

Aus dem Herzzentrum der Uniklinik Köln
der Universität zu Köln
Direktor: Universitätsprofessor Dr. med. L. Conradi

Kardiochirurgisch relevante Tumore des Herzens auf Grundlage einer retrospektiven Studie von 2009-2021

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der ärztlichen Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Charlotte Schröder
aus Berlin

promoviert am 15. Dezember 2025

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink

1. Gutachter: Professor Dr. med. N. Mader
2. Gutachter: Privatdozent Dr. med. M. Adam

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich keine Unterstützungsleistungen

Weitere Personen waren an der Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Der dieser Arbeit zugrunde liegende Datensatz wurde von mir im Herzzentrum der Uniklinik Köln erstellt. Für die Auswertung der Daten wurde das Statistical Package for Social Sciences in der Version 26.0 (SPSS IBM, Chicago, Illinois) verwendet.

Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Köln, den 10.06.2025

Unterschrift:

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. N. Mader, und meinem Betreuer, Herrn Dr. Christopher Gaisendrees herzlich für ihre Unterstützung während meiner Promotion bedanken.

Herr Prof. Dr. Mader, ich danke Ihnen für Ihre fachliche Expertise, Ihre konstruktiven Rückmeldungen und Ihre stets motivierende Begleitung.

Herr Dr. Gaisendrees, für Ihre hilfreichen Ratschläge, Ihre Geduld und Ihre engagierte Betreuung bin ich Ihnen sehr dankbar.

Ohne Ihre Unterstützung wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

[Köln, 10.06.2025]
Charlotte Schröder

Für meine Eltern.

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	8
1. ZUSAMMENFASSUNG	10
2. EINLEITUNG	12
2.1 Klassifikation, Vorkommen und Differentialdiagnosen von Herztumoren	12
2.1.1. Klassifikation von Herztumoren	12
2.1.2. Epidemiologie von Herztumoren	13
2.1.3. Herztumore im Rahmen syndromaler Erkrankungen	13
2.1.4. Die wichtigsten Differenzialdiagnosen von Herztumoren	14
2.2 Genauere Betrachtung der häufigsten Herztumore	15
2.2.1. Benigne Herztumore – Myxome	15
2.2.2. Benigne Herztumore – Papilläre Fibroelastome	17
2.2.3. Maligne Herztumore - Sarkome	18
2.2.4. Sekundär Maligne Herztumore - Kardiale Metastasen	18
2.3 Klinische Präsentation und Diagnostik von Patient*innen mit Herztumoren	19
2.3.1. Echokardiographie	21
2.3.2. Kardiovaskuläres MRT	23
2.3.3. Kardiale Computertomographie	24
2.3.4. Positronen-Emissions-Tomographie	25
2.4 Therapie von Herztumoren	25
2.5 Prognose und Outcome von Patient*innen mit einem Herztumor	26
2.6 Fragestellungen und Ziel der Arbeit	27
3. MATERIAL UND METHODEN	28
3.1 Studiendesign	28
3.2 Erfassung des Patient*innenkollektivs	28
3.3 Datensammlung	28
3.4 Erhobene Variablen	29
3.5 Endpunkte	31

3.6	Statistische Methoden	31
3.7	Verwendete Scores	32
3.7.1.	NYHA-Klassifikation	32
3.7.2.	Einteilung der LVEF	32
4.	ERGEBNISSE	34
4.1	Präoperative Grunddaten der Patient*innen und Symptomatik	34
4.1.1.	Funktionaler Status und Vorgeschichte	34
4.1.2.	Symptome	34
4.2	Tumorcharakteristik	34
4.2.1.	Lokalisation	34
4.2.2.	Wachstum	35
4.2.3.	Malignität	35
4.2.4.	Therapie	35
4.3	Extrakardial-lokalisierte Tumore	35
4.4	Intraoperative und postoperative Ergebnisse	35
4.5	Untergruppenanalyse	37
4.5.1.	Präoperative Daten in Bezug auf Geschlecht und Dignität	37
4.5.2.	Tumorcharakteristik in Bezug auf Geschlecht und Dignität	37
4.5.3.	Intra- und postoperative Daten in Bezug auf Geschlecht und Dignität	38
4.5.4.	Cox-Regression Analyse für das Gesamtüberleben	38
5.	DISKUSSION	39
6.	LITERATURVERZEICHNIS	44
7.	ANHANG	47
7.1	Abbildungsverzeichnis	47
7.2	Tabellenverzeichnis	47
7.3	Tabellarische Darstellung der Ergebnisse	48
7.3.1.	Deskriptive Analyse des Gesamtkollektivs	48
7.3.2.	Untergruppenanalyse in Bezug auf das Geschlecht	50
7.3.3.	Untergruppenanalyse in Bezug auf die Tumordignität	53
7.3.4.	Analyse der das Gesamtüberleben beeinflussenden Faktoren	55

7.3.5. Überleben	55
8. VORABVERÖFFENTLICHUNGEN VON ERGEBNISSEN	57

Abkürzungsverzeichnis

ACC-Klassifikation	American College of Cardiology-Klassifikation
AHA-Klassifikation	American Heart Association-Klassifikation
AIDS	Acquired Immunodeficiency Syndrome
AKE	Aortenklappenersatz
AP	Angina pectoris
Ca	Carcinom
CABG	Coronar-artery Bypass Graft (Koronararterielle Bypass-Operation)
COPD	Chronic obstructive pulmonary disease (chronisch obstruktive Lungenerkrankung)
CT	Computertomographie
EK	Erythrozytenkonzentrat
EKG	Elektrokardiogramm
ESC	European Society of Cardiology
FFP	Fresh-Frozen-Plasma
GRE	Gradient recalled echo
JÜLR	Jahres-Überlebensrate
KHK	Koronare Herzkrankheit
LAMB	Lentiginose, atriale Myxome, mukokutane Myxome, blaue Nävi
NAME	Nävi, atriale Myxome, myxoide Neurofibrome, Epheliden
LGE	Late-Gadolinium Enhancement
LVEF	Linksventrikuläre Ejektionsfraktion
MKE	Mitralklappenersatz
MKR	Mitralklappenrekonstruktion
MRT	Magnetresonanztomographie
NYHA	New York Heart Association
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
PFE	Papilläres Fibroelastom
PTCA	Perkutane transluminale Coronar-Angioplastie
RT3DTEE	Real Time Three-Dimensional Echocardiography Evaluation
TEE	Transösophageale Echokardiographie
TIA	Transitorische ischämische Attacke
TK	Thrombozytenkonzentrat
TKE	Trikuspidalklappenersatz
TKR	Trikuspidalklappenrekonstruktion
TTE	Transthorakale Echokardiographie

VHF

Vorhofflimmern

WHO

World Health Organization

1. Zusammenfassung

Kardiale Tumore sind seltene, heterogene pathologische Entitäten, die sporadisch auftreten können.¹⁻³ Ihre Inzidenz in der Gesamtbevölkerung beläuft sich auf 0,001% - 0,3%.¹⁻⁴ Aufgrund ihrer Seltenheit sehen Kliniker während ihrer beruflichen Laufbahn nur wenige Fälle und der Großteil der wissenschaftlichen Erkenntnisse basiert auf Fallstudien und retrospektiven Analysen mit vergleichsweise geringen Fallzahlen.^{1,3,5,6}

Die vorliegende Arbeit analysiert ein, im Vergleich zu den bisher publizierten Arbeiten, großes Kollektiv von 183 Patient*innen mit benignen und malignen Herztumoren in Hinblick auf die klinische Präsentation und das Langzeitüberleben nach chirurgischer Resektion. Die Diagnostik und Therapie fanden zwischen 2009 und 2021 an der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Uniklinik Köln statt.

Der Großteil der Herztumore ist benigne (ca. 75%), es handelt sich zumeist um Myxome, die gehäuft im linken Vorhof lokalisiert sind, ausgehend vom Septum interatriale.⁶⁻⁹ Neben Myxomen sind papilläre Fibroelastome die zweithäufigste Gruppe der benignen Herztumore.^{10,11} Sie entspringen bevorzugt dem Endokard und sind am häufigsten an der Aortenklappe lokalisiert.^{12,13} Maligne Herztumore hingegen sind deutlich seltener und lassen sich in primär- und sekundär maligne einteilen. Die häufigsten primär malignen Herztumore sind Sarkome.^{1,14} Sekundär maligne Herztumore, kardialen Metastasen (Tochtergeschwülste) entsprechend,¹⁵ finden sich in 10% - 20% bei Patient*innen mit disseminierter Krebserkrankung und sind insgesamt häufiger als primärmaligne kardiale Tumore.¹⁶

Die klinische Präsentation von Betroffenen ist abhängig von der Größe und Lokalisation der kardialen Masse. Neben einer asymptomatischen Präsentation und unspezifischen Allgemeinsymptomen können hämodynamisch bedingte Symptome wie Dyspnoe, Angina pectoris (AP), Schwindel und thrombembolisch bedingte Symptome wie zerebrovaskuläre Insulte oder transitorisch ischämische Attacken (TIA) auftreten.^{1,5,7,17}

Aufgrund der Heterogenität der Symptome und ihrer Rarität ist die Diagnostik der Herztumore eine große Herausforderung. In den meisten Fällen stellen sie einen Zufallsbefund dar. Klassische Diagnostika wie beispielsweise die röntgenologische Untersuchung des Thorax oder das Elektrokardiogramm zeigen meist keine spezifischen Auffälligkeiten. Die Diagnose eines Herztumors erfolgt durch die transthorakale (TTE) oder transösophageale Echokardiographie (TEE). Ergänzend dazu kommen die computertomographische Untersuchung des Herzens (Kardio-CT) oder die Magnetresonanztomographie (Kardio-MRT) in Betracht.^{14,18}

Der Goldstandard der Therapie ist die totale chirurgische Resektion.^{10,18} In 40% der Fälle findet mittels rechtsanteriorer Thorakotomie ein minimalinvasiver Zugangsweg Anwendung, der aufgrund einer schnelleren Genesung und einem kürzeren Krankenhausaufenthalt immer häufiger gewählt wird.^{19,20} Die chirurgische Tumorexstirpation sollte Teil einer interdisziplinären multiprofessionellen Therapieplanung und Behandlung sein und wird je nach Dignität des Tumors oder Grunderkrankung durch eine Strahlen- oder Chemotherapie ergänzt.

In dieser Arbeit kann nun anhand einer retrospektiven Analyse bestätigt werden, dass die chirurgische Therapie bei sehr guten chirurgischen Ergebnissen, einer akzeptablen Dauer des Krankenhausaufenthaltes von 11 Tagen $\pm$ 6,5 Tagen und einer Gesamtmortalität von 14% nach 10 Jahren, weiterhin als Goldstandard anzusehen ist.

2. Einleitung

Bereits 1562 hat Columbus im Rahmen einer Autopsie erstmals einen kardialen Tumor beschrieben.²¹ Mithilfe des Elektrokardiogramms (EKG) und einer Biopsie konnte 1934 der erste primäre Herztumor (Neoplasie aus kardialen Ursprungsgewebe) ein Sarkom, von Barnes, ein an der Mayo Clinic tätiger Kardiologe, diagnostiziert werden.²² Zwei Jahre später gelang Beck an der Western Reserve University in Cleveland die chirurgische Entfernung eines intraperikardialen Teratoms.^{2,7,23} Ein kardialer Tumor wurde 1952 erstmals reseziert.⁷ Die Diagnose eines linksatrialen Myxoms erfolgte erstmalig 1952 durch Goldmann mithilfe einer angiographischen Darstellung.⁷ Nach Einführung der Herz-Lungenmaschine im Jahr 1953 konnte Crawford ein solches 1954 resezieren.^{2,7,24,25}

Die klinische Relevanz und Inzidenz von Herztumoren nahm in den folgenden Jahren zu, da mit der Echokardiographie ein nichtinvasives Diagnostikum eingeführt wurde^{2,7} und so erheblich mehr kardiale Raumforderungen detektiert werden konnten. 1959 setzten Effert und Domanig dies erstmals zur Diagnose eines kardialen Tumors ein. Die Diagnostik wurde in den darauffolgenden 30 Jahren durch die Radionuklidventrikulographie, Computertomographie und Kernspinnverfahren erweitert.⁷

2.1 Klassifikation, Vorkommen und Differentialdiagnosen von Herztumoren

2.1.1. Klassifikation von Herztumoren

Grundsätzlich unterscheidet man in der Pathologie gut- und bösartige Neoplasien. Bei Neoplasien, die ihrem Ursprungsgewebe ähneln und sich durch ein langsames und verdrängendes Wachstum auszeichnen, spricht man von gutartigen (benignen) Neubildungen. Sie sind gut von dem umgebenden Gewebe abgegrenzt und die Zellstruktur weist höchstens geringe Veränderungen auf. Es kommt nie zu einer Metastasierung.^{15 (S. 34)} Bei malignen (bösartigen) Neoplasien zeigt sich ein infiltratives oder invasives Wachstum und eine fehlende oder nur geringe Ähnlichkeit mit dem Ursprungsgewebe. Histologisch weisen die Tumorzellen Atypien, wie vergrößerte Zellkerne, Polymorphie oder -chromasie und vermehrte und vergrößerte Nukleoli auf.^{15 (S. 34)} Die Tumorzellen können aus dem Primärtumor verschleppt werden und durch eine Ansiedlung zu einer Ausbildung von Tochtergeschwülsten führen. Dieser Prozess wird als Metastasierung bezeichnet.^{15 (S. 39)}

Auch Herztumore werden in benigne und maligne Neoplasien eingeteilt.²⁶ Metastasen sind als sekundär maligne Herztumore in den untenstehenden Klassifikationen berücksichtigt.²⁶⁻²⁸ Die World Health Organization (WHO) teilt Herztumore anhand ihrer Histologie ein.^{27 (Tabelle 1)} Die genaue terminologische Beschreibung ist Gegenstand aktueller Diskussionen.²⁹

Tabelle 1: WHO Histologische Klassifikation von Herztumoren – modifiziert nach Amano et al.^{26,27}

Benigne Herztumore und tumorähnliche Läsionen	Maligne Herztumore
Tumore mit muskulärer Zelldifferenzierung - Rhabdomyom - Histiozytäre Kardiomyopathie/ Purkinjezell-Hamartom - Hamartom der reifen Herzmuskelzellen - Zelluläres Rhabdomyom bei Erwachsenen Pluripotenten mesenchymale Tumore - Kardiales Myxom - Papilläres Fibroelastom Hämangiom Tumore mit myoblastischer Zelldifferenzierung - Kardiales Fibrom - Entzündlicher myofibroblastischer Tumor/ inflammatorischer Pseudotumor Kardiales Lipom Zystischer Tumor des atrioventrikulären Knotens	Kardiale Sarkome - Angiosarkom - Epithelioides Hämangioendotheliom - Bösartiges pleomorphes fibröses Histiozytom (MFH)/ undifferenziertes pleomorphes Sarkom - Fibrosarkom und myxoides Fibrosarkom - Rhabdomyosarkom - Leiomyosarkom - Synoviales Sarkom - Liposarkom Kardiales Lymphom Metastatische Herztumore - direkt invasiv - Metastasen

2.1.2. Epidemiologie von Herztumoren

Herztumore sind seltene Entitäten, ihre Inzidenz wird mit 0,001% - 0,3% angegeben.¹⁻⁴ Informationen über die Inzidenz von Herztumoren beruhten zunächst auf Autopsiestudien. In den vergangenen Jahren sind sie immer mehr in den Fokus der Forschung gerückt. Heutzutage gibt es neben vielen Fallberichten auch einige Studien, die über einen längeren Zeitraum Patient*innen mit Herztumoren erfassten.^{2,7,24} Patient*innen mit einem kardialen Tumor sind zum Zeitpunkt der Operation im Durchschnitt 40 Jahre - 60 Jahre alt.^{1,6} Bei bis zu 75% der Fälle handelt es sich um primär benigne Herztumore.^{1,5,6} Primär maligne cardiale Neoplasien machen 0,2% – 20% der Herztumore aus.^{2,3,5} In 10 – 20% handelt es sich um sekundär maligne Tumore, kardiale Metastasen,^{1,2,24} die somit häufiger auftreten, als die primär malignen.¹⁶ Die Inzidenz von malignen Herztumoren wird auf 0,02% geschätzt.¹³

2.1.3. Herztumore im Rahmen syndromaler Erkrankungen

Ein vermehrtes Auftreten von kardialen Tumoren wird im Rahmen syndromaler Erkrankungen beschrieben.^{2,24}

Myxomatoide Syndrome

Bei jungen Patient*innen, die eine Rezidivneigung und eine atypische Lokalisation eines Myxoms aufweisen, sollte eine familiäre Belastung abgeklärt werden.^{24,30,31} Eine solche vererbte Komponente der myxomatoiden Syndrome sieht man bei 6% - 7% der Myxome.^{32,33}

So ist das Carney-Syndrom eine autosomal-dominant vererbte Erkrankung.^{32,34} Neben kardialen Myxomen gehören fleckige Hautpigmentierungen in Form einer Lentiginose, nichtmyxomatöse extrakardiale, meist kutane Myxome und endokrine Überfunktionen, zum Beispiel M. Cushing, Akromegalie oder Pubertas praecox, zum Carney-Syndrom.^{30-32,34} Bei 12% - 22% der Betroffenen treten Myxomrezidive auf.³¹⁻³³

Maligne Herztumore bei AIDS-Patient*innen

Patient*innen mit dem Aquired Immunodeficiency Syndrome (AIDS) können von kardialen Malignomen betroffen sein.³⁵ In der Regel handelt es sich um einen Befall des Herzens im Rahmen eines disseminierten Kaposi-Sarkoms. Meist bestehen keine Symptome, ein Versterben infolge einer Herztamponade oder Perikardverengung ist möglich.^{35,36} Aber auch im Rahmen eines Non-Hodgkin-Lymphoms, welches bei AIDS-Patienten frühzeitig disseminiert, ist ein kardialer Befall möglich. Es treten unspezifische Symptome wie Herzinsuffizienz, Perikarderguss oder Herzrhythmusstörungen auf.³⁶ Ein multiples Auftreten von Angiosarkomen in Peri- und Epikard ist mit AIDS assoziiert.³²

Herztumore im Rahmen des Li-Fraumeni-Syndroms

Ein Auftreten von Herztumoren bei Patient*innen, jünger als 45 Jahre mit bereits in der Vorgeschichte diagnostizierten Tumorerkrankungen, muss differentialdiagnostisch das Li-Fraumeni-Syndrom erwogen werden. Hierbei handelt es sich um eine autosomal-dominant vererbte Erkrankung, die mit einem multiplen Auftreten von Tumoren bei jungen Patient*innen einhergeht.³⁷

2.1.4. Die wichtigsten Differenzialdiagnosen von Herztumoren

Eine wichtige Differentialdiagnose zu Herztumoren sind intrakardiale Thromben. Aufgrund ihres hohen Embolisationspotentials ist eine frühe Sicherung der Diagnose von großer Bedeutung.³² Sie stellen sich echokardiographisch homogen und ohne Verkalkungen dar.^{7,13} Im CT erscheinen sie homogen mit einer Signalabschwächung und nehmen kein Kontrastmittel auf.³²

Bei intrakardialen Massen sollte man zudem differentialdiagnostisch immer eine fokale myokardiale Hypertrophie, linksventrikuläre Nichtverdichtung, solitäre Infektionen wie Abszesse, lipomatöse Septumhypertrophie, Zysten, Echinokokkuszysten und Bildartefakte in Erwägung ziehen.^{13,32} (S. 1830, Tab. 98.3)

Abhängig von der Lokalisation der intrakardialen Masse und für die bestehende Symptomatik ergeben sich weitere Differentialdiagnosen.^{7,13,18,32} (Libby et al. S. 254, Tab. 16.11)

Tabelle 2: Tabellarische Darstellung der Differentialdiagnosen von Herztumoren ^{7,13,18,32} (Libby et al. S. 254, Tab. 16.11)

Linker Vorhof	Rechter Vorhof	Linker Ventrikel	Rechter Ventrikel
- Thrombus - Endokardiale Blutzyste - Rheumatisches Vitium - Pulmonale Hypertension - Primäre Lungenerkrankung - Zerebrovaskulärer Insult - Endokarditis - Rheumatisches Fieber - Myokarditis - Vaskulitis	- Thrombus - Fibrinansammlung - Lipomatöse intraatriale Septumhypertrophie - Prominente Eustachische Klappe - Vorhofseptumaneurysma - Rheumatisches Vitium - Ebstein Anomalie - Atriumseptumdefekt - Pulmonale Hypertension - Lungenembolie - Perikarditis konstriktiva - Perikarditis - Kardiomyopathie	- Thrombus - Apikale hypertrophe Kardiomyopathie - Subaortale Membran - Aortenstenose - Subvalvuläre Stenose - Zerebrovaskulärer Insult - Murale Thromben	- Thrombus - Pulmonalstenose - Infundibuläre Stenose - Lungenembolie - Pulmonale Hypertension

Die Vielzahl der Differentialdiagnosen erschwert die Diagnosestellung. Neben Thromben, Anomalien der Herzklappe und des Septums gehören auch Erkrankungen der Lunge, beispielsweise die Lungenembolie oder pulmonale Hypertonie, aufgrund der unspezifischen Beschwerdesymptomatik dazu. Auch infektiöse Geschehen und strukturelle Erkrankungen des Herzens sollten in Erwägung gezogen werden. Insbesondere bei Symptomen wie Dyspnoe und Zeichen einer Embolisierung, wie eine TIA oder ein cerebraler Insult sollte eine umfassende Diagnostik erfolgen. Herztumore sind dabei in der Regel ein Zufallsbefund und sollten eine interdisziplinäre Behandlung an einem Zentrum nach sich ziehen.^{13,18}

2.2 Genauere Betrachtung der häufigsten Herztumore

2.2.1. Benigne Herztumore – Myxome

Myxome machen mit 25% - 80% den größten Anteil gutartiger Tumore des Herzens aus.^{1-3,6,24,38,39} Ihre Inzidenz wird auf 0,5 pro 1 Millionen Einwohner geschätzt.³⁸ Ein Auftreten bei jungen männlichen Erwachsenen ist mit einer syndromalen Genese assoziiert.^{7,10} Bei Kindern machen Myxome nur 10% der Herztumore aus.²⁴

Drei Viertel aller Myxome sind im linken Vorhof lokalisiert. Sie entspringen zum Großteil vom Limbus der Fossa ovalis des Septum interatriale und können über einen Stiel an diesem angeheftet sein.^{2,6-9,32,35,39-42} In seltenen Fällen, unter anderem bei Kindern, ist ein Vorkommen im rechten Vorhof dokumentiert.^{2,14,24,39} Myxome des rechten Vorhofs können über einen Stiel mit der Eustachischen Klappe verbunden sein. In den Herzkammern lokalisierte Myxome sind

selten und entspringen nur in wenigen Fällen dem interventrikulären Septum.^{7,24,35} Die Entstehung kardialer Myxome ist Gegenstand aktueller Forschungen. Es werden mesenchymale Kardiomyozyten-Progenitorzellen als Ursprung diskutiert.^{13,43}

Myxome sind meist zwischen 4 cm und 8 cm groß. In seltenen Fällen kann ihr Durchmesser bis zu 15 cm betragen.^{6-10,13,24,44} Circa 40% - 60% der Myxome sind gestielt und damit mobil.^{6,8} Sie können gelatinöse, myxoide, zystische, hämorrhagische und verkalkte Anteile aufweisen.^{9,10,35,42} Der Großteil dieser Tumore hat eine glatte Oberfläche. Seltener erscheinen sie villös.^{7,10,13,24,42,45} Sie präsentieren sich grauweiß, gelblich oder grünlich. Verkalkungen, Verknöcherungen, Nekrosen und Thrombenein- beziehungsweise -auflagerungen sind möglich.^{6,7,9,13,24,42,45} Grundlage der Myxome ist eine myxoide, amorphe Matrix, die von mucopolysaccharidhaltigen und fibrinösen hämorrhagischen Bereichen durchzogen ist. Die Oberfläche ist von Endothel überzogen.^{7,9,10,13,14,24,35,45}

Obwohl Myxome als benigne Neoplasien eingeordnet werden, zeigen sie einige Wachstumsmuster, die eher charakteristisch für maligne Tumore sind. Dazu gehören neben der Möglichkeit eines Rezidivs und einer Ausbreitung über das Herz hinaus auch die Tendenz zu einer Fernmetastasierung also das periphere Auftreten von Tumormasse.⁴³

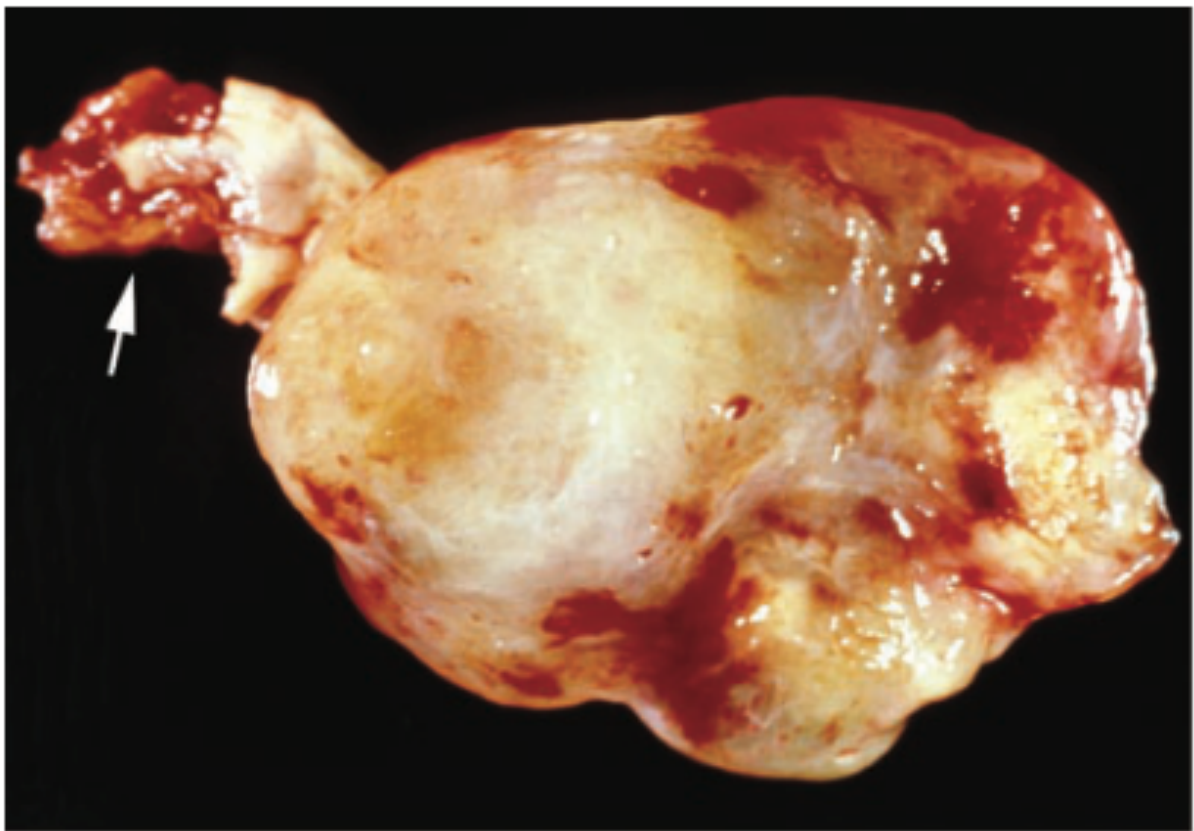


Abbildung 1: Kardiales Myxom mit Stiel (weißer Pfeil) ⁴⁶ (S. 675, Abbildung 1a)

2.2.2. Benigne Herztumore – Papilläre Fibroelastome

Neben kardialen Myxomen ist das papilläre Fibroelastom einer der häufigsten benignen primären Herztumore Erwachsener.^{10,11} Sie machen 9,5% – 11,5 % aller primären Herztumore aus.^{10,14}

Papilläre Fibroelastome weisen meist eine valvuläre Lokalisation auf und entspringen der endokardialen Oberfläche.^{7,12,13,32,47,48} Am häufigsten ist die Aortenklappe betroffen, gefolgt von der Mitralklappe, der Trikuspidalklappe, am seltensten ist die Pulmonalklappe befallen.^{2,6,12-14,32,47} Sie liegen meist auf der dem Blutstrom abgewandten Seite der Klappe.¹⁴ Die meisten PFE der Aortenklappe entstehen am Nodulus arantius der Verschlusslinie.^{10,35} Eine bevorzugte Lokalisation des PFE an den übrigen Herzklappen wird in der Literatur nicht beschrieben. PFE ohne Klappenbeteiligung sind eher im linken Ventrikel lokalisiert.¹² Ein multiples Auftreten, auch in mehreren Kammern des Herzens, ist möglich.⁴⁸ PFE entstehen aus Zellen des Endokards.³⁵ Sie sind mit 2 mm – 28 mm Größe eher kleine Tumore,^{6,7,13,49,50} können aber bis zu 70 mm groß werden.⁴⁸ Ventrikuläre Fibroelastome sind dabei größer als die der Vorhöfe und Mitralklappen.⁴⁹ Sie werden als weiße Tumore mit gelatinöser Oberfläche beschrieben, die durch multiple flottierende Villi in ihrer Form häufig einer Seeanemone ähneln.^{7,10,13,35} PFE können gestielt sein^{2,39,50} und die Oberfläche der Tumore kann Thromben- oder Fibrinablagerungen aufweisen.⁷ PFE können mobil sein,⁴⁹ wenn sie gestielt sind, ist dies nahezu immer der Fall.^{7,49}



Abbildung 2: Papilläres Fibroelastom - unter Wasser fotografiert ¹² (S. 1715, Abbildung 5)

2.2.3. Maligne Herztumore - Sarkome

Kardiale Sarkome sind mit einem Anteil von 5% – 17% die häufigsten primären malignen Herztumore.^{1,3,14} Rhabdomyosarkome sind die häufigsten primär malignen Herztumore bei Kindern.⁵¹

Sarkome können, wie alle anderen Herztumore, in jeder Herzkammer lokalisiert sein. Es wird ein gehäuftes Vorkommen sowohl im linken Vorhof⁵² als auch im rechten Vorhof²⁴ beschrieben. Die Undifferenziertheit kardialer Sarkome und ein möglicher Anteil myxoider Strukturen erschweren eine histologische Diagnosestellung.⁷ Sarkome weisen als maligne Tumore typische Malignitätskriterien, wie ein infiltratives oder invasives Wachstum und Zellatypien auf.^{15,53} Sie entstammen pluripotenten mesenchymalen Zellen.³⁵

2.2.4. Sekundär Maligne Herztumore - Kardiale Metastasen

Kardiale Metastasen machen zwischen 8% und 25 % aller Herztumore aus.^{1,2,10,16,24} In einigen Übersichtsarbeiten wird ihre Inzidenz höher als die von primären kardialen Tumoren angegeben.^{2,10,14,16,24} In Autopsiestudien weisen sie eine durchschnittliche Inzidenz von 7,1% auf.¹³ Aufgrund der verbesserten bildgebenden Modalitäten werden sie häufiger diagnostiziert.¹³ Eine hohe Rate an kardialen Metastasen weisen die seltenen Germzelltumore und maligne Thymome auf. Auch häufiger auftretende Malignome wie Bronchial-, Magen-,

Leber-, Kolon- und Rektumkarzinome sowie Ovarial- und Prostatakarzinome können kardial metastasieren.²

Kardiale Metastasen können im Myo- und Perikard, seltener im Epikard und vereinzelt im Endokard lokalisiert sein.^{13,32,35,39} Neben dem hämatogenen und lymphogenen Weg der Metastasierung können sich kardiale Metastasen auch durch intrakavitäre Diffusion durch die Vena cava inferior ausbilden.^{2,13} Metastasen von Nierenzellkarzinomen können entlang der Vena cava inferior als anatomische Straße in den rechten Vorhof metastasieren.² Das pathologische Bild von kardialen Metastasen ist abhängig von ihrem Primärtumor.¹⁴

2.3 Klinische Präsentation und Diagnostik von Patient*innen mit Herztumoren

Herztumore können sich asymptomatisch aber auch mit einer unspezifischen Beschwerdesymptomatik präsentieren. Der Großteil der diagnostizierten Herztumore sind Zufallsbefunde.^{1,2,7}

Etwaige klinische Symptome sind abhängig von Größe und Lokalisation des Tumors.²⁹ Hierzu zählen typische Allgemeinsymptome wie subfebrile Temperaturen, Gewichtsverlust, Nachtschweiß und Abgeschlagenheit. Auch Husten und Myalgien wurden beschrieben.^{2,4-7,14} Der Tumor kann durch obstruktives Wachstum oder einer folgenden Klappenfunktionsstörung eine Reihe von hämodynamisch relevanten Symptomen auslösen wie zum Beispiel: Dyspnoe, Palpitationen, Angina pectoris (AP), Schwindel und Synkopen. Es kann zu einem funktionellen Mitral- oder Trikuspidalklappenversagen kommen, wenn der Tumor im Bereich der atrioventrikulären Einflussbahn liegt oder im Falle eines gestielten Tumors über die atrioventrikuläre Klappenebene hinaus prolabierte.^{1,4,5,7,13,17,24,29}

Ein plötzlicher Herztod kann durch spontane maligne Herzrhythmusstörungen auftreten.⁴ Herztumore können durch Embolisation zu systemischen thrombembolischen Symptomen, wie zerebrovaskuläre, periphere, myokardiale, pulmonale Insulte oder TIA führen.^{4-7,14,16,17}

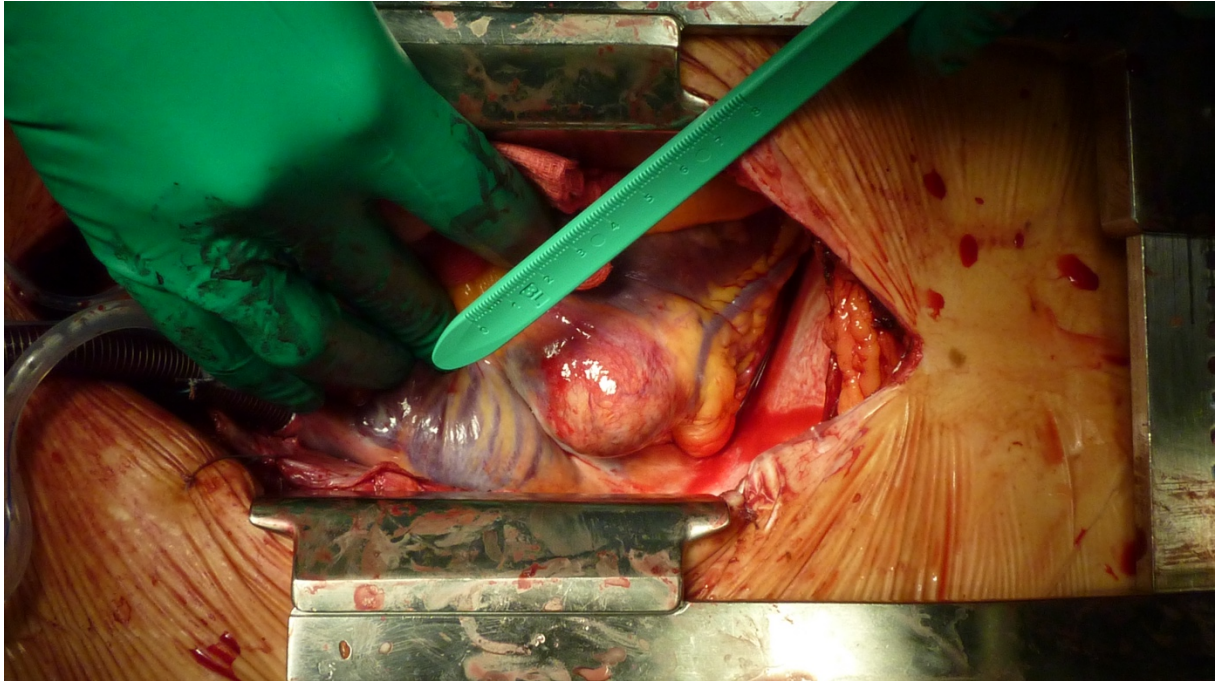


Abbildung 3: Großer linksatrialer Tumor intraoperativ; Uniklinik Köln, Herzchirurgie



Abbildung 4: Großer linksatrialer Tumor nach Exzision; Uniklinik Köln, Herzchirurgie

Im Rahmen der körperlichen Untersuchung ist die Auskultation ein nichtinvasives Diagnostikum, bei dem sich Hinweise auf Herztumore finden können.^{7,18} Bei Tumoren im rechten oder linken Vorhof können auskultatorisch pathologische Herzgeräusche auftreten.

Neben systolischen und diastolischen Geräuschen kann ein frühsystolischer Extraton, ein sogenannter Tumor-Plop, zu hören sein.^{7,13,14,18}

Die Diagnostik zielt darauf ab, die Verdachtsdiagnose Herztumor zu bestätigen und seine Größe, Lage und Ausdehnung zu beurteilen. Dazu werden in der Regel die transthorakale und transoesophageale Echokardiographie, die kardiovaskuläre Magnetresonanztomographie und die kardiale Computertomographie herangezogen. Seltener greift man auf die Real Time Three-Dimensional Echokardiographie, Angiographie, Positronen-Emissions-Tomographie oder die transvenöse Biopsie zurück.¹⁷ Die Modalitäten sind im Hinblick auf die Charakteristika von Herztumoren unterschiedlich aussagekräftig.¹⁴ Maligne Herztumore weisen in der bildgebenden Diagnostik typische Charakteristika wie eine unklare Begrenzung, eine Ausdehnung auf das Mediastinum oder angrenzende Gefäße, ein multiples Auftreten, die Beteiligung von mehr als einer Herzkammer oder ein Perikarderguss auf.^{13,17}

2.3.1. Echokardiographie

Die transthorakale Echokardiographie (TTE) stellt das primäre Diagnostikum zur Detektion von Herztumoren dar und dient zudem als Screening-Methode.^{18,51,54} Vor allem kleine und mobile Tumore und jene mit Klappenbeteiligung können gut erfasst werden. Neben der Beurteilung von Größe, Lokalisierung und Mobilität kann auch eine Aussage über die Beteiligung des Perikards getroffen werden. Die Vorteile der TTE liegen in der schnellen und unkomplizierten Verfügbarkeit, den geringen Kosten und in der Beurteilung der etwaigen hämodynamischen Bedeutung des Tumors. Die Charakterisierungsmöglichkeit der Tumore ist jedoch eingeschränkt.^{14,18,54} Sollte der Tumor einen extrakardialen Ursprung haben, ist dies mithilfe des TTE nicht erkennbar.¹⁴

Die transösophageale Echokardiographie (TEE) hat vor allem ihren Stellenwert in der Darstellung von Tumoren im linken Vorhof.⁵⁴ Es kann zudem eine Aussage über mögliche Anheftungsstellen getroffen werden.^{14,18} Eine Abgrenzung zu intraatrialen Membranen oder Aneurysmen des Vorhofseptums ist mithilfe der TEE möglich.¹⁸

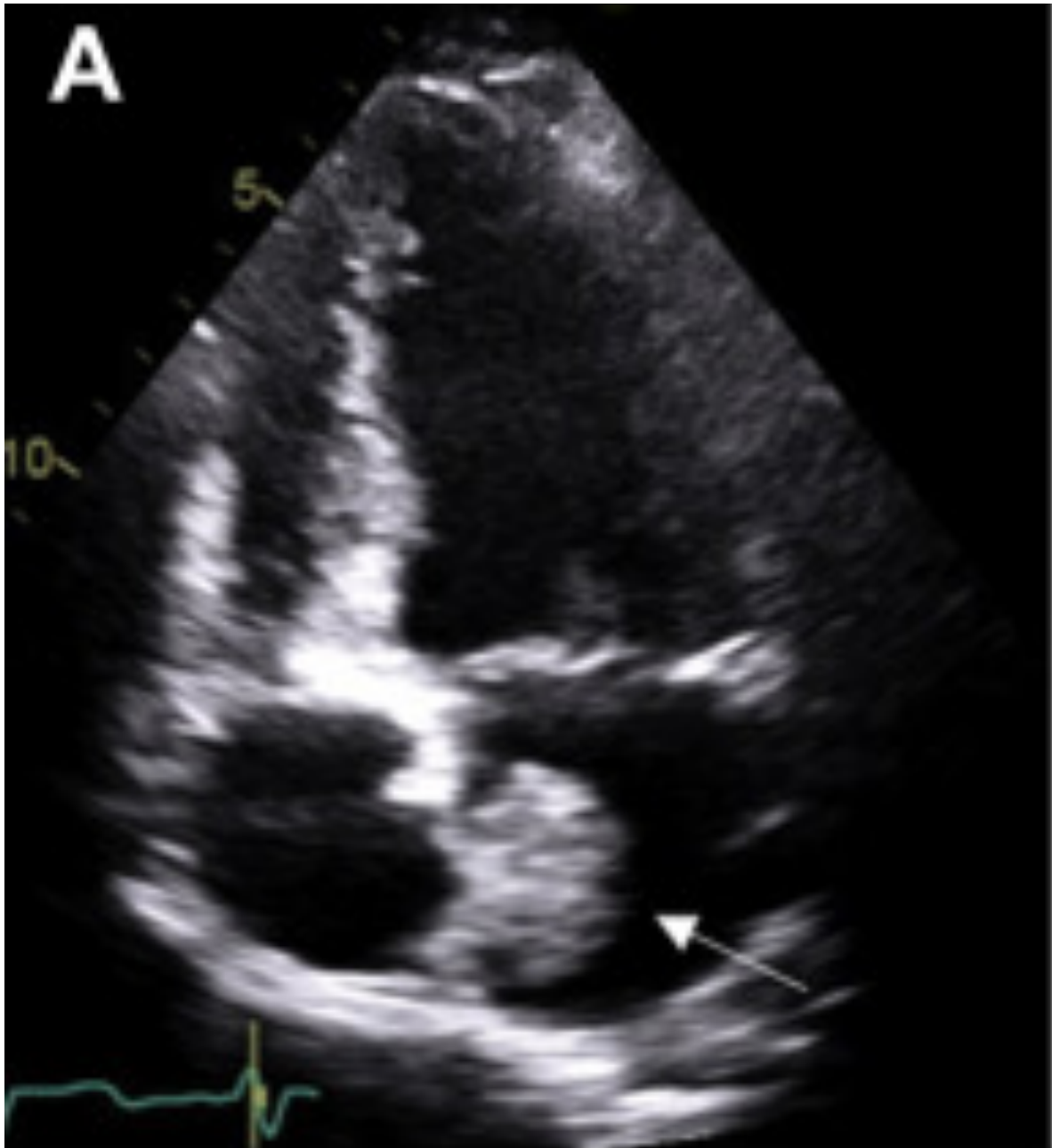


Abbildung 5: TTE - Darstellung einer großen mobilen Masse mit Anheftung an das interatriale Septum (weißer Pfeil)¹⁴ (S. 298, Abbildung 2)

Real Time Three-Dimensional Echocardiography (RT3DE)

Die RT3DE wird im Rahmen der TTE und TEE vor allem zur Beurteilung von Herzmuskelschwellungen und kardialen Raumforderungen eingesetzt. Diese Art der Echokardiographie ermöglicht im Gegensatz zur zweidimensionalen Echokardiographie eine Beurteilung der gesamten Herzmasse. So kann eine Aussage über Homogenität, Durchblutung, Verkalkungen, Nekrosen des gesamten Tumors und dessen Anheftung getroffen werden.⁵⁵

2.3.2. Kardiiovaskuläres MRT

Eine nicht-invasive Beurteilung von Tumor, Beteiligung des Perikards und der Herzkammern ist mithilfe des kardiiovaskulären MRT möglich und wird für eine exakte Operationsplanung eingesetzt. Neben Morphologie und Homogenität kann zusätzlich auch eine Infiltration des umliegenden Gewebes beurteilt werden.^{14,18,39} Kardiiale Tumore weisen in der T1-, T2-Wichtung und dem Late-Gadolinium Enhancement (LGE) spezifische Unterschiede auf und ermöglichen so eine nicht-invasive Charakterisierung des entsprechenden Gewebes.¹⁴ Anhand der Beurteilung der Vaskularisierung ist eine Abgrenzung zu intrakardialen Thromben möglich. Diese sind nicht an das Gefäßsystem angeschlossen und nehmen dementsprechend kein Kontrastmittel auf.⁵⁶ Auch intramurale Neoplasien können mithilfe einer Gadolinium-Gabe dargestellt werden.¹⁸ Benigne und maligne Tumore weisen unterschiedliche Charakteristika auf, die mithilfe des MRT sichtbar gemacht werden können. Während gutartige Tumore glatt begrenzt sind, weisen maligne Exemplare unklare Grenzen und Infiltrationen in das umliegende Gewebe auf. Die für gutartige Tumore teils typische Stielung ist darstellbar. Maligne Tumore sind in den meisten Fällen größer. Beim kardialen Sarkom ist typischerweise ein großer Verkalkungsherd nachweisbar. Jedoch muss differentialdiagnostisch beachtet werden, dass auch gutartige Tumore, wie Myxome, Verkalkungen aufweisen können. Ein Perikarderguss im MRT ist wegweisend für eine maligne Entität.⁵⁶

Das kardiiovaskuläre MRT ist eine nicht-invasive und vielschichtige Modalität, die untersucherunabhängig ist.^{14,18,39,54} Es hat neben einer langen Untersuchungsdauer eine limitierte Verfügbarkeit. Bei Klappenvegetationen ist diese Modalität nicht indiziert.¹⁴ Auch für eine Beurteilung kleiner mobiler Massen ist das MRT aufgrund einer limitierten räumlichen Auflösung nicht empfohlen.³⁹ Für dieses Diagnostikum gibt es neben Kontraindikationen wie Klaustrophobie und ältere Herzschrittmacher, bei hämodynamisch instabilen Patient*innen nur eine eingeschränkte Anwendungsempfehlung.^{14,39} Im Vergleich zum TTE wurde durch das MRT in einer Studie, die die bildgebende Beurteilung von intrakardialen Tumoren verglich, jede dieser, beziehungsweise zusätzlich zum TTE noch weitere detektiert. In 13% der Fälle konnten durch das MRT zusätzliche Informationen zu den Tumoren erhoben werden.⁵⁴

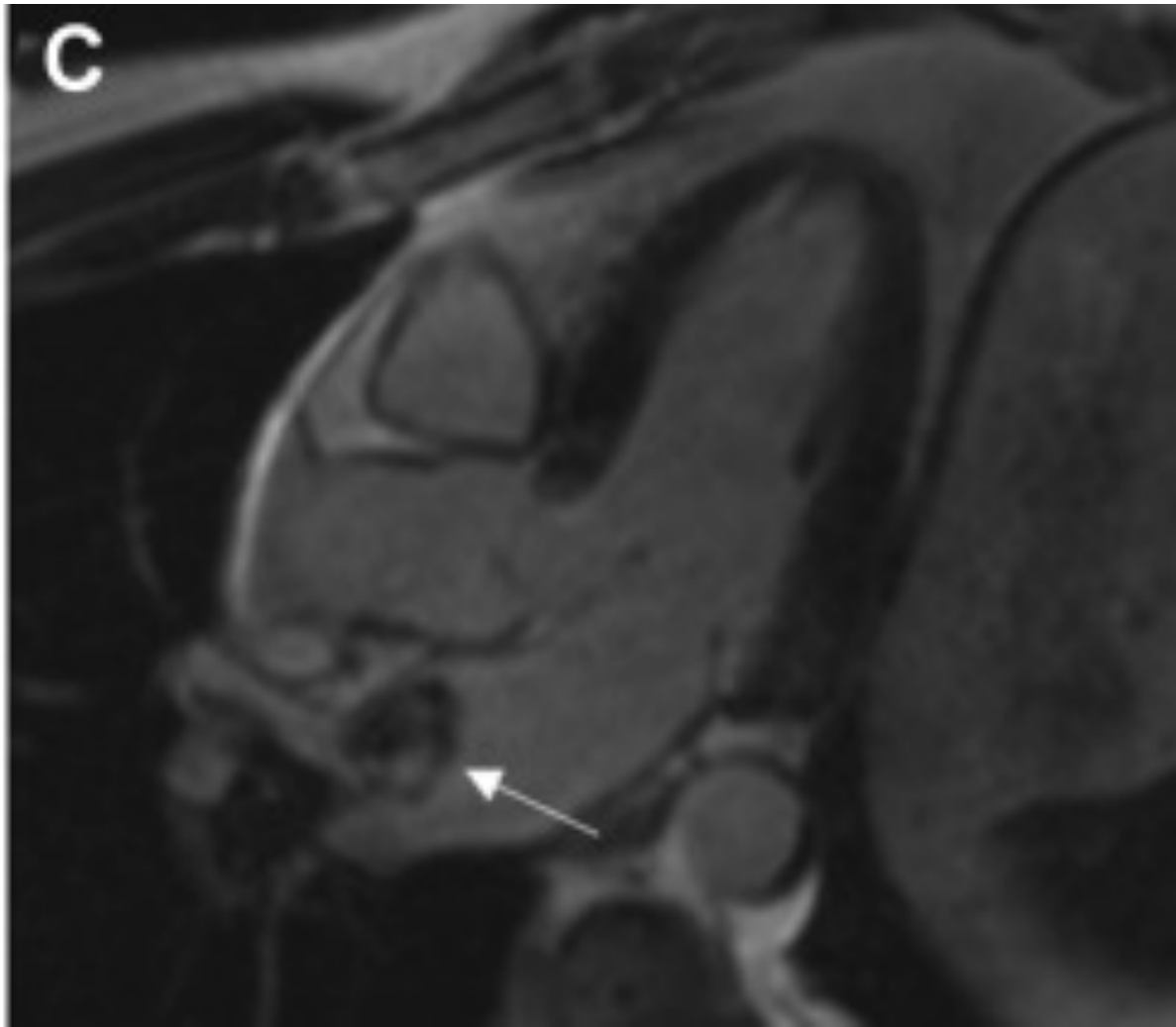


Abbildung 6: MRT-Aufnahme (nach Gadoliniumgabe) des in Abbildung 5 dargestellten Tumors (weißer Pfeil)¹⁴ (S. 298, Abbildung 2)

2.3.3. Kardiale Computertomographie

Im Rahmen der Diagnostik von Herztumoren wird auch die kardiale CT eingesetzt. Neben der Beurteilung kalzifizierter Tumore, des Brust- und Lungengewebes und angrenzender Gefäßstrukturen, ermöglicht sie durch Darstellung von möglichen Metastasen ein Staging des Tumors.^{14,18,39} Die CT-Untersuchung weist Vorteile wie eine hohe zeitliche und räumliche Auflösung und eine kurze Untersuchungsdauer auf.^{14,39} Des weiteren kann aufgrund der guten Gewebedifferenzierung die intramurale Ausbreitung abgeschätzt werden.¹⁸ Es handelt sich hier um eine vielschichtige Modalität, die jedoch mit einer relativ hohen Strahlenbelastung einhergeht (7 mSV effektive Dosis bei einem CT-Thorax im Vergleich zu 0,02 mSv effektiver Dosis bei einer Röntgen-Thorax-Aufnahme⁵⁷ Tabelle 1,2). Schwächen der kardialen Computertomographie sind die limitierte Beurteilungsmöglichkeiten der umgebenden Weichteile und das mögliche Auftreten einer kontrastmittelinduzierten Nephropathie.^{14,39}



Abbildung 7: Gegenüberstellung TTE (A) und MRT (C) zu einer CT-Aufnahme (B) des in Abbildung 5 und 6 dargestellten Tumors¹⁴ (S. 298, Abbildung 2)

2.3.4. Positronen-Emissions-Tomographie

Im Rahmen der Diagnostik von Herztumoren kann auch die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) zum Einsatz kommen. Sie ermöglicht eine Aussage über die metabolische Aktivität des Tumors und kommt damit bei der Differenzierung benigner und maligner Tumore und im Folgenden auch beim Staging maligner Herztumore zum Einsatz.^{14,24,51} Sie bietet im Rahmen der Metastasensuche eine Alternative zum kardialen CT.¹⁷ Maligne Tumore nehmen typischerweise eine hohe Menge 18-FDG auf, während bei benignen Herztumoren eine geringe Aufnahme von 18-FDG charakteristisch ist.⁵⁸ Ebenso ist eine Beurteilung bezüglich einer Myokard- und Perikardbeteiligung möglich.

Im Gegensatz zur einfachen Abgrenzung extrakardialen Metastasen ist die von kardialen aufgrund der hohen Stoffwechselaktivität des Myokards schwierig.¹⁴

2.4 Therapie von Herztumoren

Die weiterführende Diagnostik und Therapie sollten entsprechend der Empfehlungen der European Society of Cardiology (ESC) in einem spezialisierten Zentrum mit einem multidisziplinären Team durchgeführt werden.^{17,59} Die chirurgische Entfernung ist die Therapie der Wahl bei kardialen Tumoren.^{10,18,35,53} Diese sollte aufgrund von potenziellen Komplikationen wie Embolisationen, Arrhythmien oder Obstruktionen, die zu Herzversagen oder einem plötzlichen Herztod führen können, zeitnah nach der Diagnosestellung erfolgen.^{16,18} Das operative Vorgehen ist abhängig von der anatomischen Lokalisation und der Ausdehnung des Tumors.^{1,3,10}

Für kardiale Tumore wird eine totale Resektion angestrebt. Insbesondere bei gutartigen Tumoren gelingt sie in den meisten Fällen.^{1,10,35,53} Eine Teilresektion kann bei Beteiligung von Klappen, Septen, Koronararterien und des Reizleitungssystems erwogen werden.¹⁰ Bösartige Tumore können in weniger als der Hälfte der Fälle komplett reseziert werden. Auch für kardiale Metastasen besteht selten eine kurative Intention bei der Operation. In der Regel steht wie bei malignen Tumoren hier ein palliativer und symptomreduzierender Ansatz im

Vordergrund.^{1,13,35,53} Nur bei solitären Metastasen kann eine chirurgische Entfernung diskutiert werden, bei weiterem Organbefall entfällt diese Möglichkeit.²⁴ Bei inoperablen Tumoren stellt eine Herztransplantation eine mögliche Behandlungsoption dar.^{16,24,45} Eine Resektion des rechten Herzens kann im fortgeschrittenen Stadium und einem auf das rechte Herz beschränkten Befall erwogen werden.²⁴ Bei Befall des linken Herzens, kann die Implantation eines Kunstherzens diskutiert werden.²⁴

Die mediane Sternotomie ist aktuell der Standardzugang.¹⁸ Auch minimalinvasive Zugänge stellen zunehmend eine Alternative dar.^{19,60} Ein biatrialer Zugang zum Herzen ermöglicht eine Inspektion aller Herzhöhlen.¹⁸ Bei unzureichender Sicht kann es erforderlich sein, eine Ex-Situ-Resektion durchzuführen.^{16,24}

In der Regel ist die Anlage eines kardiopulmonalen Bypasses notwendig.^{1,10,24} Während der Vorbereitungen und Anlage des kardiopulmonalen Bypasses sollte eine starke Manipulation vermieden werden, da die Gefahr einer Embolisation besteht.^{10,24} Zudem wird zusätzlich zur Vermeidung von Lungenembolien intraoperativ eine Kardioplegie angewendet und die Aorta abgeklemmt, um systemische Embolien vorzubeugen.^{3,10}

Die Technik der Exzision ist abhängig von der Charakteristik des Tumors und der Präferenz des Operierenden.^{1,10} Ein Klappenersatz oder -rekonstruktion kann bei Klappenbeteiligung erforderlich sein.¹⁰ Die durch die Resektion entstandene Defekte können durch Perikard- oder Kunststoffpatches gedeckt werden.¹⁸ Bei Tumoren, die im Myokard lokalisiert sind, kann eine Ventrikulotomie oder Enukeation zur Resektion erforderlich sein.¹⁰

Die Überlebenszeit kann durch eine adjuvante Chemo- oder Strahlentherapie verlängert werden. Ein eindeutiger Überlebensvorteil konnte noch nicht nachgewiesen werden.^{1,2,13,14,51-53} Eine neoadjuvante Chemotherapie kann präoperativ durchgeführt werden, um einen zytoreduktiven Effekt zu erzielen.^{13,52} Über einen Vorteil einer postoperativen Strahlentherapie gibt es bisher keine eindeutigen Ergebnisse. Die Strahlentherapie kann zu Nebenwirkungen wie einer Kardiomyopathie oder chronischen Perikarditis führen.^{52,61}

2.5 Prognose und Outcome von Patient*innen mit einem Herztumor

Die Prognose für Patient*innen mit benignen Herztumoren ist erwartungsgemäß deutlich besser als für Patient*innen mit einem malignen Tumor.¹ Patient*innen mit einer kompletten Resektion eines gutartigen Herztumors weisen eine sehr gute Prognose auf, mit einer äußerst seltenen Rezidivrate.²⁴ Die mediane Überlebenszeit liegt bei etwa 26 Jahren.⁵

Das Überleben für Patient*innen mit primär malignen Herztumor wird mit sieben Monaten bis zwei Jahren nach Diagnosestellung angegeben, bedingt durch die hohe Rate an Fernmetastasierung.^{5,24} Eine einfache Resektion verlängert das Überleben um einige

Monate.²⁴ Negative Resektionsränder und die damit einhergehende vollständige chirurgische Tumorsektion verlängern die Lebenserwartung um einige Monate.^{16,24}

Das Frühzeitüberleben für Patient*innen mit einem Herztumor beträgt insgesamt 95% - 98%.^{5,53} Patient*innen mit einem benignen Herztumor überleben in 99% der Fälle die ersten 30 postoperativen Tage, bei Patient*innen mit einem malignen Herztumor überleben nur 77% diese.¹ Die 1-Jahres-Überlebensrate für benigne Herztumore liegt bei 92% - 96% und für maligne bei 47% - 50%.^{1,5,16,24} 83% der Patient*innen mit einem gutartigen Tumor und 10% - 75% derjenigen mit einem malignen Tumor überleben 5 Jahre postoperativ. Die 10-Jahres-Überlebensrate beträgt 32% - 75% für Patient*innen mit benignen Herztumoren und 22% - 26% für jene mit malignen.^{1,16,24,61} Patient*innen mit kardialen Metastasen haben eine 1-Jahres-Überlebensrate von 56% und eine 5- und 10-Jahres-Überlebensrate von 26%.²⁴ Insgesamt variieren die Angaben zum Überleben sehr stark, da es bisher nur wenige Studien mit vergleichsweise geringen Kollektiven gibt.^{1,3,5}

Mkalaluh et al. und Bakaeen et al. beschrieben in ihren Studien postoperativ kardiale und pulmonale Komplikationen, aber auch Schlaganfälle, intrakranielle Blutungen, Wundinfektionen, erneute Thorakotomie wegen Blutungen und akute Niereninsuffizienz.^{1,5} Abhängig vom Ausmaß der Resektion können postoperativ weitere Komplikationen auftreten, z.B. ist die Entwicklung einer Links- oder Rechtsherzinsuffizienz möglich. Eine erhöhte Sterblichkeit ist mit den Vorerkrankungen Diabetes mellitus und Herzinsuffizienz assoziiert.^{1,5}

Die postoperative Liegedauer wird in der Literatur für Patient*innen mit einem benignen Herztumor im Median mit 7,0 Tage $\pm$ 7,2 Tage und für jene mit einem malignen Tumor mit 13,0 Tage $\pm$ 9,7 Tage angegeben.^{5,24} Patient*innen, deren kardiale Metastasen operativ behandelt wurden, lagen im Median 7,0 Tage $\pm$ 8,7 Tage im Krankenhaus.²⁴

2.6 Fragestellungen und Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist es, das Langzeitüberleben von Patient*innen mit Herztumoren nach chirurgischer Resektion in einem der größten bisher publizierten Kollektive zu analysieren. Zusätzlich soll sie zudem Aufschluss über die Charakteristika der Patient*innen sowie die Begleiterkrankungen geben.

3. Material und Methoden

3.1 Studiendesign

Für die Studie wurden retrospektiv Daten einer unizentrischen Studienpopulation erhoben. Es wurde an Primärdaten geforscht. Als Beobachtungseinheit für die nicht-interventionelle klinische Studie wurde die Patientin bzw. der Patient gewählt. Die Beobachtungseinheiten sind unabhängig. Die Fallzahl wurde durch einen zeitlichen Rahmen begrenzt. Anhand der OPS-Codierung (Operationen- und Prozedurenschlüssel) wurde eine Fallzahl von 402 Beobachtungseinheiten erwartet. Der Zeitraum der Datenerhebung liegt zwischen dem 08.02.2009 und dem 19.07.2021.

Am 30.11.2020 wurde das Vorhaben von der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Universität zu Köln positiv votiert (Zeichen: 20-1419). Dem Amendment zur Ausdehnung des Erhebungszeitraumes wurde am 08.07.2024 stattgegeben (Zeichen: 20-1419_1).

3.2 Erfassung des Patient*innenkollektivs

Das Patient*innenkollektiv wurde anhand der entsprechenden OPS-Ziffer ausgewählt. Diese Klassifikation wird fächerübergreifend zur Codierung von Operationen und Prozeduren angewandt. In der Ziffer 5 - 373 wurden Patient*innen eingeschlossen, in deren Operation nach der OPS-Systematik eine „Exzision und Destruktion von erkranktem Gewebe des Herzens“ erfolgte. Im Zeitraum von 2009 bis 2021 wurde für die Operation von 402 Patient*innen unter anderem dieser Code verwendet. Jedoch kamen nur 183 Patient*innen für die Studie in Frage, da der OPS-Code auch andere Prozeduren wie eine Perikardektomie, eine Perikardfensterung und eine Vorhofohrklusion einschloss. Das Kollektiv umfasste damit 183 Patient*innen, die im Zeitraum von 2009 bis 2021 an einem Herztumor operiert wurden.

3.3 Datensammlung

Mithilfe des Krankenhaus-Informationssystems ORBIS wurden die Patient*innen in der Herz- und Thoraxchirurgie der Universitätsklinik Köln systematisch erfasst und die zugehörigen Daten übersichtlich digitalisiert. Anhand der Patienten_ID, mittels derer die Patient*innen in ORBIS hinterlegt sind, erfolgte die Anonymisierung der Patient*innen-Daten. Nach Zusammenstellen des Patient*innenkollektivs konnten mit ORBIS und der Software QIMS, indem anamnestische Daten und Informationen zu den Operationen der Patient*innen organisiert sind, Daten erhoben werden. Auch die zugehörigen Entlassbriefe und Operationsberichte wurden auf die entsprechenden Parameter untersucht. Alle kardialen Massen wurden im Institut für Allgemeine Pathologie und Pathologische Anatomie der Universitätsklinik Köln untersucht. Die Ergebnisse wurden dabei von zwei Patholog*innen des

Instituts gegengeprüft und validiert. Details zur Tumorpathologie konnten den Pathologiebefunden entnommen werden. Das Follow-Up der Patient*innen erfolgte mithilfe der Hausärzte. Anhand einer Excel-Datei wurden die gesammelten Daten zusammengefasst und strukturiert.

3.4 Erhobene Variablen

Zu den erhobenen Variablen gehörten Ausgangswerte wie demographische Patient*innendaten, Teile der Patient*innenanamnese wie Vorerkrankungen und Risikofaktoren sowie die kardiologische und onkologische Vorgeschichte. Weiterhin wurde die Beurteilung der aktuellen Herzfunktion, Symptome vor der diagnostischen Abklärung, die Tumorlokalisation und Eigenschaften des Tumors untersucht. Die Variablen schlossen außerdem die Therapie, intraoperative Daten und Maßnahmen und Informationen zum Outcome ein.

Tabelle 3: Tabellarische Übersicht der untersuchten Variablen

Demographische Patient*innendaten	Alter
	Geschlecht
	Aufnahmenummer
Vorerkrankungen und Risikofaktoren	BMI
	Aktiv rauchend
	Ehemalig rauchend
	COPD
	DM
	Stattgehabter Schlaganfall
	Stattgehabte TIA
	Periphere Gefäßerkrankung
	Arterielle Hypertonie
	KHK
Kardiologische Vorgeschichte	Stattgehabte perkutane Koronarintervention
	Stattgehabte Herzoperation
Onkologische Vorgeschichte	Mamma-Ca
	Prostata-Ca
	Anal-Ca
	Lymphom
	Melanom
	Kolon-Ca
	Sarcom
	Cervix-Ca
	Nieren-Ca
	Lungen-Ca
	Leukämie/ Myelodysplastische Syndrome
	Schilddrüsen-Ca

		Schilddrüsenadenom Histiozytom Leberhämangiom Leber-Zyste Meningeom Uterus-Leiomyom Zerebrales Hämangiom Akustikus-Neurinom Teratom Intestinales Adenom Undefinierte Lunge
Symptome vor der diagnostischen Abklärung		Keine Dyspnoe/AP Zerebrale Ischämie Fieber Synkope Schwindel
Beurteilung der aktuellen Herzfunktion		VHF LVEF NYHA – Klassifikation
Tumorlokalisation		Linker Vorhof Rechter Vorhof Perikardial Mediastinal (Mediastinum) Beteiligung interatriales Septum Ventrikulär Klappenbeteiligung Trikuspidal-Prolaps Mitral-Prolaps
Tumoreigenschaften		Infiltratives Wachstum Malignität Größe Myxom Fibroelastom Anderer benigner Tumor Sarkom Anderer maligner Tumor
Therapie		Totale Resektion Einfache Tumorentfernung Tumorentfernung von Klappe
	Zeiten	OP-Datum OP-Dauer Bypasszeit Aortenklemmzeit

Intraoperative Daten und Maßnahmen	Zugang	Sternotomie Laterale Thorakotomie Clamshell-Thorakotomie Minimalinvasives Verfahren
	Kanülierung	Bicaval Two-Stage Femoral
	Begleitende Eingriffe	CABG AKE MKE TKE MKR TKR
Outcome	Perioperative Gabe Blutprodukte	EK FFP TK
	Postoperative Liegedauer	
	Überleben	1- JÜLR 5-JÜLR 10-JÜLR

3.5 Endpunkte

Die primären Endpunkte der Studie waren das Kurz- und Langzeit-Überleben der Patient*innen.

3.6 Statistische Methoden

Für die statistische Analyse wurde das Statistical Package for Social Sciences in der Version 26.0 (SPSS IBM, Chicago, Illinois) verwendet. Alle Daten wurden als kontinuierliche oder kategoriale Variablen dargestellt. Die kontinuierlichen Daten wurden mit einem Kolmogorov-Smirnov-Test mit einer Stichprobe auf Normalität geprüft und als Mittelwert $\pm$ Standardabweichung (SD) bei normal verteilten Variablen oder als Median (Interquartilbereich) bei nicht normal verteilten kontinuierlichen Daten angegeben. Die univariante Analyse wurde entweder mit dem Student-t- oder dem Mann-Whitney-U-Test für normal- beziehungsweise nicht-normalverteilte kontinuierliche Variablen durchgeführt. Pearson's χ^2 oder exakte Fisher-Tests wurden zum Vergleich der kategorialen Daten in Abhängigkeit von der erwarteten Mindestanzahl in jeder Kreuztabelle verwendet. P-Werte $< 0,05$ wurden als statistisch signifikant angesehen. Um den Einfluss der Variablen weiter zu interpretieren, wurde eine binäre und lineare Regressionsanalyse durchgeführt.

3.7 Verwendete Scores

3.7.1. NYHA-Klassifikation

Die NYHA-Klassifikation wurde zur „Klassifikation der chronischen Herzinsuffizienz“⁶² herangezogen. Sie wurde von der New York Heart Association entwickelt und beruht auf der Einteilung der Leistungsfähigkeit der Patient*innen. Da die Klassifikation anhand der Beschwerdesymptomatik symptomorientiert ist, war im Gegensatz zur ACC-Klassifikation und der AHA-Klassifikation ein Wechsel in andere Stadien möglich.^{62,63} (jeweils Tabelle 4)

NYHA I (asymptomatisch)	Herzerkrankung ohne körperliche Limitation. Alltägliche körperliche Belastung verursacht keine inadäquate Erschöpfung, Rhythmusstörungen, Luftnot oder Angina pectoris.
NYHA II (leicht)	Herzerkrankung mit leichter Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit. Keine Beschwerden in Ruhe und bei geringer Anstrengung. Stärkere körperliche Belastung (z. B. Bergaufgehen oder Treppensteigen) verursacht Erschöpfung, Rhythmusstörungen, Luftnot oder Angina pectoris.
NYHA III (mittelschwer)	Herzerkrankung mit höhergradiger Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei gewohnter Tätigkeit. Keine Beschwerden in Ruhe. Geringe körperliche Belastung (z. B. Gehen in der Ebene) verursacht Erschöpfung, Rhythmusstörungen, Luftnot oder Angina pectoris.
NYHA IV (schwer)	Herzerkrankung mit Beschwerden bei allen körperlichen Aktivitäten und in Ruhe, Bettlägerigkeit.

Abbildung 8: NYHA-Klassifikation zur Einteilung der Herzinsuffizienz ⁶² (Tabelle 4)

3.7.2. Einteilung der LVEF

Zur Klassifizierung des perioperativen Risikos wurde zusätzlich die linksventrikuläre Ejektionsfraktion ermittelt. Dabei wurde die LVEF der Studienpopulation in > 55%, 45% - 55%, 30% - 45% und < 30% eingeteilt.

Die European Society of Cardiology (ESC) teilt die die Auswurf fraktion in ihren Guidelines in $\geq 50\%$, 40% - 49% und $< 40\%$. Dabei spricht sie bei einer LVEF $\geq 50\%$ von einer Herzinsuffizienz mit einer erhaltenen Ejektionsfraktion, bei 40% - 49% mit einer mittelmäßig reduzierten Ejektionsfraktion und bei einer LVEF $\leq 40\%$ von einer Herzinsuffizienz mit reduzierter Ejektionsfraktion.⁶³ (Tabelle 3) Die Bundesärztekammer empfiehlt in ihrer Leitlinie die gleiche Einteilung.⁶² (Tabelle 2)

Herzinsuffizienz mit reduzierter linksventrikulärer Ejektionsfraktion (HFrEF)	Herzinsuffizienz mit geringgradig eingeschränkter linksventrikulärer Ejektionsfraktion (HFmrEF)	Herzinsuffizienz mit erhaltener linksventrikulärer Ejektionsfraktion (HFpEF)
Symptome +/- Zeichen*	Symptome +/- Zeichen*	Symptome +/- Zeichen*
LVEF < 40%	LVEF 40-49%	LVEF ≥ 50%
	- erhöhte natriuretische Peptide (BNP > 35 pg/ml und/oder NT-proBNP > 125 pg/ml) - echokardiografisch objektivierte strukturelle oder funktionelle Störungen des linken Ventrikels	
* nicht zwingend bei frühen Stadien und bei Patienten unter Diuretika-Therapie		

Therapiestudien definieren Ein- und Ausschlusskriterien häufig anhand der in Tabelle 2 genannten Schwellenwerte für die LVEF. In der Folge basieren auch viele Empfehlungen zur Behandlung der Herzinsuffizienz am Ausmaß der Einschränkung der Pumpfunktion. In Anbetracht der aus der LVEF resultierenden therapeutischen Konsequenzen gilt es, eine mögliche durch das Messverfahren bedingte Über- oder Unterschätzung der LVEF, patienten- und untersucherabhängige inter- und intraindividuelle sowie zeitliche intraindividuelle Varianzen zu berücksichtigen (siehe Kapitel 3.1.3 Echokardiographie). Limitationen bei der Definition von HFmrEF und HFpEF ergeben sich daraus, dass bei bestimmten Patientengruppen (z. B. mit Vorhofflimmern) die Aussagekraft der natriuretischen Peptide eingeschränkt ist (siehe Kapitel 3.1.2 Labordiagnostik und EKG); zudem mangelt es an einer prospektiven Validierung echokardiografischer Kriterien.

Abbildung 9: Beurteilung der Herzinsuffizienz anhand der Ejektionsfraktion nach ESC ⁶² (Tabelle 2)

4. Ergebnisse

183 Patient*innen wurden zwischen 2009 und 2021 im Herzzentrum der Universitätsklinik Köln aufgrund eines Herztumors operiert.

4.1 Präoperative Grunddaten der Patient*innen und Symptomatik

88 Studienteilnehmerinnen (48%) waren weiblich, 95 Studienteilnehmer waren männlich (52%). Die Studienteilnehmenden waren zum Zeitpunkt der Operation 60 Jahre $\pm$ 16 Jahre alt und hatten einen BMI von $26,0 \pm 6,2$. (Tabelle 4)

4.1.1. Funktionaler Status und Vorgeschichte

Die arterielle Hypertonie war mit 54% die häufigste Vorerkrankung der Studienteilnehmenden. 21 Patient*innen (11%) waren von einer peripheren vaskulären Erkrankung betroffen. Ein Fünftel wiesen einen Schlaganfall (20%, $n = 26$) in ihrer Vorgeschichte auf und 6% ($n = 12$) eine TIA. Einen Diabetes mellitus Typ II hatte sich bei 15% manifestiert. 12 Teilnehmende (6,6%) hatten eine COPD. Mit 37% war über ein Drittel der Teilnehmenden an einer Herzinsuffizienz $\geq$ NYHA III erkrankt. 40% wiesen eine linksventrikuläre Funktion von $> 50\%$ auf. Bei 36% lag sie zwischen 45% und 55%, bei 10% zwischen 30% und 45% und bei 8% der Teilnehmenden $< 30\%$. 37% der Studienpopulation zeigte eine Koronare Herzkrankheit und 19 Teilnehmende (10%) hatten bereits eine perkutane Koronarintervention in der Vergangenheit erhalten. Mit 11% hatte ein Zehntel der Patient*innen bereits eine Operation am Herzen. 20% der Teilnehmenden waren zum Zeitpunkt der Operation aktive Raucher*innen und 13% waren ehemalige Rauchende. (Tabelle 4)

4.1.2. Symptome

Die am häufigsten angegebenen Symptome waren Dyspnoe, Angina Pectoris und Palpitationen. Sie wurden von 42% der Teilnehmenden angegeben. Nahezu ein Viertel der Studienteilnehmenden (24%) wiesen Zeichen einer zerebralen Ischämie auf. 5 Teilnehmende (2,7%) beklagten Fieber, 9 (4,9%) gaben ein synkopales Ereignis und 6 Teilnehmende (3,3 %) Schwindel an. (Tabelle 4)

4.2 Tumorcharakteristik

4.2.1. Lokalisation

63% ($n = 116$) aller Tumore waren im linken Vorhof lokalisiert. Danach folgt der rechte Vorhof mit 22 % ($n = 41$) der Tumore und 15% der Teilnehmenden hatten einen Herztumor in den Ventrikeln. 1,6 % lagen mediastinal und 0,5% perikardial. Eine Anheftung an das Vorhofseptum fand sich bei 23% ($n = 42$) der Tumore und bei 15% der Tumore war eine der Herzklappen involviert. (Tabelle 5)

4.2.2. Wachstum

4,4% der Tumore (n=8) zeigten ein infiltratives Wachstum. 7,1% der Tumore prolapierten durch die Mitralklappe und 2,7% durch die Trikuspidalklappe. (Tabelle 5)

4.2.3. Malignität

Am häufigsten traten die gutartigen Myxome bei den Studienteilnehmenden auf (54%, n = 98), gefolgt von Fibroelastomen (11%, n = 21). Bei 27% (n = 50) der Tumore handelte es sich um andere benigne Tumore inklusive Thromben. 7,7 % (n = 14) der Tumore waren maligne, 2,7% (n=5) davon waren Sarkome und 4,9% (n = 9) andere bösartige Tumore. (Tabelle 5)

4.2.4. Therapie

Mit 94% (n = 172) wurde der Großteil der Tumore vollständig reseziert. (Tabelle 5)

4.3 Extrakardial-lokalisierte Tumore

13% der Patient*innen hatten einen extrakardial lokalisierten malignen Tumor in ihrer unmittelbaren Vorgeschichte. Mit jeweils 2,7% (n = 5) traten Brustkrebs und Lungenkrebs am häufigsten auf. Je 1,6% der Teilnehmenden (n = 3) hatten ein Prostatakarzinom oder einen Nierentumor. Bei 1,1% (n=2) der Teilnehmenden war ein Lymphom, ein Sarkom oder ein Zervixkarzinom nachweisbar. Bei 0,5% (n = 1) wurde ein Kolonkarzinom, ein Schilddrüsenkarzinom, oder ein Melanom. Ein gutartiger Tumor fand sich anamnestisch bei einem Teilnehmenden (0,5%). (Tabelle 6)

4.4 Intraoperative und postoperative Ergebnisse

Eine mediane Sternotomie wurde bei 58% (n = 106) aller Teilnehmenden durchgeführt, bei 40% (n = 74) der Patient*innen wurde mit einer rechtsanterioren Thorakotomie (zwischen dem 3. Und 4. Intercostalraum) ein minimalinvasiver Zugangsweg gewählt. In einem Fall wurde eine Clamshell-Thorakotomie durchgeführt. (Tabelle 7)

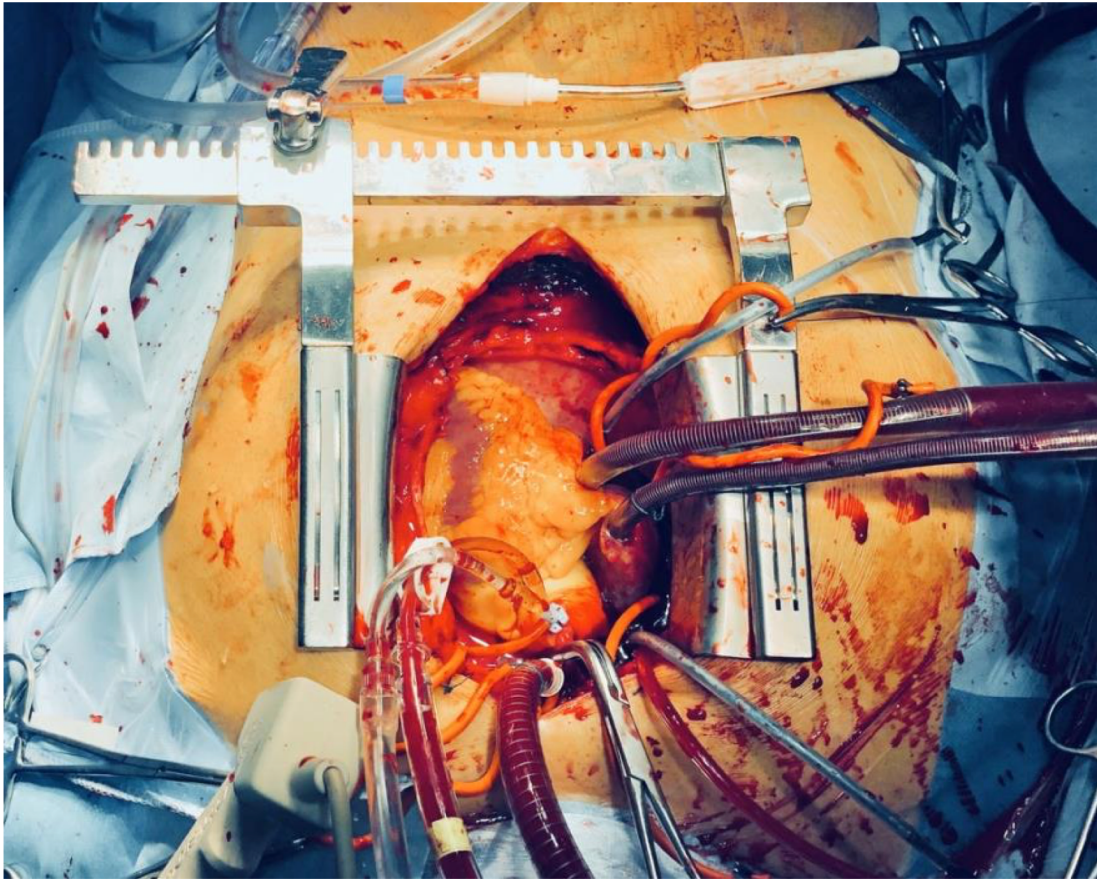


Abbildung 10: Mediane Sternotomie ⁶⁴ (S.29)

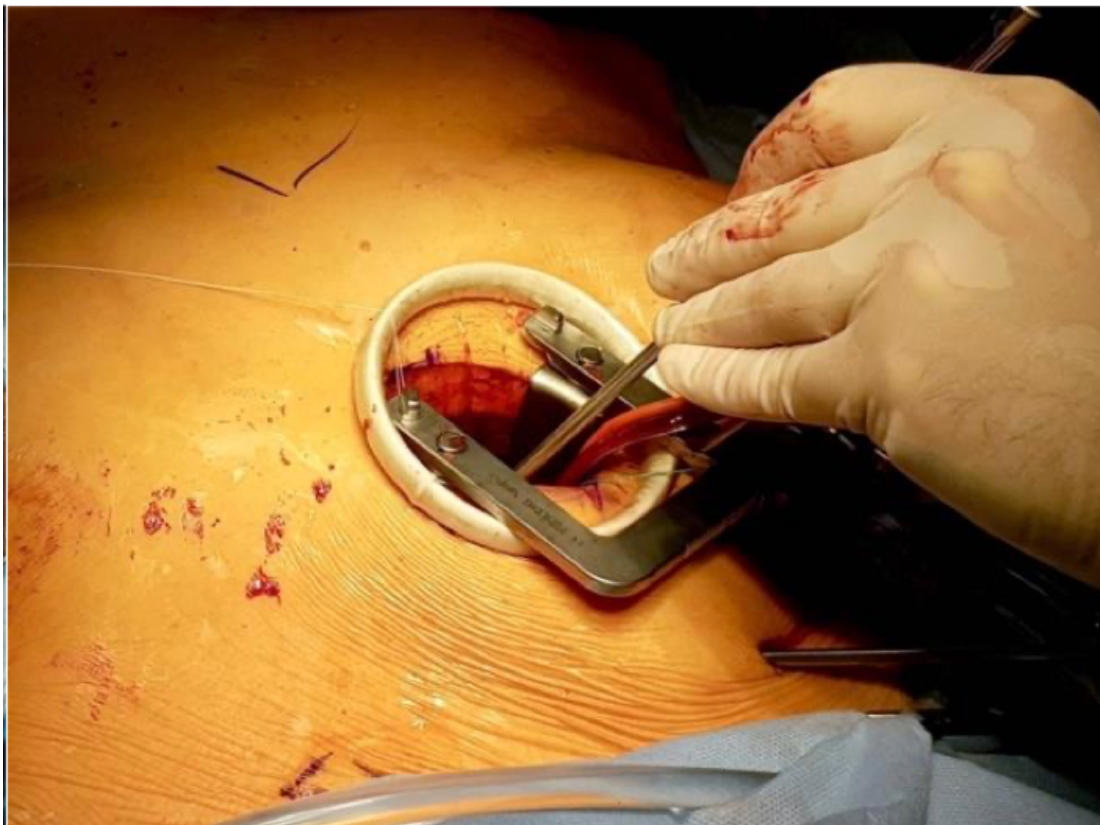


Abbildung 11: Rechtsanteriore Thorakotomie ⁶⁴ (S. 35)

Die Kanülierung für die Herzlungenmaschine erfolgte in 42% (n = 77) der Eingriffe femoral. In jeweils 26% (n = 48) der Fälle entschied man sich für eine bikavale beziehungsweise eine Two-stage Kanülierung. (Tabelle 7)

Eine einfache Tumorentfernung wurde bei 52% (n = 95) der Teilnehmenden durchgeführt. Bei 42% (n = 82) wurde die Tumorexzision mit einem weiteren kardiochirurgischen Eingriff kombiniert. So erfolgte bei 39 Patient*innen (21%) zusätzlich die Anlage eines aortokoronaren Bypasses, bei 6,6% ein Aortenklappenersatz, bei 2,2% ein Mitralklappenersatz, bei 5,5% eine Mitralklappenrekonstruktion und bei 2,2% eine Trikuspidalklappenrekonstruktion. (Tabelle 7)

Die Operationszeit betrug im Median 165 Minuten $\pm$ 110 Minuten, mit einer kardiopulmonalen Bypasszeit von 94 Minuten $\pm$ 42 Minuten und einer Aortenklemmzeit von 46 Minuten $\pm$ 29 Minuten. (Tabelle 7)

41% der Teilnehmenden (n = 75) bekamen im Laufe der Operation ein Erythrozytenkonzentrat transfundiert. (Tabelle 7)

Der Krankenhausaufenthalt der Teilnehmenden dauerte im Median 11 Tage $\pm$ 6,5 Tage. Die Gesamtmortalität betrug nach 10 Jahren 14% (n = 25). (Tabelle 7)

4.5 Untergruppenanalyse

4.5.1. Präoperative Daten in Bezug auf Geschlecht und Dignität

Männliche Studienteilnehmer zeigten in einer Analyse in Bezug auf das Geschlecht signifikant häufiger eine eingeschränkte linksventrikuläre Funktion von < 30% (12% vs. 2,3%, p = 0,019). Weibliche Teilnehmerinnen zeigten präoperativ signifikant häufiger zerebrale Ischämien (31% vs. 18%, p = 0,043). (Tabelle 8)

Teilnehmende mit einem benignen Herztumor waren signifikant häufiger aktive Rauchende (24% vs. 0%, p = 0,042). (Tabelle 12)

4.5.2. Tumorcharakteristik in Bezug auf Geschlecht und Dignität

Tumore, die im linken Vorhof lokalisiert waren, traten in einer Analyse in Bezug auf die Dignität signifikant häufiger bei weiblichen Teilnehmerinnen auf (67% vs. 49%, p < 0,001). Ventrikuläre Tumore fanden sich signifikant häufiger bei Männern (20% vs. 7%, p = 0,013). Tumore im linken Vorhof waren signifikant häufiger benigne (linksatrial 67% vs. 21%, p < 0,001), rechtsatrial gelegene signifikant häufiger maligne (64% vs. 19%, p < 0,001). (Tabelle 13)

Eine Anheftung an das Vorhofseptum war signifikant häufiger bei Tumoren von weiblichen Patientinnen (30% vs. 17%, p = 0,041). Myxome traten signifikant häufiger bei Frauen auf, (70% vs. 38%, p < 0,001), andere gutartige Tumore bei Männern (36% vs. 18%, p = 0,008). Benigne Tumore wurden signifikant häufiger vollständig reseziert (95% vs. 79%, p = 0,041). (Tabelle 9)

4.5.3. Intra- und postoperative Daten in Bezug auf Geschlecht und Dignität

Die mediane Sternotomie fand in der Gruppe der männlichen Teilnehmer signifikant häufiger Anwendung als bei weiblichen Teilnehmerinnen (66% vs. 49%, $p = 0,017$). Ein minimalinvasiver Zugang wurde signifikant häufiger bei weiblichen Teilnehmerinnen durchgeführt (51% vs. 31%, $p = 0,005$). Die femorale Kanülierung wurde signifikant häufiger bei Frauen genutzt (50% vs. 35%, $p = 0,042$), die Two-Stage-Kanülierung signifikant häufiger bei Männern (34% vs. 18%, $p = 0,017$). (Tabelle 11)

Der postoperative Krankenhausaufenthalt war bei männlichen Patienten signifikant länger (12 Tage $\pm$ 7,9 Tage vs. 11 Tage $\pm$ 4,5 Tage, $p < 0,001$). (Tabelle 11)

Bei benignen Tumoren wurde signifikant häufiger der minimalinvasive Zugang gewählt (77% vs. 7,1%, $p = 0,008$). Die femorale Kanülierung wurde signifikant häufiger bei benignen (45% vs. 7,1%, $p = 0,005$) und die Two-stage Kanülierung signifikant häufiger bei malignen Tumoren (64% vs. 23%, $p = 0,002$) angewendet. (Tabelle 15)

Die Gesamtmortalität war bei malignen Tumoren signifikant schlechter als bei benignen (36% vs. 12%, $p=0,027$). (Tabelle 15)

4.5.4. Cox-Regression Analyse für das Gesamtüberleben

Die Manifestation eines bösartigen Tumors beeinflusste die Gesamtüberlebensraten von Patient*innen mit Herztumoren signifikant (HR 5.25, CI 1.26 – 21.76; $p = 0,01$). Im Hinblick auf weitere bösartige Tumore in der Anamnese wurde die Gesamtüberlebensrate von Patient*innen mit Herztumoren nur durch Lungenkrebs signifikant beeinflusst (HR 3.98, CI 1.15 – 13.76; $p=0,03$).

5. Diskussion

Bei Herztumoren handelt es sich um seltene Entitäten. In der Literatur wird eine Inzidenz von 0,001 - 0,3% beschrieben.¹⁻⁴ In den vergangenen 12 Jahren wurden am Herzzentrum der Universität Köln 183 Patient*innen mit einem Herztumor operiert, bei einer Gesamtzahl von über 2.000 kardiochirurgischer Eingriffe pro Jahr. Insgesamt ist das in dieser Arbeit untersuchte Kollektiv eines der Größten gegenüber vergleichbaren Studien. Bisherige Studien mit vergleichbaren Kollektiven sind mit Teilnehmendenzahlen unter 100 deutlich kleiner.^{5,6,18} Das Kollektiv der Studie von Molina et al. mit 124 Teilnehmenden und die Kollektive von Hoffmeier et al. und Mkalaluh et al. sind mit jeweils 181 Patient*innen mit Herztumoren in der Größe vergleichbar.^{1,3,24}

In den bisher publizierten Arbeiten liegt das Durchschnittsalter der operierten Patient*innen bei 40 Jahren - 60 Jahren zum Zeitpunkt der Operation.^{1,3,6,51} Mit einem Durchschnittsalter von 60 Jahren $\pm$ 16 Jahren findet sich das Kollektiv in dieser Arbeit im oberen Bereich der bisherigen Studienlage wieder.

In einigen der genannten vergleichbaren Analysen wurde ein häufigeres Auftreten für das weibliche Geschlecht beschrieben.^{1,5,6} Im Kollektiv in dieser Arbeit zeigt sich kein geschlechtsabhängiges Auftreten (48% weiblich).

Die häufigsten Vorerkrankungen der Studienteilnehmenden in dieser Arbeit wie arterielle Hypertonie, Schlaganfall und Diabetes mellitus Typ II finden sich auch bei den Teilnehmenden anderer Analysen.¹ Circa ein Fünftel des Kollektivs dieser Arbeit weist präoperativ ein VHF auf, in der vergleichbaren Studie von Mkalaluh et al. war der Anteil mit 15,9% nur wenige Prozentpunkte geringer.¹ Im Kollektiv in dieser Arbeit zeigen Patientinnen gegenüber männlichen Studienteilnehmern präoperativ signifikant häufiger eine zerebrale Ischämie. Über ein Drittel dieser Teilnehmenden haben eine Herzinsuffizienz NYHA III - IV. In einer vergleichbaren Analyse war der Anteil an Patient*innen in diesem Stadium der Herzinsuffizienz deutlich geringer (7%).¹ Insgesamt hat 8% des Kollektivs in dieser Arbeit eine LVEF < 30%, insbesondere Männer zeigen signifikant häufiger eine derart eingeschränkte LVEF. Mit 4,5% ergab die Untersuchung des Kollektivs von Mkalaluh et al. ein vergleichbares Ergebnis.¹ 11% der Teilnehmenden des Kollektivs in dieser Arbeit wurden in der Vergangenheit bereits am Herzen operiert, entsprechende Zahlen fanden sich bei der Studie von Mkalaluh et al.¹

Zum Zeitpunkt der Operation war ein Fünftel des Studienkollektivs in dieser Arbeit aktiv rauchend. Dies spiegelt die Ergebnisse von Mkalaluh et al. wieder.¹ In der Analyse dieser Arbeit zeigt sich ein statistisch signifikanter Unterschied im Hinblick auf das Auftreten benigner Herztumore bei aktiven Rauchenden gegenüber malignen Tumoren.

Über 40% der Patient*innen des Kollektivs in dieser Arbeit beklagen Dyspnoe, AP oder Palpitationen vor der Diagnose. Mit 24% folgten zerebrale Embolien als klinische Manifestation. Auch unspezifische Symptome wie Fieber (2,7%), Synkope (4,9%) und Schwindel (3,3%) manifestieren sich in diesem Kollektiv. Die in dieser Arbeit erhobenen Daten bestätigen somit die für Herztumore bisher erforschte Symptomatik, die neben hämodynamisch bedingten Symptomen wie Dyspnoe, AP, Schwindel und Synkopen auch durch Embolisierung bedingte Symptome wie systemische Insulte oder TIA beinhaltet.^{1,4-7,17,24}

Als Goldstandard zur präoperativen Diagnostik von Herztumoren und als Screeningmethode gilt aktuell die Echokardiographie. Dabei erlaubt die TTE neben einer Beurteilung der Tumorgröße, der Lokalisation und Mobilität auch Aussagen über die Perikardbeteiligung und die hämodynamische Bedeutung der kardialen Masse. Auch kleine Tumore und Tumore mit einer Klappenbeteiligung sind gut darstellbar.^{18,54} Die TEE findet Anwendung bei einer fraglichen Anheftungsstelle oder einer Abgrenzung zu intraatrialen Septen oder Vorhofaneurysmen.^{14,18,54} Zur weiteren OP-Planung kann ein MRT durchgeführt werden. Es erlaubt eine detaillierte Beurteilung der Herzkammern und des Perikards, zudem kann eine Aussage über eine mögliche Infiltration oder Vaskularisierung getroffen werden.^{14,18,39,56} Ein CT dient dem Nachweis von Verkalkungen und zur Beurteilung benachbarter Gewebe wie Lungen- und Brustgewebe. Im Rahmen der Metastasensuche ist zudem ein Staging maligner Herztumore möglich.^{14,18,39} Nur selten finden die Real Time-Three-Dimension Echokardiographie, die Angiographie und das PET eine Anwendung in der Diagnostik.¹⁷ In der klinischen Untersuchung kann ein frühsystolischer Extraton, Tumor-Plop genannt, auf einen Herztumor hinweisen und so die oben genannten weiterführende Diagnostik initiieren.^{7,13,14,18} Zusammenfassend ist bei unspezifischer oder fehlender Beschwerdesymptomatik bei Vorliegen eines Herztumors der Einsatz von bildgebenden Modalitäten von hoher Bedeutung für die Diagnosestellung und OP-Planung. Bei Verdacht auf eine kardiale Erkrankung sollte also schnellstmöglich eine transthorakale Echokardiographie durchgeführt werden, um einen Herztumor als mögliche Ursache zu eruieren. Sollte sich hierbei eine intrakardiale Masse zeigen, stellt eine transösophageale Echokardiographie das Diagnostikum der Wahl dar, um diese genauer darzustellen. In der Regel ist keine weitere bildgebende Diagnostik notwendig. Zur genaueren OP-Planung oder Beurteilung des benachbarten Gewebes kann im weiteren Verlauf dann noch auf ein Kardio-MRT oder -CT zurückgegriffen werden.

Myxome sind in der Studie dieser Arbeit die häufigste Tumorart. Dieses Ergebnis entspricht vergleichbaren Analysen.^{1,3,5,6} Sie treten in der dieser Arbeit zugrundeliegenden Studie signifikant häufiger bei Frauen auf, andere gutartige Tumore signifikant häufiger bei Männern.

Der Anteil bösartiger Tumore am Gesamtkollektiv ist mit 7,7 % kleiner als in Vergleichsarbeiten.^{1,3,5} Die häufigsten primär malignen Tumore sind Sarkome.^{1,3} 2,7% des Kollektivs in dieser Arbeit haben ein Sarkom und 4,9% einen anderen bösartigen Tumor. Am häufigsten sind die Tumore der Patient*innen im linken Vorhof lokalisiert. In bisherigen Analysen zeigte sich, dass ein Großteil der Myxome dem linken Vorhof entspringt.^{6,8,9,41,42} Tumore des linken und rechten Vorhofs sind signifikant häufiger benigne. Dabei treten Tumore des linken Vorhofs signifikant häufiger bei Frauen auf. Tumore mit einer ventrikulären Lokalisation signifikant häufiger bei männlichen Teilnehmern. Da Myxome über die Hälfte unserer Herztumore ausmachen, lässt sich vermuten, dass sie für das gehäufte Vorkommen im linken Vorhof und das signifikant häufigere Auftreten von Tumoren im linken Vorhof bei den weiblichen Teilnehmerinnen des Kollektivs in dieser Arbeit verantwortlich sind.

In bisherigen Untersuchungen wurde für Myxome ein Ursprung an der Fossa ovalis des Septum interatriale beschrieben. Über einen Stiel ist eine Anheftung an dieses möglich.^{6,8,9,41,42} Ein Fünftel der Herztumore des Kollektivs dieser Arbeit zeigt eine Anheftung an das Vorhofseptum. Dabei ist dies signifikant häufiger bei weiblichen Teilnehmerinnen der Fall. Für PFE ist eine valvuläre Lokalisation typisch.^{12,47,48} In 15% der Fälle ist in unserer Analyse eine Herzklappe beteiligt.

Der Verdacht eines gehäuften Auftretens von Herztumoren bei Patient*innen mit einem bekannten soliden neoplastischen Tumor¹ bestätigt sich in der Analyse dieser Arbeit nicht, da dies lediglich bei insgesamt 13% der Teilnehmenden der Fall ist.

Die chirurgische Therapie gilt als wirksamste Therapie von Herztumoren.^{1,10,18,35,51,53} Eine vollständige Resektion sollte angestrebt werden und gelingt entsprechend der Datenlage bei benignen Tumoren in der Regel.^{1,35,53} Entsprechend der Analyse dieser Arbeit gelingt dies in 94% der Fälle und dabei signifikant häufiger bei benignen Tumoren. Die Herzchirurgie kann durch eine adjuvante Therapie in Form einer Strahlen- oder Chemotherapie ergänzt werden, ein Überlebensvorteil konnte bisher nicht eindeutig nachgewiesen werden.^{1,13,14,51-53} Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei einer Strahlentherapie ein erhöhtes Risiko für eine strahleninduzierte kardiale Toxizität besteht.^{52,61} Für die bestmögliche Behandlung ist immer ein multiprofessionelles interdisziplinäres Behandlungsteam an einem Zentrum notwendig.^{17,59} Die Kohorte dieser Arbeit zeigt insgesamt gute chirurgische Ergebnisse und unterstützt damit die Herzchirurgie als Therapie der Wahl für gut- und bösartige Herztumore.

Insgesamt ist das chirurgische Vorgehen abhängig von Größe und Lage des Herztumors.^{1,3,10} Bisher wurde die mediane Sternotomie als Standardzugang beschrieben.¹⁸ Aufgrund einer schnelleren Genesung und einem einhergehenden kürzeren Krankenhausaufenthalt stellen

minimalinvasive Zugänge eine Alternative dar.^{19,20} Dabei sollte jedoch die längere Operationsdauer bei jenen Eingriffen beachtet werden.²⁰ Bei komplizierten Lageverhältnissen kann neben einem biatrialen Zugang auch eine Ex-Situ-Resektion notwendig sein.^{16,18,24} Bei isolierten gutartigen Tumoren ohne Notwendigkeit von Begleiteingriffen wurde am Herzzentrum Köln die minimalinvasive Technik mittels rechtsseitiger anteriorer Thorakotomie angewendet. Dieses Vorgehen wurde durch die Arbeitsgruppe bereits zuvor als praktikabel und sicher beschrieben.^{60,65} Dabei wird der minimalinvasive Zugang signifikant häufiger bei benignen Tumoren und signifikant häufiger bei weiblichen Teilnehmerinnen angewendet. Für den kardiopulmonalen Bypass werden bei einem minimalinvasiven Vorgehen die femorale und juguläre Kanülierung benutzt. Damit erklärt sich die erhöhte Rate femoraler Kanülierungen in der vorliegenden Analyse. Eine mediane Sternotomie mit einer bikavalen Kanülierung kommt bei einem infiltrativen Wachstum, einem begleitenden CABG und einer erwarteten komplexen Operation zum Einsatz. Die mediane Sternotomie wird in unserer Analyse signifikant häufiger bei Männern gewählt.

Die Analyse in dieser Arbeit bekräftigt, wie vergangene Analysen bereits zeigten, ein besseres Outcome für Patient*innen mit einem gutartigen Herztumor.^{1,5,16} So bestätigt sich in den Auswertungen, dass Patient*innen mit einem gutartigen Herztumor ein besseres kurz- und langfristiges Ergebnis aufweisen als jene, mit einem malignen Tumor. Dies führen wir auf einen insgesamt schlechteren Allgemeinzustand und eine schlechte Operabilität der Patient*innen mit einem bösartigen Tumor in unserem Kollektiv zurück. Mit einer Gesamtmortalität von 37% haben maligne Herztumore insgesamt ein schlechteres Outcome. Dieses Ergebnis stimmt mit anderen Studien überein.⁶¹

In der Cox-Regression ist Bösartigkeit ein unabhängiger Faktor für ein schlechteres Gesamtüberleben. Auch Lungenkrebs in der Vorgeschichte ist ein unabhängiger Faktor für ein schlechteres Gesamtüberleben. Dabei ist in dieser Studie zu berücksichtigen, dass nicht unterschieden wird, ob die Patient*innen an Lungenkrebs oder an einem Herztumor gestorben sind.

Einschränkungen

Bei der Studie dieser Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Singlecenter-Analyse. Dabei entstehen die üblichen Verzerrungen einer retrospektiven Studie, wie die Verwendung von postoperativen Pathologiedaten. In der Gruppe der homologen malignen Herztumore können aufgrund der Seltenheit und Diversität dieser Dignität Störfaktoren auftreten. R0-Resektionen des Herzens sind aufgrund der zwingend zu erhaltenden Funktionalität nicht immer möglich. Durch diesen Umstand wird die Gruppe der bösartigen Herztumore noch vielfältiger. Daher

sind weitere multizentrische Studien erforderlich, um die Resektion bösartiger Herztumore weiter zu erforschen.

6. Literaturverzeichnis

1. Mkalaluh S, Szczechowicz M, Torabi S, et al. Surgical Treatment of Cardiac Tumors: Insights from an 18-Year Single-Center Analysis. *Med Sci Monit* 2017; **23**: 6201-9.
2. Strotmann J. Kardiale Tumoren – Klinik, Diagnostik und Therapie. *Medizinische Klinik* 2008; **103**(3): 175-80.
3. Molina JE, Edwards JE, Ward HB. Primary cardiac tumors: experience at the University of Minnesota. *Thorac Cardiovasc Surg* 1990; **38 Suppl 2**: 183-91.
4. Mankad R, Herrmann J. Cardiac tumors: echo assessment. *Echo Res Pract* 2016; **3**(4): R65-r77.
5. Bakaeen FG, Reardon MJ, Coselli JS, et al. Surgical outcome in 85 patients with primary cardiac tumors. *Am J Surg* 2003; **186**(6): 641-7; discussion 7.
6. Steger CM, Hager T, Ruttman E. Primary cardiac tumours: a single-center 41-year experience. *ISRN Cardiol* 2012; **2012**: 906109.
7. Schubel PDmB, Minden DmH-H, Just DmS. Herzchirurgisches Handbuch - Tumoren des Herzens: Dr. med. Sören Just 2002.
8. Lee KS, Kim GS, Jung Y, et al. Surgical resection of cardiac myxoma-a 30-year single institutional experience. *J Cardiothorac Surg* 2017; **12**(1): 18.
9. Pucci A, Gagliardotto P, Zanini C, Pansini S, di Summa M, Mollo F. Histopathologic and clinical characterization of cardiac myxoma: review of 53 cases from a single institution. *Am Heart J* 2000; **140**(1): 134-8.
10. McAllister HA, Jr., Hall RJ, Cooley DA. Tumors of the heart and pericardium. *Curr Probl Cardiol* 1999; **24**(2): 57-116.
11. Devanabanda AR, Lee LS. Papillary Fibroelastoma. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing
Copyright © 2021, StatPearls Publishing LLC.; 2021.
12. Ngaage DL, Mullany CJ, Daly RC, et al. Surgical treatment of cardiac papillary fibroelastoma: a single center experience with eighty-eight patients. *Ann Thorac Surg* 2005; **80**(5): 1712-8.
13. Libby P, Bonow RO, Mann DL, et al. Braunwald's Heart Disease, Single Volume: A Textbook of Cardiovascular Medicine: Elsevier; 2021.
14. Tyebally S, Chen D, Bhattacharyya S, et al. Cardiac Tumors. *JACC: CardioOncology* 2020; **2**(2): 293-311.
15. Krams M. Kurzlehrbuch Pathologie: Georg Thieme Verlag; 2010.
16. Taguchi S. Comprehensive review of the epidemiology and treatments for malignant adult cardiac tumors. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2018; **66**(5): 257-62.
17. Yanagawa B, Mazine A, Chan EY, et al. Surgery for Tumors of the Heart. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2018; **30**(4): 385-97.
18. Wahba A, Liebold A, Bauer MF, Birnbaum D. Primäre gutartige Tumoren des Herzens. *Dtsch Arztebl International* 1994; **91**(50): A-3499-A-506.
19. Kenawy A, Abdelbar A, Zacharias J. Minimally invasive resection of benign cardiac tumors. *J Thorac Dis* 2021; **13**(3): 1993-9.
20. Moscarelli M, Rahouma M, Nasso G, et al. Minimally invasive approaches to primary cardiac tumors: A systematic review and meta-analysis. *J Card Surg* 2021; **36**(2): 483-92.
21. Colombo R. De re anatomica: libri 15; 1559.
22. Barnes AR, Beaver DC, Snell AM. Primary sarcoma of the heart: Report of a case with electrocardiographic and pathological studies. *American Heart Journal* 1934; **9**(4): 480-91.
23. Beck CS. AN INTRAPERICARDIAL TERATOMA AND A TUMOR OF THE HEART: BOTH REMOVED OPERATIVELY. *Ann Surg* 1942; **116**(2): 161-74.
24. Hoffmeier A, Sindermann JR, Scheld HH, Martens S. Cardiac tumors--diagnosis and surgical treatment. *Dtsch Arztebl Int* 2014; **111**(12): 205-11.
25. Born F, Hagl C. Herz-Lungen-Maschine. In: Kramme R, ed. Medizintechnik: Verfahren - Systeme - Informationsverarbeitung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2016: 1-24.

26. Amano J, Nakayama J, Yoshimura Y, Ikeda U. Clinical classification of cardiovascular tumors and tumor-like lesions, and its incidences. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2013; **61**(8): 435-47.
27. Burke A, Tavora F. The 2015 WHO Classification of Tumors of the Heart and Pericardium. *J Thorac Oncol* 2016; **11**(4): 441-52.
28. Burke A, Virmani R. Tumors of the heart and great vessels: Amer Registry of Pathology; 1996.
29. Burke A. Primary malignant cardiac tumors. *Semin Diagn Pathol* 2008; **25**(1): 39-46.
30. Carney JA, Gordon H, Carpenter PC, Shenoy BV, Go VL. The complex of myxomas, spotty pigmentation, and endocrine overactivity. *Medicine (Baltimore)* 1985; **64**(4): 270-83.
31. Vidaillet HJ, Jr., Seward JB, Fyke FE, 3rd, Su WP, Tajik AJ. "Syndrome myxoma": a subset of patients with cardiac myxoma associated with pigmented skin lesions and peripheral and endocrine neoplasms. *Br Heart J* 1987; **57**(3): 247-55.
32. Krombach GA, Spuentrup E, Buecker A, et al. [Heart tumors: magnetic resonance imaging and multislice spiral CT]. *Rofo* 2005; **177**(9): 1205-18.
33. McCarthy PM, Piehler JM, Schaff HV, et al. The significance of multiple, recurrent, and "complex" cardiac myxomas. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; **91**(3): 389-96.
34. Stratakis CA, Carney JA, Lin JP, et al. Carney complex, a familial multiple neoplasia and lentiginosis syndrome. Analysis of 11 kindreds and linkage to the short arm of chromosome 2. *J Clin Invest* 1996; **97**(3): 699-705.
35. Sarjeant JM, Butany J, Cusimano RJ. Cancer of the heart: epidemiology and management of primary tumors and metastases. *Am J Cardiovasc Drugs* 2003; **3**(6): 407-21.
36. Rerkpattanapipat P, Wongpraparut N, Jacobs LE, Kotler MN. Cardiac manifestations of acquired immunodeficiency syndrome. *Arch Intern Med* 2000; **160**(5): 602-8.
37. Schneider SRB, Sindermann JR, Welp H, et al. Herztumor als Manifestation eines Li-Fraumeni-Syndroms. *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 2009; **23**(1): 23-6.
38. Keeling IM, Oberwalder P, Anelli-Monti M, et al. Cardiac myxomas: 24 years of experience in 49 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; **22**(6): 971-7.
39. Kassop D, Donovan MS, Cheezum MK, et al. Cardiac Masses on Cardiac CT: A Review. *Curr Cardiovasc Imaging Rep* 2014; **7**(8): 9281.
40. Kaminaga T, Takeshita T, Kimura I. Role of magnetic resonance imaging for evaluation of tumors in the cardiac region. *Eur Radiol* 2003; **13 Suppl 6**: L1-10.
41. Velicki L, Nicin S, Mihajlovic B, Kovacevic P, Susak S, Fabri M. Cardiac myxoma: clinical presentation, surgical treatment and outcome. *J buon* 2010; **15**(1): 51-5.
42. Zheng JJ, Geng XG, Wang HC, Yan Y, Wang HY. Clinical and histopathological analysis of 66 cases with cardiac myxoma. *Asian Pac J Cancer Prev* 2013; **14**(3): 1743-6.
43. Amano J, Kono T, Wada Y, et al. Cardiac myxoma: its origin and tumor characteristics. *Annals of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2003; **9**(4): 215-21.
44. Nehaj F, Sokol J, Mogan M, et al. Outcomes of Patients with Newly Diagnosed Cardiac Myxoma: A Retrospective Multicentric Study. *Biomed Res Int* 2018; **2018**: 8320793.
45. Basso C, Valente M, Poletti A, Casarotto D, Thiene G. Surgical pathology of primary cardiac and pericardial tumors. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997; **12**(5): 730-7; discussion 7-8.
46. Grebenc ML, Rosado-de-Christenson ML, Green CE, Burke AP, Galvin JR. Cardiac myxoma: imaging features in 83 patients. *Radiographics* 2002; **22**(3): 673-89.
47. Tamin SS, Maleszewski JJ, Scott CG, et al. Prognostic and Bioepidemiologic Implications of Papillary Fibroelastomas. *J Am Coll Cardiol* 2015; **65**(22): 2420-9.
48. Sydow K, Willems S, Reichenspurner H, Meinertz T. Papillary fibroelastomas of the heart. *Thorac Cardiovasc Surg* 2008; **56**(1): 9-13.
49. Sun JP, Asher CR, Yang XS, et al. Clinical and echocardiographic characteristics of papillary fibroelastomas: a retrospective and prospective study in 162 patients. *Circulation* 2001; **103**(22): 2687-93.
50. Valente M, Basso C, Thiene G, et al. Fibroelastic papilloma: A not-so-benign cardiac tumor. *Cardiovascular Pathology* 1992; **1**(2): 161-6.
51. Hammami MB, Al-Wawi MZ, Fazel H, Oudih M. Incidence, prognostic significance, and survival outcomes of primary cardiac sarcoma: An updated population-based retrospective study. *Anatol J Cardiol* 2021; **25**(2): 104-10.

52. Orlandi A, Ferlosio A, Roselli M, Chiariello L, Spagnoli LG. Cardiac sarcomas: an update. *J Thorac Oncol* 2010; **5**(9): 1483-9.
53. Strecker T, Rösch J, Weyand M, Agaimy A. Primary and metastatic cardiac tumors: imaging characteristics, surgical treatment, and histopathological spectrum: a 10-year-experience at a German heart center. *Cardiovasc Pathol* 2012; **21**(5): 436-43.
54. Gulati G, Sharma S, Kothari SS, Juneja R, Saxena A, Talwar KK. Comparison of Echo and MRI in the Imaging Evaluation of Intracardiac Masses. *CardioVascular and Interventional Radiology* 2004; **27**(5): 459-69.
55. Zaragoza-Macias E, Chen MA, Gill EA. Real time three-dimensional echocardiography evaluation of intracardiac masses. *Echocardiography* 2012; **29**(2): 207-19.
56. O'Donnell DH, Abbara S, Chaithiraphan V, et al. Cardiac tumors: optimal cardiac MR sequences and spectrum of imaging appearances. *AJR Am J Roentgenol* 2009; **193**(2): 377-87.
57. Mettler FA, Jr., Huda W, Yoshizumi TT, Mahesh M. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog. *Radiology* 2008; **248**(1): 254-63.
58. Rahbar K, Seifarth H, Schäfers M, et al. Differentiation of malignant and benign cardiac tumors using 18F-FDG PET/CT. *J Nucl Med* 2012; **53**(6): 856-63.
59. Lyon AR, López-Fernández T, Couch LS, et al. 2022 ESC Guidelines on cardio-oncology developed in collaboration with the European Hematology Association (EHA), the European Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) and the International Cardio-Oncology Society (IC-OS): Developed by the task force on cardio-oncology of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal* 2022; **43**(41): 4229-361.
60. Gaisendrees C, Mader N, Sabashnikov A, Schlachtenberger G, Suhr L, Wahlers T. Minimally invasive resection of a giant left atrial myxoma: a case report. *Perfusion* 2020; **35**(3): 263-6.
61. Antwi-Amoabeng D, Meghji Z, Thakkar S, et al. Survival Differences in Men and Women With Primary Malignant Cardiac Tumor: An Analysis Using the Surveillance, Epidemiology and End Results (SEER) Database From 1973 to 2015. *J Am Heart Assoc* 2020; **9**(10): e014846.
62. Bundesärztekammer (BÄK) KBK, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Chronische Herzinsuffizienz – Langfassung. 2019.
63. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J* 2021; **42**(36): 3599-726.
64. van Kampen A. Rechte anterolaterale Thorakotomie vs. mediane Sternotomie als Zugangswege für den isolierten chirurgischen Aortenklappenersatz; 2021.
65. Gaisendrees C, Schlachtenberger G, Walter S, et al. Long-term outcomes after minimal right lateral thoracotomy for the resection of cardiac tumors. *Surg Oncol* 2023; **49**: 101952.
66. Gaisendrees C, Gerfer S, Schröder C, et al. Benign and malignant cardiac masses: long-term outcomes after surgical resection. *Expert Rev Anticancer Ther* 2022; **22**(10): 1153-8.

7. Anhang

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kardiales Myxom mit Stiel (weißer Pfeil) ⁴⁶ (S. 675, Abbildung 1a)	16
Abbildung 2: Papilläres Fibroelastom - unter Wasser fotografiert ¹² (S. 1715, Abbildung 5)	18
Abbildung 3: Großer linksatrialer Tumor intraoperativ.....	20
Abbildung 4: Großer linksatrialer Tumor nach Exzision	20
Abbildung 5: TTE - Darstellung einer großen mobilen Masse mit Anheftung an das interatriale Septum (weißer Pfeil) ¹⁴ (S. 298, Abbildung 2)	22
Abbildung 6: MRT-Aufnahme (nach Gadoliniumgabe) des in Abbildung 1 dargestellten Tumors (weißer Pfeil) ¹⁴ (S. 298, Abbildung 2)	24
Abbildung 7: Gegenüberstellung TTE (A) und MRT (C) zu einer CT-Aufnahme (B) des in Abbildung 1 und 2 dargestellten Tumors ¹⁴ (S. 298, Abbildung 2)	25
Abbildung 8: NYHA-Klassifikation zur Einteilung der Herzinsuffizienz ⁶⁰ (Tabelle 4)	32
Abbildung 9: Beurteilung der Herzinsuffizienz anhand der Ejektionsfraktion nach ESC ⁶⁰ (Tabelle 2)	33
Abbildung 10: Mediane Sternotomie ⁶² (S.29)	36
Abbildung 11: Rechtsanteriore Thorakotomie ⁶² (S. 35)	36
Abbildung 12: Kaplan-Meier Überleben der Gesamtkohorte.....	55
Abbildung 13: Kaplan-Meier Überleben in Bezug auf das Geschlecht.....	56
Abbildung 14: Kaplan Meier Überleben in Bezug auf die Tumordignität.....	56

7.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: WHO Histologische Klassifikation von Herztumoren – modifiziert nach Amano et al. ^{4,5}	13
Tabelle 2: Tabellarische Darstellung der Differentialdiagnosen von Herztumoren ^{10,12,14,35} (Libby et al. S. 254, Tab. 16.11).....	15
Tabelle 3: Tabellarische Übersicht der ausgewerteten Variablen	29
Tabelle 4: Präoperative Grunddaten der Patienten	48
Tabelle 5: Eigenschaften der Herztumore	49
Tabelle 6: Tumore in anderen Bereichen	49
Tabelle 7: Intra- und postoperative Daten	50
Tabelle 8: Untergruppenanalyse zu präoperativen Grunddaten der Patienten in Bezug auf das Geschlecht, % (n).....	50
Tabelle 9: Untergruppenanalyse zu Eigenschaften der Herztumore in Bezug auf das Geschlecht, % (n).....	51

Tabelle 10: Untergruppenanalyse zu Tumoren in anderen Bereichen in Bezug auf das Geschlecht, % (n).....	52
Tabelle 11: Untergruppenanalyse zu intraoperativen und postoperativen Daten in Bezug auf das Geschlecht, % (n).....	52
Tabelle 12: Untergruppenanalyse zu präoperativen Grunddaten in Bezug auf die Tumordignität, % (n).....	53
Tabelle 13: Untergruppenanalyse für Eigenschaften der Herztumore, % (n).....	53
Tabelle 14: Untergruppenanalyse für Tumore in weiteren Bereichen in Bezug auf die Tumordignität, % (n).....	54
Tabelle 15: Untergruppenanalyse zu intraoperativen und postoperativen Daten in Bezug auf die Tumordignität, % (n).....	54
Tabelle 16: Cox regression Analyse für das Gesamtüberleben	55

7.3 Tabellarische Darstellung der Ergebnisse

7.3.1. Deskriptive Analyse des Gesamtkollektivs

Tabelle 4: Präoperative Grunddaten der Patienten

Variable	Wert
Anzahl der Patient*innen	183
Alter, Jahre	60 ± 16
Weiblich, % (n)	48 (88)
Bodymass-Index, kg/m ²	26 ± 6.2
Chronische Lungenerkrankung, % (n)	6,6 (12)
Stattgehabter Schlaganfall, % (n)	20 (36)
Stattgehabte TIA, % (n)	6,6 (12)
Arterielle Hypertonie, % (n)	54 (98)
Diabetes mellitus, % (n)	15 (28)
Periphere Gefäßerkrankung, % (n)	11 (21)
Vorhofflimmern, % (n)	22 (41)
Koronare Herzkrankheit, % (n)	37 (68)
Stattgehabte perkutane Koronarintervention, % (n)	10 (19)
Stattgehabte Herzoperation, % (n)	11 (20)
Aktuell rauchend, % (n)	22 (40)
Ehemalig rauchend, % (n)	13 (24)
NYHA ≥ 3, % (n)	37 (68)
Dyspnoe / Angina pectoris / Palpitationen, % (n)	42 (77)
Zerebrale Ischämie, % (n)	24 (44)
Fieber, % (n)	2.7 (5)
Synkope, % (n)	4.9 (9)
Schwindel, % (n)	3.3 (6)
LVEF > 55 %, % (n)	40 (74)
LVEF 45 – 55 %, % (n)	36 (66)

LVEF 30 – 45 %, % (n)	11 (20)
LVEF < 30 %, % (n)	7,7 (14)

Tabelle 5: Eigenschaften der Herztumore

Variable	Anzahl der Patienten, % (n)
Linker Vorhof	63 (116)
Rechter Vorhof	22 (41)
Perikardial	0.5 (1)
Mediastinal	1,6 (3)
Beteiligung interatriales Septum	23 (42)
Ventrikulär	15 (27)
Klappenbeteiligung	15 (28)
Infiltratives Wachstum	4.4 (8)
Tumor prolapiert durch Trikuspidalklappe	2.7 (5)
Tumor prolapiert durch Mitralklappe	7,1 (13)
Totale Resektion	94 (172)
Malignität	7,7 (14)
Myxom	54 (98)
Fibroelastom	11 (21)
Anderer benigner Tumor	27 (50)
Sarkom	2.7 (5)
Anderer maligner Tumor	4.9 (9)

Tabelle 6: Tumore in anderen Bereichen

Variable	Anzahl der Patienten, % (n)
Malignität	13 (24)
Mammakarzinom	2,7 (5)
Prostatakarzinom	1,6 (3)
Analkarzinom	0 (0)
Lymphom	1,1 (2)
Melanom	0,5 (1)
Kolonkarzinom	0,5 (1)
Sarkom	1,1 (2)
Cervixkarzinom	1,1 (2)
Nierenkarzinom	1,6 (3)
Lungenkarzinom	2,7 (5)
Leukämie / Myeloproliferative Syndrome	0 (0)
Histiozytom	0 (0)
Benigne	0,5 (1)
Leberhämangiom	0 (0)

Schilddrüsenkarzinom	0,5 (1)
Leberzyste	0 (0)

Tabelle 7: Intra- und postoperative Daten

Variable	Wert
Sternotomie, % (n)	58 (106)
Laterale Thorakotomie, % (n)	0,0 (0)
Clamshell-Thorakotomie, % (n)	0,5 (1)
Minimalinvasives Verfahren, % (n)	40 (74)
Bicavale Kanülierung, % (n)	26 (48)
Two-stage Kanülierung, % (n)	26 (48)
Femorale Kanülierung, % (n)	42 (77)
Einfache Tumorentfernung, % (n)	52 (95)
Begleitendes Prozedere, % (n)	45 (82)
CABG, % (n)	21 (39)
AKE, % (n)	6,6 (12)
MKE, % (n)	2,2 (4)
MKR, % (n)	5,5 (10)
TKR, % (n)	2,2 (4)
Tumorentfernung von einer Herzklappe, % (n)	31 (56)
EK, % (n)	41 /75)
Operationszeit, Minuten	165 ± 110
Dauer CPB, Minuten	94 ± 42
Dauer AoX, Minuten	46 ± 29
Dauer Krankenhausaufenthalt, Tage	11 ± 6.5
Gesamtmortalität, % (n)	14 (25)
1-Jahres-Überlebensrate, % (n)	7,1 (13)
5-Jahres-Überlebensrate, % (n)	5,0 (9)
10-Jahres-Überlebensrate, % (n)	1,6 (3)

7.3.2. Untergruppenanalyse in Bezug auf das Geschlecht

Tabelle 8: Untergruppenanalyse zu präoperativen Grunddaten der Patienten in Bezug auf das Geschlecht, % (n)

Variable	Männlich (n=95)	Weiblich (n=88)	p
Alter, Jahre	60 ± 16	60 ± 16	0,864
Bodymass-Index, kg/m ²	27 ± 6.6	26 ± 5.6	0,683
Chronische Lungenerkrankung, % (n)	7,4 (7)	5,7 (5)	0,632
Stattgehabter Schlaganfall, % (n)	15 (14)	23 (22)	0,081
Stattgehabte TIA, % (n)	5,3 (5)	8,0 (7)	0,462

Arterielle Hypertonie, % (n)	55 (52)	52 (46)	0,738
Diabetes mellitus, % (n)	18 (17)	13 (11)	0,311
Periphere Gefäßerkrankung, % (n)	8,4 (8)	15 (13)	0,178
Vorhofflimmern, % (n)	23 (22)	22 (19)	0,799
Koronare Herzkrankheit, % (n)	42 (40)	32 (28)	0,150
Stattdgehabte perkutane Koronarintervention, % (n)	11 (10)	10 (9)	0,947
Stattdgehabte Herzoperation, % (n)	13 (12)	9,1 (8)	0,443
Aktuell rauchend, % (n)	23 (22)	20 (18)	0,658
Ehemalig rauchend, % (n)	14 (13)	13 (11)	0,813
NYHA 3, % (n)	28 (27)	35 (31)	0,323
Dyspnoe / Angina pectoris / Palpitationen, % (n)	48 (46)	35 (31)	0,071
Zerebrale Ischämie, % (n)	18 (17)	31 (27)	0,043
Fieber, % (n)	4,2 (4)	1,1 (1)	0,370
Synkope, % (n)	2,1 (2)	8,0 (7)	0,090
Schwindel, % (n)	3,2 (3)	3,4 (3)	1,000
LVEF > 55 %, % (n)	34 (32)	48 (42)	0,053
LVEF 45 – 55 %, % (n)	36 (34)	36 (32)	0,936
LVEF 30 – 45 %, % (n)	12 (11)	10 (9)	0,770
LVEF < 30 %, % (n)	12 (11)	2,3 (2)	0,019

Tabelle 9: Untergruppenanalyse zu Eigenschaften der Herztumore in Bezug auf das Geschlecht, % (n)

Variable	Männlich (n=95)	Weiblich (n=88)	p
Linker Vorhof	52 (49)	76 (67)	<0,001
Rechter Vorhof	25 (24)	19 (17)	0,335
Perikardial	1,1 (1)	0 (0)	1,000
Mediastinal	3,2 (3)	0 (0)	0,247
Beteiligung interatriales Septum	17 (16)	30 (26)	0,041
Ventrikulär	21 (20)	8,0 (7)	0,013
Klappenbeteiligung	18 (17)	13 (11)	0,311
Infiltratives Wachstum	7,4 (7)	1,1 (1)	0,066
Tumor prolapiert durch Trikuspidalklappe	4,2 (4)	1,1 (1)	0,370
Tumor prolapiert durch Mitralklappe	4,2 (4)	10 (9)	0,113
Totale Resektion	91 (86)	98 (86)	0,041
Malignität	11 (10)	4,5 (4)	0,128
Myxom	38 (36)	70 (62)	<0,001
Fibroelastom	14 (13)	9,1 (8)	0,330
Anderer benigner Tumor	36 (34)	18 (16)	0,008
Sarkom	3,2 (3)	2,2 (2)	1,000
Anderer maligner Tumor	7,4 (7)	2,2 (2)	0,172

Tabelle 10: Untergruppenanalyse zu Tumoren in anderen Bereichen in Bezug auf das Geschlecht, % (n)

Variable	Männlich (n=95)	Weiblich (n=88)	p
Malignität	13 (12)	14 (12)	0,632
Mammkarzinom	0 (0)	5,7 (5)	0,024
Prostatakarzinom	3,2 (3)	0 (0)	0,247
Analkarzinom	0 (0)	0 (0)	1,000
Lymphom	1,1 (1)	1,1 (1)	1,000
Melanom	1,1 (1)	0 (0)	1,000
Kolonkarzinom	1,1 (1)	0 (0)	1,000
Sarkom	0 (0)	2,3 (2)	0,230
Cervixkarzinom	0 (0)	2,3 (2)	0,230
Nierenkarzinom	2,1 (2)	1,1 (1)	1,000
Lungenkrazinom	4,2 (4)	1,1 (1)	0,370
Leukämie / Myeloproliferative Syndrome	0 (0)	0 (0)	1,000
Histiozytom	0 (0)	0 (0)	1,000
Benigne	1,1 (1)	0 (0)	1,000
Leberhämangiom	0 (0)	0 (0)	1,000
Schilddrüsenkarzinom	1,1 (1)	0 (0)	1,000
Leberzyste	0 (0)	0 (0)	1,000

Tabelle 11: Untergruppenanalyse zu intraoperativen und postoperativen Daten in Bezug auf das Geschlecht, % (n)

Variable	Männlich (n=95)	Weiblich (n=88)	p
Sternotomie, % (n)	66 (63)	49 (43)	0,017
Clamshell-Thorakotomie, % (n)	1,1 (1)	0 (0)	1,000
Minimalinvasives Verfahren, % (n)	31 (29)	51 (45)	0,005
Bicavale Kanülierung, % (n)	24 (23)	28 (25)	0,519
Two-stage Kanülierung, % (n)	34 (32)	18 (16)	0,017
Femorale Kanülierung, % (n)	35 (33)	50 (44)	0,042
Einfache Tumorentfernung, % (n)	45 (43)	59 (52)	0,061
Begleitendes Prozedere, % (n)	51 (48)	39 (34)	0,106
CABG, % (n)	24 (23)	18 (16)	0,320
AKE, % (n)	8,4 (8)	4,5 (4)	0,290
MKE, % (n)	2,1 (2)	2,2 (2)	1,000
MKR, % (n)	3,2 (3)	8,0 (7)	0,200
TKR, % (n)	2,1 (2)	2,2 (2)	1,000
Tumorentfernung von einer Herzklappe, % (n)	29 (28)	32 (28)	0,751

Dauer Krankenhausaufenthalt, Tage	12 ± 7,9	11 ± 4,5	<0,001
Gesamtmortalität, % (n)	18 (17)	9,1 (8)	0,083

7.3.3. Untergruppenanalyse in Bezug auf die Tumordignität

Tabelle 12: Untergruppenanalyse zu präoperativen Grunddaten in Bezug auf die Tumordignität, % (n)

Variable	Benigne (n=169)	Maligne (n=14)	p
Alter, Jahre	61 ± 15	62 ± 14	0,878
Bodymass-Index, kg/m ²	26 ± 6.5	27 ± 5.9	0,783
Weiblich, % (n)	50 (84)	29 (4)	0,167
Chronische Lungenerkrankung, % (n)	7 (11)	7,1 (1)	1,000
Stattgehabter Schlaganfall, % (n)	21 (36)	0 (0)	0,075
Stattgehabte TIA, % (n)	7 (11)	7,1 (1)	1,000
Arterielle Hypertonie, % (n)	54 (91)	50 (7)	0,788
Diabetes mellitus, % (n)	16 (27)	7,1 (1)	0,699
Periphere Gefäßerkrankung, % (n)	12 (20)	7,1 (1)	1,000
Vorhofflimmern, % (n)	24 (40)	7,1 (1)	0,198
Koronare Herzkrankheit, % (n)	37 (63)	36 (5)	0,907
Stattgehabte perkutane Koronarintervention, % (n)	11 (18)	7,1 (1)	1,000
Stattgehabte Herzoperation, % (n)	12 (20)	0 (0)	0,371
Aktuell rauchend, % (n)	24 (40)	0 (0)	0,042
Ehemalig rauchend, % (n)	12 (21)	21 (3)	0,401
NYHA 3, % (n)	32 (54)	29 (4)	1,000
Dyspnoe / Angina pectoris / Palpitationen, % (n)	43 (73)	29 (4)	0,287
Zerebrale Ischämie, % (n)	25 (42)	14 (2)	0,524
Fieber, % (n)	1,8 (3)	14 (2)	0,048
Synkope, % (n)	5 (8)	7,1 (1)	0,520
Schwindel, % (n)	3 (5)	7,1 (1)	0,384
LVEF > 55 %, % (n)	41 (69)	36 (5)	0,708
LVEF 45 – 55 %, % (n)	35 (59)	50 (7)	0,259
LVEF 30 – 45 %, % (n)	11 (19)	7,1 (1)	1,000
LVEF < 30 %, % (n)	8 (13)	0 (0)	0,603

Tabelle 13: Untergruppenanalyse für Eigenschaften der Herztumore, % (n)

Variable	Benigne (n=169)	Maligne (n=14)	p
Linker Vorhof	67 (113)	21 (3)	<0,001
Rechter Vorhof	19 (32)	64 (9)	<0,001
Perikardial	0 (0)	7,1 (1)	0,077

Mediastinal	0,6 (1)	14 (2)	0,016
Beteiligung interatriales Seotum	23 (39)	21 (3)	1,000
Ventrikulär	15 (25)	14 (2)	1,000
Klappenbeteiligung	16 (27)	7,1 (1)	0,699
Infiltratives Wachstum	1,8 (3)	36 (5)	<0,001
Tumor prolapiert durch Trikuspidalklappe	3,0 (5)	0 (0)	1,000
Tumor prolapiert durch Mitralklappe	7,7 (13)	0 (0)	0,603
Totale Resektion	95 (161)	79 (11)	0,041

Tabelle 14: Untergruppenanalyse für Tumore in weiteren Bereichen in Bezug auf die Tumordignität, % (n)

Variable	Benigne (n=169)	Maligne (n=14)	p
Mammakarzinom	3,0 (5)	0 (0)	1,000
Prostatakarzinom	1,8 (3)	0 (0)	1,000
Analkarzinom	0 (0)	0 (0)	1,000
Lymphom	0,6 (1)	7,1 (1)	0,148
Melanom	0 (0)	7,1 (1)	0,077
Kolonkarzinom	0,6 (1)	0 (0)	1,000
Sarkom	0,6 (1)	7,1 (1)	0,148
Cervixkarzinom	1,2 (2)	0 (0)	1,000
Nierenkarzinom	0,6 (1)	14 (2)	0,016
Lungenkarzinom	2,4 (4)	7,1 (1)	0,331
Leukämie / Myeloproliferative Syndrome	0 (0)	0 (0)	1,000
Schilddrüsenkarzinom	0,6 (1)	0 (0)	1,000
Leberhämangiom	0 (0)	0 (0)	1,000
Leberzyste	0 (0)	0 (0)	1,000

Tabelle 15: Untergruppenanalyse zu intraoperativen und postoperativen Daten in Bezug auf die Tumordignität, % (n)

Variable	Benigne (n=169)	Maligne (n=14)	p
Sternotomie, % (n)	56 (95)	79 (11)	0,103
Clamshell-Thorakotomie, % (n)	0,0 (0)	7,1 (1)	0,077
Minimalinvasives Verfahren, % (n)	77 (73)	7,1 (1)	0,008
Bicavale Kanülierung, % (n)	27 (46)	14 (2)	0,362
Two-stage Kanülierung, % (n)	23 (39)	64 (9)	0,002
Femorale Kanülierung, % (n)	45 (76)	7,1 (1)	0,005
Einfache Tumorentfernung, % (n)	53 (89)	43 (6)	0,480
Begleitendes Prozedere, % (n)	55 (75)	50 (7)	0,684

CABG, % (n)	22 (38)	7,1 (1)	0,307
AKE, % (n)	7,1 (12)	0. (0)	0,603
MKE, % (n)	2,4 (4)	0 (0)	1,000
MKR, % (n)	5,3 (9)	7,1 (1)	0,558
TKR, % (n)	2,4 (4)	0 (0)	1,000
Tumorentfernung von einer Herzklappe, % (n)	29 (49)	50 (7)	0,131
Dauer Krankenhausaufenthalt, Tage	11 ± 6,3	11 ± 8,3	0,226
Gesamtmortalität, % (n)	12 (20)	36 (5)	0,027

7.3.4. Analyse der das Gesamtüberleben beeinflussenden Faktoren

Tabelle 16: Cox regression Analyse für das Gesamtüberleben

Variable	HR	CI 95%	p-value
Malignität	5,25	1,26 – 21,76	0,02
Myxom	0,51	0,19-1,4	0,17
Primärer Tumor			
Sarkom	1,1	0,17 – 7,35	0,91
Mammakarzinom	0,46	0 – 7,2	0,53
Lungenkarzinom	3,98	1,15 – 13,76	0,03

7.3.5. Überleben

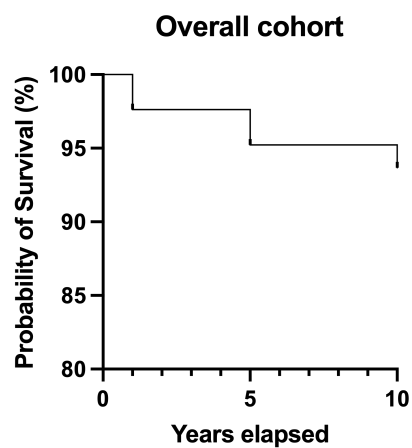


Abbildung 12: Kaplan-Meier Überleben der Gesamtkohorte

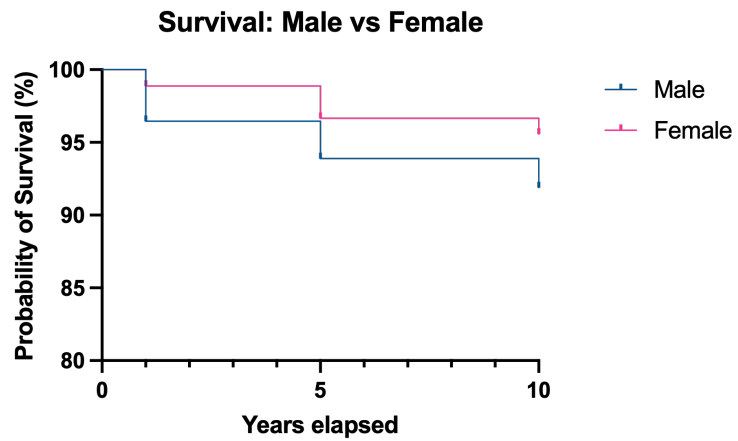


Abbildung 13: Kaplan-Meier Überleben in Bezug auf das Geschlecht

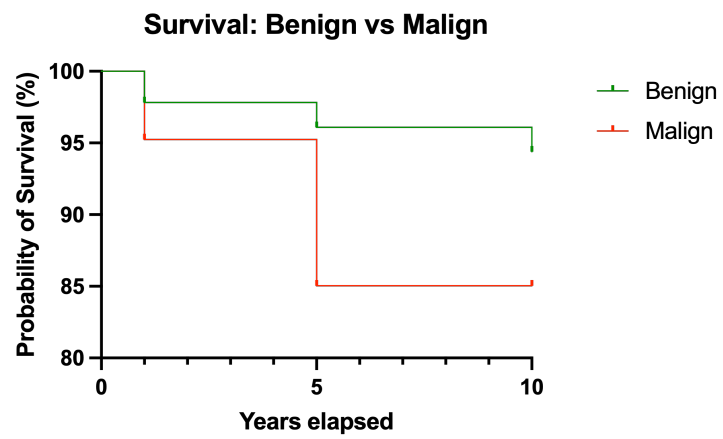


Abbildung 14: Kaplan Meier Überleben in Bezug auf die Tumordignität

8. Vorabveröffentlichungen von Ergebnissen

“Benign and malignant cardiac masses: long-term outcomes after surgical resection” C. Gaisendrees et al. in Expert Review of Anticancer Therapy Volume 22, 2022 - Issue 10 ⁶⁶