH DER VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤75 MINUTEN BEI FLEXIBLER URS	95
ABBILDUNG 16: ROC-KURVE DES FLECONOMY-SCORES ZUR VORHERSAGE DER VERWEILDAUER ≤2 TAGE NACH FLEXIBLER URS.....	96

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: S.T.O.N.E SCORE ²¹	21
TABELLE 2: STEINFREIHEITSRATEN IM S.T.O.N.E. SCORE ²¹	21
TABELLE 3: RUS-SCORE MIT STEINFREIHEITSRATEN ²⁴	22
TABELLE 4: GUY-SCORE MIT STEINFREIHEITSRATEN ²⁵	23
TABELLE 5: DEMOGRAFISCHE UND KLINISCHE DATEN VON 676 PATIENTEN, DIE SICH EINER RIGIDEN URS UNTERZOGEN HABEN	31
TABELLE 6: TESTVARIABLEN ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT, DER OP-DAUER, DER VERWEILDAUER UND DES POSTOPERATIVEN SCHMERZES MIT PROZENTUALER VERTEILUNG IM PATIENTENKOLLEKTIV.....	35
TABELLE 7: STEINFREIHEITSRATEN DER EINZELNEN PUNKTWERTE DES S.T.O.N.E. SCORES	36
TABELLE 8: OUTCOME-GRUPPEN FÜR STEINFREIHEIT, OP-DAUER, VERWEILDAUER UND POSTOPERATIVEN SCHMERZ MIT PROZENTUALER VERTEILUNG IM PATIENTENKOLLEKTIV.....	37
TABELLE 9: ZUSATZVARIABLEN ZUR VORHERSAGE DER VERWEILDAUER UND DES POSTOPERATIVEN SCHMERZES MIT PROZENTUALER VERTEILUNG IM PATIENTENKOLLEKTIV.....	37
TABELLE 10: ERGEBNISSE DER UNIVARIATEN ANALYSE ZUR STEINFREIHEIT NACH RIGIDER URS.....	38
TABELLE 11: ERGEBNISSE DER UNIVARIATEN ANALYSE ZUR OP-DAUER ≤45 MINUTEN BEI RIGIDER URS	41
TABELLE 12: ERGEBNISSE DER UNIVARIATEN ANALYSE ZUR VERWEILDAUER ≤2 TAGE NACH RIGIDER URS.....	44
TABELLE 13: ERGEBNISSE DER UNIVARIATEN ANALYSE ZUR POSTOPERATIVEN SCHMERZFREIHEIT NACH RIGIDER URS.....	46
TABELLE 14: MULTIVARIATE ANALYSE DER SIGNIFIKANTEN PARAMETER ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH RIGIDER URS	49
TABELLE 15: MULTIVARIATE ANALYSE DER SIGNIFIKANTEN RADIOLOGISCHEN PARAMETER ZUR VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤45 MINUTEN.....	50
TABELLE 16: MULTIVARIATE ANALYSE DER SIGNIFIKANTEN ÜBRIGEN PARAMETER ZUR VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤45 MINUTEN	51

TABELLE 17: MULTIVARIATE ANALYSE DER SIGNIFIKANTEN PARAMETER ZUR VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤ 45 MINUTEN	51
TABELLE 18: MULTIVARIATE ANALYSE DER SIGNIFIKANTEN PARAMETER ZUR VORHERSAGE DER VERWEILDAUER ≤ 2 TAGE	52
TABELLE 19: RENEWAL-SCORE ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH RIGIDER URS	53
TABELLE 20: STEINFREIHEITSRATEN UND HÄUFIGKEITEN DES RENEWAL-SCORES....	54
TABELLE 21: WERTE ZU ABBILDUNG 2.....	55
TABELLE 22: WERTE ZU ABBILDUNG 3.....	56
TABELLE 23: RITIME-SCORE ZUR VORHERSAGE DER OP-ZEIT ≤ 45 MINUTEN BEI RIGIDER URS.....	57
TABELLE 24: RATE AN OP-DAUER ≤ 45 MINUTEN UND HÄUFIGKEITEN DES RITIME-SCORES	58
TABELLE 25: WERTE ZU ABBILDUNG 5.....	60
TABELLE 26: RATE AN OP-DAUER ≤ 45 MINUTEN UND HÄUFIGKEITEN DES RENEWAL-SCORES	60
TABELLE 27: WERTE ZU ABBILDUNG 6.....	61
TABELLE 28: RATE AN OP-DAUER ≤ 45 MINUTEN UND HÄUFIGKEITEN DES S.T.O.N.E. SCORES	62
TABELLE 29: WERTE ZU ABBILDUNG 7.....	63
TABELLE 30: RISTAY-SCORE ZUR VORHERSAGE DER VERWEILDAUER ≤ 2 TAGE	64
TABELLE 31: RATE AN VERWEILDAUERN ≤ 2 TAGE UND HÄUFIGKEITEN DES RISTAY-SCORES	65
TABELLE 32: WERTE ZU ABBILDUNG 9.....	66
TABELLE 33: DEMOGRAFISCHE UND KLINISCHE DATEN VON 213 PATIENTEN, DIE SICH EINER FLEXIBLEN URS UNTERZOGEN HABEN.....	67
TABELLE 34: TESTVARIABLEN ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT, DER OP-DAUER, DER VERWEILDAUER UND DES POSTOPERATIVEN SCHMERZES MIT PROZENTUALER VERTEILUNG IM PATIENTENKOLLEKTIV FÜR DIE FLEXIBLE URS	71
TABELLE 35: STEINFREIHEITSRATEN DER EINZELNEN PUNKTWERTE DES S.T.O.N.E. SCORES FÜR DIE FLEXIBLE URS UND HÄUFIGKEITEN.....	73
TABELLE 36: STEINFREIHEITSRATEN DER EINZELNEN PUNKTWERTE DES RUS-SCORES FÜR DIE FLEXIBLE URS	73

TABELLE 37: OUTCOME-GRUPPEN FÜR STEINFREIHEIT, OP-DAUER, VERWEILDAUER UND POSTOPERATIVEN SCHMERZ MIT PROZENTUALER VERTEILUNG IM PATIENTENKOLLEKTIV FÜR DIE FLEXIBLE URS.....	74
TABELLE 38: ZUSATZVARIABLEN ZUR VORHERSAGE DER VERWEILDAUER UND DES POSTOPERATIVEN SCHMERZES MIT PROZENTUALER VERTEILUNG IM PATIENTENKOLLEKTIV FÜR DIE FLEXIBLE URS.....	74
TABELLE 39: ERGEBNISSE DER UNIVARIATEN ANALYSE ZUR STEINFREIHEIT NACH FLEXIBLER URS	75
TABELLE 40: ERGEBNISSE DER UNIVARIATEN ANALYSE ZUR OP-DAUER ≤ 75 MINUTEN BEI FLEXIBLER URS.....	78
TABELLE 41: ERGEBNISSE DER UNIVARIATEN ANALYSE ZUR VERWEILDAUER ≤ 2 TAGE NACH FLEXIBLER URS	80
TABELLE 42: ERGEBNISSE DER UNIVARIATEN ANALYSE ZUR POSTOPERATIVEN SCHMERZFREIHEIT NACH FLEXIBLER URS	83
TABELLE 43: MULTIVARIATE ANALYSE DER SIGNIFIKANTEN PARAMETER ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH FLEXIBLER URS.....	86
TABELLE 44: MULTIVARIATE ANALYSE DER SIGNIFIKANTEN PARAMETER ZUR VORHERSAGE DER OP-DAUER ≤ 75 MINUTEN BEI FLEXIBLER URS	86
TABELLE 45: MULTIVARIATE ANALYSE DER SIGNIFIKANTEN PARAMETER ZUR VORHERSAGE DER VERWEILDAUER ≤ 2 TAGE.....	87
TABELLE 46: FLEXFREE-SCORE ZUR VORHERSAGE DER STEINFREIHEIT NACH FLEXIBLER URS	88
TABELLE 47: STEINFREIHEITSRATEN UND HÄUFIGKEITEN DES FLEXFREE-SCORES ...	89
TABELLE 48: WERTE ZU ABBILDUNG 11.....	90
TABELLE 49: STEINFREIHEITSRATEN UND HÄUFIGKEITEN DES RENEWAL-SCORES....	90
TABELLE 50: WERTE ZU ABBILDUNG 12.....	91
TABELLE 51: FLECONOMY-SCORE ZUR VORHERSAGE DER OP-ZEIT ≤ 75 MINUTEN UND DER VERWEILDAUER ≤ 2 TAGE BEI FLEXIBLER URS.....	92
TABELLE 52: RATE AN OP-DAUER ≤ 75 MINUTEN UND VERWEILDAUER ≤ 2 TAGE UND HÄUFIGKEITEN DES FLECONOMY-SCORES	93
TABELLE 53: WERTE ZU ABBILDUNG 14.....	94
TABELLE 54: RATE AN OP-DAUER ≤ 75 MINUTEN UND HÄUFIGKEITEN DES S.T.O.N.E. SCORES	95
TABELLE 55: WERTE ZU ABBILDUNG 15.....	96

TABELLE 56: WERTE ZU ABBILDUNG 16..... 97

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AUC	Area Under the Curve
Bzw.	Beziehungsweise
Ch	Charrière
DJ	Doppel-J
ESWL	Extrakorporale Stoßwellentherapie
G-DRG	German Diagnosis Related Groups
HE	Hounsfield Einheiten
IPA	Infundibulopelvic angle (Ureter-UKG-Winkel)
Kap.	Kapitel
KG	Kelchgruppe
KI	Konfidenzintervall
KM	Kontrastmittel
MET	medikamentöse steinexpulsive Therapie
Mini-PNL	Mini perkutane Nephrolitholapaxie
MKG	Mittlere Kelchgruppe
OKG	Obere Kelchgruppe
OR	Odds Ratio
P	Page (Seite)
PCN	Perkutane Nephrostomie
PNL	Perkutane Nephrolitholapaxie
RUS-Score	Resorlu-Unsal Stone Score
SFR	Steinfreiheitsrate
Sig.	Signifikanz
Tab.	Tabelle
UK	Ureterkathether
UKG	Untere Kelchgruppe
URS	Ureterorenoskopie
Vgl.	Vergleiche

1 Einleitung

1.1 Epidemiologie der Urolithiasis

Die Urolithiasis ist eine Volkskrankheit mit erheblicher Bedeutung für das Gesundheitssystem. In den vergangenen Jahren war die Diagnose „N20.-Nieren- und Ureterstein“ immer unter den 20 häufigsten Krankenhausdiagnosen, die aktuellsten epidemiologischen Daten hierzu stammen aus dem Jahr 2000.^{1,2} Damals lag die Prävalenz dieser Erkrankung in der Bevölkerung bei knapp 5%, die Inzidenz wurde mit 1,5% angegeben. Beide Werte zeigten eine steigende Tendenz zur vorherigen Erhebung im Jahr 1979. Männer sind 1,5-mal so oft betroffen wie Frauen. Bei den erstmals erkrankten Personen waren 70% im arbeitsfähigen Alter zwischen 25 und 64 Jahren. Über spontane Steinabgänge berichteten nur 28% der Steinträger. 15% aller Betroffenen erhielten eine invasive endourologische Steintherapie mittels Ureterorenoskopie (URS) oder perkutaner Nephrolitholapaxie (PNL).³ Aufgrund der stetigen Verbesserungen in der Steindiagnostik, bei gleichzeitiger Zunahme von Risikofaktoren wie Fehlernährung und Bewegungsmangel in der Bevölkerung, ist davon auszugehen, dass bis heute ein weiteres Wachstum der Inzidenz und Prävalenz zu verzeichnen ist.^{4(p172)}

1.2 Ökonomische Aspekte der Urolithiasis

Um auch die ökonomischen Dimensionen des Steinleidens einordnen zu können, ist die Einordnung der Erkrankung im Hinblick auf das bestehende Abrechnungssystem der „German Diagnosis Related Groups“ (G-DRG) von Bedeutung. In Deutschland wird die Krankenhausbehandlung von Patienten in Diagnosegruppen eingeordnet, anhand derer errechnet wird, wieviel Geld die Kliniken von den Krankenkassen für die komplette Behandlung erhalten. Für jedes Bundesland gibt es einen jährlichen Landesbasisfallwert, dieser lag 2018 in Hessen bei 3444,53 €. ⁵ Der Basisfallwert wird mit dem sogenannten Relativgewicht einer Diagnosegruppe multipliziert, um die

Krankenhausvergütung zu berechnen. Neben dem spezifischen Relativgewicht wird jeder Diagnosegruppe auch die durchschnittliche Krankenhausverweildauer zugeordnet. Über- oder Unterschreitung dieser mittleren Verweildauer und auch die (Vor-)Erkrankungen eines Patienten wirken sich in der Form auf die Abrechnung aus, dass es für Krankenhäuser am kostengünstigsten ist, möglichst kranke Patienten im unteren Bereich der normalen Verweildauer zu behandeln. Längere Liegezeiten rechnen sich kaum, bei einer frühzeitigen Entlassung wird der Erlösbetrag häufig sogar gekürzt.

Die Extraktion eines Ureterkonkrementes bei einem weitgehend gesunden Patienten unter 90 Jahren mittels URS wird in die Diagnosegruppe L20C eingeordnet. Die durchschnittliche Verweildauer für diesen Eingriff lag 2018 bei knapp 4 Tagen, das relative Kostengewicht betrug 0,730.⁶ Dementsprechend kostete die Behandlung in Hessen im Jahr 2015 gut 2515 € ($0,730 \times 3444,53$ €). Muss ein Nierenstein bei vergleichbaren Patienten mit PNL geborgen werden, werden sie in die Gruppe L18B einsortiert. Dies war 2018 mit einem mittleren Aufenthalt von sechs Tagen verbunden, der knapp 4640 € ($1,347 \times 3444,53$ €) kostete.⁶

Mit diesen Pauschalbeträgen müssen alle anfallende Behandlungs- und Personalkosten für einen Patienten gedeckt werden. Daher sind für das Krankenhaus kurze Operationszeiten und ein komplikationsarmer postoperativer Verlauf erstrebenswert. Von Beidem profitiert in erster Linie auch der Patient. Eine schnelle Genesung ohne erneute Eingriffe bedeutet eine kürzere Arbeitsunfähigkeit und hierdurch eine geringere Belastung der Volkswirtschaft.

1.3 Steintherapie im Wandel der Zeit

Noch vor gut einem Jahrhundert konnte die Diagnose Urolithiasis ein Todesurteil sein. Vor der Einführung von Antibiotikatherapien und heutigen Hygienestandards, starben Menschen mit Nierensteinen nicht selten an einer Urosepsis oder an den Komplikationen der chirurgischen Eingriffe. Bis zur Entwicklung von bildgebenden Verfahren erfolgte die Diagnostik der Nierensteine rein klinisch, es wurde also auf mehr oder weniger begründetem

Verdacht operiert. Bereits die alten Griechen versuchten sich in der offenen Steinbergung, im Mittelalter wurden Patienten mit Konkrementen oder Harnverhalt von selbsternannten reisenden Steinschneidern und ausgebildeten Chirurgen behandelt.^{7(p58)} Damals wurden, je nach Technik, Teile von Blase, Damm, Prostata, Mastdarm oder auch Harnröhre eingeschnitten, um Steine zu extrahieren. Hierbei kam es jedoch häufig zu einem Harnaustritt in den Bauchraum und zu Infektionen, sodass viele Patienten später starben.^{7(pp521-527)} Bis Ende des 19. Jahrhunderts wurden so lediglich symptomatische Steine entfernt. Die erste geplante offen chirurgische Steinbergung fand 1880 in England statt - das Verfahren sollte knapp hundert Jahre lang die Therapie der Wahl bei Steinleiden bleiben.⁸

Obschon es die ersten experimentellen Ansätze zur minimal invasiven Steintherapie bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts gab, kam der Durchbruch erst in den 70er Jahren mit der Etablierung der PNL. Damals wurde bei den Patienten schon eine Woche vor dem Eingriff mit der Aufdehnung des Arbeitskanals auf insgesamt 26 Charrière (Ch) begonnen, die Steine wurden geborgen, größere mittels Ultraschall oder Chemolitholyse zerstört.⁹ Nach dem Eingriff wurde den Patienten ein perkutaner Nephrostomiekatheter (PCN) eingelegt, um das Gewebe zu komprimieren und den Harnabfluss nach außen zu gewährleisten. Der Katheter konnte meist nicht direkt entfernt werden, sondern wurde zuvor stufenweise durch kleinere PCNs ausgetauscht.^{10(p240)} Für die heute moderneren Nephroskope genügt eine Aufbougieung auf maximal 18 Ch bei der sogenannten Mini-PNL.¹¹ Die Aufdehnung erfolgt im Rahmen des Eingriffs und die Steine können pneumatisch, mittels Ultraschalllithotripsie oder per Laser zerkleinert werden.^{10(pp191-196)} Durch das geringere Trauma besteht zudem häufig die Möglichkeit im Rahmen der sogenannten schlauchfreien „tubeless PNL“ auf die Anlage einer Nephrostomie zu verzichten.¹²

Die erste Ära der PNL währte nicht lange, denn Anfang der 80er Jahre konnten die ersten Geräte zur ESWL eingesetzt werden. Anfangs konnte die Steinertrümmerung mittels Stoßwellen wegen hoher und daher schmerzhafter Energieübertragung auf die Haut nur in Anästhesie durchgeführt werden.¹³ Teilweise waren und sind noch immer mehrere Sitzungen notwendig, bis die Steine fragmentiert sind und nicht selten bilden sich symptomatische Steinstraßen, welche die Anlage von DJ-Kathetern oder andere therapeutische

Eingriffe notwendig machen.^{4(pp185-187)} Dennoch war die Entwicklung der ESWL revolutionär für die Steintherapie. Die Neuentwicklung und Verbreitung der extrakorporalen Steintherapie in den 80er Jahren führte zu einer Reduktion der Eingriffszahlen der im Vergleich zur ESWL deutlich invasiveren PNL. Etwa zeitgleich mit der ESWL wurde die URS einsatzbereit und konnte eine Nische in der Therapie der Harnleitersteine besetzen.¹³ Während Zystoskope schon im 19. Jahrhundert entwickelt wurden, mit denen wenige, aber teils erfolgreiche Versuche unternommen wurden den Harnleiter zwecks Stein Entfernung zu erreichen, wurde erst 1980 das erste Ureterorenoskop konstruiert, welches einen Durchmesser von 12 Ch hatte.^{10(p205),14} Damals konnten die Steine lediglich mechanisch geborgen werden und der Operateur musste zwischen den Beinen des Patienten kauern, um direkt durch das Gerät zu blicken.^{10(p14)} War eine Zerkleinerung von Steinen nötig, erfolgte diese blind mittels Ultraschallsonden. Die ersten Laser zur Steindesintegration waren erst Ende der 80er Jahre einsatzbereit.^{10(p191)} Dank Innovationen in der Lichtleiter- und Videotechnik werden mittlerweile bis zu 6 Ch dünne Ureterorenoskope in der Steintherapie verwendet. Die Videoendoskopie mit Übertragung des Bildes auf einen Monitor, der vom Operateur in komfortabler stehender oder sitzender Haltung betrachtet werden kann, ist nun der Standard.^{10(pp14-18)} Neben starren Ureterorenoskopen, kommen heute auch um 360° flexible Geräte zum Einsatz, mit denen alle Winkel der Niere erreicht werden können, insbesondere auch die untere Nierenkelchgruppe.^{10(pp205-215)} Abnehmender Durchmesser und zunehmende Beweglichkeit der Ureterorenoskope führen jedoch zur Verschlechterung der optischen Eigenschaften. Vor der Bergung mittels Zange oder in speziellen Fangkörbchen werden größere Steine nun unter Sicht mit Lasersonden, dem Lithoklast oder elektrohydraulisch zerkleinert, aber nur noch selten per Ultraschall.^{10(pp218-221)}

Mittlerweile können fast alle Steine endourologisch therapiert werden, sodass sich die Anteile von URS und PNL an der Steinbehandlung von 2005 bis 2013 auf etwa 40% bzw. 10% jeweils verdoppelt haben, während die ESWL in den letzten Jahren zunehmend unpopulär geworden ist.¹⁵ Eine offen chirurgische Behandlung kommt sehr selten zum Einsatz, nur noch nach dem Versagen anderer Therapien, wenn der Patient anatomische Besonderheiten aufweist oder bei komplexen Ausgusssteinen¹⁶.

1.4 Aktuelle Leitlinien in der Steintherapie

Bestehen klinische Hinweise auf eine symptomatische Urolithiasis, wie kolikartige Flankenschmerzen, Fieber oder Hämaturie, wird eine Bildgebung zur Bestätigung der Verdachtsdiagnose benötigt. Mittel der Wahl zur ersten ambulanten Diagnostik ist die Sonografie. Hiermit lassen sich ohne Strahlenbelastung Nierenkonkremente oder eine Hydronephrose als Hinweis auf ein Harnleitersteinleiden darstellen. Zur Diagnosesicherung ist die Durchführung eines nativen Low-Dose CT Abdomens indiziert.¹⁶ Die Sensitivität des Nativ CTs liegt dabei mit >95% deutlich höher als die Sensitivität des klassischerweise bis Ende der 90er Jahre zur Diagnostik primär eingesetzten Ausscheidungsurogramms (IVP, AUG).^{4(pp181-183),17,18} Die Schmerztherapie erfolgt bevorzugt mit NSARDs wie mit dem leicht krampflösenden Metamizol, Voltaren oder Ibuprofen. Zur potentiellen Verbesserung der spontanen Steinpassage durch den Harnleiter wird im Rahmen der medikamentösen steinexpulsiven Therapie (MET) auch der Einsatz von α -Blockern wie z.B. Tamsulosin diskutiert.^{19,20}

Die weitere Therapie der Steine hängt von ihrer Größe und Lokalisation ab. Bei distalen Konkrementen bis 10 mm Größe, ohne Zeichen für eine Infektion oder Hydronephrose, kann im Rahmen der medikamentösen expulsiven Therapie mit adäquater Analgesie, Bewegung und ausreichender Hydrierung auf einen spontanen Steinabgang gewartet werden. Harnsäuresteine lassen sich mittels oraler Chemolitholyse, welche über eine Alkalisierung des Harns die Steine auflöst, behandeln. Ist eine konservative Therapie nicht erfolgreich oder kontraindiziert, kommen die verschiedenen Verfahren der Steinbergung und – zertrümmerung zum Einsatz.

Hierbei wird die ESWL mit 1- 1,5 Hz weiterhin als den endourologischen Therapien gleichwertige Alternative in den Leitlinien genannt. Sie ist bei Nierenkelchsteinen bis 20 mm, sowie bei proximalen und distalen Harnleitersteinen <10 mm indiziert. Aufgrund der Weiterentwicklung der endourologischen Techniken wird die ESWL heute jedoch immer seltener als Therapieoption gewählt.

Die URS gilt bei proximalen und distalen Uretersteinen >10 mm bereits als Therapie der Wahl vor der ESWL. Bei kleineren Harnleiterkonkrementen und Nierenkelchsteinen bis 20 mm ist sie der ESWL gleichgestellt. Die untere Kelchgruppe ist aufgrund des spitzen Abgangswinkels zum Harnleiter nur mit flexiblen Ureterorenoskopen endoskopisch zu erreichen. Ist eine Lithotripsie im Rahmen der URS notwendig, sollte diese per Ho:YAG Laser erfolgen. Die PNL wird heute wieder vermehrt eingesetzt, vor allem in Form der Mini-PNL mit kleinkalibrigen Schaftdurchmessern. Bei Nierenkelchsteinen >20 mm ist sie Therapie der Wahl, zwischen 10-20 mm wird sie in der Leitlinie als gleichwertig zu URS oder ESWL angegeben. Lediglich bei kleinen Konkrementen <10 mm haben URS und ESWL in der Therapie den Vorrang. Für die Steindesintegration während der Mini-PNL sind Laser, Ultraschall und pneumatische Desintegration äquivalente Optionen. Werden hingegen flexible Instrumente genutzt, wird der Ho:YAG Laser zur Desintegration verwendet.¹⁶ Mit den Verfahren der ESWL, URS und PNL werden die meisten Steine heute endourologisch therapiert.

1.5 Outcome und prädiktive Faktoren

Das Ziel jeder Steintherapie ist die Steinfreiheit nach dem Eingriff. Bei symptomatischer Urolithiasis ist hiermit vorrangig die erfolgreiche Entfernung der beschwerdeverursachenden Konkremeunte gemeint. Steinfreiheit bedeutet jedoch auch, dass keine weiteren Steine oder Steinreste, die größer als 2 mm sind, in Niere und Ureter zurückbleiben.²¹ Dies wird direkt endourologisch oder postoperativ röntgenologisch bewertet. Durch eine primäre URS oder PNL können bei günstiger Steinlage und -konfiguration bereits Steinfreiheitsraten (SFR) von bis zu 90% erreicht werden.²² Aber nicht jeder Patient ist nach den leitliniengerechten Therapien sofort steinfrei, teilweise sind Re-Eingriffe notwendig, um die Steinfreiheit zu erreichen.

Sowohl für den Patienten, als auch für den Behandler sind die Erfolgsaussichten einer Therapie von großem Interesse. So gab es bisher verschiedene Untersuchungen zu Faktoren, die eine Vorhersage über die Steinfreiheit nach einer Intervention erlauben, da sich die Leitlinien

hauptsächlich an Steingröße und -lokalisierung orientieren. Der wohl bekannteste Outcome-Score ist der S.T.O.N.E. Score, mit welchem sich der Erfolg von starrer und flexibler URS abschätzen lassen soll.²¹ Anhand von 200 amerikanischen Patienten wurden die Parameter Steingröße (**S**ize), Steinlokalisierung (**T**opography), präoperative Nierenstauung (**O**bstruktion), Steinanzahl (**N**umber) und der Wert der Hounsfield Einheiten (**E**valuation of HU) als Einflussfaktoren bestimmt. Je größer der Punktwert desto geringer die Steinfreiheitsrate. (vergleiche Tabelle 1 und 2) Diese negative Korrelation ist beim S.T.O.N.E Score hoch signifikant ($p < 0.001$).²¹ Zudem ist dieser Score auch zur Prädiktion der Steinfreiheit nach einer URS geeignet. Die Area Under the Curve (AUC) liegt für den S.T.O.N.E Score bei 0.764, was einer recht zuverlässigen Prädiktion entspricht.^{23(pp155-156)}

Bei dem weniger gebräuchlichen Resorlu-Unsal Stone Score (RUS-Score), der die Steinfreiheit nach flexibler URS bewertet, gibt es für eine Steingröße $> 2\text{mm}$, für mehr als einen Stein in verschiedenen Kelchgruppen (KG), für eine Hufeisenniere oder ektope Niere und für einen Stein in der unteren Kelchgruppe (UKG) mit einem Winkel < 45 Grad zwischen Harnleiter und Kelchgruppe (infundibulopelvic angle=IPA) je einen Punkt. Auch hier korreliert die Höhe des Punktwertes negativ mit der Steinfreiheit. (vgl. Tab. 3) Um den Erfolg einer PNL abzuschätzen, lässt sich auf den Guy-Stone Score zurückgreifen, der Steinlokalisierung, Nierenanatomie, Vorhandensein von Ausgusssteinen und spinale Verletzungen einschließt. (vgl. Tab. 4)

Tabelle 1: S.T.O.N.E Score²¹

Parameter	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte
Steingröße	<5mm	5-10mm	>10mm
Lage	Distaler – mittlerer Ureter	Proximaler Ureter, MKG, OKG	UKG
Stauung	Keine Hydronephrose oder präoperative Stenteinlage	Grad 1 - 2	Grad 3 - 4
Parameter	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte
Steinzahl	1	2	≥3
Hounsfield Einheiten	<750	750 – 1000	>1000

Tabelle 2: Steinfreiheitsraten im S.T.O.N.E. Score²¹

Gesamtpunktzahl im S.T.O.N.E Score	Vorhergesagte Steinfreiheitsrate (gerundet)	Tatsächliche Steinfreiheitsrate
5-7	100%	100%
8	90%	93%
9	90%	81%
10	80%	64%
11	70%	74%
12	50%	68%
13	40%	67%
14	30%	33%
15	20%	-

Tabelle 3: RUS-Score mit Steinfreiheitsraten²⁴

Parameter	0 Punkte	1 Punkt		
Steingröße	≤20mm	>20mm		
Steinlokalisierung	OKG, MKG, Nierenbecken, pyeloureteraler Übergang, Ureter	UKG mit IPA <45°		
Steinanzahl	1 Stein oder ≥ 2 Steine in derselben KG	≥ 2 Steine in verschiedenen KG		
Parameter	0 Punkte	1 Punkt		
Nierenanatomie	regelrecht	Hufeisenniere oder ektope Niere		
Gesamtpunktzahl (Steinfreiheitsrate)	0 (97.1%)	1 (85.4%)	2 (70%)	3-4 (27.2%)

Tabelle 4: GUY-Score mit Steinfreiheitsraten²⁵

Grad (SFR)	Stein-anzahl	Stein-lokalisierung	Anatomie	Ausgusssteine	Wirbelsäule und Rückenmark
Grad 1 (81%)	1	MKG, UKG, Nierenbecken	regelrecht	keiner	regelrecht
Grad 2 (72.4%)	1	OKG	regelrecht	keiner	regelrecht
	1	alle	abnorm	keiner	regelrecht
	≥2	alle	regelrecht	keiner	regelrecht
Grad 3 (35%)	≥2	Kelchdivertikel	regelrecht	keiner	regelrecht
	≥2	alle	abnorm	keiner	regelrecht
	alle	alle	alle	partiell	regelrecht
Grad 4 (29%)	alle	alle	alle	komplett	alle
	alle	alle	alle	alle	Spina bifida oder spinale Verletzung

1.6 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist es neue Faktoren zu identifizieren und bereits bekannte sekundär zu evaluieren, welche Einfluss auf das Ergebnis von endourologischen Eingriffen nehmen. Die starre und die flexible URS sollen hierbei getrennt betrachtet werden. Die Outcome-Variablen Steinfreiheit, OP-Zeit, Verweildauer im Krankenhaus und Schmerzfreiheit wurden gewählt, da sie gleichermaßen für den Patienten, ökonomisch und volkswirtschaftlich bedeutsam sind. Separat für starre und flexible URS sollen deshalb Scores erstellt werden, welche die einzelnen Outcome-Faktoren vorhersagen können. Die Scores sollen dabei mit möglichst wenig Parametern auskommen, damit sie in der Praxis schnell anwendbar sind. Sie sollen also einfacher als bereits bestehende Scores sein, das Outcome aber ebenso gut vorhersagen.

2 Material und Methoden

2.1 Patientendaten

In einer retrospektiven Fallstudie wurden die Daten von 944 endourologischen Eingriffen ausgewertet, die zwischen dem 10.09.2002 und dem 03.12.2015 in der Klinik für Urologie am Universitätsklinikum Frankfurt am Main durchgeführt wurden. Hiervon waren 676 Therapien starre Ureterorenoskopien, 213 flexible Ureterorenoskopien und 55 Mini-PNLs. Hatten Patienten therapiebedürftige Steine auf beiden Seiten oder erneute Interventionen nach initialer Steinfreiheit, wurde jeder Eingriff separat ausgewertet. Die Steinfreiheit wurde intraoperativ direkt visuell, sowie mittels Pyelographie bewertet. Es wurden aus den Scores bekannte, sowie weitere mutmaßliche Einflussfaktoren auf das Outcome nach einer endourologischen Steintherapie ausgewertet. Neben der Steinfreiheit, wurden auch die OP-Dauer, die Stärke postoperativer Schmerzen, sowie die Verweildauer der Patienten als relevante Outcome-Parameter ausgewählt.

Aus der Patientendatenbank ORBIS (Version 08.04.25 und 08.04.26, ORBIS AG, Saarbrücken, DE) wurden die allgemeinen Patientendaten wie Geschlecht, Alter und BMI entnommen. Es wurde erfasst ob eine Notfallvorstellung stattgefunden hat, ob initial eine Hämaturie oder eine Hydronephrose vorlag, ob der Patient eine Vorgeschichte als Steinbildner hatte und ob Antikoagulantien wie ASS oder Marcumar eingenommen wurden. Der Kreatininwert vor dem Eingriff, sowie eine potentielle Vorbehandlung mit Alpha-Blockern, Calcium-Antagonisten, ein bereits eingelegter Doppel-J-Katheter (DJ) vor der endgültigen Steinsanierung und eine vorangegangene frustrane ESWL wurden ebenfalls berücksichtigt. Vorerkrankungen wie Diabetes mellitus, spinale Verletzungen unter die Plegien, Paresen, symptomatische Bandscheibenvorfälle, Wirbelfrakturen, Skoliose und Spinalkanalstenosen fallen, sowie das Vorhandensein von renalen oder ureteralen Malformationen wurden erfasst. Zu letzteren zählen Doppelnieren, Hufeisennieren, Zystennieren, (funktionelle) Einzelnieren, Transplantatnieren, Ureter duplex und Ureter fissus. Aus den OP-Berichten wurden die Eingriffsart und -dauer, der Einsatz von Laserlithotrypsie oder alleinige Drahtkorbchen (Basket) Extraktion, das Vorliegen von Steinfreiheit und der behandelnde Urologe entnommen. Die

Erfahrung des Urologen wurde anhand der jeweiligen Eingriffsanzahl gemessen. Lagen nach dem Eingriff Steinreste vor, wurde zudem die Art der Reintervention protokolliert, insofern diese ebenfalls an der Uniklinik Frankfurt durchgeführt wurde. Für Patienten, die sich einer rigiden oder flexiblen URS unterzogen haben, wurde anhand der Daten der S.T.O.N.E Score ermittelt, bei flexibler URS wurde auch der RUS-Score bestimmt. Aufgrund der geringen Anzahl an PNLs wurde das Augenmerk in dieser Arbeit auf die Ureterorenoskopien gelegt.

Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Goethe-Universität Frankfurt genehmigt unter der Geschäftsnummer 423/15.

2.2 Radiologische Daten

Bei den Patienten, die ein präoperatives low dose Nativ-CT erhalten haben, wurden mit der Radiologiesoftware Centricity PACS (Version 3.2.045, GE Healthcare, Little Chalfont, GB) und Centricity RIS (Version 5.0.10.15, GE Healthcare, Little Chalfont, GB) an einem Befundungsbildschirm der Fa. EIZO (Hakusan, JP) in koronarer Ansicht die maximale Steinlänge und -breite, sowie die Hounsfield Einheiten im Steinzentrum einfach gemessen. Außerdem wurde die Steinlokalisierung und das Vorhandensein von partiellen oder kompletten Nierenbeckenausgusssteinen bewertet. Die Messung des Abgangswinkels zwischen Ureter und unterer Kelchgruppe gemäß dem RUS-Score zeigte sich aufgrund der geringen Auflösung im Low Dose CT als sehr ungenau und nicht reproduzierbar, sodass im Verlauf darauf verzichtet wurde.

2.3 Operationstechniken

Präoperativ wurde die Steinlokalisierung durch Low dose CT, bis Ende 2009 vornehmlich mit Ausscheidungsurografie ermittelt. Zudem wurde eine Urinkultur angelegt, um Harnwegsinfekte vor dem Eingriff testgerecht auf das vorliegende Antibiogramm (an)therapieren zu können.²⁶ Die präoperative Labordiagnostik umfasste neben Blutbild und Gerinnungswerten eine Kontrolle der Elektrolyte

und Nierenretentionswerte. Die ureterorenoskopischen Eingriffe wurden regelhaft in Vollnarkose oder Spinalnarkose durchgeführt und die Patienten wurden in Steinschnittlage gebracht.

Zur Steintherapie wurden vornehmlich Geräte der KARL STORZ GmbH & Co. KG (Tuttlingen, DE) verwendet. Bei der starren URS kamen Ureterorenoskope von 7 Charrière, 8 Charrière, und 9,5 Charrière Durchmesser zum Einsatz, für die flexible URS wurde das 270 Grad flexible Storz Flex X² mit 7,5 Charrière verwendet. Zur Bergung von Nierensteinen wurde bei der flexiblen URS zunächst eine Schleuse in den Harnleiter eingelegt, genutzt wurden hierfür Access Sheaths der Fa Boston Scientific (Marlborough, MA).

Bei jeder Verwendung eines Ureterorenoskops wurde unter Röntgenkontrolle ein zusätzlicher Sicherungsdraht parallel im Harnleiter platziert. Neben dem Sicherungsdraht wurden die Ostien passiert und der Ureter, das Nierenbecken und (soweit einsehbar) die oberen Kelche inspiziert. Identifizierte Steine wurden mittels Greifzange oder im Nitinol Basket von Boston Scientific geborgen. War zuvor eine Steindesintegration notwendig, wurde primär der Holmium:YAG-Laser Dornier Medilas H Solvo mit 30 Watt von Olympus (Shinjuku, JP) oder das Gerät VersaPulse 60W der Fa Lumenis (Yokneam, IL) angewandt, alternativ kam der Swiss Lithoclast 2 von EMS (Nyon, CH) zum Einsatz.

Nach der Steintherapie wurden Niere und Ureter nochmals visuell und mit retrograder Kontrastmittel-Pyelografie (KM: Iomeprol) auf verbliebene Konkremente untersucht. Bei Steinfreiheit wurde das Ureterorenoskop entfernt und unter Zuhilfenahme eines erneut transurethral eingeführten Standard-Urethrozystoskops mit 22 Charrière Schaft und 30° Optik ein DJ-Katheter der Fa Optimed (Ettlingen, DE) eingelegt. Je nach intraoperativer Manipulation verblieb dieser für 2 Tage bis 4 Wochen im Ureter, um diesen zu schonen und den Urinfluss bei postinterventioneller Schwellung der Uretermukosa zu sichern. Bei absehbar kurzer Verweildauer wurde zusätzlich ein transurethraler Blasenkatheter (DK) eingelegt, an dem der noch am DJ-Katheter hängende Faden fixiert wurde, sodass vor der Entlassung des Patienten beides (DJ und DK) ohne erneute Zystoskopie entfernt werden konnte.

2.4 Statistische Auswertung

2.4.1 Erstellung von Gruppen

Die statistische Analyse wurde darauf ausgelegt Parameter zu erfassen, die das Outcome in Bezug auf Steinfreiheit und postoperative Schmerzfreiheit beeinflussen. Ebenso wurden Einflüsse auf die ökonomischen Faktoren Operationszeit und Verweildauer untersucht. Die Datenanalyse fand mit den o.g. Patientendaten separat für Mini-PNL, rigide und flexible URS statt. Zunächst wurden die Faktoren unterteilt. Bei den dichotomen Variablen, wie beispielsweise Geschlecht oder Vorgeschichte als Steinträger, ergab sich automatisch die Zuordnung in Zweiergruppen. Für die numerischen Parameter, wie Steinlänge oder auch OP-Dauer, wurden Zweiergruppen geschaffen, die in etwa dieselbe Zahl an Patienten umfassen. Hierfür wurde zunächst der Median der Parameter berechnet. Um die einfache Anwendung eines späteren Scores zu gewährleisten, wurde vom Median auf die nächste Ganzzahl gerundet und anhand dieser zwei Gruppen generiert. Der Median für die Steinlänge bei der starren URS lag zum Beispiel bei 5.4mm, alle Werte für die Steinlänge wurden also zur Gruppe $\leq 5.0\text{mm}$ oder $>5\text{mm}$ zugeordnet. Eine Ausnahme von dieser Vorgehensweise bildete der Grad der Hydronephrose, dieser wurde gemäß der Behandlungsbedürftigkeit in die Gruppen keine bis erstgradige Stauung und höhergradige Hydronephrose ab zweitgradiger Stauung geteilt. Auch bei der postoperativen Schmerzstärke wurde zwischen Schmerzfreiheit bis eins auf der numerischen Rating-Skala und intensiveren Beschwerden ab einem Wert von zwei unterschieden. Die Steinlokalisation im CT wurde in eine distale Gruppe, die Steine im mittleren und unteren Ureter, sowie intramural gelegene Konkremente umfasst, und eine schwieriger zu erreichende proximale Gruppe mit Steinen im oberen Ureter, am pyeloureteralen Übergang, im Nierenbecken und den –kelchen geteilt. Da der überwiegende Anteil der flexiblen Eingriffe als kombiniert starre-flexible Ureterorenoskopien durchgeführt wurde, wurde die Einteilung der Steinlokalisation für die verschiedenen Auswertungen beibehalten. Die Erfahrung der Operateure wurde anhand der Eingriffszahl unterschieden, wobei berücksichtigt wurde, ob die Urologen zuvor bereits an einem anderen Haus tätig waren und starre URS, flexible URS und mini-PNL

als separate OP-Verfahren gewertet wurden. Anfänger waren Urologen mit weniger als 25 Eingriffen, mit 25-100 Operationen waren sie fortgeschritten und mit mehr als 100 Eingriffen erfahrene Operateure. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde der S.T.O.N.E Score entsprechend der erreichten Steinfreiheitsraten für jeden Eingriff in eine Gruppe mit hoher SFR und somit geringer Eingriffskomplexität, eine Gruppe mit mittlerer Komplexität und eine mit hohem Schwierigkeitsgrad und somit niedrigerer SFR geteilt.

2.4.2 Univariate Analyse

Mit diesen Gruppen wurde in univariater Analyse, also für jeden Parameter einzeln, geprüft, ob er in Zusammenhang mit den gewünschten Outcome-Faktoren Steinfreiheit, postoperativer Schmerzfreiheit, kurzer Operationszeit und kurzer Aufenthaltsdauer steht. Mittels Kreuztabellen wurden die prozentualen Häufigkeiten dieser Faktoren in den einzelnen Gruppen der Prüfvariablen ermittelt. Den Gruppen mit den größeren Anteilen an den gewünschten Outcomes wurde der Punktwert 1 zugeordnet, die Gruppen mit geringeren Anteilen bekamen die Werte 2 bis 3 (vgl. Tab. 10 – 12) Die Nullhypothese, also in diesem Fall die Unabhängigkeit von Outcome-Faktoren und den Variablen, wurde innerhalb der Kreuztabellen mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Signifikanzniveau wurde zuvor bei $\alpha = 0.05$ gesetzt.

2.4.3 Logistische Regressionsanalyse

Um die Wahrscheinlichkeiten zu berechnen, mit denen die signifikanten Zusammenhänge aus der univariaten Analyse reproduzierbar auftreten, wurde im nächsten Schritt eine logistische Regressionsanalyse durchgeführt. In diesem Modell wird die Auswirkung auf die Wahrscheinlichkeit beobachtet, mit der die abhängigen Outcome-Variablen auftreten, wenn man die unabhängigen Testvariablen verändert. Die Beziehung von abhängiger und unabhängiger Variable gibt die Odds Ratio (OR) wieder. Ein signifikanter Zusammenhang im

Regressionsmodell besteht, wenn das 95%-Konfidenzintervall der OR nicht den Wert Null umfasst.²⁷ Die Berechnung wurde als multivariate Regressionsanalyse durchgeführt: die signifikanten Variablen aus der univariaten Testung wurden gemeinsam auf die Beeinflussung des zugehörigen abhängigen Outcome-Parameters geprüft.

Aufgrund mangelnder Relevanz und einer vermuteten Bindung an andere Parameter wurde die Variable frustrane ESWL von der Analyse ausgeschlossen.¹⁵ (vgl. Kap. 4.1) Ebenso Parameter, die zu wenig Patienten des Kollektivs erfasst haben, wie das Vorhandensein von renalen oder ureteralen Fehlbildungen oder spinalen Verletzungen. (vgl. Kap. 3.1.1&3.2.1)

2.4.4 Erstellung der Scores und ROC-Analyse

Die signifikanten unabhängigen Variablen für den jeweiligen Outcome-Parameter wurden im nächsten Schritt zu Scores zusammengezählt. Die zu erreichende Punktzahl ergab sich aus den vorher den Gruppen zugeordneten Punktwerten. Die Verteilung der Score-Werte im Patientenkollektiv wurde mittels Balkendiagramm dargestellt, für die einzelnen Punktzahlen wurden die Steinfreiheitsrate, bzw. der Anteil an kurzer OP- oder Verweildauer, sowie die Signifikanz des Scores mittels Chi-Quadrat berechnet. Anhand dessen wurden Scores mit mehr als drei möglichen Punktwerten zur besseren Vergleichbarkeit zu Dreiergruppen ähnlicher Komplexität zusammengeschlossen. Um die Vorhersagekraft der Scores zu bewerten und mit anderen zu vergleichen, wurden ROC-Analysen durchgeführt. Die Scores der rigiden URS wurden mit dem S.T.O.N.E Score verglichen, die der flexiblen URS mit dem RUS-Score. Bei den ROC-Analysen wurde die Sensitivität der Scores, das heißt die Fähigkeit richtig vorherzusagen, dass das gewünschte Outcome auftritt, auf der Y-Achse gegen 1-Spezifität, also die Rate an falsch positiven Vorhersagen dafür, dass das gewünschte Outcome auftritt, auf der X-Achse aufgetragen. Die Fläche in dem Diagramm beträgt eins, durch die Analyse entsteht eine Kurve, welche diese Fläche unterteilt. Der Bereich unter der Kurve (area under the curve=AUC) gibt Aufschluss über die Güte der Scores. Beschreibt die Kurve eine Diagonale, ist die $AUC=0.5$, was bedeutet, dass der Score nur so

verlässlich wäre, wie das Outcome zu erraten. Bei einer AUC=1 würde der Score immer richtig vorhersagen, ob das gewünschte Outcome auftreten wird oder nicht. Für einen verlässlichen klinischen Score sind AUC Werte >0.7 erstrebenswert.^{23(p155)} In der ROC-Analyse wurde neben der AUC auch ihre Signifikanz, das Konfidenzintervall in dem sie liegt, sowie ihr Standardfehler berechnet. Letzterer ist die auf den Umfang der Score-Gruppen normierte Standardabweichung der AUC, also ein Maß für die Streuung um den mittleren AUC-Wert. Je kleiner der Standardfehler, desto genauer ist dieser mittlere Wert.²⁸

Für die statistische Auswertung wurde SPSS Version 24 (IBM, Armonk, NY) verwendet, die statistische Signifikanz (Sig.) wurde bei einem P-Wert <0,05 angenommen und das Konfidenzintervall bei 95% gesetzt.

3 Ergebnisse

3.1 Rigide Ureterorenoskopie

3.1.1 Patientendaten der rigiden URS

Insgesamt wurden die Patientendaten von 676 rigiden Ureterorenoskopien zur Steintherapie ausgewertet. (vgl. Kap. 2.1) Die Ergebnisse zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5: Demografische und klinische Daten von 676 Patienten, die sich einer rigiden URS unterzogen haben

Variable (Einheit)	% (n) ± SD
Alter (Jahre)	48 ± 15.5
Geschlecht	
Männlich	73.5%
Weiblich	26.5%
BMI (kg/m²)	26.17 ± 5.29
Eingriffsseite	
Rechts	45%
Links	55%
Diabetes mellitus	
Nein	90.9%
Ja	9.1%
Spinale Verletzung	
Nein	98.5%
Ja	1.5%
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern (Tamsulosin)	
Ja	13.9%
Nein	86.1%

Variable (Einheit)	% (n) ± SD
Präoperative Einnahme von Calcium-Antagonisten (Amlodipin)	
Ja	3.9%
Nein	96.1%
Antikoagulation (Aspirin/Marcumar)	
Nein	91%
Ja	9%
Steinvorgeschichte	
Nein	65.2%
Ja	34.8%
Ja und keine Notfallvorstellung	26.6%
Frustrane ESWL präoperativ	
Nein	81.3%
Ja	18.7%
Notfallvorstellung	
Ja	75.3%
Nein	24.7%
Hämaturie bei Vorstellung	
Nein	18.9%
Ja (Mikro-/Makrohämaturie)	81.1%
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	0.96 ± 0.33
Hydronephrose der betroffenen Niere	
Keine bis Grad I	65.5%
Grad II bis IV	34.5%
Renale Fehlbildung	
Nein	97.1%
Ja	2.9%
Ureterale Fehlbildung	
Nein	99%
Ja	1%

Variable (Einheit)	% (n) ± SD
Steinlokalisierung (größter Stein)	
Mittlere Kelchgruppe	0.5%
Untere Kelchgruppe	2.9%
Nierenbecken	1.4%
Pyeloureteraler Übergang	1.2%
Proximaler Ureter	28.4%
Mittlerer Ureter	11.1%
Distaler Ureter	41.9%
Intramural	12%
Steingröße (größter Stein in mm)	
Steinlänge	5.4 ± 3.63
Steinbreite	4.0 ± 2.71
Hounsfield Einheiten des größten Steins	636 ± 340.7
Steinanzahl	1.0 ± 1.42
Präoperative DJ-Einlage	
Ja	56.1%
Nein	43.9%
Intraoperative Steinbehandlung	
Nitinol-Basket	69.2%
Nitinol-Basket + Laserlithotripsie	30.6%
Urologen	
Profis (>100 Eingriffe)	32.4%
Fortgeschrittene (25-100 Eingriffe)	22.2%
Anfänger (<25 Eingriffe)	45.5%
OP-Dauer (Minuten)	44.5 ± 34.23
Steinfreiheitsrate	77.2%
Steinreste	22.6%
Reinterventionsrate bei Steinrest	91.7%
Art der Reintervention	
Re-URS	66.9%
ESWL	25.6%

Variable (Einheit)	% (n) ± SD
Art der Reintervention	
Mini-PNL	5.0%
Offene Steinsanierung	2.5%
Postoperativer Schmerz (Skala von 1-10)	
Tag 1	0 ± 1.32
Tag 2	0 ± 1.19
Verweildauer (Tage)	2 ± 2.63
S.T.O.N.E. Score (Punktwert)	7.0 ± 1.73

3.1.2 Erstellung der Analysegruppen bei der rigiden URS

Um im folgenden Schritt den Einfluss der gesammelten Patientenvariablen auf das Outcome zu untersuchen, wurden die numerischen Parameter anhand ihres Medians in Zweiergruppen geteilt. (vgl. Kap. 2.4.1) An der Verteilung der dichotomen Variablen änderte sich nichts. (vgl. Tab. 6)

Für die Steinlänge ergaben sich hieraus die Gruppen ≤ 5.0 mm und > 5.0 mm. Die Breite teilte sich in die Gruppen ≤ 4.0 mm und > 4.0 mm auf. Bei den Hounsfield Einheiten wurde zwischen Steine mit einer Dichte von ≤ 636 HE und > 636 HE unterschieden.

Für den S.T.O.N.E. Score wurde zu jedem vorhandenen Punktwert die Steinfreiheitsrate errechnet und die Werte mit ähnlicher SFR zu insgesamt drei Komplexitätsgruppen zusammengefasst. (vgl. Tab. 7)

Bis auf die Steinfreiheit mussten auch die Outcome-Parameter anhand ihrer Mittelwerte aufgeteilt werden. (vgl. Tab. 8) Die OP-Dauer wurde so in ≤ 45 Minuten und > 45 Minuten aufgeteilt. Die Verweildauer wurde in die Gruppen ≤ 2 Tage und länger als zwei Tage getrennt. Als postoperativ schmerzfrei wurden Werte bis eins in den ersten beiden Tagen nach dem Eingriff gewertet.

Zur Analyse von Verweildauer und Schmerzfreiheit konnten retrospektiv auch die Parameter OP-Dauer und intraoperative Steinbehandlung zur Rate gezogen werden. (vgl. Tab. 9)

Tabelle 6: Testvariablen zur Vorhersage der Steinfreiheit, der OP-Dauer, der Verweildauer und des postoperativen Schmerzes mit prozentualer Verteilung im Patientenkollektiv

Variable	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Steinlänge (in mm)	≤5.0 46.7%	>5.0 53.3%	
Steinbreite (in mm)	≤4.0 51.6%	>4.0 48.4%	
Hounsfield Einheiten	≤636 50.1%	>636 49.9%	
Steinlokalisierung	mittlerer Ureter, distaler Ureter, intramural 65.1%	Proximaler Ureter, pyeloureteraler Übergang, Nierenbecken und -kelche 34.9%	
Steinanzahl	1 62.9%	≥2 37.1%	
Hydronephrose	Keine bis Grad I 65.5%	Grad II-IV 34.5%	
Notfallvorstellung	Ja 75.3%	Nein 24.7%	
Alter	≤48 52.5%	≥49 47.5%	
Geschlecht	Weiblich 26.5%	Männlich 73.5%	
Mikro- /Makrohämaturie	Nein 18.9%	Ja 81.1%	
BMI (kg/m ²)	≤26 48.3%	>26 51.7%	
Diabetes mellitus	Nein 90.9%	Ja 9.1%	

Variable	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Steinvorgeschichte	Ja 34.8%	Nein 65.2%	
Frustrane ESWL präoperativ	Nein 81.3%	Ja 18.7%	
Präoperative DJ-Einlage	Ja 56.1%	Nein 43.9%	
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	≤1.0 56.4%	>1.0 43.6%	
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	Ja 13.9%	Nein 86.1%	
Präoperative Einnahme von Calcium-Antagonisten	Ja 3.9%	Nein 96.1%	
Präoperative Antikoagulation	Nein 91.0%	Ja 9.0%	
Erfahrung des Urologen	Profis 32.4%	Fortgeschrittene 22.2%	Anfänger 45.5%
S.T.O.N.E.-Score	5-6 34.4%	7-8 38%	9-13 27.6%

Tabelle 7: Steinfreiheitsraten der einzelnen Punktwerte des S.T.O.N.E. Scores

Gesamtpunktzahl im S.T.O.N.E Score	Steinfreiheitsrate
5	95.7%
6	93.3%
7	84.5%
8	80.3%
9	66.7%

Gesamtpunktzahl im S.T.O.N.E Score	Steinfreiheitsrate
10	56.7%
11	50.0%
12	60.0%
13	100%

Tabelle 8: Outcome-Gruppen für Steinfreiheit, OP-Dauer, Verweildauer und postoperativen Schmerz mit prozentualer Verteilung im Patientenkollektiv

Variable	Gruppe I	Gruppe II
Steinfreiheit	Ja 77.2%	Nein 22.6%
OP-Dauer (Minuten)	≤45 53%	≥45 47%
Verweildauer (Tage)	≤2 64.6%	≥3 35.4%
Postoperativer Schmerz (Skala von 1-10)	≤1 70.6%	≥2 29.4%

Tabelle 9: Zusatzvariablen zur Vorhersage der Verweildauer und des postoperativen Schmerzes mit prozentualer Verteilung im Patientenkollektiv

Variable	Gruppe I	Gruppe II
OP-Dauer (Minuten)	≤45 53%	≥45 47%
Intraoperative Steinbehandlung	Nitinol-Basket 69.2%	Nitinol-Basket & Laserlithotripsie 30.6%

3.1.3 Univariate Analyse der Steinfreiheit nach rigider URS

In der univariaten Analyse wurde getestet, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Testvariablen und dem Outcome gibt, zudem wurden den Variablengruppen gemäß ihrem Anteil am gewünschten Ergebnis Punktwerte von eins bis drei zugeordnet (vgl. Kap. 2.4.2). Es zeigte sich eine deutliche Abhängigkeit der postoperativen Steinfreiheit von acht Testvariablen. (vgl. Tab. 10) Höchste Signifikanz bei der Prädiktion der SFR nach rigider URS zeigte sich bei den Parametern Steinlänge, Steinlokalisierung, Steinanzahl, Notfallvorstellung, frustrane ESWL präoperativ und beim S.T.O.N.E. Score. Hierbei korrelierten eine geringe Steingröße und –anzahl, eine proximale Steinlokalisierung, eine initiale Notfallvorstellung, die URS als erste Steintherapie und ein niedriger Wert im S.T.O.N.E. Score positiv mit der Steinfreiheitsrate. Auch niedrige Werte bei der Steinbreite, den Hounsfield Einheiten des Steines, sowie eine potentielle Steinvorgeschichte erwiesen sich als signifikante positive Prädiktoren der SFR. Die übrigen Prüfparameter zeigten keinen deutlichen Zusammenhang mit der SFR.

Tabelle 10: Ergebnisse der univariaten Analyse zur Steinfreiheit nach rigider URS

Variable	Score 1 Stein- freiheitsrate	Score 2 Stein- freiheitsrate	Score 3 Stein- freiheitsrate	p- Wert
Steinlänge (in mm)	≤5.0 89.7%	>5.0 71.0%		<0.001
Steinbreite (in mm)	≤4.0 84.6%	>4.0 74.6%		0.012
Hounsfield Einheiten	≤636 85.6%	>636 73.9%		0.003

Variable	Score 1 Stein- freiheitsrate	Score 2 Stein- freiheitsrate	Score 3 Stein- freiheitsrate	p- Wert
Steinlokalisierung	mittlerer Ureter, distaler Ureter, Inramural 85.9%	Proximaler Ureter, pyeloureteraler Übergang, Nierenbecken und -kelche 68.3%		<0.001
Steinanzahl	1 86.1%	≥2 68.6%		<0.001
Hydronephrose	Keine bis Grad I 80.2%	Grad II-IV 78%		0.614
Notfallvorstellung	Ja 82.7%	Nein 60.5%		<0.001
Alter	≤48 77.4%	≥49 77.8%		0.561
Geschlecht	Weiblich 78.8%	Männlich 76.7%		0.195
Mikro- /Makrohämaturie	Nein 78.9%	Ja 78.8%		0.977
BMI (kg/m ²)	≤26 79.1%	>26 77.8%		0.530
Diabetes mellitus	Nein 76.3	Ja 86.9		0.167
Steinvorgeschichte	Ja 80.7%	Nein 71.6%		0.020
Frustrane ESWL präoperativ	Nein 80.9%	Ja 62.1%		<0.001
Präoperative DJ- Einlage	Ja 79.9%	Nein 73.6%		0.091

Variable	Score 1 Stein- freiheitsrate	Score 2 Stein- freiheitsrate	Score 3 Stein- freiheitsrate	p- Wert
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	≤1.0 79.9%	>1.0 74.0%		0.125
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	Ja 79.6%	Nein 76.6%		0.772
Präoperative Einnahme von Calcium- Antagonisten	Ja 80.8%	Nein 76.9%		0.887
Präoperative Antikoagulation	Nein 76.9%	Ja 78.3%		0.928
Erfahrung des Urologen	Profis 75.8%	Fortgeschrittene 77.3%	Anfänger 78.2%	0.665
S.T.O.N.E.-Score	5-6 94.1%	7-8 82.7%	9-13 61.5%	<0.001
Flexfree-Score	3 97.1%	4 83.7%	5-6 73.3%	0.002

3.1.4 Univariate Analyse zur OP-Dauer ≤45 Minuten bei rigider URS

13 Parameter zeigten im Vier-Felder Test einen signifikanten univariaten Zusammenhang mit einer OP-Dauer ≤45 Minuten. (vgl. Tab. 11) Höchste Signifikanz zeigten die Variablen Steinlänge, Steinbreite, Steinlokalisation, Notfallvorstellung, frustrane ESWL präoperativ, die Erfahrung des Urologen und der S.T.O.N.E.-Score, $p < 0.001$. Hierbei gingen größere, distal gelegene Steine, eine stattgehabte frustrane ESWL vor dem Eingriff, die Durchführung

der Intervention durch Eingriffsanfänger, geplante Eingriffe und hohe Werte im S.T.O.N.E Score mit längeren OP-Zeiten >45 Minuten einher.

Univariat ebenfalls hoch signifikant für die Vorhersage der OP-Zeit waren die Hounsfield Einheiten, sowie die präoperative Einnahme von Alpha-Blockern. Bei geringer Steindichte und Prämedikation mit Alpha-Blockern fanden deutlich mehr Ureterorenoskopien innerhalb von 45 Minuten statt.

Zudem wirkten sich eine größere Steinanzahl, eine höhergradige Hydronephrose, rezidivierende Steinereignisse, ein höheres Patientenalter und eine orale Antikoagulation signifikant negativ auf die Eingriffsdauer aus.

Zwischen den anderen Variablen und der OP-Zeit fand sich kein signifikanter Zusammenhang.

Tabelle 11: Ergebnisse der univariaten Analyse zur OP-Dauer ≤45 Minuten bei rigider URS

Variable	Score 1 OP-Dauer ≤45 Min.	Score 2 OP-Dauer ≤45 Min.	Score 3 OP-Dauer ≤45 Min.	p-Wert
Steinlänge (in mm)	≤5.0 81.8%	>5.0 47.7%		<0.001
Steinbreite (in mm)	≤4.0 80.1%	>4.0 46.2%		<0.001
Hounsfield Einheiten	≤636 71.5%	>636 55.7%		0.001
Steinlokalisierung	mittlerer Ureter, distaler Ureter, Inramural 72.6%	Proximaler Ureter, pyeloureteraler Übergang, Nierenbecken und -kelche 47.2%		<0.001
Steinanzahl	1 68.2%	≥2 56%		0.013

Variable	Score 1 OP-Dauer ≤45 Min.	Score 2 OP-Dauer ≤45 Min.	Score 3 OP-Dauer ≤45 Min.	p-Wert
Hydronephrose	Keine bis Grad I 59.9	Grad II-IV 47.5%		0.007
Notfallvorstellung	Ja 60.6%	Nein 29.4%		<0.001
Alter	≤48 57.8%	≥49 49.7%		0.039
Geschlecht	Weiblich 52.9%	Männlich 53.1%		0.961
Mikro- /Makrohämaturie	Nein 64.3%	Ja 55%		0.207
BMI (kg/m ²)	≤26 58.4%	>26 56.5%		0.669
Diabetes mellitus	Nein 52.8%	Ja 53.4%		0.922
Steinvorgeschichte	Nein 57%	Ja 46.4%		0.010
Frustrane ESWL präoperativ	Nein 60.5%	Ja 24.4%		<0.001
Präoperative DJ- Einlage	Ja 50.9%	Nein 55.5%		0.243
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	≤1.0 52.8%	>1.0 53.0%		0.949
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	Ja 68.8%	Nein 50.2%		0.001
Präoperative Einnahme von Ca- Antagonisten	Ja 50%	Nein 52.9%		0.768

Variable	Score 1 OP-Dauer ≤45 Min.	Score 2 OP-Dauer ≤45 Min.	Score 3 OP-Dauer ≤45 Min.	p-Wert
Präoperative Antikoagulation	Nein 54.1%	Ja 40.0%		0.038
Erfahrung des Urologen	Profis 62.8%	Fortgeschrittene 56.8%	Anfänger 44.1%	<0.001
S.T.O.N.E.-Score	5-6 81.6%	7-8 65.1%	9-13 44.3%	<0.001

3.1.5 Univariate Analyse zur Verweildauer ≤2 Tage nach rigider URS

In der univariate Analyse zur Prädiktion der Verweildauer ≤2 Tage nach rigider URS zeigten fünf Parameter einen signifikanten Zusammenhang: frustrane vorangegangene ESWL, DJ-Einlage vor dem Eingriff, präoperativer Kreatininwert, Erfahrung des Urologen und OP-Dauer. (vgl. Tab. 12) Bei Patienten ohne vorangegangene ESWL, mit präinterventioneller DJ-Kathetereinlage und einer OP-Dauer ≤45 Minuten zeigte sich ein höchst signifikanter Zusammenhang mit einer Verweildauer ≤2 Tagen. Auch ein normwertiger Kreatininspiegel vor dem Eingriff und die Operation durch einen erfahreneren Urologen wirkte sich signifikant positiv auf die Verweildauer aus. Die restlichen Variablen und der S.T.O.N.E Score beeinflussten die Verweildauer hingegen nicht.

Tabelle 12: Ergebnisse der univariaten Analyse zur Verweildauer ≤ 2 Tage nach rigider URS

Variable	Score 1 Verweildauer ≤ 2 Tage	Score 2 Verweildauer ≤ 2 Tage	Score 3 Verweildauer ≤ 2 Tage	p- Wert
Steinlänge (in mm)	≤ 5.0 71.6%	> 5.0 72.0%		0.934
Steinbreite (in mm)	≤ 4.0 72.3%	> 4.0 71.4%		0.831
Hounsfield Einheiten	≤ 636 75.2%	> 636 68.4%		0.125
Steinlokalisierung	mittlerer Ureter, distaler Ureter, Inramural 71.2%	Proximaler Ureter, pyeloureteraler Übergang, Nierenbecken und -kelche 73.1%		0.675
Steinanzahl	1 75.2%	≥ 2 66.2%		0.052
Hydronephrose	Keine bis Grad I 67.6%	Grade II-IV 62.5%		0.236
Notfallvorstellung	Ja 66.5%	Nein 58.9%		0.079
Alter	≤ 48 68.0%	≥ 49 62.8%		0.159
Geschlecht	Weiblich 61.3%	Männlich 65.8%		0.286
Mikro- /Makrohämaturie	Nein 73.7%	Ja 65.7%		0.248

Variable	Score 1 Verweildauer ≤2 Tage	Score 2 Verweildauer ≤2 Tage	Score 3 Verweildauer ≤2 Tage	p- Wert
BMI (kg/m ²)	≤26 69.9%	>26 69.5%		0.912
Diabetes mellitus	Nein 65.3%	Ja 59.0%		0.326
Steinvorgeschichte	Nein 66.4%	Ja 62.4%		0.314
Frustrane ESWL präoperativ	Nein 67.7%	Ja 50.8%		<0.001
Präoperative DJ- Einlage	Ja 72.3%	Nein 54.6%		<0.001
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	≤1.0 69.0%	>1.0 58.2%		0.005
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	Ja 64.1%	Nein 64.5%		0.945
Präoperative Einnahme von Calcium- Antagonisten	Ja 69.2%	Nein 64.3%		0.603
Präoperative Antikoagulation	Nein 65.3%	Ja 61.7%		0.577
Erfahrung des Urologen	Fortge- schrittene 73.0%	Profis 65.7%	Anfänger 59.7%	0.020
OP-Dauer (Minuten)	≤45 72.3%	>45 56.0%		<0.001

Variable	Score 1 Verweildauer ≤2 Tage	Score 2 Verweildauer ≤2 Tage	Score 3 Verweildauer ≤2 Tage	p-Wert
Intraoperative Steinbehandlung	Nitinol-Basket 66.4%	Nitinol-Basket & Laser- lithotrypsie 60.5%		0.138
S.T.O.N.E.- Score	5-6 78.5%	7-8 71.8%	9-13 70.4%	0.285

3.1.6 Univariate Analyse zu postoperativen Schmerzfremheit nach rigider URS

Einen signifikanten positiven Zusammenhang mit geringen Schmerzen nach der rigiden URS zeigte nur das Alter ≥49 Jahre. (vgl. Tab. 13)

Tabelle 13: Ergebnisse der univariaten Analyse zur postoperativen Schmerzfremheit nach rigider URS

Variable	Score 1 Post- operativ Schmerzfrem	Score 2 Post- operativ Schmerzfrem	Score 3 Post- operativ Schmerzfrem	p- Wert
Steinlänge (in mm)	≤5.0 74.8%	>5.0 75.3%		0.921
Steinbreite (in mm)	≤4.0 77.0%	>4.0 73.0%		0.435
Hounsfield Einheiten	≤636 75.0%	>636 75.2%		0.973

Variable	Score 1 Post- operativ Schmerzfrei	Score 2 Post- operativ Schmerzfrei	Score 3 Post- operativ Schmerzfrei	p- Wert
Steinlokalisation	mittlerer Ureter, distaler Ureter, Inramural 74.2%	Proximaler Ureter, pyeloureteraler Übergang, Nierenbecken und -kelche 76.6%		0.644
Steinanzahl	1 75.3%	≥2 74.7%		0.923
Hydronephrose	Keine bis Grad I 73.9%	Grad II-IV 78%		0.450
Notfallvorstellung	Ja 76.3%	Nein 70.1%		0.299
Alter	≥49 84.3%	≤48 67.8%		<0.001
Geschlecht	Weiblich 69.0%	Männlich 77.1%		0.128
Mikro- /Makrohämaturie	Nein 77.1%	Ja 75.3%		0.207
BMI (kg/m ²)	≤26 71.1%	>26 78.8%		0.104
Diabetes mellitus	Nein 75.3%	Ja 71.9%		0.668
Steinvorgeschichte	Nein 76%	Ja 72.4%		0.470
Frustrane ESWL präoperativ	Nein 74.8%	Ja 75%		0.992

Variable	Score 1 Post- operativ Schmerzfrei	Score 2 Post- operativ Schmerzfrei	Score 3 Post- operativ Schmerzfrei	p-Wert
Präoperative DJ- Einlage	Ja 76.4%	Nein 73%		0.486
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	≤1.0 73.7%	>1.0 77.7%		0.406
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	Ja 79.7%	Nein 73.8%		0.330
Präoperative Einnahme von Calcium- Antagonisten	Ja 70.6%	Nein 75.2%		0.672
Präoperative Antikoagulation	Nein 74.4%	Ja 82.8%		0.321
Erfahrung des Urologen	Profis 76.7%	Fortgeschrittene 74.8%	Anfänger 73.7%	0.868
OP-Dauer (Minuten)	≤45 77.1%	>45 72.8%		0.374
Intraoperative Steinbehandlung	Nitinol- Basket 75.2%	Nitinol-Basket & Laser- lithotrypsie 74.7%		0.929
S.T.O.N.E.- Score	5-6 76.7%	7-8 72.1%	9-13 80.9%	0.411

3.1.7 Multivariate logistische Regressionsanalyse zur Vorhersage der Steinfreiheit nach rigider URS

Um zu prüfen, ob die in der univariaten Analyse beobachteten signifikanten Zusammenhänge zwischen Variablen und Outcome-Parametern reproduzierbar auftreten ohne sich gegenseitig zu beeinflussen, wurde eine multivariate logistische Regressionsanalyse ergänzt. (vgl. Kap. 2.4.3) Als jeweils signifikante unabhängige Vorhersagevariablen der Steinfreiheit nach rigider URS gingen die Steinanzahl, die Steinlänge, Steinlokalisierung und die Notfallvorstellung aus der Analyse hervor. (vgl. Tab. 14) Bei zunehmender Steinlänge, -anzahl, bei proximal gelegenen Steinen und bei elektiven Vorstellungen nahm die Steinfreiheit also ab. In der multivariaten Analyse zeigte sich aber, dass die Steinbreite, die Hounsfield Einheiten und die Steinvorgeschichte keine unabhängigen Prädiktoren der SFR waren.

Tabelle 14: Multivariate Analyse der signifikanten Parameter zur Vorhersage der Steinfreiheit nach rigider URS

Variable	OR	95% KI	p-Wert
Steinlänge	0.316	0.152-0.657	0.002
Steinbreite	1.909	0.947-3.849	0.071
Hounsfield Einheiten	0.670	0.361-1.244	0.205
Steinlokalisierung	0.491	0.281-0.859	0.013
Steinanzahl	0.397	0.232-0.680	0.001
Notfallvorstellung	0.339	0.174-0.659	0.001
Steinvorgeschichte	0.958	0.549-1.672	0.879

3.1.8 Multivariate logistische Regressionsanalyse zur Vorhersage der OP-Dauer ≤ 45 Minuten bei rigider URS

Bei den Parametern zur Vorhersage der OP-Zeit, wurden der Übersichtlichkeit halber zunächst die radiologischen Variablen und alle übrigen Parameter getrennt analysiert, dann die jeweils signifikanten noch einmal gemeinsam. (vgl. Tab. 15-17) Letztlich zeigten sich die Faktoren Steinbreite, Erfahrung des Urologen, initiale Notfallvorstellung der Patienten, die Steinlänge sowie die Steinlokalisierung als voneinander unabhängige Prädiktoren zur Vorhersage einer OP Dauer ≤ 45 Minuten. Je größer der Wert für Steinlänge und Steinbreite, desto größer das Risiko für eine OP-Zeit > 45 Minuten (OR > 1). Gleiches galt für elektive Vorstellungen, proximal gelegene Steine und eine geringere Erfahrung des Urologen.

Tabelle 15: Multivariate Analyse der signifikanten radiologischen Parameter zur Vorhersage der OP-Dauer ≤ 45 Minuten

Variable	OR	95% KI	p-Wert
Steinlänge	2.764	1.545-4.944	0.001
Steinbreite	2.688	1.506-4.797	0.001
Hounsfield Einheiten	0.710	0.414-1.220	0.215
Steinlokalisierung	1.741	1.079-2.810	0.023
Steinanzahl	1.472	0.925-2.341	0.103

Tabelle 16: Multivariate Analyse der signifikanten übrigen Parameter zur Vorhersage der OP-Dauer ≤ 45 Minuten

Variable	OR	95% KI	p-Wert
Hydronephrose	1.017	0.912-1.134	0.759
Notfallvorstellung	3.282	2.106-5.115	<0.001
Alter	1.110	0.784-1.573	0.556
Steinvorgeschichte	1.475	1.036-2.100	0.031
präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	1.664	1.010-2.742	0.046
Präoperative Antikoagulation	1.457	0.796-2.665	0.222
Erfahrung des Urologen	1.540	1.267-1.870	<0.001

Tabelle 17: Multivariate Analyse der signifikanten Parameter zur Vorhersage der OP-Dauer ≤ 45 Minuten

Variable	OR	95% KI	p-Wert
Steinlänge	2.402	1.332-4.332	0.004
Steinbreite	2.614	1.479-4.619	0.001
Steinlokalisierung	1.819	1.110-2.982	0.018
Notfallvorstellung	2.768	1.409-5.438	0.003
Steinvorgeschichte	1.194	0.732-1.949	0.478
präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	1.059	0.560-2.001	0.860
Erfahrung des Urologen	1.538	1.166-2.029	0.002

3.1.9 Multivariate logistische Regressionsanalyse zur Vorhersage der Verweildauer ≤ 2 Tage nach rigider URS

Eine signifikante OR >1 zeigten drei der vier getesteten Parameter zur Vorhersage der Verweildauer. (vgl. Tab. 18) Die präinterventionelle DJ-Einlage, die OP-Dauer und der Kreatininwert vor OP waren signifikante unabhängige Prognoseparameter für die Verweildauer der Patienten. Wenn keine präoperative DJ-Einlage erfolgte, der Kreatininwert über 1 mg/dl lag und der Eingriff länger als 45 Minuten dauerte, stieg das Risiko für die Patienten, erst nach mehr als zwei Tagen entlassen zu werden an.

Tabelle 18: Multivariate Analyse der signifikanten Parameter zur Vorhersage der Verweildauer ≤ 2 Tage

Variable	OR	95% KI	p-Wert
präoperative DJ-Einlage	2.319	1.637-3.283	<0.001
präoperativer Kreatininwert	1.443	1.022-2.037	0.037
Erfahrung des Urologen	1.307	1.048-1.632	0.018
OP-Dauer	2.114	1.495-2.988	<0.001

3.1.10 Erstellung des Renewal-Scores zur Vorhersage der Steinfreiheit nach rigider URS

Aus den nach der multivariaten logistischen Regressionsanalyse verbliebenen unabhängigen signifikanten Prädiktoren der SFR berechnet sich der Renewal-Score. (vgl. Kap. 2.4.4) Hierbei stehen die Buchstaben für die englischen Begriffe der enthaltenen Variablen: **R**igid URS, **E**mergency, **N**umber, **L**ocation & **L**ength. (vgl. Tab. 19) Gemäß den zuvor zugeordneten Punktzahlen, konnten Patienten Werte zwischen vier und acht erreichen. Knapp $\frac{1}{4}$ der Patienten erreichten Punktwerte von vier oder sechs, am häufigsten wurde der Score fünf erreicht, nur wenige Patienten wiesen hohe Werte von sieben oder acht auf. (vgl. Abb. 1) Die einzelnen Punktwerte des Renewal-Scores zeigten im Chi-Quadrat Test einen hoch signifikanten Zusammenhang mit der Steinfreiheitsrate – je höher der Score, desto niedriger die SFR. (vgl. Tab. 20)

Tabelle 19: Renewal-Score zur Vorhersage der Steinfreiheit nach rigider URS

Variable	Score 1	Score 2
Steinlänge	≤5mm	>5mm
Steinlokalisierung	mittlerer Ureter, distaler Ureter, Inramural	Proximaler Ureter, Pyeloureteraler Übergang, Nierenbecken und -kelche
Steinanzahl	1	≥2
Notfallvorstellung	Ja	Nein

Abbildung 1: Häufigkeiten des Renewal-Scores

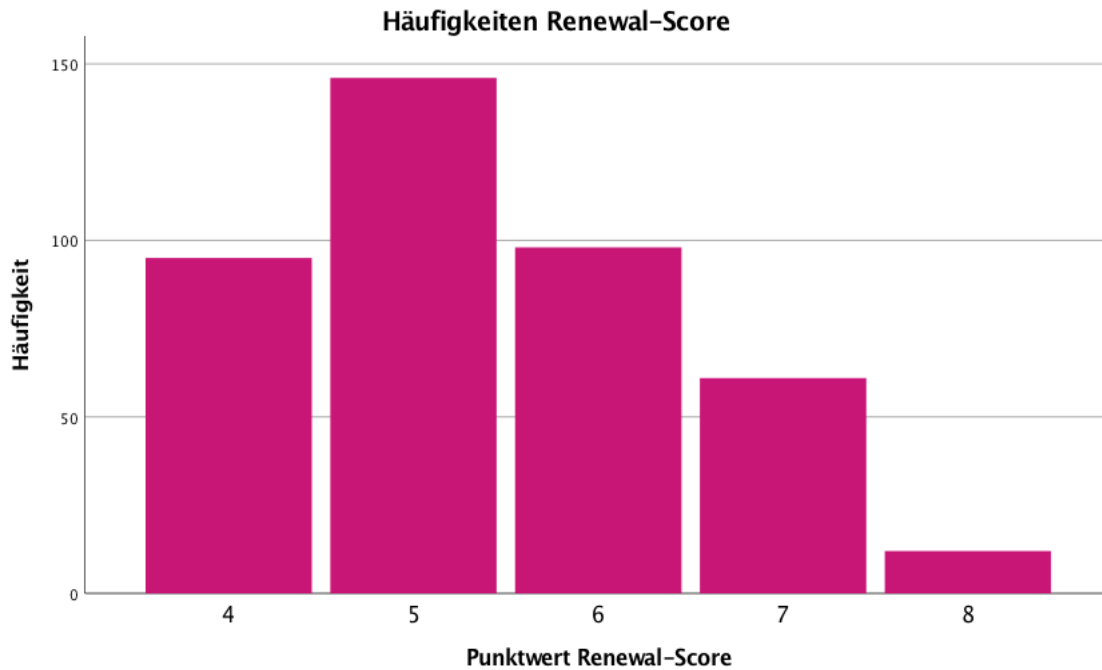


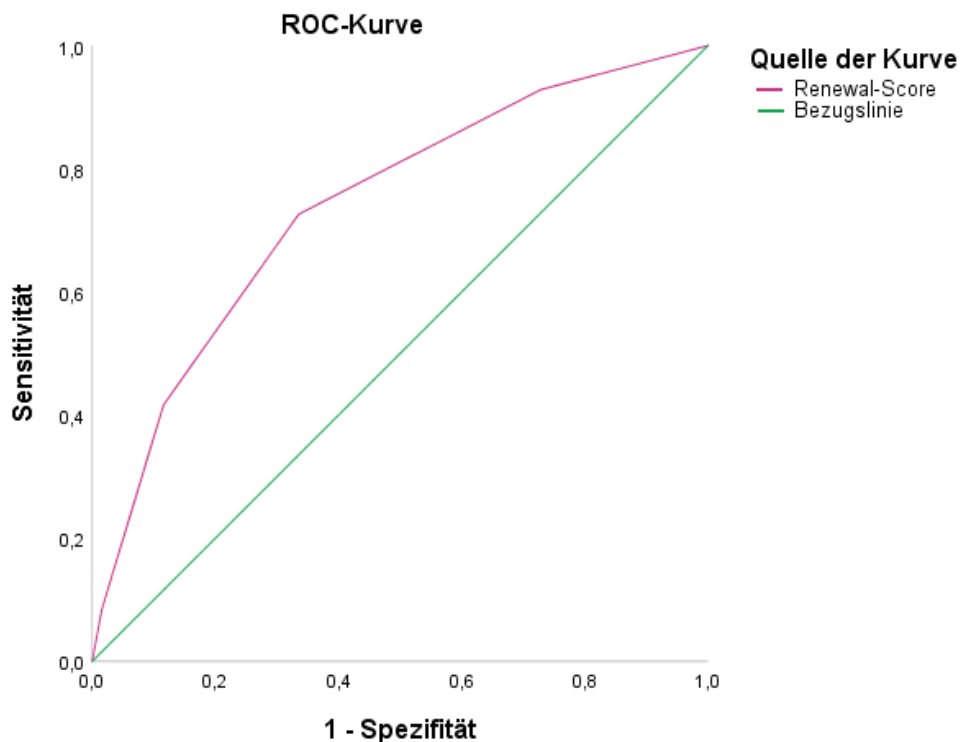
Tabelle 20: Steinfreiheitsraten und Häufigkeiten des Renewal-Scores

Score (Häufigkeit in % von n=412)	Score 4 (23.1%)	Score 5 (35.4%)	Score 6 (23.8%)	Score 7 (14.8%)	Score 8 (2.9%)	p-Wert
Stein- freiheitsrate	93.7%	88.4%	73.5%	54.1%	41.7%	<0.001

3.1.10.1 ROC-Analyse des Renewal-Scores und Vergleich mit dem S.T.O.N.E. Score und dem Flexfree-Score

Um die Güte des Renewal-Scores als Test zur Vorhersage der Steinfreiheit nach rigider URS zu bewerten und mit der des publizierten S.T.O.N.E Scores zu vergleichen, wurden ROC-Analysen durchgeführt. (vgl. Kap. 2.4.4) Hierbei wiesen beide Scores eine höchste Signifikanz bei der Prädiktion der Steinfreiheitsrate auf. (vgl. Abb. 2&3, Tab. 7,21&22)

Abbildung 2: ROC-Kurve des Renewal-Scores zur Vorhersage der Steinfreiheit nach rigider URS

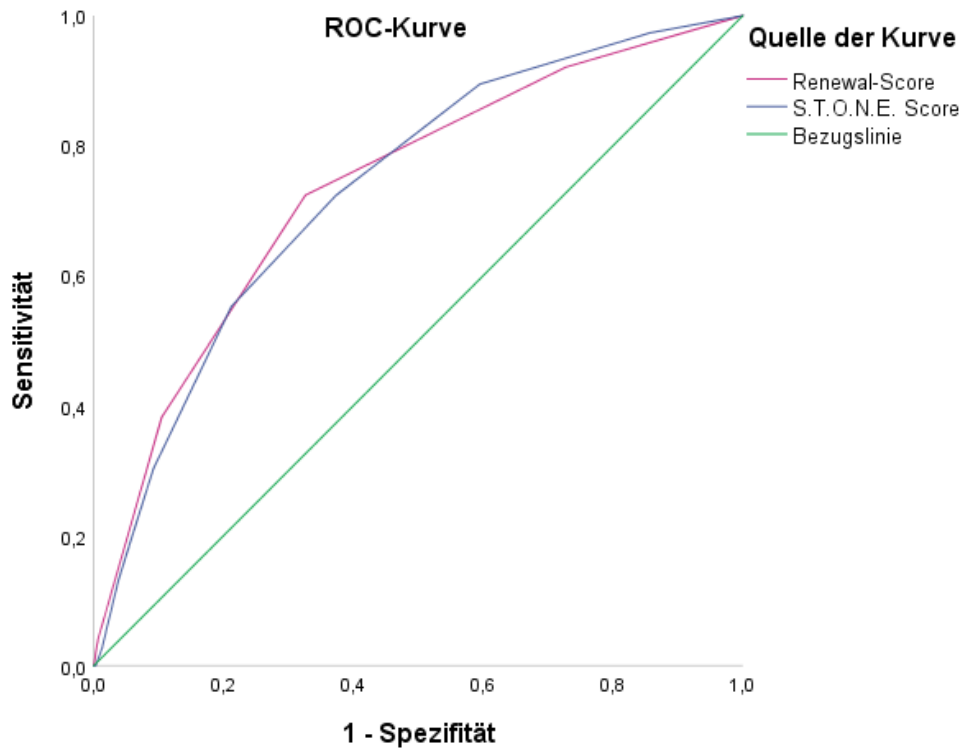


Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

Tabelle 21: Werte zu Abbildung 2

Score	AUC	95% KI (Breite)	Standardfehler	p-Wert
Renewal-Score	0.738	0.678-0.798 (0.127)	0.031	<0.001

Abbildung 3: ROC-Kurve zum Vergleich des Renewal- mit dem S.T.O.N.E Score hinsichtlich der Vorhersage der Steinfreiheit nach rigider URS



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

Tabelle 22: Werte zu Abbildung 3

Score	AUC	95% KI (Breite)	Standardfehler	p-Wert
Renewal-Score	0.735	0.671-0.798 (0.127)	0.032	<0.001
S.T.O.N.E. Score	0.733	0.672-0.794 (0.122)	0.031	<0.001

3.1.11 Erstellung des Ritime-Scores zur Vorhersage der OP-Dauer ≤ 45 Minuten bei rigider URS

Die signifikanten Parameter der Regressionsanalyse zur OP-Zeit Steinlänge, Steinbreite, Steinlokalisierung und Notfallvorstellung wurden zum Ritime-Score (Ri für rigide URS und time für OP-Zeit) zusammengefasst. (vgl. Tab. 23) Es konnte ein Punktwert zwischen vier und acht erreicht werden, die einzelnen Werte wurden auf ihren Anteil an kurzen Eingriffszeiten getestet. Einen Score von vier erhielten knapp ein Drittel der Patienten, jeweils etwa 20% hatten Punktwerte zwischen fünf und sieben, weniger als 5% erreichten den Höchstwert von acht. Der Anteil an OP-Zeiten ≤ 45 Minuten nahm mit zunehmender Punktzahl von über 80% bei einem Score von vier auf nur 11% bei einem Score von acht deutlich ab. Der Ritime-Score erreichte somit höchste Signifikanz zur Prädiktion einer OP-Dauer ≤ 45 Minuten bei der rigiden URS. (vgl. Abb. 4, Tab. 24)

Tabelle 23: Ritime-Score zur Vorhersage der OP-Zeit ≤ 45 Minuten bei rigider URS

Variable	Score 1	Score 2
Steinlänge in mm	≤ 5.0	> 5.0
Steinbreite in mm	≤ 4.0	≥ 4.0
Steinlokalisierung	mittlerer Ureter, distaler Ureter, Inramural	Proximaler Ureter, Pyeloureteraler Übergang, Nierenbecken und -kelche
Notfallvorstellung	Ja	Nein

Abbildung 4: Häufigkeiten des Ritime-Scores

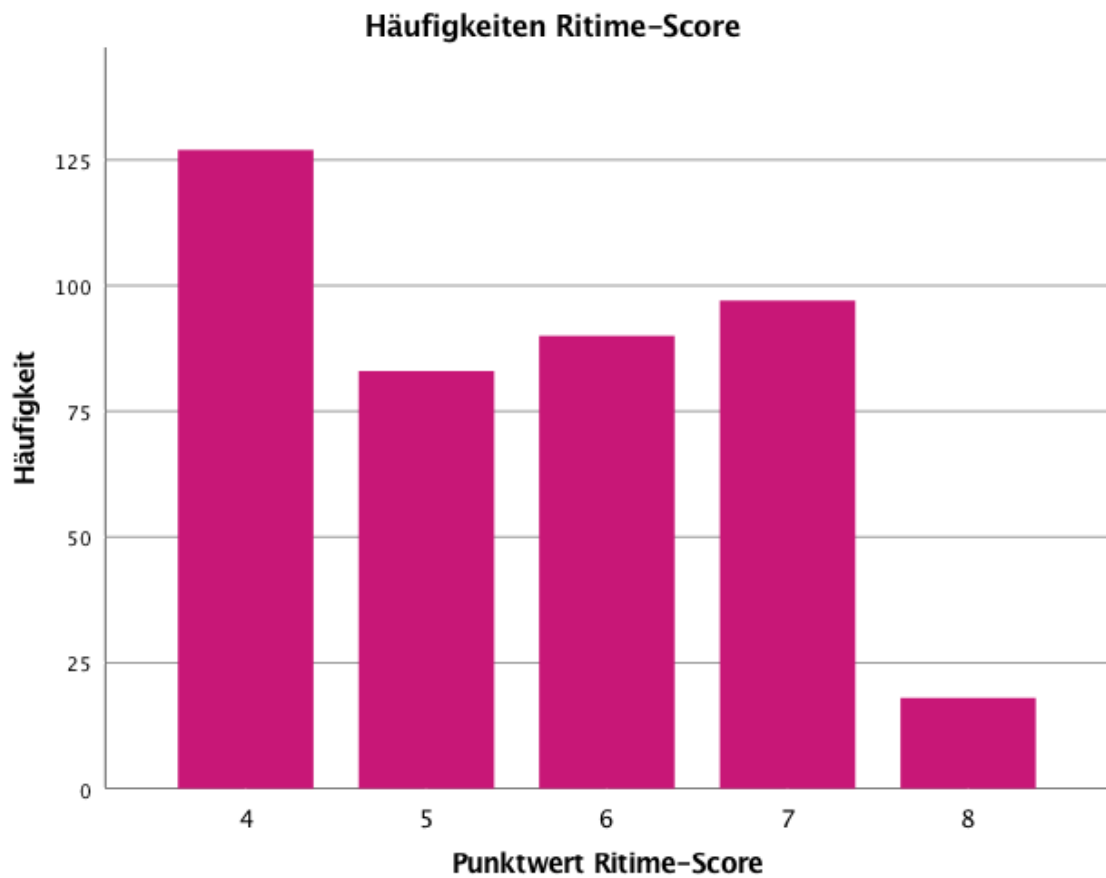


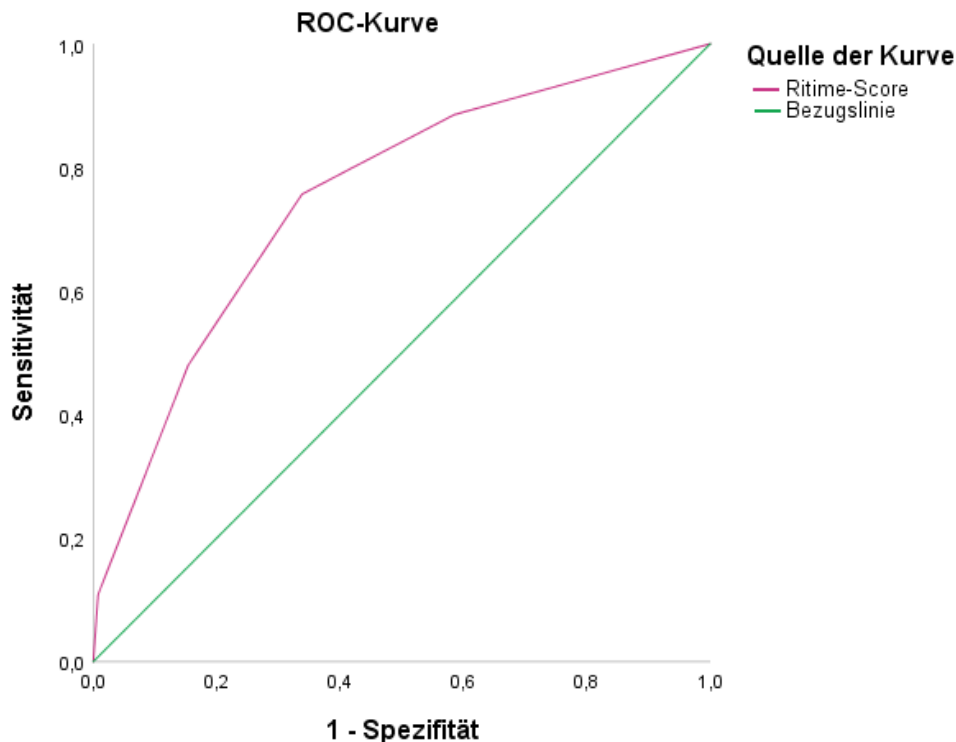
Tabelle 24: Rate an OP-Dauer ≤45 Minuten und Häufigkeiten des Ritime-Scores

Score (Häufigkeit in % von n=415)	Score 4 (30.6%)	Score 5 (20.0%)	Score 6 (21.7%)	Score 7 (23.4%)	Score 8 (4.3%)	p- Wert
OP-Dauer ≤45 Min.	86.4%	77.1%	53.9%	40.9%	11.1%	<0.001

3.1.11.1 ROC-Analyse des Ritime-Scores und Vergleich mit dem Renewal- und dem S.T.O.N.E. Score

In der ROC-Analyse zeigte der Ritime-Score eine gute Prädiktion der OP-Zeit ≤ 45 Minuten. (vgl. Abb. 5, Tab. 25) Da die Parameter Steinlänge, Steinlokalisierung und Notfallvorstellung sowohl im Ritime, als auch im Renewal-Score inbegriffen sind, wurden die beiden miteinander verglichen. Hierbei erwies sich auch der Renewal-Score als geeigneter Test zur Vorhersage der Eingriffsdauer. (vgl. Abb. 6, Tab. 26&27) Der S.T.O.N.E. Score zeigte ebenfalls eine hoch signifikante Prädiktion der OP-Zeit ≤ 45 Minuten. (vgl. Abb. 7, Tab. 28&29)

Abbildung 5: ROC-Kurve des Ritime-Scores zur Vorhersage der OP-Dauer ≤ 45 Minuten bei rigider URS



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

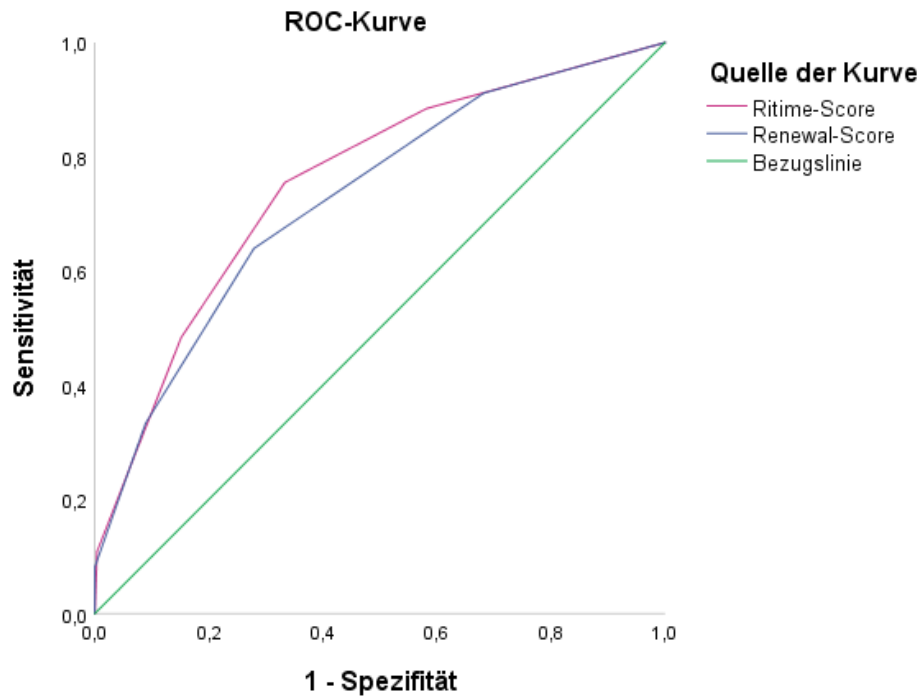
Tabelle 25: Werte zu Abbildung 5

Score	AUC	95% KI (Breite)	Standardfehler	p-Wert
Ritime-Score	0.751	0.702-0.800 (0.098)	0.025	<0.001

Tabelle 26: Rate an OP-Dauer ≤ 45 Minuten und Häufigkeiten des Renewal-Scores

Renewal-Score (Häufigkeit in % von n=405)	Score 4 (23.5%)	Score 5 (35.6%)	Score 6 (23.2%)	Score 7 (14.8%)	Score 8 (3.0%)	p-Wert
OP-Dauer ≤ 45 Min.	86.3%	72.2%	52.1%	38.3%	0%	<0.001

Abbildung 6: ROC-Kurve zum Vergleich des Ritime- mit dem Renewal-Score hinsichtlich der Vorhersage der OP-Dauer ≤ 45 Minuten bei rigider URS



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

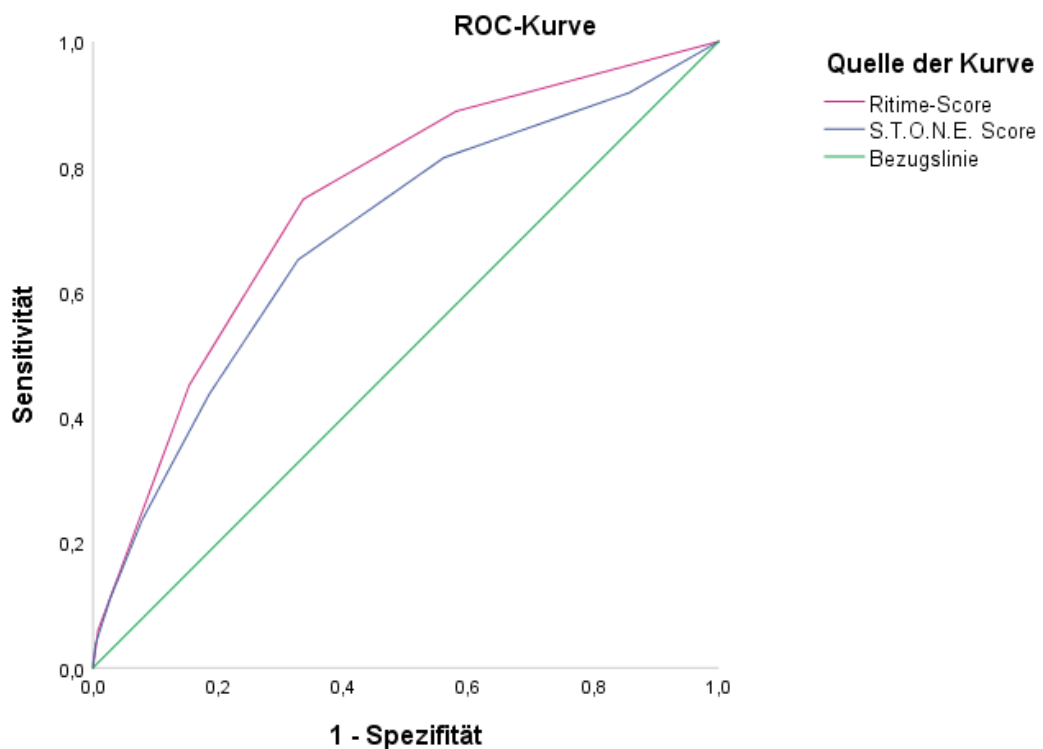
Tabelle 27: Werte zu Abbildung 6

Score	AUC	95% KI (Breite)	Standardfehler	p-Wert
Ritime-Score	0.754	0.705-0.804 (0.099)	0.025	<0.001
Renewal-Score	0.727	0.676-0.778 (0.102)	0.026	<0.001

Tabelle 28: Rate an OP-Dauer ≤ 45 Minuten und Häufigkeiten des S.T.O.N.E. Scores

S.T.O.N.E. Score (Häufigkeit in % von n=388)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	p-Wert
OP-Dauer ≤ 45 Min. in %	76.6	84.3	72.8	55.4	50.0	43.3	37.5	20.0	0.0	<0.001

Abbildung 7: ROC-Kurve zum Vergleich des Ritime- mit dem S.T.O.N.E. Score hinsichtlich der Vorhersage der OP-Dauer ≤ 45 Minuten bei rigider URS



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

Tabelle 29: Werte zu Abbildung 7

Score	AUC	95% KI (Breite)	Standardfehler	p-Wert
Ritime-Score	0.745	0.693-0.797 (0.104)	0.026	<0.001
S.T.O.N.E. Score	0.695	0.639-0.751 (0.112)	0.029	<0.001

3.1.12 Erstellung des Ristay-Scores zur Vorhersage der Verweildauer ≤ 2 Tage nach rigider URS

Nach der multivariaten Analyse waren die Parameter präinterventionelle DJ-Einlage, präoperativer Kreatininwert, die OP-Dauer und die Erfahrung des Urologen als signifikante unabhängige Parameter zur Vorhersage der Verweildauer nach rigider URS. Aus den ersten drei genannten Parametern wurde der Ristay-Score (Ri für rigide URS, stay für Aufenthalt) errechnet. (vgl. Tab. 30) Gemäß der zuvor zugeordneten Punktwerte konnten Patienten einen Score zwischen drei und sechs erreichen. Knapp 20% der Patienten erreichten einen Wert von drei, jeweils gut ein Drittel der Personen hatten eine Punktzahl von vier oder fünf und fast 10% der Patienten wiesen den höchsten Score von sechs auf. Mit steigendem Wert des Scores nahm der Anteil an Patienten mit einer Verweildauer ≤ 2 Tage von gut 80% bei niedrigster Punktzahl auf knapp 40% bei der höchsten Wertung ab. Der Ristay-Score zeigte somit höchste Signifikanz bei der Prädiktion der Verweildauer. (vgl. Abb. 8, Tab. 31)

Tabelle 30: Ristay-Score zur Vorhersage der Verweildauer ≤2 Tage

Variable	Score 1	Score 2
Präoperative DJ-Einlage	Ja	Nein
Präoperativer Kreatinin-Wert (mg/dl)	≤1.0	>1
OP-Dauer (Min.)	≤45	>45

Abbildung 8: Häufigkeiten des Ristay-Scores

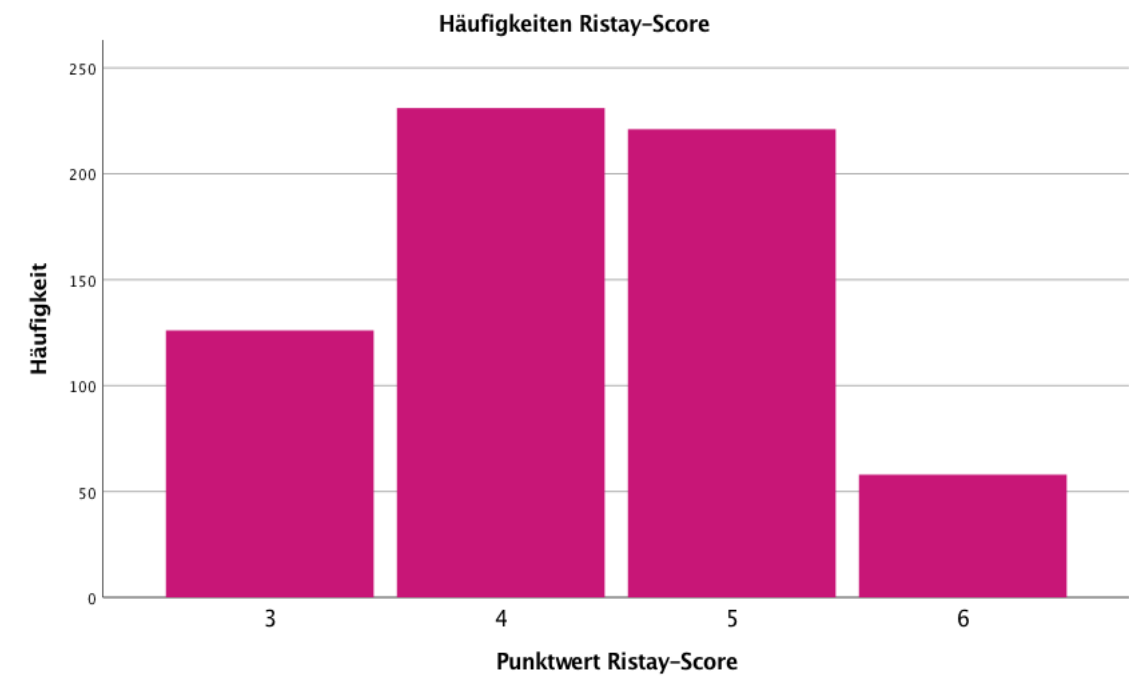


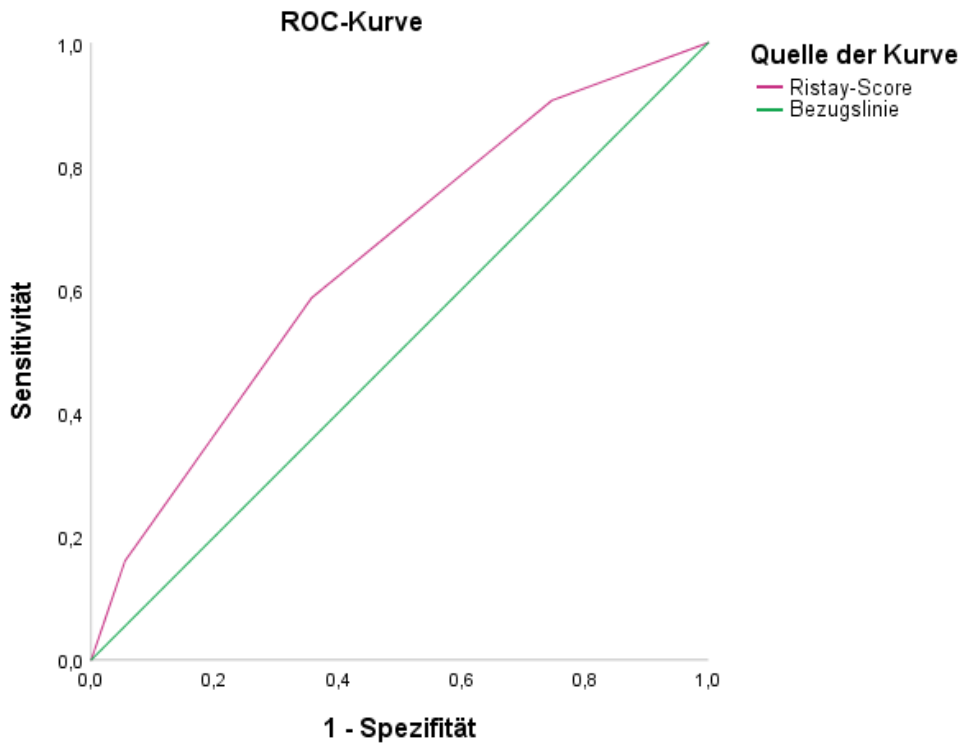
Tabelle 31: Rate an Verweildauern ≤ 2 Tage und Häufigkeiten des Ristay-Scores

Score (Häufigkeit in % von n=636)	Score 3 (19.8%)	Score 4 (36.3%)	Score 5 (34.7%)	Score 6 (9.1%)	p-Wert
Verweildauer ≤ 2 Tage	82.9%	68.6%	56.0%	37.9%	<0.001

3.1.12.1 ROC-Analyse des Ristay-Scores

In der Analyse der Vorhersagekraft für die Verweildauer ≤ 2 Tage erreichte der Ristay-Score bei einer AUC von 0.650 höchste Signifikanz. (vgl. Abb. 9, Tab. 32) Der S.T.O.N.E. Score zeigte univariat keinen signifikanten Einfluss auf die Aufenthaltsdauer nach rigider URS, sodass kein Vergleich mit dem Ristay-Score angestellt wurde. (vgl. Tab. 14)

Abbildung 9: ROC-Kurve des Ristay-Scores zur Vorhersage der Verweildauer ≤ 2 Tage nach rigider URS



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

Tabelle 32: Werte zu Abbildung 9

Score	AUC	95% KI (Breite)	Standardfehler	p-Wert
Ristay-Score	0.650	0.605-0.694 (0.089)	0.023	<0.001

3.2 Flexible Ureterorenoskopie

3.2.1 Patientendaten zu flexiblen URS

Von den Ureterorenoskopien wurden 213 Eingriffe mit einem flexiblen Gerät durchgeführt, 97% waren kombinierte Eingriffe aus rigider und flexibler URS. Die erfassten Patientendaten zeigt Tabelle 33. (vgl. Kap. 2.1)

Tabelle 33: Demografische und klinische Daten von 213 Patienten, die sich einer flexiblen URS unterzogen haben

Variable (Einheit)	% (n) ± SD
Alter (Jahre)	50.5 ± 16.3
Geschlecht	
Männlich	70.4%
Weiblich	29.6%
BMI (kg/m²)	26.3 ± 6.32
Eingriffsseite	
Rechts	44.1%
Links	55.9%
Diabetes mellitus	
Nein	87.3%
Ja	12.7%
Spinale Verletzung	
Nein	98.1%
Ja	1.9%
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern (Tamsulosin)	
Ja	5.2%
Nein	94.8%
Präoperative Einnahme von Calcium-Antagonisten (Amlodipin)	
Ja	9.9%

Nein	90.1%
Variable (Einheit)	% (n) ± SD
Antikoagulation (Aspirin/Marcumar)	
Nein	85.4%
Ja	4.6%
Steinvorgeschichte	
Nein	54.7%
Ja	45.3%
Ja und keine Notfallvorstellung	47.5%
Frustrane ESWL präoperativ	
Nein	86%
Ja	14%
Notfallvorstellung	
Ja	62.4%
Nein	37.6%
Hämaturie bei Vorstellung	
Nein	17.4%
Ja (Mikro-/Makrohämaturie)	82.6%
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	0.94 ± 0.35
Hydronephrose der betroffenen Niere	
Keine bis Grad I	70.9%
Grad II bis IV	29.1%
Renale Fehlbildung	
Nein	96.3%
Ja	3.7%
Ureterale Fehlbildung	
Nein	99.4%
Ja	0.6%
Steinlokalisierung (größter Stein)	
Obere Kelchgruppe	3.1%
Mittlere Kelchgruppe	3.8%
Untere Kelchgruppe	18.2%

Nierenbecken	1.9%
Variable (Einheit)	% (n) ± SD
Steinlokalisierung (größter Stein)	
Pyeloureteraler Übergang	6.3%
Proximaler Ureter	37.1%
Mittlerer Ureter	8.8%
Distaler Ureter	17%
Intramural	3.8%
Steingröße (größter Stein in mm)	
Steinlänge	6.4 ± 3.02
Steinbreite	4.8 ± 2.83
Hounsfield Einheiten des größten Steins	812 ± 361.26
Steinanzahl	2.0 ± 2.59
Präoperative DJ-Einlage	
Ja	85.2%
Nein	14.8%
Intraoperative Steinbehandlung	
Nitinol-Basket	60.6%
Nitinol-Basket + Laserlithotripsy	39.4%
Urologen	
Profis (>100 Eingriffe)	39.9%
Fortgeschrittene (25-100 Eingriffe)	25.4%
Anfänger (<25 Eingriffe)	34.7%
OP-Dauer (Minuten)	73 ± 35.95
Steinfreiheitsrate	67.6%
Steinreste	32.4%
Reinterventionsrate bei Steinrest	85.9%
Art der Reintervention	
Re-URS	60.8%
ESWL	19.6%
Mini-PNL	17.6%
Offene Steinsanierung	2.0%

Variable (Einheit)	% (n) ± SD
Postoperativer Schmerz (Skala von 1-10)	
Tag 1	0 ± 2.40
Tag 2	0 ± 1.03
Verweildauer (Tage)	2 ± 1.63
Anteil kombinierter Eingriffe (starre und flexible URS)	97.7%
S.T.O.N.E. Score (Punktwert)	9.0 ± 1.72
RUS-Score (Punktwert)	0.0 ± 0.56

3.2.2 Erstellung der Analysegruppen bei der flexiblen URS

Auch für die Analyse des Outcomes nach flexibler URS wurden die numerischen Variablen in Zweiergruppen aufgeteilt werden. (vgl. Kap. 2.4.1, Tab. 34) Nach Rundung teilte sich die Steinlänge in die Gruppen $\leq 6.0\text{mm}$ und $>6.0\text{mm}$. Bei der Steinbreite wurde zwischen $\leq 5.0\text{mm}$ und $>5.0\text{mm}$ unterschieden. Für die Hounsfield Einheiten ergab sich eine Trennung in ≤ 812 HE und >812 HE. Auch hier wurden schwerer zu erreichende Steine in Nierenbeckenkelchsystem, am pyeloureteralen Übergang und im proximalen Ureter von den distaleren Konkrementen in mittlerem, distalen Ureter und mit intramural Lage unterschieden. Der S.T.O.N.E Score, wie auch der RUS-Score wurden in Gruppen ähnlicher Komplexität aufgeteilt. (vgl. Tab. 35&36) Die mittlere OP-Dauer wurde aufgerundet, um sie in die Gruppen ≤ 75 Minuten und >75 Minuten zu trennen. Bei der Verweildauer ergab sich eine Aufteilung in einen Aufenthalt von bis zu zwei Tagen und mehr als zwei Tagen. Die Beeinflussung von Verweildauer und postoperativem Schmerz wurde auch mit den Variablen OP-Zeit und intraoperativer Steinbehandlung untersucht. (vgl. Tab. 37&38)

Tabelle 34: Testvariablen zur Vorhersage der Steinfreiheit, der OP-Dauer, der Verweildauer und des postoperativen Schmerzes mit prozentualer Verteilung im Patientenkollektiv für die flexible URS

Variable	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Steinlänge (in mm)	≤6.0 43.4%	>6.0 56.6%	
Steinbreite (in mm)	≤5.0 58.5%	>5.0 41.5%	
Hounsfield Einheiten	≤812 50.3%	>812 49.7%	
Steinlokalisierung	mittlerer Ureter, distaler Ureter, intramural 29.6%	Proximaler Ureter, pyeloureteraler Übergang, Nierenbecken und - kelche 70.4%	
Steinanzahl	≤2 58.5%	>2 41.5%	
Hydronephrose	Keine bis Grad I 70.9%	Grad II-IV 29.1%	
Notfallvorstellung	Ja 62.4%	Nein 37.6%	
Alter	≤51 53.8%	≥52 46.2%	
Geschlecht	Weiblich 29.6%	Männlich 70.4%	
Mikro-/Makrohämaturie	Nein 17.4%	Ja 82.6%	
BMI (kg/m ²)	≤26.0 47.1%	>26.0 52.9%	

Variable	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Diabetes mellitus	Nein 87.3%	Ja 12.7%	
Steinvorgeschichte	Nein 54.7%	Ja 45.3%	
Frustrane ESWL präoperativ	Nein 86%	Ja 14%	
Präoperative DJ-Einlage	Ja 85.2%	Nein 14.8%	
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	≤0.9 41.5%	>0.9 58.5%	
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	Ja 5.2%	Nein 94.8%	
Präoperative Einnahme von Calcium-Antagonisten	Ja 9.9%	Nein 90.1%	
Präoperative Antikoagulation	Nein 85.4%	Ja 14.6%	
Erfahrung des Urologen	Profis 39.9%	Fortgeschrittene 25.4%	Anfänger 34.7%
S.T.O.N.E.-Score	5-8 43.0%	9-10 39.2%	11-13 17.7%
RUS-Score	0 73.2%	1 23.0%	2-3 3.8%

Tabelle 35: Steinfreiheitsraten der einzelnen Punktwerte des S.T.O.N.E. Scores für die flexible URS und Häufigkeiten

Gesamtpunktzahl im S.T.O.N.E Score (Häufigkeit in % von n=158)	Steinfreiheitsrate
5 (1.3%)	50.0%
6 (6.3%)	100%
7 (19.0%)	83.3%
8 (16.5%)	84.6%
9 (21.5%)	79.4%
10 (17.7%)	78.6%
11 (10.8%)	52.9%
12 (6.3%)	40.0%
13 (0.6%)	0.0%

Tabelle 36: Steinfreiheitsraten der einzelnen Punktwerte des RUS-Scores für die flexible URS

Gesamtpunktzahl im RUS-Score	Steinfreiheitsrate
0	66.0%
1	71.4%
2	71.4%
3	100%

Tabelle 37: Outcome-Gruppen für Steinfreiheit, OP-Dauer, Verweildauer und postoperativen Schmerz mit prozentualer Verteilung im Patientenkollektiv für die flexible URS

Variable	Gruppe I	Gruppe II
Steinfreiheit	Ja 67.6%	Nein 32.4%
OP-Dauer (Minuten)	≤75 53.3%	≥ 6 46.7%
Verweildauer (Tage)	≤2 76.9%	≥3 23.1%
Postoperativer Schmerz (Skala von 1-10)	≤1 75.8%	≥2 24.2%

Tabelle 38: Zusatzvariablen zur Vorhersage der Verweildauer und des postoperativen Schmerzes mit prozentualer Verteilung im Patientenkollektiv für die flexible URS

Variable	Gruppe I	Gruppe II
OP-Dauer (Minuten)	≤75 53.3%	≥76 46.7%
Intraoperative Steinbehandlung	Nitinol-Basket 60.6%	Nitinol-Basket & Laserlithotripsy 39.4%

3.2.3 Univariate Analyse der Steinfreiheit nach flexibler URS

Um herauszufinden welche Testvariablen einen Einfluss auf die Steinfreiheit haben, wurde eine univariate Analyse durchgeführt. Den Gruppen mit der höheren Steinfreiheitsrate wurde dann jeweils der Score Wert eins zugeordnet,

den Gruppen mit niedrigerer SFR dementsprechend Score zwei bis drei. (vgl. Kap. 2.4.2)

Es bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen sechs Prüfparametern, sowie dem S.T.O.N.E-Score und der Steinfreiheit. (vgl. Tab. 39) Höchste Signifikanz erreichten dabei der Parameter frustrane ESWL präoperativ und der S.T.O.N.E. Score, $p < 0.001$. Ohne Vorbehandlung durch ESWL und bei geringer Eingriffskomplexität im S.T.O.N.E. Score konnten höhere SFR erreicht werden. Auch eine geringe Steingröße, eine initiale Notfallvorstellung, eine größere Erfahrung des Urologen und eine präoperative DJ-Kathetereinlage korrelierten signifikant positiv mit der Steinfreiheitsrate. Die weiteren Prüfparameter, darunter auch der RUS-Score, standen nicht in Beziehung zu der SFR nach flexibler URS.

Tabelle 39: Ergebnisse der univariaten Analyse zur Steinfreiheit nach flexibler URS

Variable	Score 1 Stein- freiheitsrate	Score 2 Stein- freiheitsrate	Score 3 Stein- freiheitsrate	p-Wert
Steinlänge (in mm)	≤6.0 87.0%	>6.0 67.8%		0.005
Steinbreite (in mm)	≤5.0 83.9%	>5.0 65.2%		0.006
Hounsfield Einheiten	≤812 81.3%	>812 70.9%		0.125
Steinlokalisierung	mittlerer Ureter, distaler Ureter, intramural 83.0%	Proximaler Ureter, pyeloureteral er Übergang, Nieren- becken und - kelche 73.2%		0.188

Variable	Score 1 Stein- freiheitsrate	Score 2 Stein- freiheitsrate	Score 3 Stein- freiheitsrate	p-Wert
Steinanzahl	≤2 79.6%	>2 71.2%		0.223
Hydronephrose	Keine bis Grad I 70.9%	Grad II-IV 64.6%		0.422
Notfallvorstellung	Ja 75.9%	Nein 53.8%		0.001
Alter	≤51 71.9%	≥52 62.6%		0.133
Geschlecht	Weiblich 63.5%	Männlich 69.3%		0.406
Mikro- /Makrohämaturie	Nein 62.5%	Ja 73.3%		0.367
BMI (kg/m ²)	>26.0 77.0%	≤26.0 65.2%		0.072
Diabetes mellitus	Nein 68.1%	Ja 66.7%		0.881
Steinvorgeschichte	Nein 69.8%	Ja 65.6%		0.514
Frustrane ESWL präoperativ	Nein 73.6%	Ja 34.5%		<0.001
Präoperative DJ- Einlage	Ja 69.7%	Nein 51.6%		0.049
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	≤0.9 66.3%	>0.9 69.4%		0.633
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	Ja 72.7%	Nein 67.5%		0.781

Variable	Score 1 Stein- freiheitsrate	Score 2 Stein- freiheitsrate	Score 3 Stein- freiheitsrate	p-Wert
Präoperative Einnahme von Calcium- Antagonisten	Ja 76.2%	Nein 66.5%		0.368
Präoperative Antikoagulation	Nein 68.7%	Ja 61.3%		0.416
Erfahrung des Urologen	Profis 81.2%	Anfänger 59.5%	Fort- geschrittene 57.4%	0.003
S.T.O.N.E.- Score	5-8 85.3%	9-10 79.0%	11-13 46.4%	<0.001
RUS-Score	0 66%	1 71.4%	2-3 75.0%	0.703

3.2.4 Univariate Analyse zur OP-Dauer ≤ 75 Minuten bei flexibler URS

Zwischen sieben der getesteten Variablen und dem S.T.O.N.E. Score bestand eine Korrelation mit der Eingriffsdauer. (vgl. Tab. 40) Hierunter fanden sich die Steinlänge, –breite und –lokalisierung, die Notfallvorstellung, die Steinvorgeschichte, eine frustrane ESWL präoperativ und die Erfahrung des Urologen. Es bestand ein höchst signifikanter Zusammenhang zwischen der OP-Dauer ≤ 75 Minuten mit einer geringen Steingröße und einer niedrigen Komplexität im S.T.O.N.E. Score. Des Weiteren traten bei Patienten ohne Steinvorgeschichte oder Vorbehandlung durch ESWL, bei initialer Notfallvorstellung, bei distal gelegenen Konkrementen und bei erfahreneren Operateuren größere Anteile an Eingriffszeiten ≤ 75 Minuten auf. Alle anderen Variablen beeinflussten die Eingriffsdauer nicht signifikant.

Tabelle 40: Ergebnisse der univariaten Analyse zur OP-Dauer ≤ 75 Minuten bei flexibler URS

Variable	Score 1 OP-Dauer ≤ 75 Min.	Score 2 OP-Dauer ≤ 75 Min.	Score 3 OP- Dauer ≤ 75 Min.	p-Wert
Steinlänge (in mm)	≤ 6.0 71.6%	> 6.0 43.3%		< 0.001
Steinbreite (in mm)	≤ 5.0 69.6%	> 5.0 35.4%		< 0.001
Hounsfield Einheiten	≤ 812 61.5%	> 812 49.4%		0.125
Steinlokalisierung	mittlerer Ureter, distaler Ureter, intramural 69.6%	Proximaler Ureter, pyeloureteral er Übergang, Nierenbecken und -kelche 49.5%		0.022
Steinanzahl	≤ 2 61.5%	> 2 47%		0.070
Hydronephrose	Keine bis Grad I 51.7%	Grad II-IV 58.3%		0.440
Notfallvorstellung	Ja 59.5%	Nein 43.0%		0.020
Alter	≤ 51 59.3%	≥ 52 46.9%		0.073
Geschlecht	Weiblich 58.1%	Männlich 51.4%		0.374

Mikro-/Makrohämaturie	Nein 56.3%	Ja 50.0%		0.649
BMI (kg/m ²)	≤26.0 54.0%	>26.0 56.6%		0.728
Diabetes mellitus	Nein 55.2%	Ja 38.5%		0.110
Steinvorgeschichte	Nein 62.8%	Ja 42.7%		0.004
Frustrane ESWL präoperativ	Nein 58.9%	Ja 24.1%		0.001
Präoperative DJ-Einlage	Ja 52.8%	Nein 50.0%		0.773
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	≤0.9 52.4%	>0.9 53.3%		0.893
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	Ja 72.7%	Nein 52.3%		0.186
Präoperative Einnahme von Calcium-Antagonisten	Ja 52.4%	Nein 53.2%		0.944
Präoperative Antikoagulation	Nein 53.6%	Ja 51.6%		0.835
Erfahrung des Urologen	Profis 66.7%	Fortgeschrittene 46.3%	Anfänger 43.1%	0.006
S.T.O.N.E.-Score	5-8 74.2%	9-10 46.8%	11-13 32.1%	<0.001
RUS-Score	0 54.2%	1 53.2%	2-3 37.5%	0.653

3.2.5 Univariate Analyse zur Verweildauer ≤ 2 Tage nach flexibler URS

Fünf der getesteten Variablen zeigten einen signifikanten Einfluss auf die Verweildauer nach flexibler URS: die Steinbreite, das Alter, eine stattgehabte frustrane ESWL präoperativ, die Einnahme von Antikoagulantien und die OP-Dauer. (vgl. Tab. 41) Eine geringere Steingröße, niedrigeres Patientenalter, fehlende Vorbehandlung durch ESWL, fehlende Prämedikation mit Antikoagulantien und eine OP-Zeit ≤ 75 Minuten gingen mit einem höheren Anteil an Verweildauern ≤ 2 Tage einher. Die übrigen Variablen zeigten keinen Zusammenhang mit der Aufenthaltsdauer nach flexibler URS.

Tabelle 41: Ergebnisse der univariaten Analyse zur Verweildauer ≤ 2 Tage nach flexibler URS

Variable	Score 1 Verweildauer ≤ 2 Tage	Score 2 Verweildauer ≤ 2 Tage	Score 3 Verweildauer ≤ 2 Tage	p- Wert
Steinlänge (in mm)	≤ 6.0 82.4%	> 6.0 78.4%		0.540
Steinbreite (in mm)	≤ 5.0 87.1%	> 5.0 69.8%		0.008
Hounsfield Einheiten	≤ 812 84.6%	> 812 75.6%		0.160
Steinlokalisierung	mittlerer Ureter, distaler Ureter, intramural 84.8%	Proximaler Ureter, pyeloureteraler Übergang, Nierenbecken und -kelche 78.2%		0.346
Steinanzahl	≤ 2 81.5%	> 2 78.1%		0.601

Variable	Score 1 Verweildauer ≤2 Tage	Score 2 Verweildauer ≤2 Tage	Score 3 Verweildauer ≤2 Tage	p- Wert
Hydronephrose	Keine bis Grad I 79.9%	Grad II-IV 79.2%		0.924
Notfallvorstellung	Ja 78.5%	Nein 74.4%		0.497
Alter	≤51 83.9%	≥52 68.8%		0.010
Geschlecht	Weiblich 80.6%	Männlich 75.3%		0.406
Mikro- /Makrohämaturie	Nein 75.0%	Ja 82.7%		0.475
BMI (kg/m ²)	≤26.0 76.5%	>26.0 83.8%		0.209
Diabetes mellitus	Nein 77.5%	Ja 72%		0.543
Stein- vorgeschichte	Nein 81.6%	Ja 72.0%		0.103
Frustrane ESWL präoperativ	Nein 80.3%	Ja 58.6%		0.010
Präoperative DJ- Einlage	Ja 76.6%	Nein 82.8%		0.460
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	≤0.9 80.0%	>0.9 74.8%		0.384
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	Ja 81.8%	Nein 76.4%		0.680
Präoperative Einnahme von Ca- Antagonisten	Ja 71.4%	Nein 77.4%		0.537

Variable	Score 1 Verweildauer ≤2 Tage	Score 2 Verweildauer ≤2 Tage	Score 3 Verweildauer ≤2 Tage	p- Wert
Präoperative Antikoagulation	Nein 79.7%	Ja 61.3%		0.025
Erfahrung des Urologen	Profis 79.5%	Fortge- schrittene 74.1%	Anfänger 76.1%	0.744
OP-Dauer (Minuten)	≤75 87.4%	>75 65.6%		<0.001
Intraoperative Steinbehandlung	Nitinol-Basket 79.2%	Nitinol-Basket & Laser- lithotrypsie 73.5%		0.339
S.T.O.N.E.-Score	5-8 86.6%	9-10 75.8%	11-13 74.1%	0.213
RUS-Score	0 76.6%	1 78.7%	2-3 71.4%	0.899

3.2.6 Univariate Analyse zu postoperativen Schmerzfremheit nach flexibler URS

Von den Prüfvariablen zeigte keine eine signifikante Korrelation mit der postoperativen Schmerzfremheit nach flexibler URS. (vgl. Tab. 42)

Tabelle 42: Ergebnisse der univariaten Analyse zur postoperativen Schmerzfreiheit nach flexibler URS

Variable	Score 1 Postoperativ Schmerzfrei	Score 2 Postoperativ Schmerzfrei	Score 3 Postoperativ Schmerzfrei	p- Wert
Steinlänge (in mm)	≤6.0 81.1%	>6.0 69.7%		0.144
Steinbreite (in mm)	≤5.0 72.0%	>5.0 77.8%		0.458
Hounsfield Einheiten	≤812 73.8%	>812 75.0%		0.873
Steinlokalisierung	mittlerer Ureter, distaler Ureter, intramural 78.4%	Proximaler Ureter, pyeloureteraler Übergang, Nierenbecken und -kelche 72.8%		0.513
Steinanzahl	≤2 73.3%	>2 75.9%		0.739
Hydronephrose	Keine bis Grad I 75%	Grad II-IV 81.3%		0.472
Notfallvorstellung	Ja 77.6%	Nein 72.7%		0.504
Alter	≤51 75.6%	≥52 75.7%		0.988
Geschlecht	Weiblich 72.7%	Männlich 77.1%		0.571
Mikro- /Makrohämaturie	Nein 71.4%	Ja 72.1%		0.958

Variable	Score 1 Postoperativ Schmerzfrei	Score 2 Postoperativ Schmerzfrei	Score 3 Postoperativ Schmerzfrei	p- Wert
BMI (kg/m ²)	≤26.0 77.4%	>26.0 75.3%		0.765
Diabetes mellitus	Nein 81.8%	Ja 74.8%		0.477
Steinvorgeschichte	Nein 77.4%	Ja 73.9%		0.618
Frustrane ESWL präoperativ	Nein 75.5%	Ja 81.8%		0.639
Präoperative DJ-Einlage	Ja 76.9%	Nein 70.6%		0.567
Präoperativer Kreatininwert (mg/dl)	≤0.9 79.0%	>0.9 72.7%		0.378
Präoperative Einnahme von Alpha-Blockern	Ja 87.5%	Nein 75%		0.423
Präoperative Einnahme von Calcium-Antagonisten	Ja 77.8%	Nein 75.4%		0.823
Präoperative Antikoagulation	Nein 76.9%	Ja 69.6%		0.447
Erfahrung des Urologen	Profis 76.5%	Fortgeschrittene 73.7%	Anfänger 76.6%	0.939
OP-Dauer (Minuten)	≤75 79.1%	>75 71.2%		0.263
Intraoperative Steinbehandlung	Nitinol-Basket 73.1%	Nitinol-Basket & Laser-lithotrypsie 80%		0.332

Variable	Score 1 Postoperativ Schmerzfrei	Score 2 Postoperativ Schmerzfrei	Score 3 Postoperativ Schmerzfrei	p- Wert
S.T.O.N.E.-Score	5-8 73.6%	9-10 74.5%	11-13 75.0%	0.990
RUS-Score	0 79.0%	1 67.5%	2-3 75.0%	0.348
Flexfree-Score	3 86.4%	4 75.9%	5-6 68.6%	0.269
Fleconomy-Score	2 74.4%	3 76.3%	4 70.4%	0.844

3.2.7 Multivariate logistische Regressionsanalyse zur Vorhersage der Steinfreiheit nach flexibler URS

Die Prüfvariablen, welche eine univariate Korrelation mit den Outcome-Parametern zeigten, wurden sekundär einer multivariaten logistischen Regressionsanalyse unterzogen, um die Zusammenhänge zu sichern. (vgl. Kap. 2.4.3) Aus diesem Test gingen die Steinlänge, die präoperative DJ-Einlage und die Erfahrung des Urologen als unabhängige Einflussvariablen auf die Steinfreiheit hervor, die OR war jeweils <1 . (vgl. Tab. 43) Bei längerem Stein, geringerer Erfahrung des Operateurs und ohne präinterventionelle DJ-Kathetereinlage bestand eine kleinere Wahrscheinlichkeit auf postoperative Steinfreiheit.

Tabelle 43: Multivariate Analyse der signifikanten Parameter zur Vorhersage der Steinfreiheit nach flexibler URS

Variable	OR	95% KI	p-Wert
Steinlänge	0.295	0.106-0.816	0.019
Steinbreite	0.772	0.313-1.907	0.575
Notfallvorstellung	0.716	0.312-1.643	0.431
DJ-Einlage präoperativ	0.310	0.111-0.864	0.025
Erfahrung des Urologen	0.617	0.393-0.970	0.036

3.2.8 Multivariate logistische Regressionsanalyse zur Vorhersage der OP-Dauer ≤ 75 Minuten bei flexibler URS

Das Risiko für eine längere OP-Zeit >75 Minuten stieg reproduzierbar mit zunehmender Steinlänge und–breite, sowie bei Steinen in der Vorgeschichte an. (vgl. Tab. 44) Die Variablen Steinlokalisierung und Notfallvorstellung zeigten in Bezug auf die Eingriffsdauer keine signifikante unabhängige Prädiktion.

Tabelle 44: Multivariate Analyse der signifikanten Parameter zur Vorhersage der OP-Dauer ≤ 75 Minuten bei flexibler URS

Variable	OR	95% KI	p-Wert
Steinlänge	2.319	1.012-5.314	0.047
Steinbreite	2.529	1.135-5.639	0.023
Steinlokalisierung	1.583	0.690-3.633	0.279
Notfallvorstellung	1.264	0.576-2.775	0.560
Steinvorgeschichte	3.353	1.616-6.960	0.001
Erfahrung des Urologen	1.487	0.987-2.239	0.058

3.2.9 Multivariate logistische Regressionsanalyse zur Vorhersage der Verweildauer ≤ 2 Tage nach flexibler URS

Nach der multivariaten logistischen Regressionsanalyse zur Prädiktion der Aufenthaltsdauer verblieb lediglich die Steinbreite als signifikanter unabhängiger Parameter. (vgl. Tab. 45) Je breiter das Konkrement, desto höher die Wahrscheinlichkeit länger als zwei Tage im Krankenhaus zu verweilen. Die Variablen Alter, präoperative Antikoagulation und OP-Zeit waren in der sekundär multivariaten Analyse nicht signifikant.

Tabelle 45: Multivariate Analyse der signifikanten Parameter zur Vorhersage der Verweildauer ≤ 2 Tage

Variable	OR	95% KI	p-Wert
Steinbreite	2.415	0.999-5.838	0.050
Alter	1.266	0.516-3.107	0.607
Präoperative Antikoagulation	2.026	0.685-5.988	0.202
OP-Dauer	2.057	0.849-4.982	0.110

3.2.10 Erstellung des Flexfree-Scores zur Vorhersage der Steinfreiheit nach flexibler URS

Die signifikanten Vorhersageparameter Steinlänge, DJ-Einlage und Erfahrung des Urologen wurden zum Flexfree-Score (Flex für flexible URS, free für steinfrei) zusammengefasst. (vgl. Kap. 2.4.4) In diesem Score können drei bis sechs Punkte erreicht werden. (vgl. Tab. 46) Die meisten Patienten hatten einen mittleren Punktwert von vier oder fünf, nur wenige erlangten die höchste Wertung. (vgl. Abb. 10) Mit zunehmender Punktzahl nahm die Steinfreiheitsrate signifikant von $>90\%$ auf 60% ab. (vgl. Tab. 47)

Tabelle 46: Flexfree-Score zur Vorhersage der Steinfreiheit nach flexibler URS

Variable	Score 1	Score 2
Steinlänge	≤6mm	>6mm
DJ-Einlage präoperativ	Ja	Nein
Erfahrung des Urologen	Profis >100 Eingriffe	Anfänger&Fortgeschrittene <100 Eingriffe

Abbildung 10: Häufigkeiten des Flexfree-Scores

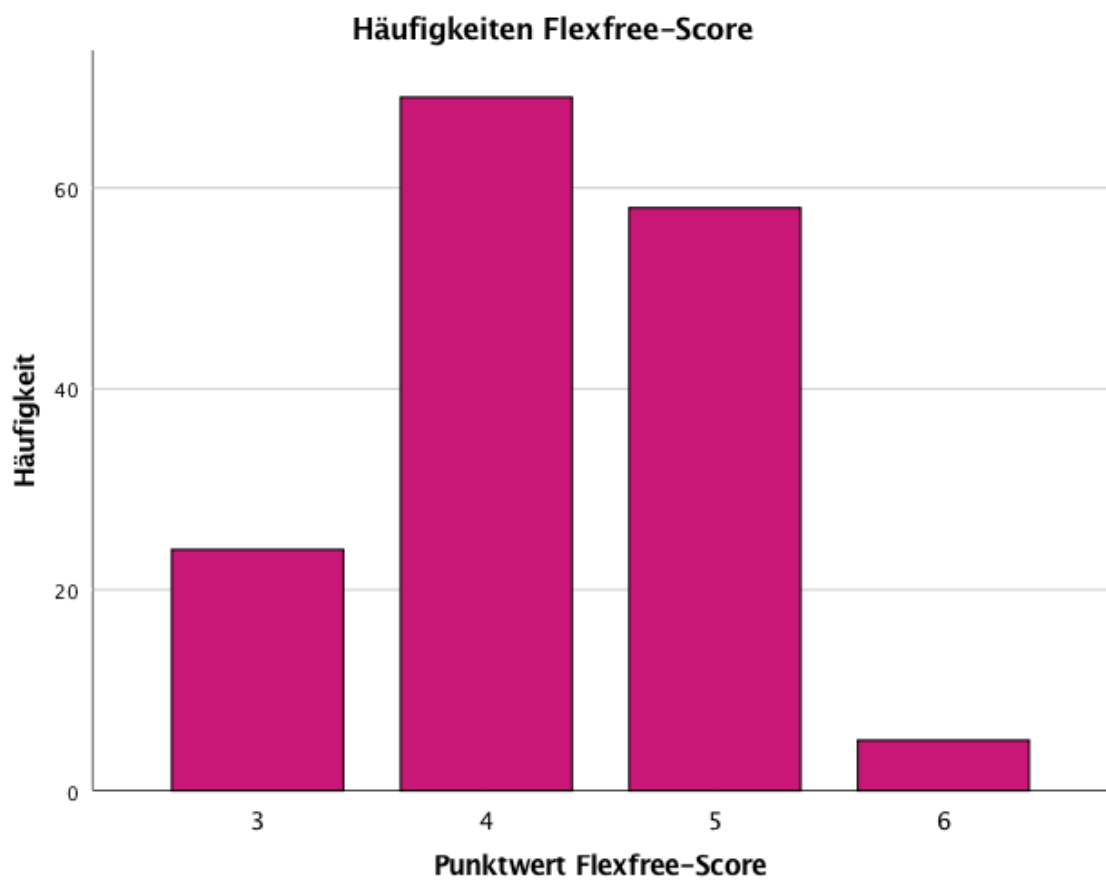


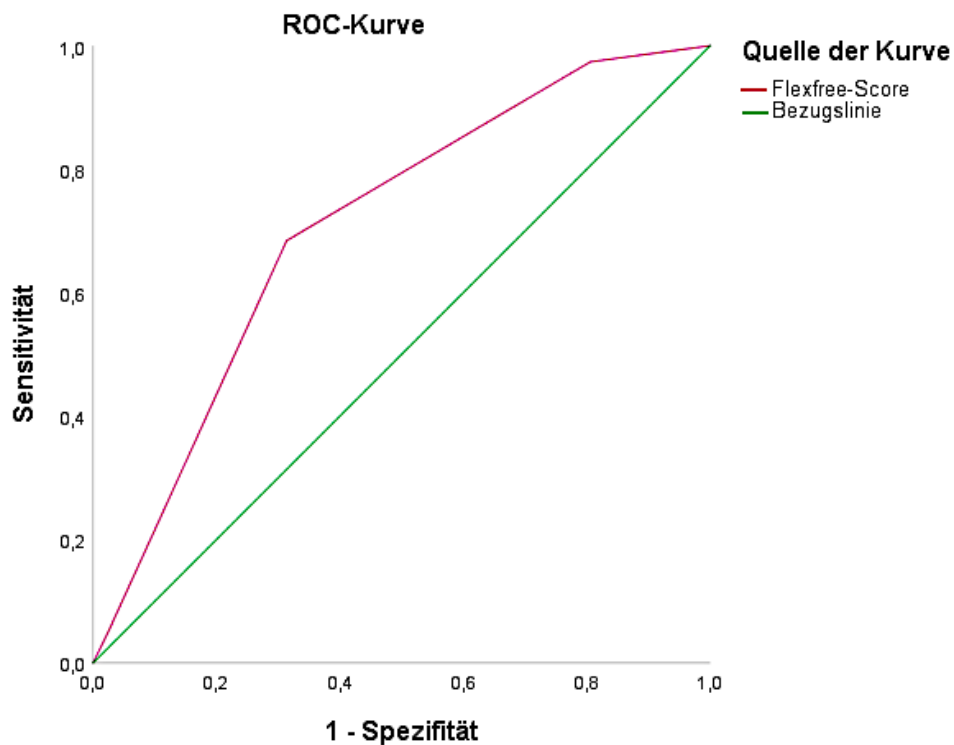
Tabelle 47: Steinfreiheitsraten und Häufigkeiten des Flexfree-Scores

Score (Häufigkeit in % von n=156)	Score 3 (15.4%)	Score 4 (44.2%)	Score 5 (37.2%)	Score 6 (3.2%)	p- Wert
Steinfreiheitsrate	95.8%	84.1%	58.6%	60.0%	0.001

3.2.10.1 ROC-Analyse des Flexfree-Scores und Vergleich mit dem S.T.O.N.E. und dem Renewal-Score

Um die diagnostische Güte des Flexfree-Scores in Bezug auf die Prädiktion der Steinfreiheit zu beurteilen und ihn mit bisher publizierten Scores zu vergleichen, wurden ROC-Analysen durchgeführt. (vgl. Kap. 2.4.4) Der Flexfree-Score erreichte eine gute Vorhersagekraft mit einer AUC >0.7 (vgl. Abb.11, Tab. 48) Im Vergleich zeigten S.T.O.N.E. Score und Renewal-Score zwar ebenfalls eine signifikante, aber geringere Prädiktionskraft. (vgl. Abb. 12, Tab. 35, 49&50)

Abbildung 11: ROC-Kurve des Flexfree-Scores zur Vorhersage der Steinfreiheit nach flexibler URS



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

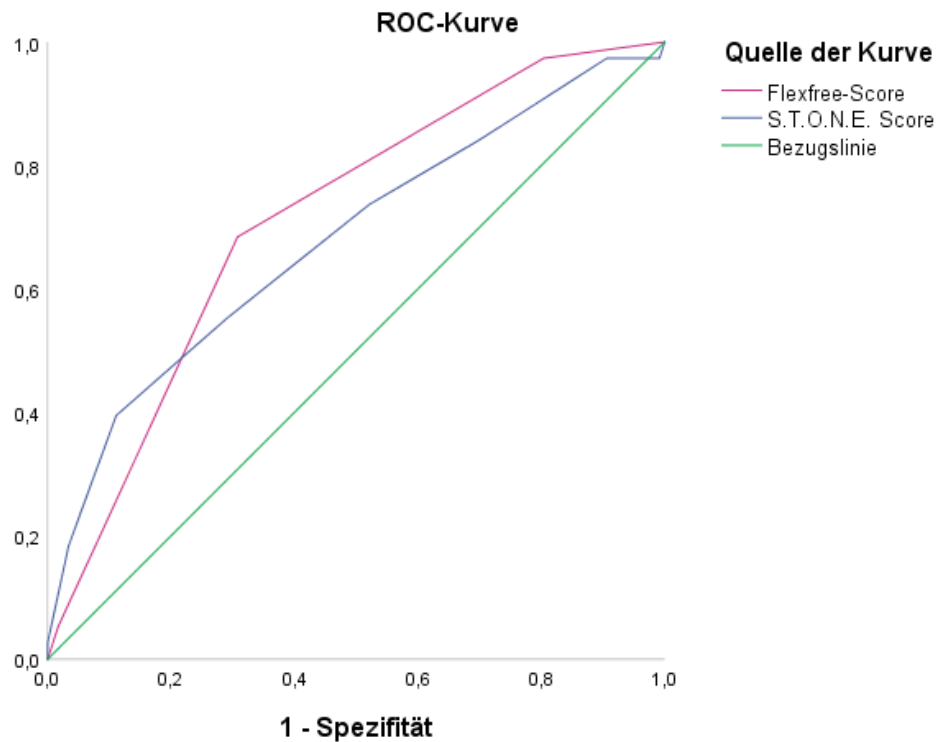
Tabelle 48: Werte zu Abbildung 11

Score	AUC	95% KI (Breite)	Standardfehler	p-Wert
Flexfree-Score	0.707	0.616-0.797	0.046	<0.001

Tabelle 49: Steinfreiheitsraten und Häufigkeiten des Renewal-Scores

Renewal-Score (Häufigkeit in % von n=159)	Score 4 (5.0%)	Score 5 (25.2%)	Score 6 (37.1%)	Score 7 (21.4%)	Score 8 (11.3%)	p-Wert
Steinfreiheitsrate	87.5%	85.0%	83.1%	67.6%	44.4%	0.004

Abbildung 12: ROC-Kurve zum Vergleich des Flexfree- mit dem S.T.O.N.E Score hinsichtlich der Vorhersage der Steinfreiheit nach flexibler URS



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

Tabelle 50: Werte zu Abbildung 12

Score	AUC	95% KI (Breite)	Standardfehler	p-Wert
Flexfree-Score	0.712	0.622-0.803 (0.181)	0.046	<0.001
S.T.O.N.E. Score	0.679	0.576-0.783 (0.207)	0.053	0.001
Renewal-Score	0.670	0.566-0.774 (0.208)	0.053	0.002

3.2.11 Erstellung des Fleconomy-Scores zur Vorhersage der OP-Dauer ≤ 75 Minuten und der Verweildauer ≤ 2 Tage bei flexibler URS

Aus den Prädiktoren Steinbreite und Steinvorgeschichte wurde der Fleconomy-Score erstellt. (vgl. Tab. 51) Die Bezeichnung setzt sich aus flexibler URS (FI) und economy zusammen, da der Score Auskunft über die vor allem auch ökonomisch bedeutsamen Outcome-Faktoren OP- und Verweildauer gibt.

Patienten konnten im Fleconomy-Score einen Punktwert zwischen zwei und vier erreichen, die meisten erlangten einen mittleren Score von drei. Mit zunehmender Punktzahl nahm der Anteil an Operationszeiten ≤ 75 Minuten und Verweildauern ≤ 2 Tage signifikant ab. (vgl. Abb. 13, Tab. 52)

Tabelle 51: Fleconomy-Score zur Vorhersage der OP-Zeit ≤ 75 Minuten und der Verweildauer ≤ 2 Tage bei flexibler URS

Variable	Score 1	Score 2
Steinbreite in mm	≤ 5.0	> 5.0
Steinvorgeschichte	Nein	Ja

Abbildung 13: Häufigkeiten des Fleconomy-Scores

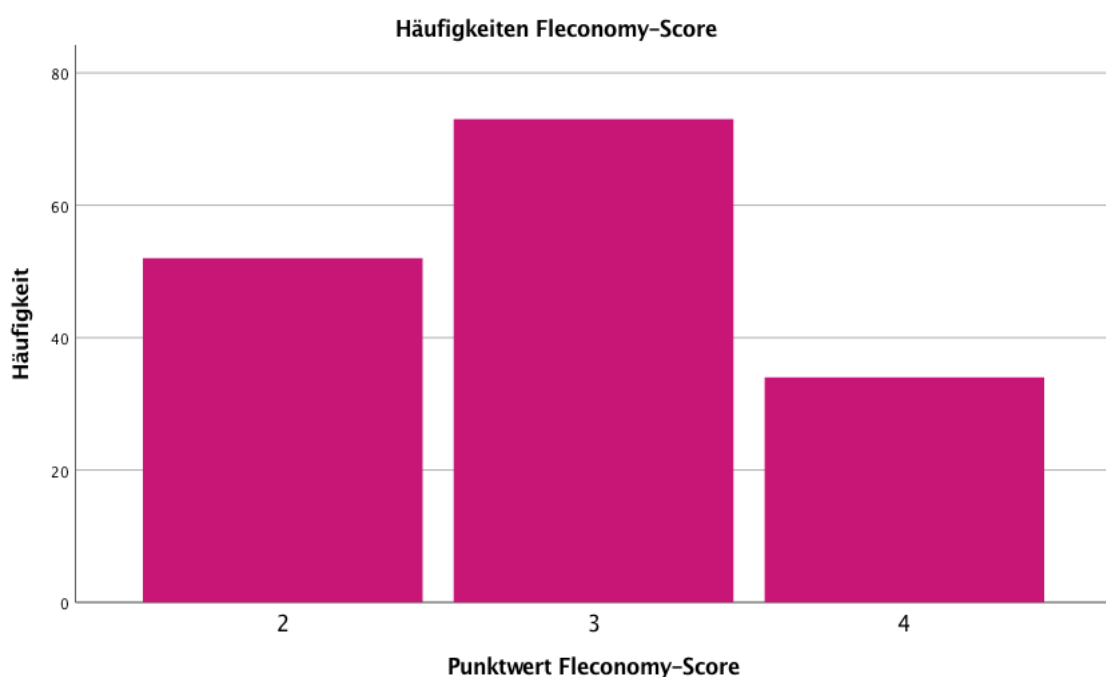


Tabelle 52: Rate an OP-Dauer ≤ 75 Minuten und Verweildauer ≤ 2 Tage und Häufigkeiten des Fleconomy-Scores

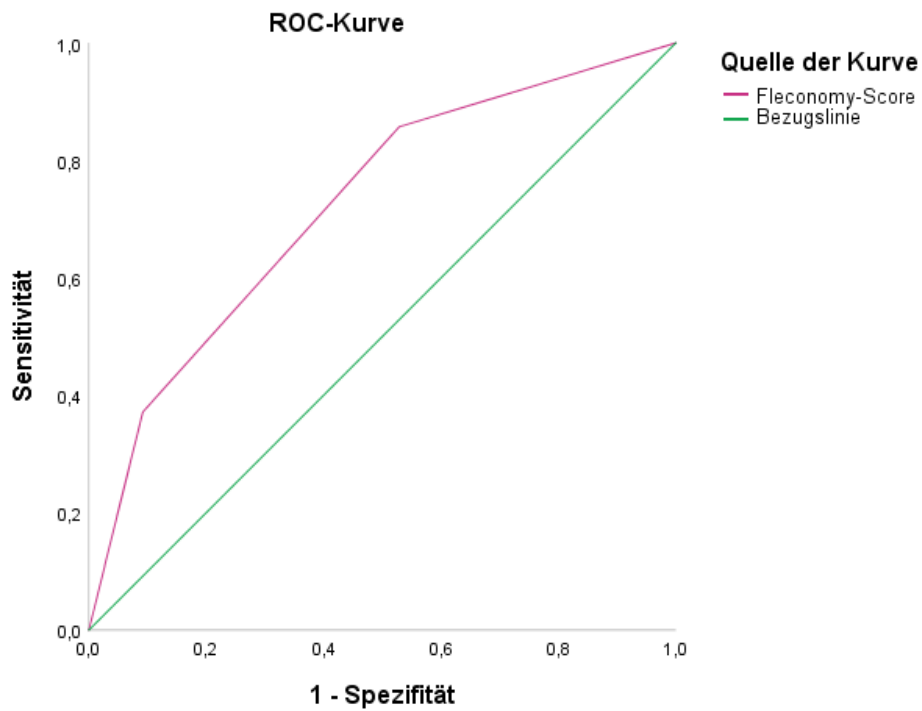
Score (Häufigkeit in % von n=159)	Score 2 (32.7%)	Score 3 (45.9%)	Score 4 (21.4%)	p-Wert
OP-Dauer ≤ 75 Min.	47.1%	43.7%	9.2%	<0.001
Verweildauer ≤ 2 Tage	90.4%	80.6%	62.5%	0.008

3.2.11.1 ROC-Analyse des Fleconomy-Scores

Der Fleconomy-Scores zeigte bezüglich der Prädiktion der OP-Dauer eine zufriedenstellende Vorhersagekraft. (vgl. Abb.14, Tab. 53) Auch der S.T.O.N.E. Score wies im Vergleich eine signifikante Korrelation mit der OP-Zeit ≤ 75 Minuten auf, bei etwas geringerer AUC als der Fleconomy-Score. (vgl. Abb. 15, Tab. 54&55)

Der Fleconomy-Score stand ebenfalls in signifikantem Zusammenhang zur Verweildauer, die AUC lag jedoch unter 0.7 (vgl. Abb. 16, Tab. 56) Der S.T.O.N.E. Score zeigte auch bei der flexiblen URS univariat keinen signifikanten Einfluss auf die Aufenthaltsdauer, sodass kein Vergleich mit dem Fleconomy-Score angestellt wurde.

Abbildung 14: ROC-Kurve des Fleconomy-Scores zur Vorhersage der OP-Dauer ≤ 75 Minuten bei flexibler URS



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

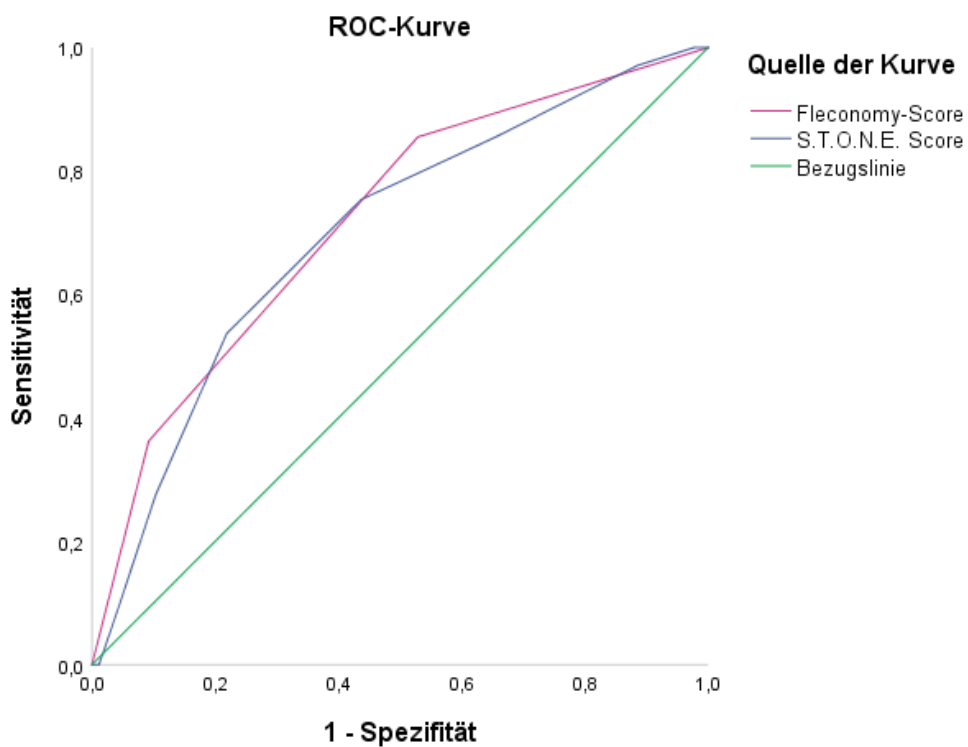
Tabelle 53: Werte zu Abbildung 14

Score	AUC	95% KI (Breite)	Standardfehler	p-Wert
Fleconomy-Score OP-Zeit	0.723	0.643-0.803 (0.160)	0.041	<0.001

Tabelle 54: Rate an OP-Dauer ≤ 75 Minuten und Häufigkeiten des S.T.O.N.E. Scores

S.T.O.N.E. Score (Häufigkeit in % von n=388)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	p-Wert
OP-Dauer ≤ 75 Min. in %	100	80	71.4	73.1	55.9	35.7	29.4	30	100	0.004

Abbildung 15: ROC-Kurve zum Vergleich des Fleconomy- mit dem S.T.O.N.E Score hinsichtlich der Vorhersage der OP-Dauer ≤ 75 Minuten bei flexibler URS

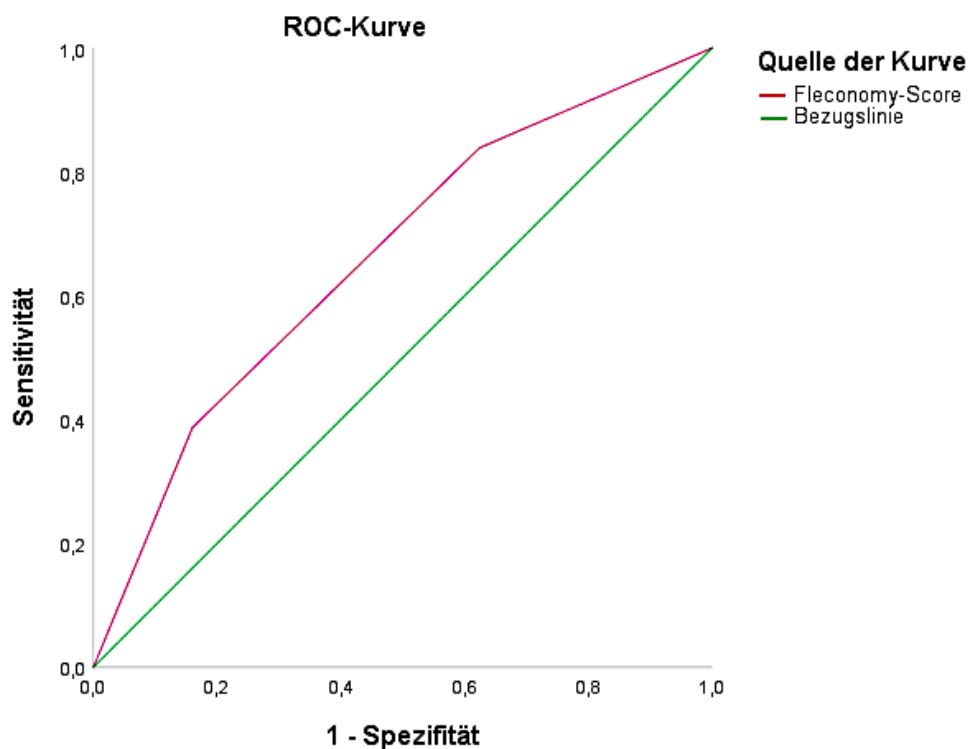


Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

Tabelle 55: Werte zu Abbildung 15

Score	AUC	95% KI (Breite)	Standardfehler	p-Wert
Fleconomy-Score OP-Zeit	0.720	0.639-0.800 (0.161)	0.041	<0.001
S.T.O.N.E. Score	0.699	0.616-0.782 (0.166)	0.042	<0.001

Abbildung 16: ROC-Kurve des Fleconomy-Scores zur Vorhersage der Verweildauer ≤ 2 Tage nach flexibler URS



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

Tabelle 56: Werte zu Abbildung 16

Score	AUC	95% KI (Breite)	Standardfehler	p-Wert
Fleconomy- Score Verweildauer	0.661	0.554-0.768 (0.214)	0.055	0.006

4 Diskussion

4.1 Steinfreiheit nach endourologischen Eingriffen

Bei der Suche nach Parametern, die das Outcome nach endourologischen Eingriffen beeinflussen, wurden die starre und die flexible URS getrennt ausgewertet, da es sich um separate Operationstechniken und –geräte handelt. (vgl. Kap. 2.3) Auffallend für die Ergebnisse bei der starren und auch bei der flexiblen URS war, dass eine frustrane präinterventionelle ESWL-Behandlung einen negativen Einfluss auf die postoperative Steinfreiheitsrate hatte. In der Vergangenheit wurde festgestellt, dass eine flexible URS nach vorheriger ESWL gerade dann scheiterte, wenn die Steine groß und proximal gelegen waren.²⁹ Da im untersuchten Kollektiv der hier vorliegenden Arbeit besonders bei zeitlich älteren Fällen eine frustrane ESWL stattgefunden hatte (gehäuft bis 2011), zu denen es keine CT-Aufnahmen gab (vermehrt CT-Aufnahmen ab 2010), konnte dieser Zusammenhang nicht sicher bestätigt werden. Es liegt aber nahe, dass auch hier bei den größeren proximalen Steinen die ESWL initial fehlschlug und diese Konkremente dann ebenfalls durch die URS schwieriger zu behandeln waren.³⁰ Die gemeinsamen Einflussfaktoren Steingröße und Steinlokalisierung werden bereits durch die erstellten Scores abgebildet.

Zu den typischen Komplikationen nach einer ESWL zählt das Persistieren von Restfragmenten oder die Bildung einer Steinstraße im Ureter. Hierdurch können langfristige Reizung oder Ureterobstruktionen mit Entzündungsreaktionen in Harnleiter und Niere nach ESWL auftreten.^{4(p184)} Auch eine vermehrte Steinimpaktierung ist denkbar, selten kommt es zu Harnleiterstenosen.³¹ Auch die möglichen Komplikationen nach einer präoperativen Stoßwellenbehandlung könnten somit zu niedrigeren Steinfreiheitsraten bei Ureteroskopien geführt haben.

Unabhängig von seiner prädiktiven Aussagekraft wurde der Parameter ESWL nicht als weiterer Faktor für die Score-Erstellung berücksichtigt, was klinische Gründe hat. Im letzten Jahrzehnt sehen wir in der gesamten Urologie eine deutliche Abnahme der Bedeutung der ESWL-Therapie, stattdessen ist eine massive Zunahme der Endourologie zur Steinsanierung zu verzeichnen.¹⁵ (vgl.

Kap. 1.3) Die erstellten Scores sollen dem heute und in Zukunft klinisch tätigen Urologen helfen, eine Vorhersage zu treffen. Deshalb wird dem Parameter ESWL in der Analyse und den Scores keine besondere Bedeutung zugeordnet.

4.1.1 Steinfreiheit nach rigider URS und der Renewal-Score – Beurteilung und klinisches Beispiel

In der univariaten Analyse zeigte sich ein signifikanter Einfluss der radiologischen Steinparameter Steinlänge, Steinbreite, Hounsfield Einheiten, Steinlokalisierung und Steinanzahl auf die Steinfreiheit nach rigider URS. Auch die Faktoren initiale Notfallvorstellung, Steinvorgeschichte und frustrane ESWL präoperativ sowie der S.T.O.N.E Score korrelierten mit der SFR. Die DJ-Einlage vor dem Eingriff führte zwar zu weniger Steinresten, im Gegensatz zu anderen Studien, war der Zusammenhang in diesem Patientenkollektiv nach starrer URS aber nicht signifikant.^{32,33} Insgesamt erhielt etwa die Hälfte der Patienten präoperativ einen DJ-Katheter, die Einlage korrelierte mit der Steinlänge und –breite. Vor flexibler URS waren die Steine insgesamt größer und 85% erhielten einen präinterventionellen DJ-Katheter, es bestand ein signifikanter Einfluss der präoperativen Einlage auf die SFR. Interessant wäre in diesem Zusammenhang also, ob die Steinfreiheit mit einer höheren Rate an DJ-Einlagen bei der rigiden URS weiter steigen würde oder ob tatsächlich vornehmlich Patienten mit größeren Konkrementen von einem DJ-Katheter profitieren. Die Erfahrung des Operateurs beeinflusste die SFR nach rigider URS im Gegensatz zur Steinfreiheit nach flexibler URS nicht. Anfänger und Fortgeschrittene konnten unter Anleitung ähnlich gute Ergebnisse erzielen, wie erfahrene Urologen, was sich mit bisherigen Erkenntnissen deckt.³⁴

Nach der multivariaten Analyse blieben die Steinlänge, die Steinlokalisierung, die Steinanzahl und die Notfallvorstellung unabhängige Variablen zur Vorhersage der Steinfreiheit. Eine geringe Steingröße und –anzahl, sowie eine distale Lokalisation des Steines, wurden bereits in der Vergangenheit als positive Einflussfaktoren auf die SFR identifiziert, da sie leichter zu erreichen sind und mit weniger Komplikationen einhergehen.³³⁻³⁶ Auch Patienten, die nach initialer

Notfallvorstellung mittels rigider URS behandelt wurden, hatten höhere SFR als Patienten nach Elektiveingriffen. Steine als Fremdkörper lösen eine Entzündungsreaktion des umliegenden Gewebes aus.^{37(p107)} Es kommt zu Zellödemen und Umbauprozessen, welche die Konkreme nach und nach in ihrem Steinbett fixieren. Dies mag dazu führen, dass länger vorhandene Steine eher zur Impaktierung im Urothel neigen, was mit einer niedrigeren Steinfreiheitsrate einhergeht.^{10(p218),34,35} Konkreme, die akut symptomatisch und behandlungsbedürftig werden, lassen sich also vermutlich besser vom umgebenen Urothel lösen.

Der aus den signifikanten Parametern berechnete Renewal-Score, zeigte mit einer AUC > 0.700 eine gute Prädiktion der Steinfreiheit für die rigide URS. Mit einem niedrigen Punktwert von vier bis fünf wurden mehr als 90% der Patienten steinfrei, mit einem mittleren Punktwert von sechs von >70% und bei den hohen Punktzahlen sieben bis acht lag die SFR nur knapp über 50%.

Im Vergleich mit dem S.T.O.N.E. Score war die Vorhersagekraft für die Steinfreiheit nach rigider URS beim Renewal-Scores besser. Zudem ist er deutlich simpler, da er, anders als der S.T.O.N.E. Score mit nur vier statt fünf Variablen und mit jeweils nur zwei statt drei Untergruppen auskommt. Für die Steinanzahl reicht beim Renewal-Score die Unterscheidung in ein oder mehrere Steine, statt in ein, zwei oder mehr als drei Steine. Für die Steinlokalisierung muss beim neuen Score lediglich in proximal oder distal unterschieden werden, wobei die Grenze im mittleren Ureter liegt. Beim S.T.O.N.E. Score muss hiervon noch einmal die untere Kelchgruppe abgegrenzt werden. Auch die Steinlänge wird beim Renewal-Score nur in die zwei Gruppen $\leq 5\text{mm}$ und $> 5\text{mm}$ getrennt, sodass die Zuordnung rascher erfolgen kann. Ein weiterer Vorteil des neuen Scores ist der Wegfall der Hounsfield Einheiten. So wird im Vergleich zum S.T.O.N.E. Score eine aufwendige Messung und Aufteilung gespart. (vgl. Kap. 3.1.10)

Die radiologischen Daten Steinanzahl und -lokalisierung können beim Renewal-Score schnell von jedem Arzt mit einem Blick auf die CT-Aufnahme erfasst werden. Für die Messung der Steinlänge ist, im Gegensatz zur Bestimmung der HE, in der Regel kein spezieller radiologischer Arbeitsplatz notwendig. Einfache Längemessungen können je nach Radiologiesoftware direkt im Bildbetrachtungsmodus vorgenommen werden. Die für den Renewal-Score

notwendigen radiologischen Parameter kann sich somit jeder Arzt mit etwas Erfahrung selbst innerhalb weniger Minuten an einem beliebigen Arbeitsplatz beschaffen, schon unmittelbar nachdem eine CT-Aufnahme angefertigt wurde. Um den Renewal-Score zu errechnen muss somit nicht auf die endgültige Befundung und Messung durch den Radiologen gewartet oder ein radiologischer Arbeitsplatz aufgesucht werden, was ein weiterer Vorteil mit deutlicher Zeitersparnis gegenüber dem S.T.O.N.E. Score ist.

Der Parameter Nierenstauung erwies sich, anders als beim S.T.O.N.E. Score nicht als signifikanter Vorhersagewert der Steinfreiheit nach rigider URS und fiel für den Renewal-Score somit weg. Bei klinischem Verdacht auf eine Urolithiasis wird standardmäßig eine Ultraschalluntersuchung durchgeführt. Die Ergebnisse können sich abhängig von Untersucher und Schallbedingungen jedoch deutlich unterscheiden und zeigten im Patientenkollektiv keinen Einfluss auf das OP-Ergebnis.

Die im Renewal-Score berücksichtigte Einteilung in Notfall- oder Elektivvorstellung ergibt sich direkt aus dem Aufnahmezustand des Patienten und ist somit schnell zu bestimmen.

Der Renewal-Score ist insgesamt einfacher, schneller zu erheben und somit im Berufsalltag deutlich praktikabler als der S.T.O.N.E. Score, bei gleicher Vorhersagekraft für die Steinfreiheit nach rigider URS.

Als klinisches Beispiel sei folgendes genannt: Patient A kommt mit typischen kolikartigen Flankenschmerzen in die Notaufnahme. Eine low-dose Abdomen-CT-Aufnahme wird als Primärdiagnostik nach vorangegangener Sonographie angefertigt. Noch während der Patient in der radiologischen Abteilung ist, sieht sich der Arzt in der Notaufnahme die fertige Aufnahme an und erkennt auf den ersten Blick ein einzelnes Konkrement im proximalen Ureter, welches nach einem kurzen Klick etwa 8mm misst. Der Patient erreicht somit einen Renewal-Score von sechs. Sobald der Patient von der Untersuchung zurückkommt, kann der behandelnde Arzt ihn nicht nur darüber unterrichten, dass er ein Harnleiterkonkrement hat, sondern auch darüber, dass ein Spontanabgang eher unwahrscheinlich ist, er durch eine leitliniengerechte endourologische Intervention mittels starrer URS aber eine Chance von über 70% auf Steinfreiheit habe. Der Patient kann direkt über den Eingriff, Re-Eingriffe und

alternative Behandlungsmethoden aufgeklärt und auf den OP-Plan gesetzt werden.

Der Renewal-Score ist jedoch nicht nur für den Patienten relevant. Je nach Wahrscheinlichkeit für die Steinfreiheit nach einem Eingriff kann die entsprechende OP- und Ressourcenplanung stattfinden. Auch bei der Kostenkalkulation ist es hilfreich, das Risiko für Re-Eingriffe abschätzen zu können, damit möglichst effizient behandelt werden kann. (vgl. Kap. 1.2)

4.1.2 Steinfreiheit nach flexibler URS und der Flexfree-Score – Beurteilung und klinisches Beispiel

Die Steinfreiheit nach flexibler URS zeigte, wie auch die rigide URS, eine Abhängigkeit von der Steinlänge, Steinbreite, dem Aufnahmezustand (initialer Notfallpatient oder nicht) und einer vorangegangenen frustranen ESWL. Die übrigen radiologischen Parameter, wie Steinlokalisierung oder Steinanzahl, wiesen hingegen keinen signifikanten Zusammenhang mit der SFR auf. Im Gegensatz zur rigiden URS waren für den Erfolg nach flexibler URS aber auch eine präoperative DJ-Einlage und die Erfahrung des Urologen bedeutsam. Diese beiden Parameter, sowie die Steinlänge blieben auch nach der multivariaten Analyse unabhängige Variablen zur Prädiktion der SFR nach flexibler URS.

Dass die Steingröße die Steinfreiheit sowohl nach rigider, als auch nach flexibler URS beeinflusst, ist bereits bekannt und publiziert.^{24,38} Ein Zusammenhang des Urologen mit dem Ergebnis der flexiblen URS wurde bereits beobachtet, wobei von einem hohen Erfahrungswert ab 400 Eingriffen ausgegangen wurde.³⁹ In diesem Patientenkollektiv hingegen zählten Operateure schon ab 100 Eingriffen zu den Erfahrensten, womit der Einfluss auf die SFR signifikant war. Die Operationstechnik scheint also eine längere Lernkurve zu haben, als die der rigiden URS und der Eingriff ist insgesamt als technisch anspruchsvoller zu werten. Ein weiterer Unterschied zur rigiden URS ist der hier signifikante Zusammenhang zwischen einer präoperativen DJ-Einlage und der Steinfreiheit nach flexibler URS. Die Eingriffe mit flexiblen

Geräten wurden bisher oft mit der rigiden URS zusammengefasst und gemeinsam analysiert, wobei sich zwar ein Trend zu höheren Steinfreiheitsraten nach DJ-Einlage zeigte, dieser aber nicht signifikant war.^{38,40} Im Vergleich zur rigiden URS wurden bei Patienten des Kollektives mit flexibler URS jedoch auch häufiger präoperativ DJ-Katheter eingelegt, was vermutlich mit der höheren mittleren Steinlänge und -breite zusammenhängt. Die Ergebnisse könnten bedeuten, dass eine präoperative DJ-Einlage vor allem bei Personen mit schwierigeren Steinkonstellationen die Bergung erleichtert.

Ein zuvor gelegter DJ-Katheter fördert eine Weitung des Ureters, so dass die nachfolgende flexible URS einfacher möglich ist. Zudem wurde bereits beobachtet, dass gerade Patienten mit über 1cm großen Steinen in Bezug auf die SFR von einer präoperativen DJ-Kathetereinlage profitieren.⁴¹ Wahrscheinlich erlaubt die zusätzliche Weitung des Ureters durch den DJ auch die Passage größerer Konkreme, die somit einer direkten Extraktion zugänglich sind und nicht primär (z.B. mittels Laser) lithotripsiert werden müssen.

Aus den unabhängigen signifikanten Variablen Steinlänge, präoperative DJ-Einlage und Erfahrung des Urologen wurde der Flexfree-Score zur Vorhersage der Steinfreiheit nach flexibler URS errechnet. Dieser erzielte mit einer AUC von 0.712 im Vergleich mit dem S.T.O.N.E. und dem neuen Renewal-Score mit jeweils einer AUC <0.700, die beste Vorhersagegüte. Wie schon der Renewal-Score, stellt der Flexfree-Score mit nur drei Parametern und jeweils zwei Untergruppen einen deutlich vereinfachten Score gegenüber dem bisher bekannten S.T.O.N.E. Score dar. Es muss lediglich eine Messung der Steinlänge vorgenommen werden, welche für die flexible URS in ≤ 6 mm und > 6 mm getrennt wird. Dies ist zeitnah nach erfolgter CT-Diagnostik durch jeden Arzt möglich. Das Ausmessen von Steinbreite und Hounsfield Einheiten fällt im Gegensatz zum S.T.O.N.E. Score weg. (vgl. Kap. 3.2.10) Die Parameter Steinanzahl und -lokalisierung wiesen ebenfalls keinen unabhängigen signifikanten Zusammenhang mit der SFR nach flexibler URS auf.

Der spezifisch für die flexible URS entwickelte und bereits publizierte RUS-Score schließt, wie der S.T.O.N.E. Score die Parameter Steingröße, -lokalisierung und -anzahl ein. Zudem spielt die Nierenanatomie eine Rolle. Die vier Parameter des RUS-Scores sind zwar nur in jeweils zwei Punktgruppen

aufgeteilt, es gibt jedoch zum Teil verschiedenen Möglichkeiten um dieselbe Punktzahl zu erreichen. (vgl. Kap. 1.5) Bei der Steinlokalisierung wird der Abgangswinkel zwischen UKG und Ureter zur Rate gezogen, insofern ein Stein in der unteren Kelchgruppe liegt. Dieser Winkel ist im low-dose CT jedoch nur schwer reproduzierbar zu messen, sodass der Score ohne ihn berechnet wurde. Auch die Abhängigkeit der Punktevergabe für die Steinanzahl von der Steinverteilung in den Kelchgruppen erwies sich als aufwändiger als einfaches Zählen der Konkremente. Ob eine Nierenanomalie vorlag, lies sich aus anamnestischen oder radiologischen Daten feststellen. Die Patientengruppe mit Nierenfehlbildungen war jedoch im Kollektiv dieser Arbeit und in dem des RUS-Scores mit jeweils <10% recht klein. Auch die Aufteilung der Steinbreite in $\leq 20\text{mm}$ und $>20\text{mm}$ führte zu recht ungleichen Gruppen.²⁴ Zudem werden große Konkremente $>20\text{mm}$ vermehrt im Nierenbeckenkelchsystem gefunden, wobei die PNL die Therapie der Wahl ist. (vgl. Kap. 1.4)

Die vereinfachte RUS-Score ohne gemessenen Abgangswinkel zeigte, im Gegensatz zum S.T.O.N.E. Score, keinerlei Zusammenhang mit der SFR nach flexibler URS in diesem Patientenkollektiv. Der RUS-Score wurde anhand eines relativ kleinen Kollektivs von gut 200 Patienten erstellt, in welchem sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Score und SFR nach flexibler URS zeigte. Der Score wurde in der Publikation jedoch nicht mittels ROC-Analyse auf seine Vorhersagegüte hin untersucht. Dies und die Ergebnisse dieser Arbeit implizieren, dass der Score nicht vorbehaltlos zur Prädiktion der Steinfreiheit nach flexibler URS in jedem Kollektiv angewendet werden kann und einer Prüfung an weiteren Gruppen bedarf.

Der neu erstellte Renewal-Score weist hingegen eine signifikante Korrelation mit der Steinfreiheit nach flexibler URS auf. Er stimmte jedoch, wie bereits der S.T.O.N.E. Score, lediglich in dem Parameter Steinlänge mit dem Flexfree-Score überein. Die initiale Notfallvorstellung zeigte sich im Gegensatz zur rigiden URS, nicht als unabhängiger Einflussfaktor der Steinfreiheit nach flexibler URS.

Neben radiologischen Daten erfasst der Flexfree-Score zudem erstmals die Variablen präinterventionelle DJ-Einlage und Erfahrung des Urologen. So wird die höhere Eingriffskomplexität der flexiblen URS, sowie der positive Einfluss einer präoperativen Ureterschienung auf das OP-Ergebnis bei schwierigeren

Steinkonstellationen abgebildet. Beide Parameter sind schnell und einfach zu erheben, sobald die OP-Planung erfolgt ist. Auch der Flexfree-Score stellt somit eine deutliche Vereinfachung mit größerer Anwenderfreundlichkeit gegenüber den bisher publizierten S.T.O.N.E. und RUS-Scores dar. Gleichzeitig weist er eine höhere Prädiktionsgüte der Steinfreiheit nach flexibler URS als die bisher bekannten und als der neue Renewal-Score auf, was die notwendige Trennung der flexiblen von der starren URS bezüglich des Outcomes verdeutlicht.

Als klinisches Beispiel sei folgendes genannt: Beispielpatient B hat neben einem 8mm großen Ureterkonkrement noch einen weiteren 6mm großen Stein in der mittleren Kelchgruppe. Empfehlenswert wäre nach Beurteilung des Flexfree-Scores zunächst eine DJ-Kathetereinlage beim Patienten und anschließend eine flexible URS durch einen erfahrenen Urologen. Patient B hätte dann einen Flexfree-Score von vier und somit eine über 80%ige Chance auf Steinfreiheit. Mit einem weniger erfahrenen Operateur würde der Score bei dieser Steingröße auf fünf steigen und die Steinfreiheitsrate auf knapp 60% fallen. Hätte der Patient nun einen Ureterstein von lediglich 4mm Größe, bestünde auch bei einem weniger geübten Urologen ein Score von vier mit entsprechend hoher SFR.

Neben den Leitlinien können Renewal- und Flexfree-Score somit eine weitere Säule der Therapieplanung anhand der höchstmöglichen Steinfreiheitsrate bilden. Wie beim Renewal-Score kann somit durch Bestimmung des Flexfree-Scores die Behandlung und Führung der Patienten, sowie die Kosteneffektivität der Eingriffe verbessert werden. Zusätzlich zeigt der Flexfree-Score den Stellenwert einer hochwertigen Weiterbildung, um ebenjene Ziele zu erreichen. Der Analyse entsprechend könnten Berufsanfänger die flexible URS primär an mit DJ-Kathetern vorbereiteten Patienten mit Konkrementen ≤ 6 mm erlernen. Mit Anleitung könnten möglichst viele Eingriffe unter diesen Bedingungen stattfinden, damit eine hohe Steinfreiheit bei bestmöglicher Ausbildung gesichert werden kann.

4.2 OP-Dauer von endourologischen Eingriffen

Auch an den OP-Zeiten und deren Beeinflussung wurde deutlich, dass es sich bei starrer und flexibler URS um Eingriffe mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad handelt. Im Mittel dauerte die flexible URS 30 Minuten länger, als ein starrer Eingriff, was der komplexeren Steinlage in der Niere, der durchschnittlich höheren Steinanzahl und dem optionalen Wechsel von starren auf flexible Geräte geschuldet ist. Die Parameter zur Vorhersage der OP-Zeit zeigten mehr Übereinstimmungen, als die für die Steinfreiheit. Wieder war bei beiden Eingriffen die präoperative frustrane ESWL eine negative Einflussgröße, sie wurde jedoch auch hier nicht in die neuen Scores aufgenommen, da diese von aktueller und zukünftiger klinischer Relevanz sein sollen. (vgl. Kap. 4.1) Auch die Erfahrung des Urologen korrelierte bei beiden Eingriffen signifikant mit der OP-Dauer. Je mehr Übung ein Operateur hatte, desto schneller war er, was sich auch mit bisherigen Untersuchungen deckte.³⁹ Die Operationszeit, ist wie die Verweildauer eine vorwiegend ökonomische Outcome-Variable. Da die Eingriffe pauschal vergütet werden, rechnen sich für Kliniken kürzere OP-Zeiten, durch die mehr Operationen pro Saal und somit pro Tag stattfinden können. (vgl. Kap. 1.2) Bislang sind jedoch keine Publikationen zu Vorhersagescores für den wirtschaftlich relevanten Parameter Eingriffsdauer von Ureterorenoskopien bekannt.

4.2.1 OP-Dauer der starren URS und der Ritime-Score – Beurteilung und klinisches Beispiel

Zahlreiche Prüfvariablen wiesen einen Zusammenhang mit der OP-Dauer bei der starren URS auf. Hierunter fanden sich sämtliche radiologische Parameter, das Vorhandensein einer Hydronephrose, das Alter, die Notfallvorstellung, die Steinvorgeschichte, eine frustrane vorherige ESWL, die Erfahrung des Urologen und eine Medikation mit Alpha-Blockern oder Gerinnungshemmern. Der S.T.O.N.E. Score korrelierte ebenfalls mit der Eingriffsdauer. Die Steinlänge, –breite und –lokalisation, die initiale Notfallvorstellung und die Erfahrung des Operateurs blieben nach der multivariaten Regressionsanalyse

voneinander unabhängige Prädiktoren für die OP-Zeit. Mit zunehmender Steingröße und bei proximaler Steinlokalisierung steigt die Komplikationsrate, während die SFR sinkt.^{34,42,43} Diese Parameter deuten also auf komplexere Operationen hin, welche dementsprechend auch einer längeren Eingriffszeit bedürfen. Gleiches gilt für Elektiveingriffe, bei denen mit einer höheren Rate an impaktierten Steinen zu rechnen ist.³⁵ (vgl. Kap. 4.1) Während die Erfahrung des Urologen nicht in Zusammenhang mit der Steinfreiheitsrate nach rigider URS stand, beeinflusste sie die OP-Dauer hingegen signifikant. Zur Berechnung des Scores wurde der Parameter jedoch ausgespart, da er keine relevante Verbesserung der Vorhersagegüte bewirkte. So wurden die Variablen Steinlänge, Steinbreite, Steinlokalisierung und Notfallvorstellung zum Ritime-Score zusammengefasst. Auch hier wird jeder Parameter in zwei Untergruppen getrennt. (vgl. Kap. 3.1.11) Neben der Steinlänge wird für den Ritime-Score bei der radiologischen Messung zusätzlich die Steinbreite erfasst, welche für die rigide URS in $\leq 4\text{mm}$ und $>4\text{mm}$ getrennt wird. Als erster OP-Zeit spezifischer Score wies der Ritime-Score mit einer AUC von 0.751 eine gute Prädiktionskraft auf.

In den drei Parametern Steinlänge, -lokalisierung und Notfallvorstellung stimmt der Ritime-Score mit dem neu erstellten Renewal-Score zur Vorhersage der Steinfreiheit nach rigider URS überein. Im Vergleich zeigte der Renewal-Score mit einer AUC von 0.727 ebenfalls eine zufriedenstellende Vorhersagegüte in Bezug auf die Dauer einer rigiden URS. Einmal errechnet lässt sich durch den Renewal-Score neben der SFR also auch die Eingriffszeit einschätzen.

Mittels S.T.O.N.E Score ließ sich die OP-Dauer ebenfalls vorhersagen, er hatte mit einer AUC <0.7 jedoch eine geringere Prädiktionsgüte. Er sollte daher weiterhin hauptsächlich für die Abschätzung der SFR genutzt werden.

Um den Stellenwert einer Vorhersage der Eingriffszeit zu verdeutlichen, hilft ebenfalls der Beispielpatient A aus der Notaufnahme mit dem 8mm langen Konkrement im proximalen Harnleiter. (vgl. Kap. 4.1.1) Neben der Steinlänge misst der Ambulanzzarzt in einem Schritt nun eine Steinbreite von 5mm. Der Patient erreicht somit einen Ritime-Score von sieben. Die Chance auf eine OP-Zeit ≤ 45 Minuten liegt bei dieser Steinkonstellation somit bei nur knapp 40%. Beim zuvor berechneten Renewal-Score von sechs würde sie gut 10% höher eingeschätzt. Mit den Ergebnissen beider Scores würde der Behandler primär

davon ausgehen, dass die Behandlung des Steines mit rigider URS vermutlich mehr als 45 Minuten dauert. So kann der Patient über die mittlere Komplexität seines Uretersteines und die damit verbundene tendenziell höhere OP-Zeit aufgeklärt werden. Zudem hilft die Abschätzung der Eingriffsdauer im Vorfeld bei der OP-Planung. Häufig ist im OP-Programm für einen Eingriff eine feste Zeitspanne (Slot) hinterlegt. Mit Hilfe des Ritime-Scores kann die Operationsdauer patientenspezifisch kalkuliert und angelegt werden. Somit können Saalbelegung und Ressourcenplanung kostenwirksam optimiert werden.

4.2.2 OP-Dauer der flexiblen URS und der Fleconomy-Score – Beurteilung und klinisches Beispiel

Nach der univariaten Analyse blieben bei der flexiblen URS die radiologischen Variablen Steinlänge, Steinbreite und Steinlokalisierung signifikante Einflussfaktoren der OP-Zeit. Ebenso die initiale Notfallvorstellung, die frustrane vorherige ESWL, die Steinvorgeschichte und die Erfahrung des Urologen. Auch der S.T.O.N.E. Score und der Ritime-Score der rigiden URS zeigten einen Zusammenhang mit der Eingriffsdauer. Nach der multivariaten Analyse konnten nur die Steinlänge, die Steinbreite und die Steinvorgeschichte als voneinander unabhängige Einflussfaktoren identifiziert werden. Größere Steine gehen also auch bei der flexiblen URS mit niedrigeren SFR und längeren OP-Zeiten einher, da sie oft schwieriger zu entfernen sind und mehr Komplikationen verursachen.⁴³ Eine Einflussvariable, die wie die initiale Notfallvorstellung bisher wenig Beachtung fand, ist die Steinvorgeschichte. Aufgrund der vorwiegend metabolischen Ursachen, haben Harnsteine mit bis zu 70% ein hohes Rezidivrisiko.^{4(p172)} Fast die Hälfte der Patienten mit Behandlung durch flexible URS berichteten von früheren Harnsteinen, bei der rigiden URS war es nur gut 1/3. Dieser Verteilung liegt vermutlich dieselbe Ursache zugrunde, wie der längeren Eingriffsdauer bei Rezidivsteinbildnern. Durch die Urolithiasis kommt es zur Reizung und Entzündung des umliegenden Gewebes, im Verlauf können sich Narben und Strikturen bilden.^{4(pp184-189)} Auch die endourologischen

Steintherapien selbst induzieren Entzündungsreaktionen und Fibrosierung, bei der flexiblen URS ist dies vor allem auf die intrarenale Druckerhöhung durch den Spülstrom und die zusätzliche Manipulation durch die Einlage von Ureterschleusen zurückzuführen.^{44,45} Diese Veränderungen im Harntrakt erschweren die Folgeeingriffe und die OP-Dauer nimmt zu. Da bei der Analyse der Vorhersageparameter zur Verweildauer lediglich die Steinbreite signifikant verblieb, wurde aus den Variablen Steinbreite und Steinvorgeschichte der Fleconomy-Score zur Prädiktion der ökonomischen Parameter Aufenthalts- und OP-Dauer errechnet. (vgl. Kap. 3.2.11) Für diesen Score ist mit der Unterscheidung der Steinbreite in ≤ 5 mm oder > 5 mm lediglich eine radiologische Messung notwendig, ob eine Steinvorgeschichte vorliegt, ist rasch mit der Anamnese zu erheben. Durch den Fleconomy-Score kann die voraussichtliche OP-Zeit einer flexiblen URS mit einer AUC von 0.723 vorhergesagt werden. Allerdings beträgt die Rate an Eingriffszeiten ≤ 75 Minuten auch bei kleinster Punktzahl lediglich 47%, bei der Höchstpunktzahl fällt sie auf 9%. So zeigt sich auch in diesem Score die insgesamt höhere Eingriffskomplexität der flexiblen URS, welche meist mit einer hohen OP-Dauer einhergeht. Nichtsdestotrotz lassen sich durch den Flexfree-Score Risikopatienten selektieren, deren Eingriffe mit hoher Wahrscheinlichkeit > 75 Minuten dauern.

Auch der S.T.O.N.E Score kann mit einer AUC knapp unter 0.700 Auskunft über die Eingriffszeit einer flexiblen URS geben. Mit nur zwei Parametern mit je zwei Untergruppen ist der Fleconomy-Score bei besserer Prädiktionskraft klinisch jedoch deutlich einfacher und schneller anzuwenden.

Man stelle sich vor Beispielpatient B mit einem 8mm langen und 5mm breiten Ureterkonkrement und dem Stein in der mittleren Kelchgruppe berichtet in der Notaufnahme, dass er seit Jahren unter rezidivierenden Steinabgängen leide. Er erreicht damit einen Fleconomy-Score von drei, sodass die Chance auf eine OP-Dauer von ≤ 75 Minuten bei etwa 40% liegt. So kann der Patient bei einer geplanten flexiblen URS über die wahrscheinliche Eingriffsdauer und die Gründe hierfür aufgeklärt werden. Zudem kann gerade im Falle hoher Werte im Flexfree-Score eine hieran adaptierte OP-Planung mit entsprechend großem Zeitfenstern stattfinden.

4.3 Verweildauer nach endourologischen Eingriffen

Die mittlere Verweildauer nach rigider und flexibler URS war zwar gleich, bei den Einflussfaktoren fanden sich jedoch kaum Übereinstimmungen. Erneut war eine vorherige frustrane ESWL ein gemeinsamer negativer Vorhersagewert, sie wurde jedoch wie schon bei den vorherigen Scores aufgrund mangelnder aktueller klinischer Relevanz von den weiteren Analysen zur Erstellung eines Scores ausgeschlossen. (vgl. Kap. 4.1) Wie auch die OP-Zeit, ist die Verweildauer für die Krankenhäuser ein ökonomisch bedeutsamer Faktor. Für die endourologische Steintherapie wird eine Fallpauschale bezahlt, welche auch die minimale und maximale Aufenthaltsdauer einfasst. Mit möglichst vielen Patienten, die knapp nach Erreichen der Mindestverweildauer entlassen werden, können in einer Zeitspanne mehr Patienten behandelt und so mehr Fallpauschalen generiert werden. Die Volkswirtschaft profitiert ebenfalls von kürzeren Arbeitsausfällen der Patienten und auch die Patienten selbst möchten die Klinik in aller Regel wieder rasch verlassen. (vgl. Kap. 1.2) Wie bei der Operationszeit sind auch für die Verweildauer bislang keine Scores publiziert, mit welchen sich diese wirtschaftlich äußerst bedeutsamen Parameter für endourologische Eingriffe vorhersagen lassen.

4.3.1 Verweildauer nach starrer URS und der Ristay-Score – Beurteilung und klinisches Beispiel

Nach der multivariaten Analyse, blieben alle Einflussfaktoren auf die Verweildauer nach rigider URS unabhängig signifikant: eine präinterventionelle DJ-Kathetereinlage, der Kreatininwert vor OP, die OP-Zeit, sowie die Erfahrung des Urologen. Hierbei erreichten jedoch nicht die erfahrensten Operateure den größten Anteil an kurzen Aufenthalten, sondern die fortgeschrittenen Urologen. Wie schon bei der OP-Zeit wurde der Parameter zur Errechnung des Scores der Einfachheit halber ausgespart, da er die Vorhersagekraft nicht verbesserte. Während die DJ-Einlage vor der starren URS nicht zu signifikant niedrigeren SFR oder OP-Zeiten führte, fand sich hingegen ein deutlicher Zusammenhang

mit der Verweildauer. Bereits zuvor wurde festgestellt, dass die präoperative Ureterdilatation durch einen DJ-Katheter zu weniger OP-Komplikationen und somit kürzeren Aufenthalten führt.^{32,40} Ein höherer Kreatininwert weist auf eine eingeschränkte Nierenfunktion hin und tritt gehäuft bei älteren, multimorbiden Patienten auf.^{46,47} Für die flexible URS konnte bereits festgestellt werden, dass der Eingriff an sich die Nierenfunktion dagegen positiv beeinflussen kann.^{46,48} Besonders Uretersteine behindern den Harnfluss und somit die Filtration, was eine Erklärung hierfür sein könnte. Es ist also anzunehmen, dass auch eine Wiederherstellung des Harnabflusses durch starre URS die Funktion der betroffenen Niere verbessert. Eine weitere Verschlechterung einer bereits verminderten Nierenfunktion nach dem Eingriff als Ursache für eine längere Verweildauer, scheint also unwahrscheinlich. Vermutlich repräsentiert der erhöhte Kreatininwert in diesem Zusammenhang die älteren und vorerkrankten Patienten, welche aufgrund perioperativer Komplikationen längere Verweilzeiten haben. Da längere OP-Zeiten oftmals durch intraoperative Komplikationen verursacht werden, erscheint es schlüssig, dass die OP- auch die Verweildauer beeinflusst.⁴³ (vgl. Kap. 4.2) Nach kurzen, unkomplizierten Eingriffen, war auch die Aufenthaltsdauer kürzer. Die Variablen OP-Zeit, präoperative DJ-Einlage und Kreatininwert wurden zum Ristay-Score zur Vorhersage der Verweildauer nach rigider URS zusammengeschlossen. Auch hier wurde die Eingriffsdauer in die Gruppen ≤ 45 Minuten und > 45 Minuten geteilt, es wurde in einen präoperativen Kreatininwert ≤ 1 mg/dl und > 1 mg/dl unterschieden. Aufgrund der Berücksichtigung der OP-Zeit lässt sich der Ristay-Score erst postoperativ mit Hilfe des OP-Protokolls erheben. Präoperativ lässt sich die OP- und somit die Verweildauer nur grob mit Hilfe des Ritime- oder des Renewal-Scores abschätzen. Der Ristay-Score erreichte mit einer AUC von 0.650 eine moderate Vorhersagegüte bei der Prädiktion der Liegezeit. Der S.T.O.N.E Score zeigte hingegen keinen statistisch signifikanten Zusammenhang mit der Aufenthaltsdauer. Ein gemeinsamer ökonomischer Score zur Vorhersage von OP- und Verweildauer konnte für die starre URS nicht erstellt werden, da sich keine Übereinstimmungen bei den Einflussvariablen fanden.

Angenommen die Steinbergung mittels primärer rigider URS dauert bei Beispielpatienten A gut eine Stunde, der präoperative Kreatininwert habe bei

0,7 mg/dl gelegen. Er erreicht somit einen Ristay-Score von fünf, seine Chance das Krankenhaus innerhalb von zwei Tagen zu verlassen liegt nur bei etwa 50%. Erhält der Patient präoperativ einen DJ-Katheter sinkt sein Ristay-Score auf vier, die Wahrscheinlichkeit auf eine Verweildauer ≤ 2 Tage steigt auf knapp 70%.

Eine solche Abschätzung der Liegezeit ist bisher durch keinen bekannten Score möglich, für die Krankenhauswirtschaft aber von höchster Relevanz. Um Kostendeckend arbeiten zu können, ist es im DRG-Zeitalter das Ziel die mittlere Verweildauer bei einem Krankheitsbild möglichst nah an die vorgeschriebene Mindestverweildauer heranzubringen, da zusätzliche Liegetage nicht vergütet werden. (vgl. Kap. 1.2) Im Beispiel zeigt sich, dass nicht nur der Patient von einer präinterventionellen DJ-Kathetereinlage profitiert. Neben einer Entlastung und dem Schutz des Harnleiters kann der Harnabfluss je nach Konkrement gesichert und so auch der Kreatininwert stabil gehalten werden. Gerade bei Risikopatienten mit einem erhöhten Kreatininwert bei Aufnahme oder einer langen Operationszeit kann sich die präoperative DJ-Kathetereinlage später für das Krankenhaus in Form einer kurzen Verweildauer rechnen. Bei Patienten mit einem hohen Punktwert im Ritime- oder Renewal-Score und einer somit potentiell komplexeren, langwierigeren Intervention, sollte vor der rigiden URS daher eine DJ-Katheteranlage in Betracht gezogen werden.

4.3.2 Verweildauer nach flexibler URS und der Fleconomy-Score – Beurteilung und klinisches Beispiel

Einen Einfluss auf die Verweildauer nach flexibler URS zeigten die Parameter Steinbreite, Alter, präoperative frustrane ESWL, Medikation mit Gerinnungshemmern und OP-Zeit. Nach der multivariaten Analyse verblieb jedoch nur die Steinbreite als unabhängige Variable zur Prädiktion der Liegezeit. Da größere Steine mit höheren Komplikationsraten und dementsprechend längeren OP-Zeiten einhergehen, ist der Wegfall der Eingriffsdauer aus der Analyse nicht weiter verwunderlich.^{39,43} Eine höhere Komplikationsrate erklärt wiederum eine längere Aufenthaltsdauer. Die

Steinbreite wurde mit dem Parameter Steinvorgeschichte zum Fleconomy-Score zusammengefasst. (vgl. Kap. 4.2) Die Vorhersage der Verweildauer durch den Fleconomy-Score war mit einer AUC von 0.661 nicht so gut, wie die Prädiktion der OP-Dauer, aber immer noch von akzeptabler Güte. Der bereits publizierte S.T.O.N.E. Score und auch der RUS-Score konnten die Aufenthaltsdauer hingegen nicht signifikant vorhersagen. Anhand des Fleconomy-Scores zeigt sich abermals die Diversität von rigider und flexibler URS. Die Verweildauer nach flexibler URS hängt wie die OP-Zeit und auch die Steinfreiheit maßgeblich mit der höheren Komplexität des Eingriffs und den intraoperativen Gegebenheiten zusammen. Perioperative Risiken wie ein initial erhöhter Kreatinitwert oder eine Risikoreduktion mittels DJ-Katheterinlage haben, anders als bei der rigiden URS, keinen signifikanten Einfluss auf die Liegezeit bei flexiblen Eingriffen.

Beispielpatient B hat mit einem mittleren Fleconomy-Score von drei eine 80%ige Chance auf eine Entlassung innerhalb von zwei Tagen, bei der Höchstpunktzahl fiel sie auf 60% ab. Hohe Punktwerte im Fleconomy-Score zeigen also nicht im selben Maße einen negativen Einfluss auf die Verweildauer, wie auf die OP-Zeit. Niedrige bis mittlere Punktwerte weisen hingegen eine hohe Rate an kurzen Verweilzeiten ≤ 2 Tagen auf. Der Fleconomy-Score ist somit ein guter Indikator für niedrige Liegezeiten, von denen Patienten und das Krankenhaus gleichermaßen profitieren.

4.4 Schmerzfreiheit nach endourologischen Eingriffen

Im Mittel waren die Patienten in den ersten beiden Tagen nach starrer oder flexibler URS schmerzfrei (0 bis 1 auf der Analogskala von 0-10). Für die flexible URS fand sich kein Parameter, der mit einem Schmerzempfinden ≥ 2 einherging, bei der rigiden URS schien nur das Alter Einfluss auf den postoperativen Schmerz zu nehmen. Auch in einer früheren Studie gaben ältere Patienten nach der URS weniger Schmerzen an, als jüngere.⁴⁹ Dies mag daran liegen, dass das Schmerzempfinden mit zunehmendem Alter generell abnimmt, Altersunterschiede bei der Angabe von postoperativen Schmerzen können

jedoch auch durch den Gebrauch der numerischen Rating Skala entstanden sein.^{50,51} Die Daten zeigen im Wesentlichen, dass das individuelle Schmerzempfinden mit den Prüfparametern nicht vorhersagbar ist, da Schmerz von jedem Patienten anders wahrgenommen wird. Es ist denkbar, dass postoperativer Schmerz nicht nur von dem Eingriff oder den Vorerkrankungen abhängt, sondern wie chronischer Schmerz zusätzlich von verschiedenen sozialen und kulturellen Faktoren beeinflusst wird.^{52(pp10,134)}

4.5 Kritische Würdigung der Arbeit

Zur Entwicklung der neuen Outcome-Scores wurde eine retrospektive Kohortenstudie anhand des Patientenkollektivs der Uniklinik Frankfurt durchgeführt.

Hierbei entfielen knapp 75% der gut 900 Fälle von endourologischer Steintherapie auf die rigider URS. Bei mindestens 400 Patienten ließen sich die neu erstellten Scores bei dieser Intervention berechnen und erreichten eine zufriedenstellende Vorhersagegüte. Auch die Outcome-Scores für die flexible URS wiesen eine ausreichende Prädiktionsgüte auf. Sie sind aufgrund ihrer Score-Gruppen-Größe von um die 160 Patienten jedoch kritischer zu betrachten.

Die zu Grunde liegenden radiologischen Messungen in dieser Arbeit wurden alle von derselben Person durchgeführt. Bei der statistischen Auswertung wurde jeweils nur der größte Stein als mutmaßlich zur Intervention führendes Konkrement berücksichtigt, auch wenn mehrere Steine vorlagen.

Um die Prädiktionskraft der neuen Outcome-Scores in Bezug auf verschiedene Patientenkollektive zu validieren und die interindividuelle Streuung bei Messungen zu berücksichtigen, wären weitere multizentrische Studien sinnvoll. Zusätzlich hierzu können in prospektiven Beobachtungen auch die Aktualität und klinische Anwenderfreundlichkeit der neuen Outcome-Scores getestet werden.

5 Zusammenfassung der Arbeit

5.1 Deutsche Zusammenfassung

Nierensteine sind eine häufige Diagnose, welche Patient und Gesundheitssystem gleichermaßen belasten. In dieser Arbeit sollten deshalb bekannte präoperative und intraoperative Faktoren bestätigt und neue identifiziert werden, welche das Ergebnis bei der endourologischen Steintherapie durch rigide oder flexible Ureterorenoskopie vorhersagen können. Die untersuchten Outcome-Variablen waren die Steinfreiheit, die postoperative Schmerzfreiheit, sowie die ökonomischen Faktoren OP-Zeit und Verweildauer. Ist eine Prädiktion dieser Variablen möglich, so wird der Krankenhausaufenthalt für Patient und Kliniken besser planbar, zudem kann anhand der ökonomischen Faktoren abgeschätzt werden, wie rentabel die Behandlung sein wird. Zu diesem Zweck sollten aus den Prüfvariablen Scores erstellt werden, welche die Steinfreiheit möglichst zuverlässig vorhersagen und bei gleicher Prädiktionskraft einfacher anzuwenden sind als der bekannte S.T.O.N.E. Score zur Abschätzung der Steinfreiheit nach starrer und flexibler URS. Zudem sollten erstmals auch Outcome-Scores für die OP-Zeit, die Verweildauer und die postoperative Schmerzfreiheit erstellt werden.

Hierfür wurden zunächst Patientendaten, sowie radiologische und intraoperative Ergebnisse zusammengetragen und mittels statistischer univariater Analyse auf einen Zusammenhang mit den Outcome-Faktoren überprüft. Hierbei wurden die starre und die flexible URS getrennt analysiert. Im nächsten Schritt wurden in multivariater Analyse die unabhängigen Faktoren identifiziert, welche das Outcome beeinflussen. Aus diesen Variablen wurden schließlich Scores errechnet und deren Prädiktionskraft im Hinblick auf das klinische und ökonomische Outcome nach URS mittels ROC-Analyse untersucht und verglichen. Für die Vorhersage der Steinfreiheit konnte zu jedem Eingriff ein Score erstellt werden, der bei gleicher oder besserer Prädiktionskraft mit weniger Variablen auskommt, als der bisher bekannteste publizierte S.T.O.N.E. Score und somit leichter anzuwenden ist. Der Renewal-Score für die starre URS umfasst die Parameter Steinlänge, Steinlokalisierung, Steinanzahl und initiale Notfallvorstellung der Patienten, der Flexfree-Score für

die flexible URS beinhaltet hingegen die Steinlänge, eine präinterventionelle DJ-Kathetereinlage und die Erfahrung des Urologen. Auch für die ökonomischen Parameter Operations- und Verweildauer konnten erstmals spezifische Outcome-Scores erstellt werden, lediglich die Schmerzfreiheit ließ sich mit den gesammelten Daten nicht vorhersagen. Bei der flexiblen URS konnte der zur gemeinsamen Prädiktion von OP- und Verweildauer geeignete Fleconomy-Score aus den Variablen Steinbreite und Steinvorgeschichte errechnet werden. Bei der starren URS mussten getrennte Scores erstellt werden. Für die OP-Dauer wurde der Ritime-Score aus den Parametern Steinlänge, Steinbreite, Steinlokalisierung und Notfallvorstellung errechnet. Auch der Renewal-Score zur Vorhersage der Steinfreiheit nach rigider URS eignete sich zur Prädiktion der Operationszeit. Der Ristay-Score zur Vorhersage der Verweildauer nach starrer URS umfasst hingegen die Faktoren präoperative DJ-Kathetereinlage, den präinterventionellen Kreatininwert und die OP-Zeit. Auch die ökonomischen Tests sind klinisch einfach zu bestimmen und kommen bei hoher Vorhersagegüte mit wenigen Variablen aus. Alle erstellten Scores sind praxistauglich und stellen eine Weiterentwicklung der bisher zur Verfügung stehenden Tools oder komplette Neuerungen zur Vorhersage des Outcomes nach endourologischer Steintherapie dar. Dies ist nicht nur für den Patienten von Bedeutung, sondern hilft auch den Kliniken OP- und Verweiltage besser zu planen und somit den Behandlungsertrag zu kalkulieren.

5.2 Englische Zusammenfassung

Kidney stones are a common disease, they burden patients and the health care system as well. Therefore it's the aim of this study to proof known pre- and intraoperative factors and identify new ones, which influence the outcome of endourologic operations as rigid and flexible ureteroscopy. The examined outcomes were stone-free rate, postoperative absence of pain and the economic factors duration of procedure and length of hospital stay. If these results are predictable, planning is simplified for patients and clinics. Moreover hospitals may estimate the income of a therapy with help of the economic factors. For this purpose the tested variables should be combined to easier

scores than the common S.T.O.N.E. Score, while predicting the stone-free rate equally. Furthermore scores which forecast the postoperative pain, the operation time and the length of a stay should be worked out for the first time. At first patient data, radiological and intraoperative findings were collected and screened for a correlation with the outcome factors by univariate analysis. Flexible and rigid ureteroscopy were tested separately. The next step was the multivariate analysis to identify the independent factors which influence the outcome. From these variables scores to forecast the clinical and economical results of endourological procedures were derived. The accuracy of the prediction was proofed and compared by ROC-analysis. It was possible to create Scores which evaluate the stone-free rate for each procedure, they are simple and include less factors than the published S.T.O.N.E. Score while forecasting the outcome equally or even better. The Renewal-Score for rigid URS consists of the variables stone length, stone location, stone number and presenting to emergency department, whereas the Flexfree-Score for flexible URS includes stone length, preoperative placement of a DJ-stent and experience of the urologist. The postoperative pain wasn't predictable by the tested factors, but scores for the economic outcomes length of operation and stay could be formed. Concerning the flexible URS both parameters were combined to the Fleconomy-Score comprising the stone width and the stone history. It was necessary to create solitary economy scores for the rigid URS, so the Ritime-Score to forecast the duration of the procedure was developed from stone length, stone width, stone location and presentation to the emergency department. It turned out that the operation time could also be predicted by the Renewal-Score. The Ristay-Score which was connected to the length of stay after rigid URS was calculated from the variables duration of ureteroscopy, preoperative DJ-stent and creatinine. So the economic scores also contain only a few variables and are easy to use while predicting the outcome properly. All scores are practicable, they represent a development of already known tools or picture out as completely new instruments for predicting the outcome of endourologic treatments. The results are important for the patients and may help the hospitals to plan operation days and stays, so the profit of a procedure can be calculated.

Literaturverzeichnis

1. ICD-10-GM Version 2019 Kapitel XIV Krankheiten des Urogenitalsystems (N00-N99). <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/icd/icd-10-gm/kode-suche/htmlgm2019/block-n20-n23.htm>. Zugriffen April 14, 2019.
2. Diagnosedaten der Krankenhäuser ab 2000 für die 10 20 50 100 häufigsten Diagnosen. http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_start_neu/&p_aid=i&p_aid=83601533&nummer=564&p_sprache=D&p_indsp=6000&p_aid=16035345. Zugriffen April 14, 2019.
3. Hesse A, Brändle E, Wilbert D, Köhrmann K-U, Alken P. Study on the Prevalence and Incidence of Urolithiasis in Germany Comparing the Years 1979 vs. 2000. *European Urology*. 2003;44(6):709–713. doi:10.1016/S0302-2838(03)00415-9.
4. Schmelz H-U, Sparwasser C, Weidner W. *Facharztwissen Urologie*. 2. Aufl. Heidelberg: Springer-Verlag; 2010.
5. AOK-Bundesverband. Übersicht über die für 2019 gültigen Landesbasisfallwerte in den einzelnen Bundesländern. https://www.aok-gesundheitspartner.de/imperia/md/gpp/bund/krankenhaus/budgetverhandlung/landesbasisfallwert/lbfw_2019_070219.pdf. Zugriffen April 14, 2019
6. G-DRG-Version 2018 Fallpauschalen-Katalog. https://www.g-drg.de/content/download/7387/55403/version/1/file/Fallpauschalen_Katalog_2018_171124.pdf. Zugriffen April 14, 2019
7. Fischer G. *Chirurgie vor 100 Jahren: historische Studie*. 1. Aufl. Bremen: DOGMA; 2013.
8. Paik ML, Resnick MI. Is there a role for open stone surgery? *The Urologic clinics of North America*. 2000;27(2):323–331. doi:10.1016/S0094-0143(05)70261-5.
9. Alken P, Hutschenreiter G, Gunther R, Marberger M. Percutaneous stone manipulation. *The Journal of urology*. 1981;125(4):463–466. doi:10.1016/j.juro.2016.10.070.
10. Hofmann R, Hrsg. *Endoskopische Urologie*. 2. Aufl. Heidelberg: Springer-

Verlag; 2009.

11. Knoll T, Wendt-Nordahl G, Alken P. Perkutane Nephrolithotomie. *Der Urologe*. 2005;44(3):299–308. doi:10.1007/s00120-005-0789-5.
12. Agrawal MS, Agrawal M. Tubeless percutaneous nephrolithotomy. *Indian Journal of Urology*. 2010;26(1):16–24. doi:10.4103/0970-1591.60438.
13. Miernik A, Wilhelm K, Ardelt P, Bulla S, Schoenthaler M. Moderne Steintherapie (Geschichte). *Der Urologe*. 2012;51(3):372–377. doi:10.1007/s00120-012-2828-3.
14. Knoll T, Alken P. Ureterorenoskopie - gestern, heute und morgen. *Der Urologe*. 2006;45:185–186. doi:10.1007/s00120-006-1183-7.
15. Bauer J, Kahlmeyer A, Stredle R, Volkmer BG. Harnsteintherapie im stationären Bereich in Deutschland Entwicklung des G-DRG-Systems. *Der Urologe*. 2014;53(12):1764–1771. doi:10.1007/s00120-014-3720-0.
16. Türk C, Skolarikos A, Neisius A, Petrik A, Seitz C, , Thomas K. EAU Guidelines on Urolithiasis. <https://uroweb.org/guideline/urolithiasis/>. Published 2019. Zugriffen April14, 2019.
17. Wang J-H, Shen S-H, Huang S-S, Chang C-Y. Prospective Comparison of Unenhanced Spiral Computed Tomography and Intravenous Urography in the Evaluation of Acute Renal Colic. *Journal of Chinese Medical Association*. 2008;71(1). doi:10.1016/S1726-4901(08)70069-8.
18. Niall O, Russel J, MacGregor R, Duncan H, Mullins J. A Comparison of Noncontrast Computerized Tomography with Excretory Urography in the Assessment of Acute Flank Pain. *The Journal of Urology*. 1999;161(2):534–537. doi:10.1016/S0022-5347(01)61942-6.
19. Nuraj P, Hyseni N. The Role of the Tamsulosin in the Medical Expulsion Therapy for Distal Ureteral Stones. *Medical archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina)*. 2017;71(2):137–140. doi:10.5455/medarh.2017.71.137-140.
20. Yilmaz E, Batislam E, Basar MM, Tuglu D, Ferhat M, Basar H. The comparison and efficacy of 3 different alpha1-adrenergic blockers for distal ureteral stones. *The Journal of urology*. 2005;173(6):2010–2012. doi:10.1097/01.ju.0000158453.60029.0a.
21. Molina WR, Kim FJ, Spendlove J, Pompeo AS, Sillau S, Sehr DE. The S.T.O.N.E. Score: A new assessment tool to predict stone free rates in

- ureteroscopy from pre-operative radiological features. *International braz j urol.* 2014;40(1):23–29. doi:10.1590/S1677-5538.IBJU.2014.01.04.
22. Donaldson JF, Lardas M, Scrimgeour D, u. a. Systematic review and meta-analysis of the clinical effectiveness of shock wave lithotripsy, retrograde intrarenal surgery, and percutaneous nephrolithotomy for lower-pole renal stones. *European Urology.* 2015;67(4):612–616. doi:10.1016/j.eururo.2014.09.054.
 23. Schendera CF. *Deskriptive Statistik.* 1. Aufl. Konstanz,München: UKG Verlagsgesellschaft mBh; 2015.
 24. Resorlu B, Unsal A, Gulec H, Oztuna D. A New Scoring System for Predicting Stone-free Rate After Retrograde Intrarenal Surgery: The „Resorlu-Unsal Stone Score“. *Urology.* 2012;80(3):512–518. doi:10.1016/j.urology.2012.02.072.
 25. Thomas K, Smith NC, Hegarty N, Glass JM. The Guy’s Stone Score—Grading the Complexity of Percutaneous Nephrolithotomy Procedures. *Urology.* 2011;78(2):277–281. doi:10.1016/j.urology.2010.12.026.
 26. G. Bonkat, R. Pickard, R. Bartoletti, T. Cai, F. Bruyère, S.E. Geerlings, B. Köves FW, A. Pilatz, B. Pradere RV. EAU Guidelines on Urological Infections. <http://uroweb.org/guideline/urological-infections/#3>. Published 2018. Zugegriffen Mai 11, 2018.
 27. Logistische Regressionsanalyse. https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/zusammenhaenge/lreg.html. Published 2018. Zugegriffen April14, 2019.
 28. Schuster B. *Statistik für Human und Sozialwissenschaftler.* 7. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2010.
 29. Fernandez De La Maza S, Noldus J, Huland H. Die Ureterorenoskopie (URS) in der Behandlung von Harnleitersteinen. *Der Urologe.* 1999;38(2):128–132. doi:10.1007/s001200050255.
 30. Wang M, Shi Q, Wang X, Yang K, Yang R. Prediction of outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy in the management of ureteric calculi. *Urological Research.* 2011;39(1):51–57. doi:10.1007/s00240-010-0274-5.
 31. Tauber V, Wohlmuth M, Hochmuth A, Schimetta W, Schimetta W, Krause FS. Efficacy Management of Urolithiasis: Flexible Ureteroscopy versus

- Extracorporeal Shockwave Lithotripsy. *Urologia internationalis*. 2015;95(3):324–328. doi:10.1159/000439356.
32. Mueller J, Riechert-Mühe N, Schrader AJ, u. a. Einfluss der Ureterschienung vor ureterorenoskopischer Behandlung von Harnleitersteinen. *Der Urologe*. 2014;53(11):1656–1660. doi:10.1007/s00120-014-3587-0.
 33. Botoca M, Bucuras V, Boiborean P, Herman I, Cumpanas A, Miclea F. 543 The learning curve in ureteroscopy for the treatment of ureteric stones. How many procedures are needed to achieve satisfactory skills? *European Urology Supplements*. 2004;3(2):138. doi:10.1016/S1569-9056(04)90538-6.
 34. Al-Naimi A, Alobaidy A, Majzoub A, Ibrahim TAA. Evaluation of ureteroscopy outcome in a teaching hospital. *Turkish Journal of Urology*. 2016;42(3):155–161. doi:10.5152/tud.2016.17037.
 35. El-Nahas AR, El-Tabey NA, Eraky I, u. a. Semirigid Ureteroscopy for Ureteral Stones: A Multivariate Analysis of Unfavorable Results. *The Journal of Urology*. 2009;181(3):1158–1162. doi:10.1016/J.JURO.2008.10.167.
 36. Macejko A, Okotie OT, Zhao LC, Liu J, Perry K, Nadler RB. Computed Tomography-Determined Stone-Free Rates for Ureteroscopy of Upper-Tract Stones. *Journal of Endourology*. 2009;23(3):379–382. doi:10.1089/end.2008.0240.
 37. Bichler K-H. *Das urologische Gutachten*. 2. Aufl. Heidelberg: Springer-Verlag; 2013.
 38. Shields JM, Bird VG, Graves R, Gómez-Marín O. Impact of Preoperative Ureteral Stenting on Outcome of Ureteroscopic Treatment for Urinary Lithiasis. *The Journal of Urology*. 2009;182(6):2768–2774. doi:10.1016/J.JURO.2009.08.043.
 39. Berardinelli F, Cindolo L, De Francesco P, u. a. The surgical experience influences the safety of retrograde intrarenal surgery for kidney stones: a propensity score analysis. *Urolithiasis*. 2017;45(4):387–392. doi:10.1007/s00240-016-0919-0.
 40. Jessen JP, Breda A, Brehmer M, u. a. International Collaboration in Endourology: Multicenter Evaluation of Prestenting for Ureterorenoscopy.

- Journal of Endourology*. 2016;30(3):268–273. doi:10.1089/end.2015.0109.
41. Chu L, Sternberg KM, Averch TD. Preoperative Stenting Decreases Operative Time and Reoperative Rates of Ureteroscopy. *Journal of Endourology*. 2011;25(5):751–754. doi:10.1089/end.2010.0400.
 42. Fuganti PE, Pires S, Branco R, Porto J. Predictive Factors for Intraoperative Complications in Semirigid Ureteroscopy: Analysis of 1235 Ballistic Ureterolithotripsies. *Urology*. 2008;72(4):770–774. doi:10.1016/J.UROLOGY.2008.05.042.
 43. Knipper S, Tiburtius C, Gross AJ, Netsch C. Is Prolonged Operation Time a Predictor for the Occurrence of Complications in Ureteroscopy? *Urologia internationalis*. 2015;95(1):33–37. doi:10.1159/000367811.
 44. Osther PJS. Risks of flexible ureterorenoscopy: pathophysiology and prevention. *Urolithiasis*. 2018;46(1):59–67. doi:10.1007/s00240-017-1018-6.
 45. Lildal SK, Nørregaard R, Andreassen KH, u. a. Ureteral Access Sheath Influence on the Ureteral Wall Evaluated by Cyclooxygenase-2 and Tumor Necrosis Factor- α in a Porcine Model. *Journal of Endourology*. 2017;31(3):307–313. doi:10.1089/end.2016.0773.
 46. Yuruk E, Binbay M, Ozgor F, Erbin A, Berberoglu Y, Muslumanoglu AY. Flexible Ureterorenoscopy Is Safe and Efficient for the Treatment of Kidney Stones in Patients With Chronic Kidney Disease. *Urology*. 2014;84(6):1279–1284. doi:10.1016/j.urology.2014.07.038.
 47. Levey AS, Bosch JP, Lewis JB, Greene T, Rogers N, Roth D. A More Accurate Method To Estimate Glomerular Filtration Rate From Serum Creatinine: A New Prediction Equation. *Annals of internal medicine*. 1999;130(6):461–470. doi:199903160-00002.
 48. Hoarau N, Martin F, Lebdai S, u. a. Impact of retrograde flexible ureteroscopy and intracorporeal lithotripsy on kidney functional outcomes. *Int Braz J urol*. 2015;41(5):920–926. doi:10.1590/S1677-5538.IBJU.2014.0402.
 49. Gul Z, Alazem K, Li I, Monga M. Predicting procedural pain after ureteroscopy: does hydrodistention play a role? *Int Braz J Urol*. 2016;42(4):734–739. doi:10.1590/S1677-5538.IBJU.2015.0275.

50. Gibson SJ, Helme RD. Age-related differences in pain perception and report. *Clinics in geriatric medicine*. 2001;17(3):433–56, v–vi. doi:10.1016/S0749-0690(05)70079-3.
51. Gagliese L, Katz J. Age differences in postoperative pain are scale dependent: a comparison of measures of pain intensity and quality in younger and older surgical patients. *Pain*. 2003;103(1):11–20. doi:10.1016/S0304-3959(02)00327-5.
52. Benrath J, Hatzenbühler M, Fresenius M, Heck M. *Repetitorium Schmerztherapie Zur Vorbereitung auf die Prüfung „Spezielle Schmerztherapie“*. 4.Aufl. Heidelberg: Springer-Verlag; 2015.

Lebenslauf

Zur Person

Name: Julia Maria Zucca geb. Bultmann
Geboren am: 11.08.1991
Geburtsort: Bad Neuenahr-Ahrweiler
Anschrift: Heerstraße 89, 53111 Bonn
Familienstand: verheiratet

Ausbildung

02/2019 – heute Weiterbildungsassistentin Allgemeinmedizin Praxisklinik Bornheim
07/2018 – 12/2018 Assistenzärztin Innere Medizin GFO Kliniken Troisdorf
10/2011 – 11/2017 Studium der Humanmedizin an der Goethe Universität, Frankfurt am Main
11/2016 – 10/2017 Praktisches Jahr am Sankt Katharinen-Krankenhaus, Frankfurt am Main
04/2011 – 09/2011 Freiwilliges Soziales Jahr am Universitätsklinikum Bonn
08/2002 – 03/2011 Peter-Joerres-Gymnasium, Bad Neuenahr-Ahrweiler
Abiturdurchschnitt: 1,5
08/1998 – 07/2002 Grundschule Burgbrohl

Sprachkenntnisse

Deutsch: Muttersprache
Englisch: Fließend in Wort und Schrift
Französisch: Grundkenntnisse

Besondere Fähigkeiten

09/2010 Auszeichnung mit dem Dr. Hans Riegel-Fachpreis für die beste Facharbeit in Biologie in Rheinland-Pfalz
03/2010 Erwerb des Cambridge Certificate in Advanced English
2010 – 2012 Mitarbeit und Veröffentlichungen im Heimatjahrbuch des Kreises Ahrweiler
2004 – 2011 (Chef-)Redakteurin der Schüler- und Abiturzeitung

Schriftliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel

Präoperative und intraoperative Faktoren zur Prädiktion des Outcomes bei der endourologischen Steintherapie durch rigide oder flexible Ureterorenoskopie

in der Klinik für Urologie unter Betreuung und Anleitung von Prof. Dr. Igor Tsaur mit Unterstützung durch PD Dr. Thomas Höfner ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe. Darüber hinaus versichere ich, nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht. Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

(Ort, Datum)

(Unterschrift)