

BACHELORARBEIT

Thema

**Follow-up Studie zur Behandlung der Mitralklappen-  
insuffizienz mittels kathetergestützter Edge-to-Edge-Therapie  
(TEER) an einem kommunalen Haus ohne Herzchirurgie**

Verfasser:	Anna Mehlig
Matr.-Nr.:	284968
Geburtsdatum:	28.01.1998
Erstbetreuer:	Prof. Dr. Mona Spiegel, Hochschule Neu-Ulm
Zweitbetreuer:	Prof. Dr. Judith Mantz, Hochschule Neu-Ulm
Externer Betreuer:	Prof. Dr. Andreas May, Klinikum Memmingen
Thema erhalten:	27.03.2023
Arbeit abgeliefert:	16.08.2023
Sperrvermerk:	Nein
Anlagen:	Protokoll Herzkonferenz, Memory-Stick

## Zusammenfassung

Diese Follow-up Studie hat zum Ziel, die Auswirkungen der Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie (TEER) auf die Klappenfunktion, die Symptomatik, Komplikationen und die Langzeitprognose bei Patienten mit hochgradiger Mitralklappeninsuffizienz zu untersuchen. Es soll beantwortet werden, ob bei dieser Therapie eine Wirksamkeit und Sicherheit für die Patient/-innen erreicht werden kann.

Es wurden 53 Patient/-innen mit insgesamt 57 Prozeduren in die Studie eingeschlossen, die zwischen 2020 bis 2022 eine TEER im Klinikum Memmingen erhalten haben. Klinische Charakteristika und echokardiographische Parameter wurden mittels Patientenakte erfasst. Durch einen selbstentwickelten Fragebogen konnte eine Langzeitprognose erstellt werden. Die Daten wurden statistisch analysiert und ausgewertet.

Die Ergebnisse zeigten signifikante Verbesserungen der Klappenfunktion, sowie der klinischen Symptomatik. Zudem wurde eine geringe Rate an Komplikationen nach der Intervention festgestellt. Die Befragungsergebnisse zeigten eine positive Patientenzufriedenheit und eine verbesserte Lebensqualität bei geringer Hospitalisierungsfrequenz.

Die Ergebnisse unterstützen die Wirksamkeit und Sicherheit der Therapie. Die niedrige prozedurale Komplikationsrate belegt, dass diese Prozedur kein unmittelbares Backup durch eine Herzchirurgie im Haus erfordert. Somit bietet die minimalinvasive Intervention eine vielversprechende Alternative zur offenen Herzoperation. Die Arbeit liefert wichtige Implikationen für die klinische Praxis und legt die Grundlage für die zukünftige Forschung zur Optimierung der Versorgung von Patient/-innen mit Mitralklappeninsuffizienz. Die Studie hebt jedoch auch die Notwendigkeit weiterer Forschung mit größeren Kohorten und längerer Nachbeobachtung hervor, um die Langzeitwirksamkeit und -sicherheit dieser Therapieoption zu validieren.

Schlüsselwörter: Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie, Mitralklappeninsuffizienz, Wirksamkeit, Sicherheit

## Abstract

The aim of this follow-up study is to evaluate the effects of transcatheter edge-to-edge-repair (TEER) on valve function, symptoms, complications, and long-term prognosis in patients with high-grade mitral regurgitation. The aim of this study is to answer the question whether this therapy is effective and safe.

The study included 53 patients with a total of 57 procedures who received a TEER at the Hospital of Memmingen between 2020 and 2022. Clinical characteristics and echocardiographic parameters were analysed using the patient record. A self-developed questionnaire enabled a long-term prognosis. The data were statistically analysed and evaluated.

The results show significant improvements in valve function, as well as clinical symptoms. In addition, a low rate of post-intervention complications was noted. Survey results showed positive patient satisfaction and improved quality of life with low hospitalization frequency.

The results support the efficacy and safety of the therapy. The low procedural complication rate demonstrates that this procedure does not require immediate backup by an in-

house heart surgery. Thus, minimally invasive TEER offers a promising alternative to open heart surgery. The work may provide important implications for clinical practice and lays the foundation for future research to optimize the care of patients with mitral regurgitation. However, the study also highlights the need for further research with larger cohorts and longer follow-up to validate the long-term efficacy and safety of this treatment option.

Keywords: transcatheter edge-to-edge-therapy, mitral regurgitation, efficacy, safety

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>VI</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Das Klinikum Memmingen .....	2
1.2 Gegenstand der Arbeit .....	3
1.3 Wissenschaftliche Einordnung .....	3
1.4 Aufbau der Arbeit .....	4
<b>2 Begriffsbestimmung</b> .....	<b>5</b>
2.1 Anatomie und Funktion der Mitralklappe .....	5
2.2 Definition der Mitralklappeninsuffizienz .....	6
2.3 Epidemiologie .....	7
2.4 Einteilung und Ätiologie .....	7
2.5 Pathophysiologie .....	9
2.6 Symptomatik .....	9
2.6.1 Symptomatik der akuten Mitralklappeninsuffizienz.....	9
2.6.2 Symptomatik der chronischen Mitralklappeninsuffizienz.....	10
2.7 Diagnostik .....	11
2.7.1 Körperliche Untersuchung.....	11
2.7.2 Elektrokardiogramm (EKG) .....	11
2.7.3 Echokardiogramm.....	11
2.7.4 Röntgen.....	14
2.7.5 Herzkatheter.....	14
2.8 Therapie .....	14
2.8.1 Medikamentöse Therapie.....	14
2.8.2 Operative Therapie .....	15
2.9 Kathetergestützte Therapien .....	16
2.9.1 Direkte und indirekte Anuloplastie .....	16
2.9.2 Chordaersatz .....	16
2.9.3 Perkutaner Klappenersatz .....	17
2.9.4 Transfemoral Edge-to-Edge-Repair (TEER) .....	17

---

<b>3 Methodik</b> .....	<b>19</b>
3.1 Literaturrecherche.....	19
3.2 Patienten- und Parameterauswahl .....	19
3.3 Erhebung der Patientencharakteristika .....	19
3.4 Nachuntersuchung nach 30 Tagen .....	20
3.5 Durchführung der Patienteninterviews zur langfristigen Verlaufsbeurteilung .....	20
3.6 Fragebogen .....	20
3.7 Datenanalyse .....	22
<b>4 Ergebnisse</b> .....	<b>23</b>
4.1 Charakteristika der Patient/-innen .....	23
4.1.1 Klinische Charakteristika.....	23
4.1.2 Kriterien der Herzinsuffizienz .....	24
4.1.3 Echokardiographische Kriterien .....	24
4.2 Prozedurales Ergebnis .....	26
4.3 Klinischer Erfolg nach 30 Tagen .....	27
4.4 Komplikationen nach 30 Tagen.....	29
4.5 Langfristiges klinisches Ergebnis.....	30
<b>5 Diskussion</b> .....	<b>33</b>
5.1 Prozeduraler Erfolg .....	33
5.2 Klinischer Erfolg nach 30 Tagen .....	34
5.3 Komplikationen nach 30 Tagen.....	35
5.4 Langfristiges klinisches Ergebnis.....	36
<b>6 Schlussbetrachtung</b> .....	<b>38</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>40</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>X</b>
<b>Eidesstattliche Erklärung</b> .....	<b>XI</b>

**Abbildungsverzeichnis**

	Seite
Abb. 1: Anatomie der Mitralklappe. ....	5
Abb. 2: Schematische Darstellung des Mitralklappenapparats. ....	6
Abb. 3: Regurgitation bei Mitralklappeninsuffizienz. ....	6
Abb. 4: Transthorakale Echokardiographie einer sekundären Mitralklappeninsuffizienz. ....	12
Abb. 5: Transösophageale 2D-Echokardiographie, Vierkammerblick. ....	13
Abb. 6: Schematische Darstellung des MitraClip-Verfahrens. ....	18
Abb. 7: Fragebogen zum langfristigen klinischen Ergebnis. ....	21
Abb. 8: Schweregrad der Mitralklappeninsuffizienz. ....	27
Abb. 9: Klinisches Beschwerdebild der Patient/-innen vor und 30 Tage nach TEER der Mitralklappe, dargestellt anhand der NYHA-Stadieneinteilung. ....	28
Abb. 10: Langfristiges klinisches Ergebnis anhand der NYHA-Stadien. ....	32

**Tabellenverzeichnis**

	Seite
Tab. 1: Einteilung der NYHA-Klassifikation. ....	10
Tab. 2: Schweregradeinteilung der Mitralklappeninsuffizienz per Dopplerechokardiographie.....	13
Tab. 3: Charakteristika der Patient/-innen. ....	25
Tab. 4: Prozeduraler Erfolg unmittelbar postinterventionell und nach 30 Tagen. ....	26
Tab. 5: NYHA-Stadien vor TEER und nach 30 Tagen. ....	28
Tab. 6: Komplikationen innerhalb von 30 Tagen.....	30
Tab. 7: Ergebnisse der Befragung zum langfristigen klinischen Ergebnis. ....	31

**Abkürzungsverzeichnis**

<b>2-D/3-D</b>	2-Dimensional/3-Dimensional
<b>ACE</b>	Angiotensin converting Enzyme
<b>AML</b>	Vorderes Mitralklappensegel
<b>CABG</b>	Koronararterielle Bypass Operation
<b>EF</b>	Ejektionsfraktion
<b>EK</b>	Erythrozytenkonzentrat
<b>EKG</b>	Elektrokardiogramm
<b>ERO</b>	Effective regurgitant orifice area
<b>GFR</b>	Glomeruläre Filtrationsrate
<b>KHK</b>	Koronare Herzkrankheit
<b>LA</b>	Linkes Atrium
<b>LMU</b>	Ludwig-Maximilians-Universität München
<b>LV</b>	Linker Ventrikel
<b>LVAD</b>	Left Ventricular Assist Device
<b>LVEF</b>	Linksventrikuläre Ejektionsfraktion
<b>M</b>	Mittelwert
<b>MI</b>	Mitralklappeninsuffizienz
<b>mmHg</b>	Millimeter Quecksilbersäule
<b>MPAS</b>	Mitralign Percutaneous Annuloplasty System
<b>mV</b>	Millivolt
<b>NYHA</b>	New York Heart Association
<b>o. J.</b>	ohne Jahresangabe
<b>o. S.</b>	ohne Seitenangabe
<b>PCI</b>	Perkutane Koronarintervention
<b>PML</b>	Hinteres Mitralklappensegel
<b>RA</b>	Rechtes Atrium
<b>RF</b>	Regurgitationsfraktion
<b>RV</b>	Rechter Ventrikel
<b>R<sub>Vol</sub></b>	Regurgitationsvolumen
<b>SGLT-2</b>	Sodium glucose linked transporter 2

<b>Stw.</b>	Standardabweichung
<b>TEE</b>	Transösophageale Echokardiographie
<b>TEER</b>	Transcatheter Edge-to-Edge Repair
<b>TTE</b>	Transthorakale Echokardiographie

## 1 Einleitung

Die Mitralklappeninsuffizienz ist eine häufige Herzklappenerkrankung im Erwachsenenalter, bei der es zu einem Rückfluss von Blut aus der linken Herzkammer in den linken Vorhof kommt. Diese Fehlfunktion der Mitralklappe kann zu Symptomen wie Atemnot, Ödemen und eingeschränkter körperlicher Leistungsfähigkeit führen. Eine langfristig unbehandelte Mitralklappeninsuffizienz kann zu schwerwiegenden Komplikationen wie Herzinsuffizienz und Vorhofflimmern führen.<sup>1</sup>

Bis vor wenigen Jahren konnte die Mitralklappeninsuffizienz nur durch eine offene Herzoperation, bei der die Klappe repariert oder ersetzt wird, erfolgen. Da diese Erkrankung vornehmlich ältere Menschen betrifft – häufig mit Komorbiditäten – war und ist die Operation mit einem erhöhten Risiko behaftet. Darum kam für viele Patient/-innen die Möglichkeit einer invasiven Therapie nicht mehr in Frage. In diesem Fall wurden die Patient/-innen lediglich einer konservativen Therapie in Form von Medikamenten unterzogen, was mit einer schlechteren Prognose und der Verschlechterung der Gesamtsymptomatik einhergeht.<sup>2</sup> In den letzten Jahren hat sich nun die Transkatheter Edge-to-Edge-Reparatur (TEER) als vielversprechende minimalinvasive Alternative entwickelt.<sup>3</sup>

Die Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie beinhaltet das Verbinden der Mitralklappensegel mittels einer oder mehrerer Klammern („Clips“), um den Rückfluss von Blut zu reduzieren.<sup>4</sup> Dies erfolgt am schlagenden Herzen über eine Punktion der Beinvene ohne Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine etc., was mit geringeren Risiken, kürzerer Krankenhausaufenthaltsdauer und schneller Genesung für die Patient/-innen verbunden ist. Da die Methode hauptsächlich bei multimorbiden, nicht operablen Patient/-innen zum Einsatz kommt, können diese Vorteile entscheidend für den „Outcome“ des/der Patient/-in sein.<sup>5</sup> Zudem kann sie auch an Krankenhäusern ohne eigene Abteilung für Herzchirurgie durchgeführt werden.<sup>6</sup> Der Eingriff wird in der Regel unter Einsatz von bildgebenden

---

<sup>1</sup> Vgl. Bundesministerium für Gesundheit (2021), o. S.

<sup>2</sup> Vgl. Stone, et al. (2023), S. 1.

<sup>3</sup> Vgl. Gollmer, Zirlik & Schmidt (2020), S. 382.

<sup>4</sup> Vgl. Gollmer, Zirlik & Schmidt (2020), S. 383.

<sup>5</sup> Vgl. Boekstegers, et al. (2013), S. 91.

<sup>6</sup> Vgl. Boekstegers, et al. (2013), S. 98.

Verfahren wie Echokardiographie und Fluoroskopie durchgeführt, um den Clip bestmöglich zu positionieren und eine optimale Verbesserung der Insuffizienz zu erreichen.<sup>7</sup>

Die Entscheidung, welche Patient/-innen für die Intervention geeignet sind, wird von einem interdisziplinären Team aus Kardiologen, Herzchirurgen und Anästhesisten (Herzteam) im Beisein des/der Patient/-in getroffen. Das Klinikum Memmingen besitzt hierzu einen Kooperationsvertrag mit der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München, indem ein Herzchirurg bei der Herzkonferenz unterstützend mitwirkt. Um die beste Therapie für den/die individuelle/-n Patienten/-in zu bestimmen, werden besonders die Komorbiditäten und das Risiko während einer möglichen Operation betrachtet.<sup>8</sup> Diese werden durch den Risiko-Score des European System for Cardiac Operative Risk Evaluation II (Log Euroscore II) bewertet. Er dient dazu, die Risiken für den/die Patient/-in abzuschätzen und einzuordnen. Hierbei wird ein Score von > 6 Punkten als ein hohes Operationsrisiko eingestuft.<sup>9</sup> Da dieser Score jedoch nicht alle Kriterien, wie zum Beispiel den klinischen Zustand des/der Patient/-in berücksichtigt, muss das Herzteam diese Faktoren miteinbeziehen und ihre Entscheidung anhand der individuellen Gesamtsituation des/der Patient/-in treffen.<sup>10</sup> Um dies zu verdeutlichen, liegt ein Beispielprotokoll den Anlagen bei.

Trotz der wachsenden Verbreitung der Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie gibt es noch viele offene Fragen bezüglich ihrer Wirksamkeit, Sicherheit und langfristigen Ergebnisse. Daher ist es von großer Bedeutung, weitere Studien durchzuführen, um die Auswirkungen dieser Therapieoption auf die Klappenfunktion, Symptomatik, Komplikationen und Hospitalisierungen bei Patient/-innen mit Mitralklappeninsuffizienz zu untersuchen.<sup>11</sup>

### **1.1 Das Klinikum Memmingen**

Das Klinikum Memmingen ist ein kommunales Krankenhaus in der Schwerpunktversorgung. Es ist eine Anstalt des öffentlichen Rechts der Stadt Memmingen. Seit 2004 dient es als Lehrkrankenhaus der LMU München und ist die zweitgrößte Klinik im Regierungsbezirk Schwaben in Bayern. Das Klinikum besitzt 14 Hauptabteilungen mit insgesamt 500 Betten. Zudem beschäftigt das Klinikum Memmingen rund 2100 Mitarbeiter/-innen,

---

<sup>7</sup> Vgl. Hausleiter, et al. (2023), S. 966.

<sup>8</sup> Vgl. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (2021), S. 9.

<sup>9</sup> Vgl. Nashef, et al. (1999), S. 9-13.

<sup>10</sup> Vgl. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (2021), S. 10-11.

<sup>11</sup> Vgl. Gollmer, Zirlik, & Schmidt (2020), S. 385.

worunter unter anderem Ärzt/-innen, Krankenpfleger/-innen und Mitarbeiter/-innen der Verwaltung und des Wirtschaftsbereichs hinzuzählen.<sup>12</sup> Das Leitbild des Klinikums lautet „Zusammen stark“. Dies repräsentiert die Förderung und Wertschätzung des Umgangs und des Respekts untereinander.<sup>13</sup>

## **1.2 Gegenstand der Arbeit**

Die vorliegende Studie zielt darauf ab, die Durchführbarkeit und die Wirksamkeit der TEER an der Mitralklappe an einem mittelgroßen kommunalen Klinikum ohne eigene herzchirurgische Abteilung zu prüfen. Im Rahmen einer retrospektiven Analyse werden Patient/-innen, die in den Jahren 2020 bis 2022 am Klinikum Memmingen wegen hochgradiger Mitralklappeninsuffizienz mittels TEER behandelt wurden, nachverfolgt. Es soll die Wirksamkeit hinsichtlich der Mitralinsuffizienz, die Komplikationsrate und die körperliche Belastbarkeit zum Zeitpunkt vor dem Eingriff, bei Entlassung aus der Klinik sowie im Kurzzeitverlauf (30 Tage) untersucht werden. Zusätzlich erfolgt nach ein bis drei Jahren ein Telefoninterview zur Erfassung des Langzeitverlaufs. Die Ergebnisse dieser Studie sollen dazu beitragen, das Verständnis über die Wirksamkeit und Sicherheit der Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie bei Mitralklappeninsuffizienz zu vertiefen und die Grundlage für eine optimierte Patientenversorgung zu schaffen.

## **1.3 Wissenschaftliche Einordnung**

Die folgende Arbeit kann in den Bereich der klinischen Forschung in der Kardiologie eingeordnet werden. Sie trägt zur Weiterentwicklung und Evaluation der Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie bei Patient/-innen mit hochgradiger Mitralklappeninsuffizienz bei. Die Studie verfolgt das Ziel, Erkenntnisse über die Wirksamkeit, Sicherheit und Langzeitergebnisse dieser minimalinvasiven Therapie zu gewinnen. Zusätzlich soll sie die Durchführbarkeit an einem Klinikum ohne eigene Abteilung für Herzchirurgie prüfen.

In der wissenschaftlichen Literatur sind bereits verschiedene Studien zur Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie bei Mitralklappeninsuffizienz veröffentlicht worden. Dennoch bleibt der Bedarf an weiteren Forschungsarbeiten bestehen, um das Verfahren ausbauen zu können und die Patientenauswahl, den Zeitpunkt der Intervention, die Langzeitprognose und die Nachbeobachtung zu optimieren. Die vorliegende Arbeit trägt dazu bei,

---

<sup>12</sup> Vgl. Klinikum Memmingen (o. J.), o. S.

<sup>13</sup> Vgl. Klinikum Memmingen (o. J.), o. S.

diese Wissenslücken zu schließen und liefert einen Beitrag zur wissenschaftlichen Literatur auf diesem Gebiet.

Durch die Durchführung einer Follow-up Studie, die Daten zu klinischen Charakteristika, echokardiographischen Parametern und Patientenbefragungen umfasst, ermöglicht diese Arbeit eine Analyse der Ergebnisse der Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie bei Mitralklappeninsuffizienz.

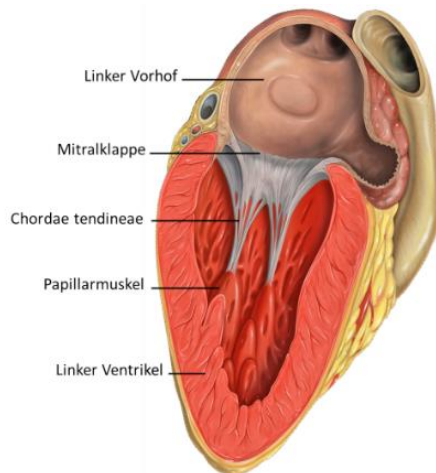
#### **1.4 Aufbau der Arbeit**

Diese Arbeit gliedert sich in sechs Kapitel. Nach der Einleitung (erstes Kapitel) erfolgt die Begriffserklärung in Kapitel zwei. Hierbei werden die zentralen Begriffe rund um die Mitralklappeninsuffizienz erläutert. Es werden sowohl die anatomischen Grundkenntnisse, die Entstehung der Insuffizienz, die mögliche Symptomatik, die Diagnostik sowie die medikamentösen, die operativen und die perkutanen Therapieoptionen vermittelt. Danach erfolgt Kapitel drei mit der Erläuterung der angewandten Methoden der durchgeführten Follow-up Studie. Anschließend folgt die Darstellung und Analyse der ermittelten Ergebnisse anhand eines Vergleichs der Ausgangsdaten mit den Veränderungen direkt nach der Intervention und nach 30 Tagen sowie die Ergebnisse der Langzeitstudie, die mittels einer Patientenumfrage erhoben wurden. In Kapitel fünf werden die Ergebnisse diskutiert. Hierbei wird betrachtet, inwiefern die vorliegenden Ergebnisse mit anderen Studien übereinstimmen und was diese für die Durchführung der Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie bedeuten. Zum Schluss erfolgt in Kapitel sechs eine Zusammenfassung der wesentlichen Schlüsse, die aus dieser Studie hervorgegangen sind sowie ein Ausblick über eine mögliche weitere Entwicklung dieser Methode.

## 2 Begriffsbestimmung

### 2.1 Anatomie und Funktion der Mitralklappe

Die Mitralklappe (Valva atrioventricularis sinistra) befindet sich zwischen dem linken Atrium und dem linken Ventrikel und gehört somit zu den Atrioventrikularklappen.



*Abb. 1: Anatomie der Mitralklappe.  
Quelle: Mansouri (2019), S. 10.*

Sie besteht aus der Cuspis anterior und der Cuspis posterior, die durch ihren Aufbau an Segel erinnern, weshalb sie anatomisch als Segelklappe bezeichnet wird. Durch die Chordae tendineae sind die Segel mit den Papillarmuskeln verbunden und durch diese mit der Ventrikelwand, um das Zurückschlagen der Segel bei Kontraktion zu verhindern. Durch die rechte und linke Cuspis commissuralis wird die Klappe zu den Seiten hin abgedichtet.

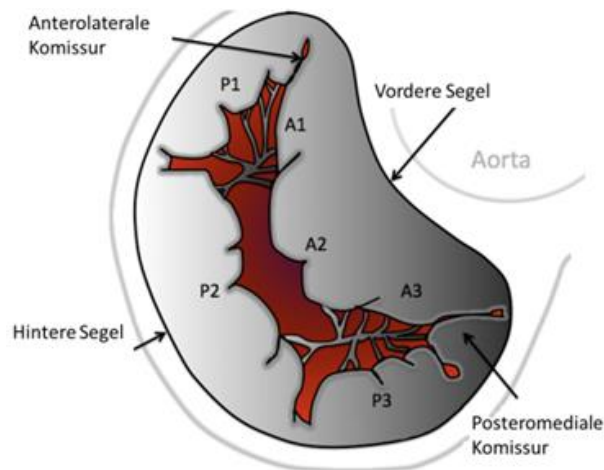


Abb. 2: Schematische Darstellung des Mitralklappenapparats.  
Quelle: Mansouri (2019), S. 11.

Die Mitralklappe verhindert in der Systole durch den Klappenschluss den Rückstrom von Blut in das linke Atrium, was essentiell zu einer adäquaten Perfusion des Körperkreislaufes beiträgt, da das Blut somit seinen Weg durch die Aortenklappe findet und durch den aufgebauten Druck in den Körperkreislauf ausgeworfen werden kann.<sup>14,15</sup>

## 2.2 Definition der Mitralklappeninsuffizienz

Wenn die Funktion der Mitralklappe gestört ist, kann es aufgrund einer Schlussunfähigkeit der beiden Segel zu einer Undichtigkeit der Klappe kommen und somit zu einem Rückfluss des Blutes in das linke Atrium, was auch als Regurgitation bezeichnet wird.<sup>16</sup>

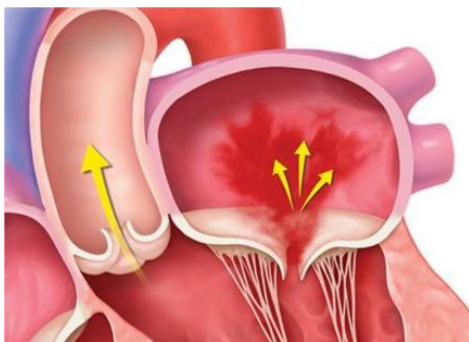


Abb. 3: Regurgitation bei Mitralklappeninsuffizienz.  
Quelle: Beeretz (2018), o. S.

<sup>14</sup> Vgl. Rudolf-Müller (2020), o. S.

<sup>15</sup> Vgl. Rheinländer (2023), o. S.

<sup>16</sup> Vgl. Herold (2021), S. 172.

Als Mitralinsuffizienz bezeichnet man eine Regurgitation, die mehr als 15 % des Schlagvolumens beträgt.<sup>17</sup> Dies kann sowohl chronisch als auch akut auftreten. Die Ätiologie unterscheidet man in eine primäre und eine sekundäre Form. Die primäre Form wird hauptsächlich durch degenerative Prozesse der Klappe selbst, beziehungsweise ihres Halteapparats ausgelöst, während der sekundären Form häufig eine funktionelle Störung zu Grunde liegt. Durch die Festlegung des Schweregrades entscheidet sich die jeweilige Therapie, die entweder medikamentös, operativ oder durch perkutane interventionelle Kathethertherapie erfolgen kann.<sup>18</sup>

### 2.3 Epidemiologie

Die Mitralklappeninsuffizienz ist nach der Aortenstenose die zweithäufigste Klappenerkrankung bei Erwachsenen in Europa.<sup>19</sup> Die Inzidenz liegt bei circa zwei Prozent pro Jahr.<sup>20</sup> Mit zunehmendem Alter steigt das Risiko für eine Mitralklappeninsuffizienz. Die Prävalenz bei über 75-jährigen beträgt bereits über 10 %. Laut der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie leiden in Deutschland annähernd eine Million Menschen an einer Mitralklappeninsuffizienz, die einer Therapie bedarf. Zudem wird davon ausgegangen, dass die Zahlen der Mitralklappeninsuffizienz aufgrund unserer derzeitigen demographischen Entwicklung weiter steigen werden.<sup>21</sup>

### 2.4 Einteilung und Ätiologie

Die Mitralklappeninsuffizienz kann nach unterschiedlichen Kriterien eingeteilt werden. Zunächst wird zwischen akuten und chronischen Krankheitsverläufen unterschieden.

Die akute Mitralklappeninsuffizienz zeichnet sich durch ihren raschen Verlauf aus. Dabei kommt es durch eine akute Schädigung der Klappen selbst, der Papillarmuskeln oder der Chordae tendineae zum inadäquaten Klappenschluss. Dies kann zum Beispiel durch einen spontanen Sehnenfadenabriss, eine Endokarditis, einer akuten Myokardischämie oder durch ein akutes Thoraxtrauma entstehen. Diese Form der Mitralklappeninsuffizienz ist eher selten und ordnet sich demnach der häufigeren Form, der chronischen Mitralklappeninsuffizienz, unter. Diese verläuft langsam progredient und kann zudem nochmals in zwei ätiologische Aspekte unterteilt werden.

---

<sup>17</sup> Vgl. Antwerpes, et al. (2023), o. S.

<sup>18</sup> Vgl. Herold (2021), S. 172-175.

<sup>19</sup> Vgl. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (2021), S. 35.

<sup>20</sup> Vgl. Herold (2021), S. 172.

<sup>21</sup> Vgl. Nickening, et al. (2013), S. 76.

Bei der primären (degenerativen) Form handelt es sich ursächlich um degenerative Veränderungen, die vorwiegend an der Mitralklappe selbst, den Papillarmuskeln oder den Chordae tendineae zu finden sind.<sup>22</sup> Mögliche Schädigungen können zum Beispiel durch einen Mitralklappenprolaps, Rupturen der Chordae tendineae, rheumatisch bedingt oder im Rahmen von Endokarditiden entstehen.<sup>23</sup>

Die sekundäre (funktionelle) Mitralklappeninsuffizienz wird hingegen bedingt durch Umbauprozesse, die im linken Ventrikel oder im linken Vorhof stattfinden. Dies kann zum Beispiel durch eine ischämische oder dilatative Kardiomyopathie, eine Myokarditis oder linksventrikuläre Dysfunktion entstehen sowie durch Vorhofvergrößerung, zum Beispiel bei langjährigem Vorhofflimmern. Anders als bei der primären Mitralinsuffizienz ist der Mitralklappenapparat zunächst nicht direkt beschädigt. Als Ursache hierfür stehen meist vorbestehende Herzerkrankungen im Fokus.<sup>24</sup>

Eine weitere Möglichkeit der Einteilung ist die Carpentier-Klassifikation, die sich auf die Morphologie der Mitralklappe bezieht. Hierbei werden drei Typen unterschieden:

- Typ I: Normale Segelbewegung
- Typ II: Exzessive Beweglichkeit der Segel
- Typ III: Restriktive Beweglichkeit der Segel

Beim dritten Typ wird zusätzlich in Typ IIIa (restriktive Segelbewegung in der Diastole und Systole) und Typ IIIb (restriktive Segelbewegung nur in der Systole) unterschieden.<sup>25</sup>

Auch in der invasiven Diagnostik durch den Herzkatheter mithilfe von Kontrastmittel kann eine ergänzende Unterteilung in Schweregrade erfolgen, die für die jeweilige Therapieentscheidung von Bedeutung sein kann. Es existieren hierzu vier Grade zur Schweregradeinteilung:

- Grad I: minimale Insuffizienz mit leichter Kontrastierung des linken Atriums
- Grad II: Regurgitationsfraktion bei 20 – 40 % mit kompletter Kontrastierung des linken Atriums nach einigen Herzschlägen

---

<sup>22</sup> Vgl. Nickening, et al. (2013), S. 78.

<sup>23</sup> Vgl. Herold (2021), S. 172.

<sup>24</sup> Vgl. Baldus, et al. (2020), S. 2.

<sup>25</sup> Vgl. Nickening, et al. (2013), S. 78.

- Grad III: Regurgitationsfraktion bei 40 – 60 % mit kompletter Kontrastierung des linken Atriums und linkem Ventrikel nach wenigen Herzschlägen
- Grad IV: Regurgitationsfraktion bis zu 80 % mit sofortiger kompletter Kontrastierung des linken Atriums sowie der Pulmonalvenen.<sup>26,27</sup>

## 2.5 Pathophysiologie

Wenn die Mitralklappe undicht oder schlussunfähig ist, fließt das Blut in der Systole vom linken Ventrikel zurück in das linke Atrium. Daraus ergeben sich zwei grundlegende pathologische Mechanismen, die zur Symptomatik und zu den Folgen der Insuffizienz führen.

Zum einen entsteht aufgrund des Rückflusses auch ein Rückstau des Blutes in die Pulmonalgefäße. Dies führt zu einem ansteigenden Druck und zur pulmonalen Hypertonie. Durch diese kommt es zu einer erhöhten Belastung des rechten Herzens. Bei anhaltend hoher Belastung resultiert daher eine Rechtsherzinsuffizienz.

Zum anderen sinkt das Blutvolumen, das vom linken Ventrikel ausgeworfen werden muss (= Herzzeitvolumen). Um dieses weiterhin gleich zu halten, muss kompensatorisch das Schlagvolumen erhöht werden. Dies führt zu einer gesteigerten Volumenbelastung, weshalb der linke Ventrikel mehr Kraft aufwenden muss, um das Blut auswerfen zu können. Es kommt dadurch zu einer Dilatation und schließlich zur Linksherzinsuffizienz.<sup>28</sup>

## 2.6 Symptomatik

Die aus den Pathomechanismen resultierenden Symptome unterscheiden sich beim akuten und chronischen Verlauf in Intensität und Zeitpunkt des Auftretens und werden darum getrennt voneinander aufgeführt.

### 2.6.1 Symptomatik der akuten Mitralklappeninsuffizienz

Aufgrund des oft fulminanten und raschen Verlaufs der akuten Mitralinsuffizienz ist es für den Körper zeitlich nicht möglich, sich mit kompensatorischen Mechanismen auf die sich verändernden Druck- und Volumenverhältnisse einzustellen. Daraus resultiert eine rasche linksventrikuläre Dekompensation mit Lungenödem bis hin zum kardiogenen Schock.

---

<sup>26</sup> Vgl. Antwerpes, et al. (2023), o. S.

<sup>27</sup> Vgl. Hamm, et al. (2008), S. 500.

<sup>28</sup> Vgl. Herold (2021), S. 173.

### 2.6.2 Symptomatik der chronischen Mitralklappeninsuffizienz

Da die chronische Mitralklappeninsuffizienz in ihrer Entstehung nur langsam progredient ist, hat der Körper die notwendige Zeit, um Kompensationsmaßnahmen einzuleiten. Das ist der Grund, weshalb viele Patient/-innen lange asymptomatisch bleiben. Kommt es im Verlauf dann zu einer Zunahme des Schweregrades, lassen sich die Symptome nach ihren Pathomechanismen einordnen.<sup>29</sup>

Symptome der Linksherzinsuffizienz sind Belastungsdyspnoe, nächtlicher Husten (Asthma cardiale), Hämoptysen oder Hämoptoe, Leistungsminderung und periphere Zyanose.

Symptome der Rechtsherzinsuffizienz sind Venenstauung, periphere Ödeme und die Stauungsleber/-niere.<sup>30</sup>

Die Einteilung der Herzinsuffizienz kann zudem anhand der New York Heart Association (NYHA-Klassifikation) vorgenommen werden. Diese orientiert sich an der Schwere der Belastungsdyspnoe-Symptomatik. Die folgende Tabelle stellt die einzelnen Stadien dar:

NYHA-Stadium	Klinische Beschwerden
<b>I</b>	Keine Beschwerden
<b>II</b>	Beschwerden bei stärkerer körperlicher Belastung
<b>III</b>	Beschwerden bei leichter körperlicher Belastung
<b>IV</b>	Beschwerden in Ruhe

Tab. 1: Einteilung der NYHA-Klassifikation.  
Darstellung in Anlehnung an Amboss (2023), o. S.

Zudem besteht aufgrund des zunehmenden Drucks im linken Atrium die Gefahr, ein Vorhofflimmern mit absoluter Arrhythmie zu entwickeln. Dies kann die Wahrscheinlichkeit

<sup>29</sup> Vgl. Herold (2021), S. 173.

<sup>30</sup> Vgl. Amboss (2022), o. S.

der Bildung eines Thrombus und daraus entstehende arterielle Embolien (zum Beispiel Schlaganfälle) erheblich erhöhen.<sup>31</sup>

## **2.7 Diagnostik**

### **2.7.1 Körperliche Untersuchung**

Bei der körperlichen Untersuchung führt man zunächst die Palpation des Pulses durch. Dieser ist meist normal, außer der/die Patient/-in leidet zusätzlich an Vorhofflimmern. Zusätzlich kann man einen verstärkten und linksverlegten Herzspitzenstoß ertasten.

Für die Auskultation sollte man den/die Patient/-in vorzugsweise in Linkslage bringen. Hierbei sollte man auf den ersten Herzton achten, der leise ist. Ein bandförmiges Holo-systolikum mit Punctum maximum über der Herzspitze, die sich circa im fünften Interkostalraum medioklavikulär befindet, ist typisch für eine Mitralklappeninsuffizienz. Zusätzlich besteht eine Fortleitung in die Axilla. Eventuell ist bei einer fortgeschrittenen Herzinsuffizienz auch ein dritter Herzton zu hören, der aufgrund der Volumenüberlastung des Ventrikels entsteht.<sup>32,33</sup>

### **2.7.2 Elektrokardiogramm (EKG)**

Als Zeichen einer Linksherzhypertrophie wäre im EKG ein P-mitrale mit einer Verbreiterung über 110 ms zu erkennen. Das P-mitrale ist doppelgipflig mit Betonung auf den zweiten Anteil. Dies deutet auf den vergrößerten linken Vorhof hin.

Im Verlauf der Mitralklappeninsuffizienz könnte man auch ein P-pulmonale mit einer Erhöhung der P-Welle über 0,25 mV als Zeichen der Rechtsherzbelastung erkennen. Man sollte zusätzlich auf links- oder rechtspräkordiale Erregungsrückbildungsstörungen oder ein mögliches Vorhofflimmern achten.<sup>34</sup>

### **2.7.3 Echokardiogramm**

Zur Durchführung des Echokardiogramms eignen sich zwei Verfahren zur Beurteilung der Mitralklappeninsuffizienz. Zum einen als primäre Methode die transthorakale Echokardiographie (TTE), die durch einen Ultraschall von außerhalb des Thorax durchgeführt wird und die transösophageale Echokardiographie (TEE), welche durch die Einführung einer Ultraschallsonde über die Speiseröhre eine genauere morphologische und

---

<sup>31</sup> Vgl. Herold (2021), S. 170.

<sup>32</sup> Vgl. Herold (2021), S. 173.

<sup>33</sup> Vgl. Mauri, Baldus, & Pfister (2019), S. 27.

<sup>34</sup> Vgl. Herold (2021), S. 173.

funktionelle Beurteilung der Mitralklappe erlaubt. Zusammen bilden die beiden Verfahren die grundlegenden Maßnahmen zur Sicherung der Diagnose. Auch die Ursache der Mitralinsuffizienz kann so ermittelt werden.

Als weniger invasive Diagnostik wird zuerst das TTE durchgeführt. Damit wird der Insuffizienzgrad bestimmt. Dafür werden mehrere Parameter hinzugezogen. Mittels Farbdoppler wird die Vena contracta, die Regurgitationsfläche, das Regurgitationsvolumen sowie die Regurgitationsfraktion betrachtet. Zudem wird eine Messung der Vorhof- und Ventrikelgröße und deren Funktion durchgeführt, die wesentliche Hinweise auf das Ausmaß der bestehenden Insuffizienz geben kann. Auch können Mitbeteiligungen anderer Klappen bestimmt werden. Anhand des Flussbildes der Trikuspidalklappe können Hinweise auf eine pulmonale Hypertonie ermittelt werden, die ebenfalls auf die Schweregradeinteilung Einfluss nimmt.<sup>35,36</sup>

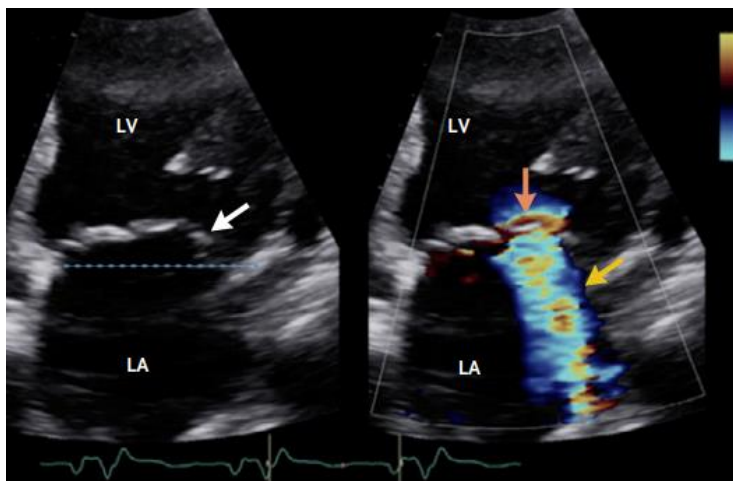


Abb. 4: Transthorakale Echokardiographie einer sekundären Mitralklappeninsuffizienz.

Quelle: O'Gara & Mack (2020), S. 1460.

<sup>35</sup> Vgl. Herold (2021), S. 173.

<sup>36</sup> Vgl. Amboss (2022), o. S.

In der folgenden Tabelle wird die Schweregradeinteilung aufgeführt:

	Geringgradig	Mittelgradig	Hochgradig
<b>Spezifisch</b>	Schmaler zentraler Jet <4cm <sup>2</sup> oder <10% des LA Vena contracta <0,3 cm	MI mehr als mild ohne Kriterien für hochgradige MI	Vena contracta ≥0,7 cm Großer zentraler MI-Jet (Fläche >40% des LA) oder mit einem die Vorhofwand treffenden Jet Große Flusskonvergenz Systolische Flussumkehr in den Pulmonalvenen „Flail leaflet“ oder rupturierter Papillarmuskel
<b>Unterstützend</b>	Systolisch prominenter Fluss in den Pulmonalvenen A-Wellen-dominanter Fluss über Mitralklappe MI-Dopplersignal geringer Dichte Normale LV-Größe	Mitralklappeninsuffizienz mehr als mild, aber Keine Kriterien der hochgradigen Mitralklappeninsuffizienz	Dichtes, trianguläres Doppler-MI-Signal E-Wellen-dominanter Mitralklappeneinfluss (>1–2 m/s) Vergrößerter LA und LV
<b>Quantitative Variablen</b>			
VC (cm)	<0,3	0,3–0,69	≥0,7
R <sub>voj</sub> (ml/Schlag)	<30	30–44; 45–59	≥60
RF (%)	<30	30–39; 40–49	≥50
ERO (cm <sup>2</sup> )	<0,20	0,20–0,29; 0,30–0,39	≥0,40

Tab. 2: Schweregradeinteilung der Mitralklappeninsuffizienz per Dopplerechokardiographie.  
Quelle: Nickening, et al. (2013), S. 82.

Die TEE kann nun im Anschluss zur Sicherung der Diagnose und zur genauen Einschätzung der Morphologie der Mitralklappe durchgeführt werden. Durch die Möglichkeit einer 3-dimensionalen Darstellung lässt sich die Morphologie der Klappen und die Genese der Insuffizienz besser einschätzen. Dies ist für die Planung einer möglichen Operation oder Intervention von grundlegender Bedeutung.<sup>37</sup>

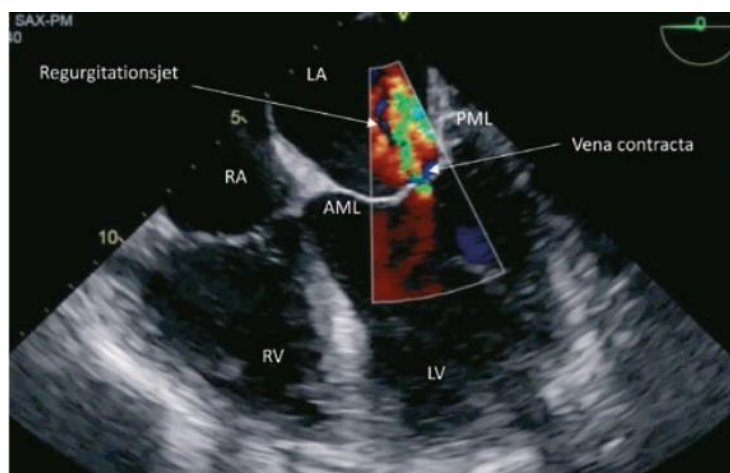


Abb. 5: Transösophageale 2D-Echokardiographie, Vierkammerblick.  
Quelle: Schachner & Wanitschek (2018), S. 188.

<sup>37</sup> Vgl. Nickening, et al. (2013), S. 80-81.

### 2.7.4 Röntgen

Das Röntgenbild des Thorax kann als hinweisende oder ergänzende Diagnostik gelten. In der posterior-anterioren Aufnahme kann man eine Vergrößerung des gesamten Herzens sowie des linken Ventrikels und des linken Vorhofs erkennen. Zudem kann es zu einer Lungenstauung kommen, die in der Thoraxaufnahme ersichtlich wäre.

### 2.7.5 Herzkatheter

Als invasive Diagnostik kann zusätzlich ein Herzkatheter durchgeführt werden. Er dient ebenfalls zur semiquantitativen Bestimmung des Insuffizienzgrades, Beurteilung der Ventrikelfunktion sowie die Festlegung der Druckverhältnisse, die im kleinen und großen Kreislauf herrschen. Zudem kann eine therapiebedürftige koronare Herzkrankheit (KHK) erkannt werden, was für die Entscheidung über eine eventuell notwendige Operation oder Intervention von Bedeutung ist.<sup>38</sup>

## 2.8 Therapie

### 2.8.1 Medikamentöse Therapie

Die medikamentöse Therapie wird typischerweise bei symptomatischen Patient/-innen mit einer Ejektionsfraktion (EF) < 30 % und/oder linksventrikulärem Durchmesser > 55 mm eingesetzt. Bei der primären Mitralklappeninsuffizienz ist die Gabe nur indiziert, wenn eine Einschränkung der linksventrikulären Funktion besteht. Da die sekundäre Mitralklappeninsuffizienz durch eine Störung der linksventrikulären Funktion oder Dilatation des linken Ventrikels bedingt wird, ist die Medikation hierbei immer indiziert, da sie auf den Leitlinien der Herzinsuffizienz-Medikation basiert.<sup>39,40</sup>

Die aktuellen Leitlinien empfehlen bei Herzinsuffizienz mit reduzierter LVEF die Gabe eines Betablockers, eines ACE-Hemmers, beziehungsweise eines Angiotensin-1-Antagonisten, eines Mineralocorticoidrezeptor-Antagonisten und von SGLT-2-Inhibitoren.<sup>41</sup>

Die medikamentöse Therapie sollte immer der erste Schritt der Behandlung sein. Erst nach Nicht-Ansprechen sollte eine operative Klappenrekonstruktion, Klappenersatz oder bei hohem Operationsrisiko die TEER erwogen werden.<sup>42</sup>

---

<sup>38</sup> Vgl. Herold (2021), S. 173-174.

<sup>39</sup> Vgl. Amboss (2022), o. S.

<sup>40</sup> Vgl. Vahanian, et al. (2012), S. 2473

<sup>41</sup> Vgl. Lavall, et al. (2018), S. 557.

<sup>42</sup> Vgl. Amboss (2022), o. S.

### 2.8.2 Operative Therapie

Der Einsatz der operativen Therapie ist bei asymptomatischen Patient/-innen mit einer LVEF  $\leq 60$  % und/oder linksventrikulärem Durchmesser  $> 45$  mm oder bei systolischem Pulmonalvenendruck  $> 50$  mmHg oder neu aufgetretenem Vorhofflimmern und bei symptomatischen Patient/-innen mit einer EF  $> 30$  % indiziert.<sup>43</sup>

Es wird zwischen der Mitralklappenrekonstruktion und dem Mitralklappenersatz unterschieden. Erstgenanntes zielt auf die Wiederherstellung der Funktion unter Erhalt der Klappe selbst ab. In den meisten Fällen ist eine Rekonstruktion möglich, außer bei starken Veränderungen des Klappenapparats, wie zum Beispiel Verkalkungen. Der Zugangsweg kann durch eine mediane Sternotomie, minimal-invasiv durch eine partielle Sternotomie oder durch eine rechtsseitige Thorakotomie erreicht werden. Es können verschiedene Techniken zur Rekonstruktion durchgeführt und auch kombiniert werden:

- Ringstabilisierung/-plastik: Der Mitralklappenring wird durch einen künstlichen Ring stabilisiert.
- Segelrekonstruktion: Durch Raffung, Verkleinerung oder Vergrößerung der Segel.
- Sehnenfadenersatz/-transposition: Durch Raffung, Verlängerung, Umsetzung oder Ersatz durch künstlich hergestellte Sehnenfäden.
- Papillarmuskelkürzung/-transposition: Durch Kürzung oder Umsetzung der Papillarmuskeln.<sup>44</sup>

Zudem kann eine Technik nach Alfieri durchgeführt werden, die auf der Vernähung des mittleren Segments der Segelklappen, also vorderes und hinteres Segel verbindet, basiert. Diese Technik diente wegweisend für die Entwicklung der kathetergestützten Edge-to-Edge-Verfahren.<sup>45</sup>

Die wesentlichen Vorteile der Mitralklappenrekonstruktion sind zum einen, dass die Patient/-innen im Nachhinein keine gerinnungshemmenden Medikamente benötigen und sie erzielt im Vergleich mit dem Mitralklappenersatz die bessere Erhaltung der Herzfunktion.<sup>46</sup>

---

<sup>43</sup> Vgl. Amboss (2022), o. S.

<sup>44</sup> Vgl. Universitätsklinikum Münster (o. J.), o. S.

<sup>45</sup> Vgl. Gollmer, Zirlik, & Schmidt (2020), S. 383.

<sup>46</sup> Vgl. Universitätsklinikum Münster (o. J.), o. S.

Beim Mitralklappenersatz wird die körpereigene Klappe durch eine mechanische oder biologische Herzklappe ersetzt. Dies geschieht über eine Sternotomie unter Anschluss an eine Herz-Lungen-Maschine. Das Verfahren wird über Abtrennung der Klappe vom Klappenring begonnen. Es werden Verkalkungen des Rings entfernt und dann kann die neue Klappe eingenäht werden. Biologische Herzklappen haben eine kürzere Haltbarkeit, weshalb sie eher bei älteren Menschen eingesetzt wird, während die mechanische Klappe ein Leben lang hält. Jedoch benötigt man bei der mechanischen Herzklappe gerinnungshemmende Medikamente wie Phenprocoumon (Marcumar®).<sup>47</sup>

## **2.9 Kathetergestützte Therapien**

Die kathetergestützten Therapien werden bei symptomatischen Patient/-innen angewandt, die nicht auf die medikamentöse Therapie angesprochen haben und bei denen ein hohes operatives Risiko vorliegt.<sup>48</sup> Es gibt hierbei verschiedene Interventionsmöglichkeiten.

### **2.9.1 Direkte und indirekte Anuloplastie**

Die direkte und indirekte Anuloplastie wird bei einer Erweiterung des Klappenannulus durchgeführt. Bei der direkten Form ist zum Beispiel das Cardioband® der Firma Valtech Cardio oder MPAS (Mitralign Percutaneous Annuloplasty System®) der Firma Mitralign eine zugelassene Vorgehensweise. Die Prozedur wird unter 3-D Echokardiographie, TEE und Fluoroskopie durchgeführt. Es wird hierbei die operative Annulusraffung nachgeahmt. Dies geschieht durch Befestigungsschrauben oder Nähte zur Fixierung und Raffung des Mitralsrings durch einen femoral-venösen Zugang mit transseptaler Punktion.<sup>49,50,51</sup> Die indirekte Anuloplastie wird durch das Carillon Mitral Contour System® durchgeführt. Hierbei wird eine Metall-Spange in den Koronarsinus eingebracht, um den hinteren Teil des Mitralsrings zu raffern oder zu verkürzen. Der Zugang hierbei wird über die Vena jugularis interna vorgenommen.<sup>52</sup>

### **2.9.2 Chordaersatz**

Auch der Chordaersatz kann kathetergestützt erfolgen. Dies wird bei Schädigungen und Rupturen der Sehnenfäden eingesetzt. Hierbei ist die führende Technik das NeoChord®-

---

<sup>47</sup> Vgl. Blaschke & Antwerpes (2022), o. S.

<sup>48</sup> Vgl. Amboss (2022), o. S.

<sup>49</sup> Vgl. Frerker & Kuck (2016), S. 1.

<sup>50</sup> Vgl. Frerker (2011), S. 1-2.

<sup>51</sup> Vgl. Barth (2022), S. 321.

<sup>52</sup> Vgl. Barth (2022), S. 324.

Verfahren. Die geschädigten Chordae werden durch künstliche ersetzt, um einen adäquaten Klappenschluss zu ermöglichen. Dies geschieht durch eine transapikale Thorakotomie unter 2-D und 3-D Echokardiographie Kontrolle.<sup>53</sup>

### **2.9.3 Perkutaner Klappenersatz**

Der perkutane Klappenersatz bietet eine Alternative zum operativen Klappenersatz. Dabei wird die Klappe Tendyne® von der Firma Abbott Structural Heart verwendet. Da viele Methoden und Klappen hier noch nicht zugelassen sind und sich momentan noch in der Testung befinden, ist dies der einzig zugelassene Klappenersatz, der perkutan einsetzbar ist. Dies wird durch einen transapikalen oder durch einen transfemorale und transseptalen Zugang durchgeführt. Hierbei spielt die Anatomie der Klappe und des Zugangswegs eine wichtige und entscheidende Rolle in der Durchführbarkeit, da diese wichtig für die Befestigung der Klappenprothese sind.<sup>54</sup> Aufgrund vieler Limitationen wurden diese perkutanen Mitralklappen bisher nur bei wenigen Patient/-innen eingesetzt.

### **2.9.4 Transfemorale Edge-to-Edge-Repair (TEER)**

Die TEER ist ebenfalls eine kathetergestützte Therapie der Mitralklappeninsuffizienz. Hierbei gibt es momentan zwei Transkatheter-Systeme. Das PASCAL®-Transkatheter-System, das erst kürzlich zertifiziert worden ist und den MitraClip® der Firma Abbott Vascular.

Dieses Verfahren ist unter den kathetergestützten Therapien das etablierteste. Die Hauptindikation ist die funktionelle Mitralklappeninsuffizienz bei Patient/-innen, die ein hohes operatives Risiko haben. Wer für einen Clip in Frage kommt, wird durch ein Herzteam, das aus Kardiologen, Herzchirurgen und Anästhesisten besteht, in einer Herzkonferenz entschieden. Wichtig hierbei sind Komorbiditäten und das Alter des/der Patient/-in sowie die individuelle Anatomie der Mitralklappe und auch die ursächlichen Mechanismen einer Mitralklappeninsuffizienz.<sup>55</sup>

Der Zugangsweg erfolgt über die Vena femoralis und einer transseptalen Punktion unter echokardiographischer Kontrolle und unter Fluoroskopie. Es erfolgt die venöse Einführung des Katheters bis zur Mitralklappe. An der Spitze des Katheters ist der Clip aus Kobaltchrom mit körperfreundlichem Dacronüberzug befestigt, sodass er mithilfe der

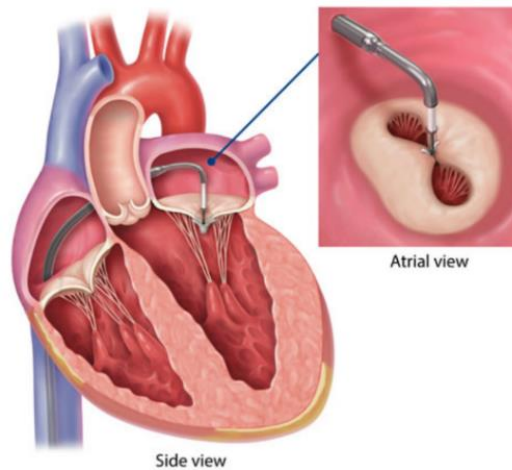
---

<sup>53</sup> Vgl. NeoChord (2020), o. S.

<sup>54</sup> Vgl. Barth (2022), S. 324-325.

<sup>55</sup> Vgl. Nickening, et al. (2013), S. 86.

transösophagealen Echokardiographie zwischen dem anterioren und posterioren Segel am Punkt des maximalen Rückflusses positioniert werden kann. Die Implantation erfolgt, indem der Clip an beiden Segeln befestigt wird. Somit entsteht eine Doppelöffnung der Klappe, die den Rückfluss verhindert und einen vollständigen Klappenschluss ermöglichen soll.<sup>56</sup>



*Abb. 6: Schematische Darstellung des MitraClip-Verfahrens.  
Quelle: Baptist Health (o. J.), o. S.*

<sup>56</sup> Vgl. Fabris, et al. (2019), S. 5-6.

### **3 Methodik**

#### **3.1 Literaturrecherche**

Um die Begriffsbestimmung zu erarbeiten, wurde zunächst eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt. Diese bestand darin, zuerst eine allgemeine Recherche über die Mitralklappe und ihre Funktion und Anatomie zu erreichen, um im Nachhinein die Folgen und Auswirkungen der Erkrankung verstehen zu können. Die Medien hierzu bestanden zum einen aus einer Recherche über die Medizinplattform von Amboss sowie einigen Fachbüchern, wie zum Beispiel den Lernetlas von Prometheus oder dem Herold aus dem Jahr 2021. Nachdem das Grundwissen erläutert wurde, wurde eine weitere Literaturrecherche über die Erkrankung der Mitralklappeninsuffizienz durchgeführt. Hier wurde zunächst eine allgemeine Suche über die Google-Suchfunktion gestartet. Die Informationen wurden ebenfalls aus medizinischen Plattformen wie Amboss, Docmed usw. entnommen. Auch wurde Fachliteratur zur Hilfe gezogen. Zudem wurden Artikel der bereits durchgeführten Studien über die Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie mit einbezogen. Hieraus stammen auch die Informationen zum Vorgehen der genannten Therapie. Ansonsten wurden ebenfalls die aktuellen Leitlinien der deutschen Gesellschaft für Kardiologie beachtet. Auch die Parameter, die in der Studie verwendet wurden, lehnen sich an vorherige Studien an. Die sonstigen Angaben zu Vergleichen mit der vorliegenden Studie wurden zum Großteil dem New England Journal of Medicine oder Pubmed durch eine präzise Internetsuche erreicht.

#### **3.2 Patienten- und Parameterauswahl**

Alle Patient/-innen, die im Zeitraum 2020 bis 2022 am Klinikum Memmingen eine TEER der Mitralklappe mittels MitraClip® der Firma Abbott erhielten, wurden in die Analyse einbezogen. Diese Patient/-innen wurden ausgewählt, da sie alle an einer symptomatischen hochgradigen Mitralklappeninsuffizienz leiden und aufgrund der Aktualität wurden nur die Patient/-innen aus den letzten zwei Jahren beachtet. Die verwendeten Parameter sind angelehnt an die COAPT-Studie aus dem Jahr 2018 (Transcatheter Mitral-Valve Repair in Patients with Heart Failure), welche die bedeutendste randomisierte Studie auf diesem Gebiet darstellt und zur Weiterentwicklung und Zulassung der Methode führte. Die Parameter wurden auf die vorliegende Studie angepasst und ausgewählt.

#### **3.3 Erhebung der Patientencharakteristika**

Im ersten Teil der Studie wurden mit Hilfe der Patientenakte zunächst die klinischen Charakteristika der Patient/-innen erfasst. Zudem wurden der Schweregrad der

Herzinsuffizienz anhand der klinischen Symptomatik (NYHA-Klassifikation) erhoben. Auch echokardiographische Kriterien, wie die Genese und der Schweregrad der Mitralklappeninsuffizienz sowie die linksventrikuläre systolische Funktion wurden berücksichtigt. Die Informationen hierzu wurden den jeweiligen Dokumentationen der elektronischen Patientenakte entnommen. Die erhobenen Daten wurden mittels einer Excel-Tabelle zusammengefasst und in einer Pivot-Tabelle in eine absolute Anzahl und den jeweiligen prozentualen Anteil beziehungsweise in den Mittelwert und die zugehörige Standardabweichung umgewandelt. Zudem wurden die Schweregrade der Mitralklappeninsuffizienz direkt nach der TEER nochmals erhoben. Diese Daten wurden dem Herzkatheterbericht entnommen.

### **3.4 Nachuntersuchung nach 30 Tagen**

Alle Patient/-innen wurden 30 Tage nach Intervention zu einer erneuten ambulanten Verlaufsuntersuchung in die Klinik einbestellt, um das echokardiographische und klinische Ergebnis zu beurteilen. Die klinische Untersuchung zielte auf typische Symptomatik wie periphere Ödeme, Lungenstauung und/oder Dyspnoe ab. Die echokardiographische Kontrolle konzentrierte sich im Wesentlichen auf den verbliebenen Schweregrad der Mitralklappeninsuffizienz und die linksventrikuläre Funktion. Diese Daten konnten aus der Dokumentation in der Patientenakte gewonnen werden. Auch sie wurden in eine Excel-Tabelle eingefügt und mittels Pivot-Tabelle ausgewertet. Die Werte wurden ebenfalls in eine absolute Zahl (n) mit der dazugehörigen Prozentzahl und Mittelwerte mit der Standardabweichung umgerechnet.

### **3.5 Durchführung der Patienteninterviews zur langfristigen Verlaufsbeurteilung**

In einem weiteren Teil der Studie, welcher das Langzeitergebnis der Patient/-innen widerspiegeln soll, erfolgte zwischen dem 01. Mai 2023 und 01. Juli 2023 eine Patientenbefragung mittels eines selbstständig entwickelten Fragebogens. Die Befragung wurde aufgrund des bei den meisten Patient/-innen fortgeschrittenen Alters telefonisch anhand eines strukturierten Fragebogens durchgeführt, da viele Patient/-innen weder eine E-Mail-Adresse besitzen, noch per Postweg erreichbar waren. Falls die Patient/-innen auch telefonisch nicht erreichbar waren, erfolgte eine Befragung der Angehörigen.

### **3.6 Fragebogen**

Der Fragebogen (Abbildung 7) orientiert sich hauptsächlich an den klinischen Parametern. Die Patient/-innen wurden nach klinischen Symptomen, wie zum Beispiel Dyspnoe in Ruhe und bei körperlicher Anstrengung gefragt. Entscheidend hierbei war auch der

Auslöser für das Auftreten der jeweiligen Symptomatik, weshalb die Patient/-innen zwischen vier Auswahlmöglichkeiten entscheiden konnten: Dyspnoe bei Nacht (Orthopnoe), in Ruhe, bei leichter Belastung, hier definiert mit einer Gehstrecke unter 200 Meter und bei stärkerer Belastung mit einer Gehstrecke über 200 Meter. Zudem wurde nach dem Auftreten von Ödemen an den Beinen oder anderen Körperpartien gefragt. Hierbei sollte beantwortet werden, ob diese Symptomatik wiederholt beziehungsweise konstant auftritt, beziehungsweise nur zum Zeitpunkt des Anrufs bestand. Auch die Hospitalisierungen in den vergangenen sechs Monaten werden miteinbezogen, unterteilt in eine kardiale oder nicht-kardiale Ursache für den Krankenhausaufenthalt. Die Daten wurden mithilfe einer Excel-Tabelle geordnet und ausgewertet. Die Auswertung erfolgte im selben Schema wie oben genannt.

### **Patientenfragebogen:**

<p><b>1. Leiden Sie unter Atemnot?</b></p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>
<p><b>2. Wenn ja, wann leiden Sie unter Atemnot?</b></p> <p><input type="checkbox"/> in Ruhe</p> <p><input type="checkbox"/> bei leichter Belastung (Gehstrecke &lt; 200 m)</p> <p><input type="checkbox"/> bei starker Belastung (Gehstrecke &gt; 200 m)</p>
<p><b>3. Bemerkten Sie eine Schwellung der Beine oder anderer Körperpartien?</b></p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>
<p><b>4. Befanden Sie sich in den letzten sechs Monaten in einem stationären Krankenhausaufenthalt?</b></p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>
<p><b>5. Wenn ja, war dieser kardial (Erkrankung am Herzen) oder anderweitig bedingt?</b></p> <p><input type="checkbox"/> kardial <input type="checkbox"/> nicht-kardial</p>

*Abb. 7: Fragebogen zum langfristigen klinischen Ergebnis.  
Eigene Darstellung (2023).*

### 3.7 Datenanalyse

Die aus den Patientenakten beziehungsweise aus der Befragung gewonnenen Daten wurden in Excel-Tabellen strukturiert und mithilfe von Pivot-Tabellen analysiert. Die Ergebnisse wurden berechnet und statistisch ausgewertet. Zudem wurde für die Ergebnisse vor, beziehungsweise unmittelbar nach der Intervention sowie 30 Tage danach ein abhängiger (paariger) t-Test durchgeführt. Dieser dient dazu, einen Vergleich von Mittelwerten aus zwei miteinander verbundenen Stichprobengruppen zu ermitteln und eine Signifikanz der Aussage zu liefern.<sup>57</sup> Auch für die Ergebnisse der NYHA-Klassifikationen vor der Intervention sowie 30 Tage danach wurde dieser Test angewendet.

---

<sup>57</sup> Vgl. Flandorfer (2019), o. S.

## 4 Ergebnisse

Diese Studie konzentrierte sich auf die Effektivität und Sicherheit der TEER in Bezug auf Verbesserung der Klappenfunktion, Komplikationen, klinische Symptomatik und Hospitalisierungen unmittelbar nach der Intervention, nach 30 Tagen und im Langzeitverlauf nach ein bis drei Jahren. 53 Patient/-innen, die im Zeitraum von 2020 bis 2022 eine TEER mittels MitraClip® der Firma Abbott im Klinikum Memmingen erhielten, wurden für die Analyse herangezogen. Im Folgenden werden die Patientencharakteristika, die echokardiographischen und klinischen Parameter sowie die Komplikationen dargestellt.

Bei vier Patient/-innen wurde die Intervention im genannten Zeitraum ein zweites Mal durchgeführt, da in der ersten Prozedur nicht das gewünschte Ergebnis erzielt werden konnte, beziehungsweise die Mitralklappeninsuffizienz im Verlauf erneut zunahm. Bei einem Patienten war die Intervention nicht durchführbar aufgrund eines seltenen Azygos-Kontinuitätsyndroms. Die Azygoskontinuität ist eine seltene angeborene Veränderung der Vena cava inferior, welche teilweise nicht angelegt ist und nicht in den rechten Vorhof mündet. Das venöse Blut der unteren Körperhälfte wird über die Vena azygos in die Vena cava superior geleitet.<sup>58</sup> Es ist demnach nicht möglich, die Mitralklappe per Katheter über die Vena cava inferior zu erreichen. Da dieser Eingriff schon vor Beginn der eigentlichen Prozedur beendet wurde, wurde dieser in der Analyse nicht berücksichtigt. Ansonsten wurden alle Ergebnisse der genannten Stichprobengruppe berechnet und ausgewertet. Somit wurden insgesamt 57 Prozeduren an 53 Patienten durchgeführt.

### 4.1 Charakteristika der Patient/-innen

#### 4.1.1 Klinische Charakteristika

Tabelle 3 zeigt die klinischen Ausgangscharakteristika der Patient/-innen. Das durchschnittliche Lebensalter lag bei  $77,7 \pm 8,8$  Jahre. 34 Patienten (64,2 %) waren männlich. 14 Patient/-innen (26,4 %) hatten in ihrer Vorgeschichte einen Myokardinfarkt erlitten. Zudem wurde bei 36 (67,9 %) bereits eine perkutane Koronarintervention durchgeführt. Der Kreatininwert lag durchschnittlich bei  $1,5 \pm 0,9$  mg/dl, die glomeruläre Filtrationsrate (GFR) bei  $55 \pm 22$  ml/min. Unter einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit litten neun Patient/-innen (17 %). Eine orale Antikoagulation wegen Vorhofflimmerns nahmen 34 Patient/-innen (64,2 %) ein. Zudem wurde der Log Euroscore II erhoben, der das Risiko von Komplikationen oder Tod im Falle einer herzchirurgischen

---

<sup>58</sup> Vgl. Kleideiter, Dalla Pozza, & Haas (2019), S. 281.

Mitralklappenoperation darstellt. Dieser lag im Schnitt bei  $8,6 \pm 7,5$  %. Ein hohes operatives Risiko liegt nach standardisierter Einschätzung bei einem Log Euroscore II  $> 6$  vor<sup>59</sup>, was für 22 unserer Patient/-innen (41,5 %) zutraf.

#### **4.1.2 Kriterien der Herzinsuffizienz**

Des Weiteren wurden die Kriterien der Herzinsuffizienz erhoben. Die Ursache der Herzinsuffizienz wird in ischämisch und nicht-ischämisch unterschieden. Bei 42 (79,2 %) Patient/-innen stellte sich eine ischämische Ursache durch einen zurückgelegenen Myokardinfarkt oder durch eine koronare Herzkrankheit dar. Eine nicht-ischämische Ursache wurde bei 11 (20,8 %) Patient/-innen festgestellt. Zudem wurde das Ausmaß der klinischen Beschwerden anhand der NYHA-Klassifikation beurteilt. Vor der Intervention waren alle Patient/-innen symptomatisch, somit befand sich kein/-e Patient/-in im Stadium I. 5 der Patient/-innen (9,4 %) waren leicht symptomatisch (NYHA II). Der Großteil der Patient/-innen war hochsymptomatisch, entweder mit Atemnot bei geringer Belastungsstufe (NYHA III;  $n = 39$ ; 73,6 %) oder sogar schon in Ruhe ( $n = 9$ ; 17 %).

#### **4.1.3 Echokardiographische Kriterien**

Bei den echokardiographischen Kriterien wurden die Genese der Mitralklappeninsuffizienz sowie der Schweregrad betrachtet. Man unterscheidet eine primäre und eine sekundäre Komponente (siehe Begriffsbestimmung, 2.4). Eine primäre Ursache der Insuffizienz wurde bei 11/53 Patient/-innen (20,8 %) festgestellt. Sekundäre Pathomechanismen fanden sich bei 42 Patient/-innen (79,2 %). Bezüglich des Schweregrades wird das Mitralkclipping nur bei Patient/-innen mit einer höhergradigen Insuffizienz (Grad III oder Grad IV) durchgeführt. Vier Patient/-innen (7,5 %) wiesen Schweregrad III auf, 49 (92,5 %) waren dem Schweregrad IV zuzuordnen. Die linksventrikuläre Ejektionsfraktion (LVEF) betrug im Durchschnitt  $40,6 \% \pm 12,7 \%$ , 20 der Patient/-innen (37,7 %) wiesen eine hochgradig reduzierte systolische linksventrikuläre Funktion  $< 35 \%$  auf.

---

<sup>59</sup> Vgl. Nashef, et al. (1999), S. 9-13.

<b>Charakteristika der Patient/-innen (n = 57)</b>	
<b>Klinische Charakteristika</b>	
Alter – Jahre $\pm$ Stw.	77,7 $\pm$ 8,8
Männliches Geschlecht – Anzahl (%)	34 (64,2)
Z. n. Myokardinfarkt – Anzahl (%)	14 (26,4)
Z. n. perkutaner Koronarintervention – Anzahl (%)	36 (67,9)
Kreatinin (mg/dl)	1,5 $\pm$ 0,9
GFR (ml/min)	55 $\pm$ 22
Periphere arterielle Verschlusskrankheit – Anzahl (%)	9 (17)
Orale Antikoagulation wegen Vorhofflimmern – Anzahl (%)	34 (64,2)
Log Euroscore II (% $\pm$ Stw.)	8,6 $\pm$ 7,5
Risiko von Komplikation oder Tod bei Operation	
- Hoch (> 6 % Log Euroscore II) – Anzahl (%)	22 (41,5)
<b>Kriterien der Herzinsuffizienz</b>	
Ursachen der Herzinsuffizienz – Anzahl (%)	
- Ischämisch	42 (79,2)
- Nicht-ischämisch	11 (20,8)
NYHA-Klassifikation – Anzahl (%)	
- I	0 (0)
- II	5 (9,4)
- III	39 (73,6)
- IV	9 (17)
<b>Echokardiographische Kriterien</b>	
Grund der Mitralklappeninsuffizienz – Anzahl (%)	
- Primär	11 (20,8)
- Sekundär	42 (79,2)
Schweregrad der Mitralklappeninsuffizienz – Anzahl (%)	
- III	4 (7,5)
- IV	49 (92,5)
Linksventrikuläre Funktion (LVEF) – % $\pm$ Stw.	40,6 $\pm$ 12,7
- Hochgradig reduzierte LVEF < 35% - Anzahl (%)	20 (37,7)

Tab. 3: Charakteristika der Patient/-innen.  
Eigene Darstellung (2023).

## 4.2 Prozedurales Ergebnis

Der unmittelbare prozedurale Erfolg wird anhand des Schweregrads der resultierenden Mitralinsuffizienz gemessen. Dabei wird verglichen, wie dieser vor der TEER, direkt nach der Intervention und bei der Verlaufsuntersuchung nach 30 Tagen ausfiel. Während sich vor der TEER alle Patient/-innen im Schweregrad III/IV befanden, war unmittelbar nach der Intervention kein/-e Patient/-in mehr diesen höhergradigen Schweregraden zuzuordnen. Dafür waren vier (7 %) bei Grad II, 44 (77,2 %) bei Grad I und bei 9 Patient/-innen (15,8 %) waren nach der Prozedur keine Insuffizienzzeichen mehr nachweisbar (Grad 0). Die durchschnittliche Besserung der Insuffizienzgrade vor der Intervention ( $M = 3,91$ ;  $Stw. = 0,08$ ) und unmittelbar nach der Intervention ( $M = 0,91$ ;  $Stw. = 0,22$ ) war signifikant ( $t(56) = 1,55E-44$ ,  $p < 0,001$ ).

Nach 30 Tagen zeigte sich allerdings bei zwei Patient/-innen (3,5 %) eine erneut hochgradige Insuffizienz (Grad IV), bei drei Patient/-innen (5,3 %) eine Mitralinsuffizienz Grad III. Bei dem Großteil der Patient/-innen ( $n = 52$ ; 94,7 %) blieb die initial erfolgreiche Intervention über 30 Tage im Wesentlichen konstant. So waren 15 Patient/-innen (26,3 %) mit einer deutlichen Verbesserung bei Grad II und der Großteil ( $n = 35$ ; 61,4 %) der Patient/-innen bei Grad I. Bei zwei Patient/-innen (3,5 %) blieb weiterhin keine Mitralinsuffizienz mehr nachweisbar (Grad 0). Somit zeigte sich auch hier eine statistisch signifikante Besserung der Insuffizienzgrade 30 Tage nach Intervention ( $M = 1,44$ ;  $Stw. = 0,64$ ), ( $t(56) = 1,42E-29$ ,  $p < 0,001$ ).

In Tabelle 4 werden die Ergebnisse dargestellt.

<b>Prozeduraler Erfolg</b>			
<b>Schweregrad der Mitralklappeninsuffizienz – Anzahl (%)</b>			
	<b>Vor TEER</b>	<b>Nach TEER</b>	<b>Nach 30 Tagen</b>
0	0 (0)	9 (15,8)	2 (3,5)
I	0 (0)	44 (77,2)	35 (61,4)
II	0 (0)	4 (7)	15 (26,3)
III	4 (7,5)	0 (0)	3 (5,3)
IV	49 (92,5)	0 (0)	2 (3,5)

Tab. 4: Prozeduraler Erfolg unmittelbar postinterventionell und nach 30 Tagen. Eigene Darstellung (2023).

Abbildung 9 zeigt die graphische Veranschaulichung der Ergebnisse aus Tabelle 4:

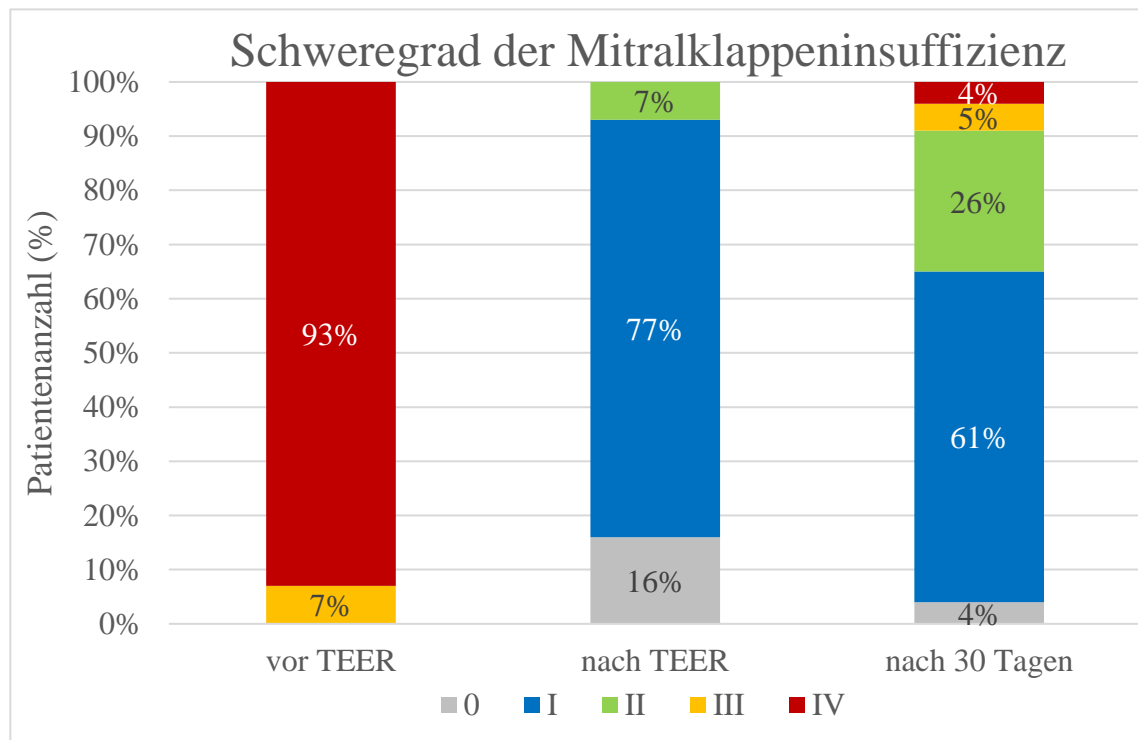


Abb. 8: Schweregrad der Mitralklappeninsuffizienz.  
Eigene Darstellung (2023).

### 4.3 Klinischer Erfolg nach 30 Tagen

Ergänzend zum rein technischen, prozeduralen Erfolg wurde der klinische Erfolg hinsichtlich der Symptomatik der Patient/-innen anhand der NYHA-Klassifikation ermittelt. Hierbei wurde beurteilt, wie sich das Beschwerdebild 30 Tage nach TEER verändert hat.

Es ist deutlich erkennbar, dass der Großteil der Patient/-innen nach 30 Tagen auch hinsichtlich des klinischen Beschwerdebildes profitiert. Während sich vor dem Eingriff noch 90,6 % der Patient/-innen im hochsymptomatischen NYHA-Stadium III oder IV befanden, waren dies 30 Tage nach TEER nur noch 26,4 % der Patient/-innen. Während initial 9 Patient/-innen (17 %) über regelmäßige Atemnot in Ruhe (NYHA IV) geklagt hatten, betraf dies nach 30 Tagen nur noch eine/-n Patient/-in. 73,6 % der Patient/-innen hatten 30 Tage nach Intervention nur noch geringe (NYHA II; 59,6 %) oder keine merkbaren Symptome (NYHA I; 14 %). Auch hier ließ sich durch den t-Test eine Signifikanz ( $t(56) = 6,7785E-18$ ,  $p < 0,001$ ) zwischen vor der Intervention ( $M = 3,09$ ;  $Stw. = 0,26$ ) und 30 Tagen danach ( $M = 2,14$ ;  $Stw. = 0,44$ ) feststellen.

Tabelle 5 zeigt die NYHA-Stadien vor TEER und nach 30 Tagen:

Klinischer Erfolg nach 30 Tagen		
NYHA-Stadium – Anzahl (%)		
	Vor TEER	Nach 30 Tagen
IV	9 (17)	1 (1,8)
III	39 (73,6)	14 (24,6)
II	5 (9,4)	34 (59,6)
I	0 (0)	8 (14)

Tab. 5: NYHA-Stadien vor TEER und nach 30 Tagen.  
Eigene Darstellung (2023).

Abbildung 10 stellt die Ergebnisse aus Tabelle 5 graphisch dar.

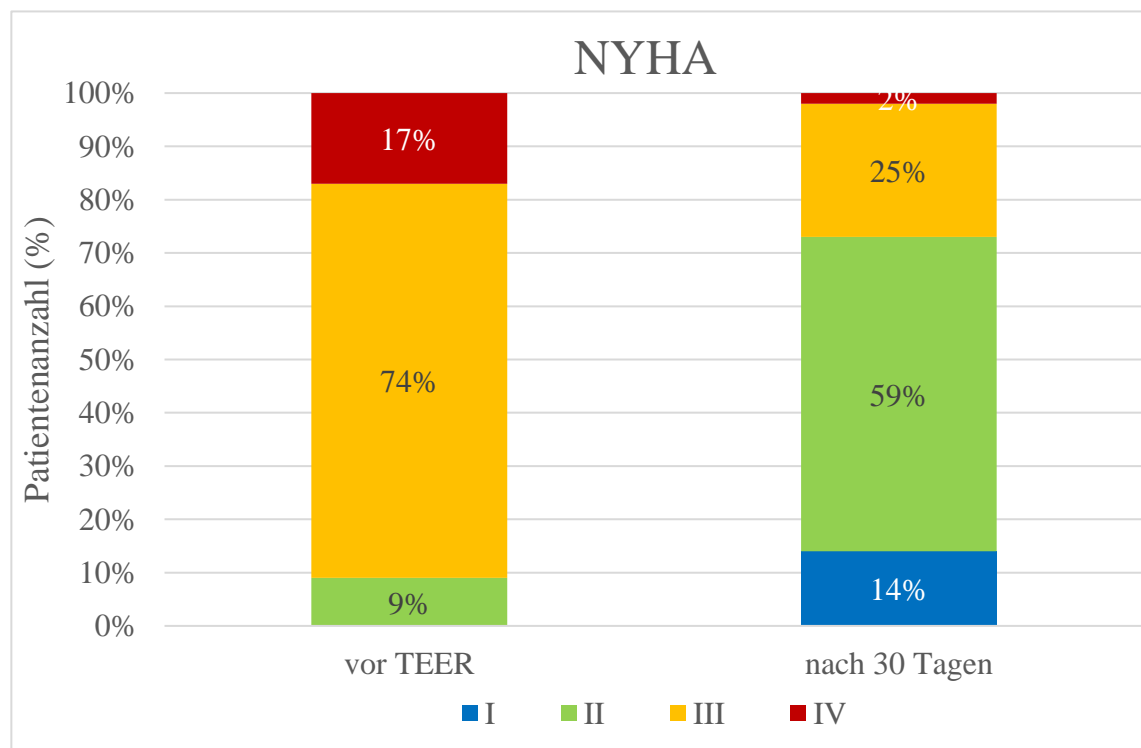


Abb. 9: Klinisches Beschwerdebild der Patient/-innen vor und 30 Tage nach TEER der Mitralklappe, dargestellt anhand der NYHA-Stadieneinteilung.  
Eigene Darstellung (2023).

#### **4.4 Komplikationen nach 30 Tagen**

Nach 30 Tagen erfolgte bei allen 53 Patient/-innen (100 %) eine erste Verlaufsbeurteilung. Innerhalb von 30 Tagen kam es zu keinem Todesfall. Sieben Patient/-innen (12,3 %) wurden innerhalb von 30 Tagen aufgrund einer kardiologischen Ursache erneut stationär aufgenommen. Bei vier Patient/-innen (7 %) war die Rehospitalisierung nicht auf eine kardiologische Ursache zurückzuführen.

Zu einer geringen Nachblutung kam es bei 15 Patient/-innen (26,3 %), während bei einem Patienten eine Blutung auftrat, die die Gabe eines Erythrozytenkonzentrats (EK) erforderte. Schwere Nachblutungen mit der Notwendigkeit eines gefäßchirurgischen Eingriffs traten bei keinem/-r Patient/-in auf.

Ansonsten wurden kein Myokardinfarkt oder Schlaganfall in den ersten 30 Tagen nach Intervention beobachtet, auch war keine ungeplante Mitralklappenintervention im Rahmen einer Re-TEER oder einer chirurgischen Mitralkorrektur, eine perkutane Koronarintervention (PCI) oder eine koronararterielle Bypass-Operation (CABG) nötig. Auch die Implantation eines Left Ventricular Assist Device (LVAD) oder gar eine Herztransplantation erfolgte bei keinem der Patient/-innen.

In Tabelle 6 werden die Ergebnisse der Komplikationen nach 30 Tagen aufgeführt.

<b>Komplikationen nach 30 Tagen</b>	
Tod jeglicher Ursache – Anzahl (%)	
- Kardiologische Ursache	0 (0)
- Nicht-kardiologische Ursache	0 (0)
Nachblutungen – Anzahl (%)	
- Geringe Nachblutung	15 (26,3)
- Blutung mit Erythrozytenkonzentratgabe	1 (1,8)
- Schwere Nachblutung mit gefäßchirurgischer Operation	0 (0)
Rehospitalisierung jeglicher Ursache – Anzahl (%)	
- Kardiologische Ursache	7 (12,3)
- Nicht-kardiologische Ursache	4 (7)
Ungeplante Mitralklappenintervention – Anzahl (%)	
- Re-TEER	0 (0)
- Chirurgische Mitralklappenkorrektur	0 (0)
Herzinfarkt – Anzahl (%)	0 (0)
PCI – Anzahl (%)	0 (0)
CABG – Anzahl (%)	0 (0)
Schlaganfall – Anzahl (%)	0 (0)
LVAD-Implantation oder Herztransplantation – Anzahl (%)	
- LVAD-Implantation	0 (0)
- Herztransplantation	0 (0)

Tab. 6: Komplikationen innerhalb von 30 Tagen.  
Eigene Darstellung (2023).

#### 4.5 Langfristiges klinisches Ergebnis

Schließlich wurden alle Patient/-innen bezüglich ihres aktuellen klinischen Beschwerdebildes mittels eines Fragebogens telefonisch befragt, um den mittel- bzw. langfristigen Erfolg der Prozedur bestmöglich beurteilen zu können. Aufgrund des fortgeschrittenen Alters der meisten Patient/-innen wurde diese Vorgehensweise als am zielführendsten betrachtet.

Von den 53 Patient/-innen konnte eine Patientin nicht erreicht werden, zudem verweigerte eine weitere Patientin die Teilnahme. Von den verbliebenen 51 auswertbaren Patient/-innen waren 12 Patient/-innen (23,5 %) zum Zeitpunkt der Befragung bereits, gemäß Auskunft durch die Angehörigen, verstorben. Genaue Todesursachen konnten in dieser

retrospektiven Analyse nicht eruiert werden. Bei fünf Patient/-innen wurde eine Fremdanamnese durch Angehörige durchgeführt, wenn die Beantwortung der Fragen nicht selbstständig möglich war. 39 der 53 Patient/-innen konnten für die Befragung gewonnen werden.

15 Patient/-innen (29,4 %) gaben an, erst bei stärkerer Belastung, hier definiert mit einer Gehstrecke > 200 Meter, unter Dyspnoe (NYHA II) zu leiden. Bei leichter Belastung (Gehstrecke < 200 Meter) empfanden noch 7 Patient/-innen (13,7 %) Atemnot (NYHA III). Dyspnoe in Ruhe, zum Beispiel bei Nacht, gab keiner der Patient/-innen an.

Eine weitere Frage beschäftigte sich mit dem Auftreten von peripheren Ödemen in den Knöcheln, Unterschenkeln oder anderen Körperpartien. Zehn der Patient/-innen (19,6 %) bemerkten noch regelmäßig eine Schwellung der Beine oder sonstigen Arealen, die auf Ödeme hinweisen kann.

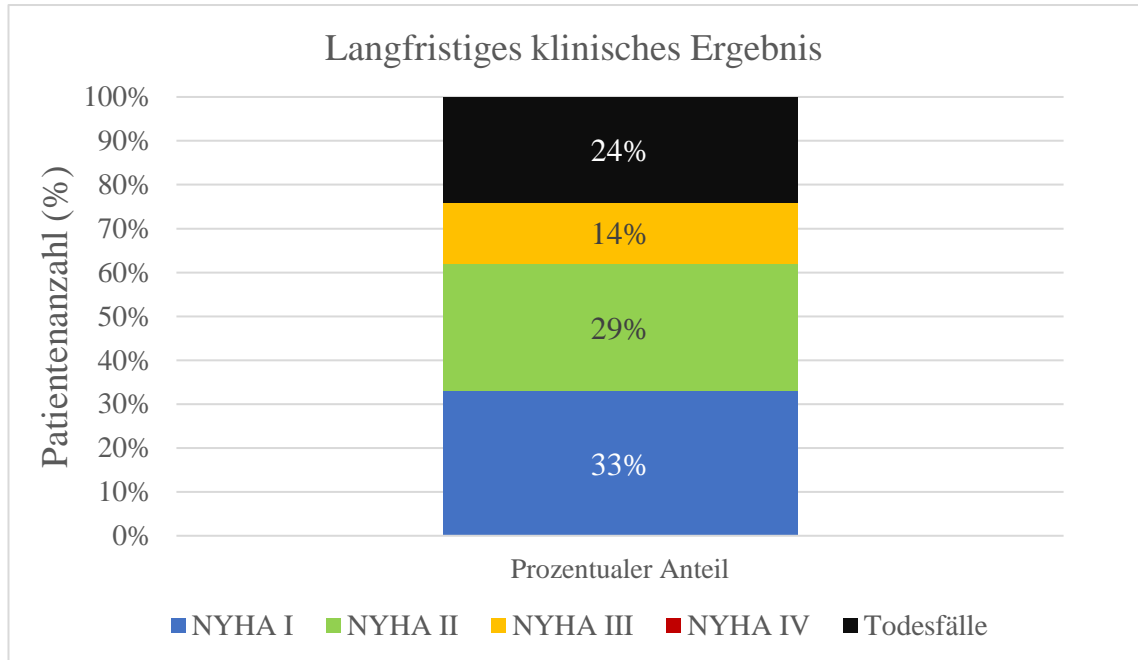
Zudem wurden die Patient/-innen befragt, ob in den vergangenen sechs Monaten ein stationärer Krankenhausaufenthalt erfolgt war – und wenn ja – ob sie kardial verursacht waren. Hospitalisierungen aufgrund kardialer Genese gaben 7 der Patient/-innen (13,7 %) an. Nicht-kardiologische Aufnahmen waren bei 10 Patient/-innen (19,6 %) notwendig.

In Tabelle 7 werden die Ergebnisse der Umfrage tabellarisch verdeutlicht.

<b>Befragung zum langfristigen klinischen Ergebnis</b>	
Dyspnoe – Anzahl (%)	22 (43,1)
- Bei stärkerer Belastung (Gehstrecke > 200 Meter)	15 (29,4)
- Bei leichter Belastung (Gehstrecke < 200 Meter)	7 (13,7)
- In Ruhe/Liegen	0 (0)
Ödeme – Anzahl (%)	10 (19,6)
Hospitalisierung in den letzten 6 Monaten – Anzahl (%)	17 (33,3)
- Kardiale Genese	7 (13,7)
- Nicht-kardiale Genese	10 (19,6)
Tod jeglicher Ursache – Anzahl (%)	12 (23,5)

Tab. 7: Befragung zum langfristigen klinischen Ergebnis.  
Eigene Darstellung (2023).

Abbildung 11 stellt die Ergebnisse graphisch dar:



*Abb. 10: Langfristiges klinisches Ergebnis anhand der NYHA-Stadien.  
Eigene Darstellung (2023).*

## 5 Diskussion

Die Studienlage zur Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie ist in den letzten Jahren immer weiter ausgebaut worden. So dient auch die vorliegende retrospektive Follow-up Studie dazu, das Wissen über die TEER weiter auszuweiten. Unsere Studie belegt die Effektivität der TEER. Zudem zeigt die Analyse die Sicherheit der Prozedur hinsichtlich einer sehr geringen prozeduralen Komplikationsrate und belegt damit, dass die Präsenz eines unmittelbaren herzchirurgischen Backups innerhalb der durchführenden Klinik nicht erforderlich ist.

### 5.1 Prozeduraler Erfolg

Eines der bedeutendsten Ergebnisse hierbei war die signifikante Verbesserung der Klappenfunktion unmittelbar nach der Intervention. Die Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie führte zu einer Reduktion des Rückflusses von Blut durch die Mitralklappe und einer Verringerung des Insuffizienzgrads. Auch nach 30 Tagen hielt dieser verbesserte Zustand beim Großteil der Patient/-innen an und nur bei wenigen zeigte sich eine Zunahme der Insuffizienz. Durch diese Ergebnisse wird die Wirksamkeit der Therapie belegt. Bereits in vorherigen Studien wurden ähnliche Ergebnisse erzielt.

Eine wichtige Studie hierfür ist die COAPT-Studie von Stone et al., die 2018 begonnen wurde (Transcatheter Mitral-Valve Repair in Patients with Heart Failure). Diese randomisierte, multizentrische Studie untersuchte den Outcome von Patient/-innen über einen Zeitraum von zwei Jahren nach der TEER bei Patient/-innen mit sekundärer Mitralinuffizienz im Vergleich mit rein medikamentös behandelten Patient/-innen. Die Ergebnisse zeigten eine erhebliche Verbesserung der Mitralklappeninsuffizienz auf Grad  $\leq$  II bei 95 % der Patient/-innen.<sup>60</sup>

Auch in einer Studie des Deutschen Transcatheter Mitral Valve Interventions Registers (TRAMI), die den Outcome der Patient/-innen sowie Komplikationsraten nach der TEER analysierten, waren ähnliche Verbesserungen der Insuffizienz zu beobachten. 96 % der untersuchten Patient/-innen zeigten nach der TEER entweder keine Insuffizienzzeichen mehr oder zeigten eine milde beziehungsweise mäßige Insuffizienz. Hiermit wird die Wirksamkeit zunehmend belegt.<sup>61</sup>

---

<sup>60</sup> Vgl. Stone, et al. (2018), S. 2317.

<sup>61</sup> Vgl. Eggebrecht, et al. (2015), S. 730-731.

Eine weitere belegende Studie, die ebenfalls gute Ergebnisse in diesem Bereich erzielte, ist die EXPAND G4 Studie aus dem Jahr 2022, die sich ebenfalls mit der Sicherheit und Effektivität der TEER beschäftigte. Dazu wurden Daten vor und 30 Tage nach Intervention erhoben. Hierbei zeigte sich, dass sich 91 % der Patient/-innen nach 30 Tagen konstant in einem Insuffizienzgrad  $\leq$  I befanden. Insgesamt befanden sich 98 % bei Grad  $\leq$  II. Auch hier bestätigt sich der prozedurale Erfolg der Therapie.<sup>62</sup>

Im Gegensatz zu den oben genannten Studien zeigte die MITRA-FR-Studie von Obadia et al. weniger überzeugende Ergebnisse. Mehr als 15 % der behandelten Patient/-innen zeigten nach zwölf Monaten erneut einen Insuffizienzgrad von Grad III oder Grad IV. Zu erklären ist dies ganz wesentlich durch die fehlende Erfahrung der durchführenden Zentren vor Studienbeginn sowie durch die Auswahl des Patientenkollektivs.<sup>63</sup>

## 5.2 Klinischer Erfolg nach 30 Tagen

Hierbei konnte eine signifikante Verbesserung der Symptomatik bei den behandelten Patient/-innen festgestellt werden. Der Großteil der Patient/-innen berichtet über eine Abnahme der Atemnot, Müdigkeit und eingeschränkte Belastbarkeit. Dies deutet darauf hin, dass die Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie nicht nur die Klappenfunktion verbessert, sondern auch zu einer spürbaren Linderung der Symptome führt.

Auch dies wurde im 5-Jahresverlauf der COAPT-Studie bestätigt. In dieser Folgestudie, die 2023 publiziert wurde, bestätigte sich auch im Langzeitverlauf ein auffallender klinischer Nutzen der Prozedur über den Zeitraum von fünf Jahren im Vergleich mit einer rein medikamentös behandelten Patientengruppe.<sup>64</sup>

Zudem kann hier erneut auch auf die Ergebnisse der EXPAND G4 Studie hingewiesen werden. Nach 30 Tagen postinterventionell zeigte sich, dass 83 % der Patient/-innen eine Besserung der Symptomatik anhand der NYHA-Klassifikation von Stadium I oder II angaben.<sup>65</sup> Mit diesen Ergebnissen wird der klinische Nutzen belegt.

Ein weiterer Beleg dieser Ergebnisse ist die Studie von Zuern et al. aus dem Jahr 2013, die die Auswirkungen der TEER mit einer Nachbeobachtungszeit von drei Monaten beobachtet haben (IJCA-16709). Hierbei zeigte sich ebenfalls eine deutliche Verbesserung

---

<sup>62</sup> Vgl. von Bardeleben, et al. (2022), S. 10.

<sup>63</sup> Vgl. Grätzel (2018), S. 17.

<sup>64</sup> Vgl. Stone, et al. (2023), S. 9.

<sup>65</sup> Vgl. von Bardeleben, et al. (2022), S. 13.

der NYHA-Stadien nach drei Monaten im Vergleich zu vor der TEER und eine Besserung der systolischen linksventrikulären Funktion. Der Großteil der Patient/-innen befand sich demnach in Stadium I bis II.<sup>66</sup>

### 5.3 Komplikationen nach 30 Tagen

In Bezug auf die Komplikationen nach 30 Tagen zeigte unsere Studie vielversprechende Ergebnisse. Die Rate an Komplikationen war gering und die meisten behandelten Patient/-innen konnten in der Regelzeit nach Intervention entlassen werden. Die Komplikationen beschränkten sich lediglich auf Rehospitalisierungen aufgrund kardialer Ereignisse bei 12,3 % der Patient/-innen, was auf eine gute Stabilität der Therapie hinweist. Die erneuten Hospitalisierungen können jedoch auch durch andere kardiale Erkrankungen, wie zum Beispiel eine zusätzliche Trikuspidalinsuffizienz getriggert sein. Komplikationen in Form von geringen Nachblutungen an der Punktionsstelle traten in geringem Ausmaß auf (28,1 %), was durch die hochdosierten antithrombotischen Medikamente periprozedural mitbedingt ist. Schwerwiegende Komplikationen und Todesfälle traten in den ersten 30 Tagen nicht auf, was für die Sicherheit und komplikationsfreie Durchführung an einem kommunalen Krankenhaus, auch ohne Herzchirurgie, spricht. Zudem traten ebenfalls keine Komplikationen auf, die eine Re-TEER oder gar eine herzchirurgische Operation nötig gemacht hätten. In diesen Fällen würde im Klinikum Memmingen der Kooperationsvertrag mit der LMU München greifen, die die Patient/-innen jederzeit zur weiteren operativen Behandlung übernehmen würde.

Auch bei der Bewertung der Komplikationsrate kann auf die Ergebnisse der COAPT-Studie verwiesen werden, die ebenfalls eine geringe Anzahl an Komplikationen aufweist.<sup>67</sup> Auch in der EVEREST II Studie von Feldman et al., die einen Vergleich zwischen der operativen Therapie und der Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie durchführten, zeigte sich, dass die TEER einen deutlichen Vorteil in der geringeren Rate an schwerwiegenden unerwünschten Komplikationen aufgewiesen hat.<sup>68</sup>

Nach den Ergebnissen der Studie des TRAMI Registers kann darauf geschlossen werden, dass die Rate an moderaten Blutungen nach der Intervention ebenfalls die am häufigsten aufgetretene Komplikation war. Bei 7,4 % der Patient/-innen traten Blutungen

---

<sup>66</sup> Vgl. Zuern, et al. (2013), S. 2.

<sup>67</sup> Vgl. Stone, et al., (2018), S. 2307.

<sup>68</sup> Vgl. Feldman, et al. (2011), S. 1404.

auf, die die Gabe eines Erythrozytenkonzentrats erforderten.<sup>69</sup> Dies ist durch die größere Studienpopulation vergleichbar mit den vorliegenden Ergebnissen unserer Studie und weist zudem auf die Sicherheit des Verfahrens hin.

Die relativ niedrige Rate an Komplikationen in der vorliegenden Studie kann auch auf Limitationen zurückzuführen sein, die in dem kleineren Patientenkollektiv und der kürzeren Nachbeobachtungszeit begründet liegen.

#### **5.4 Langfristiges klinisches Ergebnis**

In den langfristigen klinischen Ergebnissen hat sich eine Todesrate von 23,1 % gezeigt. Zunächst erscheint dieser Anteil hoch, jedoch muss man hierbei Alter und Allgemeinzustand der Patient/-innen, insbesondere ihre Komorbiditäten berücksichtigen. Oftmals liegen auch zusätzlich andere kardiale Erkrankungen vor, die den Outcome der Patient/-innen beeinflussen können. Daher ist zusätzlich ein Vergleich mit anderen Studien notwendig.

Auch die MITRA-FR-Studie erzielte im Hinblick auf die Todesraten in der Langzeitbeobachtung keine geringere Rate, als bei ausschließlich medikamentös behandelten Patient/-innen (24,3 %). Die Autoren beschreiben auch hier eine hohe Anzahl an Komorbiditäten, bei denen sie davon ausgehen, dass das Ergebnis durch diese beeinflusst worden sein könnte.<sup>70</sup>

Auch können hierzu auch die Ergebnisse der COAPT-Studie aus dem Jahr 2018 zum Verständnis beitragen. In der Nachbeobachtungszeit von 24 Monaten erzielten die Autoren eine Todesrate aus beliebiger Ursache von insgesamt 29,1 %. Verglichen mit den Ergebnissen aus unserer Studie liegen diese Werte im Normbereich. Durch den Vergleich mit einer Kontrollgruppe, die rein medikamentös behandelt wurde, unterscheidet sich der Wert der Todesfälle (46,1 %) deutlich und belegt, dass durch die TEER die Mortalität in dieser Patientengruppe gesenkt werden kann.<sup>71</sup> Zudem wurde in der Folgestudie nach fünf Jahren eine anhaltend verminderte Gesamtmortalität festgestellt.<sup>72</sup>

Die EVEREST II Studie erzielte zusätzlich sehr gute Ergebnisse anhand der Todesrate. Da die Studie im Vergleich zu operativ behandelten Patient/-innen durchgeführt wurde,

---

<sup>69</sup> Vgl. Eggebrecht, et al. (2015), S. 731-732.

<sup>70</sup> Vgl. Obadia, et al. (2018), S. 2297.

<sup>71</sup> Vgl. Stone, et al. (2018), S. 2307.

<sup>72</sup> Vgl. Stone, et al. (2023), S. 1.

wurden die Werte der beiden Gruppen verglichen. Bei beiden Patientengruppen ergab sich eine Sterblichkeitsrate von 6 % innerhalb von 24 Monaten.<sup>73</sup> Dieses Ergebnis unterstützt somit die erhebliche Sicherheit und auch die Wirksamkeit der Therapie und die Nichtüberlegenheit der operativen Alternative in diesem Punkt.

Die Patientenperspektive und Zufriedenheit der befragten Patient/-innen mit der TEER waren überwiegend positiv. Die meisten Patient/-innen berichteten von einer verbesserten Lebensqualität und einer Reduzierung der Symptome. Auch die Hospitalisierungsrate in den letzten sechs Monaten aufgrund kardialer Ereignisse hielt sich gering. Es zeigt sich hierbei auch deutlich, dass die Lebensqualität der Patient/-innen dadurch gesteigert wird und eine Selbstständigkeit in der Versorgung und dem Leben hierdurch erreicht werden kann. Dies unterstreicht den Mehrwert dieser minimalinvasiven Therapieoption aus Sicht der Patient/-innen.

Hierbei kann auf die Ergebnisse der EVEREST II Studie hingewiesen werden, die im Vergleich mit der operativen Therapie ähnliche Verbesserungen der klinischen Aspekte und der gewonnenen Lebensqualität der Patient/-innen beobachten konnten.<sup>74</sup> Zudem bewies die COAPT-Studie von 2018 ebenfalls eine geringere Hospitalisierungsrate im Gegensatz zu rein medikamentös behandelten Patient/-innen aufgrund kardialer Ereignisse in der Nachbeobachtungszeit von 24 Monaten.<sup>75</sup>

Zusammenfassend lässt sich aussagen, dass die Methode der TEER eine gute und vielversprechende Alternative zur operativen Therapie bietet. Aufgrund der niedrigen Komplikationsrate ist sie gerade bei Risikopatient/-innen mit Komorbiditäten einer Operation vorzuziehen. Es zeigte sich eine deutliche Verbesserung der Lebensqualität, indem der Großteil der Patient/-innen sich klinisch besserte und auch die Hospitalisierung aufgrund kardialer Ereignisse reduziert wurde. Diese Faktoren sind für die Lebensqualität der Patient/-innen entscheidend. Durch die Befragung ließ sich die Zufriedenheit der meisten Patient/-innen bestätigen. Die Prozedur lässt sich aufgrund der Sicherheit der Methode sehr gut an einem kommunalen Klinikum ohne Herzchirurgie durchführen.

---

<sup>73</sup> Vgl. Feldman, et al. (2011), S. 1402.

<sup>74</sup> Vgl. Feldman, et al. (2011), S. 1395.

<sup>75</sup> Vgl. Stone, et al., (2018), S. 2315.

## 6 Schlussbetrachtung

In dieser Arbeit wurde eine Follow-up Studie zur Untersuchung der Wirksamkeit und Sicherheit der Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie bei Patient/-innen mit symptomatischer, hochgradiger Mitralklappeninsuffizienz durchgeführt. Die primären Endpunkte bezogen sich auf die Klappenfunktion, die Symptomatik, Komplikationen und Hospitalisierungen innerhalb von 30 Tagen nach der Intervention. Zudem wurde nach ein bis drei Jahren eine Befragung der Patient/-innen über den Langzeitverlauf der Symptomatik sowie der Hospitalisierungen in den letzten sechs Monaten durchgeführt. Die Studienpopulation bestand aus 53 Patient/-innen und insgesamt 57 Prozeduren, die von 2020 bis 2022 am Klinikum Memmingen durchgeführt wurden.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen signifikante Verbesserungen der Klappenfunktion unmittelbar nach der Intervention. Auch bei der Nachuntersuchung nach 30 Tagen hielt diese Verbesserung an. Zudem war eine deutliche Linderung der Symptomatik anhand der NYHA-Stadien-Einteilung bei den Patient/-innen quantifiziert zu erkennen. Die Rate an Komplikationen innerhalb der ersten 30 Tage nach der Prozedur war ebenfalls gering. Es traten keine schwerwiegenden unerwünschten Komplikationen auf. Auch Rehospitalisierungen aufgrund weiterer kardialer Ursachen in diesem Zeitraum blieben selten. Die Befragung des Langzeitverlaufs ergab überwiegend positive Rückmeldungen aus der Perspektive der erreichten Patient/-innen. Die Zahl der verstorbenen Patient/-innen im Langzeitverlauf entsprach Patientenkollektiven vergleichbarer Studien. Sowohl die Einschätzung der verbesserten NYHA-Klassifikationen bei den Patient/-innen, als auch die geringe Hospitalisierungsrate in den letzten sechs Monaten, lassen auf den Erfolg der TEER schließen. Die Erfolge zeigen sich auch deutlich in der Verbesserung der allgemeinen Lebensqualität, die durch die anhaltende Symptomlinderung und die geringe Hospitalisierungsrate erreicht wurden. Den Patient/-innen ist es möglich, mit geringen Beschwerden am Alltagsleben teilzunehmen und selbstständig zu agieren. Die TEER stellt somit eine vielversprechende Alternative zur offenen Herzoperation mit guter Sicherheit und gutem Outcome für Patient/-innen mit Komorbiditäten dar.

Die vorliegende Studie bietet wertvolle Ergebnisse, um die Behandlung dieser Patient/-innen zu optimieren und hilft Ärzt/-innen bei den Entscheidungen über eine optimale Behandlung. Diese Entscheidungen sollten in Kombination der Anwendung durch den Log Euroscore II und einer interdisziplinären Herzkonferenz getroffen werden, um den Patient/-innen die bestmögliche Behandlungsoption zu ermöglichen. Die Beratung zwischen

den einzelnen Fachabteilungen ermöglicht, gemeinsam für den/die individuelle/-n Patienten/-in die beste Therapieoption auszuwählen, sodass der größtmögliche Erfolg gewährleistet wird. Da die Studie an einem kommunalen Klinikum ohne herzchirurgische Abteilung durchgeführt wurde, belegen die Ergebnisse deutlich, dass die Therapie auch ohne eigene herzchirurgische Abteilung effektiv und sicher erfolgt.

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass die vorliegende Studie auch Limitationen beinhaltet, die in der kleinen Stichprobengröße sowie der kurzen Hauptnachbeobachtungszeit von 30 Tagen begründet liegt. Es ist von Nutzen, zukünftige Studien mit größeren Kohorten und längeren Nachbeobachtungszeiträumen durchzuführen, um genauere Beurteilungen über die Wirksamkeit und Sicherheit dieser Therapieoption treffen zu können. Insgesamt liefert diese Arbeit wichtige Einsichten in die Therapieoption der Transkatheter Edge-to-Edge-Therapie bei hochgradiger Mitralklappeninsuffizienz und legt den Grundstein für die weiterführende Forschung in diesem Gebiet.

Das Gebiet der minimalinvasiven kathetergestützten Behandlungstechnologie wird zunehmend ausgebaut und bekommt zudem immer mehr Beachtung in den medizinischen Kreisen. Sie bietet neue Perspektiven für die Patient/-innen, die aufgrund ihrer Vorerkrankungen oder ihres gesundheitlichen Zustands nicht mehr für eine Operation in Frage kommen. Die Weiterentwicklung auf diesem Gebiet ist vielversprechend. Es wurden bereits neue Therapiemethoden zum Klappenersatz mittels kathetergestützter Technik entwickelt und getestet. Dies war zuvor auch nur über eine offene Herzoperation möglich und könnte zu einem Umbruch in der Behandlung der Mitralklappeninsuffizienz führen. Zudem ist die wachsende Erfahrung der Ärzt/-innen und ihren Teams ein bedeutender Aspekt, um weitere Erfolge zu erzielen. Die TEER hat großes Potenzial, in Zukunft nach weiterer Optimierung und durch die Einführung weiterer Technologien und Behandlungsoptionen zum Standard in der Behandlung der Mitralklappeninsuffizienz zu werden. Man nimmt an, dass die minimalinvasive kathetergestützte Edge-to-Edge-Therapie ein fester Bestandteil des Portfolios zur Behandlung der Mitralklappeninsuffizienz bleiben wird.

## Literaturverzeichnis

- Amboss. (20. Mai 2022). *Amboss*. Abgerufen am 11. April 2023 von <https://next.amboss.com/de/article/PI0W1h>
- Amboss. (21. Juni 2023). *Amboss*. Abgerufen am 25. Juni 2023 von <https://next.amboss.com/de/article/rS0faf?q=nyha-stadium#Zae8d67575403c7c0cb5e88c3ee63739e>
- Antwerpes, F., Hampe, L., Kunick, F., Kropf, E., Michel, O., Kraus, C., . . . Prinz, D. (8. März 2023). *Doccheck Flexikon*. Abgerufen am 7. Juni 2023 von <https://flexikon.doccheck.com/de/Mitralinsuffizienz>
- Baldus, S., von Bardeleben, R. S., Eggebrecht, H., Elsässer, A., Hausleiter, J., Ince, H., . . . Möllmann, H. (14. Juli 2020). Interventionelle Therapie von AV-Klappenerkrankungen - Kriterien für die Zertifizierung von Mitralklappenzentren. *Der Kardiologe*, S. 1-21.
- Baptist Health. (o. J.). *Baptist Health*. Abgerufen am 19. April 2023 von <https://www.baptistjax.com/services/heart-vascular-care/structural-heart-program/mitraclip>
- Barth, U. (13. Juni 2022). Transkatheterverfahren zur Behandlung der primären und sekundären Mitralklappeninsuffizienz. Wie sind die Ergebnisse in klinischen Studien? *Kardiologie*, S. 308-337.
- Beeretz, A. (12. September 2018). *Helios Kliniken*. Abgerufen am 12. April 2023 von <https://www.helios-gesundheit.de/kliniken/pforzheim/ueberuns/aktuelles/detail/news/von-herzen-aufatmen/>
- Blaschke, J., & Antwerpes, F. (20. August 2022). *Doccheck Flexikon*. Abgerufen am 14. Juni 2023 von <https://flexikon.doccheck.com/de/Mitralklappenersatz>
- Boekstegers, P., Hausleiter, J., Baldus, S., von Bardeleben, R. S., Beucher, H., Butter, C., . . . Wunderlich, N. (15. März 2013). Interventionelle Behandlung der Mitralklappeninsuffizienz mit dem MitraClip-Verfahren. *Der Kardiologe*, 2, S. 91-104.
- Bundesministerium für Gesundheit. (02. Juni 2021). *gesund.bund.de*. (Bundesministerium für Gesundheit) Abgerufen am 13. Juni 2023 von <https://gesund.bund.de/mitralklappeninsuffizienz>

- Deutsche Gesellschaft für Kardiologie. (2021). Herzklappenerkrankungen. *ESC/EACTS Pocket Guidelines*, S. 1-80.
- Eggebrecht, H., Schelle, S., Puls, M., Plicht, B., von Bardeleben, R. S., Butter, C., . . . Schmermund, A. (12. Februar 2015). Risk and Outcomes of Complications During and After MitraClip Implantation: Experience in 828 Patients From the German TRAnscatheter Mitral Valve Interventions (TRAMI) Registry. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, S. 728-735.
- Fabris, E., De Luca, A., Vitrella, G., Stolfo, D., Masé, M., Korcova, R., . . . Sinagra, G. (16. November 2019). Treatment of Functional Mitral Regurgitation in Heart Failure. *Current Cardiology Reports*, S. 1-12.
- Feldman, T., Foster, E., Glower, D. D., Kar, S., Rinaldi, M., Fail, P., . . . Trento, A. (2011). Percutaneous Repair or Surgery for Mitral Regurgitation. *New England Journal of Medicine*, 1395-1406.
- Flandorfer, P. (2. April 2019). *Scribbr*. Abgerufen am 15. Juni 2023 von <https://www.scribbr.de/statistik/t-test/>
- Frerker, C. (April 2011). Eine neue katheterbasierte Therapieoption mittels Mitralign direkter Mitralklappenannuloplastie in der Behandlung der funktionellen Mitralklappeninsuffizienz. *Deutsche Gesellschaft für Kardiologie*, S. 1-3.
- Frerker, C., & Kuck, K.-H. (27. August 2016). Cardioband® - eine neue Ära der interventionellen Mitralklappenbehandlung? *Deutsche Gesellschaft für Kardiologie*, S. 1-5.
- Gollmer, J., Zirlik, A., & Schmidt, A. (17. September 2020). Neue Entwicklungen in der perkutanen Mitral- und Trikuspidalklappentherapie. *Austrian Journal of Cardiology*, 27(11-12), S. 382-386.
- Grätzel, P. (2018). Warum so andere Ergebnisse als in MITRA-FR? *KARDIOVASC*, 17.
- Hamm, C. W., Albrecht, A., Bonzel, T., Kelm, M., Lange, H., Schächinger, V., . . . Voelker, W. (2008). Diagnostische Herzkatheteruntersuchung. *Clinical Research in Cardiology*, 475-512.

- Hausleiter, J., Stocker, T. J., Adamo, M., Karam, N., Swaans, M. J., & Praz, F. (2023). Mitral valve transcatheter edge-to-edge repair. *State of the Art by EuroIntervention*, S. 957-976.
- Herold, G. u. (2021). *Innere Medizin*. Köln: Gerd Herold.
- Kleideiter, U., Dalla Pozza, R., & Haas, N. (2019). *Pädiatrische Echokardiographie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Klinikum Memmingen. (o. J.). *Über uns: Klinikum Memmingen*. (Klinikum Memmingen) Abgerufen am 26. Juni 2023 von <https://www.klinikum-memmingen.de/das-klinikum/ueber-uns/leitbild-klinikum-memmingen.html>
- Klinikum Memmingen. (o. J.). *Willkommen: Klinikum Memmingen*. Abgerufen am 26. Juni 2023 von <https://www.klinikum-memmingen.de/das-klinikum/willkommen.html>
- Lavall, D., Hagendorff, A., Schirmer, S. H., Böhm, M., Borger, M. A., & Laufs, U. (19. April 2018). Mitral valve interventions in heart failure. *ESC Heart Failure*, S. 552-561.
- Mansouri, A. L. (24. September 2019). *Uni Marburg*. Abgerufen am 20. April 2023 von <https://archiv.ub.uni-marburg.de/diss/z2019/0424/pdf/dal.pdf>
- Mauri, V., Baldus, S., & Pfister, R. (2019). Epidemiologie und Diagnostik der Mitralklappeninsuffizienz. *CARDIOVASC*, S. 26-28.
- Nashef, S. A., Roques, F., Michel, P., Gauducheau, E., Lemeshow, S., & Salamon, R. (16. Juli 1999). European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*, S. 9-13.
- NeoChord. (2020). *NeoChord*. Abgerufen am 18. April 2023 von <https://www.neochord.com/healthcare-professionals/>
- Nickening, G., Mohr, F. W., Kelm, M., Kuck, K. H., Boekstegers, P., Hausleiter, J., . . . Reichenspurner, H. (2013). Konsensus der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung - und der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie zur Behandlung der Mitralklappeninsuffizienz. *Der Kardiologe*, S. 76-90.

- Obadia, J.-F., Messika-Zeitoun, D., Leurent, G., Iung, B., Bonnet, G., Piriou, N., . . . Ohlmann, P. (2018). Percutaneous Repair or Medical Treatment for Secondary Mitral Regurgitation. *New England Journal of Medicine*, 2297-2306.
- O'Gara, P. T., & Mack, M. J. (2020). Secondary Mitral Regurgitation. *New England Journal of Medicine*, 1458-1467.
- Rheinländer, A. (21. Februar 2023). *kenhub*. Abgerufen am 13. Mai 2023 von <https://www.kenhub.com/de/library/anatomie/mitralklappe>
- Rudolf-Müller, E. (4. Januar 2020). *Netdoktor*. Abgerufen am 14. Mai 2023 von <https://www.netdoktor.de/anatomie/mitralklappe/>
- Schachner, T., & Wanitschek, M. (2018). Die funktionelle Mitralinsuffizienz. *Austrian Journal of Cardiology*, 186-192.
- Stone, G. W., Abraham, W. T., Lindenfeld, J., Kar, S., Grayburn, P. A., Scott Lim, D., . . . Mack, M. J. (2023). Five-Year Follow-up after Transcatheter Repair of Secondary Mitral Regurgitation. *New England Journal of Medicine*, 1-12.
- Stone, G. W., Lindenfeld, J. A., Abraham, W. T., Kar, S., Lim, D. S., Mishell, J. M., . . . Mack, M. J. (2018). Transcatheter Mitral-Valve Repair in Patients with Heart Failure. *New England Journal of Medicine*, 2307-2317.
- Universitätsklinikum Münster. (o. J.). *Universitätsklinikum Münster*. Abgerufen am 3. Juli 2023 von <https://web.ukm.de/index.php?id=8328>
- Vahanian, A., Alfieri, O., Andreotti, F., Antunes, M. J., Barón-Esquivias, G., Baumgartner, H., . . . Zembala, M. (2012). Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012). *European Heart Journal*, 2451-2496.
- von Bardeleben, R. S., Rogers, J. H., Mahoney, P., Denti, P., Maisano, F., Rinaldi, M., . . . Rodriguez, E. (16. September 2022). Contemporary Clinical and Echocardiographic Outcomes of 1000+ patients Treated with MitraClip G4: Results from the EXPAND G4 Post Approval Study. *CRF*, S. 1-21.
- Zuern, C. S., Krumm, P., Wurster, T., Kramer, U., Schrieck, J., Henning, A., . . . May, A. E. (2013). Reverse left ventricular remodeling after percutaneous mitral valve repair: Strain analysis by speckle tracking echocardiography and cardiac magnetic resonance imaging. *International Journal of Cardiology*, 1-3.

## Anhang

Anhang 1: Beispielprotokoll einer Herzkonferenz.....X



Klinikum Memmingen

Klinikum Memmingen, Bismarckstr. 23, 87700 Memmingen

 Medizinische Klinik I  
 Chefarzt  
 Prof. Dr. med. Andreas May

**INTERDISZIPLINÄRE HERZKONFERENZ**  
**AM 25.04.2023**


PATIENT / GEB.DATUM:

**DIAGNOSEN:**

1. KARDIALE DEKOMPAKTION I.R. EINES NSTEMI TYP II BEI  
HOCHGRADIGER MITRALKLAPPENINSUFFIZIENZ MIT PROLAPS DES POSTERIOREN MITRALKLAPPENSEGELS  
NORMALE LV-FUNKTION
2. KORONARE 1-GEFÄßERKRANKUNG MIT NORMALER LV-FUNKTION
  - KEINE INTERVENTIONSBEDÜRFTIGE STENOSEN AM 19.04.2023
3. LEICHTGRADIGE AORTENKLAPPENSTENOSE BEI AORTENKLAPPENSKLEROSE

LOG EUROSCORE II: 11,4 %

**VORLIEGENDE HAUPTBEFUNDE:**

ENTLASS-BRIEF	X	HERZKATHETER	X
EKG	X	ECHO/TEE	X
TEE	X	RÖ-THORAX	X

ENTSCHEIDUNG HEART-TEAM:

TEEA

Alle vorliegenden Befunde wurden diskutiert und der/die Patient/in wurden persönlich in Augenschein genommen.

Unterschrift:

  
 PD Dr. Juchem  
 Herzchirurgische Klinik  
 Klinikum Augustinum, LMU München


  
 Dr. Biesenberger / Prof. Dr. May  
 Medizinische Klinik I  
 Klinikum Memmingen

Prof. Dr. med. L. Fischer

 Ltd. Chefarzt Anästhesie,  
 operative Intensivmedizin  
 & Schmerztherapie  
 Klinikum Memmingen  
 Bismarckstr. 23  
 Tel. 08331/70-0  
 87700 Memmingen

## Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich,

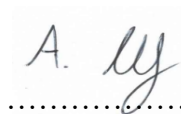
1. dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als den angegebenen Hilfsmitteln angefertigt habe.
2. dass ich alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen wurden, als solche kenntlich gemacht habe.
3. dass ich diese Arbeit bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt habe.
4. dass ich das Thema der Bachelorarbeit bisher weder im In- noch im Ausland einem Prüfer in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Mir ist bekannt, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben kann.

Ochsenhausen, 16.08.2023

.....

Ort, Datum



.....

Unterschrift