


Eingereicht von  
**Hendrik Epping**  
01618920  
Hendrik-  
Epping@outlook.de

Angefertigt am  
Ordensklinikum  
Barmherzige Schwestern  
Linz

Beurteiler  
**Prim. Univ. Prof. Dr.**  
**Rainer Schöfl**

Januar 2021

# **Flexible endoskopische Therapie bei Zenker- Divertikel**



Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Dr. med. univ.

im Masterstudium

Humanmedizin

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt bzw. die wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Die vorliegende Masterarbeit ist mit dem elektronisch übermittelten Textdokument identisch.

Linz, 25.01.2021

Ort, Datum

H. Epping  
Unterschrift

## **Gender Erklärung**

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wir im folgenden Text auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Personenbegriffe verzichtet. Gemeint und angesprochen sind – sofern zutreffend – immer beide Geschlechter.

## Inhaltverzeichnis

Zusammenfassung .....	6
Abstract .....	7
1. Einleitung.....	8
1.1. Zenker-Divertikel.....	8
1.2. Definition und Klassifikation .....	8
1.3. Epidemiologie .....	8
1.4. Ätiopathogenese .....	9
1.5. Symptome und Komplikationen .....	10
1.6. Diagnostik .....	11
1.7. Differenzialdiagnosen .....	12
1.8. Therapiemanagement.....	13
1.8.1. Entwicklung der Therapiemethoden .....	13
1.8.2. Offener transzervikaler Zugang .....	14
1.8.3. Starre endoskopische Divertikulotomie .....	16
1.8.4. Flexible endoskopische Divertikulotomie.....	16
1.8.5. Wahl der optimalen Therapie.....	19
2. Zielsetzung .....	21
3. Material und Methodik .....	22
3.1. Grundlage der Masterarbeit .....	22
3.2. Patientenkollektiv .....	22
3.3. Datenerfassung.....	22
3.4. Statistik .....	24
4. Ergebnis .....	25
4.1. Patientencharakteristika.....	25
4.2. Präinterventionelle Diagnostik .....	26
4.2.1. Symptomatik .....	26
4.2.2. Relevante Nebendiagnosen .....	26
4.2.3. Apparative Diagnostik.....	27
4.3. Intervention .....	28
4.3.1. Instrumentarium .....	29
4.4. Eingriffssicherheit.....	33
4.4.1. Komplikationen während des Eingriffs.....	33
4.4.2. Postinterventioneller Verlauf.....	33

4.4.1. Abhängigkeit vom Interventionszeitraum, vom Schneidewerkzeug und der Einstellungstechnik .....	34
4.5. Hospitalisationsdauer.....	35
4.6. Technischer Interventionserfolg.....	36
4.6.1. Abhängigkeit vom Interventionszeitraum, vom Schneidewerkzeug und der Einstellungstechnik .....	36
4.7. Kurzfristiger klinischer Interventionserfolg .....	37
4.8. Langfristiger Interventionserfolg.....	38
4.8.1. Abhängigkeit vom Interventionszeitraum, vom Schneidewerkzeug und der Einstellungstechnik .....	39
5. Diskussion .....	40
5.1. Zusammenfassung der Hauptergebnisse .....	40
5.2. Diskussion der Methode .....	40
5.3. Diskussion der Ergebnisse .....	41
6. Fazit und Ausblick .....	44
Abbildungsverzeichnis.....	45
Tabellenverzeichnis.....	45
Abkürzungsverzeichnis.....	45
Literaturverzeichnis .....	47
Anhang .....	51

## Zusammenfassung

**Hintergrund und Ziele:** Das Zenker-Divertikel betrifft mit einem Erkrankungsgipfel in der 7. und 8. Lebensdekade vor allem ältere Patienten mit einem erhöhten Operations- und Narkoserisiko. Diese Risiken in Verbindung mit dem demographischen Wandel machen eine schonende und breit anwendbare Behandlungsmethode erforderlich. Die flexible Divertikulotomie stellt eine solche dar. In dieser biventrischen Studie am Ordensklinikum Linz Barmherzige Schwestern und Elisabethinen wurde die Effektivität und Sicherheit dieses Verfahrens untersucht.

**Methodik:** Diese retrospektive Studie umfasst alle endoskopisch-flexiblen Divertikulotomien, die im Zeitraum vom 01.01.2010 bis zum 31.12.2019 in den genannten Kliniken durchgeführt wurden. Dabei wurden Arztbriefe, Operationsprotokolle sowie Bild- und Pflegedokumentationen aus dem Krankenhausinformationssystem „SAP® Logon Pad 740“ ausgewertet. Zur statistischen Signifikanzprüfung wurde der Exakte Test nach Fisher angewandt.

**Ergebnisse:** Insgesamt wurden 78 flexible Divertikulotomien ausgewertet. 53 (67,9%) wurden an männlichen und 25 (32,1%) an weiblichen Patienten vorgenommen. Das durchschnittliche Alter zum Interventionszeitpunkt betrug 71,2 ( $SD \pm 12,3$ ) Jahre. Im Median betrug die Hospitalisationsdauer 4 Tage.

Die Patienten präsentierte sich zum Großteil mit Dysphagie (82,2%) und Regurgitation (45,2%). Präinterventionell betrug die Divertikelgröße im Durchschnitt 3,1 cm ( $SD \pm 1,4$ ). Die meisten Interventionen wurden mittels Hook-Knife (52,1%) oder Triangle-Tip Knife (35,2%) ausgeführt. Zur Darstellung des Divertikels wurde überwiegend die Distanzkappe (72,6%) verwendet.

Ein primärer Eingriffserfolg konnte bei 94,3% der Eingriffe erzielt werden. Es kam zu keinen letalen und lediglich bei 2 (2,6%) Eingriffen zu schweren intensiv-pflichtigen Komplikationen. Bei 10 (12,8%) weiteren Eingriffen kam es zu leichten Komplikationen in Form von gut kontrollierbaren Blutungen.

Im Follow-Up konnten 52 Patienten verfolgt werden. Hiervon entwickelten 11 (21,9%) ein Rezidiv und wurden zum Teil erneut behandelt. Letztendlich konnte nach Ausschöpfung der interventionellen Möglichkeiten lediglich 4 Patienten (7,7%) nicht zufriedenstellend geholfen werden.

Der primäre Eingriffserfolg, die Minor-Komplikationsrate sowie die Rezidivrate zeigten eine positive Entwicklung im zeitlichen Verlauf dieser Studie. Daraus lässt sich auf eine Lernkurve bei dieser komplexen Interventionstechnik schließen.

**Schlussfolgerung:** Die flexible Divertikulotomie gewinnt zunehmend an Bedeutung in der Behandlung des Zenker-Divertikels. Sie stellt eine sichere und effektive Behandlungsoption dar. Um den Eingriffserfolg in Zukunft besser quantifizieren zu können, ist die Anwendung validierter Scores wie des Dysphagiescores zu empfehlen. Des Weiteren könnte eine Validierung weiterer klinischer Scores für Zenker-Divertikel, wie der Achalasie bezogene Eckardt-Score nützlich sein.

## Abstract

**Introduction:** With an incidence peak in the seventh and eight decades of life, Zenker's diverticulum primarily affects elderly individuals. Due to the collective's increased surgical and anesthetic risk and the demographic change, a gentle treatment method is required. The flexible diverticulotomy is such a method. In this study from the "Ordensklinikum Linz Barmherzige Schwestern und Elisabethinen" the effectiveness and safety of this procedure was examined.

**Method:** This retrospective study includes all flexible diverticulotomies performed between the January 2010 and December 2019 in the clinics mentioned above. Physicians' documentations, intraoperative protocols, images and care documentations from the hospital information system "SAP Logon Pad 740" were evaluated. The significance of the results was tested by the Fisher's exact test.

**Results:** In total, 78 flexible diverticulotomies were performed, 53 (67,9%) on male patients and 25 (32,1%) on female patients. Patients' average age was 71,2 years ( $SD \pm 12,3$ ). The median duration of hospitalization was 4 days.

Most of the patients presented with dysphagia (82,2%) and regurgitation (45,2%). Preinterventionally, the diverticulum measured 3,1 centimeters ( $SD \pm 1,4$ ) on average. Most of the interventions were carried out by using a Hook-knife (52,1%) or a Triangle-Tip knife (35,2%). The distance cap was predominantly (72,6%) used to visualize the diverticulum. The procedure was technically successful in 94,3% of the cases. There were no lethal complications. Only 2 (2,6%) interventions led to serious complications, that had to be treated at the intensive care unit. Slight complications occurred in 10 (12,8%) further interventions.

In the follow-up, 52 patients were evaluated. 11 (21,1%) patients relapsed and were partially treated again. After exploiting all interventional capabilities, only 4 patients (7,7%) could not be helped satisfactorily.

The surgical success rate, the minor complication rate and the recurrence rate showed a positive development throughout the course of this study. This suggests a learning curve for this complex intervention technique.

**Conclusion:** Flexible diverticulotomy is a safe and effective procedure that is becoming increasingly important in the treatment of Zenker's diverticulum. In order to better quantify its therapeutic success, it is recommended to use validated scores, such as the dysphagia score. Further, a validation of other clinical scores, like the Eckardt-Score of Achalasia, might also be helpful.

## 1. Einleitung

### 1.1. Zenker-Divertikel

Erstmals 1769 beschrieb und zeichnete Abraham Ludlow einen „unnatürlichen pharyngealen Sack“. Diesen entdeckte er bei einer Autopsie eines 50-jährigen Mannes, welcher zuvor unverdautes Essen erbrochen hatte und letztendlich an einer obstruktiven Schluckstörung verstorben war. (1)

Über 100 Jahre nach der ersten Beschreibung veröffentlichte Friedrich Albert von Zenker zusammen mit Hugo von Ziemssens das Werk „Krankheiten des Ösophagus“. In ihrem Buch wurden unter anderem 34 Fälle des pharyngealen Sacks analysiert und es folgte eine genaue Beschreibung sowie Klassifizierung. (2) Um die systematische Aufarbeitung dieses Krankheitsbildes zu würdigen, wurde es später als Zenker-Divertikel bezeichnet. (3)

### 1.2. Definition und Klassifikation

In der Medizin beschreibt ein Divertikel (lat. diverticulum = Scheideweg) die Ausstülpung einer Wand eines Hohlorgans. Diese kann eine bläschen-, sack- oder birnenartige Form annehmen. Grundsätzlich können Divertikel nach den betroffenen Wandabschnitten und ihrer Pathogenese eingeteilt werden. Hierbei werden die echten Traktionsdivertikel von den unechten Pulsionsdivertikeln unterschieden. (4)

Bei den echten Traktionsdivertikeln (lat. tractio = Zug) sind alle Wandschichten beteiligt. Sie entstehen durch vermehrten Zug von außen, beispielsweise durch entzündliche Veränderungen oder Vernarbungen im Bereich des Mediastinums. Sie machen etwa 20% der Ösophagus-Divertikel aus und treten typischer Weise parabronchial bzw. bifurkal assoziiert mit TBC auf. (4,5)

Die unechten Divertikel oder auch Pseudodivertikel zeichnen sich dadurch aus, dass lediglich die Lamina mucosa und Tela submucosa durch Schwachstellen in der Tunica muscularis nach außen gedrückt werden. Aufgrund dieser Pathogenese werden sie auch als Pulsionsdivertikel (lat. pulsare = stoßen, klopfen) bezeichnet. Insgesamt machen sie 80% der Ösophagus-Divertikel aus.

Dabei treten 70% im zervikalen Bereich auf. Neben den seltenen Killian-Jamieson-Divertikel und Laimer Divertikel stellt das Zenker-Divertikel den häufigsten Vertreter in dieser Gruppe dar und ist damit das häufigste Divertikel des oberen Verdauungstraktes. Die restlichen 10% der ösophagealen Divertikel finden sich im epiphrenischen Bereich. (3,4,6)

Erwähnenswert ist, dass das Zenker-Divertikel zwar häufig als Ösophagus-Divertikel bezeichnet und auch so behandelt wird, anatomisch gesehen aber dem Hypopharynx zuzuordnen ist.

Formal betrachtet handelt es sich also um ein Hypopharynx-Divertikel. (5)

### 1.3. Epidemiologie

Das Zenker-Divertikel ist zwar das häufigste Divertikel des oberen Verdauungstrakts, mit einer Inzidenz von 2 pro 100.000 Einwohner dennoch eine eher seltene Erkrankung. Die Dunkelziffer könnte jedoch wesentlich höher sein, da nicht jedes Divertikel zwangsläufig schwere Symptome verursacht. (7)

Typischerweise treten Zenker-Divertikel in der 7. Und 8. Lebensdekade auf. Vor dem 40. Lebensjahr und in der Kindheit stellen sie eine Rarität dar. (7,8)

Darum ist davon auszugehen, dass die Fallzahl aufgrund des demographischen Wandels in Zukunft zunehmen wird. (9)

Auch innerhalb des älteren Patientenkollektives sind bemerkenswerte epidemiologische Charakteristika festzustellen. So sind Männer 1,5-mal häufiger betroffen als Frauen und innerhalb Europas konnte ein Nord-Süd-Gefälle beobachtet werden. Als mögliche Ursache wird ein längerer Hals aufgeführt, welcher als anatomische Prädisposition gilt.

Außerdem treten Zenker-Divertikel gehäuft in den USA, Kanada und in Australien auf. In Japan und Indonesien hingegen sind sie selten zu finden. (10)

## 1.4. Ätiopathogenese

Die Ätiopathogenese des Zenker-Divertikels ist noch nicht abschließend geklärt. Es werden verschiedene Faktoren diskutiert, die letztendlich zur Entstehung des Divertikels führen können. Im Vordergrund stehen anatomische und funktionelle Ursachen. (11)

Die Prädilektionsstelle für das Auftreten des Zenker-Divertikels ist das Killian-Dreieck, dargestellt in Abbildung 1. Das Killian-Dreieck stellt einen weitgehend muskelarmen bzw. muskelfreien Bereich an der Dorsalwand des Hypopharynx dar. Es befindet sich in der Pars circopharyngea des Musculus constrictor pharyngeus inferior. Die lange Seite des Dreiecks wird von kaudal durch die Pars fundiformis und die beiden Schenkel des Dreiecks durch die Pars obliqua begrenzt. Die Pars fundiformis spielt bei der Entstehung des Zenker-Divertikels eine entscheidende Rolle, da diese ein Teil des Septums zwischen Ösophagus und Divertikel bildet. (10)

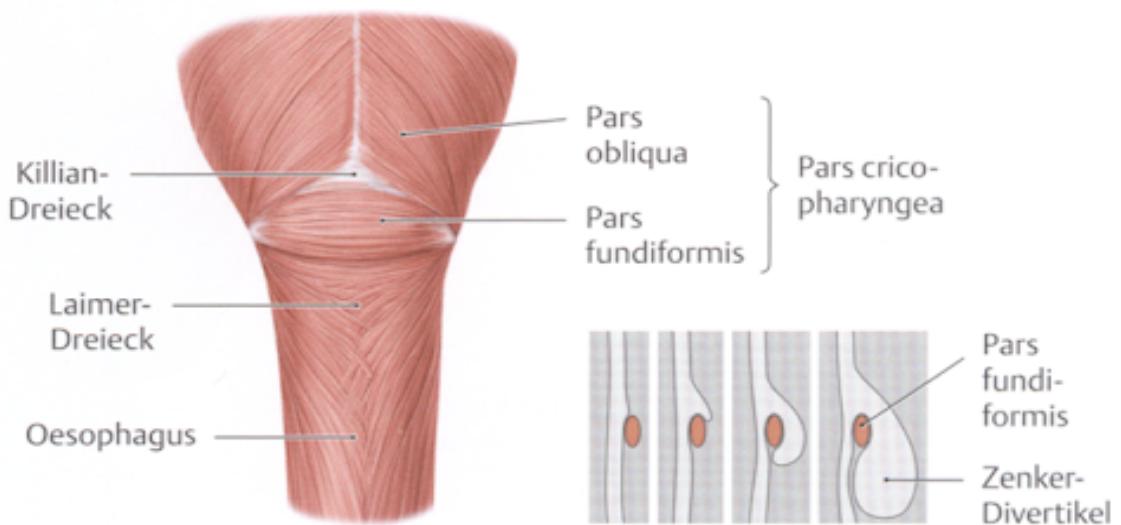


Abbildung 1: Killian-Dreieck  
Quelle: Schünke, Michael; Schulte, Erik; Schumacher, Udo; 2015; PROMETHEUS LernAtlas der Anatomie Kopf, Hals und Neuroanatomie; S. 199

Die These der anatomischen Schwäche des Killian-Dreiecks als Ursache für die Entstehung des Zenker-Divertikels wird durch anthropologische Daten gestützt. Hierbei korreliert die Größe des Killian-Dreiecks mit der Körpergröße und der Ausmaße des Larynx. Dies könnte eine mögliche Erklärung für die höhere Inzidenz bei Männern und der nördlichen Bevölkerung sein. (12) Die Prädilektionsstelle des Zenker-Divertikels kann innerhalb des Killian-Dreiecks noch weiter spezifiziert werden. Interessanterweise tritt das Divertikel in ca. 90% der Fälle nahe der Mittellinie aber eher linksseitig auf. Die Ursache hierfür ist bis heute noch nicht abschließend

geklärt. Einerseits wurde ein inverser Zusammenhang mit der Händigkeit des Patienten vermutet (13), andererseits wurden die leicht links konvexe Krümmung des Ösophagus sowie eine leichtere Befestigung an der prävertebralen Faszie auf der linken Seite als Ursache diskutiert. (14) Eine neuere anatomische Studie konnte zudem zeigen, dass das Killian-Dreieck auf der linken Seite dünner ist als auf der rechten Seite. Der Grund hierfür ist ebenfalls noch nicht bekannt. (15)

Neben den anatomischen Ursachen wird ein erhöhter intraluminaler Druck aufgrund eines erhöhten Tonus des oberen Ösophagussphinkters als Ursache für das Zenker-Divertikel aufgeführt. (16,17)

Histologisch kann bei Zenker-Divertikeln eine Abnahme von Muskelgewebe und Elastin und im Gegenzug eine Zunahme von fibrotischem Gewebe und Kollagen festgestellt werden. (18) Dies kann sowohl Ursache als auch Folge des erhöhten Drucks sein und schwächt zusätzlich die Wand des Hypopharynx.

Zusätzlich konnte eine Korrelation zwischen Hiatushernien bzw. gastroösophagealen Reflux (GERD) und Zenker-Divertikeln beobachtet werden. Der genaue Zusammenhang zwischen GERD und Zenker-Divertikeln ist jedoch nicht vollständig geklärt. Eine mögliche Begründung hierfür könnte in der reflektorischen Verkürzung des Ösophagus liegen. Durch die Verkürzung wird Zug auf die Pars cricopharyngea ausgeübt, was zu einer weiteren Schwächung der Ösophaguswand führt. (11,17)

Letztendlich passen all diese Thesen gut zu der Definition des Pulsionsdivertikels, wodurch die multifaktorielle Genese des Zenker-Divertikels unterstrichen wird.

Zusätzlich lassen seltene familiäre Häufungen an eine mögliche genetische Komponente denken. (19,20)

## 1.5. Symptome und Komplikationen

Die Entwicklung der Symptome kann stark variieren. Manche Patienten zeigen innerhalb von wenigen Wochen schwere Symptome, wohingegen andere Patienten über Jahre hinweg nur eine geringfügige Symptomprogredienz zeigen. In der Regel führt eine Vergrößerung des Divertikels zu einer Aggravation der Symptome. Es werden jedoch auch asymptomatische Verläufe beschrieben.

In den meisten Fällen äußert sich das Zenker-Divertikel durch Dysphagie und/oder Regurgitation von unverdauter Nahrung. Anders als beim Erbrechen erfolgt die Regurgitation nicht über eine Druckerhöhung durch Antiperistaltik und Anspannung des Zwerchfells sowie der Bauchmuskulatur, sondern rein passiv. In der Regel ist diese auch nicht mit Übelkeit verbunden. Allerdings kann es bei der Regurgitation ebenfalls zur Aspiration von Nahrung kommen, was sich beispielsweise durch Husten äußern kann. Im schlimmsten Fall kann sich daraus eine lebensgefährliche Aspirationspneumonie entwickeln.

Durch die Ansammlung von Nahrung im Divertikel beklagen manche Patienten ein Globusgefühl und häufig entsteht durch die Zersetzung der Nahrung auch chronischer Mundgeruch.

Zusätzlich kann ein zervikaler Borborygmus zu vernehmen sein. Dabei handelt es sich um gurgelnde Geräusche, die üblicherweise als Folge der Durchmischung von Flüssigkeit und Gasen im Darm entstehen. Durch die Ansammlung von Flüssigkeiten und Nahrung im Zenker-Divertikel können diese auch in der Halsregion auftreten.

Aufgrund des Divertikels kann es außerdem zu einer verringerten Nahrungsaufnahme kommen, was zu Malnutrition und Gewichtsverlust führt. (7)

Neben der bereits genannten Aspirationspneumonie kann es zu weiteren schweren Komplikationen kommen. Hierzu zählen vor allem Ulzerationen und Blutungen. Insbesondere bei Patienten mit blutverdünnender Medikation kann dies zu einer akut lebensgefährlichen Situation führen. (9,10)

Bei entsprechender Größe kann es durch das Zenker-Divertikel außerdem zu einer Kompression des Ösophagus und der Trachea kommen. (23) Selten führt dies auch zu einer ipsilateralen Parese der Stimmbänder, die sich bei den Patienten durch Heiserkeit äußert. (24) In 0,3 bis 0,7% der Fälle wurde außerdem eine Assoziation mit einem Plattenepithelkarzinom beschrieben. Entsprechende Risikofaktoren hierfür sind ein höheres Lebensalter, männliches Geschlecht, eine lange Vorgeschichte und größere Divertikel. Diesen Faktoren sollte eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, um ein mögliches Karzinom rechtzeitig zu entdecken und eine entsprechende Therapie einzuleiten. (25)

Das Zenker-Divertikel kann zudem die Behandlung anderer Erkrankungen erschweren. Die Effektivität von Medikamenten wird mitunter abgeschwächt, wenn diese statt in den Verdauungstrakt in das Zenker-Divertikel gelangen. (26)

Zudem kann das Zenker-Divertikel Schwierigkeiten bei der endoskopischen Abklärung des Gastrointestinaltrakts bereiten. Ein Fallbericht aus dem Jahr 2011 beschrieb beispielsweise eine skurrile Komplikation bei der Abklärung einer gastrointestinalen Blutung. Die für die Diagnostik eingesetzte Endoskopie-Kapsel gelangte nicht in den Gastrointestinaltrakt, sondern wurde in einem 9 cm langem Zenker-Divertikel wiedergefunden. (27)

## 1.6. Diagnostik

Die Diagnostik des Zenker-Divertikels basiert auf einer ausführlichen Anamnese in Verbindung mit einer apparativen Diagnosesicherung.

In der Anamnese sollten in erster Linie die zuvor beschriebenen Symptome abgefragt werden. Hierbei stehen vor allem die progressive Dysphagie und die Regurgitation der unverdauten Nahrung im Vordergrund. Tritt die typische Symptomatik in Verbindung mit einem erhöhten Lebensalter auf, sollte ein Zenker-Divertikel in Erwägung gezogen werden.

Mittel der Wahl zur Diagnosesicherung eines Zenker-Divertikels ist der Ösophagus-Breischluck. Dabei schluckt der Patient ein Kontrastmittel, meist Bariumsulfat, welches anschließend mittels Röntgenuntersuchung dargestellt wird. Heute oft in Form der (kontinuierlichen) Videocinematographie, die den Schluck-, Regurgitations- und Aspirationsprozess über die Zeit beobachten lässt.

Das Zenker-Divertikel wird üblicherweise nach der Brombart-Klassifikation eingeteilt (siehe Tabelle 1, Abbildung 2). (28)

Brombart Stadium	Beschreibung
I	Vorwölbung zwischen 2 und 3 mm
II	keulenförmige Aussackung von bis zu 8 mm
III	sackförmig mit einem Längsdurchmesser von mehr als 10 mm
IV	zusätzliche Kompression des Ösophagus

Tabelle 1: Brombart-Klassifikation



Abbildung 2: Brombart Stadien I bis IV von links nach rechts

Quelle: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zenker\\_Divertikel\\_Stadien.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zenker_Divertikel_Stadien.jpg)

Zusätzlich sollte eine endoskopische Untersuchung durchgeführt werden, um eine mögliche Malignität auszuschließen. (25)

Eine Alternative zum Ösophagus-Breischluck, insbesondere bei Patienten, denen es schwerfällt, den Bariumbrei zu schlucken, stellt die transkutane Sonographie dar. Außerdem ermöglicht sie eine Differenzierung zu anderen Erkrankungen im Halsbereich, wie Lymphadenopathien oder Schilddrüsentumore. (29)

## 1.7. Differenzialdiagnosen

Als Leitsymptom des Zenker-Divertikels steht die Dysphagie im Vordergrund. Schluckstörungen können von einer ganzen Reihe anderer Erkrankungen verursacht werden, welche bei der Diagnostik des Zenker-Divertikels zu beachten sind.

Generell können Dysphagien nach ihrer Lokalisation klassifiziert werden. Unterschieden werden oropharyngeale Dysphagien, welche den Pharynx und den proximalen Ösophagus betreffen, von den ösophagealen Schluckstörungen, die hauptsächlich den Ösophagus und den ösophagogastralen Übergang betreffen.

Das Zenker-Divertikel lässt sich den Erkrankungen der oropharyngealen Dysphagien zuordnen, weshalb dieser Gruppe bei der Differentialdiagnostik ein besonderes Augenmerk geschenkt werden sollte.

Unterteilt werden die oropharyngealen Dysphagien in mechanische bzw. obstruktive und in neuromuskuläre Störungen.

Obstruktive Probleme entstehen durch Entzündungen, beispielsweise hervorgerufen durch eine Infektion wie ein retropharyngealer Abszess.

Außerdem können Obstruktionen durch Tumore verschiedenster Art bedingt sein. Aufgrund der Lokalisation kommen hierbei vor allem Schilddrüsentumore, Lymphadenopathien, oropharyngeale Tumore und andere Kopf-Hals-Tumore in Betracht. Auch die Behandlung dieser Erkrankungen mittels Operation oder Bestrahlung kann zu Fibrosen und Stenosen und letztendlich zu Schluckstörungen führen.

Die neuromuskulären Ursachen können in kontraktile Störungen und Erkrankungen des zentralen Nervensystems (ZNS) eingeteilt werden. Zu den kontraktilen Störungen zählt die Myasthenia gravis und die okulopharyngeale Muskeldystrophie.

Zahlreiche Erkrankungen des ZNS, deren Inzidenz stark mit dem zunehmenden Lebensalter korreliert, führen ebenfalls zu Dysphagie. Aufgrund der ähnlichen Epidemiologie sollte diesen daher differenzialdiagnostisch eine besondere Beachtung geschenkt werden. Im Vordergrund stehen hierbei Parkinson-Erkrankung, Demenz und Schlaganfälle. Gerade Insulte sollten stets ausgeschlossen werden, da diese die häufigste Ursache für eine Dysphagie darstellen. Außerdem führt die amyotrophe Lateralsklerose im Verlauf zu erheblichen Schluckstörungen. Auch die ösophagealen Schluckstörungen gilt es zu bedenken. Zu diesen zählen unter anderem die Achalasie und andere ösophageale Motilitätsstörungen, Neoplasien, Inflammationen wie die eosinophile Ösophagitis, (meist peptische) Stenosen des Ösophagus sowie sogenannte Webs (Plummer-Vinson-Syndrom). Außerdem können Systemerkrankungen wie die Sklerodermie zu erheblichen Schluckstörungen führen. (30)

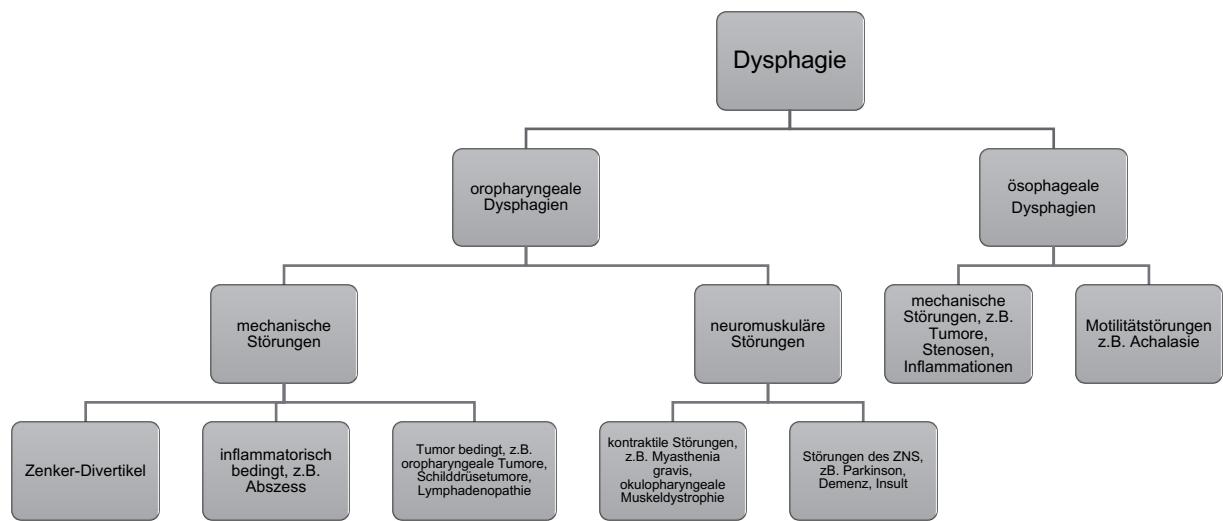


Abbildung 3: Differentialdiagnosen Zenker-Divertikel  
 Quelle: eigene Darstellung

## 1.8. Therapiemanagement

Die definitive Behandlung eines symptomatischen Zenker-Divertikels erfolgt chirurgisch oder interventionell. Prinzipiell werden drei verschiedene Methoden angewandt: die konventionellen Operationen über einen transzervikalen Zugang, die starre Divertikulotomie sowie die flexible Divertikulotomie. Das Grundprinzip der Divertikulotomie beruht dabei auf einer Spaltung des gemeinsamen Septums von Ösophagus und Zenker-Divertikel. (31)

Die konservative Behandlung des symptomatischen Zenker-Divertikels hat einen geringen Stellenwert. Sie findet lediglich bei Patienten Anwendung, bei denen chirurgische oder interventionelle Verfahren nicht durchgeführt werden können oder keine Besserung bewirken. Hierfür gibt es bisher kein Standardvorgehen. Neben diätetischen Maßnahmen können wegen des zuvor beschriebenen Zusammenhangs mit GERD Protonenpumpeninhibitoren möglicherweise einen Vorteil bringen. (11)

### 1.8.1. Entwicklung der Therapiemethoden

Die erste erfolgreiche Operation eines Zenker-Divertikels wurde 1886 von Wheeler beschrieben. (7,33) Seitdem wurden verschiedenste offene Operationstechniken entwickelt, welche lange Zeit die einzige Option zur Behandlung des Zenker-Divertikels darstellten. Die hohe Komplikations-

und Mortalitätsrate machte jedoch die Entwicklung anderer Behandlungstechniken erforderlich. (3)

Der endoskopische Therapieansatz wurde 1917 erstmalig von Mosher beschrieben. Er fand einen Weg mit einem überlangen Messer das gemeinsame Septum von Ösophagus und Zenker-Divertikel zu durchtrennen. Zunächst gelangen ihm gute Resultate. Allerdings entwickelte einer seiner Patienten eine Mediastinitis und verstarb, weshalb die Technik zunächst nicht weiterverfolgt wurde. (7,33)

1935 wurde eine modifizierte Variante von Dohlmann publiziert. Dieser präsentierte 39 Patienten, welcher er mithilfe eines doppelrippigen Hypopharyngoskops und einem Elektrokauter erfolgreich behandeln konnte. 25 Jahre später veröffentlichte Dohlmann erneut eine Studie, in der er inzwischen 100 Patienten mit dieser Technik erfolgreich behandelt hatte. Dabei betrug die Erfolgsrate 93% und gefährliche Komplikationen traten nicht auf. (7,34)

Ein weiterer Meilenstein der endoskopischen Behandlung des Zenker-Divertikels stellte die Veröffentlichung von van Overbeek 1984 dar. Er modifizierte die starre Divertikulotomie, indem er ein Operationsmikroskop einsetzte und die Schwelle mittels eines CO<sub>2</sub>-Lasers durchtrennte. Diese Technik findet heute nach wie vor Anwendung. (3,35)

Der finale Durchbruch für die starre endoskopische Divertikulotomie wurde 1993 erzielt. Hierbei wurde die Divertikulotomie mit Hilfe eines Staplers durchgeführt. Weitere Studien konnten die Überlegenheit der Stapler-Technik in Bezug auf Mortalität, Morbidität sowie Hospitalisationsdauer bestätigen. Dank dieser überzeugenden Ergebnisse konnte sich die Stapler-Technik als erste Therapieoption zur Behandlung eines Zenker-Divertikels durchsetzen. (36,37)

All diese Techniken basieren auf der Darstellung des Divertikels mit Hilfe eines starren Divertikuloskops, wobei trotz der guten Ergebnisse, auch diese Technik Grenzen hat und nicht für jeden Patienten optimal ist. Das Einführen eines starren Endoskops zur Darstellung des Divertikels erfordert eine gute Halsbeweglichkeit sowie eine weite Öffnung des Kiefers. Gerade bei dem älteren Patientenkollektiv des Zenker-Divertikels sind diese Voraussetzungen nicht immer gegeben. Auch ein hoher BMI, ein kurzer Hals und eine geringe hyomentale Distanz können die Darstellung des Divertikels erschweren. (38)

Hinzu kommt, dass für die starre Endoskopie eine Vollnarkose erforderlich ist, welche eine zusätzliche Belastung für ältere und multimorbide Patienten darstellt. (3,39)

Daher wurde von Mulder et al. und Ishioka et al. Eine neue Technik entwickelt und 1995 vorgestellt. Hierbei wurde erstmalig erfolgreich ein flexibles Endoskop für die Behandlung eines Zenker-Divertikels eingesetzt. Ein großer Vorteil dieses Eingriffs ist, dass die Patienten nicht zwangsläufig eine Vollnarkose brauchen, sondern auch in tiefer Sedation unter Propofol behandelt werden können. Somit stellt diese Technik auch eine Option für Patienten mit schlechterem Allgemeinzustand und hohem Operationsrisiko dar. (40,41)

Seither wurde diese Technik stets weiterentwickelt und hat sich inzwischen als eine sichere und zuverlässige Option in der Behandlung des Zenker-Divertikels etabliert. (42,43)

### 1.8.2. Offener transzervikaler Zugang

Seit der ersten erfolgreichen Operation 1886 von Wheeler wurden verschiedenste Operationstechniken mit dem offenen transzervikalen Zugang entwickelt: die Myotomie der Pars cricopharyngea des Musculus constrictor pharyngeus inferior, die Divertikulektomie, die Divertikelinvagination und die Divertikulopexie. Dabei können die drei zuletzt genannten auch jeweils mit der Myotomie kombiniert werden. (32,44)

Der chirurgische Zugangsweg ist prinzipiell für alle diese Eingriffe der Gleiche. Zunächst wird der Patient in Intubationsnarkose gelegt. Dann sollte eine Endoskopie erfolgen, bei welcher der Ösophagus und das Divertikel mit Divertikelsteg dargestellt werden. Gegebenenfalls sollte der Inhalt des Divertikels entleert werden. Im Anschluss wird das Divertikel mit einem methylenblaugetränkten Tupfer befüllt und so markiert. Danach wird eine Sonde im echten Ösophaguslumen platziert. Nach großzügiger Hautdesinfektion erfolgt eine Inzision am Vorderrand des Musculus sternocleidomastoideus. Das Divertikel befindet sich zwischen Ösophagus und Halswirbelsäule (HWS). Die Darstellung des Divertikels gelingt durch eine stumpfe Präparation medial der Carotisscheide. (3) Hierbei wird in der Regel die linke Seite für den Zugangsweg gewählt. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass das Zenker-Divertikel meist auf der linken Seite auftritt. (15) Ist das Divertikel dargestellt, gibt es verschiedene Vorgehensweisen.

Bei der Myotomie wird die Pars cricopharyngea aufgespalten. Die darunterliegende Mukosa sollte dabei nicht gespalten werden, um den Ösophagus nicht zu eröffnen. (3)

Das Prinzip der Myotomie beruht auf der Annahme, dass eine Funktionsstörung des oberen Ösophagussphinkters zur Pathogenese des Zenker-Divertikels essentiell beiträgt. Durch die Myotomie können die Größe, der Ruhedruck sowie der Bolusdruck des Sphinkters normalisiert werden. (44)

Wie bereits erwähnt findet die Myotomie Anwendung in Kombination mit der Divertikulektomie, der Divertikelversion oder der Divertikulopexie. Die Notwendigkeit der Myotomie wird durch eine erhöhte Rezidiv- und Fistelrate bei Eingriffen ohne zusätzliche Myotomie verdeutlicht.

(44,45) Bei kleinen Divertikeln (Brombart I, siehe Abb. 2) kann eine alleinige Myotomie gerechtfertigt sein, da diese die Progredienz des Divertikels verhindern kann. (44,46)

Eine Reihe von chirurgischen Studien konnte zeigen, dass die heute gängigste Methode bei einem offenen Zugang die Divertikulektomie mit Myotomie darstellt. (44) Bei der Divertikulektomie wird das Divertikel aufgesucht und beispielsweise mit einem Klammergerät abgesetzt. (3)

Daraus ergibt sich auch der Vorteil, dass das geringe Risiko der malignen Entartung des Divertikels minimiert wird. (25)

Bei der weniger populären Divertikulopexie wird der Divertikelsack aufgerichtet, sodass die Öffnung des Lumens nach kaudal zeigt und mit der Fascia praevertebralis vernäht. Dadurch können Nahrung und Medikamente beim Schluckakt nicht mehr in das Divertikel gelangen bzw. nicht mehr liegen bleiben.

Eine noch seltener Variante des offenen Zugangs stellt die Divertikelversion dar. Hierbei wird das Divertikel in den Ösophagus gestülpt und mit diesem vernäht.

Die Divertikulopexie und Divertikelversion bieten den Vorteil, dass der Ösophagus nicht eröffnet werden muss und somit das Risiko für Leckagen geringer ist. (3,44)

Insgesamt sind alle offenen chirurgische Ansätze sehr effektiv mit einer klinischen Erfolgsrate von 90-95%. (31) Auch langfristig bleiben 94% der Patienten beschwerdefrei. (47)

Gleichzeitig bedingt die hohe Invasivität der offenen Eingriffe eine höhere Mortalität (0,6%) und Morbidität (10,5%) im Vergleich zu den endoskopischen Ansätzen.

Komplikationen des Eingriffs sind vor allem Verletzungen des Nervus laryngeus recurrens, Leckagen oder Perforationen, zervikale Infektionen, Hämatome, respiratorische Infektionen, Stenosen und Mediastinitis.

Ein weiterer entscheidender Nachteil der offenen Operation ist die in der Regel längere Hospitalisationsdauer im Vergleich zu den endoskopischen Techniken. (44)

Operationen kommen daher inzwischen vor allem für Patienten mit gutem Allgemeinzustand, hoher Lebenserwartung und hoher Rezidivgefahr oder als Zweiteingriff in Betracht. (48)

### 1.8.3. Starre endoskopische Divertikulotomie

Genau wie die offene Operation erfolgt auch die starre endoskopische Divertikulotomie unter Vollnarkose. Sobald der Patient narkotisiert ist, muss dessen Nacken überstreckt und ein zusätzlicher Zahnschutz eingebracht werden. Anschließend wird ein Divertikuloskop eingeführt und versucht das Septum des Divertikels darzustellen. Bevorzugt wird hierfür das Weerda-Spreiz-Divertikuloskop verwendet. Mögliche Speisereste im Divertikel können nun entfernt werden. Zusätzlich können das Divertikel und der Ösophagus mit einem langen Schlund-Bougie oder einer Magensonde abgetastet werden. Ist die Darstellung des Septums gelungen, kommen verschiedene Instrumente zur eigentlichen Divertikulotomie zum Einsatz. Am häufigsten werden hierfür der CO<sub>2</sub>-Laser oder der Stapler benutzt. (3)

Der entscheidende Vorteil der Stapler-Technik ist, dass das Septum gleichzeitig geschnitten und wieder verschlossen wird, wodurch das Risiko für Blutungen und Perforationen gesenkt wird. Aus diesem Grund ist die Technik in den letzten Jahren sehr populär geworden. (44)

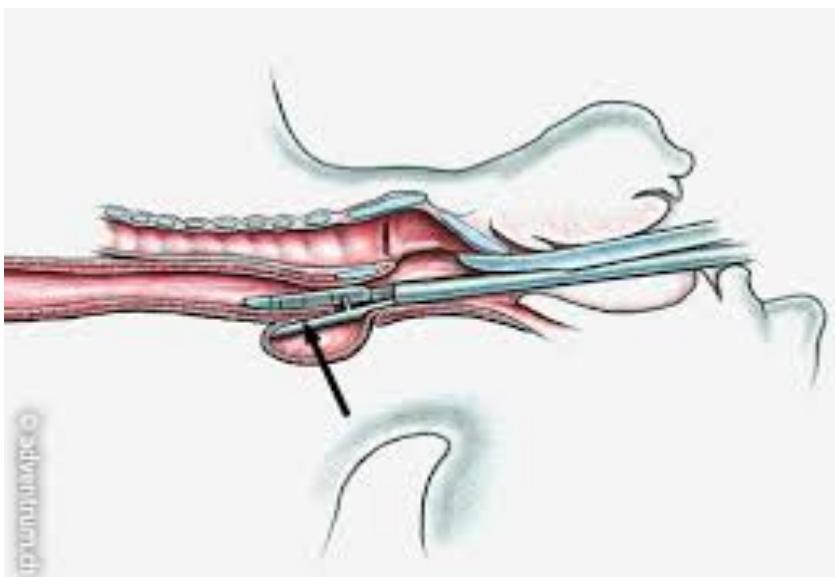


Abbildung 4: Stapler-Divertikulotomie  
 Quelle: <https://adventrum.ch/operationen/divertikel-operation/>

Die Stapler-Technik ist mit einer klinischen Erfolgsrate von 92% zuverlässig. Mit einer Mortalität von 0,3% und Morbidität von 7,1% ist sie zudem schonender als die offene Operation. (44) Allerdings gelingt die starre Divertikulotomie aufgrund der anatomischen Gegebenheit nicht immer, sodass die Abbruchrate bis zu 7,7% beträgt. (43)

Neben den typischen operativen Risiken wie Blutung und Infektion kann es bei der starren Divertikulotomie zu einer Perforation des Ösophagus kommen, was zu zervikalen oder mediastinalen Emphysemen bis hin zu einer Mediastinitis führen kann. Auch Verletzungen an den Zähnen sind nicht selten. (44)

### 1.8.4. Flexible endoskopische Divertikulotomie

Vor der flexiblen endoskopischen Divertikulotomie soll zunächst eine diagnostische Endoskopie durchgeführt werden, um das Zenker-Divertikel zu identifizieren und mögliche Speisereste und Flüssigkeit aus diesem zu entfernen.

Es wird empfohlen, zunächst eine Magensonde oder einen Führungsdraht in den Ösophagus zu legen. Diese helfen zum einen, das Ösophagulumen zu markieren und so während des Eingriffs die Orientierung zu bewahren. Zum anderen ist im Falle einer Perforation die

Ernährung über die Sonde gewährleistet. Vor dem Eingriff wird zudem häufig eine Single-Shot Breitbandantibiose verabreicht.

Um das Divertikel-Septum gut darzustellen und während des Eingriffs zu fixieren, kommen verschiedene Instrumente zum Einsatz. In Anlehnung an die starre Endoskopie wurde hierfür ein flexibles Divertikuloskop entwickelt. Dieses ist eine flexible Kunststoffröhre an dessen Ende sich zwei Lippen befinden. Die längere Lippe wird im Ösophaguslumen und die kürzere im Zenker-Divertikel platziert. Dadurch wird das Septum aufgespannt und ermöglicht so eine erleichterte Divertikulotomie.

Wie auch bei der starren Divertikulotomie bestehen aber auch hier Grenzen, besonders bei einer verminderten Halsbeweglichkeit, geringen Kieferöffnung oder bei sehr kleinen Divertikeln. Daher wird zusätzlich gerne eine Distanzkappe verwendet. Hierbei handelt es sich um eine transparente Kappe, die an der Spitze des Endoskops angebracht werden kann und so eine bessere Sicht auf das Divertikel erlaubt. Gelegentlich werden auch beide Instrumente bei einem Eingriff verwendet. (3,43)

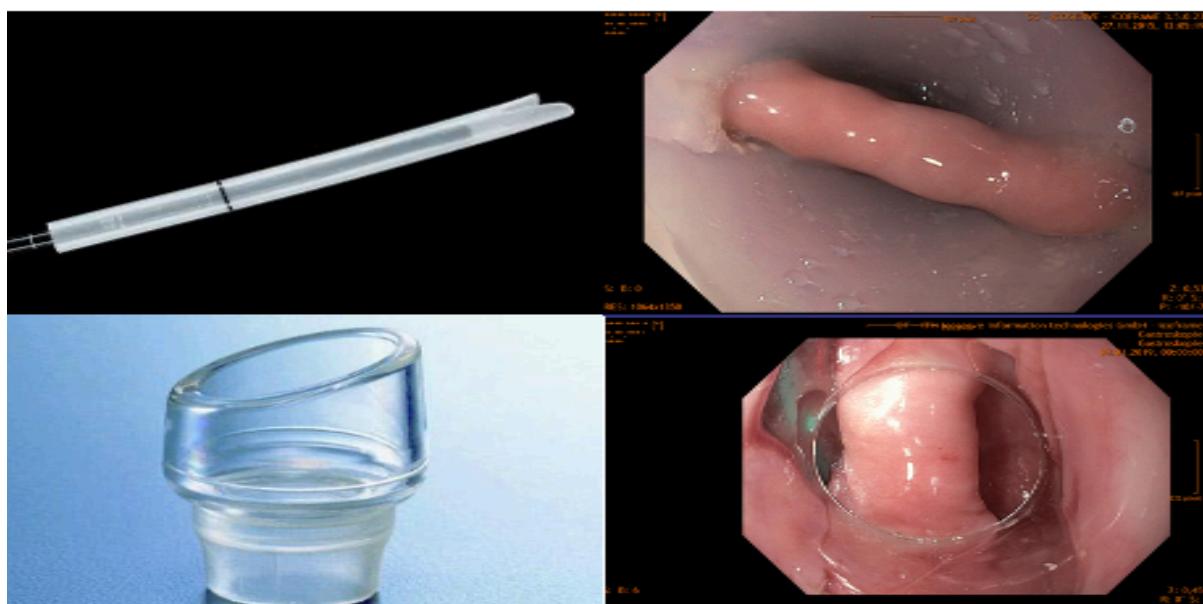


Abbildung 5: Divertikuloskop (oben) und Distanzkappe (unten) mit der jeweiligen Sicht auf das Zenker-Divertikel  
Quelle: selbst erstellt mit: [https://www.cookmedical.com/data/resources/ESC-D33166-EN-F-M3\\_1489071422433.pdf.jpeg](https://www.cookmedical.com/data/resources/ESC-D33166-EN-F-M3_1489071422433.pdf.jpeg), <https://medical.olympusamerica.com/products/distal-attachments>, Ordensklinikum Barmherige Schwestern Linz

Ist das Septum gut eingestellt und sichtbar, kann mit der eigentlichen Divertikulotomie begonnen werden. Hierbei werden verschiedene Schneidewerkzeuge benutzt. Dazu zählen unter anderem das Nadelpapillotom, der Argon-Plasma-Coagulator (APC), das Triangle-Tip Knife, das Hook-Knife, und das Stag Beetle-Knife (SB-Knife). (43,49)

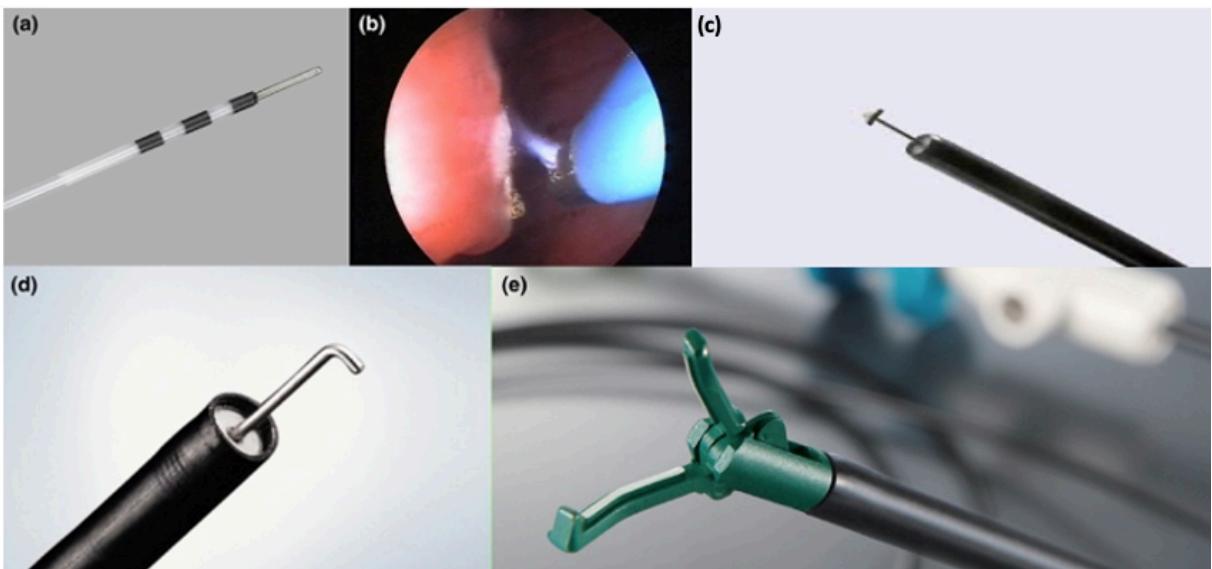


Abbildung 6: (a) Nadelpapillotom, (b) Argon-Plasma-Coagulator, (c) Triangle-Tip Knife, (d) Hook-Knife, (e) SB-Knife-junior

Quelle: in Anlehnung an: Ishaq et al. - 2018 - New and emerging techniques for endoscopic treatment.pdf und <https://medical.olympusamerica.com/products/knives/triangle-tip-knife-kd-640l>

Nach erfolgreicher Spaltung des Septums können zusätzlich Mukosoclips eingebracht werden, um die Mukosa sicher zu verschließen und so Perforation und Blutung zu vermeiden. Ihr tatsächlicher Nutzen ist jedoch noch nicht endgültig geklärt. (50,51)

Das Ziel des Eingriffs ist, das Septum so weit wie möglich zu spalten. Als Test wird abschließend versucht, das Endoskop erneut in den Ösophagus vorzuschieben. Gelingt so die problemlose Intubation des Ösophagus, kann neben einem technischen auch von einem klinischen Erfolg ausgegangen werden.

Die flexible Divertikulotomie gilt mit einer Erfolgsrate von 91% als effiziente Methode. Zudem ist sie mit einer Mortalität von 0% und einer Morbidität von 11,3% sehr sicher. (44,52)

Trotzdem besteht, wie bei jedem operativen und interventionellen Eingriff, ein Risiko für Komplikationen.

Die zwei häufigsten Komplikationen sind Blutungen und Perforationen, welche in der Regel endoskopisch oder konservativ versorgt werden können. (53)

Des weiteren kann es zu einem zervikalen Hautemphysem durch Mikroperforationen kommen. (43)

Die gefürchtetste Komplikation des Eingriffs ist eine Mediastinitis in Folge einer Perforation des Ösophagus. Hierbei handelt es sich zwar um eine seltene, aber schwere Komplikation mit einer Mortalität von 20 bis 60 %. (54) Daher sollte die flexible Divertikulotomie nur von erfahrenen Endoskopikern bzw. unter Supervision dieser durchgeführt werden. (3)

Ein Kritikpunkt an der flexiblen endoskopischen Divertikulotomie ist die relative hohe Rezidivrate von ca. 11 %. Allerdings lassen sich diese Rezidive häufig durch einen erneuten Eingriff gut behandeln. (52,55)

Insgesamt bietet die flexible endoskopische Divertikulotomie jedoch einige Vorteile, was ihre zunehmende Bedeutung in der Therapie des Zenker-Divertikels erklärt.

Neben der bereits erwähnten breiten Anwendbarkeit bei Patienten mit anatomischen Limitationen und der Möglichkeit ohne Vollnarkose vorzugehen, überzeugt die flexible Divertikulotomie durch eine kurze Hospitalisationsdauer und Fastenperiode nach dem Eingriff. Gerade für das ältere und multimorbide Patientenkollektiv des Zenker-Divertikels sind dies entscheidende Vorteile. (43)

Bisher existiert noch kein standardisiertes Vorgehen für das postinterventionelle Management. Eine Empfehlung gibt es jedoch von Scher und Myssiorek. Generell sollten Patienten mindestens eine Nacht zur Beobachtung stationär bleiben. Liegen Komplikationen oder der Verdacht auf Komplikationen vor, soll möglichst schnell eine Videocinematographie mit wasserlöslichem Kontrastmittel angefertigt werden. Standardmäßig soll im Verlauf die Videocinematographie ohnehin durchgeführt werden, um einen möglichen Reststeg zu beurteilen. Häufig klagen Patienten nach dem Eingriff über Hals-, Rachen- und Schluckschmerzen, weshalb ein Schmerzmittel der WHO Stufe 1 bei Bedarf nach dem Eingriff empfohlen wird. In den ersten 24 Stunden nach dem Eingriff sollten die Patienten zunächst nur klare Flüssigkeit zu sich nehmen. Danach ist breiige Kost erlaubt und ein vorsichtiger Kostaufbau kann begonnen werden. (3)

### 1.8.5. Wahl der optimalen Therapie

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl die Operationen, die starre Divertikulotomie wie auch die flexible Divertikulotomie ein hohes Maß an Zuverlässigkeit und Sicherheit zeigen und keine signifikanten Unterschiede bestehen. Die endoskopischen Ansätze haben sich allerdings inzwischen als erste Therapiewahl etabliert, da diese aufgrund der geringeren Invasivität weniger schwere Komplikationen verursachen. Allerdings steht dem eine höhere Rezidivrate gegenüber. Eine Gegenüberstellung der objektiv messbaren Parameter zeigt die folgende Tabelle. (43,44,47,52)

	<b>offene Chirurgie</b>	<b>starre Divertikulotomie</b>	<b>flexible Divertikulotomie</b>
Erfolgsrate	95%	92%	91%
Mortalität	0,6%	0,3%	0%
Morbidität	10,5%	7,1%	11,3%
Rezidivrate	6%	10,9%	11%

Tabelle 2: Vergleich der Therapien

Letztendlich hat jede Methode ihre Vor- und Nachteile. Neben der Expertise des entsprechenden Zentrums hängt die Therapiewahl daher vor allem von den individuellen Eigenschaften des Patienten ab. Die folgende Tabelle fasst die Kriterien für die optimale Therapiewahl zusammen. (43,44)

	<b>offene Chirurgie</b>	<b>starre Divertikulotomie</b>	<b>flexible Divertikulotomie</b>
ZD-Größe unter 2cm	-	-	+
hoher BMI	+	-	+
kurzer Hals	+	-	+
geringe hyomentale Distanz	+	-	+
schlechte HWS-Beweglichkeit	-	-	+
schlechter Zahnstatus	+	-	(+)
Verdacht auf Malignität	+	-	-

Rezidivneigung	+	-	-
hohes Narkoserisiko	-	-	+
schlechter Allgemeinzustand des Patienten	-	(+)	+

Tabelle 3: Kriterien zur Therapiewahl (+ = vorteilhaft, (+) = bedingt vorteilhaft, - = nachteilhaft)

## 2. Zielsetzung

Das Ziel der vorliegenden retrospektiven Studie ist es, den Stellenwert der flexiblen endoskopischen Divertikulotomie bei der Behandlung des Zenker-Divertikels am Ordensklinikum Linz Barmherzige Schwestern und Elisabethinen (fortan Ordensklinikum) zu ermitteln. Hierfür sollen vor allem folgende Punkte für einen 10-Jahres-Zeitraum betrachtet werden:

1. Erfolg
2. Sicherheit
3. Rezidivrate

Außerdem wurde untersucht, inwiefern sich diese relativ neue Eingriffstechnik am Ordensklinikum im Hinblick auf die Technik, die Sicherheit und den Erfolg in den letzten 10 Jahren entwickelt hat, um so auf eine mögliche Lernkurve zu schließen.

Die Ergebnisse sollen mit aktuellen Studien aus anderen Zentren verglichen werden, um ein konkretes Benchmarking für das Ordensklinikum treffen zu können. Diese Arbeit soll damit einen wichtigen Beitrag zur Qualitätssicherung leisten und möglicherweise als Grundlage für weitere Studien dienen.

### 3. Material und Methodik

#### 3.1. Grundlage der Masterarbeit

Diese Arbeit beruht auf der Erfassung, Analyse und Auswertung von Patientendaten, die vom Ordensklinikum zur Verfügung gestellt werden. Beurteilt wurden alle Patienten die unter dem Titel „endoskopische Schwellendurchtrennung“ dokumentiert wurden. Dabei wurden Arztbriefe, Operationsprotokolle sowie Bild- und Pflegedokumentationen aus dem Krankenhaus-Informationssystem „SAP® Logon Pad 740“ analysiert.

#### 3.2. Patientenkollektiv

Im Zeitraum vom 01.01.2010 bis zum 31.12.2019 wurden insgesamt 126 Eingriffe mit der Bezeichnung „endoskopische Schwellendurchtrennung“ durchgeführt.

47 wurden mittels starrer Endoskopie durchgeführt. Ein weiterer Patient erhielt eine Gummiband-Ligatur bei einem Killian-Jamieson-Divertikel. Da sich diese Arbeit in erster Linie auf die flexible Divertikulotomie bezieht, wurden diese 48 Fälle von der Studie ausgeschlossen. Somit verbleiben 78 Eingriffe, welche mittels flexibler endoskopischer Divertikulotomie behandelt wurden, 69 Patienten mit 9 Rezidiveingriffen.

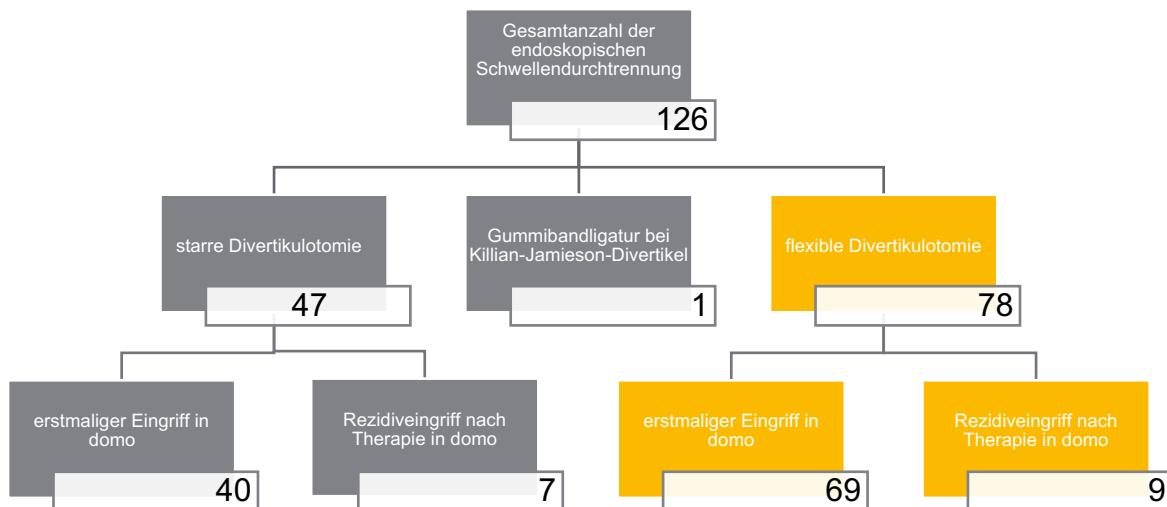


Abbildung 7: Patientenaufteilung (orange: analysierte Patienten, grau: ausgeschlossene Patienten)

#### 3.3. Datenerfassung

Die Datenerfassung des Patientenkollektivs erfolgte mithilfe des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft® Excel Version 16.41. Die Daten wurden in die vier Obergruppen Patientencharakteristika, präinterventionelle Diagnostik, eingeschränkte und Outcome-bezogene Daten eingeteilt. Eine genaue Aufstellung der erhobenen Daten zeigt die folgende Tabelle:

Patientenbezogene Daten	Patientencharakteristika	Geburtsdatum Geschlecht relevante Nebendiagnosen Vorbehandlung Aufnahmetag Eingriffsdatum Entlassungstag
Präinterventionelle Diagnostik	Klinik	Dysphagie Regurgitation Globusgefühl Bolusobstruktion Räusperzwang/Heiserkeit Halitosis Aspiration nächtliche Hustenattacken Pneumonie Gewichtsverlust Reflux
	Diagnostik	Videokinematographie Brombart Stadium Divertikelgröße Endoskopie Laryngoskopie weitere Bildgebung
	Labor	CRP Leukozyten Hb INR Quick aPTT
Eingriffsbezogene Daten	Instrumentarium	Hook-Knife Triangle-Tip Knife Argonplasmaocoagulator SB-Knife-junior Nadelpapillotom Biopsiezange Coag-Grasper Distanzkappe Divertikuloskop Clip
	Komplikationen	Minor: gut stillbare Blutungen Major: Perforation, starke Blutungen, letal andere Komplikationen
	technischer Interventionserfolg	problemloses Intubieren vollständige Spaltung

		unvollständige Spaltung
Outcome-bezogene Daten	Beschwerden postinterventionell	Dysphagie Erythrozytenkonzentrat Hautemphysem Odynophagie Halsschmerzen thorakale Schmerzen Fieber andere Beschwerden Infektionen Tage Intensivstation
	Beschwerden bei Nachkontrolle bzw. bei letzter Auskunft über Befinden	Zeitpunkt Beschwerdefreiheit gebesserter Zustand belastende Symptomatik
	Rezidive	Zeitpunkt Weiterbehandlung

Tabelle 4: Datenerfassung

### 3.4. Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte ebenfalls mittels Microsoft® Excel. Es wurde sowohl eine deskriptive als auch induktive Statistik ausgeführt.

Für numerische Daten wurden Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) errechnet. Die Darstellung der kategorischen Daten erfolgte mittels absoluter und relativer Häufigkeit. Alle Werte wurden auf die erste Dezimalstelle gerundet.

Für die statische Signifikanzprüfung kam der Exakte Test nach Fischer zum Einsatz. Das Signifikanzniveau wurde auf 5% ( $\alpha=0,05$ ) festgelegt.

Aufgrund des retrospektiven Charakters der Studie sind nicht alle Datensätze vollständig. Im Folgenden wird vorab beschrieben, wie viele Datensätze für das jeweilige Merkmal analysiert werden konnten.

## 4. Ergebnis

### 4.1. Patientencharakteristika

Von den insgesamt 78 Eingriffen wurde bei 10 Patienten bereits eine interventionelle Behandlung in einem anderen Krankenhaus vorgenommen. In 2 weiteren Fällen wurde bereits im Ordensklinikum mittels starrer Divertikulotomie ein Therapieversuch unternommen. Weitere 9 Eingriffe fanden nach bereits erfolgter flexibler Divertikulotomie im Ordensklinikum statt. So ergibt sich eine Gruppe mit 57 Patienten, die einen Ersteingriff erhielten und eine Rezidivgruppe mit 21 Eingriffen.

Von den 57 naiven Eingriffen wurden 39 (68,4%) an männlichen und 18 (31,6%) an weiblichen Patienten durchgeführt. Mit einem durchschnittlichen Alter von 70,1 ( $SD \pm 10,7$ ) Jahren waren die männlichen Patienten jünger als die weiblichen mit einem Durchschnittsalter von 77,4 ( $SD \pm 14,0$ ) Jahren. Jedoch überlappen die Konfidenzintervalle beider Gruppen deutlich.

In der Rezidivgruppe waren 15 (71,4%) männliche und 6 (28,6%) weibliche Patienten und entsprechen damit der Geschlechtsverteilung bei naiven Patienten. Erwartungsgemäß waren die Männer dieser Gruppe mit 72,3 ( $SD \pm 12,0$ ) Jahren älter als jene der Ersteingriffsgruppe. Bei den weiblichen Patienten zeigte sich hier allerdings mit einem Durchschnittsalter von 69,7 ( $SD \pm 9,9$ ) Jahren ein umgekehrter Trend, wobei die geringe Patientenzahl dieser Gruppe die Aussagekraft einschränkt.

Patientencharakteristika	Gesamtanzahl der Eingriffe n= 78
Ersteingriffe	57
Geschlecht: männlich weiblich	39 (68,4%) 18 (31,6%)
Durchschnittsalter in Jahren (SD) Männer Frauen	70,1 ( $\pm 10,7$ ) 77,4 ( $\pm 14,0$ )
Rezidueingriffe	21
Geschlecht: männlich weiblich	15 (71,4%) 6 (28,6%)
Durchschnittsalter in Jahren (SD): Männer Frauen	72,3 ( $\pm 12,0$ ) 69,7 ( $\pm 9,9$ )
Vorbehandlung: flexible Divertikulotomie in domo starre Divertikulotomie in domo Vorbehandlung außerhalb	9 2 10

Tabelle 5: Patientencharakteristika

## 4.2. Präinterventionelle Diagnostik

### 4.2.1. Symptomatik

Im Hinblick auf die Symptomatik konnten 73 Datensätze ausgewertet werden. In der nachfolgenden Grafik sind die Symptome nach ihrer Häufigkeit aufgeschlüsselt.

60 (82,2%) Patienten präsentierte sich mit dysphagischen Beschwerden. Dysphagie stellte damit mit Abstand das häufigste Symptom dar.

Am zweithäufigsten wurden Regurgitationen in 33 (45,2%) Fällen beschrieben. In 16 (21,9%) Fällen wurde das Gefühl von Steckenbleiben der Nahrung im Hals (Bolusobstruktion) und in 6 (8,2%) ein Globusgefühl aufgeführt. Von einer Refluxsymptomatik begleitet war das Zenker-Divertikel in 9 (12,3%) Fällen.

Eine Aspiration konnte in 17 (23,3%) Fällen erhoben werden, welche bei 6 (8,2%) Patienten zu einer Pneumonie führte. Nächtliche Hustenattacken wurden von 5 (6,8%) Patienten beschrieben.

Zu den seltenen Symptomen zählten ein vermehrter Räusperzwang bzw. Heiserkeit, Halitosis und Odynophagie.

Auch ein Gewichtsverlust von 5 bis 8 kg konnte in 4 (5,5%) Fällen beobachtet werden.

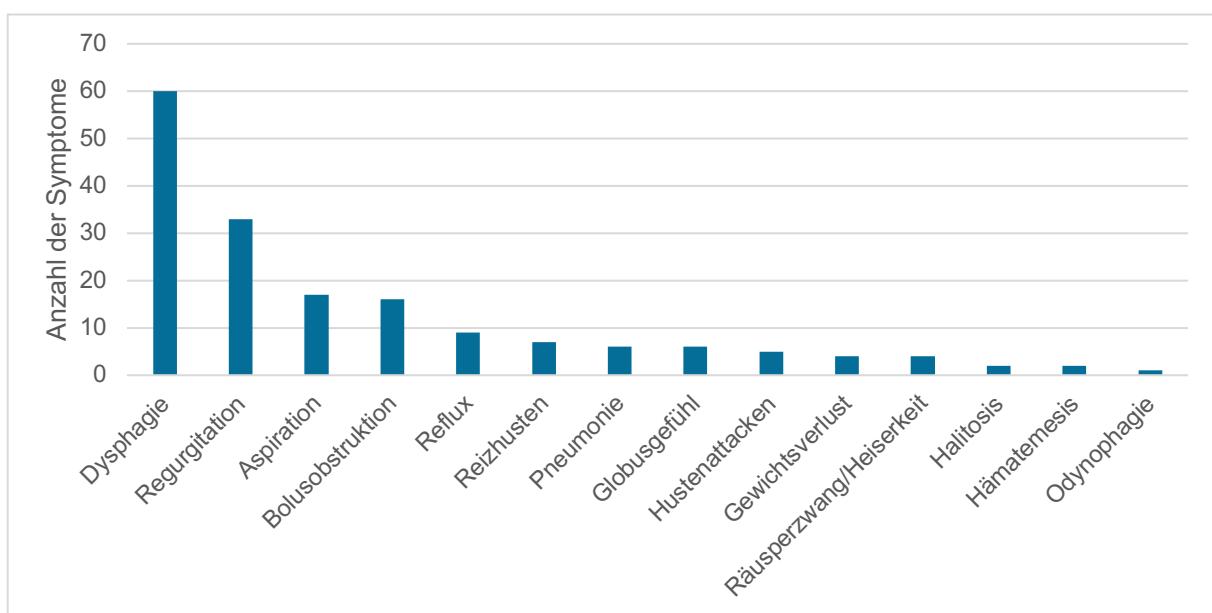


Abbildung 8: Häufigkeit der Symptome (n= 172) im Patientenkollektiv präinterventionell

### 4.2.2. Relevante Nebendiagnosen

Zusätzlich wurden die Patienten im Hinblick auf ihre Nebenerkrankungen analysiert. Um die Diagnosen nicht doppelt zu erfassen, wurden die 9 Eingriffe an Patienten, die bereits flexibel endoskopisch im Haus vorbehandelt wurden, nicht berücksichtigt. Somit wurden 69 Patienten analysiert.

36 (52,2%) der Patienten waren multimorbide, definiert als drei oder mehr chronische Erkrankungen.

Bei 33 (47,8%) Patienten lag zusätzlich mindestens eine weitere Erkrankung vor, welche ebenfalls Dysphagie bedingen kann. Zu diesen zählten Refluxösophagitis, Soorösophagitis, Hiatushernie, Struma bzw. Z.n. Sturmektomie, Rekurrensparese, Demenz sowie Insult. Eine

genaue Aufstellung der Nebendiagnosen nach Häufigkeit ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

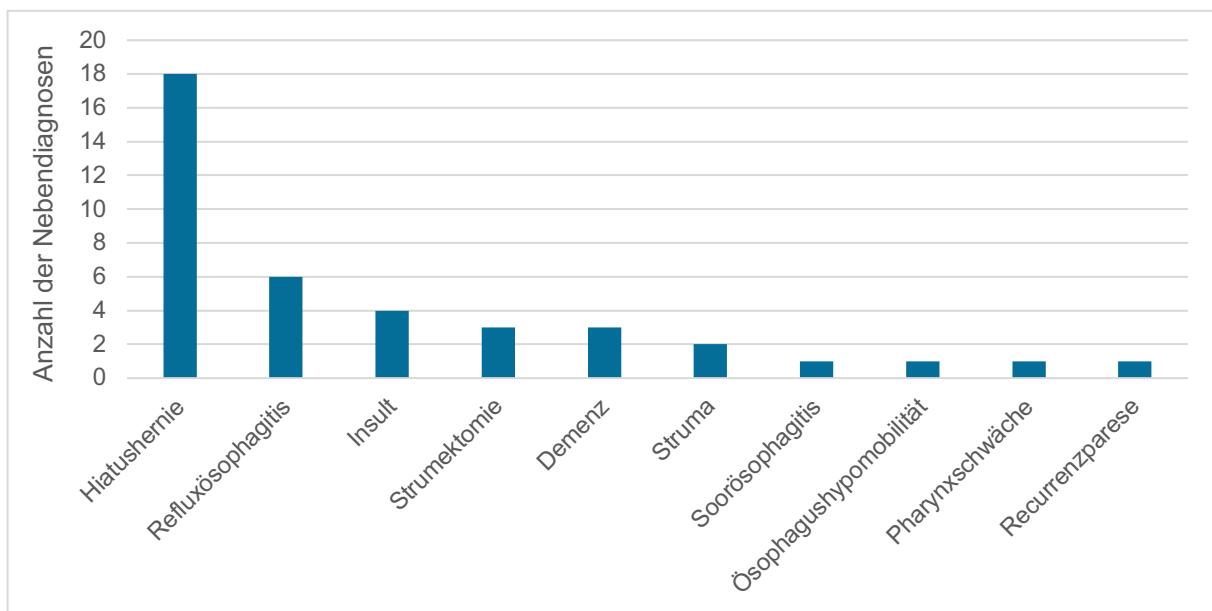


Abbildung 9: Häufigkeit der Dysphagie (n=40) bedingenden Nebendiagnosen

Es gab 9 Fälle, bei denen eine starre Divertikulotomie aufgrund von anderen Nebendiagnosen nicht möglich war und die flexible Divertikulotomie als einzige Behandlungsoption in Betracht kam.

Bei 6 Patienten wurde zunächst ein Vorgehen mittels starrer Endoskopie versucht. Hierbei gelang die Einstellung des Divertikels jedoch aufgrund mangelnder Überstreckbarkeit der HWS oder fehlender Kieferöffnung nicht, weshalb auf die flexible Variante umgestiegen wurde. In einem Fall kam es zum Abbrechen eines Zahns. In 3 weiteren Fällen kam aufgrund der mangelnden Überstreckbarkeit der HWS schon vorab nur die flexible Divertikulotomie in Betracht.

#### 4.2.3. Apparative Diagnostik

Vor den Eingriffen wurden verschiedene diagnostische Test durchgeführt, um das Ausmaß des Zenker-Divertikels zu ermitteln und die Therapieindikation stellen zu können.

Es konnten retrospektiv 77 von 78 Datensätze im Hinblick auf die durchgeführte Diagnostik analysiert werden.

Bei 70 (89,7%) Patienten wurde vor der Untersuchung eine Videokinematographie des Schluckakts durchgeführt. Dieser erfolgte teilweise schon durch niedergelassene Radiologen oder wurde direkt vor Ort vorgenommen.

Dabei wurde bei 69 (98,6%) Patienten ein Brombart Stadium von 3 oder größer festgestellt. Lediglich ein Patient mit einem Divertikel im Brombart Stadium 1 bis 2 wurde mittels Videocinematographie detektiert und behandelt.

Zusammen mit den Befunden aus den endoskopischen Untersuchungen konnte in 73 Fälle eine konkrete Größenangabe zum Divertikel gewonnen werden. Im Durchschnitt betrug die Divertikelgröße vor dem Eingriff 3,1 cm ( $SD \pm 1,4$ ). Das größte Divertikel hatte eine kraniopharyngeale Ausdehnung von 8 cm, das kleinste hingegen lediglich 0,5 cm.

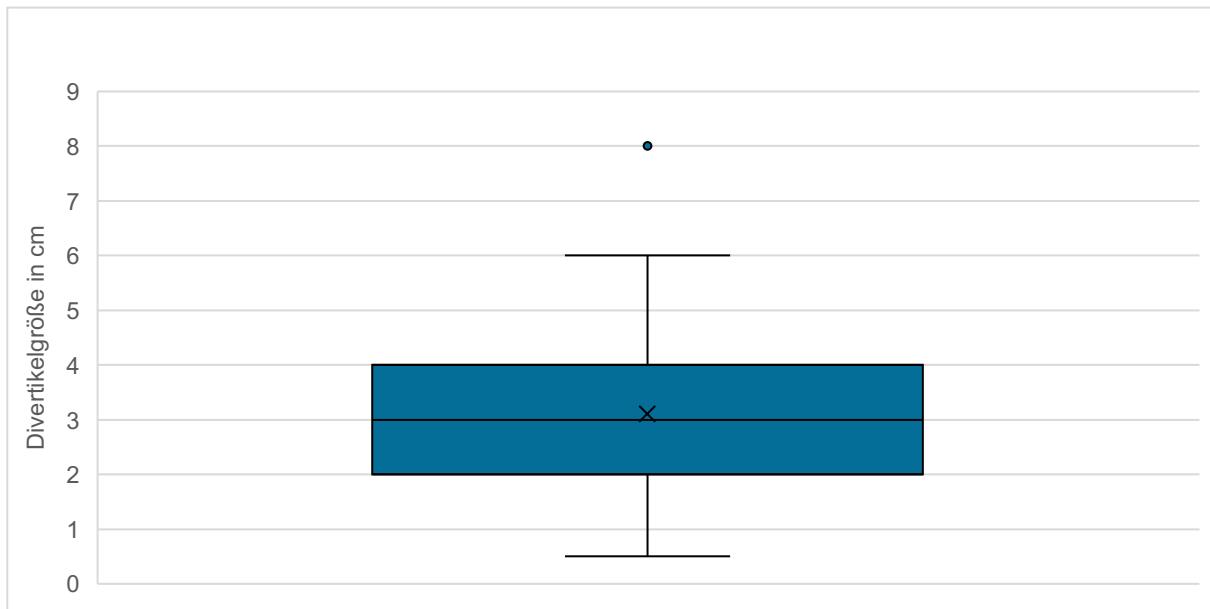


Abbildung 10: Größe der Divertikel nach radiologischer/endoskopischer Diagnostik (n=73)

Zu den weiteren diagnostischen Tests zählte unter anderem eine Laryngoskopie, welche durch den HNO-Arzt ausgeführt wurde. Diese fand in 11 Fällen vor dem Eingriff statt.

In einem Fall wurde eine zusätzliche MRT-Untersuchung veranlasst, um die Diagnose des Zenker-Divertikels stellen zu können. Auch das CT wurde einmal zur Diagnostik eingesetzt. Von dem in der Literatur beschriebenen zervikalen Ultraschall zur Diagnostik bei Patienten mit Aspirationsgefahr wurde in keinem Fall Gebrauch gemacht.

### 4.3. Intervention

Im folgenden Abschnitt wurden die Eingriffe im Hinblick auf den Interventionszeitraum analysiert. Die Eingriffe wurden dafür in 2-Jahres-Intervalle eingeteilt. Aus der folgenden Tabelle ist die genaue Anzahl der Intervention für jedes Intervall zu entnehmen.

Interventionszeitraum	Anzahl, n
01.01.2010 - 31.12.2011	4
01.01.2012 - 31.12.2013	5
01.01.2014 - 31.12.2015	17
01.01.2016 - 31.12.2017	23
01.01.2018 - 31.12.2019	29

Tabelle 6: Interventionszeiträume

Vergleichend wurde zusätzlich die Anzahl der starren Divertikulotomien des Ordensklinikums für dieselben Interventionszeiträume betrachtet. Während die Anzahl von starren Divertikulotomien über den Beobachtungszeitraum relativ konstant blieb, war bei der flexiblen Divertikulotomie eine deutliche Zunahme der Fallzahlen zu beobachten. Die folgende Grafik zeigt dies deutlich.

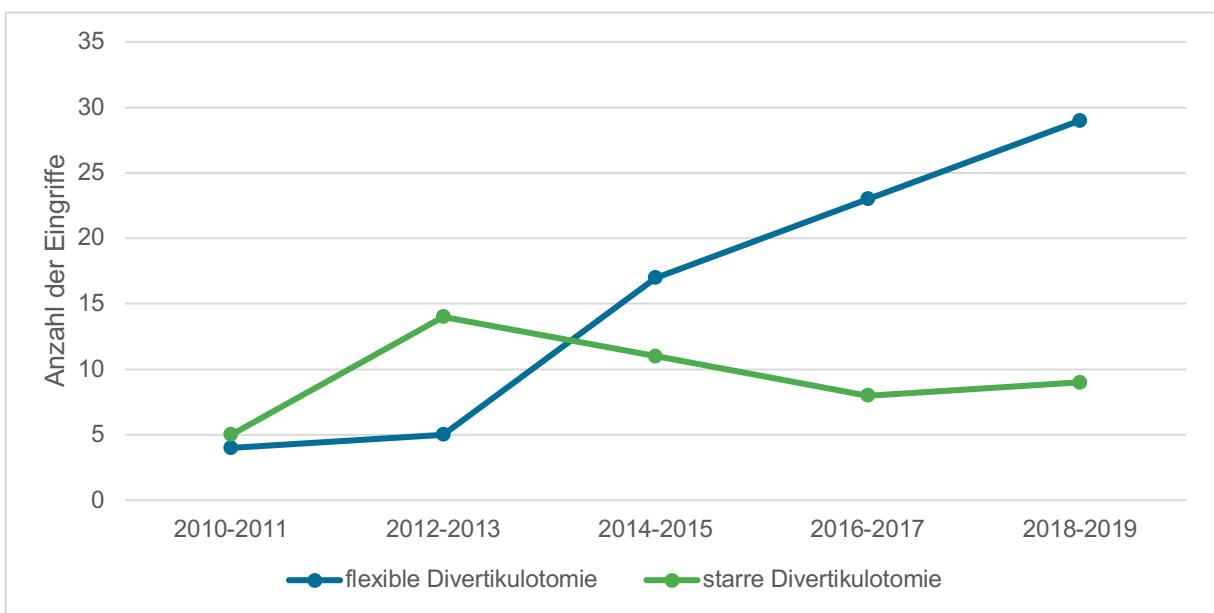


Abbildung 11: Vergleich Anzahl der starren (n=47) und flexiblen (n=78) Divertikulotomien im zeitlichen Verlauf

#### 4.3.1. Instrumentarium

##### 4.3.1.1. Schneideinstrumente

Im Hinblick auf die verwendeten Schneideinstrumente konnten 71 Datensätze analysiert werden.

Am häufigsten wurde das Hook-Knife verwendet, welches bei 37 (52,1%) Eingriffen zum Einsatz kam. Dabei wurde es einmal mit dem Nadelpapillotom kombiniert. Zusätzlich kam bei Verwendung des Hook-Knifes in 7 Fällen der Coag-Grasper zur Hämostase zum Einsatz. Das Triangle-Tip Knife wurde am zweithäufigsten verwendet. Es kam insgesamt 25mal (35,2%) zum Einsatz. Der APC wurde bei 5 Eingriffen als alleiniges Schneideinstrument angewandt. In 10 Fällen wurde er als ergänzendes Schneideinstrument oder zur Blutstillung verwendet.

Im gesamten Interventionszeitraum wurden zusätzlich noch vereinzelt andere Schneideinstrumente eingesetzt. Zu diesen zählten das SB-Knife-junior und das Nadelpapillotom.

Die folgende Abbildung illustriert die verwendeten Werkzeuge.

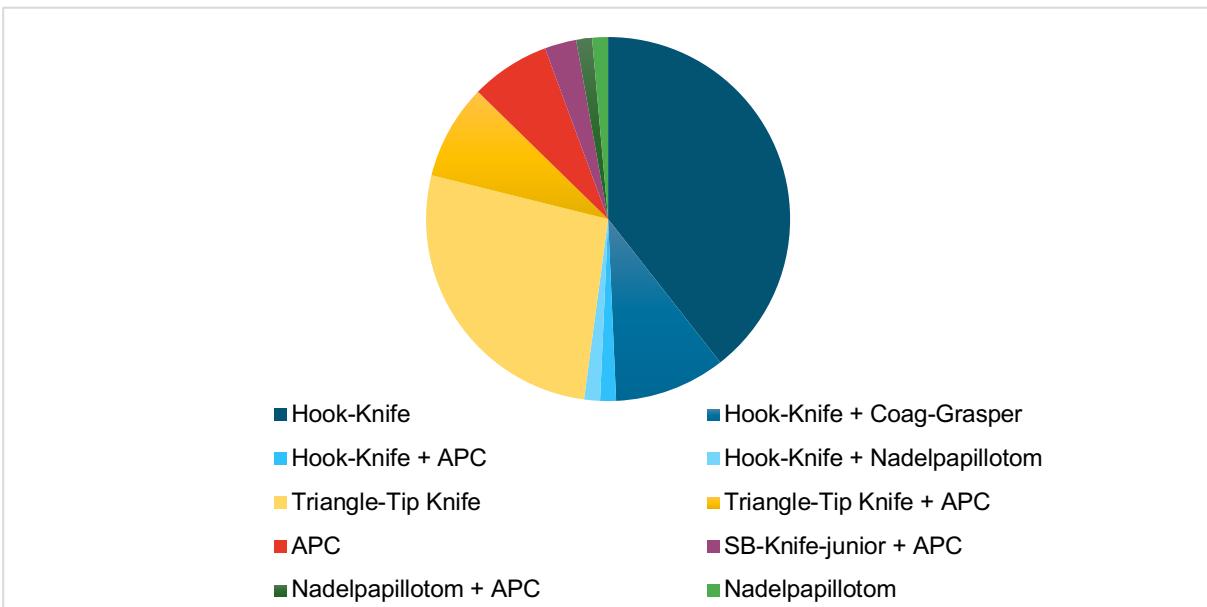


Abbildung 12: Verwendete Werkzeugkombinationen (n=71) im gesamten Interventionszeitraum

Schlüsselt man die verwendeten Instrumente nach den vorgegebenen Interventionszeiträumen auf, ist eine deutliche Selektion zu erkennen, welche in Abbildung 13 ersichtlich ist.

Das anfangs noch verwendete Nadelpapillotom spielte in den Interventionszeiträumen ab 2014 keine Rolle mehr.

Das Hook-Knife, welches schon seit 2010 in Verwendung war, konnte sich durchsetzen.

Außerdem ist hierbei auffällig, dass der Coag-Grasper zur Koagulation im letzten Interventionszeitraum nicht mehr eingesetzt werden musste.

Das erstmalig 2014 angewendete Triangle-Tip Knife konnte sich ebenfalls etablieren und wurde im letzten Interventionszeitraum sogar häufiger verwendet als das Hook-Knife.

Auch der APC fand zur Blutstillung im letzten Interventionszeitraum in Kombination mit dem Triangle-Tip Knife 3-mal eine Anwendung.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in den letzten zwei Jahren nur noch das Hook-Knife und das Triangle-Tip Knife in Kombination mit dem APC verwendet wurden.

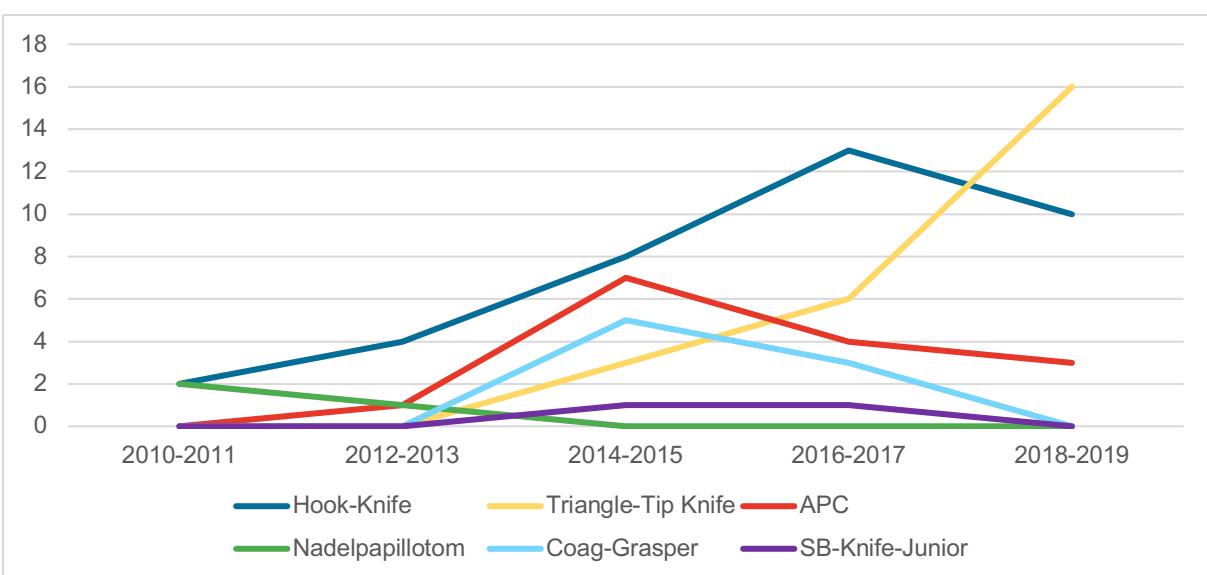


Abbildung 13: Verwendete Instrumente (n=90) im zeitlichen Verlauf

#### 4.3.1.2. Einstellungswerkzeuge

Um die Spaltung des Divertikels zu erleichtern, muss dieses gut dargestellt werden. Hierfür wurden drei verschiedene Verfahren angewandt.

Zu diesem Merkmal konnten 73 Datensätze beurteilt werden.

Die Einstellung des Divertikels erfolgte in 9 (12,3%) Fällen durch das flexible Divertikuloskop. In 11 (15,1%) weiteren Eingriffen wurde dieses in Kombination mit einer Distanzkappe verwendet.

Bei den restlichen 53 (72,6%) Eingriffen wurde der Ösophagus mittels Magensonde bzw.

Führungsdraht markiert und anschließend mit der Distanzkappe gearbeitet.

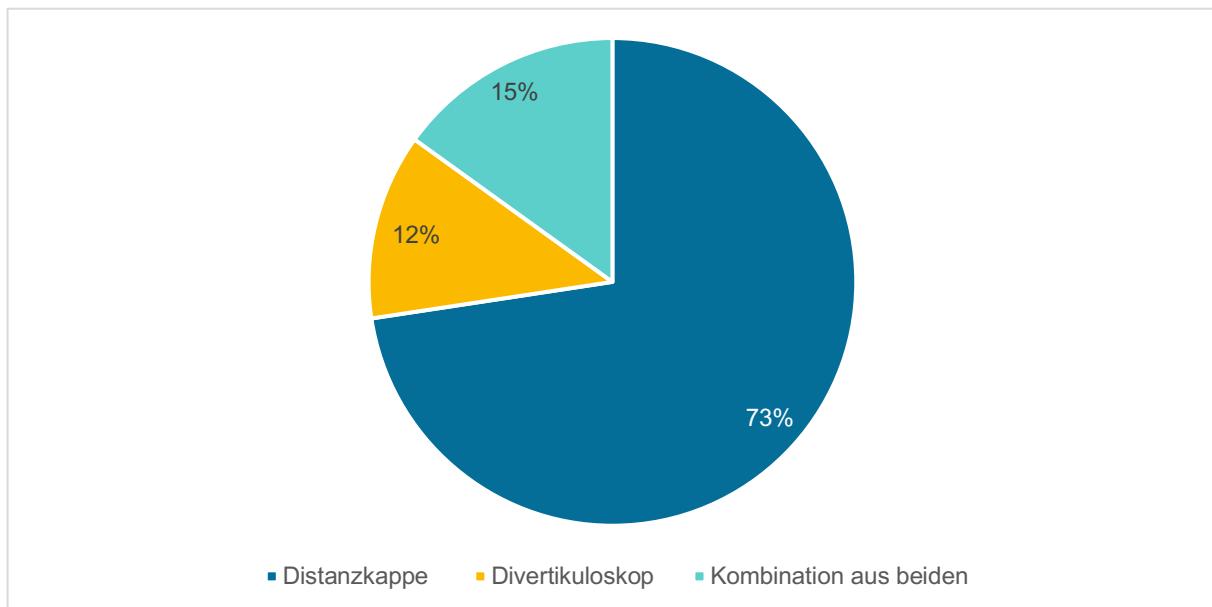


Abbildung 14: Häufigkeit der verwendeten Einstellungsinstrumente (n=73)

Bei der Betrachtung der verwendeten Einstellungsinstrumente im zeitlichen Verlauf fiel auf, dass mit steigender Eingriffszahl zunehmend die Distanzkappe zur präzisen Darstellung und Fixierung verwendet wurde.

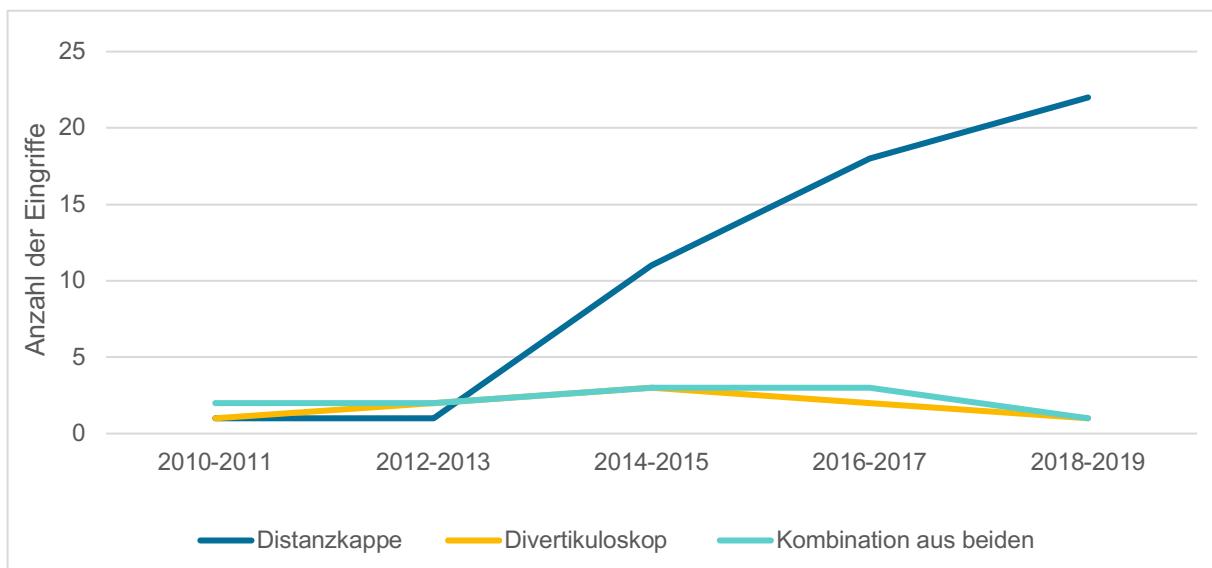


Abbildung 15: Verwendung von Distanzkappe und Divertikuloskop im zeitlichen Verlauf (n=73)

Bei der Analyse der verwendeten Einstellungsinstrumente in Bezug auf die Größe des Divertikels fiel das breitere Einsatzgebiet der Distanzkappe auf. Unter einer Divertikelgröße von 1,8 cm wurde das Divertikuloskop nie verwendet. Auch die durchschnittliche Größe der Divertikel, welche mit der Distanzkappe behandelt wurden, war mit 3 cm deutlich kleiner als jene, die mit Divertikuloskop behandelt wurden. Diese hatten eine durchschnittliche Größe von 3,6 cm.

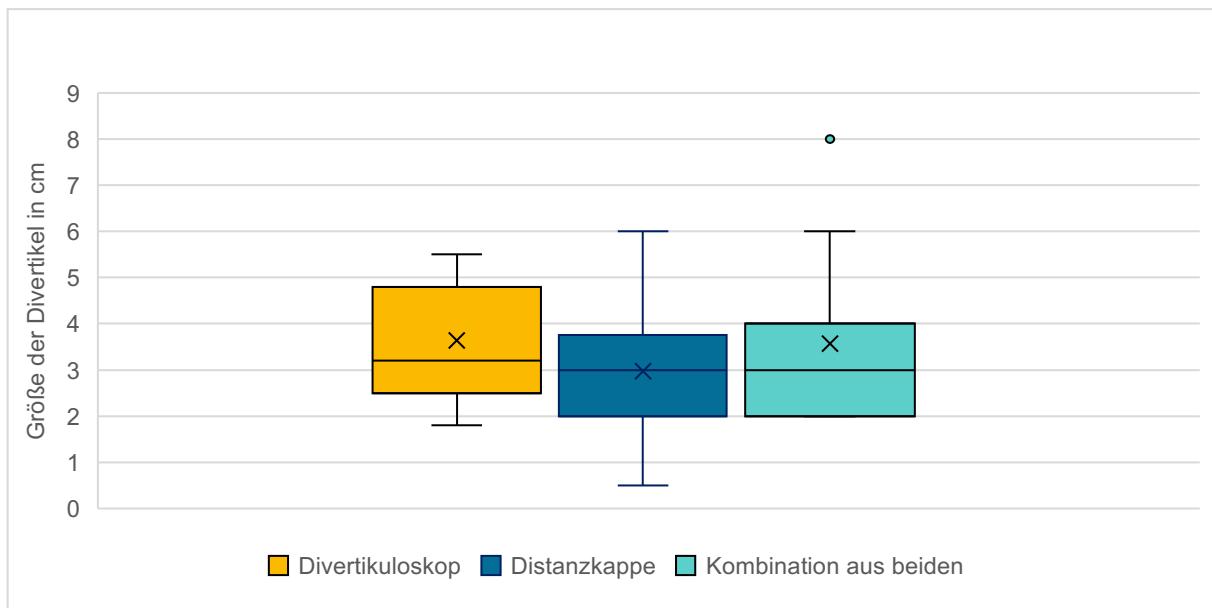


Abbildung 16: Divertikelgröße bei Verwendung von Divertikuloskop, Distanzkappe und der Kombination aus beiden (n=73)

#### 4.3.1.3. Mukosoclips

Bei 49 (62,8%) Eingriffen wurden außerdem ein oder mehrere Mukosoclips verwendet, um einer möglichen Perforation (Hauptgrund) oder postinterventionellen Blutung (Nebengrund) vorzubeugen.

Vergleicht man die Anzahl der verwendeten Clips mit der Gesamtanzahl der durchgeführten Eingriffe für die Interventionszeiträume, ergibt sich eine annähernd parallele Entwicklung.

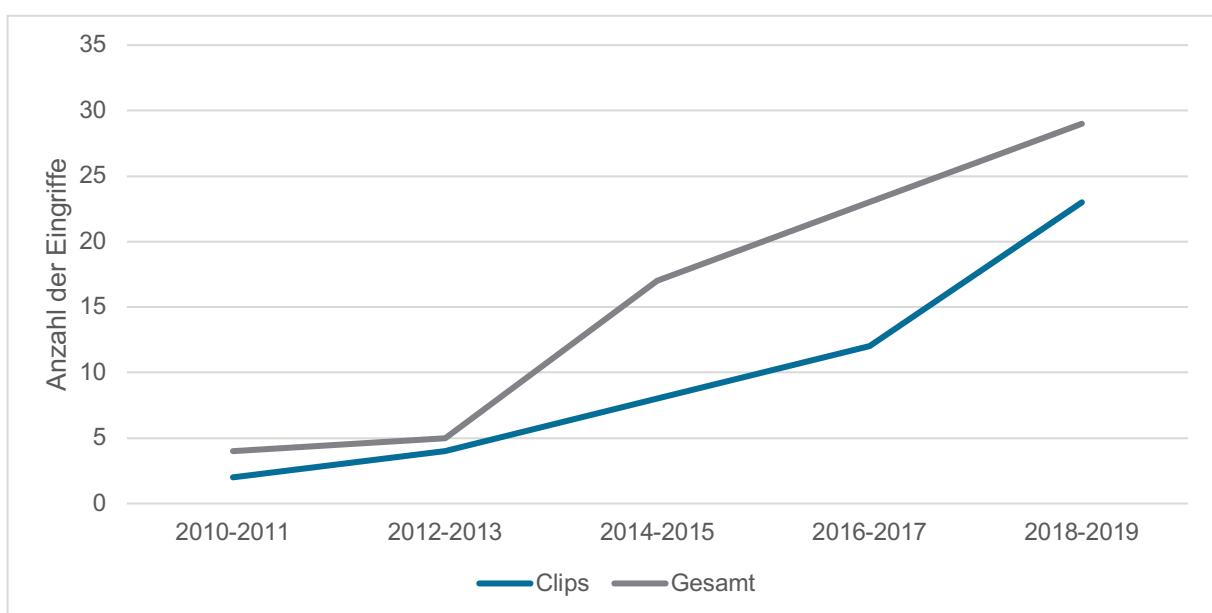


Abbildung 17: Häufigkeit der Anwendung von Mukosoclips (n=49) im zeitlichen Verlauf

## 4.4. Eingriffssicherheit

### 4.4.1. Komplikationen während des Eingriffs

Insgesamt zeigte sich die Intervention als sehr sicher. Es gab keine letale Komplikation. Eine Perforation wurde in einem Fall endoskopisch vermutet, dann aber mittels postinterventionellem Schluckaktröntgen ausgeschlossen. Bei einer anderen Patientin wurde im postinterventionellen Verlauf eine Perforation indirekt durch das Auftreten eines Pneumomediastinums diagnostiziert. Es kam zu einer starken Blutung, welche die Transfusion von zwei Erythrozyten-Konzentraten erforderlich machte. Am nächsten Tag konnte diese Blutung auf eine Verletzung im Bereich der Nasenschleimhaut durch die nasale Intubation zurückgeführt werden.

Bei 10 (12,8%) Eingriffen kam es zu leichten Blutungen, welche gut zu kontrollieren waren. Zusätzlich wurden zwei weitere Komplikationen beobachtet. Zum einen kam es bei einem Patienten zum Abbruch eines fragilen Schneidezahns durch die Intubation, zum anderen wurde in einem Fall eine Erosion des weichen Gaumens dokumentiert.

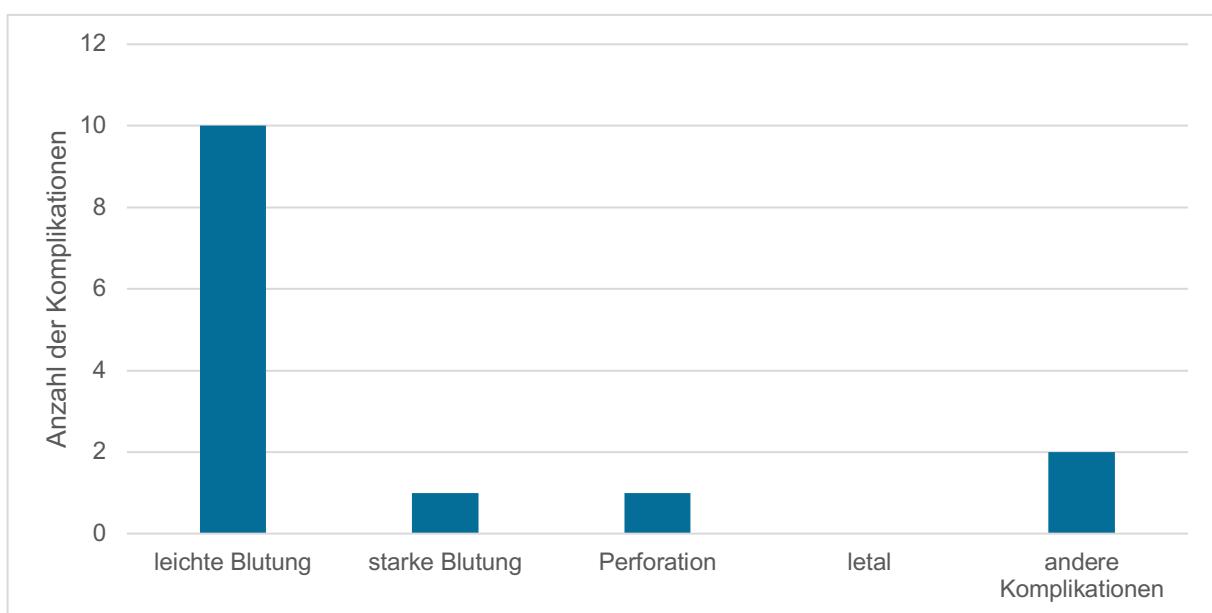


Abbildung 18: Häufigkeit der Komplikationen (n=14) unter dem Eingriff

### 4.4.2. Postinterventioneller Verlauf

Im stationären postinterventionellen Verlauf wurde bei den 78 Patienten auf verschiedene Symptome und Komplikationen geachtet.

Zunächst gaben 4 (5,1%) der Patienten noch eine Dysphagie an. Bei einem Patienten verschwand diese vollständig, bei den anderen 3 zeigte sich im Verlauf eine deutliche Symptombesserung.

Regurgitation wurden von einem Patienten (1,3%) angegeben. Andere Symptome des Zenker-Divertikels wurden von keinem Patienten beschrieben.

31 (39,7%) Patienten gaben Halsschmerzen bzw. Odynophagie vor allem in den ersten 2 postinterventionellen Tagen an. 17 (21,8%) Patienten davon gaben diese aber als erträglich an, sodass keine Schmerzmedikation erforderlich war. Bei den anderen 14 (17,9%) Patienten konnte unter der Bedarfsmedikation ebenfalls eine zufriedenstellende Schmerzsituation erreicht werden.

Nackenschmerzen, Hautemphysem oder Fieber wurden nach keinem Eingriff beobachtet. Nach zwei Eingriffen erfolgten die Gaben von jeweils zwei Blutkonserven. In beiden Fällen stand dies jedoch nicht in direkten Zusammenhang mit der Intervention. Ein Patient war schon zuvor anämisch und wurde im Rahmen seines stationären Aufenthaltes behandelt. Der andere Patient hatte wie bereits beschrieben eine starke Blutung aufgrund der nasalen Intubation. Starke thorakale Schmerzen wurden in zwei Fällen beobachtet und daraufhin mittels Röntgen und CT abgeklärt. Dabei wurde in einem Fall das bereits erwähnte Pneumomediastinum festgestellt, welches ein Endo-Vac-Anlage und einen achttägigen Aufenthalt auf der Intensivstation erforderlich machte. Im anderen Fall konnte keine Ursache ermittelt werden. Bei einem weiteren Patienten war ebenfalls eine Endo-Vac-Anlage in Verbindung mit sechs Tagen Intensivstation erforderlich, nachdem postinterventionell radiologisch eine Dehiszenz der Wunde festgestellt wurde. Insgesamt waren damit nur 2 (2,6%) von 78 Eingriffen mit einer schweren intensivpflichtigen Komplikation assoziiert. Weitere 12 Patienten berichteten von anderen Beschwerden, unter anderem Übelkeit und Erbrechen, Sodbrennen, Zahnschmerzen, Schulterschmerzen und postoperativen Harnverhalt. Bei einem weiteren Patienten wurde im Verlauf paroxysmales Vorhofflimmern diagnostiziert und eine Patientin erlitt nach einem Sturz am zweiten postinterventionellen Tag eine Oberschenkelhalsfraktur.

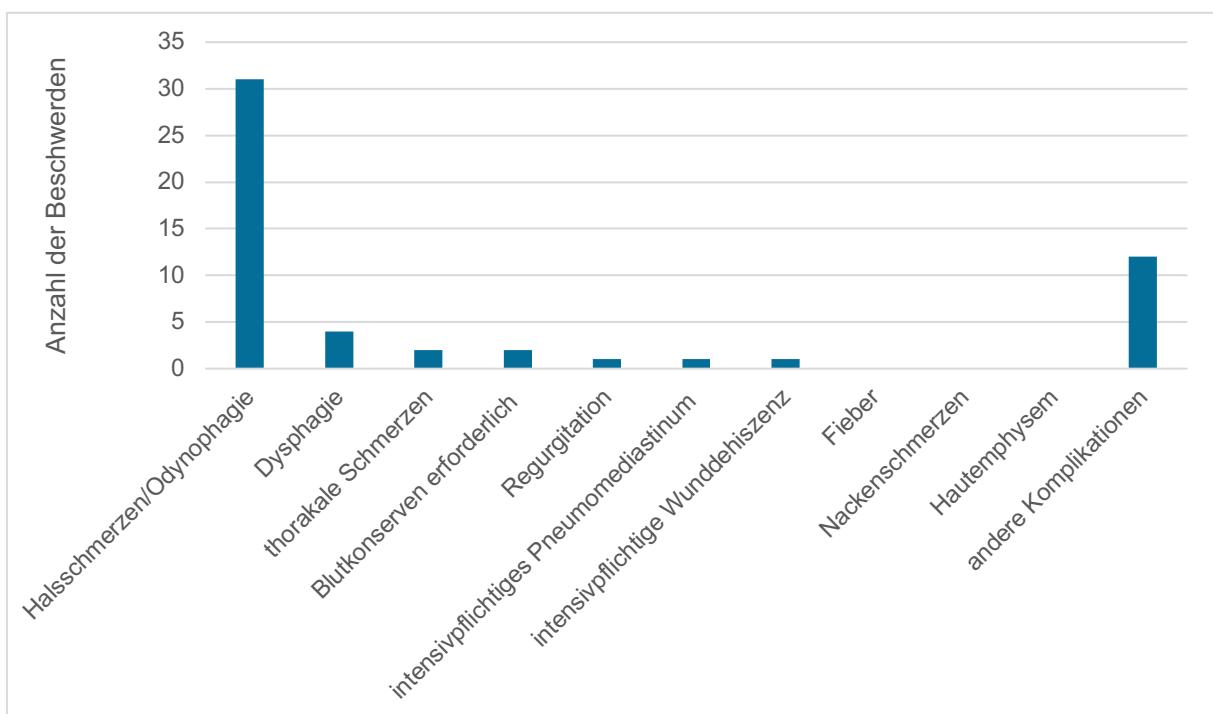


Abbildung 19: Häufigkeit der postinterventionellen Beschwerden (n=54)

#### 4.4.1. Abhängigkeit vom Interventionszeitraum, vom Schneidewerkzeug und der Einstellungstechnik

Zur Beurteilung, inwiefern die Eingriffssicherheit vom Interventionszeitraum, der Einstellungstechnik und dem Schneidewerkzeug abhängt, wurden die Komplikationen während des Eingriffs und im postinterventionellen Verlauf in Minor- und Major-Komplikationen zusammengefasst, welche direkt auf die Intervention mittels flexibler Divertikulotomie zurückzuführen waren. Die Minor-Komplikationen umfassen die gut zu kontrollierenden Blutungen (n=10). Zu den Major-Komplikationen zählen die intensivpflichtigen Komplikationen im

postoperativen Verlauf (n=2). Insgesamt kam es damit bei 12 (15,4%) Eingriffen zu einer nennenswerten Komplikation. Komplikationen, die beispielsweise durch die Anästhesie entstanden, wurden hier nicht berücksichtigt.

Die Aufschlüsselung der Komplikationen nach Interventionszeitpunkt in Abbildung 20 zeigt, dass in den letzten zwei Interventionsintervallen zwar die Eingriffszahl deutlich stieg, es aber ( $p=0,013$ ) seltener zu Blutungen unter dem Eingriff kam. In den letzten 4 Jahren wurden 52 (66,7%) der Patienten behandelt und es kam lediglich zu 3 Blutungen, was einer Rate von 5,8% entspricht.

Die beiden Major-Komplikationen traten jedoch ebenfalls in den letzten beiden Interventionsintervallen auf. Hierfür zeigte sich jedoch kein signifikanter Zusammenhang. Keines der Schneidewerkzeuge zeigte für die Major- oder die Minor-Komplikationen einen signifikanten Vorteil (siehe Anhang 1).

Auch die Einstellungstechnik zeigte im Hinblick auf die Major-Komplikationen keinen signifikanten Unterschied. Jedoch konnte bei Verwendung der Distanzkappe eine geringere Blutungsrate festgestellt werden (siehe Anhang 2).

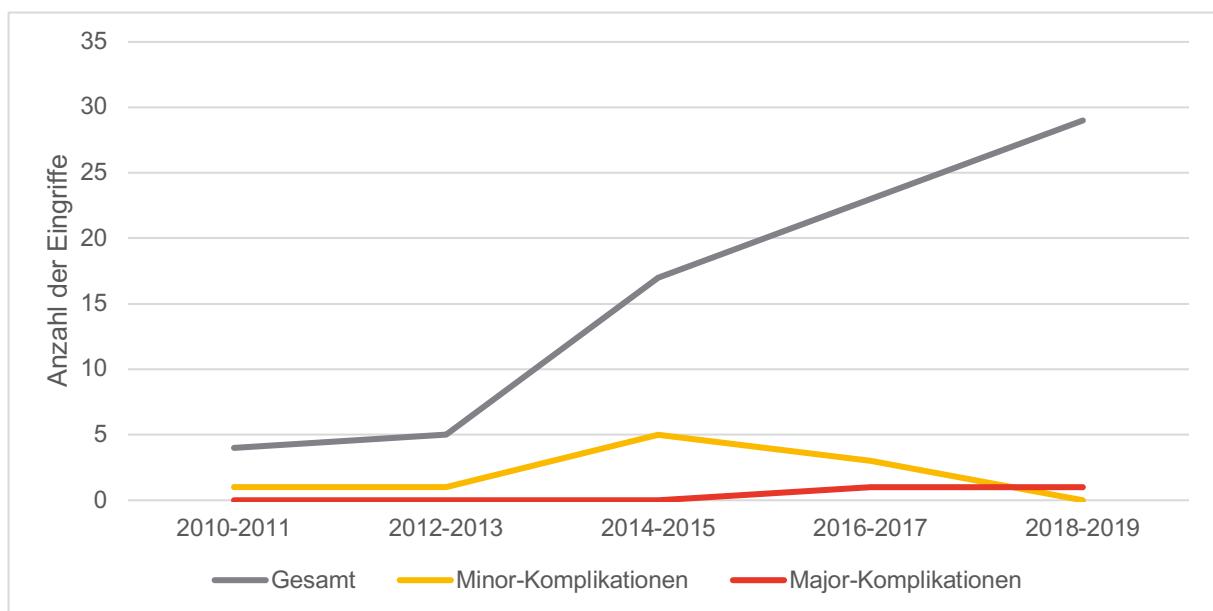


Abbildung 20: Eingriffssicherheit im zeitlichen Verlauf (n=78)

## 4.5. Hospitalisationsdauer

Die Hospitalisationsdauer wurde bei 74 Datensätzen beurteilt. 4 Datensätze wurden für diese Kriterium nicht berücksichtigt, da die Patienten aufgrund ihrer Multimorbidität vor sowie nach dem Eingriff auf anderen Abteilungen betreut wurden. Diese sind damit nicht repräsentativ zur Beurteilung der Hospitalisationsdauer nach dem Eingriff.

Im Median hielten sich die Patienten 4 Tage im Krankenhaus auf.

Zwei der sechs großen Ausreißer sind auf die postinterventionellen Major-Komplikationen zurückzuführen. Aufgrund des Pneumomediastinums ergab sich ein Aufenthalt von insgesamt 22 Tagen. Durch die Wunddehiszenz musste der Patient 15 Tage stationär bleiben.

Die Oberschenkelhalsfraktur verlängerte die Hospitalisationsdauer auf 18 Tagen.

Eine Patientin, die zusätzlich unter einer Aspirationspneumonie litt, wurde länger nachbeobachtet und erst nach 17 Tagen entlassen.

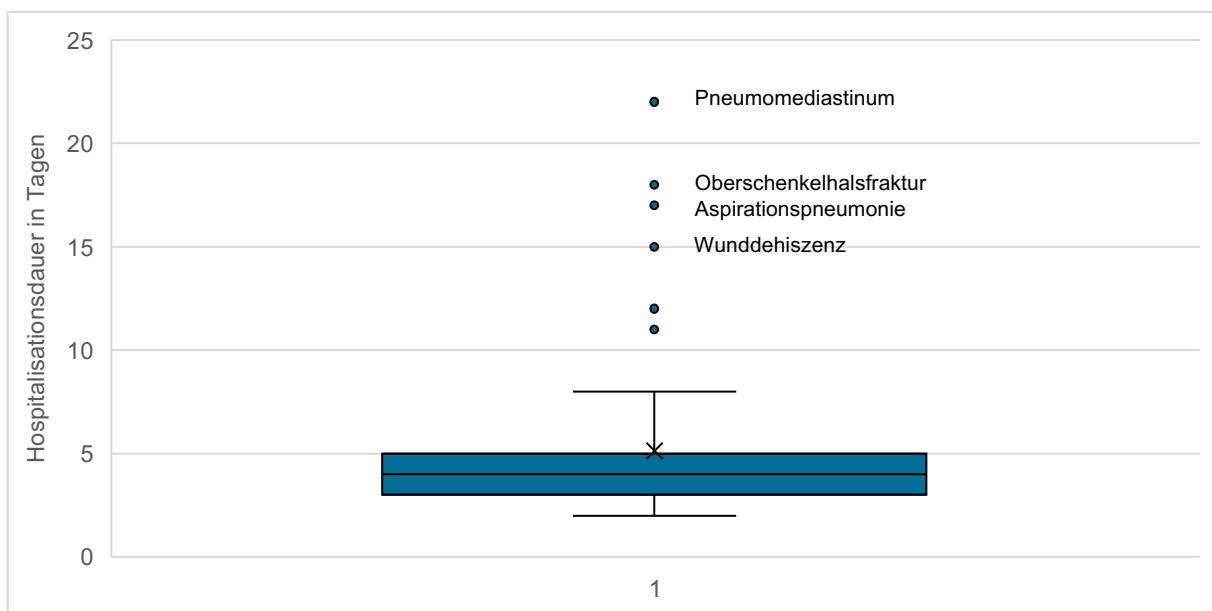


Abbildung 21: Hospitalisationsdauer in Tagen (n=74)

## 4.6. Technischer Interventionserfolg

Bei 8 von 78 Eingriffen wurden keine Angaben zur Beschaffenheit des Divertikels nach erfolgter Intervention gemacht, sodass 70 Eingriffe im Hinblick auf den technischen Erfolg analysiert werden konnten.

Das problemlose Intubieren des Ösophagus mittels Gastroskop nach erfolgtem Eingriff gilt als technischer Interventionserfolg. Dieser wurde in 58 (82,9%) der Eingriffe angegeben. Bei 8 (11,4%) weiteren Eingriffen wurde ein zufriedenstellendes Ergebnis im Sinne einer Spaltung bis auf die Basis des Divertikels angegeben. Somit konnte bei 66 (94,3%) Eingriffen ein technischer Erfolg erzielt werden.

Bei 4 (5,1%) Eingriffen war ein vorsichtigeres Vorgehen indiziert, um eine mögliche Perforation zu vermeiden. Ein Reststeg wurde hier bewusst belassen, welcher nur bei persistierender Klinik erneut behandelt werden sollte.

### 4.6.1. Abhängigkeit vom Interventionszeitraum, vom Schneidewerkzeug und der Einstellungstechnik

Aufgrund der insgesamt hohen technischen Erfolgsrate war diese auch in den jeweiligen Interventionszeiträumen entsprechend hoch, was am annähernd parallelen Verlauf der Graphen in Abbildung 22 deutlich zu sehen ist.

In den ersten beiden Interventionszeiträumen sind nur wenige Eingriffe durchgeführt worden. Insgesamt konnten hier 6 Patienten beurteilt werden und bei nur 4 (66,7%) wurde ein vollkommener technischer Interventionserfolgt erzielt.

In den darauffolgenden Jahren stieg mit der zunehmenden Eingriffszahl auch die technische Erfolgsrate ( $p=0,022$ ). Ab 2014 war diese stets über 90%. Auffällig ist, dass im letzten Interventionszeitraum die meisten Eingriffe durchgeführt wurden und trotzdem eine 100% Erfolgsrate erreicht werden konnte.

Für die Schneidewerkzeuge und die Einstellungstechnik konnte kein signifikanter Vorteil für den technischen Interventionserfolg festgestellt werden (siehe Anhang 3,4).

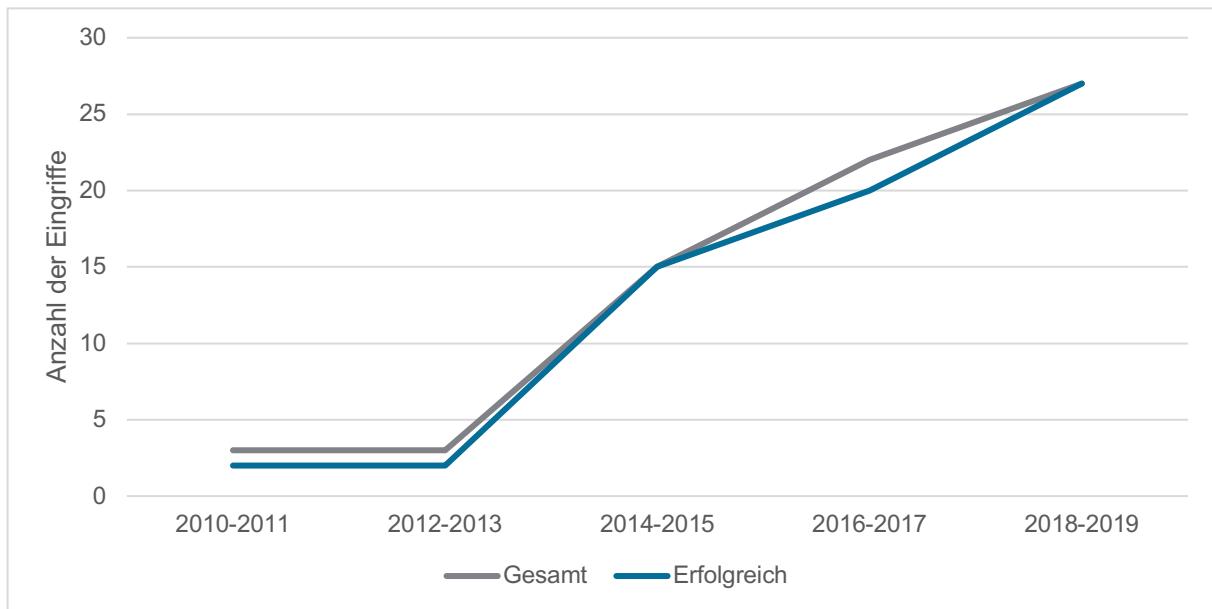


Abbildung 22: technischer Eingriffserfolg (n=66) in Abhängigkeit zum Interventionszeitpunkt

#### 4.7. Kurzfristiger klinischer Interventionserfolg

Am Entlassungstag tolerierten 68 (87,2%) Patienten den Kostaufbau und gaben keine Beschwerden mehr an.

7 (9,0%) weitere Patienten zeigten eine deutliche Symptomverbesserung bei Ihrer Entlassung. Somit konnte bei 75 (96,2%) Patienten ein früher klinischer Erfolg verbucht werden.

Ein Patient gab an, nach wie vor unter Regurgitation zu leiden, während ein anderer das Krankenhaus gegen ärztlichen Rat mit weiterhin bestehenden Schluckbeschwerden verließ. Ein weiterer Patient tolerierte den Kostaufbau nur unter großen Mühen. Somit konnte bei 3 (3,9%) Patienten kein klinischer Erfolg erzielt werden.

## 4.8. Langfristiger Interventionserfolg

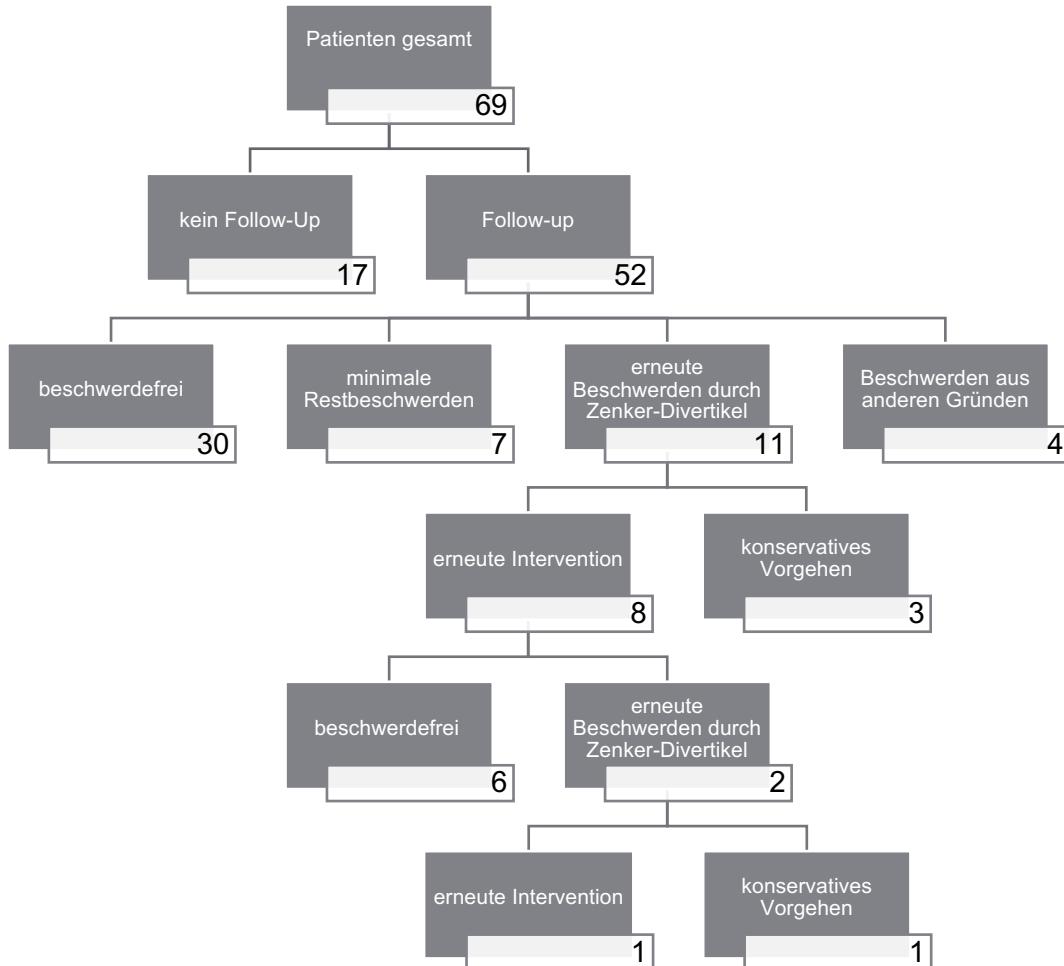


Abbildung 23: Aufschlüsselung des Follow-Ups

Der langfristige Interventionserfolg konnte aus den Nachuntersuchungen, Wiedervorstellungen und anderen Aufenthalten im Ordensklinikum erhoben werden.

Insgesamt existierte für 52 der 69 Patienten ein Follow-Up. Vier Patienten verstarben im Verlauf der Studie, in keinem Fall geschah dies in Zusammenhang mit dem Zenker-Divertikel oder dessen Intervention.

Im Durchschnitt betrug die Nachbeobachtungszeit 17,4 Monate. Zu einem Auftreten von erneuten Beschwerden kam es durchschnittlich nach 14,1 Monaten postinterventionell.

30 (57,7%) Patienten waren zum Zeitpunkt der letzten Datenerhebung vollkommen beschwerdefrei. 7 weitere hatten nur noch leichte Beschwerden und waren mit dem Ergebnis zufrieden, sodass insgesamt bei 37 (71,2%) von einem primären klinischen Eingriffserfolg gesprochen werden kann. 4 (7,7%) weitere Patienten hatten zwar erneut dysphagische Beschwerden, ein Zenker-Divertikel konnte jedoch als Ursache ausgeschlossen werden, sodass letztendlich bei 41 (78,9%) Patienten die Symptomatik des Zenker-Divertikels verbessert werden konnte.

Bei 11 (21,2%) Patienten bestand die Indikation für eine erneute Intervention aufgrund eines Zenker-Rezidivs bzw. klinisch relevanten Reststegs. Drei Patienten lehnten diese jedoch ab, sodass es in 8 Fällen zu einer erneuten Intervention kam. Hiervon profitierten wiederum 6 (75%)

Patienten. Zwei Patienten litten allerdings auch nach der zweiten endoskopischen Intervention unter Beschwerden durch das Zenker-Divertikel. Ein Patient konnte durch eine dritte Intervention erfolgreich behandelt werden. Bei dem verbliebenen Patienten entschied man sich vorerst für ein konservatives Vorgehen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass von der ersten flexiblen Divertikulotomie 78,9% der Patienten langfristig profitierten. Somit lag die Rezidivrate nach der ersten Intervention bei 21,2%.

Auch in der Rezidivgruppe konnte ein Therapieerfolg von 75% erzielt werden, das entspricht einer gesamten (primären und sekundären) klinischen Erfolgsrate von 92,3%.

Lediglich bei 4 (7,7%) Patienten verblieb nach Ausschöpfung der interventionellen Möglichkeiten eine belastende Restsymptomatik.

#### **4.8.1. Abhängigkeit vom Interventionszeitraum, vom Schneidewerkzeug und der Einstellungstechnik**

Trägt man die Anzahl der Rezidive gegen die Anzahl der gesamten Eingriffe für die Interventionsintervalle auf, ergibt sich ein deutliches Bild. Wie in Abbildung 24 zu sehen, weichen die Graphen mit der Zeit mehr voneinander ab. Die Rezidivrate ging im zeitlichen Verlauf der Studie ( $p=0,0012$ ) zurück.

So entwickelten im Interventionszeitraum von 2010-2011 noch alle nachbeobachteten Patienten ein Rezidiv. Im vorletzten Interventionszeitraum waren 7 von 20 (35%) Patienten von einem Rezidiv betroffen. Der letzte Interventionszeitraum zeigte mit 9,1 % hingegen schon eine geringe Rezidivrate.

Die Schneidewerkzeuge und die Einstellungstechnik hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Rezidiven (siehe Anhang 5,6).

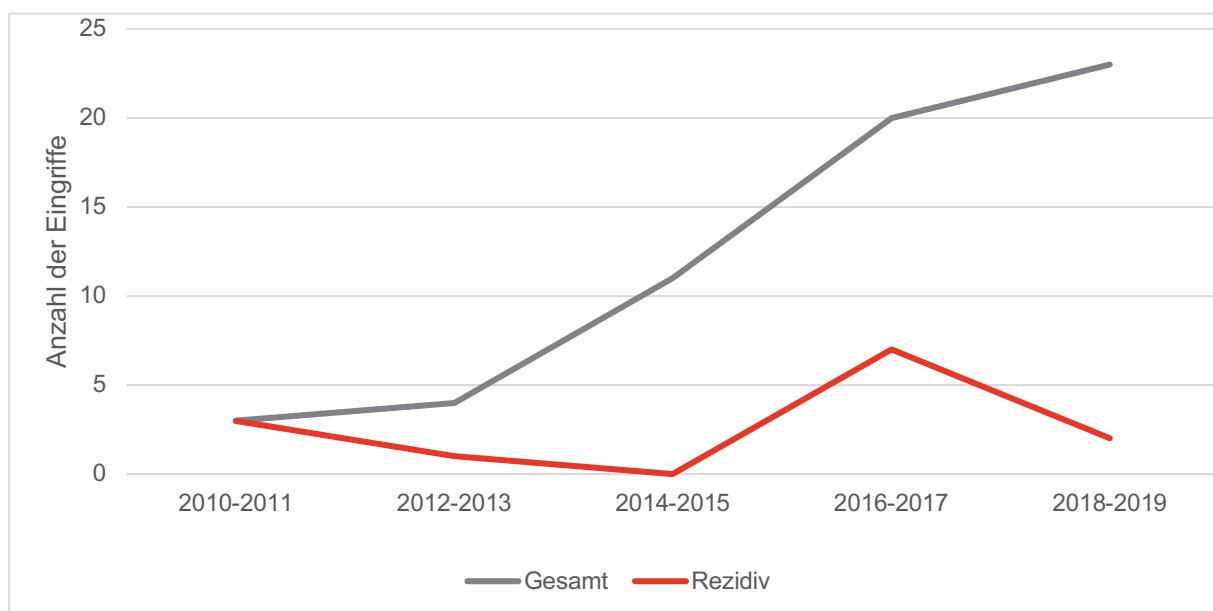


Abbildung 24: Rezidive (n=13) in Abhängigkeit zum Interventionszeitraum

## 5. Diskussion

### 5.1. Zusammenfassung der Hauptergebnisse

In dieser retrospektiven Studie konnten insgesamt 78 flexible Divertikulotomien zur Behandlung von Zenker-Divertikeln im Ordensklinikum Linz Barmherzige Schwestern und Elisabethinen über einen 10-Jahres-Zeitraum analysiert werden. Im zeitlichen Verlauf nahm die Anzahl der Eingriffe deutlich zu.

Es konnte gezeigt werden, dass die flexible Divertikulotomie mit einem primären technischen Eingriffserfolg von 94,3% und einem klinischen Eingriffserfolg von 96,2% eine sehr zuverlässige Interventionsmöglichkeit für das Zenker-Divertikel darstellt. Im zeitlichen Verlauf nahm der technische Interventionserfolg zu.

Mit einer Mortalität von 0% und einer Rate von 2,6% für schwere Komplikationen stellt die flexible Divertikulotomie zudem eine sehr sichere Methode dar.

Minor-Komplikation traten in 12,8% der Eingriffe auf. Diese nahmen im zeitlichen Verlauf und seit Verwendung der Distanzkappe ab.

Für insgesamt 52 Patienten konnte zudem ein Follow-Up erhoben werden. Hierbei zeigte sich, dass langfristig 78,9% der Patienten vom ersten Eingriff mittels flexiblen Endoskops im Ordensklinikum profitieren konnten. Allerdings betrug die Rezidivrate 21,2%, sodass neuerliche Interventionen erforderlich waren. Die Rezidivrate nahm im zeitlichen Verlauf ab. Letztendlich konnte nur bei 7,7% der Patienten kein zufriedenstellendes Ergebnis nach Ausschöpfung der interventionellen Behandlungsmethoden erzielt werden.

Im Hinblick auf die technische Durchführung über den 10-Jahres-Zeitraum konnten verschiedene Trends festgestellt werden. Bei den Schneidewerkzeugen etablierten sich das Hook-Knife und das Triangle-Tip Knife. Die Distanzkappe gewann gegenüber dem Divertikuloskop mit zunehmender Eingriffszahl an Bedeutung.

### 5.2. Diskussion der Methode

Diese Studie wurde aus der retrospektiven Analyse von Arztbriefen, Operationsberichten sowie Bild- und Pflegedokumentationen aus den Unterlagen des Ordensklinikums Barmherzige Schwestern und Elisabethinen erstellt.

Eine Stärke dieser Analyse im Vergleich zu anderen Studien ist die hohe Patientenzahl. Eine Metaanalyse aus dem Jahr 2016 von Ishaq S et al. umfasst 20 Studien mit 813 Patienten. Der hier angegebene Median pro Studie liegt bei 32 Eingriffen. Damit schließt die vorliegende Studie mit 78 Eingriffen deutlich mehr Fälle ein. (52) Gründe hierfür könnten der lange Beobachtungszeitraum sowie der bizentrische Aufbau sein.

Allerdings weisen retrospektive Analysen methodenbedingte Schwächen auf. Ein Problem ist die fehlende Randomisierung der Patientengruppen, sodass mögliche Störfaktoren nicht ausgeschlossen werden können. Dadurch ist die Vergleichbarkeit von verschiedenen Gruppen erschwert. (56)

Ein weiterer Nachteil sind fehlende Daten durch eine unvollständige Dokumentation. Gerade im längeren Follow-Up fehlten viele Daten. Lediglich für 52 von 69 Patienten konnten Informationen erhoben werden. Dabei muss ein Selbstselektionseffekt bedacht werden, da erfolgreich behandelte Patienten wahrscheinlich nicht noch einmal im Krankenhaus vorstellig werden. Somit fehlt für 24,6 % der Patienten, welche möglicherweise durch die Therapie profitiert haben, ein Langzeit-Follow-Up. Damit könnte es zu einer Unterschätzung des tatsächlichen langfristigen Behandlungserfolgs gekommen sein. Insofern wären standardisierte Nachkontrollen für eine zukünftige Studie interessant, um den langfristigen Behandlungserfolg noch valider beurteilen zu können. Wie diese Studie zeigen konnte, wäre ein Zeitraum von mindestens 14 Monaten empfehlenswert, da es im Durchschnitt innerhalb dieses Zeitraums zu einem Rezidiv kam. So könnte eine mögliche Rechtszensierung vermieden werden.

Zudem scheint der technische Eingriffserfolg zur Beurteilung der Methode nicht optimal zu sein. Diese Studie konnte zeigen, dass die 4 Patienten, bei denen kein 100% technischer Erfolg erzielt wurde, weder postinterventionell unter Beschwerden eines Zenker-Divertikels litten, noch im Verlauf ein Rezidiv entwickelten. Daher sollte hierbei in Zukunft zur Qualitätskontrolle der Klinik der Vorzug gegeben werden.

Es wäre daher hilfreich, eine standardisierte Bewertung der Dysphagie mittels Dysphagiescore vor und nach dem Eingriff vorzunehmen, um eine bessere Beurteilung des Eingriffserfolgs zu ermöglichen. Gerade bei Patienten, die nach dem Eingriff zwar eine Verbesserung der Symptomatik berichten, aber nicht beschwerdefrei sind, wäre eine objektivere Beurteilung mittels Dysphagiescores nützlich.

Auch die Implementierung eines anderen Scores für das Zenker-Divertikel könnte sich als hilfreich erweisen. Beispielsweise könnte man den Eckardt-Score für Achalasie in modifizierter Weise auf das Zenker-Divertikel übertragen. Dieser umfasst in der jetzigen Form vier Symptome: Dysphagie, Regurgitation, Brustschmerz und Gewichtsverlust. Für jedes Merkmal werden 0 bis 4 Punkte vergeben, was eine quantitative Beurteilung ermöglicht. (57)

In dieser Form umfasst der Eckardt-Score, bis auf den Brustschmerz, schon die Hauptsymptome des Zenkers-Divertikels. Anstelle der Brustschmerzen könnte zum Beispiel die Aspiration von Nahrung in den Score aufgenommen werden. Um zukünftig ein objektiveres Maß für den Therapieerfolg zu gewährleisten, wäre es interessant, in einer prospektiven Studie eine Modifikation des Eckardt-Scores vor und nach dem Eingriff mittels flexibler endoskopischer Divertikulotomie anzuwenden.

Vergleichbares wurde kürzlich von Xuan Li et al. durchgeführt. Hier wurde ein modifizierter Eckardt-Score bei Zenker-Divertikeln vor und nach der Behandlung mittels peroraler endoskopischer Myotomie (POEM) angewendet. Dabei handelt es sich um ein spezielles Verfahren zur Behandlung des Zenker-Divertikels auf welches im Kapitel 6 „Fazit und Ausblick“ noch eingegangen wird. (58)

### **5.3. Diskussion der Ergebnisse**

Ishaq S et al. berichten in ihrer Metaanalyse von einer durchschnittlich Erfolgsrate von 91% für die flexible Divertikulotomie. Das 95% Konfidenzintervall der Metaanalyse reicht von 86% - 95%. Unsere technische Erfolgsrate von 94,3% und klinische Erfolgsrate von 96,2% stehen somit an der oberen Grenze des Konfidenzintervalls, was als hohes Qualitätsmerkmal interpretiert werden kann. (52) Bei der Betrachtung im Zeitverlauf fiel außerdem die Steigerung des technischen Interventionserfolgs von 66,6% in den ersten 4 Jahren zu über 90% ab dem Jahr

2014 auf. Dies stellt einen deutlichen Hinweis für eine relativ flache Lernkurve dar. Allerdings muss die geringe Fallzahl von 6 Eingriffen in den ersten 4 Jahren bedacht werden.

Die Komplikationsrate wurde ebenfalls in der Metaanalyse betrachtet. Hierbei wurde jedoch nicht die Schwere der Komplikationen berücksichtigt, sondern lediglich das Auftreten. Die Metaanalyse zeigte eine durchschnittliche Komplikationswahrscheinlichkeit von 11,6% in einem 95% Konfidenzintervall von 8% -18%. Die Komplikationsrate in Ordensklinikum betrug 12,8% für Minor-Komplikationen und 2,6% für Major-Komplikationen. Daraus ergibt sich insgesamt eine Rate von 15,4%. Somit liegt die Komplikationsrate im Ordensklinikum über dem Durchschnitt der Metaanalyse, aber innerhalb des Konfidenzintervalls.

In einer weiteren großen Übersichtsarbeit mit 997 Patienten von Jain D et al. wurden die zwei häufigsten Komplikationen der flexiblen Divertikulotomie, Blutung und Perforation, analysiert. Hierbei ergab sich ein Risiko für gut kontrollierbare Blutungen von 6,6%. Diese ist in den Ordenskliniken mit 12,8% deutlich höher. Bei der Betrachtung der Blutungen in Abhängigkeit des Interventionszeitraums zeigte sich allerdings, dass die Blutungsrate in den letzten 4 Jahren des Beobachtungszeitraums lediglich 5,8% betrug und somit eine Verbesserung zu erkennen ist, was ebenfalls für eine deutliche Lernkurve spricht. Ein weiterer Grund könnte in der zunehmenden Verwendung der Clips liegen.

Außerdem waren Perforationen, welche eine schwere Komplikation des Eingriffs darstellen, in der Analyse mit 5,3% deutlich über dem Wert des Ordensklinikums, welcher nur 1,3% betrug. (53)

Im Vergleich zur Metaanalyse mit 11% im Durchschnitt ist die Rezidivrate in unserer Studie mit 21,2% etwa doppelt so hoch. Hierbei sollte aber vor allem die methodische Schwäche des Follow-Ups bedacht werden, die zu einer deutlichen Überschätzung der Rezidivrate führen könnte.

Die Rezidivrate verbesserte sich über den Beobachtungszeitraum. Diese Beobachtung deckt sich mit dem Ergebnis der Metaanalyse, in welcher ebenfalls eine positive Korrelation von Interventionszeitpunkt und Rezidivrate beschrieben wurde. Neben der zunehmenden Erfahrung der Endoskopiker ist die relativ komplikationslose Durchführung der flexiblen Divertikulotomie eine mögliche Erklärung. Gerade am Anfang der Methodenabstimmung ist ein vorsichtiges Vorgehen sinnvoll, wenn problemlos eine erneute Intervention durchgeführt werden kann. (52)

Wie auch in unserer Analyse, wurde in der Metaanalyse kein Zusammenhang vom Outcome und dem Schneideinstrument festgestellt. (52)

Eine Erklärung für die dennoch häufige Verwendung des Hook-Knifes könnte in der kontrollierteren Schnittführung liegen, welche dieses ermöglicht. (59) Letztendlich wird die Verwendung des Schneideinstruments aber hauptsächlich von den Präferenzen des jeweiligen Behandlers abhängen. Beispielsweise wurde das im Ordensklinikum für die flexible Divertikulotomie nicht mehr verwendete Nadelpapillotom in anderen Zentren hauptsächlich verwendet. (60)

Ob die Distanzkappe tatsächlich einen Vorteil mit sich bringt, ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abschließend erforscht. Vor einigen Jahren stellte das Divertikuloskop noch die überlegene Methode dar. Auch die Übersichtsarbeit von Jain D et al. befasst sich mit dieser Frage. Diese stellte eine Überlegenheit des Divertikuloskops fest, wobei die Evidenz noch sehr dünn war. (53) Eine neue Studie aus dem Jahr 2019 hinterfragt hingegen die Verwendung des Divertikuloskops und konstatierte der Distanzkappe eine ähnliche Effizienz und Sicherheit. (61) Zum einen wird

die steigende Verwendung der Distanzkappe im Ordensklinikum auf ihre breite Anwendbarkeit, insbesondere bei kleineren Divertikeln, zurückzuführen sein. Zum anderen ermöglicht die Distanzkappe eine Zeitersparnis, allerdings geschieht dies auf Kosten der Übersichtlichkeit unter dem Eingriff. Mit zunehmender Erfahrung des Endoskopikers spielt dieser Nachteil aber keine große Rolle mehr, was ebenfalls eine Erklärung für die steigende Verwendung der Distanzkappe im zeitlichen Verlauf darstellt.

## 6. Fazit und Ausblick

Die flexible Divertikulotomie hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung in der Behandlung des Zenker-Divertikels gewonnen, was durch die steigenden Fallzahlen in dieser Studie deutlich wird. Aufgrund der hohen Effektivität und des schonenden Charakters dieser Methode ist sie gerade für das ältere und multimorbide Patientenkollektiv äußerst geeignet. Trotzdem gibt es nach wie vor Optimierungsbedarf, insbesondere was die Rezidivrate betrifft. Daher unterliegt die flexible Divertikulotomie nach wie vor einem stetigen Lern- und Entwicklungsprozess. Zurzeit gibt es etwa 12 verschiedene Varianten der flexiblen Divertikulotomie. (43) Einige davon wie zum Beispiel die Divertikulotomie mittels Hook-Knife oder Triangle-Tip Knife wurden in dieser Studie analysiert. Zu den neusten Entwicklungen zählt unter anderem die perorale endoskopische Myotomie des Zenker-Divertikels (Z-POEM) und die roboterassistierte flexible Divertikulotomie.

Bei der Z-POEM handelt es sich um eine Methode die stark an die endoskopische Behandlung der Achalasie erinnert. Durch das Vorgehen von einer Inzision 3cm proximal des Septums im submukösen Raum ist das Risiko für postinterventionelle Infektionen und Leckagen geringer (Tunnelierung). Außerdem erlaubt die Z-POEM eine radikalere Durchtrennung der Muskelfasern innerhalb des Divertikel-Septums ohne eine Perforation zu riskieren. So könnte theoretisch eine geringere Rezidivrate möglich sein. (62) Erste Studien und Fallberichte bestätigen die Sicherheit und Effektivität der Z-POEM, für eine definitive Aussage fehlen jedoch noch ausreichend Daten, insbesondere was den Langzeiterfolg betrifft. (50,55,56) Außerdem sollte die längere Interventionszeit von 50 Minuten bei der Z-POEM gegenüber den 15 Minuten bei der flexiblen Divertikulotomie bedacht werden. Hinzu kommt, dass für Z-POEM eine Vollnarkose erforderlich ist. (55) Ob sich die Z-POEM also tatsächlich durchsetzen wird, ist noch fraglich. Eventuell könnte sie sich auch als ergänzende Therapieoption für Patienten mit hoher Rezidivneigung etablieren.

Auch der in der Medizin zurzeit vorherrschende Trend der roboter- und computerassistenten Chirurgie hat vor der Behandlung des Zenker-Divertikels keinen Halt gemacht. Der Grundstein für diesen Trend wurde vor mehr als 30 Jahren mit der ersten roboterassistierten Operation gelegt. Hierbei gelang mithilfe eines Roboters die genaue Biopsie eines Hirntumors. Spätestens mit der Entwicklung des daVinci® Roboters konnte gezeigt werden, dass die roboterassistierte Chirurgie eine sichere und effiziente Behandlungsoption darstellt. (65,66) 2017 wurden erstmalig roboterassistierte Operationen des Hypopharynx an 5 Leichen durchgeführt. Bei dieser Technik kontrolliert der Operateur das Endoskop mithilfe eines Roboter-Arms über einen Joystick an einem separaten Arbeitsplatz. In allen fünf Fällen gelang die erfolgreiche Divertikulotomie des Zenker-Divertikels. Diese Technik erlaubt im Vergleich zur herkömmlichen flexiblen Divertikulotomie erweiterte Interventionsmöglichkeit, wie etwa das Nähen der Mukosa und das Verschließen von Mikroperforationen. Allerdings wird für diesen Therapieansatz wohl ebenfalls eine Vollnarkose erforderlich sein. Des weiteren fehlen bisher Daten für die Therapie an lebenden Patienten. Auch die bisher noch hohen Kosten der roboterassistierten Chirurgie stellen einen entscheidenden Faktor dar. (43,67) Inwiefern sich dieser Trend zukünftig in der Therapie des Zenker-Divertikels etablieren kann, gilt es daher noch abzuwarten.

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Killian-Dreieck.....	9
Abbildung 2: Brombart Stadien I bis IV von links nach rechts .....	12
Abbildung 3: Differentialdiagnosen Zenker-Divertikel	Quelle: eigene Darstellung ....
Abbildung 4: Stapler-Divertikulotomie .....	16
Abbildung 5: Divertikuloskop (oben) und Distanzkappe (unten) mit der jeweiligen Sicht auf das Zenker-Divertikel .....	17
Abbildung 6: (a) Nadelpapillotom, (b) Argon-Plasma-Coagulator, (c) Triangle-Tip Knife, (d) Hook-Knife, (e) SB-Knife-junior .....	18
Abbildung 7: Patientenaufteilung (orange: analysierte Patienten, grau: ausgeschlossene Patienten) .....	22
Abbildung 8: Häufigkeit der Symptome (n= 172) im Patientenkollektiv präinterventionell .....	26
Abbildung 9: Häufigkeit der Dysphagie (n=40) bedingenden Nebendiagnosen.....	27
Abbildung 10: Größe der Divertikel nach radiologischer/endoskopischer Diagnostik (n=73).....	28
Abbildung 11: Vergleich Anzahl der starren (n=47) und flexiblen (n=78) Divertikulotomien im zeitlichen Verlauf .....	29
Abbildung 12: Verwendete Werkzeugkombinationen (n=71) im gesamten Interventionszeitraum .....	30
Abbildung 13: Verwendete Instrumente (n=90) im zeitlichen Verlauf.....	30
Abbildung 14: Häufigkeit der verwendeten Einstellungsinstrumente (n=73) .....	31
Abbildung 15: Verwendung von Distanzkappe und Divertikuloskop im zeitlichen Verlauf (n=73).....	31
Abbildung 16: Divertikelgröße bei Verwendung von Divertikuloskop, Distanzkappe und der Kombination aus beiden (n=73).....	32
Abbildung 17: Häufigkeit der Anwendung von Mukosaclips (n=49) im zeitlichen Verlauf .....	32
Abbildung 18: Häufigkeit der Komplikationen (n=14) unter dem Eingriff .....	33
Abbildung 19: Häufigkeit der postinterventionellen Beschwerden (n=54) .....	34
Abbildung 20: Eingriffssicherheit im zeitlichen Verlauf (n=78) .....	35
Abbildung 21: Hospitalisationsdauer in Tagen (n=74).....	36
Abbildung 22: technischer Eingriffserfolg (n=66) in Abhängigkeit zum Interventionszeitpunkt ...	37
Abbildung 23: Aufschlüsselung des Follow-Ups.....	38
Abbildung 24: Rezidive (n=13) in Abhängigkeit zum Interventionszeitraum .....	39

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Brombart Klassifikation .....	11
Tabelle 2: Vergleich der Therapien .....	19
Tabelle 3: Kriterien zur Therapiewahl (+ = vorteilhaft, - = nachteilhaft, (+) = bedingt vorteilhaft)	20
Tabelle 4: Datenerfassung .....	24
Tabelle 5: Patientencharakteristika .....	25
Tabelle 6: Interventionszeiträume .....	28

## **Abkürzungsverzeichnis**

APC .....	Argon-Plasma-Coagulator
aPTT .....	activated Partial Thromboplastin Time
BMI .....	Body-Mass-Index
CRP .....	C-reaktives Protein
CT .....	Computertomographie
Endo-Vac.....	endoskopisches endoluminales Vakuum
et al.....	und andere
GERD .....	Gastroösophagealer Reflux
Hb .....	Hämoglobin
HNO.....	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
HWS .....	Halswirbelsäule
INR .....	International Normalized Ratio
MRT.....	Magnetresonanztomographie
OKL .....	Ordensklinikum Linz Barmherzige Schwestern und Elisabethinen
SB .....	Stag Beetle
SD.....	Standardabweichung
Z.n. .....	Zustand nach
ZNS .....	zentrales Nervensystem

## Literaturverzeichnis

1. Ludlow A. A case of obstructed deglutition from a preternatural dilatation of a bag formed in the pharynx. Medical observations and enquiries by a society of physicians in London. 2nd Ed. 1769; 3:85–101.
2. Zenker FA, von Ziemssen H. Krankheiten des Oesophagus. In: von Ziemssen H, ed. Handbuch der Speciellen Pathologie und Therapie. Vol 7 (suppl). Leipzig: FCW Vogel, 1877: 1–87.
3. Scher R, Myssiorek D. Management of Zenker and Hypopharyngeal Diverticula. Springer. 2018. Verfügbar unter: <https://www.springer.com/gp/book/9783319921556>
4. Falkeis C, Hager T, Freund-Unsinn K, Wohlschläger J, Veits L, Hager J. Malformations of the esophagus: diagnosis and therapy. Der Pathologe. 2013. 2013;34(2):94–104.
5. Bechtler M, Jakobs R. Ösophagusdivertikel. Gastroenterol Up2date. 2012;08(03):187–98.
6. Haddad N, Agarwal P, Levi JR, Tracy JC, Tracy LF. Presentation and Management of Killian Jamieson Diverticulum: A Comprehensive Literature Review. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2020;129(4):394–400.
7. Siddiq MA, Sood S, Strachan D. Pharyngeal pouch (Zenker's diverticulum). Postgrad Med J. 2001;77(910):506–11.
8. Abu-Omar A, Miller C, McDermott A-L. Acquired pharyngoesophageal diverticulum in childhood. J Laryngol Otol. 2010;124(12):1298–9.
9. Bizzotto A, Iacopini F, Landi R, Costamagna G. Zenker's diverticulum: exploring treatment options. Acta Otorhinolaryngol Ital. 2013;33(4):219–29.
10. van Overbeek JJ. Meditation on the pathogenesis of hypopharyngeal (Zenker's) diverticulum and a report of endoscopic treatment in 545 patients. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1994;103(3):178–85.
11. Schindler A, Mozzanica F, Alfonsi E, Ginocchio D, Rieder E, Lenglinger J, et al. Upper esophageal sphincter dysfunction: diverticula-globus pharyngeus. Ann N Y Acad Sci. 2013;1300:250–60.
12. Anagiotos A, Preuss SF, Koebke J. Morphometric and anthropometric analysis of Killian's triangle. The Laryngoscope. 2010;120(6):1082–8.
13. Stafford ND, Moore-Gillon V, McKelvie P. Handedness and the side on which pharyngeal pouches occur. Br Med J (clin Res Ed). 1984;288:915–6.
14. Westrin KM, Ergün S, Carlsöö and B. Zenker's Diverticulum—a Historical Review and Trends in Therapy. Acta Otolaryngol (Stockh). 1996;116(3):351–60.
15. Fitchat NA, Maharaj S, Kwete MO. Why do Zenker's diverticulae occur more often on the left than the right side? J Laryngol Otol. 2019;133(6):515–9.
16. Cook IJ, Gabb M, Panagopoulos V, Jamieson GG, Dodds WJ, Dent J, et al. Pharyngeal (Zenker's) diverticulum is a disorder of upper esophageal sphincter opening. Gastroenterology. 1992;103(4):1229–35.
17. Kasle DA, Torabi SJ, Boey H, Sasaki CT. Hypopharyngeal Diverticulum: Toward a Unified Understanding of Its Etiopathogenesis. Dysphagia. 2019;34(5):713–5.
18. Venturi M, Bonavina L, Colombo L, Antoniazzi L, Bruno A, Mussini E, et al. Biochemical markers of upper esophageal sphincter compliance in patients with Zenker's diverticulum. J Surg Res. 1997;70(1):46–8.
19. Klockars T, Mäkitie A. Case report of Zenker's diverticulum in identical twins: further evidence for genetic predisposition. J Laryngol Otol. 2010;124(10):1129–31.
20. Klockars T, Sihvo E, Mäkitie A. Familial Zenker's diverticulum. Acta Otolaryngol (Stockh).

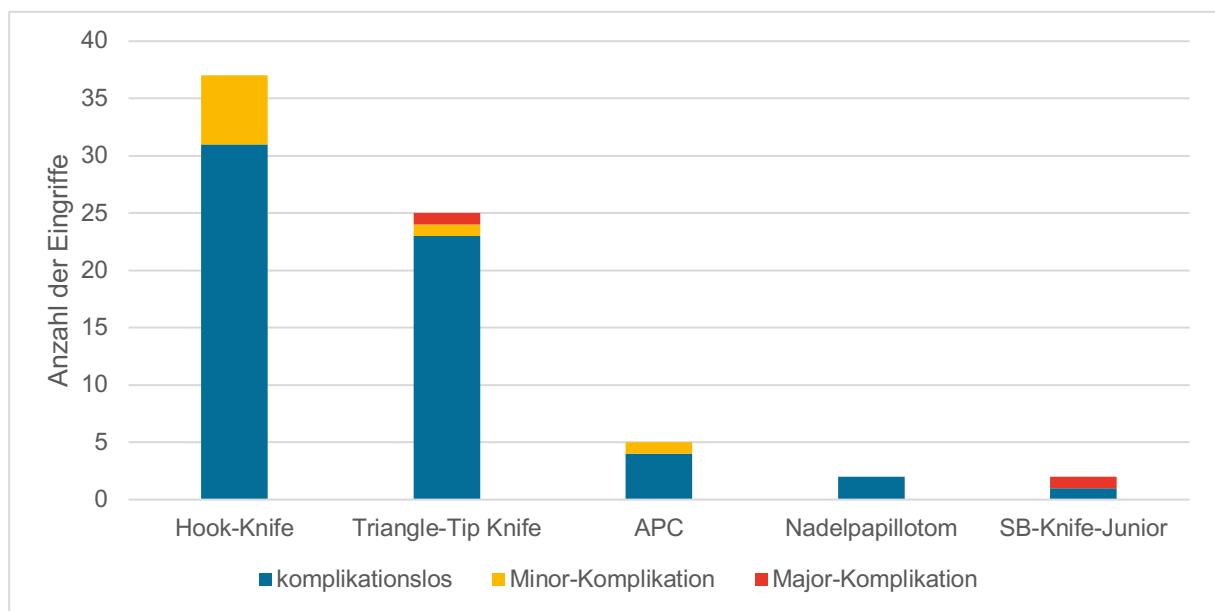
- 2008;128(9):1034–6.
21. Haas I, Gutman M, Paran H. Massive upper GI bleeding: A rare complication of Zenker's diverticulum. *J Postgrad Med* 2008;54:209–210
  22. Bălălău C, Stoian S, Motofei I, Popescu B, Popa F, Scăunașu RV. Zenker's diverticulum, a rare cause of upper gastrointestinal bleeding. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*. 2013;117(2):297–301.
  23. Stemerman DH, Mercader V, Kramer G, Caroline DF, Gatenby R. An unusual presentation of zenker's diverticulum. *Clin Imaging*. 1996;20(2):112–4.
  24. Lee JD, Park H, Shin JM, Koh YW. A Case of Zenker's Diverticulum Mimicking the Thyroid Tumor Associated with Vocal Cord Palsy. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg*. 2006;49(2):241–5.
  25. Herbella F a. M, Dubecz A, Patti MG. Esophageal diverticula and cancer. *Dis Esophagus Off J Int Soc Dis Esophagus*. 2012;25(2):153–8.
  26. Seth R, Scharpf J. Medication ineffectiveness due to Zenker diverticulum in a compliant patient. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. 2011;145(5):872–3.
  27. Ziachehabi A, Maieron A, Hoheisel U, Bachl A, Hagenauer R, Schöfl R. Capsule retention in a Zenker's diverticulum. *Endoscopy*. 2011;43 Suppl 2 UCTN:E387.
  28. Brombart M. Le diverticule pharyngo-oesophagien de Zenker. Considerations pathogenetiques. *J Belg Radiol* 1953;76:128.
  29. Lixin J, Bing H, Zhigang W, Binghui Z. Sonographic diagnosis features of Zenker diverticulum. *Eur J Radiol*. 2011;80(2):e13–19.
  30. Malagelada J, Bazzoli F, Boeckxstaens G, De Looze D, Fried M, Kahrilas T, et al. Dysphagia Global Guidelines & Cascades. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines. 2014. Verfügbar unter: <https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/global-guidelines/dysphagia/dysphagia-english>
  31. Yuan Y, Zhao Y-F, Hu Y, Chen L-Q. Surgical Treatment of Zenker's Diverticulum. *Dig Surg*. 2013;30(3):207–18.
  32. Wheeler WI. Pharyngocoele and dilation of the pharynx, with existing diverticulum at lower portion of pharynx lying posterior to the oesophagus, cured by pharyngotomy, being the first of the kind recorded. *Dublin Journal of Medical Science* 1886;82:349–56.
  33. Mosher HP. Webs and pouches of the esophagus, their diagnosis and treatment. *Surg Gynecol Obstet* 1917; 25: 175–87.
  34. Dohlman G, Mattsson O. The endoscopic operation for hypopharyngeal diverticula: a roentgencinematographic study. *AMA Arch Otolaryngol*. 1960;71:744–52.
  35. van Overbeek JJM, Hoeksema PE, Edens ETh. Microendoscopic Surgery of the Hypopharyngeal Diverticulum Using Electrocoagulation or Carbon Dioxide Laser. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1984;93(1):34–6.
  36. Martin-Hirsch DP, Newbegin CJ. Autosuture GIA gun: a new application in the treatment of hypopharyngeal diverticula. *J Laryngol Otol*. 1993;107(8):723–5.
  37. Chang CY, Payyapilli RJ, Scher RL. Endoscopic staple diverticulostomy for Zenker's diverticulum: review of literature and experience in 159 consecutive cases. *The Laryngoscope*. 2003;113(6):957–65.
  38. Bloom JD, Bleier BS, Mirza N, Chalian AA, Thaler ER. Factors predicting endoscopic exposure of Zenker's diverticulum. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2010;119(11):736–41.
  39. Herminghaus, A., Löser, S. & Wilhelm, W. Anästhesie bei geriatrischen Patienten. *Anaesthesist*. 2012; 61:363–374
  40. Mulder CJ, den Hartog G, Robijn RJ, Thies JE. Flexible endoscopic treatment of Zenker's

- diverticulum: a new approach. *Endoscopy*. 1995;27(6):438–42.
41. Ishioka S, Sakai P, Maluf Filho F, Melo JM. Endoscopic incision of Zenker's diverticula. *Endoscopy*. 1995;27(6):433–7.
  42. Crawley B, Dehom S, Tamares S, Marghalani A, Ongkasuwan J, Reder L, et al. Adverse Events after Rigid and Flexible Endoscopic Repair of Zenker's Diverticula: A Systematic Review and Meta-analysis. *Otolaryngol–Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. 2019;161(3):388–400.
  43. Ishaq S, Sultan H, Siau K, Kuwai T, Mulder CJ, Neumann H. New and emerging techniques for endoscopic treatment of Zenker's diverticulum: State-of-the-art review. *Dig Endosc Off J Jpn Gastroenterol Endosc Soc*. 2018;30(4):449–60.
  44. Yuan Y, Yuan Y, Zhao Y-F, Hu Y, Chen L-Q. Surgical Treatment of Zenker's Diverticulum. *Dig Surg*. 2013;30(3):207–18.
  45. Gutschow CA, Hamoir M, Rombaux P, Otte J-B, Goncette L, Collard J-M. Management of pharyngoesophageal (Zenker's) diverticulum: which technique? *Ann Thorac Surg*. 2002;74(5):1677–82; discussion 1682–1683.
  46. Mantsopoulos K, Psychogios G, Künzel J, Zenk J, Iro H, Koch M. Evaluation of the Different Transcervical Approaches for Zenker Diverticulum. *Otolaryngol Neck Surg*. 2012;146(5):725–9.
  47. Bonavina L, Bona D, Abraham M, Saino G, Abate E. Long-term results of endosurgical and open surgical approach for Zenker diverticulum. *World J Gastroenterol*. 2007;13(18):2586–9.
  48. Feußner H. Zenker-Divertikel: Pro Operation. *Chir*. 2011;82(6):484–9.
  49. Nabi Z, Ramchandani M, Jagtap N, Darisetti S, Reddy DN. Endoscopic treatment of Zenker's diverticulum using a new triangle tip knife. *Ann Gastroenterol*. 2019;32(6):650–3.
  50. Manno M, Caruso A, Manta R, Bertani H, Mirante VG, Conigliaro R. Endoscopic treatment of Zenker's diverticulum: do we always need endoclips? *Gastrointest Endosc*. 2013;78(3):556.
  51. Huberty V, El Bacha S, Blero D, Le Moine O, Hassid S, Devière J. Endoscopic treatment for Zenker's diverticulum: long-term results (with video). *Gastrointest Endosc*. 2013;77(5):701–7.
  52. Ishaq S, Hassan C, Antonello A, Tanner K, Bellisario C, Battaglia G, et al. Flexible endoscopic treatment for Zenker's diverticulum: a systematic review and meta-analysis. *Gastrointest Endosc*. 2016;83(6):1076–1089.e5.
  53. Jain D, Sharma A, Shah M, Patel U, Thosani N, Singhal S. Efficacy and Safety of Flexible Endoscopic Management of Zenker's Diverticulum. *J Clin Gastroenterol*. 2018;52(5):369–85.
  54. Martínez Vallina P, Espinosa Jiménez D, Hernández Pérez L, Triviño Ramírez A. [Mediastinitis]. *Arch Bronconeumol*. 2011;47 Suppl 8:32–6.
  55. Ishaq S, Kuwai T, Siau K, Mulder CJ, Neumann H. Is Z-POEM for Zenker's the same as POEM for achalasia? Or we are barking up the wrong tree? *Gastrointest Endosc*. 2020;91(1):204–5.
  56. Hammer GP, Prel J-B, Blettner M. Vermeidung verzerrter Ergebnisse in Beobachtungsstudien. *Dtsch Arztebl Int* 2009; 106(41): 664–8
  57. Eckardt VF, Aignherr C, Bernhard G. Predictors of outcome in patients with achalasia treated by pneumatic dilation. *Gastroenterology*. 1992;103(6):1732–8.
  58. Li X, Zhang W, Yang J, Wang X, Dang Y, Hu B, et al. Safety and efficacy of submucosal tunneling endoscopic septum division for epiphrenic diverticula. *Endoscopy*. 2019;51(12):1141–5.
  59. Gerstl S, Ziachehabi A, Wewalka F, Maierov A, Schneider G, Schöfl R. Flexible,

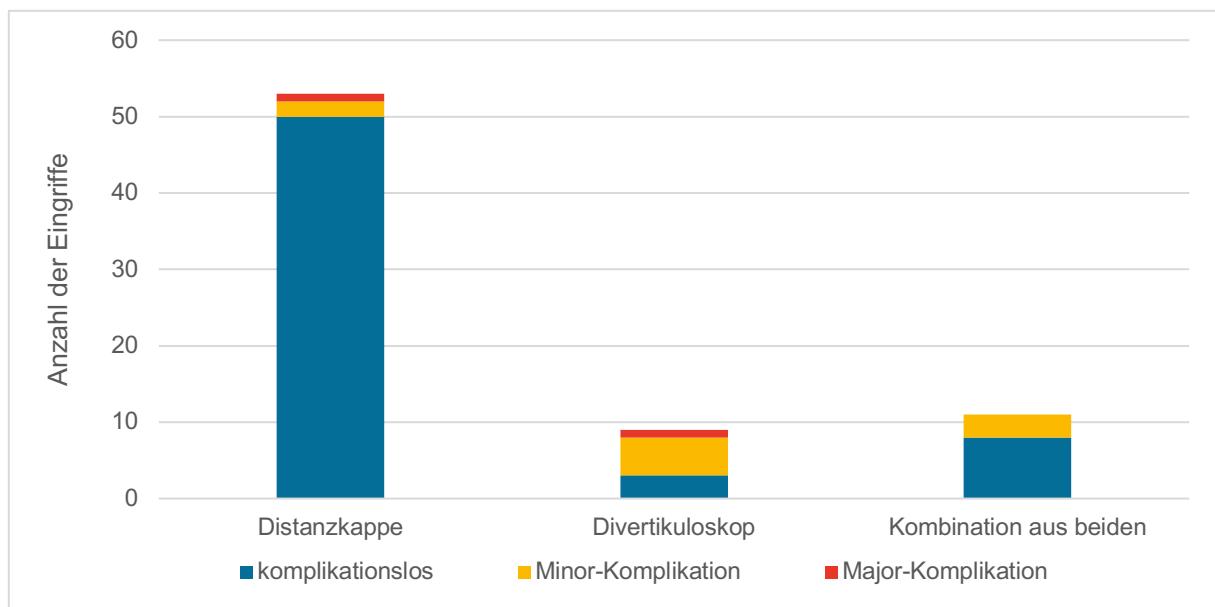
- endoskopische Myotomie bei Zenkerdivertikel. Z f Gastroenterol. 2013;51-A12.
60. Li LY, Yang YT, Qu CM, Liang SW, Zhong CQ, Wang XY, et al. Endoscopic needle-knife treatment for symptomatic esophageal Zenker's diverticulum: A meta-analysis and systematic review. J Dig Dis. 2018;19(4):204–14.
61. Bresteau C, Barret M, Guillaumot M-A, Ali EA, Belle A, Leblanc S, et al. Do we still need a diverticuloscope for the flexible endoscopic septotomy of Zenker's diverticulum? J Gastroenterol Hepatol. 2020;35(4):630–3.
62. Li Q-L, Chen W-F, Zhang X-C, Cai M-Y, Zhang Y-Q, Hu J-W, et al. Submucosal Tunneling Endoscopic Septum Division: A Novel Technique for Treating Zenker's Diverticulum. Gastroenterology. 2016;151(6):1071–4.
63. Elkholy S, Essam K, El-Sherbiny M. Z-POEM (Per Oral Endoscopic Myotomy) for the management of large Zenker's diverticulum. Acta Gastro-Enterol Belg. 2020;83(1):90–1.
64. Yang J, Zeng X, Yuan X, Chang K, Sanaei O, Fayad L, et al. An international study on the use of peroral endoscopic myotomy (POEM) in the management of esophageal diverticula: the first multicenter D-POEM experience. Endoscopy. 2019;51(4):346–9.
65. Kwok YS, Hou J, Jonckheere EA, Hayati S. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery. IEEE Trans Biomed Eng. 1988;35(2):153–60.
66. Leal Ghezzi T, Campos Corleta O. 30 Years of Robotic Surgery. World J Surg. 2016;40(10):2550–7.
67. Friedrich DT, Scheithauer MO, Greve J, Rotter N, Doescher J, Hoffmann TK, et al. Application of a computer-assisted flexible endoscope system for transoral surgery of the hypopharynx and upper esophagus. Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg. 2017;274(5):2287–93.

## Anhang

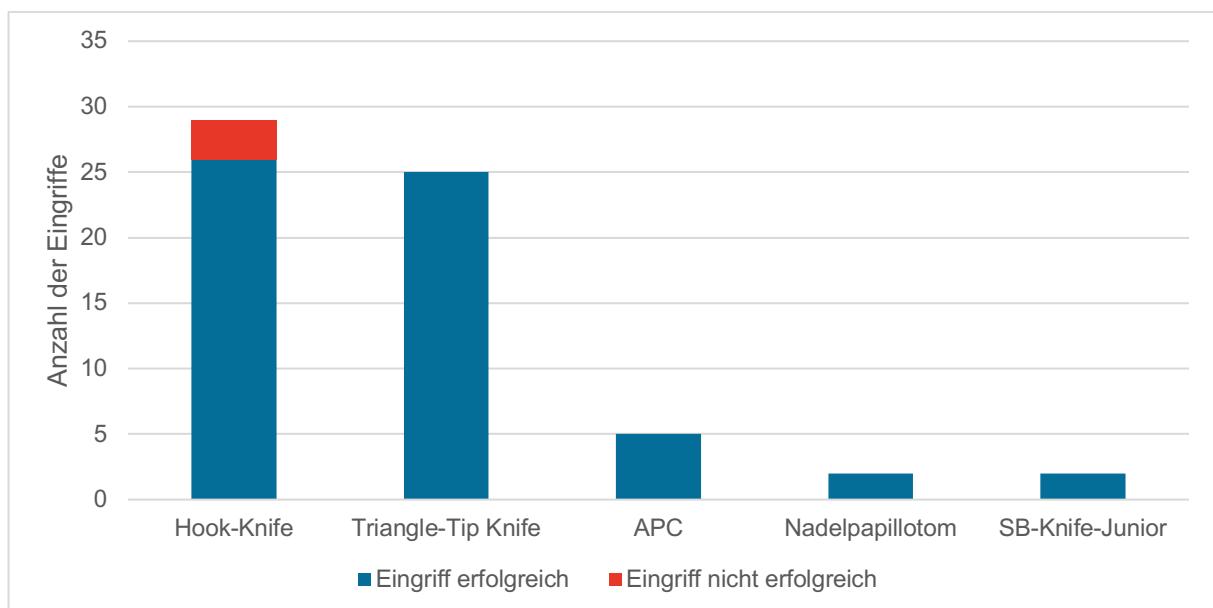
Anhang 1: Eingriffssicherheit in Abhängigkeit vom primären Schneideinstrument (n=71).....	52
Anhang 2: Eingriffssicherheit in Abhängigkeit von der Einstellungstechnik (n=73).....	52
Anhang 3: Technischer Eingriffserfolg in Abhängigkeit vom Schneideinstrument (n=63).....	53
Anhang 4: Technischer Eingriffserfolg in Abhängigkeit von der Einstellungstechnik (n=66).....	53
Anhang 5: Rezidivrate in Abhängigkeit vom primären Schneideinstrument (n=56) .....	54
Anhang 6: Rezidivrate in Abhängigkeit von der Einstellungstechnik (n=61) .....	54



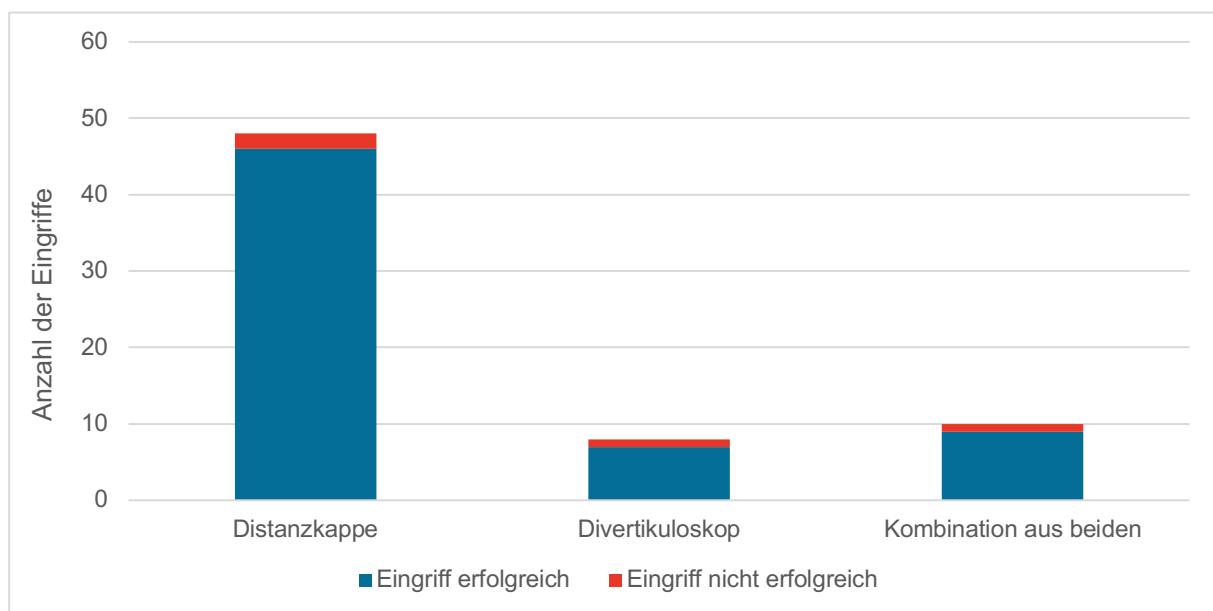
Anhang 1: Eingriffssicherheit in Abhängigkeit vom primären Schneideinstrument (n=71)



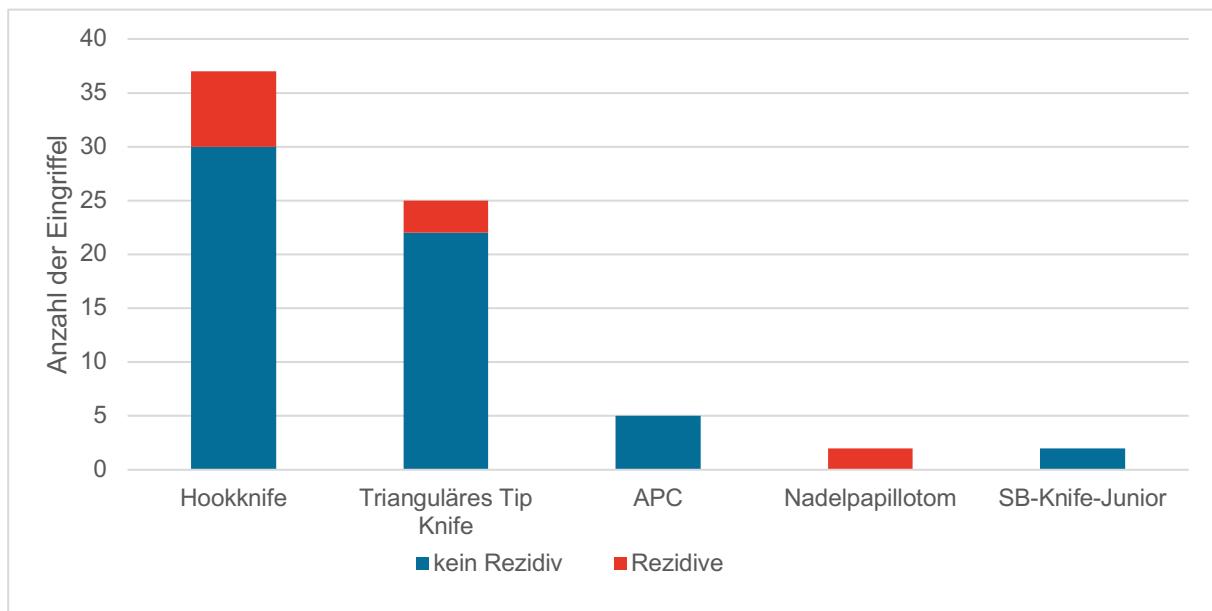
Anhang 2: Eingriffssicherheit in Abhängigkeit von der Einstellungstechnik (n=73)



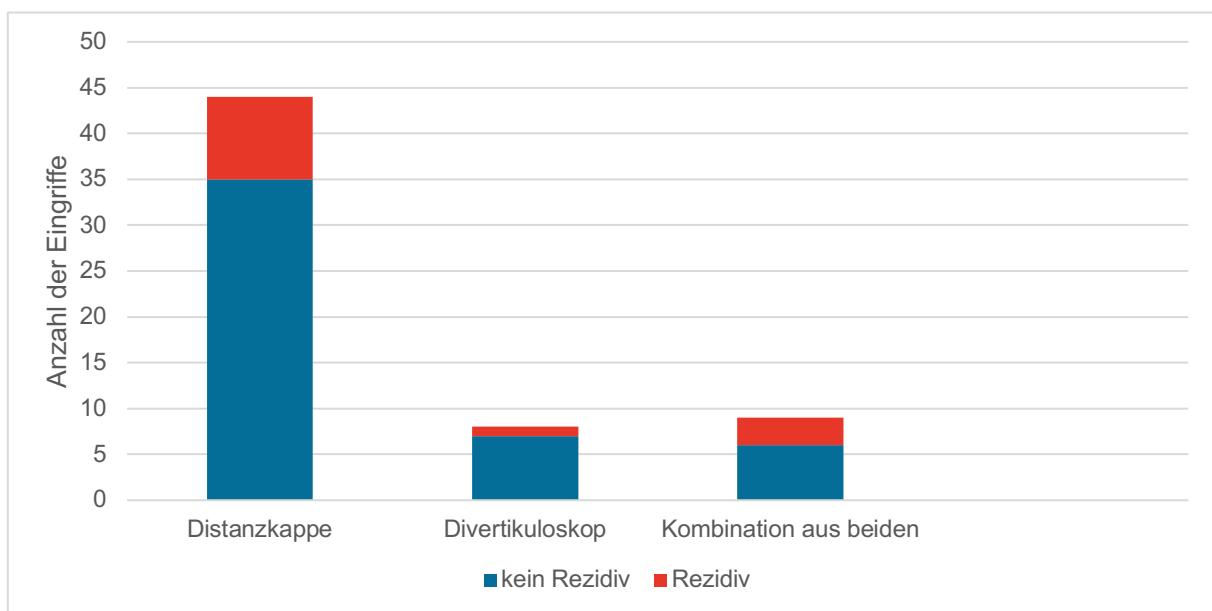
Anhang 3: Technischer Eingriffserfolg in Abhängigkeit vom Schneideinstrument (n=63)



Anhang 4: Technischer Eingriffserfolg in Abhängigkeit von der Einstellungstechnik (n=66)



Anhang 5: Rezidivrate in Abhängigkeit vom primären Schneideinstrument (n=56)



Anhang 6: Rezidivrate in Abhängigkeit von der Einstellungstechnik (n=61)