



Technische Universität München

**Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie
des Klinikums rechts der Isar**

- Direktor: Prof. Dr. E. J. Rummeny -

Abteilung für interventionelle Radiologie

- Leiter: Prof. Dr. H. Berger -

**Kurz- und Langzeitergebnisse interventionell-
radiologisch implantierter zentralvenöser
Portsysteme am Unterarm**

Sebastian Borgmeyer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. Prof. Dr. H. Berger
2. Prof. Dr. H.-H. Eckstein

Die Dissertation wurde am 07.07.2015 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die promotionsführende Einrichtung am 16.11.2016 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Aufbau eines Portkathetersystems.....	2
1.2	Indikationen und Kontraindikationen für eine Implantation.....	3
1.3	Implantation	4
1.3.1	Perkutane Gefäßpunktion.....	4
1.3.2	Offen chirurgische Implantation	5
1.4	Typische Komplikationen mit Portsystemen.....	5
1.4.1	Infektiöse Komplikationen.....	6
1.4.2	Thrombotische Komplikationen	6
1.4.3	Schäden am Portsystem.....	7
1.4.4	Sonstige Komplikationen	9
2	Problemstellung	11
3	Material und Methoden	12
3.1	Patientenkollektiv.....	12
3.2	Implantationstechnik.....	12
3.3	Verwendung des Portsystems.....	16
3.3.1	Thromboseprophylaxe	16
3.3.2	Punktion der Portkammer	17
3.3.3	Spülung des Portsystems.....	17
3.4	Datenerfassung und -einteilung.....	18
3.4.1	Implantation	18
3.4.2	Verlauf	19
3.4.3	Einteilung der Komplikationen	19
3.4.4	Gruppenbildung zur Analyse der Komplikationen.....	20
3.5	Statistik	21
4	Ergebnisse	22
4.1	Patientenkollektiv.....	22
4.2	Implantation	23
4.2.1	Technischer Erfolg.....	23
4.2.2	Periprozedurale Komplikationen.....	24
4.3	Komplikationen im Verlauf.....	24
4.3.1	Nachbeobachtungszeit	25
4.3.2	Komplikationen insgesamt.....	25
4.3.3	Explantation aufgrund von Komplikationen	28
4.3.4	Früh- und Spätkomplikationen.....	31
4.3.5	Infektiöse Komplikationen.....	32
4.3.6	Thrombotische Komplikationen	34
4.3.7	Schäden am Portsystem.....	36
4.3.8	Sonstige Komplikationen	38

5	Diskussion.....	39
5.1	Implantation.....	39
5.1.1	Technischer Erfolg.....	40
5.1.2	Periprozedurale Komplikationen.....	42
5.2	Verlauf.....	45
5.2.1	Nachbeobachtungszeit.....	46
5.2.2	Komplikationen insgesamt.....	46
5.2.3	Explantation aufgrund von Komplikationen.....	47
5.2.4	Früh- und Spätkomplikationen.....	48
5.2.5	Infektiöse Komplikationen.....	48
5.2.6	Thrombotische Komplikationen.....	52
5.2.7	Schäden am Portsystem.....	55
5.2.8	Sonstige Komplikationen.....	57
5.3	Limitierung.....	58
6	Zusammenfassung.....	59
7	Anhang.....	61
7.1	Literaturverzeichnis.....	61
7.2	Abbildungsverzeichnis.....	70
7.3	Tabellenverzeichnis.....	70
7.4	Standardisiertes Telefax bei Nachfrage zu ambulant behandelten Patienten	71
8	Danksagung.....	72

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
al.	alteri
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
DSA	Digitale Subtraktionsangiographie
i.v.	intravenös
KI	Konfidenzintervall
KIS	Klinikinformationssystem
RIS	Radiologieinformationssystem
s.	siehe
Tab.	Tabelle
vs.	versus

1 Einleitung

Bereits 1929 konnte Forßmann erstmals zeigen, dass man gefahrlos von einer peripheren Vene einen Katheter bis in die obere Hohlvene einführen kann (Forßmann 1929). Seither haben venöse Zugänge eine elementare Bedeutung im klinischen Alltag bekommen. Die ersten zentralen Venenkatheter, gelegt über die Vena subclavia, erfuhren über die Jahre zahlreiche Verbesserungen in Material und Technik (Aubaniac 1952, Broviac et al. 1973, Hickman et al. 1979). Die Entwicklung von subkutan getunnelten Kathetern vermochte insbesondere die Infekt assoziierten Komplikationsraten zu senken und ermöglichte eine längere Verweildauer in situ (Moureau et al. 2002). Allerdings blieben die Nachteile, die durch einen nach extrakutan ausgeleiteten Katheter bedingt sind. Solche Katheter erfordern regelmäßige Pflege und bringen Einschränkungen in der alltäglichen Bewegungsfreiheit sowie im kosmetischen Bereich mit sich (Teichgraber et al. 2004). Portsysteme als vollständig implantierte Systeme wurden erstmals 1982 von Niederhuber beschrieben (Niederhuber et al. 1982).

Der venöse Zugang wird in der heutigen Medizin für therapeutische und auch diagnostische Zwecke genutzt. Bei bestimmten Indikationen wird zentralvenösen Kathetern der Vorzug gegeben. Beispielweise ist bei der Applikation von hochosmolaren Lösungen und zahlreichen Zytostatika eine rasche Verteilung in große Volumina erforderlich, da sie unverdünnt periphere Venen reizen. In den Fällen, in denen über einen längeren Zeitraum repetitive venöse Applikationen erforderlich sind, können alternativ Portsysteme implantiert werden. Gegenüber nicht vollständig implantierten zentralvenösen Kathetern besteht der Vorteil, dass Portsysteme weniger Einschränkungen während der Alltagsaktivitäten des Patienten mit sich bringen (Johansson et al. 2009). Außerdem wird die Haut als natürliche Barriere genutzt, sodass eine geringere Infektionsgefahr gegenüber ungetunnelten zentralen Venenkathetern sowie getunnelten Kathetern vom Broviac/Hickman-Typ besteht (Groeger et al. 1993, Ng et al. 2007). Durch die Reduktion der Komplikationsraten konnte eine Verlängerung der Verweildauer der Systeme in situ erreicht werden, sodass bei Patienten mit einem implantierten Portsystem seltener Entfernungen und Neuanlagen des Katheters erforderlich sind (Moureau et al. 2002, Ng et al. 2007, Schuman et al. 1987).

1.1 Aufbau eines Portkathetersystems

Ein Portkathetersystem setzt sich aus einer Portkammer mit einem seitlichen Anschluss sowie einem zentralvenösen Katheter zusammen. Die Portkammer besteht in den meisten Fällen aus Titan oder Kunststoff und einer Silikonmembran an der Oberseite, die man mit einer speziellen Portnadel senkrecht durchsticht und so das Lumen der Portkammer erreicht. Die Besonderheit bei Portnadeln besteht in der Art des Schliffs und der Position der Öffnung an der Seite statt an der Spitze. Hierdurch kommt es bei der Punktion des Ports nicht oder nur in deutlich geringerem Ausmaß zu einem Ausstanzen von Silikonanteilen aus der Membran. Bei sachgemäßer Verwendung von Portnadeln kann die Membran mehr als 2000 Mal durchstoichen werden, ohne dass eine Leckage entsteht (Haindl et al. 1988). Ähnliches gilt auch für die in der vorliegenden Studie verwendeten Mini-Ports, die eine Anzahl von etwa 1000 Punktionen zulassen, ohne undicht zu werden (Lenhart et al. 2010). Bei der wiederholten Verwendung von stanzenden Punktionsnadeln statt Portnadeln, die als stanzarm oder nicht-stanzend bezeichnet werden, kann sich die Nutzdauer des Portsystems deutlich verkürzen (Haindl et al. 1988). Die Folge ist eine Leckage der Membran mit Extravasation der verabreichten Infusion und den hieraus entstehenden schwerwiegenden Folgekomplikationen (D'Andrea et al. 2004, Ener et al. 2004, Schrijvers 2003). Das Portsystem kann in diesem Fall nicht weiter verwendet und muss ausgetauscht werden. Die Portkammer ist wie der Rest des Systems vollständig unter der Haut, in der Regel subkutan, implantiert.

Über den seitlichen Anschluss ist der Katheter, welcher üblicherweise aus Silikon oder Polyurethan besteht, an der Kammer befestigt. Je nach Implantationsort der Kammer und der Zugangsvene unterscheidet sich die Länge des extravasalen Katheterverlaufs. Vom Veneneintrittspunkt an verläuft der Katheter innerhalb der venösen Gefäße bis in die Vena cava superior.

Abbildung 1 zeigt eine schematische Zeichnung eines implantierten Portsystems im Querschnitt.

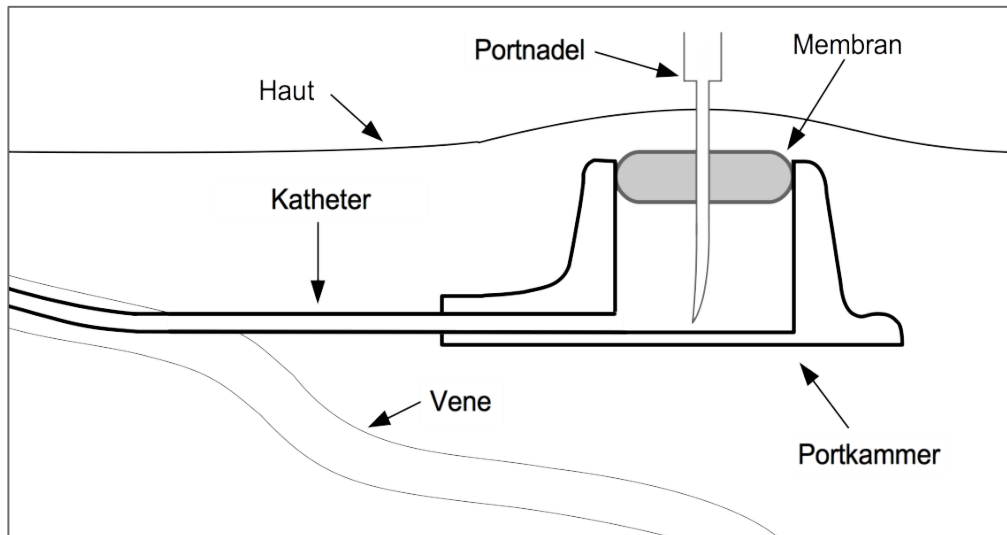


Abb. 1: Portkathetersystem (Skizze)

1.2 Indikationen und Kontraindikationen für eine Implantation

Die *Society for Interventional Radiology* empfiehlt in ihren „Quality Improvement Guidelines for Central Venous Access“ die Abwägung von Risiko und Nutzen für jeden Patienten vor der Entscheidung zur Implantation eines zentralvenösen Zugangs (Dariushnia et al. 2010). Eine Koagulopathie oder Sepsis können hiernach relative Kontraindikationen darstellen. Vor dem Eingriff sollte ein angemessener Aufwand für den Ausgleich oder die Verbesserung der Gerinnungssituation des Patienten betrieben werden. Als weitere Faktoren, die ebenfalls die Komplikationsraten erhöhen könnten, werden hier eine Venenstenose, eine akute Thrombose und eine akute Hautinfektion in der Implantationsregion aufgeführt. Diese Faktoren sind aber nicht als absolute Kontraindikationen zu verstehen. Bei einem adäquaten Risiko/Nutzen-Verhältnis ist eine Implantation dennoch indiziert (Dariushnia et al. 2010).

Die Indikation für die Implantation eines zentralvenösen Portsystems ist in erster Linie die Notwendigkeit von repetitiven Infusionen über einen längeren Zeitraum. Hierbei handelt es sich meist um Chemotherapeutika. Aber auch parenterale Ernährung, Gabe von Blutprodukten und Medikamenten sowie die Substitution von Flüssigkeit werden als Indikationen genannt. Über diese therapeutischen Indikationen hinaus kann die Implantation auch aus diagnostischen Gründen wie beispielsweise häufige Blutentnahmen erfolgen (Dariushnia et al. 2010).

1.3 Implantation

Es gibt unterschiedliche Verfahren und Punktionsorte, um ein Portsystem zu implantieren. Außerdem wird der Eingriff in unterschiedlichen Abteilungen bzw. von unterschiedlichen Fachdisziplinen durchgeführt. Hierzu zählen die Allgemeinchirurgie, die interventionelle Radiologie, die Gefäßchirurgie, die Anästhesie, die pädiatrische Chirurgie und die Gynäkologie (Di Carlo et al. 2010).

Man kann je nach Lokalisation generell zwischen zentral und peripher implantierten Portsystemen differenzieren. In der Regel handelt es sich um eine zentrale Implantation, wenn die Tasche für die Portkammer am Thorax angelegt wird, während bei einer peripheren Implantation unterschiedliche Positionen an der oberen Extremität in Frage kommen. Beim Vorgehen lassen sich zwei verschiedene Methoden unterscheiden:

- die direkte perkutane Punktion der Zielvene mit oder ohne bildgebende Hilfsmittel und
- die offen chirurgische Methode, bei der die Vene operativ freigelegt wird.

Beide Verfahren werden im Folgenden genauer beschrieben.

1.3.1 Perkutane Gefäßpunktion

Bei der Implantation eines Ports wird das gewünschte Gefäß direkt punktiert, der Katheter eingebracht und bis zur Vorhofoeingangsebene vorgeschoben. Bei diesem Verfahren bedient man sich der Seldinger-Technik. Hierbei wird das Gefäß mit einer Kanüle punktiert, anschließend hierüber ein Führungsdraht eingebracht und die Punktionskanüle entfernt. Nun kann jeweils über den Draht ein Dilatator und eine Schleuse in das Gefäß eingeführt werden (Seldinger 1953). Bildgebende Verfahren wie Sonographie und Phlebographie können zum besseren Auffinden und zur gezielten Punktion des Gefäßes verwendet werden (Busch et al. 2012, Hata et al. 1998, Randolph et al. 1996). Der Katheter wird üblicherweise unter Fluoroskopiekontrolle eingeführt. Bei einem für die Implantation ungünstigen anatomischen Verlauf, einem Venenspasmus oder einer stenosierten Vene kann auf die in der interventionellen Radiologie üblichen Verfahren, wie beispielsweise die Verwendung von hydrophilen oder verformbaren Drähten, zurückgegriffen, und können gegebenenfalls Stenosen im venösen Verlauf dilatiert werden (Lenhart et al. 2010, Marcy et al. 2007). Im Anschluss wird einige Zentimeter distal der Punktionsstelle ein Hautschnitt angelegt und

hierüber stumpf eine kleine Tasche präpariert. Von der Veneneinstichstelle bis zur Tasche wird ein Tunnel gebildet, der Katheter hindurchgeführt, auf die notwendige Länge gekürzt und an die Portkammer angeschlossen. Nun kann die Portkammer in der präparierten Tasche versenkt und die Haut genäht werden.

1.3.2 Offen chirurgische Implantation

Bei der Implantation eines venösen Portsystems mittels offen chirurgischem Verfahren wird primär ein Hautschnitt angelegt und die Zielvene freipräpariert. Nach der Venae sectio wird eine Venotomie angelegt und der Katheter üblicherweise unter Durchleuchtung in die gewünschte Position in der unteren Vena cava superior bis in die Vorhofsingangsebene vorgeschoben. Alternativ kann die Platzierung statt mittels radiologischer Kontrolle auch über ein EKG erfolgen. Hierbei wird über einen im Katheter befindlichen Führungsdraht ein EKG abgeleitet, das bei Eintritt in den rechten Vorhof eine P-Wellenerhöhung und einen Frequenzanstieg zeigt. Alternativ kann statt eines Drahtes auch eine Elektrolytlösung im Katheter als Elektrode dienen. Anschließend wird der Katheter bis zur Normalisierung des EKGs zurückgezogen und damit die korrekte Position der Spitze erreicht. Dieses Verfahren ist nicht in allen Fällen erfolgreich, da sich die EKG-Veränderungen nicht immer eindeutig zeigen, sodass dann doch auf die Fluoroskopie zurückgegriffen werden muss. Wenn das EKG eindeutig ist, ist die Positionierung der Katheterspitze allerdings ebenfalls verlässlich (Cheng et al. 2002, Chu et al. 2004, Stas et al. 2001). Von nun an erfolgt die weitere Implantation analog zum perkutanen Verfahren. Diese Art der Implantation wird vornehmlich bei geplantem Zugang zur Vena cephalica im Bereich des Sulcus deltoideopectoralis gewählt. Sollte sich hier keine Vena cephalica darstellen lassen, das Gefäß nicht die ausreichende Größe aufweisen oder ein Vorschub des Katheters im Gefäß nicht möglich sein, kann über den selben Zugang die Vena jugularis externa supraclaviculär präpariert und hierüber die Implantation vorgenommen werden (Haeder et al. 2013, Povoski 2004).

1.4 Typische Komplikationen mit Portsystemen

Im Folgenden werden typische Komplikationen vorgestellt, die im Verlauf der Verwendung von Portsystemen auftreten. Bei Verdacht auf eine Portdysfunktion oder eine portassoziierte Komplikation durch den behandelnden Kliniker werden die Patienten regelhaft in der interventionellen Radiologie vorgestellt. Nach Inspektion und klinischer Untersuchung erfolgt zunächst die Prüfung der Durchgängigkeit mit an-

schließender Kontrastmitteldarstellung unter Fluoroskopie. Wie später weiter ausgeführt, können hierbei eine Vielzahl der Dysfunktion und Komplikationen, wie beispielsweise Katheterfehlagen, unmittelbar minimal-invasiv korrigiert werden. Dadurch können eine unnötige vorzeitige Explantation und Folgekomplikationen verhindert werden (Kausche et al. 2011).

1.4.1 Infektiöse Komplikationen

Infektionen der Porttasche können bereits früh nach der Implantation oder im Verlauf der Verwendung auftreten. Sie zeichnen sich durch Rötung und Überwärmung der Haut über der Portkammer aus. Denkbar ist einerseits eine Kontamination mit Erregern während der Implantation oder durch die frische Operationswunde, andererseits kann es beim Anstechen der Portkammer durch die Haut zur Keimverschleppung in die Tasche kommen. Eine antibiotische Therapie kann ohne weitere Intervention erfolgreich sein. In der Mehrzahl der Fälle gelingt die Ausheilung der Infektion allerdings nur nach Entfernung des gesamten Portsystems. Im Falle einer Explantation wird regelhaft ein Abstrich zur Bestimmung des Erregers genommen, um im gegebenen Fall nach Antibiogramm behandeln zu können.

Bei einer systemischen Infektion mit Bakteriämie ohne einen anderwärtig nachweisbaren Infektfokus gilt der Portkatheter als Erregerherd. In dem Fall spricht man von einer ‚katheterassoziierten systemischen Infektion‘. Es handelt sich meist um eine schwerwiegende Komplikation, die bis zu einer schweren Sepsis fortschreiten kann. Es sollten aus dem Portsystem und von einer peripheren Entnahmestelle Blutkulturen gewonnen werden, um einen Erreger nachweisen und gegebenenfalls gezielt behandeln zu können. In der Regel reicht die alleinige antibiotische Behandlung nicht aus, sodass das Portsystem explantiert werden muss, da andernfalls der Infektfokus nicht saniert werden kann. Nach Entfernung sollte die Katheterspitze zur mikrobiologischen Untersuchung mit Erregerkultur und Antibiogramm eingeschickt werden, um auch hier gegebenenfalls gezielt behandeln zu können. Bewiesen ist eine katheterassoziierte Infektion erst durch einen positiven Keimnachweis in einer Erregerkultur von der Katheterspitze (Silberzweig et al. 2003).

1.4.2 Thrombotische Komplikationen

Ein Thrombus an der Katheterspitze fällt häufig durch ein erschwert durchgängiges und nicht rückläufiges Portsystem auf. Gesichert wird der Verdacht durch eine Kontrastmitteldarstellung unter Fluoroskopie bzw. digitaler Subtraktionsangiographie

(DSA). Bei der Untersuchung zeigt sich typischerweise ein irregulärer Kontrastmittelausstrom aus dem Katheter, oftmals ein Kontrastmittelaustritt einige Zentimeter proximal der Katheterspitze seitlich aus dem thrombotischen Fibrinmantel, wie in Abbildung 2 dargestellt.



Abb. 2: Katheterspitzenthrombus in DSA-Technik

Eine Thrombose der Portkammer und des Katheters manifestiert sich als ein subtotal bis komplett okkludiertes Portsystem. Ursächlich kommt hier eine vorangegangene Blutentnahme oder Substitution von Blutprodukten in Frage, mit konsekutiv unzureichender oder nicht durchgeführter Spülung des Systems. Zu einer nicht-thrombotischen Okklusion kann es durch Präzipitation von anderen über das Portsystem verabreichten Lösungen wie parenterale Ernährung oder Röntgenkontrastmittel kommen, wenn im Anschluss ebenfalls keine ausreichende Spülung erfolgt.

Die Thrombose der porttragenden Vene tritt bei peripher implantierten Portsystemen häufiger auf als bei pectoral implantierten Systemen (Kuriakose et al. 2002). Klinisch verlaufen Thrombosen von Armvenen aufgrund der guten Kollateralen sowie häufig vorliegenden Varianten der Venenanatomie, wie eine gedoppelte Vena brachialis, meist klinisch inapparent. Bei Fehlen einer ausreichenden Kollateralisierung kann es zu einer charakteristischen Thrombosesymptomatik mit Schwellung, Überwärmung, Spannungsgefühl und Schmerzen der betroffenen Extremität kommen.

1.4.3 Schäden am Portsystem

Die Diskonnektion des Katheters von der Portkammer kann sich mit unterschiedlichen Symptomen äußern oder auch stumm verlaufen. Wenn sich der Katheter von

der Kammer löst und mit dem Blutstrom bis in das rechte Herz oder den Truncus pulmonalis embolisiert, wie in Abbildung 3 dargestellt, kann der Patient Rhythmusstörungen oder Palpitationen verspüren. In erste Linie handelt es sich hierbei um Extrasystolen, die durch den Fremdkörperreiz am Endokard ausgelöst werden. Andernfalls kann die Diskonnektion klinisch inapparent sein, hier besteht die Gefahr der Injektion der toxischen Chemotherapeutika in die Portkammertasche mit konsekutiv schweren Gewebenekrosen (D'Andrea et al. 2004, Ener et al. 2004, Schrijvers 2003). Gesichert wird die Diagnose einer Diskonnektion mittels eines einfachen Röntgenbildes des Thorax, wobei sich der dislozierte Katheter zeigt. Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt eines Röntgenbildes von einer am Unterarm implantierten Portkammer, die mit einer Portnadel angestochen ist und deren Portkatheter durch den venösen Sog bereits nach zentral in den Truncus pulmonalis disloziert ist.



Abb. 3: Embolisierter Portkatheter im Truncus pulmonalis

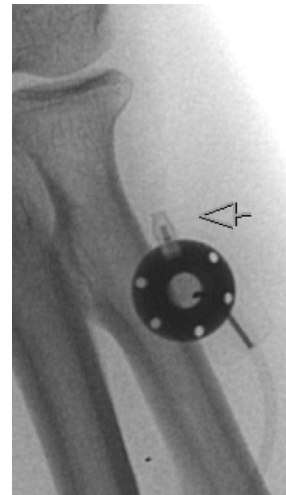


Abb. 4: Angestochene Portkammer ohne angeschlossenen Katheter

Die Diskonnektion des Katheters von der Portkammer erfordert zwangsläufig die Explantation des Systems sowie die Bergung des dislozierten Katheters. Letzteres geschieht endovaskulär über einen jugulären oder transfemorale Zugang. Nach Sondierung des rechten Herzens bzw. des Truncus pulmonalis wird der Katheter über eine Fangschlinge oder –zange fixiert und anschließend über eine ausreichend große Schleuse geborgen. Die endovaskuläre Katheterbergung ist sicher, effektiv und hat eine hohe Erfolgsrate (Bessoud et al. 2003, Gebauer et al. 2007).

Ein vollständig in zwei Fragmente frakturierter Katheter entspricht in Symptomen, Diagnostik und therapeutischem Prozedere der Katheterdiskonnektion. Abbildung 5

zeigt den Ausschnitt eines Röntgenbildes eines Armes mit implantiertem Portsystem und verbliebenem Rest des frakturierten Portkatheters.

Bei einer Leckage im Verlauf des Katheters handelt es sich um eine Verletzung des Katheters mit Öffnung seines Lumens ohne vollständige Ruptur in zwei Fragmente. Gesichert wird die Vermutung mittels einer Kontrastmitteldarstellung des Portsystems, bei der an der Leckage Kontrastmittel, je nach Lage, in das angrenzende Gewebe oder in die Vene aus dem Katheter austritt. Auch hier muss das Portsystem explantiert oder komplett revidiert werden. Eine weitere Nutzung ist nicht möglich. Abbildung 6 zeigt eine kontrastmittelgestützte Röntgenaufnahme eines Portsystems mit Leckage des Katheters, bei der das Röntgenkontrastmittel auf Höhe der Ellenbeuge aus dem Katheter in das umliegende Gewebe austritt.



Abb. 5: Katheterfraktur cubital



Abb. 6: Katheterleckage

1.4.4 Sonstige Komplikationen

Unter Drehung der Portkammer, oder auch Twisted-Port, versteht man eine Wendung der Kammer in ihrer Tasche um 180 Grad. Die Membran ist in diesem Fall nicht mehr der Haut sondern dem tiefer liegenden Gewebe zugewandt und kann nicht mehr angestochen werden, wie in Abbildung 7 gezeigt wird. In den meisten Fällen ist eine Drehung zurück in die Ausgangsposition ohne ein Eröffnen der Haut möglich. Alternativ kann die Portkammer nach erneutem Hautschnitt in der richtigen Ausrichtung an der Faszie angenäht werden, um eine erneute Drehung zu verhindern.

Eine Dislokation der Katheterspitze aus der gewünschte Lage im Bereich der Vorhofeingangsebene in der Vena cava superior geschieht meist als ein Umschlagen in eine Vena jugularis interna, wie in Abbildung 8 zu sehen ist. Häufig verläuft auch die-

se Komplikation vollständig klinisch inapparent oder manifestiert sich erst bei einer Infusion über das Portsystem. Hierbei kann es zu Schmerzen oder einer Schwellung am Hals kommen.



Abb. 7: Twisted-Port



Abb. 8: Umgeschlagene Katheterspitze

Häufig führt das Umschlagen des Katheters zu einer Portspitzenthrombose mit konsekutiv beeinträchtigter Durchgängigkeit des Portsystems. Gesichert wird die vermutete Diagnose mittels einer Röntgenthoraxaufnahme oder einer Kontrastmitteldarstellung. In der Regel kann der umgeschlagene Katheter über einen transfemorale Zugang in die ursprüngliche Lage repositioniert werden. Gelingt dies nicht, ist eine komplette Revision des Portsystems erforderlich.

2 Problemstellung

Seit mehr als drei Jahrzehnten haben sich Portsysteme, die pektoral an der Brustwand implantiert werden, in der Behandlung von schwerkranken Patienten bewährt. Die Implantation wird von verschiedenen Facharztgruppen und mittels unterschiedlicher Verfahren durchgeführt. Eine Variante, die erst seit einigen Jahren zunehmend Anwendung findet, ist die periphere Implantation am Unterarm. Bisher gibt es keine größeren Studien, die bestätigen, dass diese Lokalisation im Hinblick auf die technische Erfolgsrate der Implantation sowie auf periprozedurale und Komplikationen im weiteren Verlauf Nachteile zu den pektoral implantierten Portsystemen birgt.

Außerdem gibt es bisher keine publizierten Ergebnisse einer größeren Studie an Unterarmportsystemen, die über eine einfache deskriptive Statistik hinausgehen. Daher ist nicht bekannt, ob bestimmte prozedurale Faktoren einen Effekt auf die technische Erfolgsrate der Implantation und das Auftreten von Komplikationen haben. Denkbare veränderliche prozedurale Faktoren wären die Erfahrung des implantierenden Arztes, die Seite der Implantation und die verwendete kathetertragende Vene. Unveränderbare Faktoren wie die Grunderkrankung und das Geschlecht des Patienten können ebenfalls einen Effekt auf das Auftreten von Komplikationen haben. Durch eine Identifikation von Risikofaktoren wäre es möglich, Empfehlungen für die Implantation und den Umgang auszusprechen, die die Komplikationsraten von Unterarmportsystemen in der Zukunft senken können.

Ziel dieser retrospektiven Studie ist die Bestimmung des technischen Erfolgs und die Erfassung von Komplikationen während der Implantation und im weiteren Verlauf von interventionell-radiologisch implantierten Portsystemen am Unterarm an einem großen Patientenkollektiv. Die Komplikationsraten sollen im Vergleich mit großen, bereits veröffentlichten Studien zu Komplikationsraten von Portsystemen, die an anderer Position bzw. über einen anderen Verlauf (zum Beispiel Brustwand-Port über Vena subclavia oder Vena jugularis interna) implantiert wurden, verglichen werden. Außerdem sollen mittels statistischer Analyse nach Gruppenbildungen aus dem Studienkollektiv mögliche Risikofaktoren für die unterschiedlichen Komplikationen aufgedeckt werden. Die oben genannten Faktoren sollen auf einen Zusammenhang mit den in dieser Arbeit erfassten Komplikationen untersucht werden.

3 Material und Methoden

3.1 Patientenkollektiv

In die Studie eingeschlossen wurden 1704 Patienten, die im Zeitraum zwischen Januar 2004 und Mai 2012 in der Abteilung für interventionelle Radiologie am Klinikum Rechts der Isar in München zur Implantation eines zentralvenösen Portsystems am Unterarm vorstellig wurden.

In die retrospektive Analyse wurden alle Patienten einbezogen, für die im Beobachtungszeitraum die Implantation eines bestimmten Portsystems (Vital Miniport, Cook Medical, Bjaeverskov, Dänemark) vorgesehen war. Sollte eine zweite Portimplantation in diesem Zeitraum notwendig gewesen sein, wurde diese nicht in die Studie aufgenommen. Es gab keine weiteren Ausschlusskriterien.

3.2 Implantationstechnik

Die Implantation der Portsysteme am Unterarm erfolgte in einer interventionell-radiologischen Angiographieeinheit unter sterilen Bedingungen. Bei den durchführenden Radiologen handelte es sich entweder um Fachärzte mit mehrjähriger Erfahrung mit Portimplantationen oder um Assistenzärzte in der Weiterbildung zwischen dem dritten und fünften Jahr ihrer Facharztausbildung für Radiologie. Verwendet wurde der Vital Miniport der Firma Cook Medical mit einem fünf French Katheter aus Silikon. Üblicherweise wurde die Portkammer am proximalen Unterarm antecubital der nicht dominanten Hand epifaszial positioniert. Kontraindikationen für dieses Vorgehen waren eine stattgefundene Lymphadenektomie in der Axilla des betreffenden Armes sowie eine bereits stattgehabte oder bekannte Thrombose der Armvenen oder in den Venen des weiteren Katheterverlaufs. Außerdem spielten der ausdrückliche Wunsch des Patienten und offensichtlich schlechtere Venenverhältnisse am nicht dominanten Arm eine Rolle bei der Wahl der Seite. Die Aufklärung der Patienten und die schriftliche Einwilligung zur geplanten Portimplantation erfolgte mindestens 24 Stunden vor dem Eingriff.

Vor der Implantation wurde das Lumen des Katheters und der Portkammer mit Kochsalzlösung gefüllt um eine Luftembolie zu vermeiden. Nach erfolgter Lagerung auf dem Angiographietisch, sterilem Abwaschen und Abdecken des Operationsgebietes, wurde eine geeignete Vene in der Fossa cubiti identifiziert und üblicherweise blind

mit einer 21 Gauge Kanüle punktiert. Falls keine für die Implantation ausreichende Vene in der Ellenbeuge identifizierbar war, wurde über eine Handrückenvene Röntgenkontrastmittel appliziert und anschließend unter phlebographischer Kontrolle gezielt eine tiefe Vene punktiert. Als Alternative oder ergänzend wurde ein Sonographiegerät mit Duplexfunktion zur Identifizierung und bildkontrollierten Punktion einer geeigneten Vene verwendet. Abbildung 9 zeigt exemplarisch eine punktierte Vene in der Ellenbeuge.

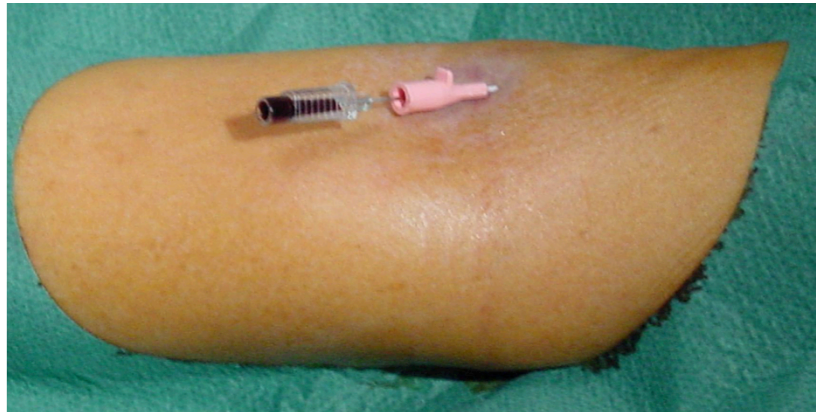


Abb. 9: Implantation - Punktierte Vene in der Fossa cubiti

Über die Kanüle wurde ein Führungsdraht in die Zielvene eingeführt und unter Röntgenkontrolle ca. 20 Zentimeter vorgeschoben. Anschließend erfolgte lokal um die Punktionsstelle die Applikation eines Lokalanästhetikums (Scandicain 2%) und die Inzision der Haut über der Kanüle mit einem Skalpell. Nach Entfernung der Kanüle wurde über den verbliebenen Draht eine Schleuse platziert, um das Einführen des Katheters zu ermöglichen. Es folgte die Entfernung des Führungsdrahtes zusammen mit dem Dilator. Über die Peel-Away-Schleuse wurde der Silikonkatheter des Portsystems unter Röntgenkontrolle in die gewünschte Position in die untere Vena cava superior bis auf Höhe der Vorhoftingebene vorgeschoben. Nach einer erneuten Applikation von Lokalanästhetikum, diesmal im Bereich der geplanten subkutanen Tasche für die Portkammer und im Verlauf zur Punktionsstelle, folgte der Hautschnitt für die Porttasche in einer Länge von ca. drei bis vier Zentimetern. Die subkutane Tasche für die Portkammer wurde stumpf vom Hautschnitt zur Seite präpariert, da die wiederholten Punktionen des Ports nicht durch die Narbe erfolgen sollten. Außerdem musste darauf geachtet werden, dass die Tasche weder zu oberflächlich, da es andernfalls zur Nekrose der Haut über der Kammer kommen kann, noch zu tief liegen darf, damit sich keine Schwierigkeiten beim Auffinden und bei der Fixation zur Punktion ergeben. Der Hersteller empfiehlt eine Tiefe von 0,5 bis 2 Zentimeter. Ab-

bildung 10 zeigt den Unterarm mit liegender Schleuse, bereits eingeführtem Katheter und erfolgtem Hautschnitt.

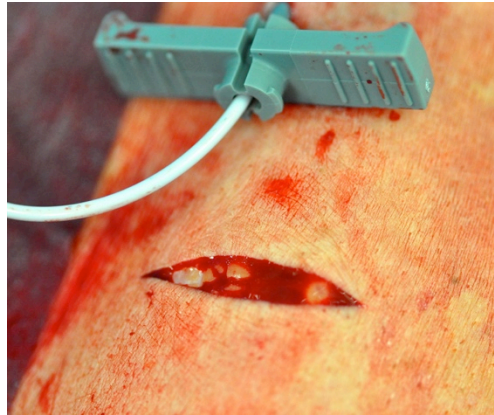


Abb. 10: Implantation - Schleuse mit eingeführtem Katheter und Hautschnitt für Porttasche

Nach Entfernung der Peel-Away-Schleuse wurde das Ende des Katheters an einem Tunnelator befestigt und dann von der Punktionsstelle zur präparierten Porttasche subkutan getunnelt. Nach erneuter Kontrolle der korrekten Lage der Spitze wurde der Katheter auf die benötigte Länge gekürzt und an die Konnektionsstelle der Portkammer angeschlossen. Anschließend wurde die Kammer mit angeschlossenem Katheter in der Tasche versenkt und ein erstes Mal mit einer nicht stanzen Nadel angestochen. Abbildung 11 zeigt den entsprechenden Schritt vor Punktion der Portkammer.



Abb. 11: Implantation - Versenkte Portkammer mit angeschlossenem Katheter

Mittels Fluoroskopie wurde die korrekte Lage der Katheterspitze kontrolliert und anschließend durch eine Kontrastmittelgabe die Dichtigkeit des Systems sichergestellt. Außerdem wurde die Rückläufigkeit des Systems, also das erfolgreiche Aspirieren von Blut aus dem zentralen Venensystem ohne großen Widerstand, getestet. Nun

folgte die Hautnaht der Inzision in Einzelknopftechnik. In Abbildung 12 ist das Operationsareal nach Hautnaht zu sehen.



Abb. 12: Implantation - Genähte OP-Wunde

Eine erneute Dichtigkeits- und Lagekontrolle wurde durchgeführt sowie die Rückläufigkeit des Systems geprüft. Abschließend wurde das Portsystem mit heparinierter Kochsalzlösung gefüllt und die Wunde steril verbunden.

Die Abbildungen 13 und 14 zeigen Fluoroskopieaufnahmen des antecubital implantierten Portsystems und Katheterverlauf über die Vena brachialis. Eine alternative Route für den Katheter führt über die Vena cephalica am lateralen Oberarm.

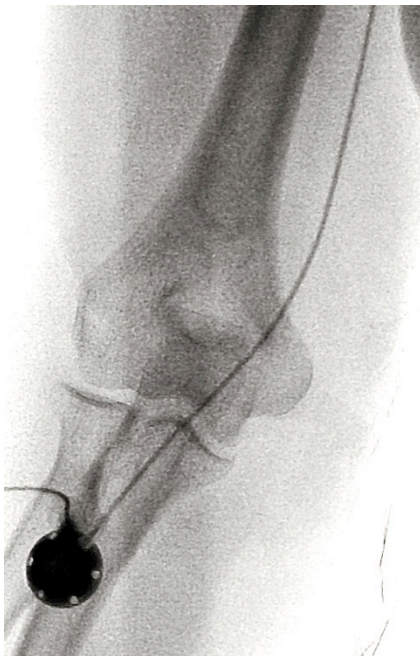


Abb. 13: Implantiertes Portsystem am Unterarm

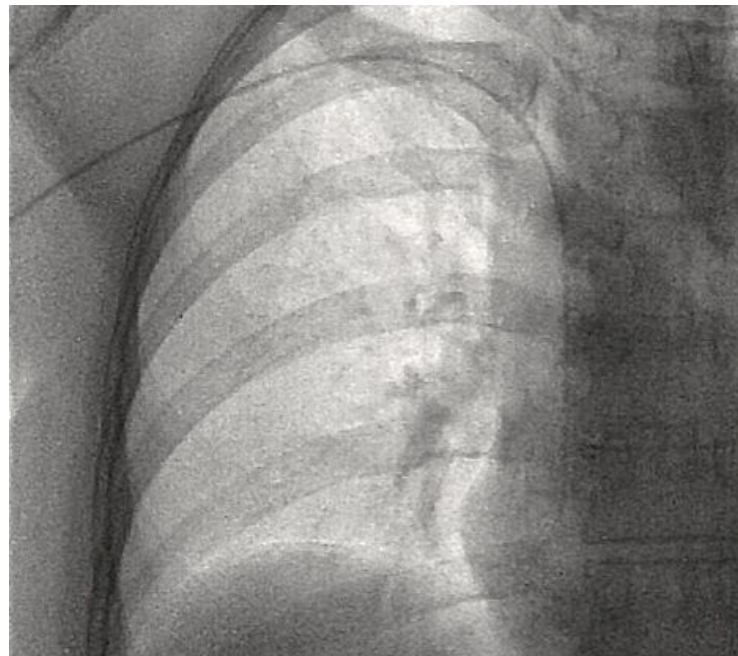


Abb. 14: Implantiertes Portkatheter

Es wurde keine routinemäßige antibiotische Prophylaxe durchgeführt. Lediglich acht Patienten (0,5%) hatten ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Infektion und bekamen daher eine Single-shot Antibiose mittels Ciprofloxacin (100mg) oder Ampicillin (1000mg) i.v. unmittelbar vor der Implantation des Portsystems. Die Gründe für eine erhöhte Infektionsgefahr lagen in einer verlängerten Dauer der Implantationsprozedur und in einer stattgehabten Portinfektion des Patienten zu einem früheren Zeitpunkt.

Nach der Implantation war keine Überwachung der Patienten notwendig, sodass sie unmittelbar im Anschluss in die weitere ambulante oder stationäre Behandlung entlassen werden konnten. Eine Wundkontrolle und Verbandswechsel wurden am 2. oder 3. postoperativen Tag entweder vom Operateur in der interventionellen Radiologie oder vom Hausarzt durchgeführt. Die Fäden wurden am zehnten bis zwölften postinterventionellen Tag entfernt.

Nach der Implantation ist das Portsystem potentiell unmittelbar verwendbar, es wird aber generell empfohlen, erst nach Ablauf von 48 Stunden mit der Nutzung zu beginnen, um die Rate an frühen Wundheilungsstörungen zu reduzieren. Die erste Punktion der Portkammer wurde grundsätzlich in der interventionellen Radiologie durch den Operateur durchgeführt.

3.3 Verwendung des Portsystems

Damit das Portsystem lange und ohne Komplikationen verwendet werden kann, ist ein sorgfältiger und korrekter Umgang sowie eine regelmäßige Pflege unabdingbar.

3.3.1 Thromboseprophylaxe

Durch den Portkatheter, der als Fremdkörper in einer Vene liegt, besteht das Risiko einer katheterassoziierten Venenthrombose. Die entsprechende Rate bei Verwendung von Armports wird in der Literatur mit 4-10,5% angegeben (Bodner et al. 2000, Burbridge et al. 2000, Goltz et al. 2010, Goltz et al. 2012, Lersch et al. 1999). Dennoch kann zur Zeit keine generelle Empfehlung zur Durchführung einer dauerhaften Thromboseprophylaxe für Patienten mit implantiertem Portsystem ausgesprochen werden. Im Hinblick auf die meist zugrundeliegende maligne Grunderkrankung und dem damit häufig ebenfalls einhergehenden erhöhten Thromboserisiko ist eine medikamentöse Prophylaxe durch den behandelnden Arzt in Erwägung zu ziehen (Encke et al. 2009).

3.3.2 Punktion der Portkammer

Die Punktion der Portkammer erfolgt durch Ärzte oder speziell geschulte Pflegekräfte. Sie hat senkrecht durch die Haut und die Membran unter sterilen Kautelen zu erfolgen. Hierzu zählen eine großflächige Desinfektion des Areals um die Punktionsstelle, die Verwendung von sterilen Handschuhen bei der Fixierung der Portkammer durch die Haut und das aseptische Vorgehen bei der Konnektion des gewünschten Infusionssystems (Robert-Koch-Institut 2002).

Für die Punktion sind ausschließlich spezielle Portnadeln zu verwenden, die durch ihren besonderen Schliff ein Ausstanzen von Partikeln aus der Silikonmembran minimieren. Bei Verwendung gewöhnlicher Kanülen können Stanzdefekte die Membran undicht werden lassen und die Silikonpartikel das Portsystem okkludieren. Die Portnadel wird senkrecht durch die Haut und die Membran gestochen bis sie den Boden der Portkammer berührt. Sollte der Boden der Kammer nicht erreicht werden, ist die verwendete Nadel zu kurz und muss gegen eine längere Portnadel getauscht werden. Denn bei der Verwendung zu kurzer Portnadeln besteht die Gefahr, dass die Öffnung der Nadel nicht vollständig im Lumen der Portkammer liegt und es somit zu einem Extravasat der infundierten Lösung kommt. Je nach Infusion kann es zu schwerwiegenden Folgekomplikationen kommen (D'Andrea et al. 2004, Ener et al. 2004).

Vom Hersteller wird ein Wechsel der Portnadel nach spätestens einer Woche empfohlen, um Infektionen zu verhindern. Es gibt Hinweise auf einen Reflux von Blut in die Katheterspitze, wenn die Entfernung der Portnadel nicht unter laufender Spülung erfolgt, was zu einer thrombotischen Okklusion des Systems führen kann (Lapalu et al. 2010). Eine Empfehlung hierzu wurde bisher nicht abgegeben.

3.3.3 Spülung des Portsystems

Vor und nach jeder Infusion sowie vor einem Wechsel der infundierten Substanz muss das Lumen des Portsystems mit Kochsalzlösung gespült werden. Dies dient der Verhinderung einer Okklusion des Systems durch präzipitierende Infusionen. Außerdem wird hierbei sichergestellt, dass das Portsystem wie gewünscht leicht durchgängig ist und keine Obstruktion vorliegt. Eine ausgiebige Spülung ist insbesondere nach Blutentnahmen oder nach Verabreichung von Blutprodukten wichtig, damit sich kein Thrombus im Lumen des Portsystems bildet.

Vom Hersteller des Portsystems wird empfohlen bei längerer Nichtbenutzung monatlich mit heparinierter Kochsalzlösung zu spülen und das Lumen zu füllen (blocken). Hingegen sieht die Leitlinie zur parenteralen Ernährung der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin eine Verwendung von normaler Kochsalzlösung für die Spülung als ausreichend an (Koletzko et al. 2009).

Bei Bolusinjektionen sollten Spritzen von mindestens zehn Milliliter Volumen verwendet werden, da bei Verwendung kleinerer Modelle leicht ein zu hoher Druck aufgebaut wird. Hierdurch kann das Portsystem Schaden in Form einer Verletzung des Katheters und der Membran oder der Diskonnektion des Katheters von der Portkammer nehmen.

3.4 Datenerfassung und -einteilung

3.4.1 Implantation

Aus dem klinikinternen elektronischen Radiologie-Informationssystem (RIS) wurden alle Patienten, bei denen im festgelegten Zeitraum eine Portimplantation geplant war, identifiziert. In Zusammenschau mit den Daten aus den elektronischen Patientenakten aus dem Klinik-Informationssystem (KIS) wurden das Geburtsdatum und Geschlecht, sowie die Grunderkrankung und Implantationsindikation erfasst. Im Anschluss wurden die Implantationsbefunde und die zugehörigen Röntgenbilder aus dem digitalen Röntgenbildarchiv gesichtet und hinsichtlich des technischen Erfolgs, der Implantationsseite, der Zugangsvene, der Erfahrung des durchführenden interventionellen Radiologen (Ausbildungsassistent vs. erfahrener Facharzt) ausgewertet. Außerdem wurden hierbei ebenfalls aufgetretene periprozedurale Komplikationen und der Grund für den Misserfolg einer Implantation sowie die Verabreichung einer prophylaktischen Antibiose erfasst.

Als primär technisch erfolgreich wurde entsprechend den „Reporting Standards for Central Venous Access“ der *Society for Interventional Radiology* eine Implantation bezeichnet, wenn das Portsystem vollständig implantiert, die gewünschte Katheterspitzenposition in der Vorhofeingangsebene in der Vena cava superior und die adäquate Funktionsfähigkeit erreicht wurde (Silberzweig et al. 2003). Hierzu diente die Abschlusskontrolle mittels Röntgenbild und Aspiration von Blut sowie Infusion von Kochsalzlösung ohne nennenswerten Widerstand nach der Implantation. Als sekundär technisch erfolgreich wurden diejenigen Implantationen bezeichnet, die zwar

nicht wie ursprünglich geplant, aber, zumeist nach Wechsel auf den kontralateralen Arm, in selbiger Sitzung implantiert werden konnten.

3.4.2 Verlauf

Um die Komplikationen mit den jeweiligen implantierten Portsystemen im weiteren Verlauf und die Zahl der Tage, welche die Systeme implantiert waren, zu erfassen, wurden ebenfalls das RIS einschließlich des digitalen Röntgenarchivs und das KIS systematisch nach Komplikationen mit dem Portsystem und nach erfolgten Explantationen oder dem Tod des Patienten durchsucht. In Fällen, in denen die Krankenakte unvollständig war, wurde ein vorgefertigtes Telefax (s. Anhang in 7.4) an die behandelnden niedergelassenen Kollegen oder die im System gelisteten Hausärzte des Patienten mit der Bitte um Rücksendung mit weiteren Informationen aus ihren Unterlagen gesendet. Sollte es auch hier zu keiner Vervollständigung der Nachbeobachtung bezüglich des Portsystems gekommen sein, wurde der letzte in der Klinik sicher dokumentierte Tag mit dem implantierten Portsystem in situ festgehalten.

Der Beobachtungszeitraum endete entweder mit der dokumentierten Explantation des Portsystems wegen einer Komplikation oder dem Ende der Therapie, dem Tod des Patienten mit noch implantiertem Portsystem in situ oder dem letzten dokumentierten Tag, bei dem das Portsystem noch implantiert war. Als letzter Tag der Nachbeobachtung wurde der 15.12.2013 festgesetzt. Die Nachbeobachtungszeit wurde in Tagen mit implantiertem Portsystem angegeben. Im Folgenden wird hierfür der Ausdruck ‚Kathetertage‘ verwendet. Entsprechend der „Reporting Standards for Central Venous Access“ wurde ein dem Portsystem geltender Eingriff, ob nun mit oder ohne Tausch von Teilen des Portsystems, als Revision gezählt, während eine vollständige Explantation mit Aufgabe des Zugangsweges als Ende der Beobachtung gewertet wurde (Silberzweig et al. 2003).

3.4.3 Einteilung der Komplikationen

Angelehnt an die „Reporting Standards for Central Venous Access“ werden die Komplikationen in dieser Arbeit in Früh- und Spätkomplika-tionen differenziert. Abweichend von diesen Empfehlungen, die sich auf zentralvenöse Zugänge im Allgemeinen und nicht spezifisch auf Publikationen mit Portsystemen beziehen, werden die periprozeduralen Komplikationen nicht zu der Gruppe der Frühkomplika-tionen gezählt. Diese Einteilung ist übereinstimmend mit bisherigen Publikationen gewählt, die sich spezifisch mit Evaluierung von Portkathetern beschäftigen (Chang et al. 2012,

Lenhart et al. 2010, Teichgraber et al. 2011). Somit ergeben sich drei unterschiedliche Gruppen von Komplikationen:

- periprozedurale Komplikationen im Rahmen der Implantation,
- Frühkomplikationen (nach Implantation bis 30 Tage),
- Spätkomplikationen (ab dem 31. Tag nach Implantation).

Ebenfalls abweichend von den in den „Reporting Standards for Central Venous Access“ gegebenen Empfehlungen wird die Rate an Komplikationen nicht auf 100 Tage sondern wie in zahlreichen Veröffentlichungen zu Portsystemen üblich auf 1000 Kathetertage angegeben (Burbridge et al. 2000, Busch et al. 2012, Lenhart et al. 2010, Morris et al. 1992, Peris et al. 2010, Silberzweig et al. 2003, Teichgraber et al. 2011).

Die zudem abgegebene Empfehlung zur Einteilung des Schweregrades der aufgetretenen Komplikation in Minor- und Majorkomplikationen sieht wie folgt aus:

- Minorkomplikationen haben keine weitere Konsequenz und erfordern keine (A) oder nur nominale Therapie (B).
- Majorkomplikationen erfordern eine Therapie und eine stationäre Aufnahme für weniger als 48 Stunden (C), eine weitreichendere Therapie und Überwachung für mehr als 48 Stunden (D), führen zu bleibenden Schäden (E) oder zum Tod des Patienten (E) (Silberzweig et al. 2003).

Auch diese Einteilung der *Society for Interventional Radiology* wird im Folgenden verwendet.

3.4.4 Gruppenbildung zur Analyse der Komplikationen

Für die statistische Auswertung werden aus dem Patientenkollektiv nach bestimmten Merkmalen Gruppen gebildet um deren Einfluss auf die Entwicklung von Komplikationen zu beurteilen. Zu diesen Merkmalen zählt die jeweilige maligne Grunderkrankung des Patienten, die Erfahrung des implantierenden Radiologen, das Geschlecht des Patienten, eine durchgeführte Thromboseprophylaxe, die Seite der Implantation und ob der Katheter über den Weg durch die Vena cephalica oder durch die Vena basilica/brachialis implantiert wurde.

3.5 Statistik

Die gewonnenen Daten wurden in Excel (Version 14, Microsoft Corporation, Redmond, USA) erfasst und nach Abschluss der Datenaufnahme in SPSS (Version 21.0, IBM, Chicago, USA) ausgewertet. Bei ausreichender Zahl der Ereignisse (Komplikationen) wurden hierzu für Kathetertage und Komplikationen im Verlauf Kaplan-Meier Analysen sowie der Log-Rang-Test und die Cox-Regression verwendet.

Für die statistische Auswertung von unterschiedlichen Komplikationen in Relation zur Grunderkrankung der Patienten konnten nur die drei größten Gruppen (Mammakarzinom, Malignome im HNO-Bereich, gastrointestinale Malignome) und eine kombinierte vierte Gruppe (Endometrium-/Zervixkarzinom und Ovarialkarzinom) betrachtet werden, da die Anzahl der Patienten in den übrigen Gruppen nicht ausreichend groß war.

Für die thrombotischen Komplikationen wurde eine Analyse einer Untergruppe bestehend aus den Patientinnen, die in der gynäkologischen Klinik behandelt wurden, durchgeführt. Hierzu wurde die prophylaktische Gabe von Heparin erfasst und in die Auswertung mit einbezogen.

Ein möglicher Zusammenhang zwischen der Erfahrung des Implanteurs und dem Implantationserfolg wurde mit dem exakten Test nach Fisher untersucht. Es wurde ein zweiseitiges Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ für alle Tests festgelegt.

Des Weiteren wurden übliche Methoden der deskriptiven Statistik, wie Angaben zu absoluten und relativen Häufigkeiten im Text und in Tabellen, Median, Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung, verwendet.

4 Ergebnisse

4.1 Patientenkollektiv

Bei den 1704 in die Studie eingeschlossenen Patienten handelte sich um 1124 Frauen und 580 Männer im Alter zwischen 16 und 91 Jahren mit einem Durchschnitt von 57,0 Jahren (Standardabweichung: 12,1; Median: 58,0) zum Zeitpunkt der geplanten Implantation.

Die bei weitem häufigste Indikation für die Portimplantation war die geplante Chemotherapie, gefolgt von Portimplantation für supportive Maßnahmen wie repetitive Elektrolytlösungsinfusionen und parenterale Ernährung bei malignen Grunderkrankungen. Tabelle 1 zeigt eine Aufstellung der bei den Patienten zugrundeliegenden Erkrankungen.

Grunderkrankung		Häufigkeit	Prozent
	Mammakarzinom	653	38,3
	Malignom im HNO-Bereich	418	24,5
	Gastrointestinales Malignom	192	11,3
	Ovariakarzinom	100	5,9
	Endometrium-/Zervixkarzinom	99	5,8
	Lymphom/Leukämie	69	4,0
	Bronchialkarzinom	49	2,9
	CUP (Cancer of unknown primary)	32	1,9
	Sarkom	28	1,6
	Nierenzellkarzinom/Urothelkarzinom	26	1,5
	Melanom	12	0,7
	Hodenkarzinom	6	0,4
	Glioblastom	4	0,2
	Prostatakarzinom	3	0,2
	Total maligne Grunderkrankung	1691	99,2
	Nicht-maligne Grunderkrankung	13	0,8
Total		1704	100,0

Tab. 1: Grunderkrankungen

4.2 Implantation

68,8% (1172/1704) der geplanten Implantationen wurden von Weiterbildungsassistenten durchgeführt. Die verbleibenden 31,2% (632/1704) der Eingriffe führten erfahrene Fachärzte für Radiologie durch.

Der Großteil der Implantationen (63,5%; 1073/1690) wurde am linken Unterarm durchgeführt. 36,5% (617/1690) der Portsysteme sind in den rechten Unterarm implantiert worden.

In 924 Fällen (54,7%) wurde der Katheter über die Vena basilica/brachialis eingeführt. Bei 37,0% der Patienten (n=625) verlief der Portkatheter durch die Vena cephalica. In den verbleibenden 141 Fällen (8,3%) zeigte sich eine anatomische Variante des Venenverlaufs, die nicht näher klassifiziert wurde. Diese Fälle wurden für die Analyse bezüglich der Komplikationen in Verbindung mit dem anatomischen Katheterverlauf nicht berücksichtigt.

4.2.1 Technischer Erfolg

Von 1704 Implantationen waren 1682 (98,7%) primär technisch erfolgreich. In diesen Fällen wurde die gewünschte Position der Katheterspitze auf Höhe der Vorhofeingangsebene über den geplanten Arm erreicht.

In acht Fällen musste auf den kontralateralen Unterarm ausgewichen werden, um ein Portsystem erfolgreich zu implantieren. Grund hierfür war in fünf Fällen die fehlende Durchgängigkeit der Venen im geplanten Verlauf des Katheters durch eine zuvor nicht bekannte Thrombose. Bei zwei Patienten konnte ein Venenspasmus nicht ausreichend durch Spasmolytika (250µg Nitroglycerin über den eingeführten Katheter) überwunden werden. In einem Fall konnte durch ein ausgeprägtes Hämatom im Operationsbereich unmittelbar nach Implantation das Portsystem nicht belassen werden, sodass auch hier auf den Arm der Gegenseite ausgewichen werden musste. Hieraus ergibt sich eine technische Erfolgsrate von 99,2% (1690/1704).

Bei insgesamt 14 Patienten konnte kein Portsystem implantiert werden. Grund für die nicht erfolgreich abzuschließende Implantation war in zehn Fällen das Fehlen einer ausreichend kaliberstarken und punktierbaren cubitalen Vene. Bei drei Patienten verhinderte eine zuvor nicht bekannte Thrombose der Armvene oder einer zentralen Vene die Positionierung des Katheters. In einem Fall kam es zu einem so stark aus-

geprägten Venenspasmus, der sich nicht medikamentös oder durch einen Drahtwechsel überwinden ließ, sodass die Implantation abgebrochen wurde.

Die Erfahrung des implantierenden Radiologen hatte keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die technische Erfolgsrate ($p=0,248$; Exakter Test nach Fisher).

4.2.2 Periprozedurale Komplikationen

In 33 Fällen (2,0%) kam es zu Komplikationen während der Implantation, die den Erfolg nicht beeinträchtigten. Ein Venenspasmus wurde bei 32 Patienten erfolgreich durch eine medikamentöse Spasmolyse therapiert. Bei einem Patienten kam es während der Prozedur zu einer allergischen Reaktion auf das verwendete Röntgenkontrastmittel, die sich als Hautrötung, Husten und Dyspnoe zeigte. Nach Verabreichung von Histamin-1- und Histamin-2-Rezeptorantagonisten sowie einem Glucocorticoid besserten sich die Symptome schnell, und die Implantation konnte fortgeführt werden.

Zusammen mit den Komplikationen, die einen Wechsel des Armes oder einen vollständigen Abbruch der Implantation zur Folge hatten und bereits ausführlicher beschrieben wurden, ergibt sich eine Rate für periprozedurale Komplikationen von 3,2% (55/1704). Alle periprozeduralen Komplikationen wurden nach Einteilung der *Society for Interventional Radiology* als Minorkomplikationen klassifiziert (Silberzweig et al. 2003). Eine Aufstellung aller Implantationskomplikationen zeigt Tabelle 2.

Periprozedurale Komplikationen	Total (n=55)	Konsequenz	
		Wechsel auf Unterarm der Gegenseite (n=8)	Abbruch der Implantation (n=14)
Lösbarer Venenspasmus	32	-	-
Nicht-lösbarer Venenspasmus	3	2	1
Vene nicht passierbar (Thrombose/Stenose)	8	5	3
Keine Vene punktierbar	10	-	10
Hämatom in Fossa cubiti	1	1	-
Allergische Reaktion auf Kontrastmittel	1	-	-

Tab. 2: Implantationskomplikationen

4.3 Komplikationen im Verlauf

Im Folgenden werden die Komplikationen beschrieben, die nach der Implantation des Portsystems aufgetreten sind. Für die statistische Analyse wurden aus dem ge-

samten Studienkollektiv nach einzelnen Merkmalen Gruppen gebildet und diese im Hinblick auf das Auftreten der einzelnen Komplikationen auf einen Zusammenhang untersucht. Hierzu wurden die Kaplan-Meier Methode, der Log-Rang-Test und die Cox-Regression herangezogen. Es wurden jeweils die häufigsten Komplikationen differenziert oder nach Zusammenfassung mit ähnlichen Komplikationen betrachtet. Für eine statistische Analyse weiterer differenzierter Komplikationen reichte die Anzahl der Ereignisse nicht aus.

Für die Analyse der Entstehung der einzelnen Komplikationen im Hinblick auf die maligne Grunderkrankung der Patienten mussten wegen der geringen Zahl der Komplikationsereignisse und der Gruppengröße einige kleinere Gruppen unbeachtet bleiben. Es wurden die drei größten Gruppen ausgewählt und eine kombinierte vierte Gruppe gebildet:

1. Mammakarzinom mit 649 Fällen,
2. Malignome im HNO-Bereich mit 416 Patienten,
3. gastrointestinale Malignome mit 191 Patienten sowie
4. Ovarial-, Zervix- und Endometriumkarzinom mit 198 Fällen.

4.3.1 Nachbeobachtungszeit

Insgesamt wurden 643200 Tage mit implantiertem Portsystem nachverfolgt. Damit liegt die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit pro Portsystem bei 380,6 Tagen (Standardabweichung: SD=455,5; Spannweite: R=2996 - 0).

4.3.2 Komplikationen insgesamt

Während der Nachbeobachtungszeit wurden insgesamt 243 Komplikationen bei 226 Patienten beobachtet (14,4%). Dies entspricht einer Rate von 0,377 Komplikationen pro 1000 Kathetertage. 1464/1690 (85,6%) der implantierten Portsysteme waren demnach bis zum Ende der Beobachtung ohne Komplikationen funktionsfähig. Alle im Verlauf aufgetretenen Komplikationen wurden nach der Schweregradeinteilung der *Society for Interventional Radiology* als Minorkomplikationen oder als Majorkomplika-tionen vom Typ C klassifiziert. Abbildung 15 zeigt eine Kaplan-Meier Überlebenskurve für die komplikationsfreie Funktionalität der Portsysteme.

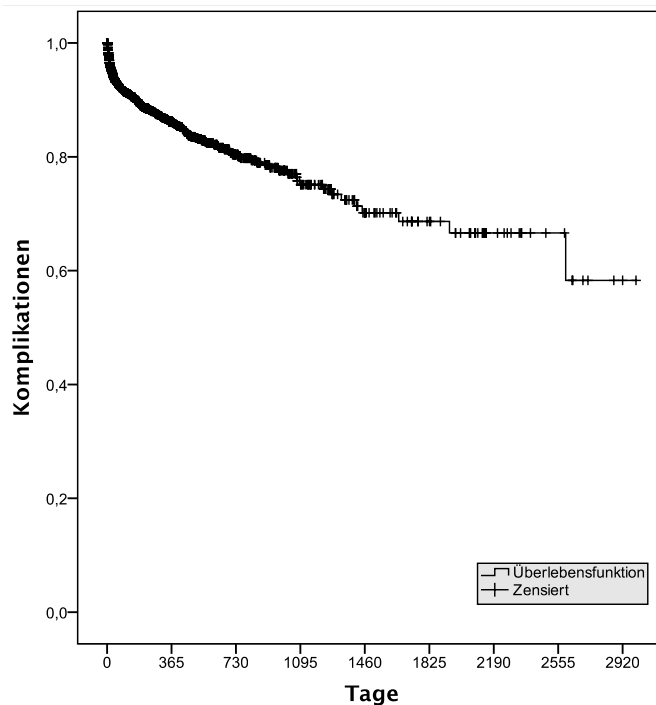


Abb. 15: Komplikationsfreie Portsysteme (Kaplan-Meier Kurve)

Einige Patienten entwickelten im Verlauf ihrer Therapie mehrfach Komplikationen mit demselben Portsysteem. Bei drei Patienten kam es zweimal in Folge zu einem Umschlagen der Katheterspitze. Ein Katheterspitzenthrombus und ein Twisted-Port traten jeweils zweimal beim selben Patienten auf. Eine Okklusion des Katheterlumens manifestierte sich bei einem Patienten insgesamt dreimal. Bei insgesamt zehn Patienten kam es zu zwei unterschiedlichen Komplikationen im Verlauf.

Die häufigsten Komplikationen in der vorliegenden Studie waren infektiöser oder thrombotischer Genese. Daher wurden diese beiden Komplikationsgruppen zusätzlich als Kaplan-Meier Kurven dargestellt. In Abbildung 16 sind die Portsysteme aufgetragen, bei denen keine infektiöse Komplikation aufgetreten ist, während Abbildung 17 die Portsysteme ohne thrombotische Komplikation zeigt.

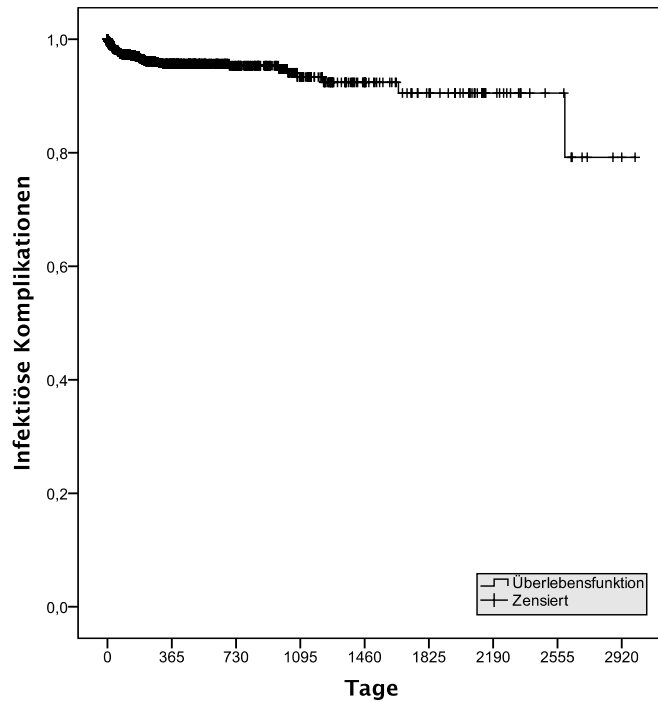


Abb. 16: Portsysteme ohne infektiöse Komplikation (Kaplan-Meier Kurve)

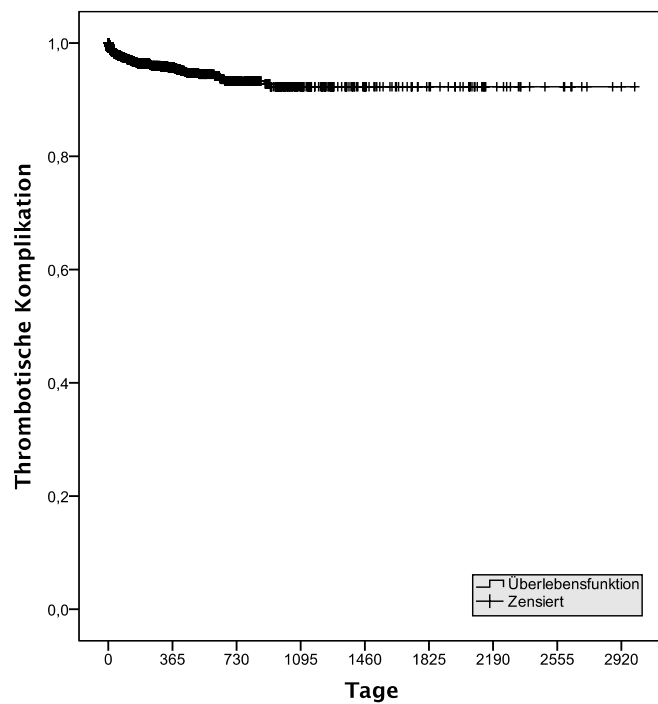


Abb. 17: Portsysteme ohne thrombotische Komplikation (Kaplan-Meier Kurve)

Zwischen den jeweiligen Gruppen der malignen Grunderkrankung gab es keinen signifikanten Unterschied in der Häufigkeit des Auftretens einer Komplikation im Verlauf der Verwendung der Portsysteme ($p=0,760$).

Außerdem fand sich kein signifikanter Unterschied im Auftreten von Komplikationen im Verlauf, wenn das Portsystem von einem interventionell-radiologisch versierten

Facharzt implantiert wurde (78/530), verglichen mit einem Assistenzarzt in der Weiterbildung (148/1160). Hierfür ergab der Log-Rang-Test einen p-Wert von 0,133. Nach einem Jahr waren in der Gruppe mit Portsystemen, die durch einen Facharzt implantiert wurden, 84,4% der Systeme ohne eine Komplikation, während in der zweiten Gruppe Ports, die durch Weiterbildungsassistenten implantiert wurden, bei 87,0% keine Komplikation aufgetreten ist. Die entsprechende Kaplan-Meier Kurve ist in Abbildung 18 dargestellt.

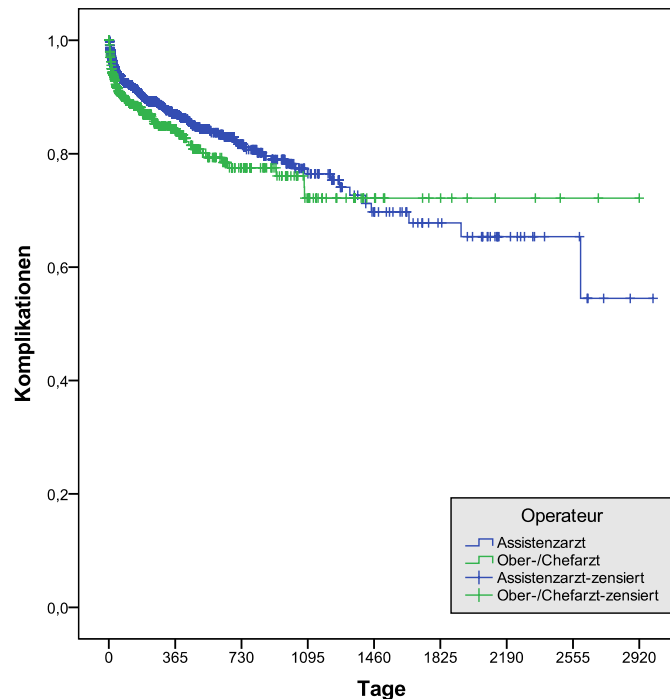


Abb. 18: Komplikationsfreie Portsysteme, differenziert nach Erfahrung des Operateurs (Kaplan-Meier Kurve)

Darüber hinaus zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied für das Auftreten der differenzierten Komplikationen zwischen den Gruppen der Portsysteme mit Implantation durch Ärzte mit unterschiedlicher Erfahrung.

Im Vergleich von weiblichen zu männlichen Patienten konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied im generellen Auftreten von Komplikationen im Verlauf nachgewiesen werden ($p=0,137$). 14,4% der Männer im Studienkollektiv hatten eine Komplikation im Verlauf (83/573). Die Rate bei den Frauen lag bei 12,8% (143/1117).

4.3.3 Explantation aufgrund von Komplikationen

In 140/1690 Fällen musste das Portsystem wegen einer aufgetretenen Komplikation explantiert werden (8,3%). Daraus ergibt sich eine Rate an Explantationen aufgrund einer Komplikation von 0,218 pro 1000 Kathetertage. Abbildung 19 zeigt die Kaplan-

Meier Kurve für die Portsysteme, die ohne Explantation wegen einer aufgetretenen Komplikation verblieben sind.

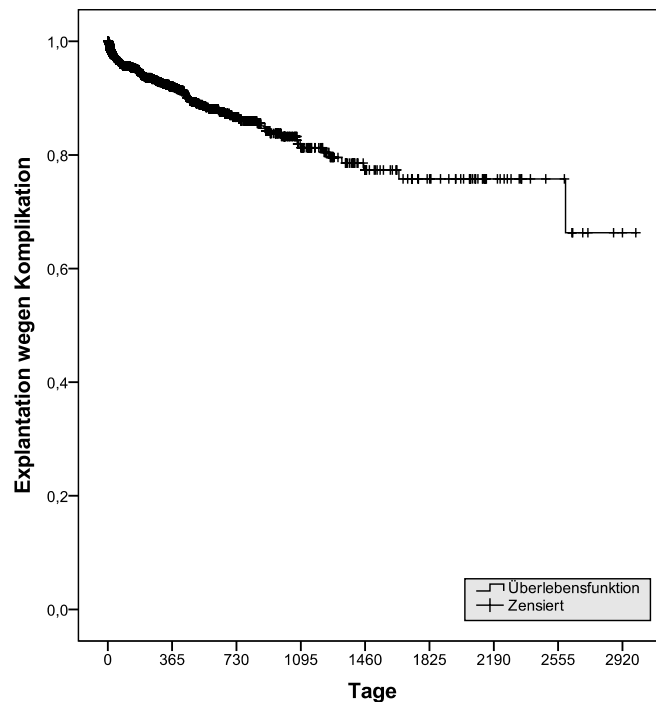


Abb. 19: Portsysteme ohne Explantation aufgrund einer Komplikation (Kaplan-Meier Kurve)

Für die Explantation aufgrund einer Komplikation zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mit unterschiedlicher maligner Grunderkrankung ($p=0,144$).

Auch im Vergleich zwischen erfahrenen Fachärzten und Assistenzärzten in der Facharztausbildung ergab sich kein statistisch signifikanter Unterschied in der Rate an notwendigen Explantationen aufgrund einer Komplikation ($p=0,627$). Die korrespondierende Kurve ist in Abbildung 20 dargestellt. 92,3% der von Fachärzten implantierten Systeme verblieben nach einem Jahr, ohne dass sie wegen einer Komplikation explantiert werden mussten. In der Gruppe der von Assistenzärzten implantierten Portsysteme war dieser Wert mit 92,0% vergleichbar.

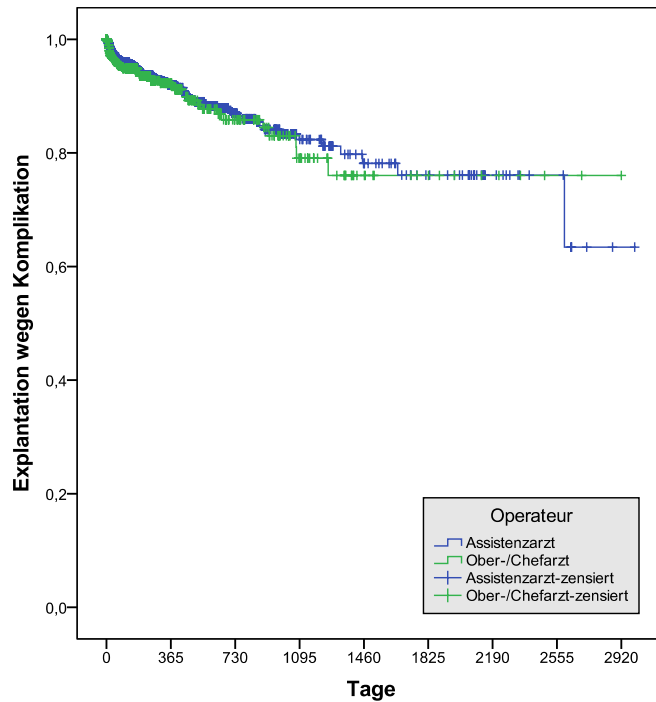


Abb. 20: Portsysteme ohne Explantation aufgrund einer Komplikation, differenziert nach Erfahrung des Operateurs (Kaplan-Meier Kurve)

Bei männlichen Patienten musste das Portsystern signifikant häufiger wegen einer Komplikation explantiert werden (56/573 vs. 84/1117). Während bei Patientinnen in 94,1% der Fälle keine komplikationsbedingte Explantation erforderlich wurde, lag die Rate bei männlichen Patienten im ersten Jahr der Verwendung bei 87,9%. Das Risiko für eine Explantation wegen einer Komplikation lag nach der Cox-Regression für Männer 1,4 Mal so hoch wie für Frauen (95% Konfidenzintervall: 1,0-2,0) mit einem p-Wert von 0,042. Die entsprechende Kaplan-Meier Kurve zeigt Abbildung 21.

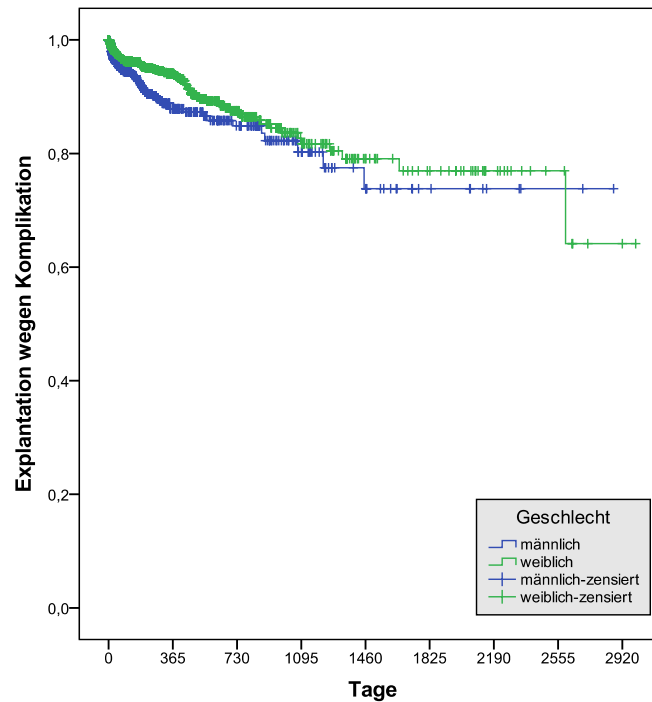


Abb. 21: Portsysteme ohne notwendige Explantation aufgrund einer Komplikation, differenziert nach Geschlecht des Patienten (Kaplan-Meier Kurve)

4.3.4 Früh- und Spätkomplikationen

Alle Komplikationen, die nach der Implantation und vor Ablauf von 30 Tagen nach der Prozedur auftraten, werden als Frühkomplikationen bezeichnet. Ab dem 31. Tag nach der Intervention werden sie als Spätkomplikationen deklariert.

Von 1690 Patienten, die erfolgreich ein Portsystem am Unterarm implantiert bekommen haben, konnten 48 bereits am Folgetag nicht mehr nachverfolgt werden. Diese Fälle wurden für die Berechnung der Komplikationsraten im frühen Intervall ausgeschlossen. Weitere 157 Patienten bekamen ihren Port innerhalb der ersten 30 Tage nach Implantation bereits explantiert, oder es konnten keine Informationen über diesen Zeitraum hinaus über diese Patienten in Erfahrung gebracht werden. Analog zu den Frühkomplikationen wurden diese Fälle in der Analyse der Komplikationsraten im späten Intervall ausgeschlossen.

Insgesamt wurden im Zeitraum bis 30 Tage nach Implantation 86 Komplikationen bei den 1642 noch beobachteten Patienten festgestellt (5,2%). In 40 dieser Fälle (40/1642; 2,4%) musste das Portsystem wegen der jeweiligen Komplikation explantiert werden.

Nach Ablauf von 30 Tagen postinterventionell wurden 157 Komplikationen bei den 1485 noch beobachteten Patienten erfasst (10,6%), wovon 100 (6,7%) die Explantation des Portsystems erforderten.

Tabelle 3 zeigt eine Zusammenfassung aller Früh- und Spät komplikationen. Außerdem wird hier aufgeschlüsselt, welche Komplikationen im frühen und welche im späten Intervall beobachtet wurden und wie häufig jeweils die Explantation des Systems erforderlich wurde. Zudem wird die Rate der Komplikationen auf 1000 beobachtete Kathetertage angegeben.

Komplikationen im Verlauf	Insgesamt (früh/spät)	/1000 Tage	Explantation notwendig (früh/spät)
Porttascheninfektion	50 (24/26)	0.0777	47 (23/24)
Katheterassoziierte systemische Infektion	12 (0/12)	0.0187	12 (0/12)
Venenthrombose	40 (18/22)	0.0622	10 (3/7)
Thrombophlebitis	28 (18/10)	0.0435	4 (3/1)
Thrombotische Okklusion des Portsystems	17 (4/13)	0.0264	9 (1/8)
Lokale Thrombose an der Katheterspitze	15 (4/11)	0.0233	0 (0/0)
Diskonnektion des Katheters von der Kammer	27 (7/20)	0.0420	25 (5/20)
Vollständiger Katheterbruch	13 (0/13)	0.0202	13 (0/13)
Katheterleckage	10 (2/8)	0.0155	6 (1/5)
Dislozierte Katheterspitze	10 (2/8)	0.0155	4 (0/4)
Twisted-Port	10 (2/8)	0.0155	0 (0/0)
Wundheilungsstörung	4 (4/0)	0.0062	3 (3/0)
Hautatrophie/-perforation über der Portkammer	5 (0/5)	0.0078	5 (0/5)
Allergische Reaktion auf Portsystemmaterial	2 (1/1)	0.0031	2 (1/1)
Total	243 (86/157)	0.3778	140 (40/100)

Tab. 3: Komplikationen im Verlauf

4.3.5 Infektiöse Komplikationen

3,0% der Patienten entwickelte im Verlauf der Portbenutzung eine lokale Infektion der Porttasche (50/1690). Eine systemische katheterassoziierte Infektion zeigte sich bei insgesamt 0,7% (12/1690).

Von den 50 lokalen Infektionen an der Porttasche konnten drei Fälle erfolgreich mit systemischer antibiotischer Therapie behandelt werden, die übrigen 47 Portsysteme

mussten explantiert werden. In allen zwölf Fällen mit einer katheterassoziierten systemischen Infektion musste neben einer systemischen Antibiotikatherapie der Port explantiert werden.

Die maligne Grunderkrankung hatte keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Entwicklung von infektiösen Komplikationen ($p=0,072$).

Allerdings hatten Patientinnen ein geringeres Risiko einer Porttascheninfektion. Nur 23 von 1117 Patientinnen kam es zu einer lokalen Infektion am Arm, während 27 von 573 männlichen Patienten eine Infektion entwickelten. Besonders deutlich ist hier der Vergleich der Häufigkeit von Porttascheninfektionen nach einem Jahr. 98,0% der Patientinnen entwickelten im ersten Jahr nach der Portimplantation keine lokale Infektion der Porttasche, während nur 93,7% der männlichen Patienten von dieser Komplikation im gleichen Zeitraum nicht betroffen waren. Es zeigte sich ein um 1,4fach höheres Risiko für männliche Patienten, diese Komplikation zu entwickeln (95% KI: 1,4-4,3; $p=0,002$). Die korrespondierende Kurve ist in Abbildung 22 zu sehen. Für die systemische Infektion hingegen zeigten sich keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede ($p=0,396$).

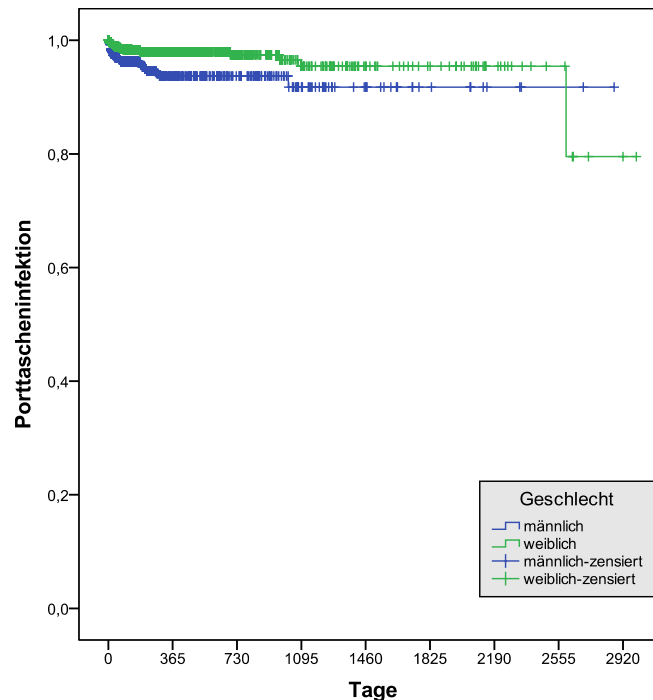


Abb. 22: Portsysteme ohne Porttascheninfektion, differenziert nach Geschlecht des Patienten (Kaplan-Meier Kurve)

4.3.6 Thrombotische Komplikationen

Eine symptomatische Venenthrombose der kathetertragenden Vene zeigte sich im Verlauf bei 2,4% der Patienten (40/1690). In 75% dieser Fälle (30/40) wurde erfolgreich mit systemisch verabreichtem, niedermolekularem Heparin behandelt, sodass die Systeme in situ verbleiben und weiter genutzt werden konnten.

Ein Thrombus an der Katheterspitze zeigte sich in 0,9% der Fälle. Bei einem Patienten trat diese Komplikation ein zweites Mal auf. Bei allen 15 Patienten mit dieser Komplikation war ein über das Portsystem verabreichtes, niedermolekulares Heparin ausreichend, wodurch keine weitere Therapie notwendig war.

1,0% der Patienten entwickelte im Verlauf eine thrombotische Okklusion des Portsystemlumens. In sieben von 17 Fällen konnte die Durchgängigkeit durch eine Bolusinjektion von 3-5mg Alteplase in das Portsystemlumen wiederhergestellt werden. Bei einem Patienten trat diese Komplikation insgesamt dreimal auf. Neun Portsysteme mussten wegen einer Thrombosierung des gesamten Katheterlumens explantiert werden.

Die maligne Grunderkrankung hatte keinen statistisch signifikanten Effekt auf die Entwicklung von einem Katheterspitzenthrombus und einer Thrombose des Portlumens ($p=0,055$).

Die gesonderte Erfassung aller Patientinnen, die in der gynäkologischen Klinik behandelt wurden, ergab, dass in 70 von 844 Fällen (8,3%) eine prophylaktische Heparinisierung durchgeführt wurde. Bei der Analyse zeigte sich kein signifikanter Vorteil für die Prophylaxe im Hinblick auf die Entwicklung einer Venenthrombose ($p=0,834$), einer Portkammer- oder einer Katheterspitzenthrombose ($p=0,344$). Auch für die Manifestation einer symptomatischen Thrombophlebitis zeigte sich mit einem p-Wert von 0,215 kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe mit und der Gruppe ohne Heparinprophylaxe.

Außerdem ergab sich für die Seite der Implantation kein signifikanter Unterschied in der Entstehung einer symptomatischen Venenthrombose ($p=0,536$; Patienten ohne portsystemassoziierte Venenthrombose im ersten Jahr: links 97,5% vs. rechts 97,4%, s. Abb. 23) oder einer Portkammer- und Katheterspitzenthrombose ($p=0,091$).

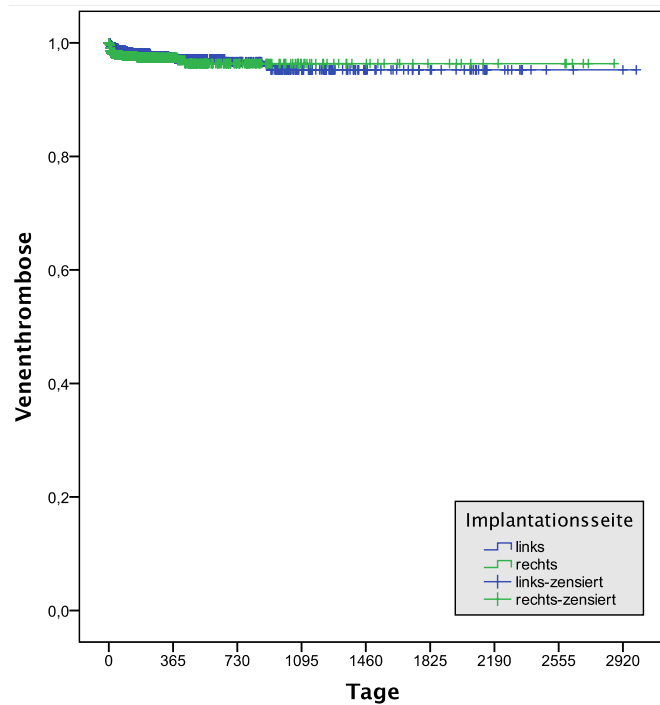


Abb. 23: Fälle ohne portsystemassoziierte Venenthrombose, differenziert nach Implantationsseite (Kaplan-Meier Kurve)

Für die symptomatische Venenthrombose zeigte sich zudem kein signifikanter Unterschied ($p=0,446$) zwischen den Gruppen der katheterführenden Vene (Vena cephalica: 14/625 vs. Vena basilica/brachialis: 25/924; s. Abb. 24). Gleiches gilt für die symptomatische Thrombophlebitis (10/625 vs. 17/924; $p=0,666$).

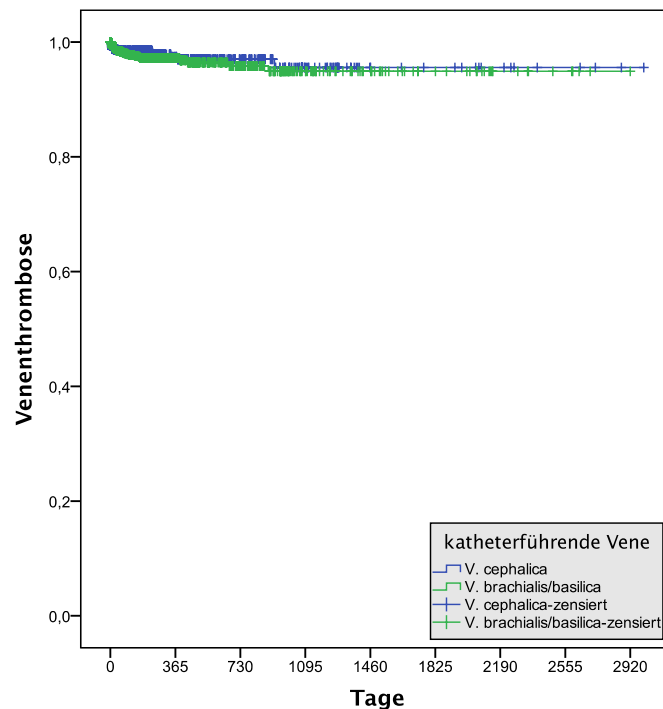


Abb. 24: Fälle ohne portsystemassoziierte Venenthrombose, differenziert nach katheterführender Vene (Kaplan-Meier Kurve)

4.3.7 Schäden am Portsystem

In 27 Fällen kam es zu einer Diskonnektion des Katheters von der Portkammer (1,6%). Eine vollständige Fraktur des Katheters trat in 0,8%, eine Katheterleckage in 0,6% der Fälle auf. Alle diskonnektierten und frakturierten Katheter konnten erfolgreich interventionell-radiologisch minimal-invasiv über eine Fangschlinge via einen transfemorale Zugang geborgen werden.

Die kombinierte Komplikationsgruppe aus Diskonnektion, Katheterbruch und -leckage ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied im Auftreten im Hinblick auf die Seite der Implantation ($p=0,974$). Abbildung 25 zeigt die Kaplan-Meier Kurve zu den kombinierten Komplikationen Diskonnektion, Katheterbruch und -leckage differenziert nach der Implantationsseite.

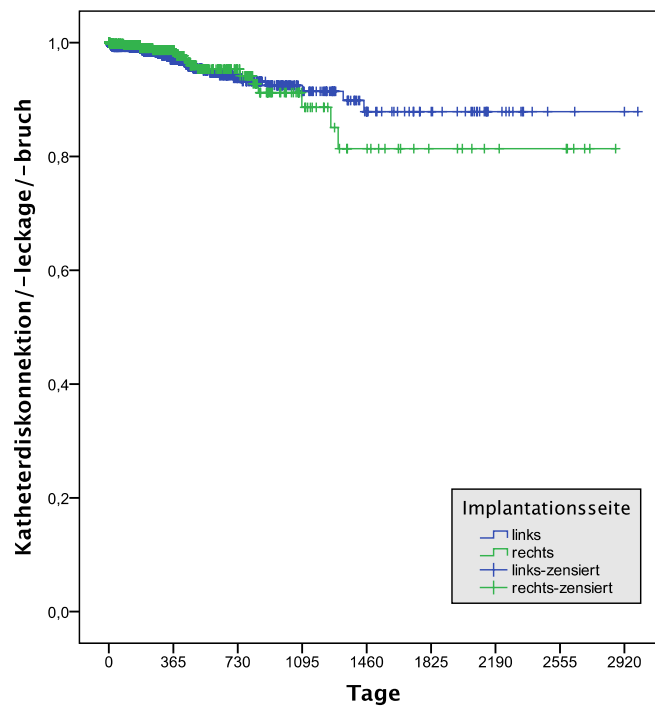


Abb. 25: Portsysteme ohne Diskonnektion/Katheterbruch/-leckage, differenziert nach Implantationsseite (Kaplan-Meier Kurve)

Die statistische Analyse zeigte, dass die Diskonnektion des Katheters von der Portkammer signifikant häufiger auftrat, wenn der Portkatheter über die Vena cephalica (19/625) im Gegensatz zur Vena basilica/brachialis (6/924) verlief. Hierfür ergab sich eine Hazard Ratio von 4,5. Bei Katheterverlauf über die Vena cephalica war demnach das Risiko einer Diskonnektion des Portkatheters von der Kammer 3,5fach höher als beim Verlauf über die Vena basilica/brachialis (95% KI: 1,8-11,2; $p=0,001$, s. Abb. 25).

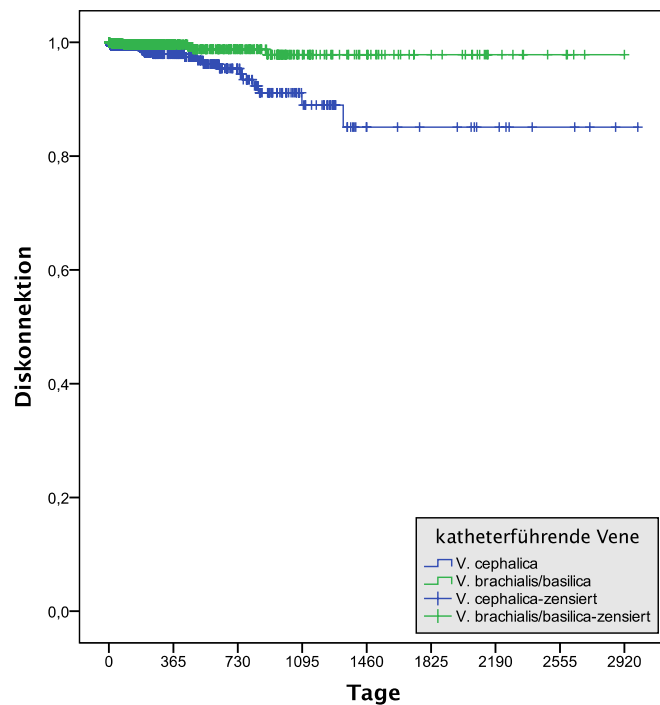


Abb. 26: Portsysteme ohne Diskonnektion, differenziert nach katheterführender Vene (Kaplan-Meier Kurve)

Alle 23 Fälle mit einer Fraktur oder einer Leckage des Katheters manifestierten sich in der Ellenbeuge. Auch hier zeigte sich eine höhere Rate der Komplikationen, wenn der Katheter über die Vena cephalica in das zentrale Venensystem vorgeschoben wurde. 15 von 625 Fällen stehen lediglich 6 von 924 Fällen gegenüber. Die Hazard-Ratio zwischen Verlauf über die Vena basilica/brachialis und über die Vena cephalica für diese Komplikationen lag bei 3,4 (95% KI: 1,3-8,8; $p=0,011$). In Abbildung 26 ist die korrespondierende Kaplan-Meier Kurve dargestellt.

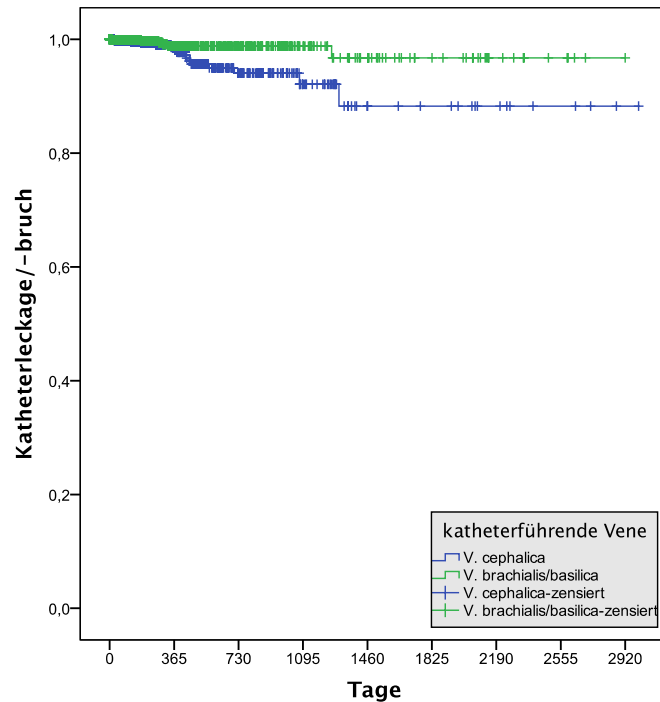


Abb. 27: Portsysteme ohne Katheterbruch/-leckage, differenziert nach katheterführender Vene (Kaplan-Meier Kurve)

4.3.8 Sonstige Komplikationen

Alle zehn Fälle (0,6%) mit einer Wendung der Portkammer um 180 Grad („Twisted Port“) konnten erfolgreich ohne Eröffnung der Haut manuell unter fluoroskopischer Kontrolle reponiert werden. Hiervon ereignete sich diese Komplikation bei einem Patienten ein zweites Mal.

Drei von zehn dislozierten Portkatheterspitzen konnten erfolgreich via Zugang in der Leiste repositioniert werden. Insgesamt trat diese Komplikation in 0,6% der Fälle auf; drei Patienten waren hiervon zweimal betroffen. Bei zwei der zehn Patienten wurde die Katheterspitze in ihrer Position belassen. In einem Fall musste in einer offenen Revision der Katheter ausgetauscht werden. Die übrigen vier Portsysteme mit dislozierter Katheterspitze wurden explantiert.

Die Verwendung entweder der Vena cephalica oder der Vena basilica/brachialis als katheterführende Vene hatte wie auch die Implantationsseite keinen signifikanten Effekt auf die Häufigkeit der Dislokation der Katheterspitze (2/625 vs. 5/924; $p=0,510$ bzw. links: 3/1070 vs. rechts: 4/613; $p=0,189$).

5 Diskussion

Ein sicherer und effizienter Zugang zum Venensystem ist nahezu unverzichtbar bei schwerkranken Patienten. Für einige Indikationen ist es außerdem von Vorteil oder gar unerlässlich, wenn dieser Venenzugang in das zentrale Venensystem mündet, da hochosmolare Lösungen und viele Zytostatika periphere Venen reizen und möglichst unmittelbar in größeren Volumina verdünnt werden sollten. Außerdem bietet sich die Implantation eines Portsystems an, wenn regelmäßig über einen längeren Zeitraum oder kontinuierlich Infusionen erforderlich sind. Insbesondere auch bei Patienten, die einen durch repetitive Punktionen beeinträchtigten Venenstatus aufweisen, ist dieser schnell und zuverlässig zu erreichende venöse Zugang von großem Vorteil. Die Überlegenheit von Portsystemen gegenüber unterschiedlichen zentralen Venenkathetern im Hinblick auf Sicherheit wurde gezeigt (Ng et al. 2007). Die Zufriedenheit der Patienten mit Portsystemen ist groß (Ignatov et al. 2009). Im direkten Vergleich zwischen Unterarm- und Brustwandports zeigten sich Vorteile der peripheren Implantation bei der Angst der Patienten vor Dislokation beim Schlafen, bei täglichen Aktivitäten, beim Zugang im klinischen Alltag und beim kosmetischen Ergebnis (Goltz et al. 2013, Marcy et al. 2005).

Aufgrund der nicht einheitlichen Verwendung insbesondere der Begriffe „periprozedurale“, „Früh- und Spät komplikationen“ werden im Folgenden die Komplikationsraten an sich verwendet und der in der Einleitung erläuterten Einteilung, teilweise abweichend von den Publikationen beschrieben, zugeordnet.

5.1 Implantation

Die Implantation von Portsystemen am Arm wird über einen Zugang in eine oberflächliche cubitale Vene vorgenommen, in der der Katheter bis in das zentrale Venensystem vorgeschoben wird. Üblicherweise wird die Vena basilica bzw. Vena brachialis am peripheren Oberarm mit Hilfe von Sonographie und/oder Phlebographie direkt perkutan punktiert. Eine andere häufig verwendete Methode ist die direkte Punktion einer exponierten Vene in der Ellenbeuge mit anschließender Implantation der Portkammer am proximalen Unterarm. Auch bei dieser Methode kann man sich der Sonographie und/oder Phlebographie bedienen.

5.1.1 Technischer Erfolg

Mit 98,7% für den primären und 99,2% für den addierten primären und sekundären technischen Erfolg der Implantation liegt diese Studie deutlich über der von den „Quality Improvement Guidelines for Central Venous Access“ der *Society for Interventional Radiology* empfohlenen Grenze (90%) und auch über der hier erwähnten laut Literatur zu erwartenden Rate von 96% (Lewis et al. 2003).

Zu beachten ist, dass in der vorliegenden Studie nahezu sieben von zehn Implantationen von Assistenzärzten in ihrer Facharztausbildung zum Radiologen durchgeführt wurden. Sie erreichten mit 99,0% erfolgreiche Implantationen einen vergleichbaren Wert wie erfahrene Fachärzte (99,6%). Hierbei handelt es sich um keinen signifikanten Unterschied in der Erfolgsrate (exakter Test nach Fisher: $p=0,248$), was zeigt, dass es sich um ein einfaches und schnell zu erlernendes Verfahren handelt. Andere Studien schließen zum Teil nur Implantationen ein, die von Fachärzten oder Assistenten mit einer gewissen Zahl erfolgreicher Implantationen durchgeführt wurden (Chang et al. 2006, Chen et al. 2007, Jablon et al. 2006).

Die hohe Erfolgsrate der vorliegenden Studie wird von anderen Autoren für die Implantation am Unterarm bestätigt (Akahane et al. 2011, Hata et al. 1998, Lenhart et al. 1998, Lersch et al. 1999). Auch bei der perkutanen Punktion einer peripheren Vene proximal der Ellenbeuge werden in der Literatur technische Erfolgsraten der Implantation von bis zu 100% angegeben (Bodner et al. 2000, Burbridge et al. 2000, Busch et al. 2012, Kawamura et al. 2008, Lyon et al. 1999, Marcy et al. 2008).

Lenhart et al. erreichten in einer weiteren Studie an einem größeren Patientenkollektiv nach durchleuchtungsgezielter Punktion eine technische Erfolgsrate von 99,3% der Fälle. Bei den übrigen drei Patienten machten eine unbekannte Thrombose im Verlauf der Vene und zweimal fragile Venen am Arm eine Implantation am gegenseitigen Arm erforderlich, sodass hier letztlich in allen Fällen eine technisch erfolgreiche Portimplantation am Unterarm erreicht wurde (Lenhart et al. 2010). Diese Gründe für einen Seitenwechsel auf den kontralateralen Arm zum ursprünglich geplanten Katheterverlauf oder einen Abbruch der Implantation zeigten sich auch in der vorliegenden Studie. So konnte in zehn Fällen bereits der Venenzugang nicht erreicht werden, während eine zuvor unbekannte Venenthrombose im Katheterverlauf in acht Fällen eine Implantation verhinderte.

Eine weitere Studie von Marcy et al. mit einer Zahl von 1000 eingeschlossenen Patienten berichtet hingegen von immerhin 6,3% technischem Misserfolg. Davon konnte allein bei 2,2% der Patienten keine Venographie durchgeführt werden, um durchleuchtungsgezielt eine Vene am distalen Oberarm punktieren zu können. Von einer ergänzenden Nutzung der Sonographie, die eventuell zumindest in diesen Fällen die Erfolgsrate hätte steigern können, wurde abgesehen (Marcy et al. 2007). Goltz et al. konnten eine erfolgreiche Implantation eines Portsystems am Unterarm nach sonographisch gesteuerter Punktion einer Vene am distalen Oberarm in 99,9% der 763 Fälle erfolgreich abschließen (Goltz et al. 2010). In der vorliegenden Studie wurde bei Bedarf ebenfalls auf eine Phlebographie und/oder Sonographie zur gezielten Venenpunktion zurückgegriffen und so die hohe Erfolgsrate von 99,2% erreicht.

Ähnliches gilt für den perkutanen Zugang zur Vena jugularis interna oder Vena subclavia, wenn Sonographie oder Phlebographie für die Punktion zur Hilfe genommen werden. Die Blindpunktion der genannten Venen erreicht laut Literaturangaben (92% bzw. 94%) nicht die Erfolgsrate für die Implantation wie sie die aktuell vorgelegten Daten zeigen (99,2%) (Jablon et al. 2006, Kincaid et al. 1999). Wird bei dem Verfahren neben der Orientierung an anatomischen Landmarken zusätzlich die Sonographie und/oder die Venographie zur Punktion und bei der Platzierung des Katheters eingesetzt, konnte die Erfolgsrate bei Dede et al. beim Zugang zur Vena jugularis interna auf 100% gesteigert werden (Dede et al. 2008). Vergleichbar hohe Erfolgsraten werden von anderen Autoren, unter anderem auch bei einem pädiatrischen Patientenkollektiv, bestätigt (Gebauer et al. 2009, Peynircioglu et al. 2007, Scordamaglia et al. 2012, Teichgraber et al. 2011). Eine ähnlich hohe Erfolgsrate mit 99% wurde von Chang et al. beim sonographisch gesteuerten Zugang zur Vena subclavia berichtet, wobei sich der Großteil der durchführenden Ärzte noch in ihrer Facharztweiterbildung befanden (Chang et al. 2012). Auch hier belegen andere Studien die mit bis zu 100% durchweg sehr hohen technischen Erfolgsraten der Implantationen beim perkutanen Zugang zur Vena subclavia (Chang et al. 2013, Herrmann et al. 1999, Sakamoto et al. 2010). Eine prospektiv vergleichende Studie zwischen unterschiedlichen Implantationsverfahren von Biffi et al. zeigte signifikant weniger Misserfolge beim sonographisch gesteuerten Zugang zur Vena subclavia im Vergleich zur Blindpunktion der Vena jugularis interna und auch zur chirurgischen Implantation über die Vena cephalica (Biffi et al. 2009).

Bei der chirurgischen Implantationsmethode durch ein offenes Vorgehen wird an der Brustwand meist die Vena cephalica als Zugangsgefäß für den Katheter gewählt. Eine Limitierung der Erfolgsrate der Implantationen über dies Gefäß ergibt sich durch anatomische Varianten mit einem zu geringen Durchmesser oder ungünstigem Eintrittswinkel in die Vena subclavia, Thrombose der Vene oder auch durch vorhergehende Chemotherapien, die das Kaliber der Vene verkleinert haben (Chang et al. 2006, Jablon et al. 2006, Seiler et al. 2006). So war in einem Kollektiv von Di Carlo et al. die Implantation über die bevorzugte Vena cephalica nur in 94,2% der Fälle möglich. Ein 100%iger technischer Erfolg konnte durch den Zugang zu anderen über den Hautschnitt darstellbaren Venen erreicht werden (Di Carlo et al. 2001). Die deutlich verbesserbare sekundäre Erfolgsrate beim Zugang zur Vena jugularis externa, wenn sich die Vena cephalica intraoperativ als ungeeignet darstellt, wurde an anderer Stelle bestätigt (Povoski 2004). Andere Studien erreichten eine deutlich geringere Erfolgsrate beim Zugang der ersten Wahl zur Vena cephalica. Kock et al. konnten lediglich 82,5% der Katheter über diesen Weg implantieren. Bei Erweiterung auf die Vena subclavia durch eine direkte Punktion im eröffneten Operationsfeld konnten weitere 12,2% implantiert werden. In den übrigen Fällen wurde der Zugang zur Vena jugularis interna, Vena jugularis externa und in 0,3% sogar zur Vena saphena magna notwendig (Kock et al. 1998). In Zusammenschau mit anderen Veröffentlichungen ergibt sich ein primärer technischer Erfolg der geplanten Implantation eines Portsystems über die offen chirurgische Methode der Vena cephalica von etwa 70-94% (Au 1989, Chang et al. 2006, Di Carlo et al. 2001, Jablon et al. 2006, Le Saout et al. 1983, Marcy et al. 2008, Povoski 2000, Seiler et al. 2006, Stein et al. 2005, Torramade et al. 1993).

Die Rate des technischen Erfolgs der chirurgischen Implantationsmethode am Thorax erreicht demnach nicht die Erfolgsrate, die bei perkutanem Vorgehen mit Bildunterstützung üblich ist. Die Implantation am Arm hingegen erreicht durchaus die hohen technischen Erfolgsraten von bis zu 100%.

5.1.2 Periprozedurale Komplikationen

Für die Erfassung und Kategorisierung der periprozeduralen Komplikationen gibt es kein einheitliches Vorgehen, daher gestaltet sich der Vergleich mit Angaben in der Literatur schwierig.

Alle in der vorliegenden Studie aufgetretenen periprozeduralen Komplikationen (55/1704; 3,2%) sind nach der Einteilung der *Society for Interventional Radiology* als Minorkomplikationen einzustufen (Silberzweig et al. 2003). Schwerwiegendere Komplikationen wie ein Pneumothorax, ein Hämatothorax, eine arterielle Fehlpunktion und stärkere Blutungen, die eine weitere Therapie erforderten, traten nicht auf und sind bei der peripheren Implantation durch die Entfernung zum Thorax nahezu ausgeschlossen.

In der aktuell vorliegenden Studie lag die Rate an periprozeduralen Komplikationen bei 3,2%. Allerdings machten nur in 1,3% periprozedurale Komplikationen einen Abbruch der Implantation oder einen Seitenwechsel auf den kontralateralen Arm erforderlich. Eine periprozedurale Komplikation führte lediglich in 0,8% der Fälle zur Aufgabe eines Implantationsversuchs eines Unterarmportsystems. Bei Busch et al. verhinderte eine zentrale Thrombose in vier der 523 Fälle eine Implantation eines Portsystems am Oberarm. In einem weiteren Fall kam es zu einem ausgeprägten Hämatom an der Punktionsstelle, sodass auch hier keine Implantation möglich war. Daraus ergibt sich eine periprozedurale Komplikationsrate von 1%, die allerdings alle den Implantationsversuch scheitern ließen. Von weiteren beherrschbaren Komplikationen wird hier nicht berichtet (Busch et al. 2012). Goltz et al. geben eine periprozedurale Komplikationsrate von 1,4% an. Allerdings waren neun der elf Fälle unerwünschte Reaktionen auf die antibiotische Prophylaxe, die nicht in allen Studien verabreicht wurde. Einige Ereignisse (zentrale Thrombose, mediastinale Tumormasse, fragile Venen), die zwar beschrieben werden und die geplante Implantation be- oder verhinderten, wurden hier nicht zu den periprozeduralen Komplikationen gezählt (Goltz et al. 2010).

Andere Autoren beschreiben die Komplikationen, die während oder unmittelbar nach der Implantation auftraten, gar nicht, geben keine Häufigkeiten an oder beschreiben nur die Fälle, in denen die Implantation nicht abgeschlossen werden konnte, sodass hier kein Vergleich möglich war (Burbridge et al. 2000, Hata et al. 1998, Kawamura et al. 2008, Marcy et al. 2005).

Verfahrensbedingt sind periprozedurale Komplikationen, die mehr als eine nominale weitere Therapie erfordern, wie ein Pneumothorax, ein Hämatothorax oder eine arterielle Fehlpunktion bei dem offenen chirurgischen Vorgehen unwahrscheinlich (Chang et al. 2006, Di Carlo et al. 2001, Povoski 2000, Povoski 2004, Sarzo et al.

2004, Seiler et al. 2006, Stein et al. 2005). In einer vergleichenden Studie zwischen perkutanem und offenem chirurgischem Vorgehen konnten Chang et al. allerdings zeigen, dass es in der Gruppe mit perkutanem Zugang zur Vena subclavia signifikant häufiger zu unterschiedlichen periprozeduralen Komplikationen kam. So traten Pneumothorax und arterielle Fehlpunktion signifikant häufiger auf, während der Hämatothorax nur in der Gruppe mit perkutanem Verfahren auftrat, hier aber keine Signifikanz erreicht wurde (Chang et al. 2006).

In einer großen retrospektiven Studie von Teichgräber et al. (n=3160), bei der nahezu alle Portsysteme (98,6%) perkutan entweder über die rechte oder die linke Vena jugularis interna implantiert wurden, wurde eine periprozedurale Komplikationsrate von 1,3% beobachtet. Von diesen 42 Fällen mussten nur sieben Implantationen (0,2%) abgebrochen werden. Bei 0,5% der Patienten zeigte sich eine Thrombose der Zugangsvene, eine arterielle Fehlpunktion trat in 0,2% der Fälle auf. Es wurde kein Pneumothorax und kein Hämatothorax bei den 3160 Implantationen beobachtet (Teichgraber et al. 2011).

In 35 Fällen (2,1%) zeigte sich in der aktuell vorliegenden Studie ein Venenspasmus der punktierten Vene. Dies entspricht somit etwa der Rate, die bereits von Lenhart et al. für Unterarmportimplantationen mit 2,5% berichtet wurde (Lenhart et al. 2010). In der vorliegenden Studie konnte die Implantation trotz Venenspasmus in 32 von 35 Fällen wie geplant abgeschlossen werden. In zwei weiteren Fällen war die Implantation nach Wechsel auf den gegenseitigen Arm erfolgreich. Von Lenhart et al. wird zu bedenken gegeben, dass die Platzierung des Katheters ohne die Verwendung von durchleuchtungsgezielten Maßnahmen in Fällen mit Venenspasmus während der Implantation meist nicht möglich ist, sodass Implantationen ohne bildgebende Steuerung, wie beispielsweise die Implantation am Krankenbett, kritisch zu bewerten sind (Finney et al. 1992, Lenhart et al. 2010).

Bei zehn Patienten konnte keine punktierbare Vene gefunden werden. Auch wenn kein signifikanter Unterschied nachweisbar war ($p=0,187$), sollte beachtet werden, dass es sich bei neun der zehn Fälle um Implantationen handelte, die von Assistenzärzten durchgeführt werden sollten. Möglicherweise wäre durch Hinzuziehen eines erfahreneren Kollegen in einigen Fällen eine erfolgreiche Punktion doch noch möglich gewesen. Auch diese Komplikation ist mit 0,6% der Fälle selten.

Eine Stenose oder Thrombose einer Vene im geplanten Katheterverlauf kann eine Komplikation darstellen, die die Implantation verhindert oder aber mit Methoden der interventionellen Radiologie, wie beispielsweise die Verwendung von hydrophilen oder verformbaren Drähten, überwindbar ist. Acht Implantationen (0,5%) wurden durch eine venöse Thrombose oder Stenose im geplanten Katheterverlauf verhindert, nachdem bereits der Zugang zu einer Vene am Arm erreicht wurde und entspricht dem Wert (0,5%), den Teichgräber et al. für den Zugang zur Vena jugularis interna beschrieben haben (Teichgraber et al. 2011). Diese Rate ist gering, sodass eine routinemäßige Phlebographie lediglich zum Ausschluss einer Thrombose vor der eigentlichen Punktion kaum gerechtfertigt werden kann, da die weitaus größte Zahl von Patienten unnötig mit zusätzlicher Strahlung, zusätzlichem Kontrastmittel und einer zweiten Venenpunktion belastet würde. Außerdem schließt eine Thrombose oder Stenose die erfolgreiche Implantation über diese Vene, wenn Möglichkeiten der interventionellen Radiologie genutzt werden, nicht zwingend aus (Lenhart et al. 2010). Eine orientierende sonographische Darstellung des venösen Abflusses vor der Venenpunktion erscheint eher angebracht, um eine Thrombose auszuschließen. Allerdings muss abgewogen werden, ob dies im Hinblick auf die geringe Rate von Thrombosen und den damit verbundenen Mehraufwand als Routineablauf bei allen Patienten gerechtfertigt ist.

Eine arterielle Fehlpunktion ist besonders bei beabsichtigter Punktion einer Vene am Oberarm möglich aber als weniger schwerwiegend einzustufen als beispielsweise die Fehlpunktion einer Arteria carotis communis beim gewünschten perkutanen Zugang zur Vena jugularis interna oder einer Arteria subclavia bei geplanter Punktion der Vena subclavia. Nicht nur das geringere Kaliber, sondern auch die leichtere Komprimierbarkeit einer Arteria brachialis spielt hier eine Rolle (Bodner et al. 2000).

5.2 Verlauf

Die Gesamtzahl der erfassten Komplikationen im Verlauf hängt nicht nur vom Auftreten der Komplikation sondern auch von der Anzahl der insgesamt beobachteten Tage mit implantiertem Portsystem ab. Um eine bessere Vergleichbarkeit erreichen, ist es daher üblich die Komplikationen nicht nur in Prozent sondern auch in Anzahl pro 1000 Kathetertage anzugeben. Teilweise werden in der Literatur die Komplikationsraten auf 100 Tage bezogen. Um die Übersichtlichkeit nicht zu beeinträchtigen wurden im Folgenden die Daten in diesen Fällen direkt auf 1000 Tage umgerechnet.

5.2.1 Nachbeobachtungszeit

Mit insgesamt 643200 Tagen bzw. 380,59 Tagen pro erfolgreich implantiertem Portsystem liegt die Nachbeobachtungszeit dieser Studie im gleichen Bereich oder über der vieler vergleichbarer Studien (Bodner et al. 2000, Burbridge et al. 2000, Busch et al. 2012, Chang et al. 2012, Di Carlo et al. 2001, Goltz et al. 2010, Kawamura et al. 2008, Kock et al. 1998, Kuizon et al. 2001, Lenhart et al. 2010, Lorch et al. 2001, Lyon et al. 1999, Marcy et al. 2007, Marcy et al. 2008, Scordamaglia et al. 2012, Silas et al. 2010, Teichgraber et al. 2011).

5.2.2 Komplikationen insgesamt

Insgesamt traten in dieser Studie in 14,4% der Fälle Komplikationen im Verlauf der Verwendung des Portsystems auf, was einer Rate von 0,378/1000 Kathetertage entspricht.

Die Literatur zu Komplikationen im Verlauf bei Implantation am Arm gibt Komplikationsraten von 8-33% an (Bodner et al. 2000, Goltz et al. 2010, Kawamura et al. 2008, Lyon et al. 1999). Der Vergleich der Komplikationen auf 1000 Kathetertage berechnet zeigt mit 0,3 ein kaum anderes Bild als bei großen Studien zur Implantationen am Thorax (0,36 bzw. 0,35) und mit der vorliegenden Studie (0,378) (Chang et al. 2012, Goltz et al. 2010, Kawamura et al. 2008, Teichgraber et al. 2011).

Für die offen chirurgische Implantationsmethode vorwiegend zur Vena cephalica und Vena jugularis externa wird in der Literatur eine Komplikationsrate im Verlauf von 12-16,1% angegeben (Chang et al. 2006, Kock et al. 1998, Narducci et al. 2011). Die Studien, in welchen der perkutane Zugang zur Vena subclavia oder Vena jugularis interna als Implantationsmethode gewählt wurde, geben etwas geringere Raten an. Die Komplikationsraten liegen bei 5,2-13,9% (Chang et al. 2012, Chang et al. 2006, Kluge 1998, Pardo et al. 2011, Sakamoto et al. 2010, Silas et al. 2010, Teichgraber et al. 2011). Leider wurden von den meisten Autoren die Werte nicht mit zusätzlichem Bezug auf die beobachteten Kathetertage angegeben. Insbesondere von Sakamoto et al. mit 5,2% und Silas et al. mit 7,3% wäre diese Angabe interessant gewesen, um vergleichen zu können, ob sich die niedrigen Komplikationsraten nicht nur durch eine kürzere Nachbeobachtung erklären lassen. Von Chang et al., die ihre Komplikationsrate für den Verlauf mit 7,1% angeben, wurde beispielsweise gezeigt, dass sich gerechnet auf 1000 Kathetertage mit 0,35 Komplikationen die Rate nicht von denen anderer Autoren unterscheidet (Chang et al. 2012). So wurde von Teich-

gräber et al. in einer größeren Studie bei einer Rate von 12,7% eine auf 1000 Kathetertage bezogene Komplikationsrate mit 0,36 angegeben (Teichgraber et al. 2011). Auch im Vergleich mit der vorliegenden Studie zeigt sich dies (0,3778/1000 Kathetertage bei 14,4%). Gebauer et al. bestätigen mit einer Rate von 0,33/1000 Tage ebenfalls, dass sich die Komplikationszahlen bezogen auf die beobachtete Zeit kaum unterscheiden (Gebauer et al. 2009).

Allenfalls lässt sich ein kleiner Vorteil der perkutanen Implantation am Thorax im Vergleich zur offen chirurgischen Methode erkennen, den allerdings Studien mit einem direkten Vergleich beider Verfahren nur teilweise bestätigen und teilweise gegenteilig sehen (Chang et al. 2006, Chen et al. 2007, Sarzo et al. 2004). Ein statistisch signifikanter Unterschied für Komplikationen im Verlauf wurde in keiner der Studien gefunden.

5.2.3 Explantation aufgrund von Komplikationen

Die Rate an Explantationen, die wegen einer Komplikation notwendig wurden, ist ein guter Indikator für das Auftreten von schwerwiegenderen Komplikationen. Diese Komplikationen konnten nicht medikamentös oder minimal-invasiv behandelt oder behoben werden. Durch die Explantation wird die Therapie, wegen der das Portsystem implantiert wurde, verzögert. Außerdem haben solche Komplikationen möglicherweise weitere negative Folgen für den betroffenen Patienten, wie beispielsweise ein verlängerter Krankenhausaufenthalt oder eine zusätzliche medikamentöse Therapie.

Bei der vorliegenden Studie wurde in 8,3% der Fälle die Explantation wegen einer Komplikation notwendig. In einer zwischen offen chirurgischer über die Vena cephalica am Thorax und perkutan am Oberarm implantierten Portsysteme vergleichenden Studie werden mit Raten von 4,4% bzw. 5,4% Explantationen wegen einer Komplikation etwas geringere Werte angegeben, die sich untereinander allerdings kaum unterscheiden (Marcy et al. 2008). Von Chang et al. wird wiederum mit 2,9% eine sehr geringe Rate angegeben, die sich allerdings bei Beachtung der beobachteten Zeit abermals relativiert. Der Wert von 0,15 Explantationen wegen einer Komplikation auf 1000 Kathetertage unterscheidet sich nicht so stark von dem im vorliegenden Kollektiv (0,218/1000 Kathetertage) oder in anderen Studien mit Thorax- (0,208-0,4/1000 Kathetertage) und Armports (0,15-0,39/1000 Kathetertage) (Busch et al. 2012, Chang et al. 2012, Kluge 1998, Lenhart et al. 2010, Teichgraber et al. 2011).

In der Studie von Kock et al. mit vorwiegend per offen chirurgischem Verfahren implantierten Portsystemen am Thorax lag diese Rate mit 11,9% etwas über der Rate aus der hier vorgelegten Studie (8,3%). Im Vergleich der wegen Komplikationen notwendigen Explantationen auf 1000 Kathetertage ist dieser Unterschied noch deutlicher. Hiernach waren 0,218 Explantationen in 1000 Kathetertagen wegen einer Komplikation notwendig, während Kock et al. eine Zahl von 0,4/1000 Tage angeben (Kock et al. 1998).

Andere Studien mit geringeren Explantationsraten wegen Komplikationen lassen den Bezug auf die beobachteten Tage wiederum missen (Cil et al. 2006, Lorch et al. 2001, Marcy et al. 2007, Scordamaglia et al. 2012).

5.2.4 Früh- und Spätkomplikationen

Die Rate der Komplikationen, die innerhalb der ersten 30 Tage aufgetreten sind, lag in dieser Studie bei 5,2%, doch nur in 2,4% musste das Portsystem wegen einer Frühkomplikation explantiert werden. Komplikationen, die nach Ablauf der ersten 30 Tage nach Implantation auftraten, wurden in 10,6% der Fälle beobachtet, während nur 6,7% der Ports wegen einer Spätkomplikation explantiert werden mussten. Auch andere Studien belegen die Verteilung, dass in der frühen Phase prozentual weniger Komplikationen auftreten als in der Zeit danach (Busch et al. 2012, Chang et al. 2012, Lenhart et al. 2010, Teichgraber et al. 2011). Allerdings muss hierbei beachtet werden, dass üblicherweise die beobachteten Kathetertage im Spätintervall einen deutlich größeren Anteil haben. Demnach treten verhältnismäßig viele Komplikationen in der frühen Phase auf. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass Komplikationen wie eine frühe Infektion oder eine Wundheilungsstörung in direktem Zusammenhang mit der Implantation stehen. Auch eine Thrombophlebitis äußert sich fast immer in der ersten Woche nach der Implantation als Reaktion auf das implantierte Fremdmaterial.

5.2.5 Infektiöse Komplikationen

Infektionen gehören zu den häufigsten Komplikationen, die in Verbindung mit Portsystemen auftreten (Aldrighetti et al. 2000, Kock et al. 1998, Narducci et al. 2011, Stein et al. 2005). Leider besteht in der Literatur kein einheitliches Vorgehen bezüglich der Einteilung der infektiösen Komplikationen. In der vorliegenden Studie wurde zwischen lokalen, die Porttasche betreffenden Infektionen und systemischen, kathe-terassozierten Infektionen unterschieden.

Insgesamt kam es in 3,7% der Fälle zu einer infektiösen Komplikation. Hiervon handelte es sich in 3,0% der Fälle um lokale Infektionen der Porttasche, während in 0,7% systemische katheterassoziierte Infektionen auftraten.

Weitere Studien zur Implantation am Arm zeigen ähnliche Raten für infektiöse Komplikationen (3,2-7,8% bzw. 0,1-0,21 in 1000 Kathetertagen) (Akahane et al. 2011, Burbridge et al. 2000, Busch et al. 2012, Goltz et al. 2010, Lenhart et al. 2010, Marcy et al. 2007). Im direkten Vergleich innerhalb einer Studie konnte kein Unterschied zwischen Implantation am Oberarm und Implantation an der Brustwand nachgewiesen werden (Akahane et al. 2011). Allerdings wurde gezeigt, dass zu unterschiedlichen Zeitpunkten vor und Wochen nach der Implantation die Brustwand häufiger mit Bakterien besiedelt war als der Unterarm, ohne dies jedoch als Risikofaktor für eine Infektion nachweisen zu können (Akahane et al. 2012).

Für die perkutane Implantation über die Vena subclavia oder die Vena jugularis interna werden die Infektionsraten im Verlauf mit 1,1-8,5% bzw. 0,11-0,34 auf 1000 Kathetertage angegeben und decken sich damit mit denen aus der aktuellen Studie sowie mit anderen Armportstudien (Akahane et al. 2011, Aldrighetti et al. 2000, Chang et al. 2012, Cil et al. 2006, Coco et al. 2001, Gebauer et al. 2009, Kluge 1998, Kuizon et al. 2001, Lorch et al. 2001, Pardo et al. 2011, Scordamaglia et al. 2012, Silas et al. 2010).

Bei Kock et al. ist lediglich von infektiösen Komplikationen in ihrer Gesamtheit die Rede. Hier wird eine Häufigkeit von 4,8% der Fälle bzw. 0,17/1000 Kathetertage genannt (Kock et al. 1998). Die Rate des gegenwärtigen Kollektivs für die addierten infektiösen Komplikationen liegt etwas unter der von dieser großen chirurgischen Studie angegeben (3,7% bzw. 0,096/1000 Kathetertage). Narducci et al. bestätigen die Größenordnung an infektiösen Komplikationen (5,3%) und merken an, dass Infektionen in ihrer Studie für die Hälfte aller vorzeitigen Explantation verantwortlich waren (Narducci et al. 2011). Diese Zahl bestätigt sich bei anderen Autoren (46,2% Explantation wegen infektiösen Komplikationen) sowie in den aktuellen Daten (42,1% aller vorzeitigen Explantation) und macht die Bedeutung dieser Komplikationsgruppe bei der Verwendung von Portsystemen deutlich (Fischer et al. 2008).

Zu bedenken ist hierbei, dass Infektionen je nach Grunderkrankung der eingeschlossenen Patienten unterschiedlich häufig auftreten können. So wurden mehrfach signifikant größere Raten an Infektionen bei Patienten mit hämatologischen Grunderkrankungen

kungen im Vergleich zu denen mit soliden Tumoren beobachtet (Kock et al. 1998, Samaras et al. 2008).

Außerdem zeigte eine prospektive Studie, dass es signifikant häufiger zu infektiösen Komplikationen kam, wenn das Portsystem vor Ablauf von sieben Tagen nach Implantation bereits benutzt wurde. Für ein längeres Abwarten konnte in der Studie keine weitere Reduktion der Infektionen gezeigt werden (Narducci et al. 2011). Der Zeitpunkt der ersten Verwendung wurde in der vorliegenden Studie nicht erfasst, sodass zu diesen Erkenntnissen keine Aussage getroffen werden kann. Die Rate an infektiösen Komplikationen liegt mit 3,8% allerdings bereits etwa 1,5% unter der in der Studie angegebenen Gesamtrate und damit zwischen der Häufigkeit für die Erstnutzung nach drei bis sieben Tagen (6,7%) und der nach mehr als sieben Tagen (2%). Möglicherweise ließe sich die Rate an Infektionen durch eine entsprechende Empfehlung für die Erstverwendung an die behandelnden Kollegen noch etwas reduzieren. Allerdings sollte bedacht werden, dass zumindest die Rate an lokal auftretenden Infektionen mit zunehmendem zeitlichen Abstand zur Implantation vermutlich eher durch striktere Beachtung der Sterilität bei der Verwendung und Pflege zu reduzieren vermag als das größere Intervall zwischen Implantation und Erstbenutzung.

Eine weitere interessante Studie von Pandey et al. konnte zeigen, dass bei stationären Patienten signifikant häufiger Infektionen auftraten, als wenn die Implantation ambulant durchgeführt wurde (Pandey et al. 2013). Auch dieser Status wurde in der gegenwärtigen Studie nicht erfasst, sodass hierzu keine statistische Auswertung erfolgen konnte. Eventuell ließe sich durch die Verschiebung der Implantation zu einem Zeitpunkt, bei dem der betreffende Patient bereits entlassen ist oder noch nicht aufgenommen wurde, reduzieren, falls es der Gesundheitszustand und der Therapieplan zulassen. Bei der Bewertung der erwähnten Ergebnisse darf allerdings nicht außer Acht gelassen werden, dass die höhere Infektionsrate nicht unbedingt nur durch den stationären Status zu erklären ist. Eine höhere Anfälligkeit für Infektionen kann auch durch den Grund für den stationären Aufenthalt an sich bedingt sein.

Die wenigen anderen Studien, die auch eine zusätzliche Unterteilung in lokale und systemische Infektionen vorgenommen haben, zeigen teilweise eine gegenteilige Verteilung. In der vorliegenden Studie lag die Rate der lokalen Infektionen mit 3,0% bzw. 0,078/1000 Kathetertage deutlich über der Rate der katheterassoziierten systemischen Infektionen mit 0,7% bzw. 0,019/1000 Kathetertage. Hingegen ist die Häu-

figkeit bei Teichgräber et al. (0,6% bzw. 0,016/1000 Kathetertage lokal und 5,1% bzw. 0,145/1000 Kathetertage systemisch) und bei Cil et al. (0,4% lokal und 1,4% systemisch) im Verhältnis anders verteilt (Cil et al. 2006, Teichgraber et al. 2011). Eine mögliche Erklärung dieser anderen Verteilung könnte darin liegen, dass die beiden Studien deutlich mehr Patienten mit hämatologischen Malignomen eingeschlossen haben, die bekanntlich mit einer höheren Infektionsrate einhergehen. Hingegen wurden in der vorliegenden Studie deutlich mehr Patienten mit Mammakarzinom beobachtet, was mit einem reduzierten Risiko für Explantation wegen einer infektiösen Komplikation vergesellschaftet ist (Fischer et al. 2008, Kock et al. 1998, Samaras et al. 2008). Ob nicht nur die Häufigkeit von Infektionen sondern auch die Verteilung der differenzierten infektiösen Komplikationen von der Grunderkrankung abhängt, wurde bisher nicht untersucht. Die Häufigkeit der lokalen Porttascheninfektion und die der katheterassoziierten systemischen Infektion entspricht darüber hinaus den vormals publizierten Daten (Kawamura et al. 2008, Lyon et al. 1999, Marcy et al. 2007).

Uneinigkeit besteht in der Literatur darüber, ob eine antibiotische Prophylaxe präoperativ durchgeführt werden sollte. Einige Autoren führen regelmäßig eine antibiotische Prophylaxe vor oder unmittelbar nach Implantation des Portsystems mit beispielsweise einem Cephalosporin der ersten oder dritten Generation, einer Ampicillin-Sulbactam-Kombination oder Ciprofloxacin bei bekannter Penicillinallergie durch (Di Carlo et al. 2001, Gebauer et al. 2007, Goltz et al. 2010). Sie beziehen sich hierbei auf die Empfehlungen für die Implantation von Herzschrittmachern, bei der ähnlich vorgegangen wird und ein vergleichbares Operationstrauma entsteht (Bertaglia et al. 2006, Da Costa et al. 1998, Gebauer et al. 2007). Allerdings konnte bisher nicht nachgewiesen werden, dass eine solche Prophylaxe eine signifikante Reduktion der infektiösen Komplikationen bei Portsystemen zur Folge hat, auch wenn in einer Studie ein Trend in diese Richtung ging (Brothers et al. 1988, Di Carlo et al. 2011, Gebauer et al. 2007, Karanlik et al. 2011). Zudem empfehlen Richtlinien für die Prävention von Infektionen bei Implantation von zentralvenösen Kathetern eine antibiotische Prophylaxe nicht durchzuführen (Miller et al. 2012). Betrachtet man die generell geringen Infektionsraten und die möglichen negativen Effekte bei Verabreichung einer Antibiotikaprophylaxe wie allergische Reaktion mit entsprechenden Folgekomplikationen und Resistenzentwicklung sowie die assoziierten Kosten, erscheint eine routinemäßige Prophylaxe mit Antibiotika, auch bei Interpretation der eigenen Daten der hier vorgelegten Studie, bei der Portimplantation als nicht gerechtfertigt.

5.2.6 Thrombotische Komplikationen

Thrombotische Komplikationen sind ebenfalls häufig (Kock et al. 1998, Marcy et al. 2008, Stein et al. 2005). Auch hier besteht in der Literatur ein uneinheitliches Vorgehen bezüglich ihrer Einteilung.

In der vorliegenden Studie wurde eine Thrombose der kathetertragenden Vene in 2,4% bzw. 0,062/1000 Kathetertage beobachtet. Diese Raten sind teilweise geringer als die in der Literatur zu Armports veröffentlichten Werte (Bodner et al. 2000, Burbridge et al. 2000, Goltz et al. 2010, Lersch et al. 1999, Lyon et al. 1999). Dies könnte unter anderem daran liegen, dass nur symptomatische Venenthrombosen als Komplikation gezählt wurden und ein Großteil der Armvenenthrombosen keine Symptome zeigt (Lersch et al. 1999). Eine andere Erkenntnis von Lersch et al., dass bei Verwendung der Vena cephalica signifikant mehr Venenthrombosen auftreten als bei Zugang zur Vena basilica, konnte in der vorliegenden Studie nicht gezeigt werden. In einer Studie zur Identifizierung von Risikofaktoren für die Entstehung von Venenthrombosen bei Patienten mit Armports konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den verwendeten Venen gefunden werden. Außerdem zeigte sich in dieser Studie interessanterweise ebenfalls kein Zusammenhang zwischen Venenthrombose und Durchmesser des verwendeten Gefäßes (Goltz et al. 2012).

In einer vergleichenden Studie von Kuriakose et al. zwischen Brustwand- und Armports zeigte sich eine Inzidenz von tiefen Venenthrombosen in der ersten Gruppe von 3,3% und 10,9% in der zweiten Gruppe für Patienten ohne Antikoagulation. Dieser Unterschied war statistisch signifikant (Kuriakose et al. 2002). Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen wurde von Marcy et al. in einer vergleichenden Studie zwischen offen chirurgischer Vena cephalica Implantation und Armportimplantation eine signifikant höhere Rate an Zentralvenenthrombosen in der Brustwandportgruppe (0,37/1000 Kathetertage vs. 0,13/1000 Kathetertage) berichtet (Marcy et al. 2008). Möglicherweise spielen hierbei das jeweilige Patientenkollektiv bzw. die Grunderkrankung, die Implantationsmethode und auch die Materialeigenschaften des verwendeten Katheters eine Rolle. Um die Frage zu klären, ob ein Armport oder ein Brustwandport ein höheres Risiko für eine Venenthrombose mit sich bringt, reicht die aktuelle Studienlage nicht aus. Zudem bleibt zu beachten, dass eine katheterassoziierte Venenthrombose einer peripheren Vene wegen der meist ausgeprägten Kollateralen nicht mit einer Thrombose einer zentralen Vene gleichzusetzen ist. Beispielsweise war die Explantation des Portsystems in der vorliegenden Studie nur bei 25%

der symptomatischen Venenthrombosen notwendig. Dieser Unterschied muss bei der Bewertung der Venenthrombosen berücksichtigt werden.

Die Studie von Stein et al. mit chirurgisch implantierten Portsystemen am Thorax spricht lediglich von Thrombosen und lässt eine weitere Erklärung missen. Hier wird die Häufigkeit mit 2,0% angegeben. Aus dem Kontext ergibt sich, dass es sich bei den Thrombosen wohl um thrombotische Okklusionen der kathetertragenden Vene handelt. Diese treten bei peripherer Portimplantation durch den längeren Katheterverlauf sowie das geringere Gefäßkaliber häufiger auf und somit ergebe sich ein Vorteil für die Implantation am Thorax. Die vorliegende Studie hat mit 2,4% Venenthrombosen allerdings eine kaum höhere Rate als die von Stein et al. in ihrer Studie angegebene (Stein et al. 2005). Besser vergleichbar wären die Komplikationsraten, wenn es eine eindeutige Definition und Abgrenzung der einzelnen Komplikationen gäbe und sie nicht nur mit ihrer Häufigkeit pro Patient sondern auch auf die Beobachtungszeit angegeben würden.

Uneinigkeit herrscht ähnlich wie bei der Infektionsprophylaxe über eine dauerhafte Thromboseprophylaxe für Patienten mit implantiertem zentralvenösem Portkathetersystem. In einer Leitlinie zur Prophylaxe von venösen Thromboembolien wird eine generelle medikamentöse Thromboseprophylaxe für Patienten mit Portsystemen nicht empfohlen sofern kein oder nur ein geringer zusätzlicher dispositioneller Risikofaktor vorliegt (Encke et al. 2009). Damit hängt es von der Grunderkrankung und vom aktuellen Zustand des Patienten ab, ob eine Prophylaxe durchgeführt werden sollte. In der vorliegenden Studie konnte in einer Subgruppenanalyse kein signifikanter Unterschied im Auftreten unterschiedlicher thrombotischer Komplikationen zwischen der Patientengruppe, die eine medikamentöse Thromboseprophylaxe verabreicht bekommen haben, und der Gruppe ohne Prophylaxe nachgewiesen werden. Goltz et al. bestätigen diese Erkenntnis ebenfalls an einem Kollektiv mit Unterarmports (Goltz et al. 2012).

Auch die Metaanalyse von Akl et al. zeigte keine signifikante Reduktion der Thromboseraten für die Gruppen mit Heparin- oder Warfarinprophylaxe bei Patienten mit zentralvenösen Kathetern. Der Vergleich zwischen medikamentöser Antikoagulation (Warfarin, niedermolekulares oder unfraktioniertes Heparin) und keiner Antikoagulation zeigte hier allerdings eine signifikante Reduktion der symptomatischen tiefen Venenthrombosen, während sich für asymptomatische Thrombosen, Todesfälle, In-

fektionen und größere Blutungskomplikationen kein Unterschied zeigte. Außerdem wird in dieser Arbeit angemerkt, dass es insgesamt eine deutliche Reduktion der Thrombosen in den Kontrollgruppen ohne Therapie über die Jahre gibt. Dies sei möglicherweise durch Fortschritte in Kathetermaterial und –design sowie in Management Strategien und genereller klinischer Versorgung, wie beispielsweise einer regelmäßigen Portspülung und einer postoperativen Frühmobilisation der Patienten, bedingt (Akl et al. 2008).

Eine weitere Komplikation ist eine thrombotische Ablagerung an der Katheterspitze. Sie zeigte sich in der vorliegenden Studie in 0,9% bzw. 0,023/1000 Kathetertage, was mit der an anderer Stelle publizierten Häufigkeit übereinstimmt (Teichgraber et al. 2011). In anderen Studien wird diese Komplikation gar nicht aufgeführt, möglicherweise da sie sich in den meisten Fällen durch eine kurze Heparin- oder thrombolytische Therapie beheben lässt oder weil sie in die Gruppe der Katheterokklusionen oder bei ausgeprägtem Thrombus zu den Venenthrombosen gezählt wird (Marcy et al. 2007, Scordamaglia et al. 2012).

Die dritte thrombotische Komplikation ist die Katheterokklusion bzw. Okklusion des Portsystems. Eine Okklusion des Ports muss nicht thrombotischer Natur sein. In Frage kommen hier auch über den Port verabreichte Infusionen, nach denen nicht ausreichend gespült wurde (Baskin et al. 2009). In der vorliegenden Studie trat eine Okklusion des Portsystems in 1,0% der Fälle bzw. 0,026/1000 Kathetertage auf. Diese Rate deckt sich mit den in vergleichbaren Studien ermittelten Häufigkeiten (Burbridge et al. 2000, Goltz et al. 2010, Hata et al. 1998, Marcy et al. 2007).

Es gibt mindestens vier weitere Faktoren, die als relevant für die Entwicklung eines Katheterspitzenthrombus, einer thrombotischen Okklusion des Katheters und Venenthrombosen diskutiert werden: Verblockung (Füllung des Portsystemlumens mit heparinierter Kochsalzlösung), regelmäßige Spülung, Nadelentfernung unter positivem Druck, Katheterspitzenposition.

Von den Herstellern wird empfohlen die Portsysteme etwa alle vier Wochen mit heparinierter Kochsalzlösung zu spülen und zu blocken. Mittlerweile wurde gezeigt, dass beim Wechsel auf Kochsalzlösung ohne Heparin nicht häufiger Okklusionen auftreten bzw. Kochsalzlösung keine Nachteile im Hinblick auf Komplikationen birgt (Bertoglio et al. 2012, Goossens et al. 2013). Die Verlängerung des Intervalls, in dem das Portsystem bei längerer Nichtbenutzung gespült werden sollte, konnte in mehre-

ren Studien auf bis zu vier Monate gesteigert werden, ohne dass mehr Komplikationen aufgetreten sind, während die Kosten dabei signifikant reduziert wurden (Ignatov et al. 2010, Kefeli et al. 2009, Kuo et al. 2005).

Bei Entfernung der Portnadel aus dem Lumen der Portkammer entsteht ein negativer Druck im Inneren des Systems. Dadurch wird eine kleine Menge Blut an der Katheterspitze in den Katheter gezogen, was zu einem intraluminalen Thrombus mit konsekutiver Katheterokklusion führen kann. Lapalu et al. haben experimentell zeigen können, dass die Nadelentfernung unter laufender Spülung, wodurch im Lumen des Portsystems ein positiver Druck entsteht, signifikant seltener zu einem Reflux von Blut in die Katheterspitze führt (Lapalu et al. 2010). Möglicherweise ließe sich mit einer entsprechenden Empfehlung die Rate an Okklusionen weiter reduzieren. Ob es tatsächlich einen Effekt in vivo auf die Komplikationsrate gibt, müssten weitere Studien zeigen.

In der Studie von Caers et al. konnte gezeigt werden, dass die Katheterspitzenposition einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Häufigkeit von Venenthrombosen und Katheterdysfunktionen durch Okklusionen oder Katheterspitzen thromben hat. So traten in der Gruppe mit der Katheterspitze in der Vena brachiocephalica oder im oberen Drittel der Vena cava superior signifikant mehr Venenthrombosen auf als bei Positionierung im unteren Drittel der Vena cava superior. Auch die Katheterdysfunktionen waren signifikant häufiger bei Positionierung im oberen Drittel der Vena cava superior (Caers et al. 2005).

5.2.7 Schäden am Portsystem

In 1,6% der Fälle (0,042/1000 Kathetertage) kam es zu einer Diskonnektion des Katheters von der Portkammer. Diese Zahl liegt deutlich über den in der Literatur berichteten Raten, sofern diese Komplikation differenziert betrachtet wurde (0,6%, 0,4%, 0,3%, 0,2%, 0,1%, 0,1% bzw. 0,011 und 0,003/1000 Kathetertage) (Chang et al. 2012, Goltz et al. 2010, Kock et al. 1998, Sakamoto et al. 2010, Stein et al. 2005, Teichgraber et al. 2011). Lediglich Kausche et al. berichten mit 3,5% von mehr Katheterdiskonnektionen (Kausche et al. 2011). Interessanterweise konnte in der vorliegenden Studie erstmals gezeigt werden, dass es zu signifikant mehr Diskonnektionen kam, wenn der Katheter über die Vena cephalica implantiert wurde als wenn der Weg über die Vena basilica/brachialis führte. Grund hierfür könnten stärkere Zug-

und Stauchungskräfte sein, die auf den Katheter und die Konnektionsstelle wirken, wenn er über die am lateralen Oberarm liegende Vena cephalica verläuft.

Eine ähnliche Komplikation ist die vollständige Fraktur des Katheters mit Trennung beider Teile. Dies wurde in der vorliegenden Studie in 0,8% der Fälle (0,020/1000 Kathetertage) beobachtet. Auch diese Komplikation wird in anderen Studien erwähnt und, wenn differenziert aufgeführt, mit ähnlichen Häufigkeiten angegeben (0,2%, 0,7%) (Biffi et al. 2000, Kock et al. 1998). Burbridge et al. berichten von einer 1,6%igen Katheterbruchrate mit demselben Portsystemmodell wie es in der vorliegenden Studie Verwendung fand, welches allerdings am Oberarm implantiert wurde. Alle Frakturen ereigneten sich an der Veneneintrittsstelle (Burbridge et al. 2012). Die Katheterfrakturen in der vorliegenden Studie wurden in der Ellenbeuge beobachtet. Im Bereich der Fossa cubiti erreicht der Katheter bei dem verwendeten Implantationsverfahren den Zugang zur jeweiligen ersten katheterführenden Vene. An dieser Stelle könnte der Katheter einer höheren Belastung ausgesetzt sein als im übrigen Verlauf.

Häufig wird in Studien an dieser Stelle nicht weiter von einer Leckage des Katheters differenziert, die in der aktuellen Untersuchung in 0,6% der Fälle bzw. in 0,016/1000 Kathetertage auftrat. Die berichtete Häufigkeit in anderen Studien ist ähnlich (0,7%, 0,2%) (Chang et al. 2012, Marcy et al. 2007). Marcy et al. merken an, dass in ihrer Studie der Großteil der Leckagen an der Veneneintrittsstelle des Katheters beobachtet wurde, was ebenfalls die These unterstützt, dass der Katheter in diesem Teil einer größeren Belastung ausgesetzt ist. Allerdings kann der Katheter, falls in der Ellenbeuge punktiert wurde, an dieser Stelle auch durch akzidentelle Blutabnahmen verletzt werden, wie es bereits beschrieben wurde und vermutlich im klinischen Alltag leider häufiger vorkommt (Lenhart et al. 2010). Wie bereits bei den Diskonnektionen konnte in dieser Studie erstmals gezeigt werden, dass es bei der Implantation des Katheters über die Vena cephalica im Gegensatz zum Verlauf durch die Vena basilica/brachialis signifikant häufiger die kombinierten Komplikationen Leckage und Bruch des Katheters auftraten. Auch hierdurch wird die Annahme bestärkt, dass auf den Katheter stärkere Kräfte wirken, wenn er über den Weg durch die Vena cephalica implantiert wurde. Eine Beachtung dieser Erkenntnisse könnte dazu beitragen, dass die Komplikationsraten mit Unterarmportsystemen in Zukunft sinken.

5.2.8 Sonstige Komplikationen

Eine aus der Vena cava superior in die Vena jugularis interna umgeschlagene Katheterspitze trat in 0,6% der Fälle bzw. in 0,016/1000 Kathetertagen auf. Ähnliche Raten wurden bereits von mehreren Armportstudien aber auch von Kollektiven mit Brustwandports berichtet (Gebauer et al. 2009, Goltz et al. 2010, Hata et al. 1998, Kawamura et al. 2008, Marcy et al. 2007, Scordamaglia et al. 2012, Teichgraber et al. 2011). Ein nachgewiesener Risikofaktor für die Entwicklung dieser Komplikation ist eine höher in der Vena cava superior liegende Katheterspitze, was die Bedeutung der sorgfältigen Platzierung des Katheters unter Durchleuchtungskontrolle abermals verdeutlicht (Wu et al. 2012).

Wie bereits von anderen Autoren berichtet, gab es auch im vorliegenden Kollektiv Fälle (0,3% bzw. 0,008/1000 Kathetertage), in denen es mit der Zeit zu einer Perforation oder Nekrose der Haut über der Portkammer kam (Scordamaglia et al. 2012, Silas et al. 2010, Teichgraber et al. 2011).

Eine Wunddehiszenz nach der Portimplantation wurde in der vorliegenden Studie in 0,2% der Fälle bzw. 0,006/1000 Kathetertage beobachtet. Während Busch et al. von einer nahezu identischen Rate berichten, liegt die Inzidenz bei anderen Autoren höher und wurde mehrfach mit einem frühen Beginn einer Chemotherapie nach der Implantation in Verbindung gebracht (Burbridge et al. 2000, Busch et al. 2012, Kriegel et al. 2011, Zawacki et al. 2009). Der Therapiebeginn nach Portimplantation wurde in der aktuellen Studie nicht erfasst, sodass hierzu keine Aussage getroffen werden kann.

Akahane et al. haben in einer vergleichenden Studie zwischen Unterarmports und pectoral implantierten Ports einen signifikanten Unterschied im Auftreten von Thrombophlebitiden entdeckt. In der Armportgruppe trat diese Komplikation in 9,5% der Fälle auf, während sie sich in der Brustwandportgruppe in keinem Fall manifestierte (Akahane et al. 2011). In der vorliegenden Studie wurden Thrombophlebitiden nur in 1,7% der Fälle erfasst. Allerdings wurden hier nur Fälle gezählt, bei denen die Patienten Beschwerden hatten. Außerdem ist insbesondere bei dieser Komplikation die Zahl der nicht erfassten aber dennoch aufgetretenen Ereignisse vermutlich höher, da Thrombophlebitiden sich oft mit einem Kompressionsverband ausreichend behandeln lassen. In diesen Fällen dürfte es häufiger vorgekommen sein, dass die Komplikation nicht in der digitalen Patientenakte erfasst wurde. Dabei ist zu diskutieren, ob

man tatsächlich von Komplikationen reden sollte, da die Konsequenzen meist unerheblich sind und damit nicht gleichwertig mit anderen Komplikationen wie Infektionen oder mechanischen Problemen mit dem Portsystem gewertet werden sollten.

5.3 Limitierung

Nachteilig für das retrospektive Vorgehen in dieser Studie ist die Tatsache, dass die erfassten Daten nur wiedergeben können, was in den ursprünglichen digitalen Patientenakten enthalten ist. Außerdem gehen Informationen dadurch verloren, dass einige Patienten andernorts weiterbehandelt werden und somit auftretende Komplikationen nur in fremden Akten dokumentiert sind, die bei der Erfassung der Daten für diese Studie nicht vollständig vorlagen. Der Einfluss dieser zwei zentralen Nachteile wurde versucht zu reduzieren, indem

1. die Kontaktaufnahme mit den im System hinterlegten weiterbehandelnden niedergelassenen Kollegen per standardisiertem Telefax zur Erfragung etwaiger im Verlauf aufgetretener Komplikationen sowie einer möglichen Explantation ex domo erfolgte,
2. die Erfassung des letzten Tages mit sicher noch implantiertem und funktionstüchtigem Portsystem dokumentiert wurde,
3. Komplikationen neben Häufigkeit des Auftretens auch auf die Gesamtzahl der sicher beobachteten Tage mit Portsystem in situ bezogen wurden.

Auf diese Weise wurde der Nachteil der unvollständigen Akten durch die Ergänzung aus Unterlagen des weiterbehandelnden Kollegen zumindest reduziert. Der Bezug der Komplikationen auf Kathetertage macht die Komplikationsraten durch eine nicht vollständige Nachbeobachtung aller Portsysteme nicht besser als sie tatsächlich wären. Dadurch wird außerdem die Vergleichbarkeit mit anderen Studien erleichtert, die eine kürzere oder längere Nachbeobachtung aufweisen.

Da es sich um eine retrospektive Studie handelt, sind die Erkenntnisse aus der statistischen Analyse nicht als bewiesene Tatsachen zu betrachten. Möglicherweise sind die betrachteten Komplikationen und die durch die statistische Analyse vermuteten Risikofaktoren für ihre Entwicklung durch weitere nicht erfasste oder beobachtete Faktoren beeinflusst.

6 Zusammenfassung

Die Implantation von Portsystemen ist eine nützliche und sichere Methode und gehört heutzutage zum Standardrepertoire der klinischen und ambulanten Patientenversorgung, um den häufig benötigten Zugang zum zentralen Venensystem von schwerkranken Patienten zu gewährleisten. Die Zufriedenheit der Patienten ist hoch und die Einschränkungen im Alltag sind geringer als bei anderen zentralen Venenkathetern.

Unterarmportsysteme können mit einem hohen technischen Erfolg implantiert werden und übertreffen in dieser Hinsicht die per offen chirurgischem Verfahren implantierten Portsysteme am Thorax. Schwerwiegende periprozedurale Komplikationen sind sehr selten und machen nur in Einzelfällen eine weitere Therapie oder Überwachung notwendig. Insbesondere im Vergleich mit perkutan über die Vena subclavia implantierten Systemen besteht der Vorteil, dass das Komplikationsrisiko eines Pneumo- oder Hämatothorax verfahrensbedingt ausgeschlossen ist. Eine arterielle Fehlpunktion, wie sie gelegentlich während der Implantation am Oberarm auftritt, ist deutlich weniger schwerwiegend als bei Fehlpunktionen im Bereich der subclaviculären Gefäße oder akzidenteller Punktion der Arteria carotis communis.

Die Komplikationsraten im weiteren Verlauf der Verwendung von Unterarmportsystemen sind nicht höher als bei der pectoralen Implantation am Thorax. Unabhängig von der Implantationsmethode und vom Implantationsort sind Infektionen die häufigsten Komplikationen und für die meisten vorzeitigen Explantation verantwortlich. Eine antibiotische Prophylaxe kann nach aktuellem Kenntnisstand nicht generell empfohlen werden, ist aber bei erhöhtem Risiko des Patienten (insbesondere bei hämatologischen Malignomen) zu rechtfertigen. Möglicherweise ließe sich die Rate an Frühinfektionen durch eine Erstverwendung nach Ablauf von sieben Tagen nach Implantation verringern. Eine stärkere bakterielle Kontamination der Haut über thorakalen Portsystemen im Vergleich zum Unterarm wurde gezeigt, eine höhere Infektionsrate konnte bisher allerdings nicht nachgewiesen werden.

Die unterschiedlichen thrombotischen Komplikationen treten nach der Gruppe der infektiösen Komplikationen am zweithäufigsten auf. Die Vermutung der häufiger auftretenden Venenthrombosen bei Implantation am Unterarm hat sich nicht bestätigt. Eine generelle Thromboseprophylaxe kann nach aktuellem Kenntnisstand nicht empfohlen werden, da sich insbesondere in aktuelleren Vergleichsstudien kein Vorteil

zeigte. Allerdings sollte bei einem oder mehreren zusätzlichen Risikofaktoren für eine Thrombose, wie es bei vielen malignen Erkrankungen der Fall ist, großzügig für die Durchführung einer Prophylaxe plädiert werden.

Für die technischen Komplikationen mit dem Portkatheter, bei denen es zu einer Diskonnektion, einem Bruch oder zu einer Leckage kommt, konnte in der vorliegenden Studie erstmals ein erhöhtes Risiko bei Implantation mit Verlauf über die Vena cephalica nachgewiesen werden. Sofern sich diese Ergebnisse in weiteren Studien bestätigen, sollte eine entsprechende Empfehlung, nach Möglichkeit den Katheter bei Unterarmports über die Vena basilica/brachialis zu implantieren, erfolgen.

Insgesamt kann man Unterarmportsysteme als eine sichere und komplikationsarme Alternative zu Brustwandports betrachten. Die Implantation kann mit geringem prozeduralen Komplikationsrisiko und einer hohen technischen Erfolgsrate bereits nach einer kurzen Lernphase durchgeführt werden. Durch Beachtung der identifizierten Risikofaktoren lassen sich die Komplikationsraten in Zukunft möglicherweise weiter reduzieren.

7 Anhang

7.1 Literaturverzeichnis

Akahane, A., Sone, M., Ehara, S., Kato, K., Tanaka, R. and Nakasato, T.

Subclavian vein versus arm vein for totally implantable central venous port for patients with head and neck cancer: a retrospective comparative analysis.
Cardiovasc Intervent Radiol. 34 (2011) 1222-1229

Akahane, A., Sone, M., Ehara, S., Kato, K., Suzuki, M., Tanaka, R., Suwabe, A., Itabashi, T. and Masahiro, K.

Central venous port-related infection in patients with malignant tumors: an observational study.
Ups J Med Sci. 117 (2012) 300-308

Akl, E. A., Kamath, G., Yosucio, V., Kim, S. Y., Barba, M., Sperati, F., Cook, D. J. and Schunemann, H. J.

Thromboprophylaxis for patients with cancer and central venous catheters: a systematic review and a meta-analysis.
Cancer. 112 (2008) 2483-2492

Aldrighetti, L., Paganelli, M., Arru, M., Caterini, R., Ronzoni, M. and Ferla, G.

Complications of blind placement technique in 980 subcutaneous infusion ports.
J Vasc Access. 1 (2000) 28-32

Au, F. C.

The anatomy of the cephalic vein.
Am Surg. 55 (1989) 638-639

Aubaniac, R.

[Subclavian intravenous injection; advantages and technic].
Presse Med. 60 (1952) 1456

Baskin, J. L., Pui, C. H., Reiss, U., Wilimas, J. A., Metzger, M. L., Ribeiro, R. C. and Howard, S. C.

Management of occlusion and thrombosis associated with long-term indwelling central venous catheters.
Lancet. 374 (2009) 159-169

Bertaglia, E., Zerbo, F., Zardo, S., Barzan, D., Zoppo, F. and Pascotto, P.

Antibiotic prophylaxis with a single dose of cefazolin during pacemaker implantation: incidence of long-term infective complications.
Pacing Clin Electrophysiol. 29 (2006) 29-33

Bertoglio, S., Solari, N., Meszaros, P., Vassallo, F., Bonvento, M., Pastorino, S. and Bruzzi, P.

Efficacy of normal saline versus heparinized saline solution for locking catheters of totally implantable long-term central vascular access devices in adult cancer patients.
Cancer Nurs. 35 (2012) E35-42

Bessoud, B., de Baere, T., Kuoch, V., Desruennes, E., Cosset, M. F., Lassau, N. and Roche, A.

Experience at a single institution with endovascular treatment of mechanical complications caused by implanted central venous access devices in pediatric and adult patients.
AJR Am J Roentgenol. 180 (2003) 527-532

Biffi, R., Orsi, F., Grasso, F., De Braud, F., Cenciarelli, S. and Andreoni, B.

Catheter rupture and distal embolisation: a rare complication of central venous ports.
J Vasc Access. 1 (2000) 19-22

- Biffi, R., Orsi, F., Pozzi, S., Pace, U., Bonomo, G., Monfardini, L., Della Vigna, P., Rotmensz, N., Radice, D., Zampino, M. G., Fazio, N., de Braud, F., Andreoni, B. and Goldhirsch, A.**
Best choice of central venous insertion site for the prevention of catheter-related complications in adult patients who need cancer therapy: a randomized trial.
Ann Oncol. 20 (2009) 935-940
- Bodner, L. J., Noshier, J. L., Patel, K. M., Siegel, R. L., Biswal, R., Gribbin, C. E. and Tokarz, R.**
Peripheral venous access ports: outcomes analysis in 109 patients.
Cardiovasc Intervent Radiol. 23 (2000) 187-193
- Brothers, T. E., Von Moll, L. K., Niederhuber, J. E., Roberts, J. A., Walker-Andrews, S. and Ensminger, W. D.**
Experience with subcutaneous infusion ports in three hundred patients.
Surg Gynecol Obstet. 166 (1988) 295-301
- Broviac, J. W., Cole, J. J. and Scribner, B. H.**
A silicone rubber atrial catheter for prolonged parenteral alimentation.
Surg Gynecol Obstet. 136 (1973) 602-606
- Burbridge, B., Krieger, E. and Stoneham, G.**
Arm placement of the Cook titanium Petite Vital-Port: results of radiologic placement in 125 patients with cancer.
Can Assoc Radiol J. 51 (2000) 163-169
- Burbridge, B., Stoneham, G., Szkup, P., Otani, R. and Kriegler, S.**
Catheter Fracture and Embolization Associated With Arm Implantation of the Cook Vital Port.
Can Assoc Radiol J. 64 (2012) 269-273
- Busch, J. D., Herrmann, J., Heller, F., Derlin, T., Koops, A., Adam, G. and Habermann, C. R.**
Follow-up of radiologically totally implanted central venous access ports of the upper arm: long-term complications in 127,750 catheter-days.
AJR Am J Roentgenol. 199 (2012) 447-452
- Caers, J., Fontaine, C., Vinh-Hung, V., De Mey, J., Ponnet, G., Oost, C., Lamote, J., De Greve, J., Van Camp, B. and Lacor, P.**
Catheter tip position as a risk factor for thrombosis associated with the use of subcutaneous infusion ports.
Support Care Cancer. 13 (2005) 325-331
- Chang, D. H., Boecker, J., Hellmich, M. and Krug, K. B.**
[Experiences with Ultrasound-Guided Port Implantations via the Lateral Subclavian Vein: A Retrospective Analysis of 1532 Patients].
Rofo. 184 (2012) 726-733
- Chang, D. H., Kabbasch, C., Bovenschulte, H., Libicher, M., Maintz, D. and Bangard, C.**
[Experiences with power-injectable port systems: complications, patient satisfaction and clinical benefit].
Rofo. 185 (2013) 454-460
- Chang, H. M., Hsieh, C. B., Hsieh, H. F., Chen, T. W., Chen, C. J., Chan, D. C., Yu, J. C., Liu, Y. C. and Shen, K. L.**
An alternative technique for totally implantable central venous access devices. A retrospective study of 1311 cases.
Eur J Surg Oncol. 32 (2006) 90-93
- Chen, P. T., Sung, C. S., Wang, C. C., Chan, K. H., Chang, W. K. and Hsu, W. H.**
Experience of anesthesiologists with percutaneous nonangiographic venous access.
J Clin Anesth. 19 (2007) 609-615

Cheng, K. I., Chu, K. S., Chen, L. T. and Tang, C. S.

Correct positioning of the venous port-a-cath catheter: comparison of intravascular electrocardiography signal from guidewire and sodium bicarbonate flushed catheter.
Anaesth Intensive Care. 30 (2002) 603-607

Chu, K. S., Hsu, J. H., Wang, S. S., Tang, C. S., Cheng, K. I., Wang, C. K. and Wu, J. R.

Accurate central venous port-A catheter placement: intravenous electrocardiography and surface landmark techniques compared by using transesophageal echocardiography.
Anesth Analg. 98 (2004) 910-914, table of contents

Cil, B. E., Canyigit, M., Peynircioglu, B., Hazirolan, T., Carkaci, S., Cekirge, S. and Balkanci, F.

Subcutaneous venous port implantation in adult patients: a single center experience.
Diagn Interv Radiol. 12 (2006) 93-98

Coco, O. and Hofmann, V. E.

[Eleven years of experience with permanently implanted port-systems in 329 cancer patients].
Ther Umsch. 58 (2001) 425-434

D'Andrea, F., Onesti, M. G., Nicoletti, G. F., Grella, E., Renzi, L. F., Spalvieri, C. and Scuderi, N.

Surgical treatment of ulcers caused by extravasation of cytotoxic drugs.
Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg. 38 (2004) 288-292

Da Costa, A., Kirkorian, G., Cucherat, M., Delahaye, F., Chevalier, P., Cerisier, A., Isaaz, K. and Touboul, P.

Antibiotic Prophylaxis for Permanent Pacemaker Implantation : A Meta-Analysis.
Circulation. 97 (1998) 1796-1801

Dariushnia, S. R., Wallace, M. J., Siddiqi, N. H., Towbin, R. B., Wojak, J. C., Kundu, S., Cardella, J. F. and Society of Interventional Radiology Standards of Practice, C.

Quality improvement guidelines for central venous access.
J Vasc Interv Radiol. 21 (2010) 976-981

Dede, D., Akmangit, I., Yildirim, Z. N., Sanverdi, E. and Sayin, B.

Ultrasonography and fluoroscopy-guided insertion of chest ports.
Eur J Surg Oncol. 34 (2008) 1340-1343

Di Carlo, I., Cordio, S., La Greca, G., Privitera, G., Russello, D., Puleo, S. and Latteri, F.

Totally implantable venous access devices implanted surgically: a retrospective study on early and late complications.
Arch Surg. 136 (2001) 1050-1053

Di Carlo, I., Pulvirenti, E., Mannino, M. and Toro, A.

Increased use of percutaneous technique for totally implantable venous access devices. Is it real progress? A 27-year comprehensive review on early complications.
Ann Surg Oncol. 17 (2010) 1649-1656

Di Carlo, I., Toro, A., Pulvirenti, E., Palermo, F., Scibilia, G. and Cordio, S.

Could antibiotic prophylaxis be not necessary to implant totally implantable venous access devices? Randomized prospective study.
Surg Oncol. 20 (2011) 20-25

Encke, A., Haas, S., Sauerland, S., Abholz, H., Beckmann, M., Bode, C., Bootz, F., Diener, H., Eggeling, S. and Gerlach, H.

Prophylaxe der venösen Thromboembolie (VTE).
Vasa. 38 (2009) 1-131

Ener, R. A., Meglathery, S. B. and Styler, M.

Extravasation of systemic hemato-oncological therapies.
Ann Oncol. 15 (2004) 858-862

Finney, R., Albrink, M. H., Hart, M. B. and Rosemurgy, A. S.

A cost-effective peripheral venous port system placed at the bedside.
J Surg Res. 53 (1992) 17-19

Fischer, L., Knebel, P., Schroder, S., Bruckner, T., Diener, M. K., Hennes, R., Buhl, K., Schmied, B. and Seiler, C. M.

Reasons for explantation of totally implantable access ports: a multivariate analysis of 385 consecutive patients.
Ann Surg Oncol. 15 (2008) 1124-1129

Forßmann, W.

Die Sondierung des rechten Herzens.
Klin Wochenschr. 8 (1929) 2085-2087

Gebauer, B., Teichgraber, U., Werk, M. and Wagner, H. J.

[Periinterventional prophylactic antibiotics in radiological port catheter implantation].
Rofo. 179 (2007) 804-810

Gebauer, B., Teichgraber, U. K., Podrabsky, P., Werk, M., Hanninen, E. L. and Felix, R.

Radiological interventions for correction of central venous port catheter migrations.
Cardiovasc Intervent Radiol. 30 (2007) 216-221

Gebauer, B., El-Sheik, M., Vogt, M. and Wagner, H.-J.

Combined ultrasound and fluoroscopy guided port catheter implantation—High success and low complication rate.
Eur J Radiol. 69 (2009) 517-522

Goltz, J. P., Scholl, A., Ritter, C. O., Wittenberg, G., Hahn, D. and Kickuth, R.

Peripherally placed totally implantable venous-access port systems of the forearm: clinical experience in 763 consecutive patients.
Cardiovasc Intervent Radiol. 33 (2010) 1159-1167

Goltz, J. P., Petritsch, B., Thurner, A., Hahn, D. and Kickuth, R.

Complications after percutaneous placement of totally implantable venous access ports in the forearm.
Clin Radiol. 67 (2012) 1101-1107

Goltz, J. P., Schmid, J. S., Ritter, C. O., Knodler, P., Petritsch, B., Kirchner, J., Hahn, D. and Kickuth, R.

Identification of risk factors for catheter-related thrombosis in patients with totally implantable venous access ports in the forearm.
J Vasc Access. 13 (2012) 79-85

Goltz, J. P., Petritsch, B., Kirchner, J., Hahn, D. and Kickuth, R.

Percutaneous image-guided implantation of totally implantable venous access ports in the forearm or the chest? A patients' point of view.
Support Care Cancer. 21 (2013) 505-510

Goossens, G. A., Jerome, M., Janssens, C., Peetermans, W. E., Fieuws, S., Moons, P., Verschakelen, J., Peerlinck, K., Jacquemin, M. and Stas, M.

Comparing normal saline versus diluted heparin to lock non-valved totally implantable venous access devices in cancer patients: a randomised, non-inferiority, open trial.
Ann Oncol. 24 (2013) 1892-1899

Groeger, J. S., Lucas, A. B., Thaler, H. T., Friedlander-Klar, H., Brown, A. E., Kiehn, T. E. and Armstrong, D.

Infectious morbidity associated with long-term use of venous access devices in patients with cancer.
Ann Intern Med. 119 (1993) 1168-1174

Haeder, L. and Jahne, J.

[Indications, technique and complications of port implantation].
Chirurg. 84 (2013) 572-579

Haindl, H. and Muller, H.

[An atraumatic needle for the puncture of ports and pumps].
Klin Wochenschr. 66 (1988) 1006-1009

Hata, Y., Morita, S., Morita, Y., Awatani, T., Takasaki, M., Horimi, T. and Ozawa, Z.

Peripheral insertion of a central venous access device under fluoroscopic guidance using a peripherally accessed system (PAS) port in the forearm.
Cardiovasc Intervent Radiol. 21 (1998) 230-233

Herrmann, K. A., Wiggershauser, T., Helmberger, T., Heinemann, V., Sittek, H. and Reiser, M.

[Percutaneous interventional radiologic implantation of intravenous port-catheter systems].
Radiologe. 39 (1999) 777-782

Hickman, R. O., Buckner, C. D., Clift, R. A., Sanders, J. E., Stewart, P. and Thomas, E. D.

A modified right atrial catheter for access to the venous system in marrow transplant recipients.
Surg Gynecol Obstet. 148 (1979) 871-875

Ignatov, A., Hoffman, O., Smith, B., Fahlke, J., Peters, B., Bischoff, J. and Costa, S. D.

An 11-year retrospective study of totally implanted central venous access ports: complications and patient satisfaction.
Eur J Surg Oncol. 35 (2009) 241-246

Ignatov, A., Ignatov, T., Taran, A., Smith, B., Costa, S. D. and Bischoff, J.

Interval between port catheter flushing can be extended to four months.
Gynecol Obstet Invest. 70 (2010) 91-94

Jablon, L. K., Ugolini, K. R. and Nahmias, N. C.

Cephalic vein cut-down versus percutaneous access: a retrospective study of complications of implantable venous access devices.
Am J Surg. 192 (2006) 63-67

Johansson, E., Engervall, P., Bjorvell, H., Hast, R. and Bjorkholm, M.

Patients' perceptions of having a central venous catheter or a totally implantable subcutaneous port system-results from a randomised study in acute leukaemia.
Support Care Cancer. 17 (2009) 137-143

Karanlik, H., Kurul, S., Saip, P., Unal, E. S., Sen, F., Disci, R. and Topuz, E.

The role of antibiotic prophylaxis in totally implantable venous access device placement: results of a single-center prospective randomized trial.
Am J Surg. 202 (2011) 10-15

Kausche, S., Nagel, S. N. and Teichgraber, U.

[Interventional radiological imaging and treatment of port catheter dysfunctions].
Rofo. 183 (2011) 260-266

Kawamura, J., Nagayama, S., Nomura, A., Itami, A., Okabe, H., Sato, S., Watanabe, G. and Sakai, Y.

Long-term outcomes of peripheral arm ports implanted in patients with colorectal cancer.
Int J Clin Oncol. 13 (2008) 349-354

Kefeli, U., Dane, F., Yumuk, P. F., Karamanoglu, A., Iyikesici, S., Basaran, G. and Turhal, N. S.

Prolonged interval in prophylactic heparin flushing for maintenance of subcutaneous implanted port care in patients with cancer.
Eur J Cancer Care (Engl). 18 (2009) 191-194

Kincaid, E. H., Davis, P. W., Chang, M. C., Fenstermaker, J. M. and Pennell, T. C.

"Blind" placement of long-term central venous access devices: report of 589 consecutive procedures.
Am Surg. 65 (1999) 520-523

Kluge, A. S., H.; Wagner, D.; Rauber, K.

[Fluoroscopically guided implantation of subcutaneous venous ports: Complications and long-term results].

Rofo. 169.1 (1998) 63-67

Kock, H. J., Pietsch, M., Krause, U., Wilke, H. and Eigler, F. W.

Implantable vascular access systems: experience in 1500 patients with totally implanted central venous port systems.

World J Surg. 22 (1998) 12-16

Koletzko, B., Jauch, K. W., Verwied-Jorky, S., Krohn, K., Mittal, R. and Working group for developing the guidelines for parenteral nutrition of The German Society for Nutritional, M.

Guidelines on Parenteral Nutrition from the German Society for Nutritional Medicine (DGEM).

Ger Med Sci. 7 (2009) Doc27

Kriegel, I., Cottu, P. H., Fourchette, V., Sanchez, S., Fromantin, I., Kirov, K., Guillaume, A., Pelloquin, A., Esteve, M. and Salmon, R. J.

Wound healing and catheter thrombosis after implantable venous access device placement in 266 breast cancers treated with bevacizumab therapy.

Anticancer Drugs. 22 (2011) 1020-1023

Kuizon, D., Gordon, S. M. and Dolmatch, B. L.

Single-lumen subcutaneous ports inserted by interventional radiologists in patients undergoing chemotherapy: incidence of infection and outcome of attempted catheter salvage.

Arch Intern Med. 161 (2001) 406-410

Kuo, Y. S., Schwartz, B., Santiago, J., Anderson, P. S., Fields, A. L. and Goldberg, G. L.

How often should a port-A-cath be flushed?

Cancer Invest. 23 (2005) 582-585

Kuriakose, P., Colon-Otero, G. and Paz-Fumagalli, R.

Risk of deep venous thrombosis associated with chest versus arm central venous subcutaneous port catheters: a 5-year single-institution retrospective study.

J Vasc Interv Radiol. 13 (2002) 179-184

Lapalu, J., Losser, M. R., Albert, O., Levert, A., Villiers, S., Faure, P. and Douard, M. C.

Totally implantable port management: impact of positive pressure during needle withdrawal on catheter tip occlusion (an experimental study).

J Vasc Access. 11 (2010) 46-51

Le Saout, J., Vallee, B., Person, H., Doutriaux, M., Blanc, J. and Nguyen, H.

[Anatomical basis for the surgical use of the cephalic vein (V. Cephalica). 74 anatomical dissections. 189 surgical dissections].

J Chir (Paris). 120 (1983) 131-134

Lenhart, M., Chegini, M., Gmeinwieser, J., Manke, C. and Feuerbach, S.

[Radiologic implantation of central venous portal systems in the forearm].

Rofo. 169 (1998) 189-194

Lenhart, M., Schatzler, S., Manke, C., Strotzer, M., Seitz, J., Gmeinwieser, J., Volk, M., Zorger, N., Feuerbach, S., Herold, T. and Paetzel, C.

[Radiological placement of peripheral central venous access ports at the forearm. Technical results and long term outcome in 391 patients].

Rofo. 182 (2010) 20-28

Lersch, C., Eckel, F., Sader, R., Paschalidis, M., Zeilhofer, F., Schulte-Frohlinde, E. and Theiss, W.

Initial experience with Healthport miniMax and other peripheral arm ports in patients with advanced gastrointestinal malignancy.

Oncology. 57 (1999) 269-275

Lewis, C. A., Allen, T. E., Burke, D. R., Cardella, J. F., Citron, S. J., Cole, P. E., Drooz, A. T., Drucker, E. A., Haskal, Z. J., Martin, L. G., Van Moore, A., Neithamer, C. D., Oglevie, S. B., Rholl, K. S., Roberts, A. C., Sacks, D., Sanchez, O., Venbrux, A., Bakal, C. W. and Society of Interventional Radiology Standards of Practice, C.

Quality improvement guidelines for central venous access.
J Vasc Interv Radiol. 14 (2003) S231-235

Lorch, H., Zwaan, M., Kagel, C. and Weiss, H. D.

Central venous access ports placed by interventional radiologists: experience with 125 consecutive patients.
Cardiovasc Intervent Radiol. 24 (2001) 180-184

Lyon, R. D., Griggs, K. A., Johnson, A. M. and Olsen, J. R.

Long-term follow-up of upper extremity implanted venous access devices in oncology patients.
J Vasc Interv Radiol. 10 (1999) 463-471

Marcy, P. Y., Magne, N., Castadot, P., Bailet, C., Macchiavello, J. C., Namer, M. and Gallard, J. C.
Radiological and surgical placement of port devices: a 4-year institutional analysis of procedure performance, quality of life and cost in breast cancer patients.
Breast Cancer Res Treat. 92 (2005) 61-67

Marcy, P. Y., Magne, N., Castadot, P., Italiano, A., Amoretti, N., Bailet, C., Bentolila, F. and Gallard, J. C.

Is radiologic placement of an arm port mandatory in oncology patients?: analysis of a large bi-institutional experience.
Cancer. 110 (2007) 2331-2338

Marcy, P. Y., Chamorey, E., Amoretti, N., Benezery, K., Bensadoun, R. J., Bozec, A., Poissonnet, G., Dassonville, O., Rame, M., Italiano, A., Peyrade, F., Brenac, F. and Gallard, J. C.

A comparison between distal and proximal port device insertion in head and neck cancer.
Eur J Surg Oncol. 34 (2008) 1262-1269

Miller, D. L., O'Grady, N. P. and Society of Interventional, R.

Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections: recommendations relevant to interventional radiology for venous catheter placement and maintenance.
J Vasc Interv Radiol. 23 (2012) 997-1007

Morris, S. L., Jaques, P. F. and Mauro, M. A.

Radiology-assisted placement of implantable subcutaneous infusion ports for long-term venous access.
Radiology. 184 (1992) 149-151

Moureau, N., Poole, S., Murdock, M. A., Gray, S. M. and Semba, C. P.

Central venous catheters in home infusion care: outcomes analysis in 50,470 patients.
J Vasc Interv Radiol. 13 (2002) 1009-1016

Narducci, F., Jean-Laurent, M., Boulanger, L., El Bedoui, S., Mallet, Y., Houpeau, J. L., Hamdani, A., Penel, N. and Fournier, C.

Totally implantable venous access port systems and risk factors for complications: a one-year prospective study in a cancer centre.
Eur J Surg Oncol. 37 (2011) 913-918

Ng, F., Mastoroudes, H., Paul, E., Davies, N., Tibballs, J., Hochhauser, D., Mayer, A., Begent, R. and Meyer, T.

A comparison of Hickman line- and Port-a-Cath-associated complications in patients with solid tumours undergoing chemotherapy.
Clin Oncol (R Coll Radiol). 19 (2007) 551-556

Niederhuber, J. E., Ensminger, W., Gyves, J. W., Liepman, M., Doan, K. and Cozzi, E.

Totally implanted venous and arterial access system to replace external catheters in cancer treatment.
Surgery. 92 (1982) 706-712

Pandey, N., Chittams, J. L. and Trerotola, S. O.

Outpatient Placement of Subcutaneous Venous Access Ports Reduces the Rate of Infection and Dehiscence Compared with Inpatient Placement.

J Vasc Interv Radiol. 24 (2013) 849-854

Pardo, I., Rager, E. L., Bowling, M. W., Fajardo, A., Clare, S. and Goulet, R., Jr.

Central venous port placement: a comparison of axillary versus anterior chest wall placement.

Ann Surg Oncol. 18 (2011) 468-471

Peris, A., Zagli, G., Bonizzoli, M., Cianchi, G., Ciapetti, M., Spina, R., Anichini, V., Lapi, F. and Batacchi, S.

Implantation of 3951 long-term central venous catheters: performances, risk analysis, and patient comfort after ultrasound-guidance introduction.

Anesth Analg. 111 (2010) 1194-1201

Peynircioglu, B., Canyigit, M., Ergun, O., Pamuk, G. A. and Cil, B. E.

Radiologically placed venous ports in children.

J Vasc Interv Radiol. 18 (2007) 1389-1394

Povoski, S. P.

A prospective analysis of the cephalic vein cutdown approach for chronic indwelling central venous access in 100 consecutive cancer patients.

Ann Surg Oncol. 7 (2000) 496-502

Povoski, S. P.

External jugular vein cutdown approach for chronic indwelling central venous access in cancer patients: A potentially useful alternative.

World J Surg Oncol. 2 (2004) 7

Randolph, A. G., Cook, D. J., Gonzales, C. A. and Pribble, C. G.

Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: a meta-analysis of the literature.

Crit Care Med. 24 (1996) 2053-2058

Robert-Koch-Institut

Prävention Gefäßkatheterassoziierter Infektionen.

Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz. 45 (2002) 907-924

Sakamoto, N., Arai, Y., Takeuchi, Y., Takahashi, M., Tsurusaki, M. and Sugimura, K.

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. (2010)

Samaras, P., Dold, S., Braun, J., Kestenholz, P., Breitenstein, S., Imhof, A., Renner, C., Stenner-Liewen, F. and Pestalozzi, B. C.

Infectious port complications are more frequent in younger patients with hematologic malignancies than in solid tumor patients.

Oncology. 74 (2008) 237-244

Sarzo, G., Finco, C., Parise, P., Savastano, S., Vecchiato, M., Degregori, S. and Merigliano, S.

Insertion of prolonged venous access device: a comparison between surgical cutdown and percutaneous techniques.

Chir Ital. 56 (2004) 437-442

Schrijvers, D. L.

Extravasation: a dreaded complication of chemotherapy.

Ann Oncol. 14 (2003) 26iii-30

Schuman, E., Brady, A., Gross, G. and Hayes, J.

Vascular access options for outpatient cancer therapy.

Am J Surg. 153 (1987) 487-489

Scordamaglia, R., Romairone, E., Scabini, S., Rimini, E., De Marini, L., Boaretto, R., Damiani, G. P., Massobrio, A., Belgrano, V. and Ferrando, V.

Totally implantable central venous access devices: results of a mono-centre series of 1610 port implantations performed under ultrasound and fluoroscopic guidance.
Eur Surg. 44 (2012) 116-119

Seiler, C. M., Frohlich, B. E., Dorsam, U. J., Kienle, P., Buchler, M. W. and Knaebel, H. P.

Surgical technique for totally implantable access ports (TIAP) needs improvement: a multivariate analysis of 400 patients.
J Surg Oncol. 93 (2006) 24-29

Seldinger, S. I.

Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique.
Acta radiol. 39 (1953) 368-376

Silas, A. M., Perrich, K. D., Hoffer, E. K. and McNulty, N. J.

Complication rates and outcomes of 536 implanted subcutaneous chest ports: do rates differ based on the primary operator's level of training?
Acad Radiol. 17 (2010) 464-467

Silberzweig, J. E., Sacks, D., Khorsandi, A. S., Bakal, C. W. and Society of Interventional Radiology Technology Assessment, C.

Reporting standards for central venous access.
J Vasc Interv Radiol. 14 (2003) S443-452

Stas, M., Mulier, S., Pattyn, P., Vijgen, J. and De Wever, I.

Peroperative intravascular electrographic control of catheter tip position in access ports placed by venous cut-down technique.
Eur J Surg Oncol. 27 (2001) 316-320

Stein, M. and Wagner, R. H.

[Complications of central venous access devices: outcome analysis of 2359 implantations].
Dtsch Med Wochenschr. 130 (2005) 1129-1132

Teichgraber, U. K., Gebauer, B., Benter, T. and Wagner, J.

[Long-term central venous lines and their complications].
Rofo. 176 (2004) 944-952

Teichgraber, U. K., Kausche, S., Nagel, S. N. and Gebauer, B.

Outcome analysis in 3,160 implantations of radiologically guided placements of totally implantable central venous port systems.
Eur Radiol. 21 (2011) 1224-1232

Torramade, J. R., Cienfuegos, J. A., Hernandez, J. L., Pardo, F., Benito, C., Gonzalez, J., Balen, E. and de Villa, V.

The complications of central venous access systems: a study of 218 patients.
Eur J Surg. 159 (1993) 323-327

Wu, C. Y., Fu, J. Y., Feng, P. H., Liu, Y. H., Wu, C. F., Kao, T. C., Yu, S. Y., Ko, P. J. and Hsieh, H. C.

Risk factors and possible mechanisms of intravenous port catheter migration.
Eur J Vasc Endovasc Surg. 44 (2012) 82-87

Zawacki, W. J., Walker, T. G., DeVasher, E., Halpern, E. F., Waltman, A. C., Wicky, S. T., Ryan, D. P. and Kalva, S. P.

Wound dehiscence or failure to heal following venous access port placement in patients receiving bevacizumab therapy.
J Vasc Interv Radiol. 20 (2009) 624-627; quiz 571

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Portkathetersystem (Skizze).....	3
Abb. 2: Katheterspitzenthrombus in DSA-Technik.....	7
Abb. 3: Embolisierter Portkatheter im Truncus pulmonalis.....	8
Abb. 4: Angestochene Portkammer ohne angeschlossenen Katheter.....	8
Abb. 5: Katheterfraktur cubital.....	9
Abb. 6: Katheterleckage.....	9
Abb. 7: Twisted-Port.....	10
Abb. 8: Umgeschlagene Katheterspitze.....	10
Abb. 9: Implantation - Punktierte Vene in der Fossa cubiti.....	13
Abb. 10: Implantation - Schleuse mit eingeführtem Katheter und Hautschnitt für Porttasche.....	14
Abb. 11: Implantation - Versenkte Portkammer mit geschlossenem Katheter.....	14
Abb. 12: Implantation - Genähte OP-Wunde.....	15
Abb. 13: Implantiertes Portsystem am Unterarm.....	15
Abb. 14: Implantiertes Portkatheter.....	15
Abb. 15: Komplikationsfreie Portsysteme (Kaplan-Meier Kurve).....	26
Abb. 16: Portsysteme ohne infektiöse Komplikation (Kaplan-Meier Kurve).....	27
Abb. 17: Portsysteme ohne thrombotische Komplikation (Kaplan-Meier Kurve).....	27
Abb. 18: Komplikationsfreie Portsysteme, differenziert nach Erfahrung des Operateurs (Kaplan-Meier Kurve).....	28
Abb. 19: Portsysteme ohne Explantation aufgrund einer Komplikation (Kaplan-Meier Kurve).....	29
Abb. 20: Portsysteme ohne Explantation aufgrund einer Komplikation, differenziert nach Erfahrung des Operateurs (Kaplan-Meier Kurve).....	30
Abb. 21: Portsysteme ohne notwendige Explantation aufgrund einer Komplikation, differenziert nach Geschlecht des Patienten (Kaplan-Meier Kurve).....	31
Abb. 22: Portsysteme ohne Porttascheninfektion, differenziert nach Geschlecht des Patienten (Kaplan-Meier Kurve).....	33
Abb. 23: Fälle ohne portsystemassoziierte Venenthrombose, differenziert nach Implantationsseite (Kaplan-Meier Kurve).....	35
Abb. 24: Fälle ohne portsystemassoziierte Venenthrombose, differenziert nach katheterführender Vene (Kaplan-Meier Kurve).....	35
Abb. 25: Portsysteme ohne Diskonnektion/Katheterbruch/-leckage, differenziert nach Implantationsseite (Kaplan-Meier Kurve).....	36
Abb. 26: Portsysteme ohne Diskonnektion, differenziert nach katheterführender Vene (Kaplan-Meier Kurve).....	37
Abb. 27: Portsysteme ohne Katheterbruch/-leckage, differenziert nach katheterführender Vene (Kaplan-Meier Kurve).....	38

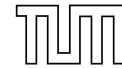
7.3 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Grunderkrankungen.....	22
Tab. 2: Implantationskomplikationen.....	24
Tab. 3: Komplikationen im Verlauf.....	32

7.4 Standardisiertes Telefax bei Nachfrage zu ambulant behandelten Patienten



Klinikum rechts der Isar



Technische Universität München

Institut für Radiologie Klinikum rechts der Isar · 81664 München

**Klinikum rechts der Isar
Anstalt des öffentlichen Rechts**

Institut für Radiologie
Dr. med. Moritz Wildgruber

Ismaninger Straße 22
81675 München
E-Mail: moritz.wildgruber@tum.de
Tel: (089) 41 40 – 26 21
Fax: (089) 41 40 – 4994

München,

Abteilung für interventionelle
Radiologie
Univ.-Prof. Dr. med. H. Berger

Ismaninger Straße 22
81675 München
E-Mail: ir@roe.med.tum.de
Tel: (089) 41 40 – 26 15
Fax: (089) 41 40 – 4994

– **Betreff:** Gemeinsamer Patient _____ geb. _____

Sehr geehrte Frau Kollegin, sehr geehrter Herr Kollege,

im Rahmen einer retrospektiven Analyse untersuchen wir Patienten, die zur besseren Behandlung ihrer Grunderkrankung, in der Regel mittels Chemotherapie, eine venöse Portimplantation am Unterarm in unserer Abteilung erhalten haben.

Die Portimplantation am Unterarm gilt als komplikationsarm und wird von der überwiegenden Anzahl der Patienten als wenig belastend empfunden. Um mögliche Früh- und Spätkomplikationen detailliert zu erfassen, bitten wir Sie um Ihre Mithilfe. Bitte beantworten Sie kurz folgende Fragen:

1.

- der Port der/des o.g. Patienten/-in wurde entfernt am: _____ (TT.MM.JJJJ)
- der Port der/des o.g. Patienten/-in liegt unverändert in-situ
- der Patient ist mit noch liegendem Port verstorben am: _____ (TT.MM.JJJJ)
- letzter Patientenkontakt mit liegendem Port am: _____ (TT.MM.JJJJ)

2.

- im gesamten Verlauf sind keine Komplikationen dokumentiert
- im Verlauf sind bei der/dem o.g. Patienten/-in folgende Komplikationen aufgetreten:

im Rahmen der o.g. Komplikation ist folgende Therapie durch wen erfolgt:

Wir bitten um Rückantwort per Fax an: 089-4140-4994.

Für Ihre Mithilfe im Sinne einer verbesserten Versorgung unserer Patienten bedanken wir uns sehr herzlich.

Univ.-Prof. Dr. Hermann Berger

Dr. Moritz Wildgruber

Vorstand:
Univ.-Prof. Dr. Reiner Gradinger
(Ärztlicher Direktor, Vorsitzender)
Dr. Philipp Ostwald
(Kaufmännischer Direktor)
Anette Thoke-Colberg
(Pflegedirektorin)
Univ.-Prof. Dr. P. Henningsen
(Dekan)

Bankverbindung:
Bayer. Landesbank Girozentrale
Kto-Nr. 20 272
BLZ 700 500 00

8 Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Berger für die Überlassung der Promotionsarbeit in seiner Abteilung und für die Hilfestellungen bei schwierigen Fragen bedanken.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. Wildgruber, ohne dessen Hilfe, Initiative, ausführliche Korrekturen und motivierenden Ansporn diese Arbeit kaum möglich gewesen wäre. Er war jederzeit für mich ansprechbar und hat mir stets zeitnah bei allen Problemen weitergeholfen.

Weiterhin möchte ich mich bei Herrn Haller für die Beratung und Hilfe im Bereich der Statistik und bei Frau Dr. Jansen für die Einführung in den Aufbau der Patientenakten bedanken.