

Aus der Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle
Radiologie
Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des
Katholischen Klinikums Koblenz Montabaur
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Retrospektive Studie nach Minimal-invasiver durchleuchtungsgestützter Portimplan-
tation-Erfahrung an zwei unterschiedlichen Angiographiearbeitsplätzen

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Mohammed Khalaf aus
Hasaka, Syrien

Mainz, 2023

Tag der Promotion: 05. März 2024

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	V
1. Einleitung.....	1
1.1 Gender-Hinweis	2
1.2 Indikationen für Portsysteme.....	2
1.3 Portimplantation; Der aktuelle Stand.....	3
1.4 Portanlage und Lebensqualität	7
1.5 Portkomplikationen	10
1.5.1 Zeitpunkt des Auftretens einer Komplikation	10
1.5.2 Intraoperative Portkomplikationen	11
1.5.3 Frühkomplikationen nach der Portimplantation.....	13
1.5.4 Spätkomplikationen nach der Portimplantation.....	16
1.6 Zielsetzung der vorliegenden Dissertation	19
2. Methode und Patientengut	20
2.1 Patientenkollektiv	20
2.2 Die Altersverteilung.....	21
2.3 Verteilung der Geschlechter.....	22
2.4 Spezifikation der Portsysteme.....	25
2.5 Patientenaufklärung	28
2.6 Technische Durchführung der Portanlage.....	29
2.6.1 Implantation eines Portsystems über die Vena subclavia	31
2.6.2 Implantation eines Portsystems über Armvenen	33
2.7 Statistik	35
3. Ergebnisse.....	37
3.1 Grundkrankheit – Portindikation.....	37
3.2 Venentyp und Seitenwahl in beiden Gruppen	39

3.3	Venentyp und Seitenwahl „Philips Integris CV15“	39
3.4	Venentyp und Seitenwahl „Philips Azurion 7 C20“	40
3.5	Dauer der Portanlage, DL-Zeit und Strahlendosis in beiden Gruppen	41
3.5.1	Dauer der Portanlage, DL-Zeit und Strahlendosis „Philips Integris“	43
3.5.2	Dauer der Portanlage, DL-Zeit und Strahlendosis „Philips Azurion 7 C20“	44
3.6	Komplikationen bei Portanlage	46
3.6.1	Per-iinterventionelle Komplikationen bei Portanlage.....	47
3.6.2	Frühkomplikationen nach Portanlage	49
3.6.3	Spätkomplikationen nach Portanlage	51
3.7	Nutzungsdauer der Portsysteme.....	52
3.8	Analgesiedierung	55
3.9	Die Erfolgsquote der Portanlagen	58
4.	Diskussion	59
5.	Zusammenfassung.....	75
6.	Literaturverzeichnis	79
7.	Anhang.....	89
7.1	Abbildungsverzeichnis	91
7.2	Tabellenverzeichnis	92
8.	Danksagung.....	93
9.	Tabellarischer Lebenslauf	94

Abkürzungsverzeichnis

cm ²	Quadratcentimeter
d.....	Tag
DFP.....	Dosisflächenprodukt
ESPEN.....	European Society for Clinical Nutrition and Metabolism
g.....	Gramm
Gy.....	Gray
h.....	Stunde
KG.....	Körpergewicht
kg.....	Kilogramm
mg.....	Milligramm
min.....	Minuten
ml.....	Milliliter
mOsm.....	Milliosmol
mPa.....	Millipascal
MRT.....	Magnetresonanztomograph
MW.....	Mittelwert
QoL.....	Lebensqualität
HRQoL.....	Health-Related Quality of Life
SD.....	Standardabweichung
TIVAD.....	Totally Implantable Venous Access Devices
TPN.....	Totale parenterale Nutrition
vs.....	versus
w.....	weiblich
m.....	männlich
WHO.....	Weltgesundheitsorganisation
ZVK.....	Zentralvenöser Katheter
KKKM.....	Katholisches Klinikum Koblenz - Montabaur
pDMS.....	periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität
TSH.....	Thyroidea stimulierendes Hormon
EKG.....	Elektrokardiogramm

1. Einleitung

Seit der Erstanwendung von subkutanen Portsystemen durch Niederhuber et al. (1982) werden implantierbare zentralvenöse Ports wegen der guten Ergebnisse in der Chemotherapie verstärkt eingesetzt (Machat et al., 2019).

Bei Langzeitbehandlungen mit Chemotherapie zeigt sich ein permanenter Anstieg der Patientenzahl. Das Ziel der Versorgung durch subkutane Portsysteme besteht darin, einen sicheren Gefäßzugang über lange Zeit funktionstüchtig zu erhalten, weil die peripheren Venen durch die wiederholte intravenöse Verabreichung hochdosierter Chemotherapeutika oder hyperosmolarer Nährlösungen nicht dauerhaft genutzt werden können (Gebauer et al., 2005; Pittiruti et al., 2009; Kim et al., 2018; Nakamura et al., 2019). Entzündungen der Venenwände führen dabei in kurzer Zeit zu Schädigungen und einem Verschluss der Gefäße (Pittiruti et al., 2009).

Heute gehört die Implantation von zentralvenösen Portsystemen zu den häufigsten Eingriffen in der Chirurgie und der Radiologie.

Im Jahr 2014 wurden in Deutschland 140.000 Portimplantationen durchgeführt (Hennes und Hofmann, 2016) und in den USA waren es im selben Jahr 400.000 (Lebeaux et al., 2014). Die steigenden Zahlen sind auf die Entwicklung von neuen Therapiekonzepten (Cai et al., 2018) und eine zunehmende Karzinominzidenz zurückzuführen (Barnes et al., 2016).

Unter Berücksichtigung der aktuellen Situation in Deutschland bestand das Ziel der vorliegenden retrospektiven Studie darin, eine Analyse der zwischen 2018 und 2020 in der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Katholischen Klinikums Koblenz - Montabaur erfolgten 200 perkutanen und intravenösen Portimplantationen durchzuführen, den technischen Erfolg und die Komplikationsraten zu überprüfen und relevante Untersuchungsparameter zu erfassen, wie die Strahlenbelastung der Patienten und Patientinnen.

1.1 Gender-Hinweis

In der vorliegenden Doktorarbeit wurde möglichst darauf geachtet, eine geschlechtergerechte Sprache zu verwenden, um die Lesbarkeit zu verbessern und alle Geschlechter angemessen einzubeziehen.

1.2 Indikationen für Portsysteme

Die häufigste Indikation für die Anlage von transvenösen Portsystemen ist die Durchführung von systemischen Chemotherapien, die einen stabilen venösen Zugang erfordern. So wiesen etwa in einer Studie von Kim et al. (2019) bei insgesamt 827 Studienteilnehmern nur 6 Patienten eine benigne Erkrankung als Indikation für eine Portimplantation auf (Kim et al., 2019).

Eine weitere wichtige Indikation ist die Durchführung von wiederholten intravenösen Infusionen. Dazu gehören die Zufuhr von Blut und Blutbestandteilen, die totale parenterale Flüssigkeitssubstitution (TPN), intravenöse Medikationen und die Durchführung von Plasmapheresen und Hämodialysen. Außerdem besteht beim Einsatz von Portsystemen bei den Patienten die Möglichkeit einer Blutentnahme für das Monitoring und eine Anpassung der Behandlungsmaßnahmen (Dariushnia et al., 2010). Haeder und Jähne (2013) haben die gegenwärtig vorliegenden Indikationen für den Einsatz von Portsystemen zusammengefasst (Tab. 1).

Indikationen für die Implantation eines venösen Portsystems	
Zentralvenös	Chemotherapie Parenterale Ernährungstherapie/Infusionstherapie Blutprodukte Medikamentenapplikation Schmerztherapie Regelmäßige Blutentnahmen
Arteriell	Intraarterielle Chemotherapie Organperfusion (Leber)
Intrathekal/epidural	Regionale Anästhesie Schmerztherapie
Peritoneal	Intraperitoneale Chemotherapie Aszitespunktion

Tab. 1: Multilokuläre und multitherapeutische Indikationen für den Einsatz von Portsystemen (Haeder und Jähne, 2013).

Neben dem zentralvenösen Zugang von Portsystemen zur Substitution und Gewinnung von Blutproben wurden durch arterielle, intrathekale, epidurale und peritoneale Lokalisationen von Portsystemen die Therapiemöglichkeiten in den letzten Jahren deutlich erweitert (Lenhart et al., 2010; Teichgräber et al., 2011; Haeder und Jähne, 2013).

1.3 Portimplantation; Der aktuelle Stand

Vor einer Portimplantation sollten die Indikation und mögliche Kontraindikationen für den Eingriff abgewogen, eine schriftliche und zeitgemäße Aufklärung durchgeführt und dokumentiert und die aktuelle Medikation

bewertet werden. Lokale oder systemische Infektionen und mögliche Unverträglichkeitsreaktionen gegenüber dem Portsystem sollten überprüft und ausgeschlossen werden (Haeder und Jähne, 2013). Die Festlegung der Implantationsregion sollte auf vorherige Operationen, eine Durchführung von Bestrahlung und das Vorliegen eines Herzschrittmachers abgestimmt werden. Eine Sonografie sollte obligatorisch durchgeführt werden, um mögliche venöse Abflussstörungen verifizieren zu können. Neuere Portsysteme sind zunehmend leichter und besser handhabbar, teilweise strahlendurchlässig und für Untersuchungen in der Magnetresonanztomographie geeignet (Biffi et al., 2014).

Obwohl Portsysteme bereits vor 40 Jahren etabliert wurden (Niederhuber et al., 1982), gibt es bis heute Diskussionen über den venösen Zugangsweg. Wichtige Zugangswege für eine Portimplantation sind die Vena jugularis externa und interna beidseitig, die Vena subclavia beidseitig, die Vena basilica und die Vena cephalica (Lenhart et al., 2010). Wenn diese Zugänge durch eine Thrombose oder vorherige Operationen nicht mehr verfügbar sein sollten, dann kann in ausgewählten Fällen der Zugang auch über die Vena saphena magna oder die Vena femoralis communis am Oberschenkel oder über andere größere Venen gelegt werden (Teichgräber 2014).

Gegenwärtig gibt es zahlreiche und vollständig venös implantierbare Portsysteme von unterschiedlichen Anbietern, die, wie bereits vorher erläutert wurde, bei Patienten mit onkologischen Erkrankungen eingesetzt werden, um über längere Zeiträume eine zielgerichtete Chemotherapie durchführen zu können (Zaghal et al., 2012; Granziera et al., 2014).

Die Insertionstechnik wird dabei sehr unterschiedlich gehandhabt, sodass eine offen chirurgische einer perkutanen Implantation gegenübersteht. Die Steuerung des Eingriffs kann wahlweise mit einer Ultraschallführung oder unter Röntgendurchleuchtung fluoroskopisch erfolgen (Granziera et al., 2014, Scott O. Trerotola et al., 2000).

So untersuchten Adriana Toro et al. in einer 2021 veröffentlichten Arbeit 17.388 Portimplantationen, wobei 2745 (15,8 %) chirurgisch und 14.643 (84,2 %) perkutan implantiert wurden. Die meisten der Patienten (62,7 %) erhielten den Port chirurgisch über die Vena cephalica, während mit perkutaner Technik die Ports vor allem über die Vena jugularis interna (39,5%) und die Vena subclavia (36,3 %) implantiert wurden. Die Rate der Frühkomplikationen lag bei der chirurgischen Technik bei 1,2 % und bei der perkutanen Implantation bei 2,8 % (Adriana Toro et al., 2021).

Sowohl bei der chirurgischen Portimplantation als auch bei der perkutanen Implantation werden eine allgemeine und eine eingriffsspezifische Aufklärung und gegebenenfalls eine anästhesiologische Vorstellung und Aufklärung durchgeführt. Die Portimplantation wird chirurgisch sowohl im Schulter- und Thoraxbereich über die Vena cephalica als auch über die Vena subclavia über eine Venae sectio vorgenommen. Nach der präoperativen Diagnostik wird die Portanlage in einem chirurgischen Operationssaal in Rückenlage durchgeführt. Gegenüber der minimal-invasiven und in Seldinger-Technik vorgenommenen Portimplantation ist die chirurgische Portanlage das deutlich invasivere Verfahren. Denn bei dieser Methode erfolgt nach der Inzision von Haut und subkutanem Fettgewebe eine Freilegung und Präparation der Vene. Der Eingriff wird dabei üblicherweise in Allgemeinnarkose durchgeführt, er kann aber auch in Lokalanästhesie durchgeführt werden. Nach dem Abklemmen der Vene wird sie tangential mit einer Inzision eröffnet und der mit heparinisierte Natriumchlorid-Lösung entlüftete Portkatheter wird dann in die Vene eingeführt. Die korrekte Platzierung des Katheters in der Nähe der Vena cava superior wird mittels Röntgenkontrolle überprüft. Danach erfolgen die Präparation der Porttasche in der Subcutis und eine Positionierung der Portkammer. Die Konnektion des Katheters mit der Portkammer wird dabei mit einer sogenannten Dacronmuffe durchgeführt, die nicht nur die Konnektion sichert, sondern auch eine Keiminvasion verringert (M. Hol-

lenbeck et al., 2012; Völklein, 2020). Abschließend erfolgen der schichtweise Wundverschluss und die Anlage eines sterilen Wundverbands (Haeder und Jähne, 2013). Zur Nachbeobachtung im Aufwachraum gehören die Überprüfung der peripheren Durchblutung, der Motorik und Sensibilität und eine Nachblutungskontrolle, eine Schmerztherapie und eine Röntgenkontrolle zum Ausschluss eines Pneumothorax.

Der Zugang über die Vena cephalica hat den Vorteil einer geringen Inzidenz von Frühkomplikationen (Pinto et al., 2021), weist aber relativ häufig Misserfolge auf. Auch wenn der perkutane Zugang in Seldinger-Technik über die Vena cephalica deutlich öfter genutzt wird (Xiong et al., 2021; Yoon et al., 2021), wird auch die chirurgische Freilegung der V. cephalica wegen der Einfachheit des Eingriffs weiterhin verwendet. In diesem Zusammenhang sollte erwähnt werden, dass die postoperative Rate der Frühkomplikationen bei dieser Operation teilweise niedriger ist als die der fluoroskopisch gesteuerten Implantation (Granziera et al., 2014). So konnten Granziera et al. eine Komplikationsrate von insgesamt 14,7 % bei chirurgischen Eingriffen im Vergleich mit 35,4 % bei fluoroskopisch gesteuerten Implantationen nachweisen ($p = 0,005$). Die Komplikationsrate der ultraschallgesteuerten Portanlagen lag dabei bei 3,9 % ($p < 0,001$).

Die Vena subclavia ist technisch leicht zugänglich, hat aber den Nachteil höherer Raten von Thrombosen und katheterbezogenen Stenosen und ist darüber hinaus auch mit der Gefahr eines Pneumothorax verbunden (Scott O. Trerotola et al. 2000). Dies lässt sich möglicherweise darauf zurückführen, dass der Katheter der Vena subclavia einer Drehbeanspruchung nach der Kreuzung der ersten Rippe ausgesetzt sein kann, wodurch es durch die Herzbewegung zu einem wiederholten Abknicken des Katheters kommen kann. Im Unterschied dazu weisen Portkatheter, die über die Vena jugularis interna implantiert wurden, einen geraden Verlauf von der Insertionsstelle bis zum Herzen auf. In einer Studie von

166 Katheter-Implantationen kam es nur in einem Fall zu einem Pneumothorax bei einer Anlage über die Vena subclavia, ohne dass die Notwendigkeit einer Thoraxdrainage bestand. In der zweiten Gruppe dieser Studie mit 113 implantierten Kathetern kam es bei der Anlage über die Vena jugularis interna zu keinem Pneumothorax (Scott O. Terrotola et al., 2000).

Zu den materialbezogenen Problemen gehört auch das Pinch-off-Syndrom, bei dem es zu einer Kompression des Portschlauchs zwischen Klavikula und erster Rippe kommt. Hinke et al. haben in ihrer 1990 publizierte Arbeit das Pinch-off-Syndrom nach dem Schweregrad eingeteilt: Grad 0 ist normal, Grad I Einklemmung des Katheters ohne Lumeneinengung, Grad II mit Lumeneinengung und Grad III komplette Katheterruptur mit der Notwendigkeit einer Entfernung des Katheters (Hinke et al., 1990).

In einer retrospektiven Monocenterstudie beschrieben Surov et al. das Pinch-off-Syndrom in 4,6 % von 1185 implantierten Portsystemen (Surov et al., 2008).

Getunnelte und vollständig implantierte venöse Portsysteme werden am häufigsten über die Vena jugularis interna platziert. Ein Vorteil dieses Zugangs soll insbesondere die geringe Rate an Venenthrombosen sein (Araújo et al., 2008). So haben Araújo et al. Venenthrombosen in nur 0,6 % der implantierbaren Venenzugangsgeräte über die Vena jugularis interna festgestellt, während die Komplikationsrate einer Venenthrombose bei der Vena subclavia bei 2 % lag ($p = 0,044$). Dabei wurden insgesamt 1231 Fälle in einer prospektiven Studie untersucht (Araújo et al., 2008).

1.4 Portanlage und Lebensqualität

Jedes dauerhaft oder auch temporär implantierte Medizinprodukt und damit auch ein Portsystem als „Totally Implantable Venous Access Device“

(TIVAD) wirkt sich auf die Lebensqualität (QoL) der betroffenen Patienten aus (Burbridge und Goyal, 2016). Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert QoL als „individuelle Perzeption der individuellen Lebensposition im Kontext der Kultur und Wertesysteme“ (WHOQoL Group, 1995).

Mit spezifischen Skalen können durch HRQoL-Scores die Veränderungen von Lebensbedingungen numerisch erfasst werden. HRQoL-Scores sind sehr wichtige Variablen für die Evaluierung der Lebenssituation im Zusammenhang mit Krebsbehandlungen und auch für die Qualitätskontrolle nach TIVADs ein effektives Instrument (Sitlinger und Zafar, 2018). Sitlinger und Zafar konnten in einer 2018 publizierten Arbeit zeigen, dass die körperliche Funktionsfähigkeit, Schmerzen und Appetitverlust statistisch signifikantere prognostische Variablen hinsichtlich der Gesamtüberlebensprognose waren als soziodemographische (z. B. Alter) und klinische Daten (z. B. der metastatische Krankheitszustand) (Sitlinger und Zafar, 2018).

TIVADs sind daher ein wichtiger Teil der Krebsbehandlung. Portsysteme können die Lebensqualität nach der Studie von Pinto et al. beeinflussen (Pinto et al., 2021). In dieser Studie konnte nachgewiesen werden, dass TIVADs einen Einfluss auf das Körperbild und die Selbstdarstellung der Tumorpatienten haben können. Dabei konnten die TIVADs durch ihre nahe Lage zur Brust bei den weiblichen Patienten deren Introzeption verstärken, also ihre Wahrnehmung des Körperinneren und von einzelnen Körperabschnitten. Im Juni 2017 wurde die Studie vorzeitig beendet, weil die Stichprobengröße ($n = 240$) geringer war als geplant (Pinto et al., 2021).

In neueren Publikationen wurde nachgewiesen, dass Ports am Arm und dabei insbesondere am rechten Arm die Lebensqualität verbessern können und zwar im Unterschied zu Ports im Brustbereich (Marcy et al., 2017; Burbridge und Goyal, 2016).

Marcy et al. fanden heraus, dass das Alter (± 60 Jahre), das Geschlecht, die Tumorlokalisierung und die Insertionsstelle wichtige Merkmale zu sein scheinen, die am stärksten mit der Patientenzufriedenheit und der Akzeptanz des Portsystems zusammenhängen ($p < 001$) (Marcy et al., 2017).

Marcy et al. (2017) konnten in einer Studie an 11 Hospitälern in Frankreich an 720 Patienten nach einer Portanlage über eine zentrale Vene nachweisen, dass es bei jüngeren Patienten nach der Portanlage im Vergleich mit älteren Patienten zu einer Verringerung der Lebensqualität um 12 % kam. Der Hintergrund war dabei insbesondere der ästhetische Aspekt. Betroffen davon waren die täglichen Aktivitäten, die körperliche Belastbarkeit und die Lebensqualität generell (Marcy et al., 2017). Burbridge und Goyal (2016) verglichen die Lebensqualität bei 51 Patienten mit venösen Ports am Arm mit der von 76 Patienten mit Portanlagen an der Brust. Die Patienten mit Ports im Brustbereich gaben unerwartet signifikant ein stärkeres Unwohlsein an. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Patienten mit dem Arm-Port entscheiden konnten, auf welcher Seite das Portsystem implantiert werden sollte, auf der dominanten Seite oder auf der nicht dominanten Seite. Beim Vergleich Brust-Port vs. Arm-Port gaben 39,2 % der Befragten mit dem Brust-Port an, dass sie ihre Bekleidung wegen des Ports anpassen mussten ($p = 002$), während es bei den Befragten mit einem Arm-Port nur 11,8 % waren. Bei den Schmerzen gab es dagegen im Zusammenhang mit dem Eingriff keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich des Empfindens bei der Implantation, der Insertion der Portnadel oder des Gefühls eines konstanten Schmerzes an der Portstelle. Für die meisten Patientinnen und Patienten in beiden Gruppen war jedoch ausschlaggebend, dass sich ihr Port positiv auf ihre Behandlung auswirkt. Die überwältigende Mehrheit würde sich bei Bedarf auch für zukünftige Behandlungen nochmals einen Port einsetzen lassen (Burbridge und Goyal, 2016).

1.5 Portkomplikationen

Neben der technisch korrekten Implantation mit dem Nachweis eines funktionsfähigen Portsystems ist die Frequenz der beobachteten Komplikationen ein entscheidendes Qualitätsmerkmal bei der Implantation von transvenösen Portsystemen. Eine Komplikation kann dabei definiert werden als jede Abweichung vom normalen posttherapeutischen Verlauf, einschließlich symptomatischer und asymptomatischer Fälle (D. K. Filipiadi et al., 2017 und Daniel Dindo et al., 2008).

Nach der Empfehlung der SCVIR (Society of Vascular and Interventional Radiology) werden die Komplikationen hinsichtlich des Schweregrads in Minor- und Major-Komplikationen unterteilt.

Als Minor-Komplikationen werden Ereignisse mit den folgenden Merkmalen charakterisiert:

- Es ist lediglich eine symptomatische Therapie erforderlich, wie z.B. bei einem lokalen Hämatom, die maximal eine Verordnung zur Übernachtung/Überwachung beinhaltet.
- Es sind keine weiterführende Therapie und keine weitere Konsequenz hinsichtlich des ärztlichen Handelns erforderlich.

Zu den Major-Komplikationen gehören dagegen Ereignisse mit einer therapeutischen Konsequenz und einem längeren Krankenhausaufenthalt. Darüber hinaus geht es auch um Ereignisse mit permanenten Schäden, wie z. B. einer dialysepflichtigen Niereninsuffizienz oder der Tod des Patienten.

1.5.1 Zeitpunkt des Auftretens einer Komplikation

Die Komplikationen werden nach dem Zeitpunkt ihres Auftretens in drei Gruppen eingeteilt (Chang et al. 2013):

- Peri-interventionelle und akute Komplikationen (Auftreten bei der Implantation, < 24 h nach der Implantation)
- Frühe Komplikationen (Auftreten > 24 h, < 30 d nach der Implantation)
- Späte Komplikationen (Auftreten > 30 d nach der Implantation)

Die Nutzungsdauer eines Portsystems wird als der Zeitraum berechnet, der zwischen dem Zeitpunkt der Implantation des Systems und dem Zeitpunkt seiner Entfernung liegt bzw. dem Tod des Patienten innerhalb des Beobachtungszeitraums (bis 300 d postoperativ).

1.5.2 Intraoperative Portkomplikationen

Intraoperative Portkomplikationen treten bei längerer Erfahrung selten auf und werden in einer Größenordnung von ca. 2 % angegeben (Hofmann, 2008; Chang et al., 2013).

Haeder und Jähne berichten in einer 2013 veröffentlichten Übersichtsarbeit auch über mögliche Komplikationen, die peri-interventionell auftreten können (Tab. 2).

Intraoperative Portkomplikationen
Blutungen bzw. Hämatome
Arterielle Fehlpunktion
Pleuraverletzung mit und ohne Pneumothorax
Hämatothorax
Verletzungen durch Führungsdraht
Kardiale Sensationen (Arrhythmie)
Irritation des Plexus brachialis
Luftembolie

Tab. 2: Intraoperative Portkomplikationen (Haeder und Jähne, 2013).

Zu den peri-interventionellen Komplikationen gehören gravierende Ereignisse, die während der Portanlage und bis zu 24 Stunden nach dem Eingriff auftreten (Tab. 2), wie vor allem Blutungen durch Gefäßverletzungen und Fehlpunktionen mit einer späteren Ausbildung von Hämatomen, die eine Portanlage erheblich verzögern oder unmöglich machen können. Ausgelöst werden intraoperative Blutungen bzw. Hämatome durch Verletzungen in der Regel mit dem Führungsdraht (Ahmed und Mohyuddin, 1998). Weitere Komplikationen, wie Pleuraverletzungen, ein Hämatothorax (Kincaid et al., 1999), kardiale Arrhythmien (Yilmazlar et al., 1997), Beeinträchtigungen des Plexus brachialis und Luftembolien, werden ebenfalls als typische Komplikationen beschrieben (Teichgräber und Benter, 2004). Teichgräber und Benter berichten über den Fall einer verunfallten Patientin, die während des Transportes ins Krankenhaus einen zentralen Venenkatheter erhalten hatte, wobei dann bei der CT-Untersuchung eine ausgedehnte Luftansammlung im rechten Ventrikel im Sinne einer Luftembolie festgestellt wurde (Teichgräber und Benter, 2004).

Darius Dastouri et al. gehen in ihrer 2022 veröffentlichten Arbeit auf mögliche Komplikationen nach insgesamt 248 radiologisch-interventionellen Portanlagen ein. Dabei kam es in 8,9 % zu Infektionen. Bei 5,6 % der Fälle kam es zu einer Fehlfunktion des Ports. Bedrohliche Hämorrhagien traten in lediglich 0,4 % der untersuchten Fälle auf (Darius Dastouri et al., 2022).

Unbedingt ist postoperativ eine Thoraxkontrolle durch eine Röntgenuntersuchung erforderlich. Neben der korrekten Lage des Portkatheters in der Vena cava superior müssen dabei ein Pneumothorax und eine relevante Blutung ausgeschlossen werden (Giacomini et al., 2006).

1.5.3 Frühkomplikationen nach der Portimplantation

Zu den postoperativen Frühkomplikationen gehören alle Abweichungen von der Normalfunktion eines Ports innerhalb von 4 Wochen nach der Portanlage (Haeder und Jähne, 2013; Teichgräber et al., 2014).

Frühkomplikationen nach Portimplantation
Infektionen
Thrombose
Katheterdislokation und -diskonnektion
Katheterbruch mit Leckage
Nachblutung und Hämatom
Pinch-off-Syndrom
Pneumothorax und Mantelpneumothorax
Luftembolie

Tab. 3: Frühkomplikationen nach Portanlage (\leq 30 Tage postoperativ).

Analysen nach der Portimplantation haben gezeigt, dass Portinfektionen sowohl die höchste Rate an Frühkomplikationen nach der Portanlage darstellen als auch die häufigste Ursache für die Explantation eines Portsystems bilden (Fischer et al., 2008; Teichgräber et al., 2011).

In neueren Studien schwanken die Infektionszahlen nach den Portimplantationen zwischen 0,8 % (Biffi et al., 2014) und 7,5 % (Ignatov et al., 2009).

Die dominierenden Erreger für die Auslösung von Portinfektionen sind grampositive Keime der Haut, am häufigsten *Staphylococcus (S.) epidermidis* und *S. aureus*. Daneben wurden auch verschiedene Streptokokken- und *Candida*-Erreger nachgewiesen (Newman et al., 2012). In der Mehrzahl der Fälle liegen sowohl eine Kammerinfektion als auch ein Erregerbefall des Katheters vor, weshalb in der Regel eine Revision mit einer Entfernung des gesamten Portsystems indiziert ist. Ursächlich sind meistens unzureichende Hygienestandards oder Fehlpunktionen mit einem späteren und infizierten Paravasat.

Prinzipiell stellt sich die Frage, ob eine Antibiotikagabe vor der Portimplantation einen Einfluss auf die Frequenz postoperativer Portinfektionen hat. Dazu liegen unterschiedliche Studienergebnisse vor. In einer Studie von Gebauer et al. von 2007 erhielten 75 Patienten eine i. v. Antibiose und 89 Patienten in der Vergleichsgruppe wurden ohne Antibiose behandelt. Dabei zeigte sich, dass durch die Verabreichung eines Antibiotikums als Einmalgabe das Auftreten von Portinfektionen signifikant von 6,7 % auf 1,3 % reduziert werden konnte (B Gebauer et al., 2007).

Andere Ergebnisse lieferten Karanlik et al. und Di Carlo et al. die in 2011 veröffentlichten Arbeiten nach einer prophylaktischen Antibiotikagabe mit

Cephazolin bzw. Cephtazidin keine signifikanten Unterschiede gegenüber Vergleichsgruppen ohne Antibiotikagabe feststellen konnten (Karanlik et al., 2011; Di Carlo et al., 2011).

Karanlik et al. untersuchten Daten von 404 Patienten nach einer TIVAD-Implantation und konnten lokale oder tiefe Infektionen bei 5 Patienten (2,5 %) feststellen, die eine antibiotische Prophylaxe mittels Cefazolin erhalten hatten. In der Kontrollgruppe lag die Infektionsrate bei 3 % (Karanlik et al., 2011).

Di Carlo et al. beobachteten in ihrer Arbeit bis zu 30 Tage postoperativ insgesamt 108 Patienten nach TIVAD-Anlagen, wobei die Hälfte eine Antibioseprophylaxe mittels Ceftazidin erhielt, während die andere Hälfte als Kontrollgruppe keine Prophylaxe erhielt. Beide Gruppen zeigten einen unauffälligen Verlauf, wobei Leukozytenzahl und Temperatur in beiden Gruppen unauffällig waren. Für eine breite Anwendung dieser Ergebnisse mit einem generellen Verzicht auf eine Antibiotikaprophylaxe wäre allerdings eine umfassendere Datenlage erforderlich, weshalb in der hier vorgestellten Arbeit vor der Portimplantation in allen Fällen eine Antibiotikaprophylaxe durchgeführt wurde (Di Carlo et al., 2011).

Neben der Infektion ist die Thrombose eine häufig auftretende Komplikation in der frühen Phase nach der Portimplantation, wobei onkologische Patienten per se ein höheres Risiko für thromboembolische Komplikationen aufweisen (S3-Leitlinie, 2. Auflage; 2015). Bei der Portanlage ist darauf zu achten, dass die Spitze des Portkatheters korrekt im atrio-kavalen Winkel positioniert wird, da es bei einer Lage in der oberen Vena cava superior häufiger zu Thrombosen mit Dysfunktionen des Ports kommt (Caers et al., 2005; Ignatov et al., 2009). In Fällen von Thrombose ist stets abzuwägen, ob eine Portanlage erhalten werden kann oder entfernt werden sollte und zwar insbesondere dann, wenn bei einer Applikation von Fibrolytika eine Auflösung thrombotisch verschlossener Portkatheter

erfolgreich ist (Sugimoto et al., 2003). Eine präventive Thromboseprophylaxe wird in den Leitlinien empfohlen, ist aber bei dem bestehenden inhomogenen Patientengut hinsichtlich möglicher Blutungen durch eine durch die Chemotherapie induzierte Thrombozytopenie abzuwägen (Linenberger, 2006).

Weitere Frühkomplikationen nach der Portanlage sind systembedingte Ereignisse, wie Katheterdislokation, ein Abknicken des Portschlauchs und Diskonnektionen des Katheters von der Portkammer (Surov et al., 2008).

Das sogenannte „Pinch-off-Syndrom“ ist eine Sonderform der Katheterabklemmung, bei der der Portschlauch zwischen Klavikula und erster Rippe komprimiert und möglicherweise auch destruiert wird (Surov et al., 2008).

1.5.4 Spätkomplikationen nach der Portimplantation

Als Spätkomplikationen werden Ereignisse ab 4 Wochen nach der Portimplantation eingestuft (Haeder und Jähne, 2013; Teichgräber et al., 2014). Schwerwiegende Spätkomplikationen nach einer Portimplantation sind Portkammerinfektionen, Katheterinfekte, Sepsis, Katheterthrombosen, Katheterdislokationen und -diskonnektionen, Kathetermigrationen, Katheterokklusionen, eine Katheterperforation (Pinch-off-Syndrom) und eine Implantat-Unverträglichkeit (Machat et al., 2019).

Spätkomplikationen nach einer Portimplantation
Portkammerinfekt, Katheterinfekt, Sepsis
Thrombose
Katheterdislokation-diskonnektion-migration
Katheterokklusion
Katheterperforation (Pinch-off-Syndrom)
Implantat-Unverträglichkeit

Tab. 4: Spätkomplikationen nach der Portanlage (> 30 Tage postoperativ).

Sämtliche Spätkomplikationen führen zu einer Systemfehlfunktion mit der Konsequenz, dass das Portsystem nicht mehr verwendet werden kann und in aller Regel explantiert werden muss. Der Nachweis einer Spätkomplikation kann klinisch und radiologisch unter Durchleuchtung mit ggf. zusätzlicher Kontrastmittelgabe erfolgen.

Portkammerinfekte, Katheterinfekte und eine Sepsis sind Komplikationen, die nach mehr als 30 Tagen nach der Portimplantation zu den seltenen Ereignissen gehören. Typische Symptome dieser Infektionen sind lokale Rötungen, die Ausbildung einer Phlegmone, Schwellungen, Schmerzen und periportale Serombildungen. In der Regel ist dabei die Entfernung des gesamten Portsystems erforderlich.

Katheterassoziierte Venenthrombosen bilden sich, ausgehend vom Katheterlumen, am Übergang der dazugehörigen Vene (Debourdeau et al., 2013). Symptome sind Schmerzen und perivenöse Ödembildungen.

In einer großen Studie mit mehr als 51.000 Patienten wiesen nur 1,81 % der Studienteilnehmer eine Thrombose im oberen Thoraxbereich auf (Tabatabaie et al., 2017). Risikofaktoren waren ein Alter unter 65 Jahren, eine anamnestic bekannte venöse Thrombose, das Vorliegen pulmonaler oder gastraler bösartiger Tumore und die ethnische Zugehörigkeit zu afroasiatischen Ländern. Bei einem thrombotischen Verschluss des Portkatheters kann der Versuch unternommen werden, die Durchgängigkeit des Katheters durch eine Lyse mit Gewebe-Plasminogen-Aktivatoren (Alteplase, Reteplase), Streptokinase oder Urokinase wiederherzustellen (Tabatabaie et al., 2017).

Zu den mechanischen Komplikationen gehören neben einer Fehlpositionierung in einer Vene mit geringem Durchfluss das Vorliegen eines Impingements und einer Fragmentierung des Katheters, ein Verschluss des Katheters, die Bildung einer Fibrineinkapselung, eine Beschädigung der Portkammer und eine Rotation der Portkammer mit einer sogenannten „Bottom up“-Position, bei der keine Punktion mehr möglich ist.

In einer von Keitaro et al. publizierten Studie aus dem Jahr 2013 wurde bei 4,3 % der Patienten eine mechanische Portkomplikaion beschrieben. Typische Anzeichen für ein mechanisches Problem mit dem Portsystem waren eine verlängerte Infusionszeit, die Unfähigkeit, eine Kochsalzlösung zu injizieren bzw. Blut zu aspirieren, das Auftreten subkutaner Extravasate und Symptome, wie eine Armschwellung, Nacken- und/oder Rückenschmerzen und die Unmöglichkeit, die Portkammer punktieren zu können (Keitaro et al., 2013).

Bei einer Diskonnektion und einer Dislokation des Portkatheters nach zentral bis in das rechte Atrium oder den rechten Ventrikel oder einer Verschleppung in den Pulmonalarterien-Hauptstamm oder die rechte oder linke Pulmonalarterie ist eine perkutane Katheterentfernung über die Vena femoralis mit unterschiedlichen Fangschlingen die Methode der Wahl (Gebauer et al., 2007).

Zu den absoluten Indikationen für die Entfernung eines Ports gehören, wie bereits ausgeführt wurde, die Infektion des Portsystems, die Dislokation des Portkatheters oder der Portkammer, die Diskonnektion des Systems, eine Knickbildung beim Katheter und das Pinch-off-Syndrom. Weitere Indikationen sind die Katheterleckage und eine Portunverträglichkeit bei bestimmten Materialien, wie Silikon, Polyurethan, Stahl oder Titan.

1.6 Die Zielsetzung der vorliegenden Dissertation

Bei der vorliegenden Promotionsschrift handelt es sich um eine retrospektive und monozentrische Arbeit. In dieser Studie werden die Daten von 200 Patienten analysiert und vorgestellt, bei denen zwischen Juni 2018 und März 2020 in der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Katholischen Klinikums Koblenz - Montabaur eine perkutane und intravenöse Portimplantation durchgeführt wurde. Als Portsystem wurden ausschließlich das „PowerPort®“-System und das Portsystem „XPort™ isp“ verwendet. Beide Systeme werden von der Firma C. R. BARD GmbH in 76227 Karlsruhe, Deutschland hergestellt.

Dabei wurden zwei übergeordnete Fragestellungen formuliert:

- Sind die eigenen Ergebnisse hinsichtlich des technischen Erfolgs, der dauerhaften Funktionsfähigkeit des Systems und der beobachteten Komplikationen vergleichbar mit den Ergebnissen in der aktuellen Literatur? Liegen die Raten für die perioperativen, die frühen und die späten Komplikationen nach der Portimplantation in einem erwartbaren Rahmen?
- Hat der Austausch der bestehenden Angiographie-Anlage, einer Philips Integris CV15, gegen eine Anlage der neuesten Generation, einer Philips Azurion 7 C20, zu einer Verkürzung der Interventionsdauer und einer Reduktion der Durchleuchtungszeit (DL-Zeit) geführt? Hat der Tausch der Geräte zu einer Verminderung der Strahlenbelastung hinsichtlich des Dosisflächenprodukts (DFP) geführt?

2. Methode und Patientengut

2.1 Patientenkollektiv

In der vorliegenden Arbeit wurden die Daten von 200 konsekutiven Patientinnen und Patienten aus den Jahren 2018 bis 2020 erfasst und ausgewertet, die in der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Katholischen Klinikums Koblenz - Montabaur zu einer Portimplantation vorgestellt wurden. Es wurden keine Ein- oder Ausschlusskriterien formuliert und die Patienten wurden bis zum Stichtag 10.01.2021 in die Auswertung aufgenommen. Die Daten wurden durch eine Datenabfrage aus dem Radiologie-Informationssystem (General Electric Company-Centricity RIS-i6) und dem Picture Archiving and Communication System (PACS, GE Centricity Universal Viewer) der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Katholischen Klinikums Koblenz - Montabaur abgefragt. Klinische Informationen wurden aus den digitalisierten vorliegenden Krankenakten des Klinik-Informationssystems (KIS, ORBIS der Firma Dedalus HealthCare GmbH, 53227 Bonn) entnommen. Die Daten wurden zunächst in einer Excel-Tabelle zusammengeführt und dadurch für die weiteren Analysen vorbereitet.

Von der Ethikkommission bei der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz liegt für die Durchführung dieser Studie ein positives Votum vor.

Die Portanlage erfolgte an zwei unterschiedlichen Angiographie-Anlagen. Zum einen an einer „Philips Integris“ Anlage (Philips Integris CV15) und zum anderen an einer „Philips Azurion 7 C20“ Anlage.

Für die Analyse der untersuchten Variablen wurde eine Aufteilung des Patientenguts in zwei Gruppen vorgenommen. Bei der Gruppe I wurde die Portimplantation an der älteren „Philips Integris“ Anlage durchgeführt und bei der Gruppe A wurde die Implantation an der modernen Philips Azurion 7 C20 durchgeführt.

Die Gruppe I umfasste insgesamt 103 Patientinnen und Patienten. Bei dieser Gruppe erfolgte die Portimplantation im Zeitraum vom 07.08.2018 bis zum 01.02.2019.

Die Patienten der Gruppe A wurden im Zeitraum vom 01.08.2019 bis zum 10.03.2020 behandelt, wobei die Gruppe insgesamt 97 Patienten umfasste.

Bei einer 71-jährigen Patientin der Gruppe I musste der Versuch einer Portanlage wegen des Zustands nach einem Mammakarzinom rechts und multiplen Venenthrombosen im Bereich der linken Vena basilica und der Vena subclavia abgebrochen werden.

Bei einem Patienten der Gruppe A musste die Portanlage ebenfalls unterbrochen werden, da sich bei der Analgosedierung des Patienten eine nicht beherrschbare motorische Unruhe entwickelte. Die Portanlage wurde, um keine Komplikationen hervorzurufen, nicht wiederholt, sodass eine Auswertung der Ergebnisse nur bei 102 bzw. 96 Patienten durchgeführt werden konnte.

2.2 Die Altersverteilung

Das mittlere Alter der insgesamt 198 Patienten lag bei 58,5 Jahren.

Das mittlere Alter in der Gruppe I lag bei $58,9 \pm 11,3$ Jahren und in der Gruppe A lag es bei $58,1 \pm 11$ Jahren. Die beiden Gruppen waren daher gut vergleichbar. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied ($p = 0,600$).

In Gruppe I lag das mittlere Alter bei den Patienten mit einem Subclavia-Port bei $57,9 \pm 10,8$ Jahren, während es in der Gruppe A bei $56,8 \pm 10,8$ Jahren lag ($p = 0,539$).

Bei der Implantation eines Unterarm-Ports ergab sich ein mittleres Alter von $63,37 \pm 12,9$ Jahren in der Gruppe I und $62,80 \pm 10,5$ Jahren in der Gruppe A ($p = 0,881$).

Die Patienten mit einem Subclavia-Port waren durchschnittlich jünger als diejenigen, die einen Unterarm-Port erhalten hatten ($57,4$ vs. $63,1$ Jahre, $p = 0,004$).

Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Patienten mit einem Mammakarzinom bei der Diagnosestellung jünger waren als die Patienten mit HNO- oder Lungentumoren und Mammakarzinom-Patienten in der Regel einen Subclavia-Port erhielten, während bei Patienten mit einem Tumor aus dem HNO-Bereich meistens ein Unterarm-Port verwendet wurde.

Altersverteilung		
	Gruppe I	Gruppe A
Mittelwert (Jahre) \pm SD zu beiden Portsystemen	$58,9 \pm 11,3$	$58,1 \pm 11$
Mittelwert (Jahre) \pm SD zu den Subclavia-Ports	$57,9 \pm 10,8$	$56,8 \pm 10,8$
Mittelwert (Jahre) \pm SD zu den Unterarm-Ports	$63,4 \pm 12,9$	$62,8 \pm 10,5$

Tab. 5: Altersverteilung der Patienten

2.3 Verteilung der Geschlechter

Portimplantationen sind bei schwerwiegenden und langandauernden Grunderkrankungen indiziert, um keine täglichen Interventionen für die Zufuhr von Nahrung und Medikamenten vornehmen zu müssen.

Insgesamt wurden 162 weibliche und 36 männliche Personen behandelt (81,8 % vs. 18,2 %).

Der hohe Anteil der untersuchten Patientinnen lässt sich durch ein von der Deutschen Krebsgesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Senologie zertifiziertes Brustzentrum an unserem Klinikum erklären.

Von 102 Patienten in der Gruppe I waren 85 Frauen (83,3 %) und 17 Männer (16,6 %). Die Frauen erhielten in 76 Fällen Subclavia-Ports und in 9 Fällen Unterarm-Ports. Bei den Männern erhielten 7 Patienten einen Subclavia-Port und 10 Patienten einen Port am Unterarm.

Im Vergleich dazu wies die Gruppe A bei insgesamt 96 Patienten einen Anteil weiblicher Patienten von n = 63 auf, die einen Subclavia-Port erhielten. 14 Patientinnen erhielten einen Unterarm-Port (65 % vs. 14 %). Der Anteil der männlichen Patienten lag bei n = 13 bzw. 6, was einer prozentualen Verteilung von 13,5 % bzw. 6,2 % entspricht. Beide Gruppen waren daher gut vergleichbar und unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($p > 0,01$). Es gab auch keine Unterschiede bei den Geschlechtern und den Port-Verfahren in beiden Gruppen ($p = 0,569$).

Geschlechterverteilung		
	Gruppe I	Gruppe A
Portsysteme gesamt (w/m)	102 (85/17)	96 (77/19)
Subclavia-Ports (w/m)	83 (76/7)	76 (63/13)
Unterarm-Ports (w/m)	19 (9/10)	20 (14/6)

Tab. 6: Geschlechterverteilung.

Bei 97 Patienten, bei denen das Portsystem an der Philips Azurion 7 C20 Anlage implantiert wurde, erfolgte in 19 Fällen die Platzierung des Ports am Unterarm (n = 13 über die V. basilica und n = 6 über die V. cephalica). Die Patienten, die an der Philips Integris CV15 behandelt wurden, erhielten in 20 Fällen ein Unterarm-Portsystem (14-mal über die V. basilica und 6-mal über die V. cephalica). Bei allen übrigen Patienten wurde das Portsystem über die Vena subclavia implantiert.

Folgende Variablen wurden für die statistische Auswertung der vorliegenden Studie erhoben.

- Patientenvariablen (Alter, Geschlecht und Tumorentität)
- Die verwendete Angiographie-Anlage
- Die Dauer des Eingriffs in Minuten. Dabei wurde die Gesamtdauer des Eingriffs definiert. Dazu gehörten im Einzelnen die folgenden Tätigkeiten und Prozesse:
 - Prüfung der Patientenidentität bis zur Patientenlagerung und dem Anbringen des Kreislaufmonitorings. Pauschale Annahme 5 Minuten
 - Zeitraum von der örtlichen Betäubung bis zum Schnitt. Pauschale Annahme 5 Minuten
 - Zeitraum vom Punktieren der Vene bis zur sicheren Position der Portkammer. Pauschale Annahme 8 Minuten.
 - Überprüfung des Portsystems auf Dichtigkeit und korrekte Lage. Pauschale Annahme 2 Minuten.
 - Anlage des Verbands und Überprüfung der Durchblutung, der Motorik und Sensibilität, Ausschleusung des Patienten. Pauschale Annahme 5 Minuten.

- Durchleuchtungszeit in Minuten
- Das Dosisflächenprodukt (DFP) als Maß für die indirekte Schätzung der Strahlendosis. Das DFP ist ein Produkt aus der bestrahlten Oberfläche und der Strahlendosis an der Oberfläche ($\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$). Die Bestimmung erfolgte automatisiert durch ein in der Anlage installiertes DFP-Messgerät.

2.4 Spezifikation der Portsysteme

In der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Katholischen Klinikums Koblenz - Montabaur wurden, wie oben beschrieben wurde, ausschließlich Portsysteme der Firma BARD eingesetzt (C. R. BARD GmbH, 76227 Karlsruhe, Deutschland). Verwendet wurden das Portsystem „PowerPort®“ in der Größe 8 French für die Implantation über die Vena subclavia und das Portsystem X-Port™ isp (6 French) für die Implantation am Unterarm.

Die Portkammer des PowerPort® Systems besteht aus Kunststoff, ist MRT-tauglich bis 3 Tesla und geeignet für eine Druckinjektion und eine kontrastmittelverstärkte Computertomographie bei der Verwendung mit dem PowerLoc® Sicherheitsinfusionsset. Zugelassen ist das System bei Verwendung eines Druckinjektors bis zu einem Fluss von bis zu 5 ml/s, was einem Maximaldruck bei dieser Injektion von 2,07 Millipascal (mPa) entspricht (C. R. BARD GmbH, ohne Datum).

Die Ports weisen die folgenden Abmessungen auf:

Basis: 29,9 mm; Höhe: 13,1 mm; Innenvolumen: 0,6 ml; Septumdurchmesser: 12,7 mm. Zirkuläre Perforationen an der dreieckigen Basis der Ports dienen der Fixation mit Prolene-Fäden. Transseptale Punktionen wurden mit den im Set gelieferten Nadeln der Stärke 22 G 2000 und 19 G 1000 vorgenommen.

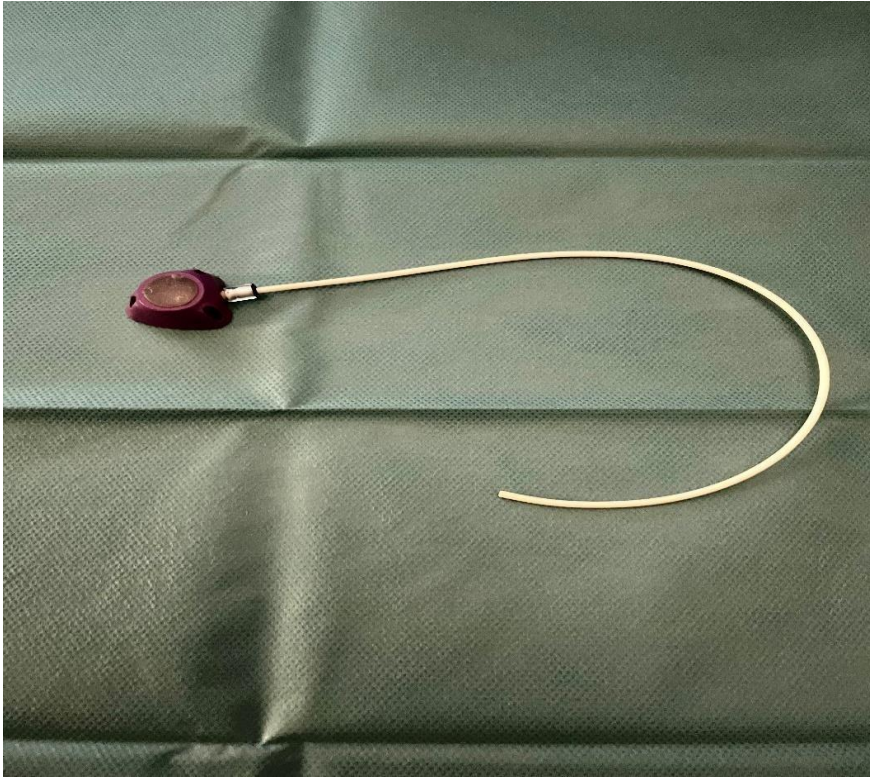


Abb. 1: PowerPort® System der Firma BARD (C. R. BARD GmbH, 76227 Karlsruhe, Deutschland).

Das Portsystem X-Port™ ist wie folgt aufgebaut:

Das Material der verwendeten Ports besteht ebenfalls aus Kunststoff. Das Portsystem ist geeignet für Patienten, die eine MRT- oder CT-Untersuchung oder eine Bestrahlungstherapie benötigen (C. R. BARD GmbH, ohne Datum).

Die Ports weisen die folgenden Abmessungen auf:

Basis: 26,6 mm x 28,2 mm; Höhe: 11,7 mm; Innenvolumen: 0,6 ml; Septumdurchmesser: 12,7 mm. Transseptale Punktionen wurden mit den im

Set gelieferten Nadeln der Stärke 22 G 2000 und 19 G 1200 vorgenommen.



Abb. 2: Portsystem X-Port™ der Firma BARD (C. R. BARD GmbH, 76227 Karlsruhe, Deutschland).

2.5 Patientenaufklärung

Der Einschluss der 200 Patienten erfolgte nach einer detaillierten Aufklärung und einer schriftlichen Einwilligung mindestens 24 Stunden vor der Portanlage.

Die allgemeinen auf die Untersuchung bezogenen Aufklärungsinhalte bezogen sich auf die folgenden Aspekte:

- Vorerkrankungen, Operationen oder frühere Behandlung, wie z. B. eine Radiatio
- Schilddrüsenoperation, Kontrastmittelallergie, Blutverdünnung, Nierenfunktion und Diabetes mellitus
- Bekannte Komplikationen, wie z. B. eine hämorrhagische Diathese und Nebenwirkungen nach einer Antibiotikagabe.

Die portbezogene Aufklärung bezog sich auf die Durchführung des Eingriffs und typische sowie allgemeine Komplikationen, die im Zusammenhang mit einer Portimplantation stehen. Die Patientinnen und Patienten wurden im Einzelnen aufgeklärt über die folgenden Komplikationen:

- Akute bzw. postoperative Blutung, Hämatothorax
- Hämatom, Thrombose, Luftembolie
- Arterielle Fehlpunktion, Verletzung durch Führungsdraht
- Pleuraverletzung mit und ohne Pneumothorax, Notwendigkeit einer Thoraxdrainage
- Herzrhythmusstörungen
- Nervenverletzung im Zugangsbereich
- Kathetereinklemmung (Pinch-off-Syndrom)

- o Katheterschäden
- o Postoperative Infektionen; Implantat-Unverträglichkeit

Das Aufklärungsgespräch wurde auf einem standardisierten Aufklärungsbogen des Katholischen Klinikums Koblenz - Montabaur protokolliert, durch Schemazeichnungen individualisiert und nach Abschluss des Gesprächs wurde der Bogen vom Patienten oder der Patientin unterzeichnet. Eine Kopie des Aufklärungsbogens wurde anschließend ausgehändigt.

2.6 Technische Durchführung der Portanlage

Bevorzugt wurde prinzipiell eine Implantation des Portsystems über die Vena subclavia. Bei Patienten mit HNO-Tumoren und der Neuanlage eines Tracheostomas wurde aus hygienischen Gründen und zur Vermeidung einer Portinfektion in aller Regel eine Implantation des Portsystems am Unterarm vorgenommen. Bei Patientinnen mit Mammatumoren wurde, wenn es möglich war, ein Subclavia-Port auf der kontralateralen Seite des Tumors implantiert, um dabei eine optionale Radiatio nicht zu erschweren. In Einzelfällen, in denen die Patientinnen oder Patienten eine bestimmte Lokalisation aus kosmetischen Gründen ablehnten, wurde die mögliche Alternative angeboten.

Im Allgemeinen erfolgte die Portimplantation nach dem Ausschluss triftiger Gründe, wie z. B. einer unklaren häuslichen Versorgungssituation, einem niedrigen Karnofsky-Index oder einer erhöhten Blutungsgefahr, als ambulanter und tagesstationärer Eingriff.

Vor dem Eingriff ist es obligatorisch, die Laborwerte einschließlich Gerinnung, Kreatinin und TSH zu überprüfen. Außerdem mussten die Empfehlungen hinsichtlich des Absetzens einer Antikoagulations- oder Thrombozytenaggregationshemmung beachtet werden.

Die Patienten mussten am Operationstag nüchtern bis auf die notwendige Medikation sein und wurden morgens stationär aufgenommen.

Vor dem Beginn der Portanlage erfolgte die Prüfung der Patientenidentität, der Implantationsseite und möglicher allgemeiner Risiken, wie z. B. Probleme bei einer notfallmäßigen Intubation, anhand eines Patientensicherheitsformulars in der Form einer standardisierten Checkliste. Dabei werden die folgenden Abschnitte unterschieden:

- Vor dem Transport in den Funktionsbereich (u. a. venöser Zugang, OP-Hemd, Zahnersatz, Medikation)
- Vor dem Untersuchungsbeginn (u. a. Patientenidentität, Kennzeichnung der Implantationsseite, Intubationsprobleme)
- Vor dem ersten Schritt „Team-time-out“ (u. a. Patientenidentität, geplanter Eingriff)
- Vor dem Verlassen des Funktionsbereichs (u. a. Stationsanweisung, Medikation, Überwachung, Bettruhe, Essen und Trinken)

Das Vorliegen der schriftlichen Einverständniserklärung wurde überprüft und die Patienten wurden vor der Lagerung auf dem Kathetertisch nochmals mündlich zur Einwilligung befragt.

Die Portimplantation erfolgte unabhängig davon, ob ein Subclavia- oder ein Unterarm-Port implantiert wurde, in Rückenlage des Patienten. Zur antibiotischen Prophylaxe erhielten die Patienten routinemäßig eine Einmalgabe von 2.0 g Ceftriaxon intravenös. Der Eingriff begann mit der Positionierung einer Venenverweilkanüle in einer Vene am Handrücken oder Unterarm. Das Kreislaufmonitoring erfolgte mittels 3-Kanal-EKG, einer nicht-invasiven Blutdruckmessung und Pulsoxymetrie sowie einer simultanen Messung der Herzfrequenz. Standard am Katholischen Klinikum Koblenz - Montabaur ist die Durchführung der Operation in einer Analgosedierung mittels intravenöser Injektion von Propofol und Piritramid. Die Dosierung des Anästhetikums erfolgte gemäß der Empfehlung

der S3-Leitlinien „Sedierung in der gastrointestinalen Endoskopie“ 2014. In diesem Zusammenhang wird zu Beginn eine intravenöse Gabe von Propofol als Bolus verabreicht, wobei das Gewicht und gegebenenfalls auch das Alter oder vorhandene Begleiterkrankungen berücksichtigt werden. Anschließend erfolgt eine bedarfsgerechte Verabreichung von wiederholten 10-20 mg Propofol, um die angestrebte Sedierungstiefe bedarfsgerecht aufrechtzuerhalten (A. Riphaus et al., 2014 Update S3-Leitlinie).

Über eine Nasensonde erfolgte eine kontinuierliche Gabe von Sauerstoff mit 4-6 l/min. Bei Portimplantationen wurde ein standardisiertes Sterilgut-Set verwendet, das neben unterschiedlichen Abdecktüchern, Kompressen, Skalpellern und Injektionsnadeln und Kunststoffschalen für NaCl-Lösung auch Kontrastmittel und antiseptische Lösungen enthält (s. Anhang Abb. 10).

Die Portimplantation beginnt mit der ausführlichen Wischdesinfektion der betreffenden Thoraxhälfte mit Octeniderm® farblos Infektionsmittel (Schülke & Mayer GmbH, Norderstedt, Deutschland) und einer späteren sterilen Abdeckung des Operationsgebietes.

2.6.1 Implantation eines Portsystems über die Vena subclavia

Die Patienten wurden auf den Rücken gelagert, wobei der Kopf leicht rekliniert und zur kontralateralen Seite der Insertionsstelle gewendet wurde. Anschließend erfolgte die Desinfektion der entsprechenden Hals- und Thoraxseite. Danach wurde die sterile Abdeckung unter Freilassung des oberen Thoraxquadranten und der Regio clavicularis durchgeführt.

Die Subclavicularregion wurde dann mit 20-40 ml Lokalanästhetikum (Mecain 1,0 %) infiltriert. Zuvor wurde die Durchgängigkeit der rechtsseitigen bzw. linksseitigen Vena subclavia mittels Phlebografie überprüft.

Entlang der Spaltlinie der Cutis wurde subclavikulär nach einer mit einer durch Durchleuchtung gestützten Lokalisation der Vena subclavia ein Hautschnitt von 3-5 cm Länge im Verlauf der Vene ausgeführt. Anschließend erfolgte die stumpfe und scharfe Präparation der Subcutis bis zur Muskelfaszie des M. pectoralis major. Danach wurde die Porttasche präpariert. Im nächsten Schritt erfolgte unter Durchleuchtungskontrolle in Road-map Technik die Punktion der Vena subclavia mit einer 22-Gauge Punktionsnadel. Dann wurde mit einem 0,014-Inch-Führungsdraht die Vena subclavia sondiert, die Punktionsnadel wurde entfernt und über den liegenden Führungsdraht wurde eine 4-French-Katheterschleuse platziert. Im nächsten Schritt wurde dann über einen 0,035-Inch-Führungsdraht eine 8,5-French-Katheterschleuse bis in die Vena cava superior eingeführt. Nach der Überprüfung der korrekten Lage der Katheterschleuse wurde ein 6.0 oder 8.0 French Portkatheter zunächst bis in die proximale Vena cava superior bzw. den rechten Vorhof vorgeschoben. Danach wurde der Katheter mit dem Portreservoir mit einer Konnektionsmuffe sicher verbunden. Zur Kontrolle der Dichtigkeit des Portsystems wurde es abschließend durch eine Kontrastmittelgabe auf den Austritt von Kontrastmittel überprüft. Wenn kein Extravasat auftrat, dann erfolgte eine Spülung bzw. Blockung des Portsystems mit 2,0 ml einer verdünnten und 0,9%igen Heparin-NaCl-Lösung (5000 Einheiten Heparin verdünnt auf 5,0 ml NaCl-Lösung).

Die Wunde wurde dann ausführlich mit einem Antiseptikum (20-40 ml SERASEPT® 2 der Firma SERAG-WIESSNER GmbH & Co, Naila, Deutschland) gespült. Abschließend erfolgte der Wundverschluss mit einer fortlaufenden Naht. Für die subkutane und intrakutane Nahtreihe wurden resorbierbare Vicrylfäden 3.0 (Firma Ethicon Inc. Johnson & Johnson, Raritan, New Jersey, Vereinigte Staaten) verwendet. Nach dem erfolgtem Wundverschluss wurde die Operationswunde mit einer Mullkompressen (10 cm x 10 cm) mit eingefügtem Röntgenkontrastfaden (Firma

Fuhrmann GmbH, Bövingen, Deutschland) für 2 Tage abgedeckt. Danach wurde die Operationswunde für 14 Tage mit wasserfesten Pflastern gesichert. Eine Entfernung des vorher eingebrachten Nahtmaterials war nicht notwendig.

2.6.2 Implantation eines Portsystems über Armvenen

Die Patienten wurden dabei auf dem Rücken gelagert.

Der für die Implantation vorgesehene Arm wurde mit einer Armauflage in Supinationsstellung ausgelagert und die Hand wurde auf der Unterlage fixiert. Auf der Höhe des proximalen Oberarms wurde eine Staubinde angelegt, um eine optimale Venenfüllung zu ermöglichen. Die chirurgische Desinfektion der Regio cubitalis anterior und der Regio antebrachii et brachi anterior erfolgte mit Octeniderm® farblos Infektionsmittel der Firma Schülke & Mayer GmbH, Norderstedt, Deutschland.

Nach steriler Abdeckung mit einem Lochtuch wurde eine Lokalanästhesie auf der Höhe des distalen Oberarms bzw. des proximalen Unterarms beugeseitig mit einer fächerförmigen Infiltration der Cutis und Subcutis mit 20 ml 1%igem Mecain durchgeführt.

Danach wurde eine geeignete Zugangsvene durch Venographie identifiziert. Unter Durchleuchtungskontrolle wurde die entsprechende Vene dann mit einer 22-Gauge Punktionsnadel punktiert. Dann wurde ein 0,014-Inch Führungsdraht in die Vena axillaris vorgeschoben. Die folgenden Schritte sind ähnlich wie bei der Implantation eines Thoraxwand-Ports. Über den Führungsdraht wurde eine 4-French-Katheterschleuse platziert. Im nächsten Schritt wurde über einen 0,035-Inch-Führungsdraht (J-Spitze) eine 6,5-French-Katheterschleuse am Oberarm platziert.

Nach einer Überprüfung der korrekten Lage der Katheterschleuse wurde ein 6.0 French Portkatheter bis in die proximale Vena cava superior vorgeschoben.

Etwa 4-5 cm distal der Punktionsstelle wurde am proximalen Unterarm ein Hautschnitt durchgeführt, um dann die Cutis und Subcutis bis auf die Muskelfaszie scharf und stumpf zu präparieren. Danach wurde die Strecke zwischen dem Portkatheter und der Porttasche mit einem Untertuneller getunnelt und der Portkatheter wurde dann subkutan bis zur Porttasche geführt. Der Katheter wurde dann mit der Kammer verbunden, die Katheterposition an der Kammer wurde durch eine Muffe gesichert und der Port wurde in die Porttasche eingeführt.

Nach der Funktionskontrolle mit einem verdünnten und iodhaltigen Kontrastmittel und dem Ausschluss eines Para- bzw. Extravasats wurde das Portsystem mit 1.0-2.0 ml Heparinlösung (1000 IE/ml) gespült und dadurch geblockt.

Der Wundverschluss nach der Portanlage erfolgte durch mehrere Einzelknopfnähte mit einem nicht resorbierbaren Nahtmaterial (Ethilon 4-0 der Firma Ethicon Inc. Johnson & Johnson, Raritan, New Jersey, Vereinigte Staaten).

Nach dem erfolgten Wundverschluss wurde die Operationswunde mit einer Mullkompressen (10 cm x 10 cm) mit eingefügtem Röntgenkontrastfaden (Firma Fuhrmann GmbH, Bövingen, Deutschland) für 2 Tage abgedeckt. Danach wurde die Operationswunde für 14 Tage mit wasserfesten Pflastern gesichert. Die Entfernung des Nahtmaterials erfolgte nach 10-12 Tagen.

Vor dem Verlassen des Angio-Operationssaals wurden die Vigilanz der Patienten, die Durchblutung, die Motorik und die Sensibilität des portseitigen Armes überprüft. Die postoperative Versorgung erfolgte dann auf

der Normalstation. Im Regelfall erfolgte eine engmaschige klinische Kontrolle der Vitalparameter gemäß der Stationsanordnung für die nächsten 3 Stunden. Die Vitalparameter wurden dabei digital im entsprechenden Überwachungsbogen dokumentiert.

Im Regelfall wurde bei der Anlage eines Subclavia-Ports 3 Stunden nach der Implantation eine Röntgenthorax-Kontrolle durchgeführt. Bei Komplikationen bestand die Maßgabe einer früheren Vorstellung. Außerdem wurden im Verlauf regelmäßige Wundkontrollen für weitere 10 Tage und körperliche Schonung für 7 Tage empfohlen.

Das für beide Portsysteme benötigte Operationsset enthielt standardisiert die folgenden Operationsinstrumente:

- 2 Doppelhaken nach Roux (Firma Aesculap, Tuttlingen, Deutschland)
- Einen TC-Gold-Nadelhalter nach Hegar (Firma Medical, Heilbronn, Deutschland)
- Eine anatomische und eine chirurgische Pinzette (Firma Medical, Heilbronn, Deutschland)
- Eine chirurgische Schere (Firma Medical, Heilbronn, Deutschland)
- Eine gebogene Durotip®-Präparierschere nach Mayo-Lexer (Firma Mercateo, Köthen, Deutschland)
- 3 Mosquito-Klemmen nach Halsted (Firma Aesculap, Tuttlingen, Deutschland)
- Eine bipolare Koagulationspinzette mit Kabel (Erbe Elektromedizin GmbH Tübingen, Deutschland)

2.7 Statistik

Zum Schutz der Patienten erfolgte eine Pseudonymisierung der Datensätze. Alle Daten wurden auf einem separaten Server gespeichert, zu dem nur autorisierte Mitarbeiter Zugang hatten. Die Daten wurden dann in

Microsoft Excel 2016 zusammengetragen und mit einer statistischen Datenanalyse durch „IBM® SPSS“ analysiert.

Bei der Auswertung der Datensätze, bei den Analysen und bei der Ermittlung der Ergebnisse wurden die Zahlenwerte als absolute Werte, Mittelwerte mit Standarddeviation und als Medianwerte angegeben. Bei der Anfertigung von Boxplots wurden der Medianwert, das obere und untere Quartil und der untere und obere Whisker ermittelt. Für Gruppenvergleiche mit einer Berechnung von Signifikanzniveaus wurden Varianzanalysen durchgeführt, wobei für alle ermittelten Werte ein p-Wert von < 0.01 als statistisch signifikant angenommen wurde.

3. Ergebnisse

3.1 Grundkrankheit – Portindikation

Bei den ausgewerteten Fällen litten alle Patienten unter einer malignen Grunderkrankung. Das Mammakarzinom war dabei der häufigste Primärtumor in beiden Gruppen mit 65,6 % (n = 130) aller Fälle. An zweiter und dritter Stelle folgten mit 16,3 % (n = 32) HNO-Tumore und Lungentumoren mit 15,3 % (n = 30).

Zwischen den beiden Gruppen konnte hinsichtlich der Erkrankungen kein Unterschied nachgewiesen werden ($p = 0,598$).

Grunderkrankungen		
	Gruppe I	Gruppe A
Gynäkologische Tumore	71 (69,6 %)	59 (61,4 %)
HNO-Tumorerkrankungen	14 (13,7 %)	18 (18,7 %)
Bronchialkarzinom	14 (13,7 %)	16 (16,6 %)
Sonstige Tumorerkrankungen	3 (2,9 %)	3 (2,08 %)

Tab. 7: Grunderkrankung der behandelten Patienten.

Bei allen Patienten, die an der Philips Integris Anlage behandelt wurden (Gruppe I „Integris“, n = 102), war die Indikation zur Portanlage eine geplante Chemotherapie. Gastroenterologische Tumorleiden als Anlass für eine Portanlage kamen in der Gruppe „Philips Integris“ nicht vor. Demgegenüber dominierten in der Gruppe „Integris“ gynäkologische Tumorerkrankungen mit n = 71 (69,6 %). Maligne Erkrankungen aus dem Bereich HNO und maligne pulmonale Erkrankungen mit jeweils n = 14 (13,7

%) und sonstige Erkrankungen mit $n = 3$ (2,9 %) waren signifikant seltener ($p < 0.01$). Bei einem Patienten war wegen ungeeigneter Venenverhältnisse eine Portanlage nicht möglich, wie es bereits vorher erwähnt wurde.

Bei den 96 Patienten der Gruppe A fanden sich Tumorerkrankungen aus 5 unterschiedlichen Bereichen, die Indikation für eine Portanlage war aber in allen Fällen ebenfalls eine geplante Chemotherapie. In dieser Gruppe litten 61 % der Patientinnen ($n = 59$) an einem Mammakarzinom. 18 Patienten hatten einen Tumor im HNO-Bereich und 16 Patienten ein Lungenkarzinom. Lediglich ein Patient hatte einen Tumor des Magen-darmtraktes und 2 (2,1 %) Patienten hatten hämatologische Neoplasien.

Die meisten der 159 Patientinnen und Patienten, die einen Subclavia-Port erhielten, hatten ein Mammakarzinom, nämlich 40,8 % ($n = 65$) in der Gruppe I und 35,2 % ($n = 56$) in der Gruppe A.

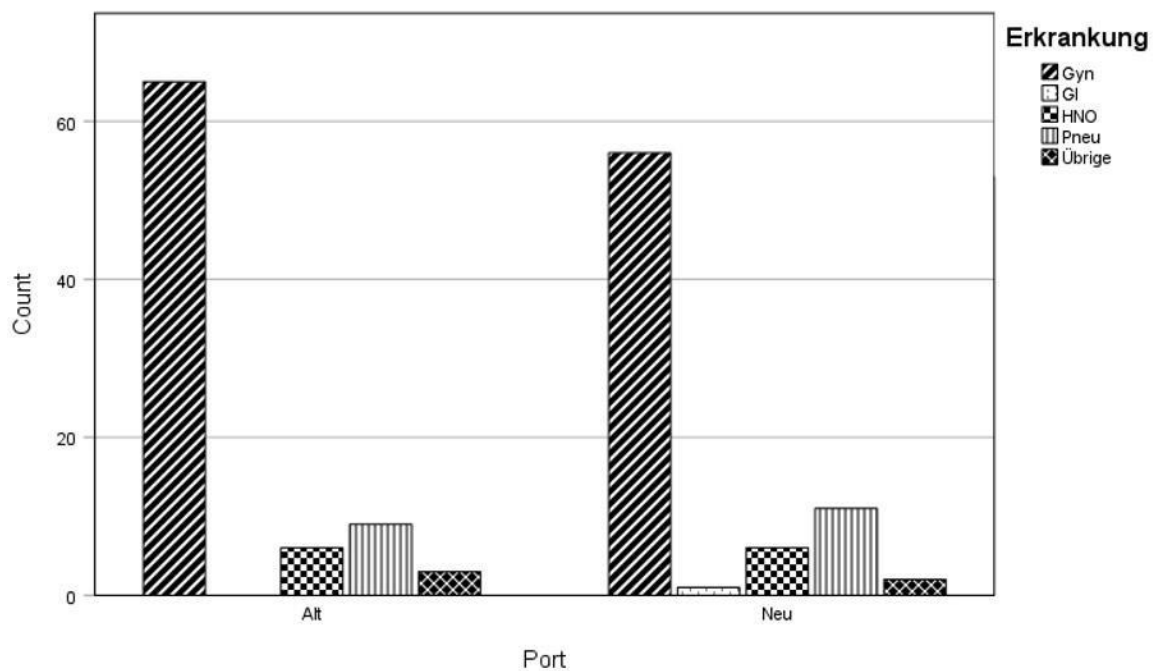


Abb. 3: Subclavia-Ports bei dominierenden Grunderkrankungen mit der Indikation für eine Chemotherapie (Alte: Gruppe I, Neu: Gruppe A).

In beiden Gruppen wurden Unterarm-Ports am häufigsten bei einem HNO-Tumor implantiert (n = 20; 51,2 %). Darüber hinaus lag ein breites Spektrum an Grunderkrankungen vor: Mammakarzinome in 6 Fällen der Gruppe I und in 3 Fällen der Gruppe A. Jeweils 5 Patientinnen und Patienten beider Gruppen hatten ein Bronchialkarzinom (p = 0,412).

3.2 Venentyp und Seitenwahl in beiden Gruppen

Bei 198 Patientinnen und Patienten wurde in 93 Fällen ein Port auf der linken Seite und in 105 Fällen wurde ein Port auf der rechten Seite implantiert. Dabei wurden 68 Ports über die linke Vena subclavia und 91 Ports über die rechte Vena subclavia implantiert. 20 Unterarm-Ports wurden auf der linken Seite und 14 wurden auf der rechten Seite angelegt.

Zielvenen bei Implantation			
	Rechte Seite	Linke Seite	p-Wert
Alle Portsysteme	105 (53,0 %)	93 (46,9 %)	p < 0,01
Vena subclavia	91 (45,9 %)	68 (43,3 %)	p < 0,01
Unterarm-Ports	19 (9,5 %)	20 (10,1 %)	p > 0,01
- Vena basilica	13 (6,5 %)	14 (7,0 %)	p > 0,01
- Vena cephalica	6 (3,0 %)	6 (3,0 %)	p > 0,01

Tab. 8: Zielvenen bei der Implantation in beiden Gruppen.

3.3 Venentyp und Seitenwahl „Philips Integris CV15“

Portanlagen in der Patientengruppe „Philips Integris“ erfolgten über die Vena subclavia und die Vena basilica bzw. Vena cephalica, wobei ganz

überwiegend der Zugang über die Vena subclavia gewählt wurde (n = 83, 81,4 %). In 55 Fällen wurde ein Portsystem über die rechte Seite und in 28 Fällen über die linke Seite angelegt. Unterarm-Ports (n = 19, 18,6 %) wurden in 13 Fällen über die Vena basilica und in 6 Fällen über die Vena cephalica angelegt. In Abhängigkeit von der Tumorlokalisation erfolgte die Implantation des Portsystems in aller Regel kontralateral zu der vom Tumor betroffenen Körperseite, damit bei einer geplanten Radiatio das Portsystem nicht im Strahlenfeld liegt. Hinsichtlich des venösen Zugangs und der ausgewählten Körperseite zeigten sich signifikante Unterschiede. Präferiert ($p < 0.01$) wurden, sofern es möglich war, die Vena subclavia und dabei die rechte Körperhälfte ($p < 0.01$; n = 63; 61,7 %). Die Vena subclavia wurde im Vergleich mit dem Zugang am Unterarm deshalb bevorzugt, weil dabei kaliberstärkere Portkatheter verwendet werden konnten, die höhere Infusionsgeschwindigkeiten bei der Chemo- und Infusionstherapie zulassen. Außerdem sind bei den verwendeten Subclavia-Kathetern bei CT-Untersuchungen ein höherer Injektionsdruck und dadurch auch eine größere Flussrate möglich.

3.4 Venentyp und Seitenwahl „Philips Azurion 7 C20“

Bei 96 Patientinnen und Patienten, bei denen die Portanlage an der „Philips Azurion 7 C20“ Anlage erfolgte, wurde ähnlich wie bei der „Gruppe Integris“ in 76 Fällen die Vena subclavia als Zugang verwendet (79,1 %), während in 14 Fällen die Vena basilica und in 6 Fällen die Vena cephalica zur Portanlage genutzt wurde (20,8 %). Die Ergebnisse ähneln daher denen bei der „Philips Integris CV15“ Anlage, wobei allerdings häufiger ein venöser Zugang an der linken Körperhälfte (n = 54; $p > 0,01$) gewählt wurde.

Bei beiden Patientengruppen wurden statistische Überprüfungen hinsichtlich des Zugangsortes (i. e. Vena subclavia vs. Unterarmvenen) und

der verwendeten Körperseite bei der Portanlage durchgeführt. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass der Zugang über die Vena subclavia in beiden Patientengruppen hochsignifikant häufiger gegenüber dem Zugang am Unterarm eingesetzt wurde ($p < 0.001$). Signifikant häufiger wurde auch ein Zugang über die rechte Körperseite bei Patientinnen und Patienten der Gruppe I gegenüber der Gruppe A gewählt ($p < 0.01$).

Zielvenen bei Implantation getrennt nach Gruppen			
	Gruppe I	Gruppe A	p-Wert
Vena subclavia	83 (81,4 %)	76 (79,1 %)	$p < 0.01$
- V. subclavia rechts/links	55/28	22/54	$p < 0.01$
Unterarm-Ports	19 (18,6 %)	20 (20,8 %)	$p > 0.01$
- Unterarm rechts/links	13/6	6/14	$p > 0.01$
- Vena basilica	13 (12,7 %)	14 (13,5 %)	$p > 0.01$
- Vena cephalica	6 (5,8 %)	6 (6,2 %)	$p > 0.01$

Tab. 9: Zielvenen bei der Implantation getrennt nach Gruppen.

3.5 Dauer Portanlage, DL-Zeit und Strahlendosis in beiden Gruppen

In der Grundgesamtheit lag die gesamte Eingriffsdauer bei $28:20 \pm 02:58$ min. Auf die Definition der Eingriffsdauer wurde im Abschnitt „Methode“ eingegangen. Die Durchleuchtungszeit lag bei $03:31 \pm 02:37$ min. Standardmäßig wurden 2 Bilder/Sekunde in der gepulsten Durchleuchtung gewählt. Das Dosisflächenprodukt erreichte in beiden Gruppen einen Wert von $4 \pm 6,07$ Gy * cm².

Dauer der Portanlage, DL-Zeit und Strahlendosis			
	Gruppe I	Gruppe A	p-Wert
Dauer der Portanlage	28:48 ± 2:30 min	27:52 ± 3:25 min	p > 0.01
- V. subclavia	27:47 ± 02:22 min	27:21 ± 03:12 min	p > 0.01
- Unterarm	29:50 ± 02:46 min	29:48 ± 03:36 min	p > 0.01
Durchleuchtungszeit	3:54 ± 2:28 min	03:08 ± 2,47 min	p > 0.01
- V. subclavia	02:46 ± 02:20 min	02:37 ± 02:10 min	p > 0.01
- Unterarm	05:04 ± 02:46 min	05:03 ± 03:56 min	p > 0.01
Strahlendosis	5,28 ± 7,43 Gy * cm ²	2,76 ± 3,38 Gy * cm ²	p < 0.01
- V. subclavia	5,28 ± 7,81 Gy * cm ²	2,4 ± 1,9 Gy * cm ²	p < 0.01
- Unterarm	5,26 ± 5,59 Gy * cm ²	3,69 ± 1,0 Gy * cm ²	p < 0.01

Tab. 10: Dauer der Portanlage, DL-Zeit und Strahlendosis in beiden Gruppen.

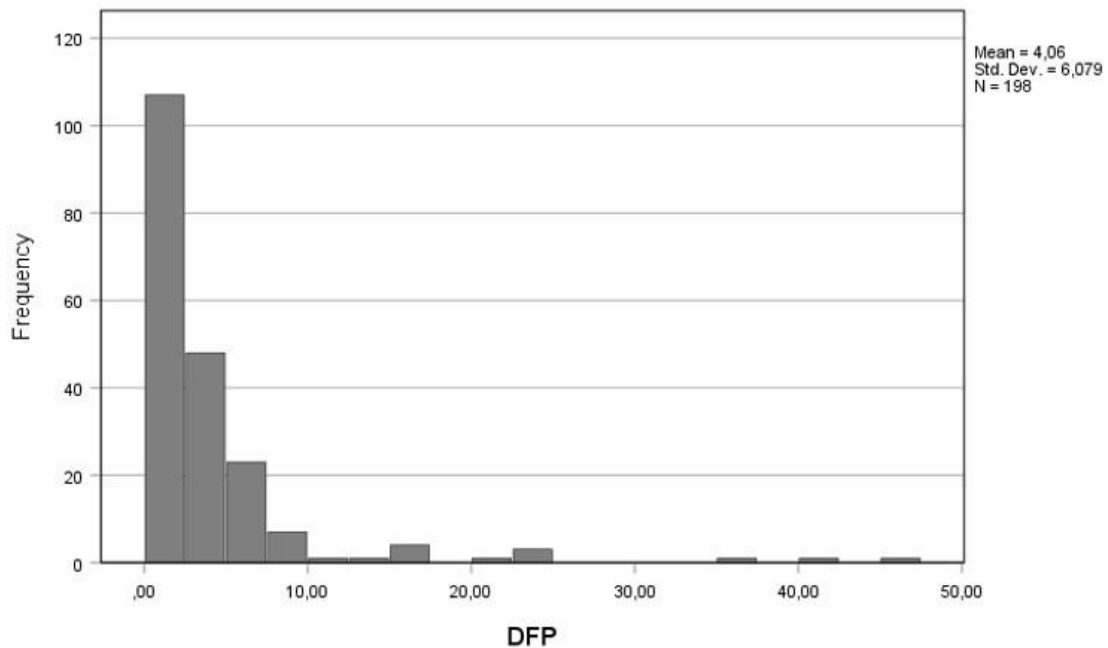


Abb. 4: Erfassung der Normalverteilung der DFP-Werte in beiden Gruppen

3.5.1 Dauer der Portanlage, DL-Zeit und Strahlendosis „Philips Integris“

Die Eingriffsdauer für die Portanlagen lag in der Gruppe I (n = 102) im Mittel bei 28:48 ± 2:30 min. Der längste Eingriff dauerte 41:22 min und der kürzeste Eingriff dauerte 25:06 min.

Während die Eingriffe beim Zugang über die Vena subclavia durchschnittlich 27:47 ± 02:22 min dauerten, benötigten die Eingriffe am Unterarm mit 29:50 ± 02:46 min etwas mehr Zeit (p > 0.01). Dies kann möglicherweise auf die subkutane Untertunnelung des Katheters bis zur Portkammer zurückgeführt werden.

Die mittlere Durchleuchtungszeit während der Portimplantation lag bei 3:54 ± 2:28 min. Bei Portimplantationen über die Vena subclavia lag sie bei 02:46 ± 02:20 min und bei der Portimplantation über den Unterarm lag sie bei 05:04 ± 02:46 min (p < 0.01). Das mittlere Dosisflächenprodukt

lag bei der Gruppe I bei $5,28 \pm 7,43 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$. Bei den Subclavia-Ports ergab sich ein DFP von $5,28 \pm 7,81 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ und bei den Unterarm-Ports ergab sich ein DFP von $5,26 \pm 5,59 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$.

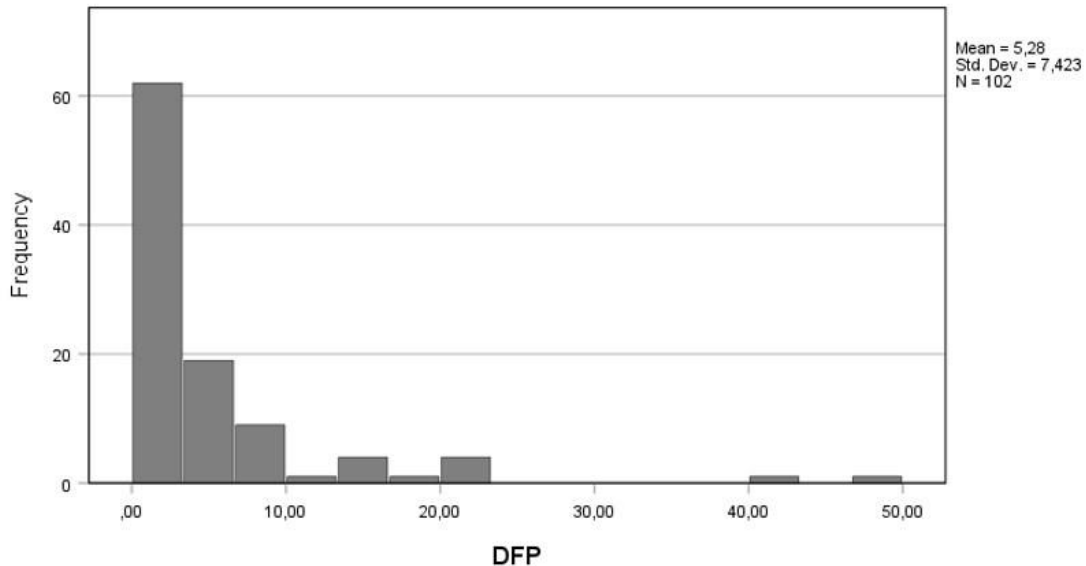


Abb. 5: DFP-Werte der Patienten Angiografie-Gerät „Philips Integris“.

3.5.2 Dauer der Portanlage, DL-Zeit und Strahlendosis „Philips Azurion 7 C20“

Die Eingriffsdauer für eine Portanlage in der Gruppe A (n = 96) lag bei $27:52 \pm 3:25 \text{ min}$.

Während die Eingriffe bei der Verwendung der Vena subclavia als Zugangsgefäß durchschnittlich $27:21 \pm 03:12 \text{ min}$ benötigten, dauerten die Eingriffe am Unterarm mit im Mittel $29:48 \pm 03:36 \text{ min}$ etwas länger ($p > 0.01$).

Die mittlere Durchleuchtungszeit während der Portimplantation lag unabhängig vom Zugangsweg bei $03:08 \pm 2,47 \text{ min}$.

Die Durchleuchtungszeit lag bei der Portimplantation über die V. subclavia bei $02:37 \pm 02:10$ min und bei der Portanlage am Unterarm bei $05:03 \pm 03:56$ min ($p < 0.01$).

Das Dosisflächenprodukt lag im Mittelwert bei $2,76 \pm 3,38$ Gy * cm². Bei den Eingriffen an der V. subclavia ergaben sich DFP-Werte von $2,4 \pm 1,9$ Gy * cm² und bei den Eingriffen am Unterarm ergaben sich Werte von $3,69 \pm 1,0$ Gy * cm² ($p < 0.01$).

Beim Vergleich zwischen der Gruppe I und der Gruppe A zeigte sich bei der statistischen Auswertung ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der Strahlendosis ($p < 0,01$).

Bei der Durchleuchtungszeit und der Eingriffsdauer ergaben sich beim Vergleich zwischen den beiden Gruppen „Integris“ und „Azurion“ zwar tendenzielle Verringerungen der jeweiligen Parameter, die aber ohne statistische Signifikanz waren ($p > 0,01$).

3.6 Komplikationen bei Portanlage

Komplikationen bei einer Portanlage getrennt nach Gruppen			
	Gruppe I	Gruppe A	Gesamt
Peri-interventio- nelle Komplikatio- nen	2 (1,9 %)	1 (1 %)	3 (1,5 %)
Blutung	1 (0,9 %)	-	1 (0,5 %)
Pneumothorax	1 (0,9 %)	1 (1 %)	2 (1 %)
p-Wert	$p > 0,01$		
Frühkomplikationen	11 (10,7 %)	7 (7,2 %)	18 (9,1 %)
Katheterdislokation	3 (2,9 %)	1 (1 %)	4 (2 %)
Lokale Infektion	-	3 (3,1 %)	3 (1,5 %)
Hämatombildung	1 (0,9 %)	2 (2 %)	3 (1,5 %)
Knickbildung	3 (2,9 %)	-	3 (1,5 %)
Leicht verkipptes Portsystem	1 (0,9 %)	-	1 (0,5 %)
Zu langer Katheter	2 (1,9 %)	-	2 (1 %)
Portinduzierte Thrombose	1 (0,9 %)	1 (1 %)	2 (1 %)
p-Wert	$p > 0,01$		
Spätkomplikationen	2 (1,9 %)	1 (1 %)	3 (1,5 %)
Infektion	1 (0,9 %)	-	1 (0,5 %)
Venenthrombose	1 (0,9 %)	-	1 (0,5 %)
Katheterokklusion	-	1 (1 %)	1 (0,5 %)
p-Wert	$p > 0,01$		

Tab. 11: Komplikationen nach der Portanlage unterteilt in peri-interventio-
nelle Komplikationen (24 Stunden nach der Implantation), Frühkompli-
kationen (bis 30 Tage) und Spätkomplikationen (31 Tage und mehr).

3.6.1 Peri-interventionelle Komplikationen bei Portanlage

Bei insgesamt 198 Eingriffen kam es zu drei peri-interventionellen Komplikationen.

Während der Portanlage traten in der Gruppe I bei zwei von insgesamt 102 Patienten peri-interventionelle Komplikationen auf. Im ersten Fall kam es zu einer intraoperativen Blutung durch die Verletzung einer medialeseitigen Oberarmvene nach einer mehrfachen Punktion. Die Patientin hatte ein exulzeriertes und inflammatorisches Mammakarzinom mit axillären Lymphknotenmetastasen beidseitig, weshalb die Indikation für einen Unterarm-Port gestellt wurde. Die Implantation des Portsystems am Unterarm war trotz ausgeprägter Hämatombildung erfolgreich. Ein Kompressionsverband wurde bis zum Folgetag belassen. Im weiteren Verlauf zeigten sich keine Anzeichen einer Progredienz des Hämatoms oder eines sekundären Infekts.



Abb. 6: Kontrastmittelparavasat einer Oberarmvene nach mehrfachen Punktionen.

Im zweiten Fall der Gruppe I fiel bei der postoperativen Röntgenkontrolle ein Pneumothorax auf, der am Folgetag eine Progredienz zeigte und mit einer Thoraxdrainage versorgt werden musste.

In der Gruppe A kam es lediglich zu einer peri-interventionellen Komplikation bei der Anlage eines Ports über die Vena subclavia. Ähnlich wie in der Gruppe I wurde bei der Röntgenkontrolle am selben Tag ein Pneumothorax festgestellt, der mit einer Thoraxdrainage versorgt werden musste.

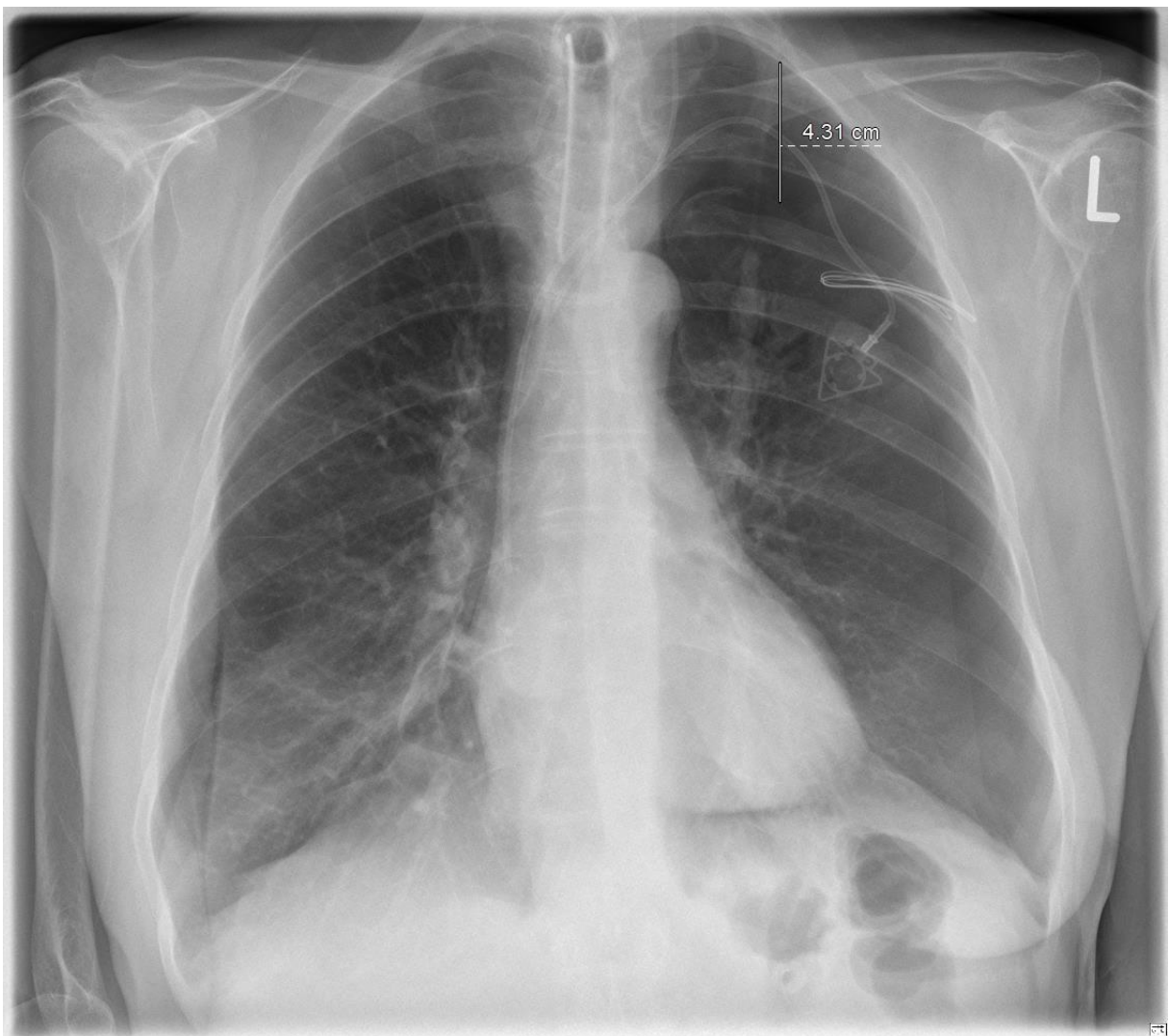


Abb. 7: Postinterventioneller Pneumothorax beim Zustand nach der Portanlage mit einer pleuralen Dehiszenz von 4,3 cm.

3.6.2 Frühkomplikationen nach Portanlage

Frühkomplikationen traten in insgesamt 18 Fällen auf (9,1 %). Zu den häufigsten Frühkomplikationen gehörten in beiden Gruppen Katheterdislokationen, lokale Infektionen und eine Hämatombildung. Knickbildungen beim Verlauf des Katheters traten in 1,5 % der Fälle auf. In einem Fall war die Portkammer leicht verkippt, sie konnte aber in dieser Position belassen werden. In zwei Fällen waren die Portkatheter zu lang und reichten bis in den rechten Vorhof, was in einem Fall zu einer Revision führte. Arrhythmien waren zum Zeitpunkt der Revision noch nicht aufgetreten. In zwei Fällen entwickelten die Patienten nach der Portimplantation eine Thrombose der Vena subclavia. In beiden Fällen erfolgte eine orale Antikoagulation mit Rivaroxaban 20 mg pro Tag für drei Wochen und danach 15 mg pro Tag für 6 Monate. Eine Indikation zur Explantation des Portsystems bestand zum damaligen Zeitpunkt nicht.

Im Folgenden werden die Ergebnisse für die beiden Gruppen I und die Gruppe A gesondert dargestellt.

Frühkomplikationen Gruppe I

Der Gesamtanteil der Frühkomplikationen in der Gruppe I lag bei 10,7 %.

Die häufigsten Komplikationen bezogen sich auf Katheterdislokationen (n = 3; s. Abb. 8) und Knickbildungen der Portkatheter (n = 3). Dazu gehörten auch 2 Fälle von zu lang belassenen Portkathetern. Seltene Komplikationen (n = 1) waren eine Nachblutung, eine Thrombose der Vena subclavia und eine seitlich verlagerte Portkammer.

Alle Komplikationen bis auf die Hämatombildung traten nach der Implantation eines Subclavia-Ports auf.

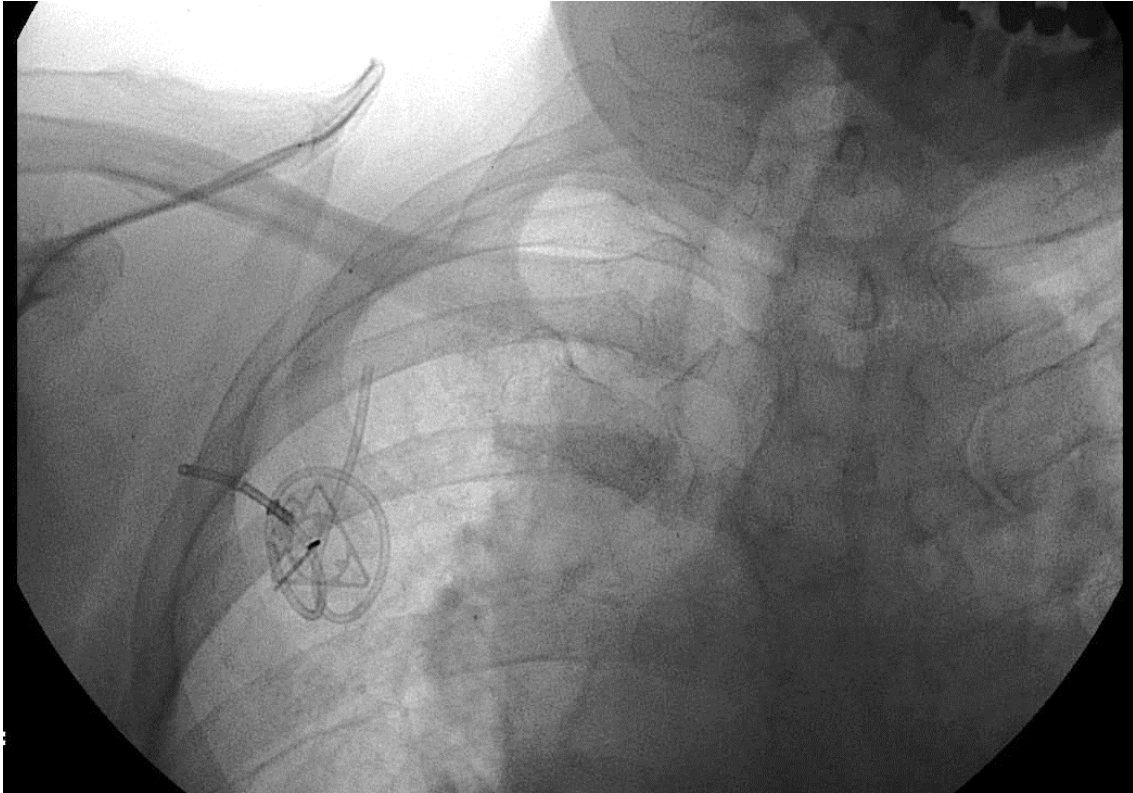


Abb. 8: Dislozierter Portkatheter mit einer Lage in der Subcutis, wobei eine Portrevision veranlasst wurde.

Frühkomplikationen in Gruppe A

Bei 96 Patienten der Gruppe A traten nach der Portanlage insgesamt 7 Frühkomplikationen auf, was einem Anteil von insgesamt 7,2 % entspricht.

In 3 Fällen handelte es sich um Frühinfektionen, von denen sich zwei Fälle auf die Subclavia-Ports bezogen. Bei einem Patienten konnten dabei Keime vom Typ *Staphylococcus aureus* im Wundabstrich nachgewiesen werden. Im anderen Fall konnte trotz eines klinischen Verdachts auf einen Portinfekt kein putrides oder seröses Sekret beobachtet werden und die Abstrichentnahme aus der Wundhöhle blieb ohne Keimnachweis.

Bei einem Unterarm-Port konnten Enterobacter cloacae complex im mikrobiologischen Abstrich festgestellt werden.

In einem Fall war der Portkatheter über die Vena subclavia nach rechts jugulär umgeschlagen.

Nach zwei Portanlagen über die Vena subclavia konnten bei der klinischen Nachkontrolle persistierende Blutungen aus dem Hautschnitt festgestellt werden. Bei der folgenden Revision zeigte sich intraoperativ eine aktive Blutung aus einem kleinen Hautast. Es erfolgte eine Koagulation mit einem Elektrokauter und es wurden mehrfache Überprüfungen auf Bluttrockenheit durchgeführt. Das Portsystem konnte dann belassen werden und wurde über den gesamten Zeitraum der Chemotherapie im weiteren Verlauf problemlos genutzt.

In einem weiteren Fall kam es zu einer Thrombosebildung an der Katheterspitze eines Unterarm-Ports. Das Portsystem konnte zwar für die Nutzung uneingeschränkt freigegeben werden, war aber nicht zur Blutentnahme geeignet.

Ein signifikanter Unterschied bei der Frequenz und der Art der Frühkomplikationen konnte zwischen den beiden Gruppen nicht festgestellt werden ($p > 0,01$).

3.6.3 Spätkomplikationen nach Portanlage

Insgesamt traten im gesamten Patientenkollektiv 3 Spätkomplikationen auf (1,5 %).

Im Unterschied zur relativ hohen Rate von Frühkomplikationen lagen bei einer Nachbeobachtungszeit von 300 Tagen in der Patientengruppe I lediglich 2 Spätkomplikationen vor, wobei es sich einmal um eine Infektion eines V. subclavia Portsystems und einmal um eine Venenthrombose im

Portbereich des Unterarms handelte. In dieser Patientengruppe lag die Rate der Spätkomplikationen daher bei 1,9 %.

Bei den 96 Patienten, bei denen die Implantation des Portsystems an der „Philips Azurion 7 C20“ Anlage durchgeführt wurde, trat lediglich bei einem Patienten eine Spätkomplikation auf (1 %). Es handelte sich um eine Katheterokklusion, die mutmaßlich durch Thrombenbildung verursacht wurde. Das System musste in diesem Fall explantiert werden.

Signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen konnten nicht nachgewiesen werden ($p > 0,01$).

3.7 Nutzungsdauer der Portsysteme

Die Nutzungsdauer umfasst den Zeitraum vom Tag der Operation bis zur Explantation des Portsystems oder dem Tod des Patienten innerhalb des Beobachtungszeitraums.

Innerhalb des Beobachtungszeitraums von 10 Monaten waren noch insgesamt 82 (41,8 %) Subclavia-Ports und periphere Ports in situ. Diese Daten weisen darauf hin, dass diese Portsysteme weiterhin in Verwendung waren und sich trotz des vergangenen Zeitraums von 10 Monaten noch in den Patienten befanden.

36 Portsysteme mussten innerhalb der ersten drei Monate explantiert werden. Dabei waren insgesamt 10 Eingriffe aufgrund von bereits erwähnten Komplikationen erforderlich. Darüber hinaus haben 11 weitere Patienten die Chemotherapie vorzeitig abgebrochen. In den ersten 3 Monaten nach dem Abschluss der Therapie wurden insgesamt 15 Explantationen durchgeführt.

51 Portsysteme in beiden Gruppen wurden in unserer Klinik regulär nach dem Abschluss der Therapie explantiert.

Dauer bis zur Entfernung des Portsystems	
< Monat	n = 12 Patienten (5,5 %)
1-3 Monate	n = 24 Patienten (12,1 %)
3-6 Monate	n = 58 Patienten (29,3 %)
6-8 Monate	n = 22 Patienten (11,1 %)
8-10 Monate	n = 82 Patienten (41,8 %)

Tab. 12: Nutzungsdauer bis zur Explantation der Portsysteme.

Bei der Datenanalyse wurde auch eine Überprüfung der Nutzungsdauer der implantierten Portsysteme bei den Patienten der Gruppe I (n = 102) und den Patienten der Gruppe A (n = 96) durchgeführt. Bei dieser Analyse wurde eine Unterteilung in Zeitabschnitte beginnend bei unter einem Monat und endend bei 10 Monaten vorgenommen.

In der Gruppe I „Philips Integris“ lag bei 7 von 102 Patienten (6,8 %) die Nutzungszeit bei weniger als einem Monat. In diesen Fällen handelte es sich ausschließlich um Thoraxwand-Ports. In drei Fällen kam es zur Dislokation des Portkatheters und in einem Fall zu einer Knickbildung mit einer konsekutiven Fehlfunktion. In einem Fall handelte es sich um einen frühzeitigen Abbruch der Chemotherapie. Zwei Patienten haben das Krankenhaus innerhalb des Beobachtungszeitraums verlassen und sich nicht wieder vorgestellt.

Bei 12 Patienten der Gruppe I (11,7 %) lag die Dauer der Nutzung des Portsystems bei 1-3 Monaten und bei 15 Patienten wurde das Portsystem in 3-6 Monaten explantiert. Während bei weiteren 6 Patienten (5,8

%) das Portsystem mindestens 6 Monate nach der Implantation noch verwendet wurde, konnte bei 62 Patienten (60,7 %) ein wesentlich höherer Nutzungsumfang der Portsysteme von bis zu 10 Monaten nachgewiesen werden.

Nutzungsumfänge der Portsysteme Gruppe I in Monaten	
< Monat	n = 7 Patienten (6,8 %)
1-3 Monate	n = 12 Patienten (11,7 %)
3-6 Monate	n = 15 Patienten (14,7 %)
6-8 Monate	n = 6 Patienten (5,8 %)
8-10 Monate	n = 62 Patienten (60,7 %)

Tab. 13: Nutzungsdauer der implantierten Portsysteme in Monaten in Gruppe I.

Beim Einsatz des Angiografie-Geräts „Philips Azurion 7 C20“ wiesen nur 5 der 96 inkludierten Patienten eine Nutzung von unter einem Monat auf (5,2 %). Bei 3 Fällen handelte es sich um Frühinfektionen und bei einem Fall zeigte sich eine Dislokation des Portkatheters.

Bei 12 Patienten (12,5 %) lag die Nutzung des Portsystems bei bis maximal 3 Monaten und bei 43 Patienten lag sie bei maximal 6 Monaten (44,7 %).

Die Dauer der Nutzung der Ports lag bei 16 Patienten bei 6-8 Monaten (16,6 %). Bei weiteren 20 Patienten (20,8 %) lag der Zeitraum bei 8-10 Monaten (Tab. 11).

Nutzungsumfänge der Portsysteme Gruppe A in Monaten	
< Monat	n = 5 Patienten (5,2 %)
1-3 Monate	n = 12 Patienten (12,5 %)
3-6 Monate	n = 43 Patienten (44,7 %)
6-8 Monate	n = 16 Patienten (16,6 %)
8-10 Monate	n = 20 Patienten (20,8 %)

Tab. 14: Nutzungsdauer der implantierten Portsysteme in Monaten in Gruppe A.

Die Portsysteme wurden unabhängig davon, ob als Implantationsort die Vena subclavia oder der Unterarm verwendet wurde, in der Gruppe I im Vergleich mit der Gruppe A signifikant länger in den Patienten belassen ($p < 0,01$, Mittelwert 4,34, SD 1,665).

3.8 Analgosedierung

Während des Eingriffs erfolgten eine Sedierung durch 1%iges Propofol (10 mg/ml) und ggf. Midazolam und eine Analgosedierung durch Piritramid. In beiden Gruppen wurden zusammengefasst durchschnittlich $12,8 \pm 17,5$ ml Propofol verabreicht.

In der Gruppe I wurden $12,2 \pm 12,6$ ml Propofol appliziert und in der Gruppe A $13,4 \pm 21,5$ ml. Bei den Eingriffen über die Vena subclavia wurden in der Gruppe I $13,2 \pm 13,5$ ml und in der Gruppe A wurden $14,3 \pm 20,7$ ml Propofol verabreicht. Bei der Implantation von Unterarm-Ports wurden deutlich geringere Mengen zur Sedierung verwendet als beim Zugang über die Vena subclavia. So wurden bei der Gruppe I durchschnittlich $7,6 \pm 5,6$ ml Propofol verabreicht und in der Gruppe A $10 \pm 26,7$ ($p < 0,01$).

Die verabreichten Dosierungen von Midazolam und Piritramid lagen in beiden Gruppen bei $2,03 \pm 1,26$ mg Midazolam und $6,3 \pm 3,8$ mg Piritramid.

In der Gruppe I lag die Dosierung von Midazolam bei der Implantation von Subclavia-Ports bei $2,0 \pm 0,8$ mg und bei der Implantation von Unterarm-Ports bei $2,1 \pm 1,5$ mg.

In der Gruppe A wurden bei der Implantation von Subclavia-Ports $2,0 \pm 1,5$ mg Midazolam verwendet und bei der Implantation von Unterarm-Ports waren es $1,8 \pm 1,3$ mg.

In der Patientengruppe I wurden im Mittel $5,9 \pm 3,2$ mg Piritramid bei den Subclavia-Ports gegenüber $7,7 \pm 5,2$ mg bei den Unterarm-Ports eingesetzt.

Die Patienten in der Gruppe A erhielten $6,0 \pm 3,1$ mg Piritramid bei den Subclavia-Ports und $7,5 \pm 5,9$ mg bei den Unterarm-Ports.

Analgosedierung mit Propofol, Midazolam und Piritramid			
	Gruppe I	Gruppe A	p-Wert
Propofol-1%ig-(10 mg/ml)			
- Subclavia-Ports	13,2 ± 13,5 ml	14,3 ± 20,7 ml	p > 0,1
- Unterarm-Ports	7,6 ± 5,6 ml	10,05 ± 26,7 ml	p < 0,1
Midazolam (1 mg/ml)			
- Subclavia-Ports	2,0 ± 0,8 mg	2,0 ± 1,5 mg	p > 0,1
- Unterarm-Ports	2,1 ± 1,5 mg	1,8 ± 1,3 mg	p > 0,1
Piritramid (1 mg/ml)			
- Subclavia-Ports	5,9 ± 3,2 mg	6,0 ± 3,1 mg	p > 0,1
- Unterarm-Ports	7,7 ± 5,2 mg	7,5 ± 5,9 mg	p > 0,1

Tab. 15: Analgosedierung.

Um die Dosierung von Midazolam und Piritramid zwischen den beiden Gruppen „Philips Azurion 7 C20“ und „Philips Integris“ vergleichen zu können, wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Dabei ergaben sich keine statistisch relevanten Unterschiede ($p > 0,01$).

3.9 Die Erfolgsquote der Portanlagen

In 198 von 200 Fällen (99 %) war die Implantation eines venösen Portsystems erfolgreich. Von den 103 Patienten, bei denen die Portanlage an der „Philips Integris“ Anlage durchgeführt wurde, war der Eingriff bis auf einen Fall erfolgreich. Lediglich bei einer 71-jährigen Patientin musste der Versuch einer Portanlage wegen ihres Zustands nach einem Mammakarzinom rechts und multiplen Venenthrombosen im Bereich der Vena basilica und der Vena subclavia erfolglos abgebrochen werden.

Bei den 97 Patienten, bei denen eine Portanlage an der „Philips Azurion 7 C20“ Anlage durchgeführt wurde, war die Portimplantation ebenfalls bis auf einen Fall erfolgreich. Die Portanlage musste in diesem Fall abgebrochen werden, weil sich bei der Analgosedierung des Patienten eine nicht beherrschbare motorische Unruhe entwickelte. Die Portanlage wurde nicht wiederholt, um keine Komplikationen hervorzurufen.

Erfolgsquote der Portanlagen		
	Gruppe I	Gruppe A
Portsystem gesamt erfolgreich/erfolglos	103/1	97/1
Portsystem Vena subclavia erfolg- reich/erfolglos	83/1	76/0
Portsystem Unterarm erfolgreich/erfolglos	19/0	20/1

Tab. 16: Erfolgsquote der Portanlagen.

4. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden retrospektiv die Daten von insgesamt 200 konsekutiven Patienten ausgewertet, bei denen zwischen August 2018 und März 2020 eine Portimplantation an der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Katholischen Klinikums Koblenz - Montabaur (KKKM) durchgeführt wurde. Es wurden für die Analyse keine Ein- oder Ausschlusskriterien formuliert, sodass die gewonnenen Ergebnisse einen ungefilterten Blick auf die Versorgungsrealität eines Klinikums der Schwerpunktversorgung ermöglichen.

Bei den verwendeten Portsystemen handelte es sich durchgängig um das 8 French PowerPort® System bei der Wahl eines Zugangs über die Vena subclavia und das 6 French X-Port™ isp. System bei der Wahl eines Zugangs am Unterarm. Beide Systeme werden von der Firma C. R. BARD GmbH, 76227 Karlsruhe Deutschland hergestellt. Im Mittelpunkt der vorliegenden Untersuchungen standen 2 zentrale Fragestellungen: Können die eigenen Ergebnisse hinsichtlich des technischen Erfolgs, der dauerhaften Funktionsfähigkeit des Systems und der beobachteten Komplikationen mit den Ergebnissen in der aktuellen Literatur verglichen werden? Liegen dabei die Raten der perioperativen, der frühen und der späten Komplikationen nach der Portimplantation in einem erwartbaren Rahmen?

Außerdem ergaben sich durch den Austausch der bestehenden Angiographie-Anlage am KKKM, einer Philips Integris CV 15 Anlage, gegen ein Gerät der neuesten Generation, eine Philips Azurion 7 C20 Angiographie-Anlage, eine Verkürzung der Interventionsdauer und dadurch auch eine Reduktion der Durchleuchtungszeit. Hat der Tausch der Geräte zu einer Verringerung der Strahlenbelastung hinsichtlich des Dosisflächenprodukts (DFP) und zu einer Reduktion der Durchleuchtungszeit geführt?

Bei 198 von 200 Patienten konnte das Portsystem erfolgreich implantiert werden. Bei der Implantationsdauer wurden neben der reinen Durchleuchtungszeit auch die Abläufe vor, während und nach der Portimplantation berücksichtigt, wie z. B. die Patientenlagerung, das Anbringen des Kreislaufmonitorings, die lokale Betäubung und der eigentliche operative Eingriff mit der Präparation des subkutanen Fettgewebes, der Punktion der Vene und der sicheren Positionierung der Portkammer, der Wundnaht, des Druckverbands und der Überprüfung der pDMS.

Die Auswertung der Ergebnisse führte zu keinen statistisch relevanten Unterschieden zwischen beiden Gruppen, sodass die Ergebnisse nahezu identisch waren, nämlich $27:47 \pm 02:22$ min bei den Subclavia-Ports in der Gruppe I und $27:21 \pm 03:12$ min in der Gruppe A. Ähnliches gilt auch für die Zeiten bei der Implantation eines Portsystems am Unterarm. Diese Werte decken sich gut mit denen der Arbeit von Teichgräber et al. (2014), in der die Operationsdauer bei der Implantation von transvenösen Portsystemen in den Bereich von 15-30 min eingeordnet wird. Die Ergebnisse decken sich ebenfalls mit den Zahlen von Yu et al. (2021) mit $29,66 \pm 7,45$ min, Thiel et al. (2022) mit $30,0 \pm 0,4$ min und Becker et al. (2021) mit $35,9 \pm 15,8$ min.

Im Vergleich mit den analysierten perioperativen Komplikationen in der Literatur lag die Komplikationsrate in der vorliegenden Arbeit über beide Gruppen gemittelt bei 1,5 % ($n = 3$), nämlich 1,9 % in der Gruppe I und 1,0 % in der Gruppe A.

In den meisten Publikationen zu Portanlagen werden die Komplikationen in Frühkomplikationen (bis maximal 30 Tage postoperativ) und Spätkomplikationen (31 Tage und später) differenziert. Über perioperative Komplikationen (während des Eingriffs bis 24 Stunden postoperativ) liegen weniger Informationen vor. Die Ursachen für das Auftreten von Komplikationen während der Portanlage sind vor allem Verletzungen des Ge-

webes, das die Portkammer bzw. den Portkatheter umgibt. Weitere intraoperative Probleme können durch eine Fehlpositionierung der Katheterspitzen entstehen, wobei Sofortblutungen und die Ausbildung von Hämatomen im Vordergrund stehen (Dariushnia et al., 2010).

Bei den Ergebnissen der Studien der letzten 15 Jahre hinsichtlich der Häufigkeit perioperativer Komplikationen zeigen sich die Ausbildung eines Pneumothorax und perioperative Nachblutungen aus dem Portgebiet als besonders häufige Komplikationen (Samaras et al., 2008; Ignatov et al., 2009; Zhou et al., 2014).

In einer Analyse von Teichgräber et al. (2014) wurden die eingriffsbedingten interventionell-chirurgischen, die katheterbedingten und die vasculären Komplikationen hinsichtlich der Ergebnisse aus der Literatur bewertet. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass sowohl der Pneumothorax als auch das intraoperative Hämatom zu den häufigsten Komplikationen gehören, während andere perioperative Komplikationen zur Gruppe der gelegentlichen Komplikationen gehören, wie z. B. arterielle Fehlpunktion, Luftembolie, kardiale Arrhythmie, Plexusirritation, Katheterdislokation, Katheterleckage und Katheterembolie, Migration oder Torsion des Portreservoirs und die arteriovenöse Fistel (Teichgräber und Benter, 2004; Lee et al., 2009; Colón-Casasnovas und Lugo-Vicente, 2008; Gebauer et al., 2007; Teichgräber et al., 2009).

Im Vergleich mit internationalen Studien, bei denen operationsbedingte Komplikationen auch bei erfahrenen Operateuren bei bis zu 2 % liegen (Haeder und Jähne, 2013), lag der Anteil intraoperativer Komplikationen in dem hier vorgestellten Kollektiv lediglich bei 1,5 % (n = 3). Eine relevante intraoperative Blutung trat in einem Fall auf, aber das Problem konnte interventionell gelöst werden. Die Portanlage wurde für die Versorgung kurzzeitig unterbrochen, konnte aber letztendlich erfolgreich abgeschlossen werden (Minor-Komplikation). In zwei Fällen konnte jeweils

ein interventionsbedürftiger Pneumothorax bei der konventionellen Röntgenaufnahme nachgewiesen werden (Major-Komplikationen).

Peri-interventionelle Komplikationen werden in der Literatur im Bereich von 2,39 % bei Biffi et al. beschrieben (Biffi et al., 2004), in der Gruppe von Chang et al. (Chang et al., 2013) sind es 1,4 % und bei Teichgräber et al. 1,33 % (Teichgräber et al., 2011). Ähnliche Zahlen finden sich mit 1 % auch bei Sakamoto et al. (Sakamoto et al., 2010) und mit dem niedrigsten Wert von 0,33 % bei Vogt (Vogt, 2017). Deshalb sind die hier präsentierten Zahlen sehr gut mit denen in der Literatur vergleichbar.

Nach Literaturanalysen sind die am häufigsten auftretenden Komplikationen während einer Intervention die arteriellen Fehlpunktionen und eine erfolglose Punktion einer Zielvene (Vogt, 2017), die akute Blutung aus dem Operationsgebiet (Cil et al., 2006; Sakamoto et al., 2010) und der Pneumothorax (Biffi et al., 2004; Sakamoto et al., 2010).

In einer älteren Studie von Samad und Ibrahim (2015) mit einer Portanlage bei 250 Patienten traten in 4 Fällen (1,6 %) seltene und außergewöhnliche perioperative Komplikationen in der Form von Verletzungen der Arteria subclavia auf (Samad und Ibrahim 2015). Ähnliche gravierende Komplikationen wurden in der Literatur ansonsten nicht beschrieben.

Eine der wesentlichen und gravierenden Komplikationen bei der Implantation eines venösen Portsystems über die Vena subclavia ist die Verletzung der Pleura mit der konsekutiven Entstehung eines Pneumothorax und der Gefahr eines Spannungspneumothorax. In 2 Fällen wurde in unserem Kollektiv die Pleura versehentlich punktiert und in der obligaten postoperativen Röntgenkontrolle wurde jeweils ein Pneumothorax erkannt, der in beiden Fällen mit einer Thoraxdrainage behandelt werden musste.

Hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens eines Pneumothorax während der Portanlage unterscheiden sich die Literaturangaben. Johari et al. (2022) führten bei 189 Patienten mit einer Portimplantation postoperativ und routinemäßig eine Thorax-Röntgenuntersuchung durch und stellten dabei in 2 Fällen einen Pneumothorax (1,1 %) fest. Diese Frequenz ist vergleichbar mit den Angaben aus einer Studie, in der bei 3.844 Patienten nach der Anlage eines zentral-venösen Katheters und der späteren routinemäßigen Röntgenkontrolle bei 52 Patienten (1,4 %) ein Pneumothorax nachgewiesen werden konnte. Nur die wenigsten Patienten zeigten dabei eine klinische Symptomatik, obwohl 0,1 % dieser Patienten keine Hinweise und Symptome für einen Pneumothorax aufwiesen (Burn et al., 2001).

In einer Studie von Chang et al. (2013) kam es bei 4 von 195 Portanlagen beim Ultraschalleinsatz zu einem iatrogenen Pneumothorax. Als Hauptgrund für diese Häufigkeit wurde dabei darauf hingewiesen, dass 3 dieser Komplikationen bei Weiterbildungsassistenten mit geringerer Erfahrung auftraten. Die betreffenden Kollegen hatten allesamt weniger als 20 Eingriffe durchgeführt. In einem dieser Fälle war eine mehrtägige Drainage-therapie erforderlich (Chang et al., 2013).

In einer Analyse von Lamprini aus dem Jahr 2016 traten bei 310 Portanlagen insgesamt 8 peri-interventionelle Komplikationen auf, wobei zweimal ein Pneumothorax vorlag und viermal eine Nachblutung nach dem Abschluss des Eingriffs revidiert werden musste. In 2 Fällen handelte es sich dabei um frustrane Versuche einer Portanlage (Lamprini, 2016).

In einer Studie von Kunz-Virk (2018) gehörten zu den peri-interventionellen Komplikationen insgesamt 11 Fehlpunktionen und in 3 Fällen lag eine revisionspflichtige Blutung im Operationsgebiet vor. Weitere intraoperative Komplikationen betrafen einmal eine Fehllage mit Dislokation und ein weiteres Mal mechanische Probleme an der Porttasche (Kunz-Virk 2018).

In einer vergleichenden und retrospektiven Kohortenstudie hinsichtlich der Zugangswege für die Portimplantation (Calvo et al., 2020) wurden die venöse Punktion (n = 155) und die venöse Dissektion (n = 228) gegenübergestellt. Eingeschlossen wurden Patienten, die älter als 18 Jahre waren und bei denen vorher keine Portanlage durchgeführt wurde, wobei die mittlere Nachbeobachtungszeit bei 2 Jahren lag. Bei insgesamt 383 Patienten wurden 9 intraoperative Komplikationen erfasst (0,78 %). Bei 3 von diesen 9 Komplikationen handelte es sich um revisionspflichtige Hämatome aus der Patientengruppe mit venöser Dissektion. 6 intraoperative Komplikationen betrafen die Patientengruppe mit direkter venöser Punktion. Bei diesen Patienten fanden sich dreimal Gefäßverletzungen mit Hämatombildung und je einmal ein Pneumothorax, ein revisionspflichtiges Hämatom und ein Fall mit kardialer Arrhythmie (Calvo et al., 2020).

Thiel (2022) konnte hinsichtlich der Analyse von perioperativen Komplikationen bei der Portanlage auf Daten von 1005 Patienten zurückgreifen. Dabei konnten keine perioperativen Komplikationen festgestellt werden (Thiel et al., 2022).

In der vorliegenden Studie wurden drei perioperative Komplikationen detektiert. Bei einem Fall (0,5 %) wurde ein lokales Hämatom durch die Verletzung einer Vene beobachtet. Das Hämatom war im Verlauf nicht revisionspflichtig und zeigte keine Anzeichen einer Superinfektion. Ein iatrogener Pneumothorax wurde sowohl in der Gruppe I als auch in der Gruppe A festgestellt, wobei jeweils die Anlage einer Thoraxdrainage erforderlich war.

In einer retrospektiven Studie von Yu et al. (2021) zur Analyse von perioperativen Komplikationen nach der Anlage einer supraclavikulären und ultraschall-gesteuerten TIVAD über die Vena brachiocephalica bei 433 Patienten wurde am Operationstag bei einem Patienten ein nicht behandlungspflichtiger und geringer Pneumothorax diagnostiziert (0,23 %), der

unter Beobachtung rückläufig war. Bei 4 Patienten lag eine Blutung vor, die unter Kompression zum Stillstand kam (Yu et al., 2021).

Als Frühkomplikationen werden Probleme angesprochen, die innerhalb der ersten 30 Tage nach der Portimplantation auftreten. In der vorliegenden Arbeit fanden sich bei 198 Patienten innerhalb der ersten 30 Tage nach der Portanlage 18 postoperative Frühkomplikationen, was einer Rate von 9 % entspricht. Zu diesen 18 Komplikationen gehörten Katheterdislokationen (2 %), lokale Infektionen (1,5 %) und eine Hämatombildung (1,5 %). Außerdem traten Knickbildungen des Portkatheters (1,5 %), eine Thrombosebildung bei der Vena subclavia (1 %), zu lange belassene Portkatheter (1 %) und verkippte Portkammern (0,5 %) auf. 5,5 % der Frühkomplikationen traten in der Patientengruppe auf, die an der älteren Philips Integris (Gruppe I) Anlage versorgt wurde, während 3,5 % der Fälle in der Gruppe auftraten, die an der moderneren Azurion Anlage (Gruppe A) operiert wurden. Bis auf die Hämatombildung beziehen sich die Komplikationen in der Gruppe I auf die Subclavia-Ports. Bei der Gruppe A traten die Frühkomplikationen in 4 Fällen nach der Anlage eines Subclavia-Ports und in zwei Fällen nach der Anlage eines Unterarm-Ports auf. Ein signifikanter Unterschied konnte hinsichtlich der Frühkomplikation zwischen den beiden Gruppen nicht festgestellt werden ($p > 0,01$).

Zu den häufigsten Frühkomplikationen nach der Portanlage gehören nach der Literatur Infektionen, Dislokationen bzw. Diskonnektionen des Systems mit einer Leckage, einem Bruch oder einer Perforation des Katheters, Nachblutungen und Hämatome, Thrombose, Pneumothorax und Luftembolie (Haeder und Jähne, 2013; Teichgräber et al., 2014).

Kratzenberg (2008) analysierte in einer retrospektiven Studie mit minimal-invasiver Technik venöse Portsysteme in einer Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin. Bei 373 implantierten Portsystemen wurden 47 Frühkomplikationen (12,6 %) diagnostiziert, wobei zwischen 20 Major-

und 27 Minor-Komplikationen unterschieden wurde. Besonders gravierend waren 14 Infektionen, bei denen die implantierten Portsysteme entfernt werden mussten. Weitere 6 Port-Neuanlagen waren erforderlich bei Katheter- und Kammerokklusionen (Kratzenberg 2008).

In der vorliegenden Studie wurden Frühkomplikation in 9 % der Fälle erfasst. Zu den häufigsten Frühkomplikationen gehörten in beiden Gruppen die Katheterdislokation (2 %), die lokale Infektion (1,5%) und die Hämatombildung (1,5 %). Eine Knickbildung des jedoch noch funktionstüchtigen Katheters kam bei 1,5 % der Fälle vor. In einem Fall war die Portkammer leicht verkippt, sie konnte aber in dieser Position belassen werden. In zwei Fällen (1 %) waren die Portkatheter zu lang, was bei einem Fall zu einer Revision geführt hat. Eine Thrombosebildung bei der Vena subclavia trat in zwei Fällen auf.

Chang et al. berichten in ihrer 2013 publizierten Arbeit über 195 Patienten, die eine Portimplantation erhielten. Postoperativ erfolgte in dieser Studie eine deskriptive statistische Auswertung. In der Zeit bis zum 30. postoperativen Tag wurden bei 140 Patienten 3 Major-Komplikationen nachgewiesen (2,1 %). In 2 Fällen kam es nach 4 und 9 Tagen nach der Portanlage zu einer Infektion der Porttasche und einer Explantation des Portsystems. Eine dritte und gravierende Komplikation bestand in einer Diskonnektion des Katheters vom Portreservoir (Chang et al., 2013).

Samad und Ibrahim (2015) implantierten bei 250 Patienten einen Port zur Vorbereitung einer Chemotherapie. Im Zusammenhang mit der Portimplantation traten 4 perioperative und 25 Spät komplikationen auf. Zu den perioperativen Komplikationen zählten inzidentelle Arterienpunktionen mit einer konsekutiven Hämatombildung (Samad und Ibrahim 2015).

In einer Studie von Lamprini (2016) wurde eine retrospektive Analyse von Langzeitergebnissen nach der Anlage von 310 vollimplantierbaren Portsystemen mit einer mittleren Gesamtverweildauer von 398 Tagen durchgeführt. Die Rate der Frühkomplikationen lag bei $n = 6$ (1,9 %), was 13,3 % der Gesamtzahl aller Komplikationen entsprach. 2 dieser Patienten wiesen am 14. und 25. postoperativen Tag eine Infektion im Portgebiet auf. Einer dieser Patienten verstarb an einer Sepsis. Bei 3 Patienten traten Paravasate im Portgebiet auf. Bei 2 dieser Patienten mussten die Portsysteme ausgewechselt werden. Bei einem 6. Patienten lag eine Dislokation des Portkatheters vor, was ebenfalls eine erneute Portanlage erforderte (Lamprini (2016)).

Kunz-Virk untersuchte in einer 2018 publizierten Arbeit eine Kohorte von 1.169 Patienten, die in den Jahren 2010 bis 2015 ein Powerportsystem (TIVAD) erhalten hatten. Alle Eingriffe erfolgten in einem Institut für Radiologie. Die Einteilung von Komplikationen orientierte sich dabei an den Vorgaben des Technology Assessment Committee's der Society of Interventional Radiology. Für die Erfassung der postoperativen Frühkomplikationen (postoperativ ≤ 30 Tage) standen Daten von 919 Patienten zur Verfügung. Insgesamt wurden in der Analyse 27 Frühkomplikationen (2,94 %) diagnostiziert. Zu diesen gehörten lokale Infektionen ($n = 8$), Katheterdislokation/Fehllage ($n = 6$), Nachblutungen ($n = 5$), Sepsis ($n = 2$), Armvenenthrombose ($n = 2$), mechanische Probleme an der Porttasche, Katheterdiskonnektion, Katheterbruch und eine Katheterokklusion (jeweils $n = 1$) (Kunz-Virk 2018).

Calvo et al. (2020) verglichen in einer Studie die Ergebnisse von Portanlagen hinsichtlich der Venenpunktion ($n = 155$) und der Venendissektion ($n = 228$) anhand der Morbiditätsraten nach der Portimplantation. Bei den Patienten mit Venendissektion zeigten sich in den ersten Tagen nach der Portanlage lediglich 3 Hämatome im Portbereich, während in der Patientengruppe mit Venenpunktion 6 Komplikationen nachgewiesen wurden.

Bei diesen Frühkomplikationen handelte es sich dreimal um Gefäßläsionen und je einmal um einen Pneumothorax, ein lokales Hämatom und eine kardiale Arrhythmie (Calvo et al., 2020).

Eine vergleichbare Rate von Frühkomplikationen wurde in einer retrospektiven Studie von Becker et al. (2021) nachgewiesen, in der 500 Patienten einen TIVAD erhielten und über die Dauer von 2 Jahren nachverfolgt wurden. Das Alter der Patienten lag im Mittel bei $56,5 \pm 15,1$ Jahren. Die Portanlage verlief bei allen 500 Patienten erfolgreich und das Portsystem war nach der Überprüfung in allen Fällen funktionsfähig. Bei 3 Patienten kam es in der Folge zu einer Portinfektion, wobei in 2 Fällen nach einer Antibiotikatherapie das Portsystem belassen werden konnte (Becker et al., 2021).

In dem in der vorliegenden Arbeit untersuchten Kollektiv traten in 3 Fällen Portinfektionen auf. In allen Fällen wurde das Portsystem entfernt. Prinzipiell wird in unserer Klinik ein infiziertes System immer unter antibiotischem Schutz entfernt und bei Bedarf wird in einem engen zeitlichen Bezug ein neues Portsystem entweder kontralateral über die Vena subclavia oder eine Oberarmvene implantiert. Wenn eine kontralaterale Implantation nicht möglich sein sollte, dann wird bei einem infizierten Subclavia-Port der Unterarm genutzt et vice versa.

In der im Jahr 2022 publizierten Studie von Thiel et al., in der Portinfektionen aus den Jahren 2016 bis 2017 untersucht wurden, konnten anhand des Operations- und Prozeduren-Schlüssels (OPS) 1005 Portkathetereingriffe an mehreren Kliniken analysiert werden. Das Verhältnis zwischen Frauen und Männern lag dabei bei 73,8 % zu 26,2 %. Insgesamt traten bei 1005 Eingriffen 32 Frühkomplikationen auf, was einem Anteil von 3,2 % entspricht. Bei 11 Patienten mit gravierenden Frühkomplikationen musste eine Portexplantation vorgenommen werden, was einer Explantationsrate von 1,1 % entspricht (Thiel et al, 2022).

Zu den 32 Frühkomplikationen in der Studie von Thiel (2022) gehörten Infektionen und zwar sowohl systemisch (n = 5) als auch in der Porttasche (n = 5; 0,1 %) und Thrombosen im Bereich der Portspitze (n = 1) und der tiefen Armvenen (n = 4; 0,5 %). Außerdem kam es zu Portschäden durch die Katheterlage (n = 2), durch Katheterbruch (n = 3) und nicht näher bezeichnete Dysfunktionen (n = 2; 0,7 %).

Darüber hinaus traten nicht patientenbezogene Komplikationen auf, wie Hämatome (n = 5), Serome (n = 3) und Schmerzen im Bereich der Implantationsstelle (n = 2; 0,1 %). Im Vergleich mit der Frühkomplikationsrate von 3,2 % in der umfangreichen Studie von Thiel (2022) lag sie in der vorliegenden Arbeit bei 9 %.

Zu den typischen Spätkomplikationen nach der Portanlage gehören Infektionen der Portkammer- bzw. des Portkatheters mit der Gefahr einer Sepsis, eine Thrombose der aufnehmenden Vene und spezifische Probleme des Portkatheters, wie eine Dislokation, Diskonnektion, Migration und Okklusion des Katheters, das Pinch-off-Syndrom und in seltenen Fällen eine materialbedingte Implantat-Unverträglichkeit (Haeder und Jähne, 2013).

In der vorliegenden Arbeit wurden in der postoperativen Beobachtungszeit zwischen 30 und 300 Tagen im gesamten Kollektiv nur 3 Spätkomplikationen festgestellt.

Bei Patienten, die an der „Philips Integris“ Anlage behandelt wurden (n = 102), traten 2 Spätkomplikationen auf, nämlich eine Armvenenthrombose und eine Infektion eines Subclavia-Ports. Bei den 96 Patienten, die an der Philips Azurion 7 C20 Anlage behandelt wurden, kam es nur zu einer Spätkomplikation, nämlich einer Katheterokklusion. Daraus ergab sich in der vorliegenden Arbeit eine Gesamtspätkomplikationsrate von 1,5 %.

In einer retrospektiven Studie von Kratzenberg aus dem Jahr 2008 wurden in einer Nachbeobachtungszeit von unter 24 Stunden bis über 180

Tagen bei 358 Patienten in einer Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin die Spätkomplikationen nach einer minimal-invasiven Portanlage ausgewertet. 15 Portsysteme mussten dabei wegen Frühkomplikationen explantiert werden. Spätkomplikationen traten bei 6 Patienten mit 1,68 % auf (Kratzenberg 2008).

Samad und Ibrahim (2015) werteten die Spätkomplikationen bei 250 Patienten nach einer Portimplantation in den Jahren 2009 bis 2013 aus. Bei 183 Patienten wurden titanbasierte und bei 67 Patienten polyurethanhaltige Ports verwendet. In 25 von 250 Fällen, was 10 % entspricht, traten Langzeitkomplikationen auf. Dabei handelte es sich im Einzelnen um 10 Portinfektionen (4 %), 6 Katheterfehllagen (2,4 %), 4 Thrombosen der Venen (1,6 %), 3 Wundnahtrupturen (1,2 %) und 2 Portseparationen mit Extravasatbildung (0,8 %) (Samad und Ibrahim 2015).

In einer Studie von Lamprini (2016) wurden bei 294 Patienten in einem Zeitraum von 2008 bis 2011 insgesamt 310 Portsysteme implantiert. Postoperative Spätkomplikationen (> 30 postoperative Tage) traten bei 31 Patienten auf, was einer Komplikationsrate von 0,25 in einem Bezug auf tausend Kathetertage entspricht. Die häufigste Spätkomplikation war bei 13 Patienten (4,2 %) eine portbezogene Infektion (12-mal systemisch, einmal lokal). Bei allen 13 Patienten war eine Entfernung der Ports erforderlich. Bei 10 Patienten (3,2 %) lag eine Thrombose vor, wobei in 6 Fällen die Vena subclavia betroffen war. Bei weiteren 4 Fällen mit Thrombose war das Katheterlumen der Ports verschlossen. 6 Patienten in der Studie von Lamprini (2016) wiesen Katheterfehllagen auf (1,9 %), die eine erneute Portanlage erforderten (Lamprini 2016).

Eine relativ hohe Rate an Spätkomplikationen nach der Portanlage zeigte sich in der Studie von Kunz-Virk (2018) mit einer Komplikationsrate von 8,3 % bei 915 Patienten. Dazu gehörten 40 lokale Infektionen und 9 Fälle von Sepsis (5,35 %), 20 Fälle von Katheterdislokation, Katheterokklusion

und Katheterbruch (2,19 %) und bei 6 Patienten Thrombosen im Bereich der verwendeten Armvenen (0,66 %) (Kunz-Virk 2018).

Die Rate der Spätkomplikationen wurde auch in einer aktuellen Studie von Calvo et al. (2020) analysiert, in der hinsichtlich der Anlage von Portsystemen ein Vergleich der Spätkomplikationen zwischen einer bildgesteuerten Punktion und der chirurgischen Dissektion der Zugangsvene durchgeführt wurde (Calvo et al., 2020). Die Portanlagen erfolgten über die Vena cephalica (n = 223), die Vena subclavia (n = 115) und die Vena jugularis (n = 40). Eine offen chirurgische Dissektion der verwendeten Venen erfolgte bei 228 Patienten, während eine direkte Punktion bei 158 Patienten durchgeführt wurde. In der Patientengruppe mit einer offen chirurgischer Venendissektion wurden 35 Spätkomplikationen nachgewiesen, was einem Anteil von 15,4 % entspricht. Im Vergleich dazu lag die Rate der Spätkomplikationen in der Patientengruppe mit Venenpunktion bei 16,4 %. Beide Verfahren unterschieden sich also nicht wesentlich voneinander (Calvo et al., 2020).

In der Studie von Thiel aus dem Jahr 2022 wurden bei 1005 Portanlagen 88 Spätkomplikationen (8,8 %) erfasst. Bei 34 dieser Spätkomplikationen ergab sich eine Indikation zur Portexplantation (3,4 %). Dazu gehörten 25 Portinfektionen und 4 Hautnekrosen über der Portkammer, 4 portbezogene Komplikationen und eine tiefe Armvenenthrombose (Thiel et al., 2022).

Becker et al. berichten in einer aktuell veröffentlichten Arbeit aus dem Jahr 2021 über insgesamt 28 Spätkomplikationen bei 500 Patienten ein Jahr nach der Anlage des Portsystems. Die häufigsten Komplikationen waren Portinfektionen in 22 Fällen. Bei 2 Patienten kam es zu einer Katheterdislokation und in weiteren 2 Fällen zu einer Thrombose. Eine Explantation des Portsystems erfolgte bei allen 22 Patienten mit Infektionen und dreimal bei einer Portdysfunktion und einmal bei einer Katheterdislokation (Becker et al. 2021).

In der vorliegenden Studie wurde in einem Fall im Verlauf eine Armvenenthrombose in der Gruppe I und in einem anderen Fall eine Okklusion eines Unterarm-Ports in der Gruppe A beobachtet. In beiden Fällen erfolgte eine orale Antikoagulation mit Rivaroxaban 20 mg pro Tag für drei Wochen und danach 15 mg pro Tag für 6 Monate.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass hinsichtlich der Studienlage bei den Spätkomplikationen nach der Anlage eines transvenösen Portsystems der häufigste Grund für eine vorzeitige Portentfernung eine Portinfektion ist. Die Infektion des Portsystems steht dabei wahrscheinlich nicht in einem direkten Zusammenhang mit der Operation, sondern eher mit der Nutzung des Portsystems in der weiteren Folge nach der Implantation. Deshalb war diese gefürchtete Spätkomplikation im vorgestellten Kollektiv auch sehr selten. In lediglich einem von 198 Fällen musste ein Portsystem wegen einer Infektion entfernt werden.

Die genaue Abschätzung der lokalen Hautdosis bei der Verwendung von DFP ist wegen der Dosisleistung und der Feldgröße schwierig. Allerdings wurde über eine Korrelation zwischen hoher DFP und einer entsprechenden Hautdosis berichtet (Suzuki et al. 2008).

Kratzenberg (2008) führte eine Nachuntersuchung nach einer Portimplantation bei 480 Patienten durch, wobei er eine durchschnittliche Durchleuchtungszeit von 3,44 min feststellte (Kratzenberg 2008). Diese Angabe ist sehr gut vergleichbar mit den Ergebnissen in der vorliegenden Arbeit. Die mittlere Durchleuchtungszeit in dem vorgestellten Kollektiv lag bei $3,31 \pm 2,37$ min bei der Portimplantation vom Hautschnitt bis zur finalen Funktionskontrolle des Portsystems.

Die mittlere Durchleuchtungszeit bei der Portimplantation lag bei den Patienten, die an der Altanlage, der Philips Integris, behandelt wurden, bei $3,54 \pm 2,28$ min. Bei den Patienten, die an der neuen Philips Azurion Angiographie-Anlage operiert wurden, lag die mittlere Durchleuchtungszeit

bei $3,08 \pm 2,47$ min. Dieses Ergebnis ist zwar nicht statistisch signifikant, es ist aber ein Trend hin zu kürzeren Untersuchungszeiten festzustellen. Dies kann neben der immer besseren Routine der Operateure auch mit der im Vergleich mit der Altanlage deutlich besseren Bildqualität und den verbesserten Möglichkeiten einer Bildnachbearbeitung erklärt werden. So ist es etwa an der Azurion Anlage möglich, eine Zoom-Funktion nach der Anfertigung einer Road-map Aufnahme zu verwenden, wodurch der Punktionsbereich zur Erleichterung des venösen Zugangs stark vergrößert werden kann, was sich als hilfreich bei anatomisch schwierigeren Zugängen herausgestellt hat.

Das Dosisflächenprodukt lag über das Gesamtkollektiv bei $4 \pm 6,07$ Gy * cm². Bogaert et al. beschäftigen sich in ihrer 2014 veröffentlichten Arbeit mit der applizierten Hautdosis bei einer Portimplantation. Dabei fanden sie heraus, dass eine 30%ige Wahrscheinlichkeit für eine maximale Hautdosis über 2 Gy * cm² bei einem DFP von mehr als 125 Gy * cm² besteht. Eine 60%ige Wahrscheinlichkeit liegt bei Dosen über 3 Gy * cm² vor, wenn der DFP mehr als 250 Gy * cm² beträgt (Bogaert et al., 2014).

Von diesen Dosiswerten sind wir nach der Auswertung der eigenen Patientendaten weit entfernt. In der vorliegenden Studie lag das maximale DFP bei 47 Gy * cm² mit einer Durchleuchtungszeit von 06:30 min. Dabei wurde die Anlage Philips Integris verwendet. Bei den beiden Patientengruppen, also der Implantation an der Philips Integris Anlage (Gruppe I) und der Implantation an der Philips Azurion Anlage (Gruppe A), lag das DFP in der Gruppe I im Mittelwert bei $5,28 \pm 7,43$ Gy * cm². Bei den Patienten der Gruppe A zeigte sich nach der Auswertung sämtlicher Dosiswerte eine signifikante Dosisreduktion mit einem mittleren Dosisflächenprodukt von $2,76 \pm 3,38$ (SD) Gy * cm², was einem p-Wert von $p < 0,01$ entspricht. Die neue Anlage verfügt nach dem Hersteller über einen

neuen Generator für die Hochspannungserzeugung, wodurch eine bessere Darstellung im Bild erzielt und eine Reduktion der Dosis ermöglicht werden kann. Eine neue Tiefenblende mit höherer Vorfilterung kann dabei zu einer Reduktion der Hautoberflächendosis führen.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden retrospektiv Daten von 198 Patienten analysiert, bei denen am Katholischen Klinikum Koblenz - Montabaur im Zeitraum Juni 2018 bis März 2020 eine perkutane intravenöse Portimplantation mit den Portsystemen „PowerPort® und X-Port isp™“ der Firma Bard (C. R. BARD GmbH, 76227 Karlsruhe, Deutschland) durchgeführt wurde.

Die bildgebende Kontrolle während der Portimplantation erfolgte bei 102 Patienten am Angiografie-Gerät „Philips Integris“, einer Altanlage, die in der Folge ausgetauscht wurde, und bei 96 Patienten an der Angiografie-Anlage „Philips Azurion 7 C20“, einer Anlage neuester Bauart, die im Jahr 2019 installiert wurde. Eine der zentralen Fragestellungen der vorliegenden Arbeit bestand darin, zu klären, ob die Strahlenbelastung der Patienten durch den Austausch der Angiographie-Anlage effektiv reduziert werden konnte. Als Parameter wurde die applizierte Strahlendosis bestimmt, die als Dosisflächenprodukt (DFP) gemessen wurde. Die Ergebnisse verweisen auf eine signifikante Reduktion der Strahlenbelastung nach der Implementierung der neuen Anlage. Das Dosisflächenprodukt reduzierte sich signifikant von $5,28 \pm 7,81 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ auf $2,4 \pm 1,9 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ bei den Subclavia-Ports und von $5,26 \pm 5,59 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ auf $3,69 \pm 1,0 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2$ bei den Unterarm-Ports ($p < 0,01$). Dies kann nach den Herstellerangaben durch die Verwendung verbesserter Abschirmmaterialien, eine neue Röhrentechnologie, die Verwendung von Detektoren anstelle von Bildverstärkern und den Einsatz neuer Softwareprogramme erreicht werden.

Zentrale Fragestellungen der vorliegenden Arbeit waren die Überprüfung der eigenen Prozessqualität bei der Implantation venöser Portsysteme unter Berücksichtigung der Operationsdauer, der Funktionstüchtigkeit, der im Zusammenhang mit der Operation auftretenden Komplikationsrate und der Nach- und Verlaufskontrolle der Patienten mit einer Erfassung

auch der Spätkomplikationen nach der Portimplantation. Die erschlossenen Ergebnisse wurden mit den Ergebnissen in der aktuellen Literatur verglichen, um die Versorgungsqualität im Vergleich mit der in anderen Kliniken abschätzen zu können.

Bei insgesamt 198 Patienten lag die durchschnittliche Dauer für die Portanlage bei 28:20 ± 02:58 min.

Die Implantation der Portsysteme erfolgte, wie ausgeführt wurde, durchleuchtungsgesteuert durch eine Direktpunktion einer Vene. Die Zugangswege für die Portanlagen waren in Abhängigkeit von der vorliegenden Anatomie die Vena subclavia (n = 159), die Vena basilica (n = 27) und die Vena cephalica (n = 12). Bei der Wahl der Zugangsvene gab es keine relevanten Unterschiede hinsichtlich der Eingriffs- und Durchleuchtungsdauer. Die Durchleuchtungsdauer lag für das gesamte Kollektiv im Mittel bei 03:31 ± 02:37 min. Tendenziell längere Durchleuchtungszeiten mit 3:54 ± 2:28 min traten in der Gruppe auf, die an der Altanlage Philips Integris versorgt wurde. In der Gruppe, die an der modernen Philips Aurion Anlage behandelt wurde, traten mit 3:08 ± 2:47 min geringere Werte auf, die allerdings statistisch nicht signifikant waren ($p > 0,01$).

Bei 198 Implantationen eines Portsystems traten 3 unmittelbar peri-interventionelle Komplikationen, 18 Frühkomplikationen und 3 Spätkomplikationen auf, woraus sich eine Gesamtkomplikationsrate von 12,1 % ergibt.

In der vorliegenden Arbeit trat bei 198 Eingriffen nur eine intraoperative, venöse Blutung auf. Der Eingriff musste dadurch nicht abgebrochen werden und der Port wurde erfolgreich implantiert. Ein iatrogener Pneumothorax durch eine Fehlpunktion der Pleura kam in zwei Fällen vor. In beiden Fällen mussten die Patienten mit einer Thoraxdrainage versorgt werden.

Frühkomplikationen innerhalb von 30 Tagen nach der Portanlage fanden sich bei 18 Patienten.

Innerhalb der Patientengruppe mit dem Einsatz des Angiografie-Geräts „Philips Integris“ wurden 11 Frühkomplikationen nachgewiesen. Bei diesen Komplikationen handelte es sich um Katheterdislokationen (n = 3), Knickbildungen im Verlauf des Katheters (n = 3), zu lang belassene Portkatheter (n = 2), eine seitlich verlagerte Portkammer (n = 1), ein Hämatom (n = 1) und eine Thrombosebildung (n = 1).

In der Patientengruppe mit Verwendung des Angiografie-Geräts „Philips Azurion 7 C20“ traten 7 Frühkomplikationen auf. In drei Fällen lagen Frühinfektionen vor, zweimal war ein lokales Hämatom nachweisbar und je einmal kamen eine Thrombenbildung und eine Katheterdislokation vor.

Im Vergleich mit der relativ hohen Rate an Frühkomplikationen fanden sich bis zu 10 Monate nach der Portimplantation lediglich 3 Spätkomplikationen. Bei der Verwendung des Angiografie-Geräts „Philips Integris“ lagen 2 Spätkomplikationen vor, wobei es sich einmal um eine Portinfektion und einmal um eine Armvenenthrombose im Portbereich handelte. In dieser Patientengruppe lag die Rate der Spätkomplikationen bei 1,96 %. In der Vergleichsgruppe mit dem Einsatz des Angiografie-Geräts „Philips Azurion 7 C20“ wurde als Spätkomplikation lediglich ein Fall mit Katheterokklusion nachgewiesen.

Die vorliegende Arbeit stellt nicht selektierte Ergebnisse nach der Implantation eines venösen Portsystems an einem spezialisierten Zentrum vor. Die Analyse der Daten macht deutlich, dass venöse Portsysteme sicher und mit guter Zuverlässigkeit am Katholischen Klinikum Koblenz - Montabaur implantiert werden können, wobei es auch im Vergleich mit der aktuellen Literatur zu einer niedrigen Komplikationsrate kommt. Durch den Austausch der Angiographie-Anlage kam es, wie erwartet, zu einer deutlichen Reduktion der Strahlenbelastung der uns anvertrauten Patienten.

Als Limitation der Arbeit muss der retrospektive Charakter der Erhebung gesehen werden, der die Probleme nach einer Portimplantation möglicherweise nicht vollständig erfassen kann, da die Komplikationen nur nach Aktenlage ausgewertet werden konnten oder auch dann, wenn sich die Patienten wegen eines Problems direkt wieder in der Radiologie vorgestellt haben. Eine ungenügende Dokumentation seitens der Zuweiser oder eine Behandlung an anderer Stelle könnten hier zu einer lückenhaften Datenbasis führen. Die Größe des Kollektiv lässt außerdem keine allgemeinverbindlichen Aussagen zu.

6. Literaturverzeichnis

1. Adriana Toro, Elena Schembari, Emanuele Gaspare Fontana, Salomone Di Saverio, Isidoro, Di Carlo. (2021) Forty years after the first totally implantable venous access device (TIVAD) implant: the pure surgical cut-down technique only avoids immediate complications that can be fatal.
2. Ahmed Z, Mohyuddin Z. (1998) Complications associated with different insertion techniques for Hickman catheters. *Postgrad Med J.* 74:104107.
3. A. Riphaut, T. Wehrmann, J Hausmann, B. Weber, S. von Delius, M. Jung, P. Tonner, J. Arnold, A. Behrens, U. Beilenhoff, H. Bitter, D. Domagk, S. In der Smitten, B. Kallinowski, A. Meining, A. Schaible, D. Schilling, H. Seifert, F. Wappler, I. Kopp. (2014) Update S3-Leitlinie „Sedierung in der gastrointestinalen Endoskopie“ 2014 (AWMF-Register-Nr. 021/014).
4. Araújo C, Silva JP, Antunes P, Fernandes J M, Dias C, Pereira H, Dias T, Fougo JL. (2008) A comparative study between two central veins for the introduction of totally implantable venous access devices in 1201 cancer patients. *Eur J Surg Oncol.* 34:222-26.
5. C.R. BARD GmbH, <https://bard.xibisone.de/Query?node=88139&language=1> (Accessed 12/2022).
6. Barnes B, Kraywinkel K, Nowossadeck E, Schönfeld I, Starker A, Wienecke A, Wolf U. (2016) Bericht zum Krebsgeschehen in Deutschland 2016. Bericht zum Krebsgeschehen in Deutschland für Krebsregisterdaten im Robert Koch-Institut. 21-36.
7. Biffi R, Pozzi S, Agazzi A, Pace U, Floridi A, Cenciarelli S, Peveri V, Cocquio A, Andreoni B, Martinelli G. (2004) Use of totally implantable central venous access ports for highdose chemotherapy and peripheral blood stem cell transplantation: results of a monocentre series of 376 patients. *Ann Oncol.* 15:296-300.

8. Biffi R, Toro A, Pozzi S, Di Carlo I. (2014) Totally implantable vascular access devices 30 years after the first procedure. What has changed and what is still unsolved? *Support Care Cancer*. 22:1705-714.
9. Burbridge, B, Goyal K. (2016). Quality-of-life assessment: arm TIVAD ver-sus chest TIVAD. *J Vasc Access*. 17:527-34.
10. Burn PR, Skewes D, King DM. (2001) Role of chest radiography after the insertion of a subclavian vein catheter for ambulatory chemotherapy. *Can Assoc Radiol J*. 52:392-94.
11. Caers J, Fontaine C, Vinh-Hung V, De May J, Ponnet G, Oost C, Lamote J, De Greve J, Van Camp B, Lacor P. (2005) Catheter tip position as a risk factor for thrombosis associated with the use of subcutaneous infusion ports. *Support Care Cancer*. 13:325-31.
12. Cai Z, Yin Y, Zhao Z, Xin C, Cai Z, Yin Y, Shen C, Yin X, Wang J, Chen Z, Zhou Y, Zhang B. (2018) Comparative Effectiveness of Neoadjuvant Treatments for Resectable Gastroesophageal Cancer: A Network Metaanalysis. *Front Pharmacol*. 9:872-80.
13. Calvo JP, Valls JC, Crusellas O, Petrone P. (2020) Comparative Study of Access Routes for Port-A-Cath® Implantation. *Cir Esp*. 98:79-84.
14. Chang DH, Kabbasch C, Bovenschulte H, Libicher M, Maintz D, Bangard C. (2013) Experiences with power-injectable port systems: complications, patient satisfaction and clinical benefit. *RoFo* 2013;185(5):454-60.
15. Chang Woo Chun, Bum-Soo Kim, Cheol Hyoun Lee, Yon Kwon Ihn, Yong-Sam Shin (2014). Experience at a Single Center, *Korean J Radiol* 2014;15 (6):844-849.
16. Cil BE, Canyigit M, Peynircioglu B, Hazirolan T, Carkaci S, Cekirge S, Balkanci F. (2006) Subcutaneous venous port implantation in adult patients: a single center experience. *Diagn Interv Radiol*. 12:93-98.

17. Colón-Casasnovas NE, Lugo-Vicente H. (2008) Distal fragmented port catheter: case report and review of literature. *Bol Asoc Med P R.* 100:70-75.
18. Daniel Dindo. Pierre-Alain Clavien. (2008) What is a surgical complication?
19. Dariushnia SR, Wallace MJ, Siddiqi NH, Towbin RB, Wojak JC, Kundu S, Cardella JF, Society of Interventional Radiology Standards of Practice Committee. (2010) Quality Improvement guidelines for central venous access. *J Vasc Interv Radiol.* 21:976-81.
20. Darius Dastouri, William T McSweeney, Matthew Leaning, Rasika Hendarhewa. (2022) Outcome Comparison of Totally Implantable Venous Access Device Insertions Between Surgeons and Radiologists in Australia.
21. Debourdeau P, Farge D, Beckers M, Baglin C, Bauersachs RM, Brenner B, Brillhante D, Falanga A, Gerotzafias GT, Haim N, Kakkar AK, Khorana A, Lecumberri R, Mandala M, Marty M, Monreal M, Mousa SA, Noble S, Pabinger I, Prandoni P, Prins MH, Qari MH, Streiff MB, Syrigos K, Buller H R, Bounameaux H. (2013) International clinical practice guidelines for the treatment and prophylaxis of thrombosis associated with central venous catheters in patients with cancer. *J Thromb Haemost.* 11:71-80.
22. Di Carlo I, Toro A, Pulvirenti E, Palermo F, Scibilia G, Cordio S. (2011) Could antibiotic prophylaxis be not necessary to implant totally implantable venous access devices? Randomized prospective study. *Surg Oncol.* 20:20-25.
23. D. K. Filippiadis, C. Binkert, O. Pellerin, R. T. Hoffmann, A. Krajina, P. L. Pereira. (2017) Cirse Quality Assurance Document and Standards for Classification of Complications: The Cirse Classification System.
24. E Bogaert 1, K Bacher, K Lemmens, M Carlier, W Desmet, X De, Wagter, D Djan, C Hanet, G Heyndrickx, V Legrand, Y Taeymans,

- H Thierens. (2009) A large-scale multicentre study of patient skin doses in interventional cardiology: dose-area product action levels and dose reference levels *Br J Radiol* 2009;82:303-312.
25. Edward L Nickoloff 1, Zheng Feng Lu, Ajoy K Dutta, James C So. (2008) Radiation dose descriptors: BERT, COD, DAP, and other strange creatures *Radiographics*. 2008 Sep-Oct;28(5):1439-50.
 26. Felix Becker. Lennart A. Wurche. Martina Darscht. Andreas Pascher & Benjamin Struecker. (2021) Totally implantable venous access port insertion via open Seldinger approach of the internal jugular vein—a retrospective risk stratification of 500 consecutive patients. *Langenbeck's Archives of Surgery* (2021) 406:903–910.
 27. Fischer L, Knebel P, Schröder S, Bruckner T, Diener MK, Hennes R, Buhl K, Schmied B, Seiler CM. (2008) Reasons for explantation of totally implantable access ports: a multivariate analysis of 385 consecutive patients. *Ann Surg Oncol*. 15(4):1124-29.
 28. Gebauer B, Teichgräber UK, Hothan T, Felix R, Wagner HJ. (2005) Kontrastmitteldruckinjektion in Portkathetersysteme – Ergebnisse einer In- vitro-Studie. *Fortschr Röntgenstr*. 177: 1417-23.
 29. Gebauer B, Teichgräber U, Werk M, Wagner HJ. (2007) Periinterventional prophylactic antibiotics in radiological port catheter implantation. *RoFo* 2007; 179: 804–10.
 30. Gebauer B, Teichgräber UKI, Podrabsky P, Werk M, Hänninen EL, Felix R. (2007) Radiological Interventions for Correction of Central Venous Port Catheter Migrations. *CardioVasc Intervent. Radiol*. 30:668-74.
 31. Giacomini M, Iapichino G, Armani S, Cozzolino M, Brancaccio D, Gallieni M. (2006) How to avoid and manage a pneumothorax. *J Vasc Access*. 7:7-14.
 32. Granziera E, Scarpa M, Ciccarese A, Filip B, Cagol M, Manfredi V, Alfieri R, Celentano C, Cappellato S, Castoro C, Meroni M. (2014) Totally implantable venous access devices: retrospective analysis

- of different insertion techniques and predictors of complications in 796 devices implanted in a single institution. *BMC Surg.* 14:27-35.
33. Haeder L, Jähne J. (2013) Indikation, Technik und Komplikationen der Portimplantation. *Chirurg.* 84:572-79.
 34. Hennes R, Hofmann H.A.F (Hrsg.) (2016) *Ports*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
 35. Hinke DH, Zandt-Stastny DA, Goodman LR et al. Pinch-off syndrome. (1990) a complication of implantable subclavian venous access devices. *Radiology*; 177: 353-356.
 36. Hofmann HAF. (2008) Die Portimplantation. *Chirurgische Praxis.* 69:695708.
 37. Ignatov A, Hoffman O, Smith B, Fahlke J, Peters B, Bischoff J, Costa SD. (2009) An 11-year retrospective study of totally implanted central venous access ports: complications and patient satisfaction. *Eur J Surg Oncol.* 35: 241-6.
 38. Johari HG, Saki MR, Erfani A, Shahriarirad R, Ranjbar K. (2022) The role of routine chest radiography after implantable venous access port catheter insertion under the guide of ultrasonography and fluoroscopy. *Cost Eff Resour Alloc.* doi.org/10.1186/s12962-022-00382-z
 39. Julia Rebecca Kunz-Virk. (2018) Evaluation der Erfolgs- und Komplikationsraten radiologisch implantierter Hochdruckportsysteme in Abhängigkeit vom Gefäßzugang und der Erfahrung des interventionellen Radiologen. Berlin 2018, <https://refubium.fuberlin.de/handle/fub188/22932> (Accessed 02/2023).
 40. Karakaya D, Baris S, Güldogus F, Incesu L, Sarihasan B, Tür A. (2000) Brachial plexus injury during subclavian vein catheterization for hemodialysis. *J Clin Anesth.* 12: 220-23.

41. Karanlik H, Kurul S, Saip P, Unal ES, Sen F, Disci R, Topuz E. (2011) The role of antibiotic prophylaxis in totally implantable venous access device placement: results of a single-center prospective randomized trial. *Am J Surg.* 202:10-15.
42. Karolin Thiel, Sarah Kalmbach, Gerhard Maier, Dörte Wichmann, Martin Schenk, Alfred Königsrainer, Christian Thiel. (2022) Standardized procedure prevents perioperative and early complications in totally implantable venous-access ports—a complication analysis of more than 1000 TIVAP implantations. *Langenbeck's Archives of Surgery* (2022) 407:3755–3762.
43. Keitaro Sofue, Yasuaki Arai, Yoshito Takeuchi, Kazuro Sugimura. (2013) Flow confirmation study for central venous port in oncologic outpatient undergoing chemotherapy: Evaluation of suspected system-related mechanical complications
44. Kim DH., Ryu DY., Jung HJ., Lee SS. (2019) Evaluation of complications of totally implantable central venous port system insertion. *Exp Ther Med.* 17:2013-18.
45. Kincaid EH, Davis PW, Chang MC, Fenstermaker JM, Pennell TC. (1999) „Blind“ placement of long-term central venous access devices: report of 589 consecutive procedures. *Am Surg.* 65:520-23; discussion 523-24.
46. Lamprini G. (2016) Langzeitergebnisse in der Nutzung vollimplantierbarer Portkathetersysteme – eine retrospektive Analyse. <http://hdl.handle.net/10900/73265> (Accessed: 02/2023).
47. Lebeaux D, Fernández-Hidalgo N, Chauhan A, Lee S, Ghigo J-M, Almirante B, Beloin C. (2014) Management of infections related to totally implantable venous-access ports: Challenges and perspectives. *Lancet Infect Dis.* 14:146-159.
48. Lee YM, Kim HJ, Lee JE, Song J-H, Lee MK, Ahn SH. (2009) Cardiac tamponade following insertion of an internal jugular vein catheter for hemodialysis. *Clin Nephrol.* 72: 220–23.

49. Lenhart M, Schätzler S, Manke C, Strotzer M, Seitz J, Gmeinwieser J, Völk J, Zorger N, Feuerbach S, Herold T, Paetzel C. (2010) Radiologische Implantation zentralvenöser Portsysteme am Unterarm – Implantations-ergebnisse und Langzeit-Follow-up bei 391 Patienten. *Fortschr Röntgenstr.* 182:20-28.
50. Linenberger ML (2006) Catheter-related thrombosis: risks, diagnosis, and management. *J Natl Compr Canc Netw.* 4:889-901.
51. Machat S, Eisenhuber E, Pfarl G, Stüber J, Koelblinger C, Zacherl J, Schima W. (2019) Complications of central venous port systems: a pictorial review. *Insights to Imaging.* 10:86-97.
52. Marcy PY, Schiappa R, Ferrero JM, Dahlet C, Brenet O, Yazbec G, Dubois PY, Salm B, Fouche Y, Mari V, Montastruc M, Lebecq N, Ancel Bm Paillocher N, Dupoirion D, Rangeard O, Gal J, Ettaiche M, Chateau Y, Chamorey E. (2017). Patient satisfaction and acceptance of their totally implanted central venous catheter: a French prospective multicenter study. *J. Vasc. Access.* 18:390-95.
53. Melanie Kratzenberg. (2008) Minimal-invasive Implantation venöser Portsysteme in der Radiologie: Eine retrospektive Studie. Aus der medizinischen Fakultät der Universität Lübeck, <https://www.zhb.uni-luebeck.de/epubs/ediss536> (Accessed: 02/2023).
54. M. Hollenbeck, A. Niehuus, - G. Wozniak, S. Hennigs. (2012) Zentralvenöse Katheter als Zugang für die Akut-und Dauerdialyse. *Chirurg* DOI 10.1007/s00104-012-2306-x © Springer-Verlag
55. Nakamura T, Sasaki J, Asari Y, Sato T, Torii S, Watanabe M. (2017) Complications after implantation of subcutaneous central venous ports (PowerPort®). *Ann Med Surg.* 17:1-6.
56. Newman N, Issa A, Greenberg D, Kapelushnik J, Cohen Z, Leibovitz E. (2012) Central venous catheter-associated bloodstream infections. *Pediatr Blood Cancer.* 59:410-14.

57. Niederhuber JE, Ensminger W, Gyves JW, Liepman M, Doan K and Cozzi E. (1982) Totally implanted venous and arterial access system to replace external catheters in cancer treatment. *Surgery*. 92:706-12.
58. Pinto E, Granziera E, Cagol M, Cappellato S, Alfieri R, Mari V, Meroni M, Zagonel V, Conte P, Pilati P, Castoro C, Cavallin F, Scarpa M. (2021) Totally Implantable Venous Access Devices: A Randomized Controlled Trial on the Effect of Psychological Support on Quality of Life and Body. Image (BI-PORT). *Front Psychol*. doi.org/10.3389/fpsyg.2021.703497
59. Pittiruti M, Hamilton H, Biffi R, MacFie J, Pertkiewicz M. (2009). ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: central venous catheters (access, care, diagnosis and therapy of complications). *Clin Nutr*.28:365-77.
60. S3-Leitlinie: Prophylaxe der venösen Thromboembolie (VTE) 2. Auflage, Version vom 15.10.2015 (Letzter Zugriff: 25.06.2022).
61. Samaras, P., Dold, S., Braun, J., Kestenholz, P., Breitenstein, S., Imhof, A., Renner, C., Stenner-Liewen, F., & Pestalozzi, B. C. (2008) Infectious port complications are more frequent in younger patients with hematologic malignancies than in solid tumor patients. *Oncology*, 74:237-44.
62. Sakamoto N, Arai Y, Takeuchi Y, Takahashi M, Tsurusaki M, Sugimuta K. (2010) Ultrasound-Guided Radiological Placement of Central Venous Port via the Subclavian Vein: A Retrospective Analysis of 500 Cases at a Single Institute. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 33:989-94.
63. Samad AMA, Ibrahim YA. (2015) Complications of Port A Cath implantation: A single institution experience. *Egypt J Radiol Nucl Med*.46:907-11.
64. Sitlinger A, Zafar SY. (2018) Health-related quality of life: the impact on morbidity and mortality. *Surg Oncol Clin N Am*. 27:675-84.

65. Scott O Trerotola 1, J Kuhn-Fulton, M S Johnson, H Shah, W T Ambrosius, P H Kneebone. (2000) Tunneled infusion catheters: increased incidence of symptomatic venous thrombosis after subclavian versus internal jugular venous access. *Radiology* 2000.
66. S Suzuki 1, S Furui, Y Matsumaru, S Nobuyuki, M Ebara, T Abe, D Itoh. (2008) Patient skin dose during neuroembolization by multiple-point measurement using a radiosensitive indicator. *AJNR Am J Neuroradiol.* Jun;29(6):1076-81.
67. Sugimoto K, Hofmann LV, Razavi MK, Kee ST, Sze D, Dake MD, Semba CP. (2003) The safety, efficacy and pharmacoeconomics of low-dose alteplase compared with urokinase for catheter-directed thrombolysis of arterial and venous occlusions *J Vasc Surg.* 37:512-17.
68. Surov A, Jordan K, Buerke M, Arnold D, John E, Spielmann R-P, Behrmann C. (2008) Port catheter insufficiency: incidence and clinicalradiological correlation. *Onkologie* 31:455-461.
69. Tabatabaie O, Kasumova GG, Kent TS. (2017) Upper extremity deep venous thrombosis after port insertion: what are the risk factors? *Surgery.* 162:437-44.
70. Teichgräber UK, Benter T. (2004) Images in clinical medicine. Air embolism after the insertion of a central venous catheter. *N Engl J Med.* 350:e17.
71. Teichgräber UK, Streitparth F, Cho CH, Benter T, Gebauer B. (2009) A comparison of clinical outcomes with regular- and low-profile totally implanted central venous port systems. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 32:975-79.
72. Teichgräber UK, Pfitzmann R, Hofmann A. (2014) Portsysteme als integraler Bestandteil von Chemotherapien. *Dtsch Arztebl Int.* 108:147-54.

73. Völklein J. (2020) Minimalinvasive zentralvenöse Portimplantation – Vergleich der Komplikationen mit der chirurgischen Technik. Inaugural-Dissertation an der Ludwig-Maximilians-Universität, München.
74. Vogt MO. (2017) Langzeitergebnisse der transjugulären Portkatheterimplantation. Dissertation, (<https://archivubunimarburg.de/diss/z2008/0066/>).
75. The World Health Organization Quality of Life assessment (WHOQoL): position paper from the World Health Organization. (1995) Soc Sci Med. 41:1403-09.
76. Xiong ZY, Zhou HM, Li SY. (2021) Prolonged flushing and locking interval for totally implantable vascular access device: a systematic review and metaanalysis. J Vasc Access. 22:1-10.
77. Yilmazlar A, Bilgin H, Korfali G, Eren A, Ozkan U. (1997) Complications of 1303 central venous cannulations. J R Soc Med. 90:319-21.
78. Yoon SY, Jeon GS, Jung S. (2021) Image-guided placement of totally implanted vascular access device: retrospective analysis of the clinical outcomes and associated risk factors. BMJ Support Palliat Care. 29:1-9.
79. Yu Z, Sun X, Bai X, Ding W, Wang W, Xu L, Qin W, Wen L, Jin Y. (2021) Perioperative and Postoperative Complications of
80. Zaghal A, Khalife M, Mukherji D, El Majzoub N, Shamseddine A, Hoballah J, Marangoni G, Faraj W. (2012) Update on totally implantable venous access devices. Surg Oncol. 21:207-215.
81. Zepeng Yu, Xingwei Sun, Xuming Bai, Wei Ding, Weidong Wang, Liang Xu, Wenming Qin, Ling Wen, and Yong Jin. (02/2021) Supraclavicular, Ultrasound-Guided, Totally Implantable Venous Access Port via the Brachiocephalic Vein in Adult Patients: A Retrospective Multicentre Study. Ther Clin Risk Manag. 17:137-44.

7. Anhang

Spezifikation der Portsysteme

Schematische Darstellung eines Port-Systems.

„PowerPort®“:

Port; 1 Katheter; 2 Katheterverschlüsse; 1 Spülkonnektor; 1 Führungsdraht (J-Spitze, mit Begradiger, 45 cm x 0.035 inch); 1 AirGuard® Einführhilfe mit Ventil; 1 Einführnadel (18 G x 7 cm); 2 Portnadeln (nichtstanzend, 22 G); 1 Spritze; 1 PowerLoc® Sicherheits-Infusionsset (20 G); 1 Tunneler; 1 Venenhalter; 1 Gebrauchsanweisung; 1 ID-Karte; 1 Implantationsbericht Für die Portanlage wird zusätzlich ein Micropuncture® Introducer-Set (Firma COOK Medical, Limerick, Ireland) verwendet. Dieses enthält eine 21 Gauge- Punktionsnadel, einen 0,014 Inch Führungsdraht sowie eine 4 French-Katheterschleuse.

X-Port™ isp“:

Das Set beinhaltet perkutanes Einführbesteck und Mikro-Einführbesteck. 1 Port; 1 Katheter; 2 Katheterverschlüsse; 1 Spülkonnektor; 1 Spritze; 1 Führungsdraht (J-Spitze, mit Begradiger); 1 Einführbesteck mit Gefäßdilator 6,5 F; 1 Nadel (25 G); 1 Tunneler; 2 Portnadeln (nichtstanzend, 22 G); 1 Schmetterlings-Infusions-Set (20 G); 1 Gebrauchsanweisung; 1 ID-Karte; 1 Implantationsbericht; 1 Einführnadel (21 G x 7 cm); 1 Führungsdraht (0,018 in, 45 cm); 1 Einführbesteck mit Gefäßdilator (4,5 F x 10 cm); 1 Gebrauchsanweisung Mikro-Einführbesteck-Kit.

Spezifikation des Angio-Sets-Radiologie:

Die Vorbereitung des Angiosets erfolgte auf einem Tablett mit sterilem Abdecktuch (150 x 180 cm zweilagig). Zur Vorbereitung der Portanlage dienten Einmalspritzen (0,5ml, 10ml und 20 ml) sowie Einmalkanülen

G21 x 50mm, Mosquitoklemme, HD-Einweghahn 1050psi, Rotating, verschiedene Bechergößen und Nierenschale, Mulltupfer und Mullkompressen sowie eine Messplatzhaube. Nach Desinfektion des Operationsgebietes erfolgte die Abdeckung des gesamten Operationsbereiches mit einem 3m x 2m großen Abdecktuch.

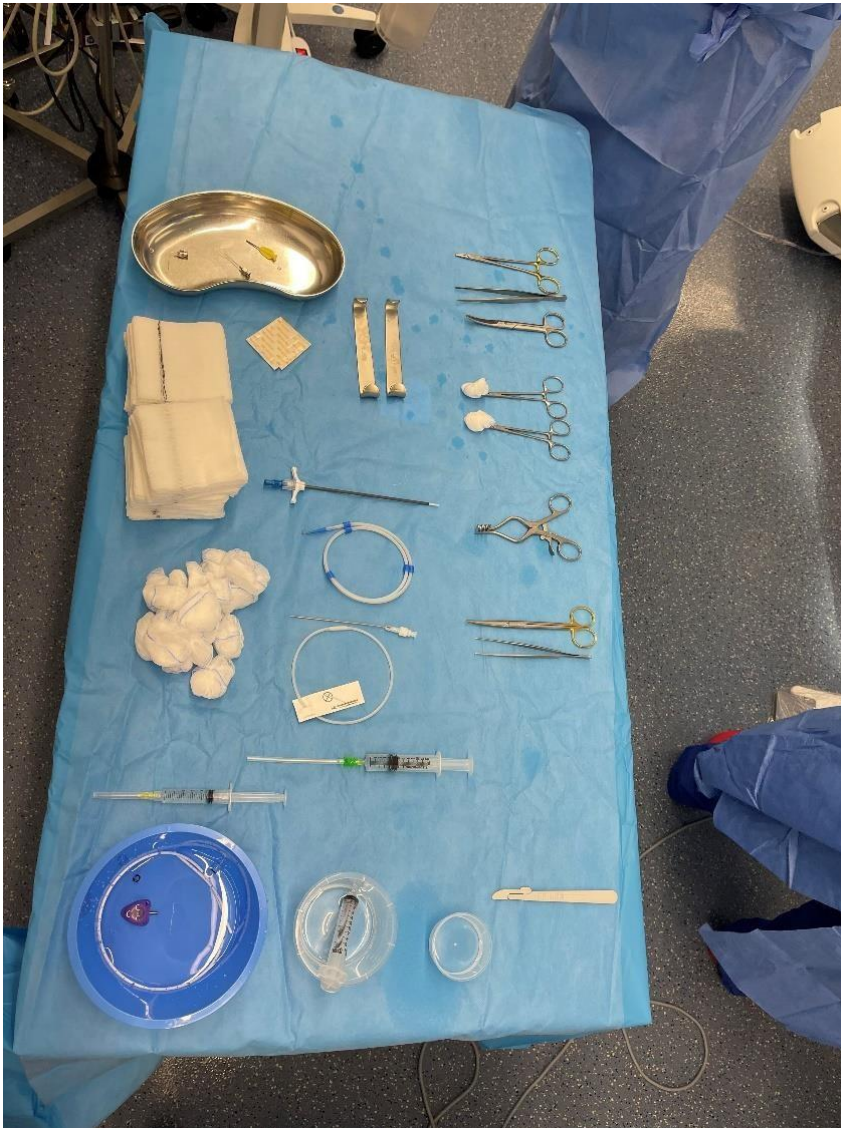


Abb. 9: OP-Tisch mit Operationsbesteck vor Beginn der Intervention in unserer Klinik.

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: PowerPort® System der Firma BARD (C.R. BARD GmbH, 76227 Karlsruhe, Deutschland).	26
Abb. 2: Portsystem X-Port™ der Firma BARD (C.R. BARD GmbH, 76227 Karlsruhe, Deutschland).	27
Abb. 3: Subclaviaports bei dominierenden Grunderkrankungen mit Indikation für eine Chemotherapie (Alte: Gruppe I, Neu: Gruppe A).	38
Abb. 4: Erfassung der Normalverteilung der DFP-Werte in beiden Gruppen	43
Abb. 5: DFP Werte der Patienten Angiografie-Gerät „Philips Integris“.	44
Abb. 6: Kontrastmittelparavasat einer Oberarmvene nach mehrfachen Punktionen.	47
Abb. 7: Postinterventioneller Pneumothorax bei Zustand nach Portanlage mit einer pleuralen Dehiszenz von 4,3 cm.	48
Abb. 8: Dislozierter Portkatheter mit Lage in der Subcutis, eine Portrevision wurde veranlasst.	50
Abb. 9: OP-Tisch mit Operationsbesteck vor Beginn der Intervention in unserer Klinik.	90

7.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Multilokuläre und multitherapeutische Indikationen für den Einsatz von Portsystemen (Haeder und Jähne, 2013).....	3
Tab. 2: Intraoperative Portkomplikationen (Haeder und Jähne, 2013).....	12
Tab. 3: Frühkomplikationen nach Portanlage (≤ 30 Tage postoperativ).....	13
Tab. 4: Spätkomplikationen nach Portanlage (> 30 Tage postoperativ).....	17
Tab. 5: Altersverteilung der Patienten.....	22
Tab. 6: Geschlechterverteilung.	23
Tab. 7: Grunderkrankung der behandelten Patienten.	37
Tab. 8: Zielvene bei Implantation „Beide Gruppen“.....	39
Tab. 9: Zielvene bei Implantation getrennt nach Gruppen.	41
Tab. 10: Dauer der Portanlage, DL-Zeit und Strahlendosis in beiden Gruppen.....	42
Tab. 11: Komplikationen nach Portanlage.	46
Tab. 12: Nutzungsdauer bis zur Explantation der Portsysteme.	53
Tab. 13: Nutzungsdauer der implantierten Portsysteme in Monaten in Gruppe I.....	54
Tab. 14: Nutzungsdauer der implantierten Portsysteme in Monaten in Gruppe A. ...	55
Tab. 15: Analgosedierung.....	57
Tab. 16: Erfolgsquote der Portanlagen.	58

8. Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich bei allen Menschen, die mich bei der Erstellung dieser Dissertation unterstützt haben.

Zuerst möchte ich mich bei meinem Doktorvater für seine unermüdliche Anleitung, Ermutigung und fachliche Expertise bedanken. Seine herausragende Betreuung und sein Engagement haben mich während des gesamten Forschungsprozesses inspiriert und motiviert. Seine wertvollen Ratschläge und kritischen Einsichten waren von unschätzbarem Wert und haben maßgeblich zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen.

Ein besonderer Dank gilt auch meiner Familie, die mich bedingungslos unterstützt hat. Sie war stets an meiner Seite, hat mich ermutigt und in schwierigen Zeiten aufgemuntert.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinen Kollegen bedanken, die dazu beigetragen haben, dass meine Erfahrungen während meiner Promotionszeit so bereichernd waren. Ihre Unterstützungen, Zusammenarbeit und wertvollen Diskussionen haben meinen Horizont erweitert und mich dazu inspiriert, neue Wege zu erforschen.

9. Tabellarischer Lebenslauf

Mohammed Khalaf

Geburtsort: Syrien

Schulbildung:

Naturwissenschaftliches Abitur in Hasaka

Hochschulausbildung:

2011 bis 2016 Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Weiterbildung

02/2018 bis 06/2019 Assistenzarzt in dem Universitätsklinikum,
Magdeburg, Abteilung für Radiologie

08/2019 bis jetzt Arzt im KKKM, Klinik für Radiologie