

**Diplomarbeit**

**Langzeiterfahrung tunnelierter Dialysekatheder bei  
Kindern**

eingereicht von

**Daniela Marianne Demmel**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor(in) der gesamten Heilkunde  
(Dr<sup>in</sup>. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der

**Klinik für Kinder – und Jugendheilkunde**

unter der Anleitung von

**Ao. Univ.-Prof. Priv.-Doz. Dr. Siegfried Rödl**

Graz, am 29.06.2015

## *Eidesstattliche Erklärung*

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

*Graz, am 29.06.2015*

*Demmel Daniela Marianne eh*

## Danksagung

Zu Beginn möchte ich mich bei meinen Eltern für die finanzielle Unterstützung bedanken! Ohne euch wäre es mir nicht möglich gewesen dieses Studium erfolgreich abzuschließen.

Ebenso möchte ich DANKE sagen, dass ich die fast 4 Monate in Deutschland 2014 so bewältigen konnte wie es mir erhofft hatte. In dieser Zeit durfte ich wertvolle, praktische medizinische Fähigkeit erlernen, die, so bin ich mir absolut sicher, in meiner beruflichen Laufbahn einen wertvollen Erfahrungsschatz darstellen werden.

Weiters gilt mein Dank an Ao. Univ. Prof. Dr. Siegfried Rödl, der mich beim Schreiben mit Rat und Tat unterstützt hat.

Ein besonderer Dank gilt Christian, der mich mehr als die Hälfte meines Studiums begleitet und in schwierigen Zeiten immer unterstützt hat.

Dem wichtigsten Menschen meines Lebens widme ich diese Arbeit – meiner Tochter Kristina.

# Inhaltsverzeichnis

Danksagung .....	ii
Inhaltsverzeichnis .....	iii
Glossar und Abkürzungen .....	v
Abbildungsverzeichnis .....	vii
Tabellenverzeichnis .....	ix
Zusammenfassung .....	x
Abstract.....	xi
1 Einleitung .....	12
1.1 Verwendete Katheterarten: .....	15
1.1.1 Hemo - Cath®LT (Abb. 1) .....	16
1.1.2 Split Cath ® Katheter 10 French (Abb. 3).....	17
1.1.3 Bio-Flex® Tesio® (Abb. 5) 6,5 und 10 French .....	18
1.1.4 Kurzzeitkatheter.....	19
1.2 Zentralvenöser Katheter (ZVK).....	20
1.2.1 Indikationen für ZVK .....	20
1.2.2 Kontraindikationen (relative) für ZVK .....	20
1.2.3 Zentrale Punktionsorte.....	20
1.2.4 Katheterauswahl .....	23
1.2.5 Vorgehen .....	23
1.2.6 Zugangswege für den zentralen Venenkatheter: Vorteile und Risiken .....	24
1.2.7 Lagekontrolle des Katheters .....	25
1.2.8 Komplikationsmöglichkeiten zentraler Venenkatheter .....	26
1.2.9 Therapiemaßnahmen bei Venenkatheter – Komplikationen .....	27
1.3 Dialyse .....	27
1.3.1 Physikalische Grundlagen .....	27
1.3.2 Arten der Dialyse.....	28
1.3.3 Vergleich der Hämodialyse mit der Peritonealdialyse: .....	30
1.3.4 Dialyse - Indikationen im Kindesalter .....	31
2 Material und Methoden .....	32
2.1 Datenerhebung.....	32
2.2 Patientenkollektiv .....	32
2.3 Alter, Geschlecht, Gewicht.....	32
2.4 Einschluss - und Ausschlusskriterien .....	32
2.5 Ermittelte Daten.....	32
2.6 Verbandswechsel bei Langzeitkatheter auf der Station.....	33
2.7 Die Katheterpflege von Außen bei einer möglichen Infektion.....	34
2.8 Standardmäßige Versorgung des Katheters von Innen.....	34
2.9 Die Versorgung des Katheters von Innen bei Komplikationen.....	35
2.10 Katheterwechsel.....	35
2.11 Einteilung des Patientenalters/Patientinnenalters .....	35
3 Ergebnisse – Resultate .....	36
3.1 Altersverteilung .....	36
3.2 Geschlechtsverteilung.....	36
3.3 Ursachen für die Dialyse/Plasmapherese der Patienten/Patientinnen .....	37
3.4 Punktionsorte aller verwendeten Katheter .....	37
3.4.1 Punktionsorte bei Neugeborenen.....	38
3.4.2 Punktionsorte bei Säuglingen .....	38

3.4.3	Punktionsorte bei Kleinkindern .....	38
3.4.4	Punktionsorte bei Vorschulkinder .....	39
3.4.5	Punktionsorte bei Schulkinder .....	39
3.4.6	Punktionsorte bei Jugendlichen .....	40
3.5	Verwendete Kathetergrößen .....	40
3.5.1	Verwendete Kathetergrößen bei Neugeborene .....	41
3.5.2	Verwendete Kathetergrößen bei Säuglingen .....	41
3.5.3	Verwendete Kathetergrößen bei Kleinkinder .....	42
3.5.4	Verwendete Kathetergrößen bei Vorschulkinder .....	42
3.5.5	Verwendete Kathetergrößen bei Schulkinder .....	43
3.5.6	Verwendete Kathetergrößen bei Jugendlichen .....	43
3.6	Dialysedauer .....	44
3.7	Übersicht über die verwendeten Kathetergruppen .....	44
3.8	Liegedauer der verwendeten Kathetergruppen .....	45
3.8.1	SL – Katheter mit Cuff .....	45
3.8.2	DL – Katheter mit Cuff, Split Cath® .....	46
3.8.3	DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® .....	46
3.8.4	DL – Katheter ohne Cuff .....	47
3.9	Übersicht Katheterhaltbarkeit bei speziellen Bedingungen .....	48
3.9.1	Katheterhaltbarkeit für Pat. 1: .....	48
3.9.2	Katheterhaltbarkeit für Pat. 2: .....	49
3.9.3	Katheterhaltbarkeit für Pat. 3: .....	50
3.9.4	Katheterhaltbarkeit für Pat. 5: .....	50
3.9.5	Katheterhaltbarkeit für Pat. 7: .....	50
3.9.6	Katheterhaltbarkeit für Pat. 8: .....	51
3.9.7	Katheterhaltbarkeit für Pat. 11: .....	52
3.9.8	Katheterhaltbarkeit für Pat. 15: .....	52
3.10	Komplikationen .....	53
3.10.1	Komplikationsbeschreibung für Pat. 1 .....	53
3.10.2	Komplikationsbeschreibung für Pat. 2 .....	53
3.10.3	Komplikationsbeschreibung für Pat. 3 .....	53
3.10.4	Komplikationsbeschreibung für Pat. 7 .....	54
3.10.5	Komplikationsbeschreibung für Pat. 8 .....	54
3.10.6	Komplikationsbeschreibung für Pat. 15 .....	54
3.11	Katheterhaltbarkeit in Tagen absolut mit Komplikationen .....	54
3.12	Prozentuelle Darstellung Anzahl der Katheter mit und ohne Komplikationen ...	55
3.13	Ursachen der Katheterentfernung .....	57
4	Diskussion .....	59
5	Literaturverzeichnis .....	66

## Glossar und Abkürzungen

A.	Arterie
AB	Antibiotika
Abb.	Abbildung
ARPKD	autosomal rezessive polyzystische Nierenerkrankung
bds.	beidseits, beidseitige
BGA	Blutgasanalyse
bzw.	beziehungsweise
ca.	cirka
chron	chronisch
cm	Zentimeter
Da	Dalton
DL	Doppellumen
durchschnittl.	durchschnittlich
EKG	Elektrokardiogramm
ERG	Elektroretinogramm
ESS	Einstichstelle
FP	Flussproblem
FR	French
ggf	gegebenenfalls
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Wasserstoffperoxid
HDF	Hämodiafiltration
ICR	Intercostal Raum
i.v.	intravenös
KOF	Körperoberfläche
KUF	Ultrafiltrationskoeffizient
lt.	laut
M.	Musculus
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
mg/dl	Milligramm pro Deziliter
ml/min	Milliliter pro Minute
mm	Millimeter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule

MOV	Multiorganversagen
MRSA	Methicillin – resistenter Staphylococcus aureus
N.	Nervus
NTX	Nierentransplantation
Pat.	Patient/Patientin, Patienten/Patientinnen
PF	Plasmapherese
SL	Singlelumen
Tab.	Tabelle
TMP	Transmembrandruck
u.	und
V.	Vena
VCS	Vena cava superior
verz.	verzögerte
VRE	Vancomycin – resistente Enterokokken
z.B.	zum Beispiel
Z.n.	Zustand nach
ZVD	Zentraler Venendruck
ZVK	Zentralvenöser Katheter

# Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: HEMO CATH® (15).....	16
ABBILDUNG 2: SPITZE HEMO CATH® - KATHETER.....	16
ABBILDUNG 3: SPLIT CATH® KATHETER(15).....	17
ABBILDUNG 4: KATHETERENDE SPLIT CATH®.....	17
ABBILDUNG 5: BIO-FLEX® TESIO® KATHETER(10).....	18
ABBILDUNG 6: KATHETERENDE TESIO CATH® .....	18
ABBILDUNG 7: PUNKTIONSORTE ZUM EINFÜHREN VON ZENTRALVENÖSEN KATHETERN (17).....	22
ABBILDUNG 8: TOPOGRAPHISCH - ANATOMISCHE DARSTELLUNG DER INGUINALREGION MIT LACUNA MUSCULORUM UND LACUNA VASORUM (20).....	22
ABBILDUNG 9: SELDINGER - TECHNIK ZUR ANLAGE EINES ZENTRALVENÖSEN KATHETERS ÜBER EINE ZENTRALE VENE	24
ABBILDUNG 10: V. JUGULARIS INTERNA, 6,5 FR.....	26
ABBILDUNG 11: V. SUBCLAVIA LINKS, 8FR 12CM, HÄMO CATH® .....	26
ABBILDUNG 12: HÄMO CATH® MIT CUFF, 8 FR, 18CM .....	26
ABBILDUNG 13: VORBEREITUNG FÜR DEN VERBANDSWECHSEL .....	33
ABBILDUNG 14: STERILE VORBEREITUNG FÜR DEN VERBANDSWECHSEL.....	33
ABBILDUNG 15: REINIGUNG MIT TUPFER .....	34
ABBILDUNG 16: REINIGUNG MIT STIELTUPFER.....	34
ABBILDUNG 17: GESCHLECHTSVERTEILUNG.....	36
ABBILDUNG 18: PUNKTIONSORTE .....	37
ABBILDUNG 19: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	37
ABBILDUNG 20: PUNKTIONSORTE BEI SÄUGLINGE.....	38
ABBILDUNG 21: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	38
ABBILDUNG 22: PUNKTIONSORTE BEI KLEINKINDER .....	39
ABBILDUNG 23: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	39
ABBILDUNG 24: PUNKTIONSORTE BEI VORSCHULKINDER .....	39
ABBILDUNG 25: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	39
ABBILDUNG 26: PUNKTIONSORTE BEI SCHULKINDER.....	40
ABBILDUNG 27: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	40
ABBILDUNG 28: PUNKTIONSORTE BEI JUGENDLICHE.....	40
ABBILDUNG 29: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	40
ABBILDUNG 30: ANZAHL KATHETERGRÖßEN.....	41
ABBILDUNG 31: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	41
ABBILDUNG 32: ANZAHL KATHERGRÖßEN (NEUGEBORENE) .....	41
ABBILDUNG 33: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	41
ABBILDUNG 34: ANZAHL KATHETERGRÖßEN (KLEINKIND).....	42
ABBILDUNG 35: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	42
ABBILDUNG 36: ANZAHL KATHETERGRÖßE (VORSCHULKIND) .....	42
ABBILDUNG 37: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	42
ABBILDUNG 38: ANZAHL KATHETERGRÖßE (SCHULKIND).....	43
ABBILDUNG 39: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	43
ABBILDUNG 40: ANZAHL KATHETERGRÖßEN (JUGENDLICH).....	43
ABBILDUNG 41: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	43
ABBILDUNG 42: DIALYSEDAUER .....	44
ABBILDUNG 43: ÜBERSICHT KATHETERGRUPPEN.....	45
ABBILDUNG 44: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	45
ABBILDUNG 45: LIEGEDAUER SL - KATHETER MIT CUFF.....	45
ABBILDUNG 46: DL - KATHETER MIT CUFF, SPLIT CATH® .....	46
ABBILDUNG 47: DL - KATHETER MIT CUFF, HÄMO CATH® .....	47
ABBILDUNG 48: DL - KATHETER OHNE CUFF.....	48
ABBILDUNG 49: ANZAHL DER KATHETER PAT. 1.....	49
ABBILDUNG 50: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	49
ABBILDUNG 51: DURCHSCHNITTLICHE HALTBARKEIT .....	49
ABBILDUNG 52: ANZAHL DER KATHETER PAT. 5 .....	50
ABBILDUNG 53: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	50
ABBILDUNG 54: ANZAHL DER KATHETER PAT. 7 .....	51
ABBILDUNG 55: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	51
ABBILDUNG 56: DURCHSCHNITTLICHE HALTBARKEIT .....	51

ABBILDUNG 57: ANZAHL DER KATHETER PAT. 8 .....	52
ABBILDUNG 58: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	52
ABBILDUNG 59: ANZAHL DER KATHETER PAT. 15 .....	52
ABBILDUNG 60: PROZENTUELLE AUFTEILUNG .....	52
ABBILDUNG 61: KATHETERHALTBARKEIT IN TAGEN MIT KOMPLIKATIONEN .....	54
ABBILDUNG 62: ANZAHL DER KATHETER MIT/OHNE KOMPLIKATIONEN .....	55
ABBILDUNG 63: HALTBARKEIT IN TAGE OHNE KOMPLIKATION + STANDARDABWEICHUNG.....	56
ABBILDUNG 64: HALTBARKEIT IN TAGE MIT KOMPLIKATION + STANDARDABWEICHUNG.....	57
ABBILDUNG 65: URSACHEN DER KATHETERENTFERNUNG.....	58
ABBILDUNG 66: AUFSTELLUNG MATERIALERMÜDUNG .....	58
ABBILDUNG 67: BEZIEHUNG ZWISCHEN PUNKTIONSORT UND KATHETERTYP BEI KOMPLIKATIONEN.....	61
ABBILDUNG 68: VERGLEICH DER PUNKTIONSORTE FÜR V. SUBCLAVIA RECHTS UND V. JUGULARIS INTERNA RECHTS .....	62
ABBILDUNG 69: VERGLEICH DER KATHETER - HALTBARKEIT .....	63

## Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: KATHETERVARIANTE DES HEMO - CATH® LT DIREKT ENTNOMMEN VON (10) .....	16
TABELLE 2: ZUGANGSWEGE FÜR DEN ZENTRALEN VENENKATHETER: VORTEILE UND NACHTEILE (DIREKT ENTNOMMEN AUS) (3).....	25
TABELLE 3: VERGLEICH DER HÄMODIALYSE MIT DER PERITONEALDIALYSE (DIREKT ENTNOMMEN AUS)(23) .....	31
TABELLE 4: DIALYSE - INDIKATIONEN IM KINDESALTER (DIREKT ENTNOMMEN AUS)(23).....	31

## Zusammenfassung

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, den erfolgreichen Gefäßzugang tunnelierter Dialysekatheter bei Kindern zu beschreiben. Komplikationen werden anhand von Fallstudien der letzten 15 Jahre im pädiatrischen Intensivbereich beleuchtet. Ein weiteres Augenmerk soll auf die Pflege des Katheters sowie die verwendeten Katheterarten bzgl. Material, Form und Haltbarkeit gelegt werden.

**Patienten und Methodik:** Es wurde eine retrospektive Studie an der Kinderklinik der Universitätsklinik Graz mit 27 Patienten/Patientinnen (16 weiblich, 11 männlich) durchgeführt. Diese wurden in sechs Altersgruppen eingeteilt. Das Patientenalter reicht von Geburt bis zum 19. Lebensjahr. Es wurden die Daten wie Katheterlage, Kathetergröße, Kathetertyp, Katheterhaltbarkeit und Komplikationen ausgewertet. Die Katheter wurden in 4 Gruppen unterteilt und auf Haltbarkeit und Komplikationen untersucht. Datenbasis sind die Dialyseprotokolle und das MEDOCS – System.

**Ergebnisse:** Als Punktionsort wurde die rechte Körperseite bevorzugt (41 v. 64 Katheter). Je älter die Pat. wurden, desto größer wurde die Streuung der Punktionsorte und die der Kathetergröße. Die Dialysedauer erstreckte sich von einer Woche bis sechs Jahre. Der am häufigsten verwendete Katheter war der Hämo Cath® (8FR 18cm) mit einer durchschnittl. Verweildauer von 100 Tagen. Die durchschnittl. Haltbarkeit beim SL Katheter mit Cuff war mit 111 Tagen am höchsten, gefolgt von Hämo Cath® mit 100 Tage und Split Cath® mit 91 Tagen. Der am längsten haltbare Katheter hielt beinahe 2 Jahre (Tesio 6,5 FR). Von den 64 verwendeten Kathetern mussten 34 aufgrund von Therapieende oder geplantem Wechsel entfernt werden, die restlichen aufgrund von Komplikationen. Bezogen auf die Kathetertage zeigten sich nur in 1/3 beim Tesio Katheter, 1/4 beim Split Cath® , aber fast bei Hälfte des Hämo Cath® Komplikationen.

**Conclusio:** Als Katheter wurde der Hämo Cath® und als Punktionsort wurde die rechte Seite bevorzugt. Der Hämo Cath® weist die häufigsten Komplikationen durch Lecks oder Thrombose des Lumens auf. Aus dem direkten Vergleich der Punktionsorte zeigte sich kein Unterschied bezogen auf die durchschnittl. Haltbarkeit. Der Tesio 6,5 FR und der Split Cath® weisen die wenigsten Komplikationen bzgl. Kathetertage auf.

**Keywords:** Dialysekatheter, Katheterpflege, Katheterhaltbarkeit, Komplikationen

## Abstract

The aim of the present thesis is to describe a successful vascular access of tunneled dialysis catheters with children. Complications are examined on the basis of case studies in pediatric intensive care from the past 15 years. Special attention is paid to the maintenance of these catheters as well as the different kinds of catheters used with regards to form, material and durability.

**Patients and method:** A retrospective study with 27 participants (16 female, 11 male) has been conducted at the children's center of the University Hospital Graz. These participants were classified into six age groups. The patient's age ranges from the date of birth to 19 years. Data with regards to position, size, type, durability and complications of catheters are evaluated. The catheters were divided into four groups and compared to each other in terms of durability and complications. The dialysis protocols as well as the MEDOCS system have been used as data basis.

**Results:** The preferred puncture side was the right side (41 of 64 catheter). Increasing age of the patients led to variance of the position and catheter size. The dialysis durability ranged from one week up to six years. The mostly used catheter was the Hemo Cath® (8FR 18cm) which lasted an average of 100 days. The data evaluated make clear that the average durability is highest with the cuffed SL catheter (111 days), follow by the Hemo Cath® with 100 days and the Split Cath® with 91 days. The longest durable catheter nearly lasted 2 years (Tesio 6,5 FR). In total 34 of 64 catheter must be removed of therapy ending or planned catheter exchange. The remaining catheter were removed of other complications. In relation to the catheter days it shows in only 1/3 for the Tesio catheter, 1/4 for the Split Cath® but nearly 1/2 of complications for the Hemo Cath®.

**Conclusio:** The preferred catheter was the Hemo Cath® and the preferred puncture side was the right side. The Hemo Cath® catheter had the mostly known complications regarding a leakage or thrombosis of the lumen. Comparing the puncture sites, there couldn't be found any differences in average durability. In total the Tesio 6,5 FR and the Split Cath® catheter had the fewest complications regarding the catheter service days.

**Keywords:** Dialysis catheter, catheter maintenance, catheter durability, complications

# 1 Einleitung

Weltweit werden jedes Jahr in etwa 5 Millionen zentrale Venenkatheter gelegt, von denen es etwa bei einem Viertel zu einem Verschluss kommt. Sollte es dazu kommen, wird die Substanz Urokinase (Actilyse® Cathflo®), die als Einzige dafür in Europa zugelassen ist, verwendet. Es gibt jedoch noch andere Ursachen für eine Katheterdysfunktion: Thrombose, Katheterfehlage, mechanisches Versagen oder Lipideinlagerungen (1). Da Katheterdysfunktionen relativ häufig sind, können diese durch geeignetes Material, korrekte Punctionstechnik und detaillierteste Punctionsprotokolle bei der Kathetersetzung minimiert werden. Eine mögliche Katheterdysfunktion kann anhand der Bestimmung von Katheterflussrate und Rezirkulation durchgeführt werden (2).

Durch zentralvenöse Zugänge können groß – oder mehrlumige Katheter gelegt werden, wodurch sich die Möglichkeit von diagnostischen oder therapeutischen Maßnahmen ergibt (3). Geeignet sind die V. subclavia, die V. femoralis, die V. jugularis interna oder selten auch die V. jugularis externa (4).

Einen ganz wesentlichen Punkt bei der Behandlung spielt der intravenöse oder extrakorporale Gefäßzugang. Ein zentraler Zugang ist bei einem Säugling bzw. einem Kleinkind grundsätzlich schwieriger zu legen, als bei einem Erwachsenen. Der Grund dafür ist ein kleiner Gefäßdurchmesser oder auch die zarte Beschaffenheit der Gefäße (4).

Die Katheter - Standardeinheit ist French (FR) und folgendermaßen definiert:  $1 \text{ FR} = 1/3 \text{ mm}$ . Will man den Außendurchmesser des Katheters in Millimeter errechnen, so ist die angegebene French Zahl durch 3 zu teilen. Beispiel: Außendurchmesser eines Katheters mit 12 FR ist 4 mm (5).

Alter, Größe und Gewicht des Kindes bestimmen auch direkt die Wahl der Kathetergröße. Nach Möglichkeit sollten zentralvenöse Katheter, die größer als 6 FR sind, nur Kindern implantiert werden, die folgende Eigenschaften aufweisen: älter als 1 Jahr, schwerer als 10kg und größer als 75cm (6).

Heutzutage ist es mittels verbesserter Technik der Langzeitdialyse möglich, nephrologisch beeinträchtigte Säuglinge und Kinder jeden Alters am Leben zu erhalten und ihnen auch eine adäquate Lebensqualität zu ermöglichen (7).

Die Versorgung des Katheters in den Pausen zwischen den Dialysen ist ein wichtiger Punkt. Idealerweise sollte eine Blocklösung gefunden werden, die sowohl gerinnungshemmend als auch antibakteriell ist und keinerlei Nebenwirkungen wie Thromben, Infektionen, Blutungen durch Antikoagulation hervorruft (8).

Eine Infektion des Gefäßzugangs, ausgelöst durch Kolonisation des Katheters, ist ein sehr hohes Risiko bei zentralvenösen Zugängen, in dessen Folge es zu einer Katheter - assoziierten Sepsis kommen kann. TauroLock® wird zur Vermeidung dieser bzw. auch von Katheter - Durchflussproblemen eingesetzt. Es ist eine antibiotikafreie Katheter - Locklösung, die Katheter assoziierte Infektionen stark reduziert. Es enthält einen antimikrobiellen Bestandteil und 4% Citrat zur Erhaltung der Durchgängigkeit und wird während den Behandlungspausen in den Gerätehohlraum instilliert um die Durchflusräume resistent gegen Thrombenbildung, Bakterien und Pilze zu machen (9). Betrachtet man die Effektivität von antithrombogenen Medikamenten wie Vitamin-K-Antagonisten oder Thrombozytenfunktionshemmern, so kann gesagt werden, dass eine Vermeidung von Katheterdysfunktionen durch diese nicht ausreichend belegt sind (2).

Gegen resistente Keime wie MSRA, VRE eignet sich auch die Kombination von (Cyclo)-Taurolidin und Citrat (4%) mit wahlweise Heparin/Urokinase. Dieses Zusammenspiel besitzt exzellente antimikrobielle und antikoagulative (gerinnungshemmende) Eigenschaften. Die Deutsche Gesellschaft für angewandte Hygiene empfiehlt daher Taurolock® als antimikrobielle Locklösung in deren Hygieneleitlinie (9).

Von Seiten der zentralvenösen Katheter gibt es nur wenige Angebote bei Langzeitkathetern, die für Kinder passend sind. Möglich wären 8 French Katheter, 10 French Katheter und Bio Flex Tesio 6,5 FR und 10 French von medcomp. Im Falle eines angenommenen kurzzeitigen Gefäßzuganges wurden als Alternative

Katheter ohne Cuff verwendet, die bei blander Eintrittsstelle und guter Funktion auch länger liegen gelassen wurden (6,5 FR DL und 8 FR DL) (10).

Im Vergleich zu den Kathetern bei Erwachsenen ist bei den Langzeitkathetern der Kinder, durch die Anpassung an die Körpergröße, ein sehr weiter Bereich abzudecken. Bei erwachsenen Patienten/Patientinnen, wenn man von einem Körpergewicht von 60 bis 100 Kilogramm ausgeht, findet man in den Katalogen seitenweise Katheter verschiedenster Längen mit Abstufungen von 1 bis 2 cm und verschiedenstem Design der Katheter Spitze (10).

Die Durchführung der pädiatrischen Dialyse unterscheidet sich auch prinzipiell von der eines Erwachsenen. Durch das breite Spektrum der Katheterlumina muss die richtige Größe in Proportion zu Körpergröße und Gewicht gefunden werden.

Eine Dosierung seitens des Antikoagulans muss an den/die jeweiligen Patienten/Patientinnen angepasst werden. Über den gesamten Behandlungsverlauf muss der hohe Flüssigkeits- und Elektrolytbedarf, speziell im kindlichen Bereich, überwacht und gesteuert werden. Die ständige Weiterentwicklung in der modernen Pädiatrie erlaubt ein positives Erlangen an Lebensqualität. Dies kann sogar bei Säuglingen jeden Alters bewerkstelligt werden (11).

Silikon, Polyurethan/Polyethylen/Carbothan werden meist als Kathetermaterial verwendet. Polyurethan ist thermosensitiv. Dies bedeutet, dass Polyurethan bei Raumtemperatur steif genug für die perkutane Anlage ist und dagegen weich und verformbar bei Körpertemperatur. Dadurch kann die Anpassung an den jeweiligen Gefäßverlauf bewerkstelligt werden und ist somit als vorteilhaft zu bezeichnen (5). Ebenso weist Polyurethan eine geringe Thrombogenität sowie eine hohe Biokompatibilität auf (12).

Betrachtet man Silikon - Katheter, so ist die Weichheit der Katheter als vorteilhaft zu bezeichnen. Als negativ muss bei Silikon - Kathetern die erheblich größere Wanddicke der Katheter genannt werden (13). Folglich ist die Flussrate wesentlich schlechter, weil bei gleichbleibendem Außendurchmesser der Innendurchmesser kleiner wird. Dieser Sachverhalt kann durch den Volumenstrom beschrieben werden. Unter Volumenstrom kann jene physikalische Größe verstanden werden,

die angibt, wie viel Volumen eines Medium pro Zeiteinheit durch einen Querschnitt, der festgelegt ist, transportiert wird.

$$Q = \dot{V} = \frac{dV}{dt}$$

Q: Volumenstrom in m<sup>3</sup>/s,  
V: Volumen in m<sup>3</sup>,  
t: Zeit in s (14).

Werden Silikon-Katheter eingesetzt so sollten diese bei Erwachsenen mindestens eine Kathetergröße von 12 FR aufweisen. Der anfangs geschilderte Vorteil der Weichheit, bezogen auf eine weniger gehäufte Anzahl von zentralvenösen Stenosen, kann und konnte in retrospektiven Studien noch nicht bewiesen werden. Der Trend bezüglich des Kathetermaterials geht eindeutig in Richtung der härteren und stabileren Kunststoffe (13).

### 1.1 Verwendete Katheterarten:

Obwohl eine sehr hohe Anzahl verschiedenster Katheterarten zur Verfügung steht, sind nur wenige für die Anwendung im Kinderbereich geeignet. Folgende Tabelle beschreibt diesen Sachverhalt: Nur die ersten 2 Katheter sind für Kinder geeignet (Tab. 1).

<b>Straight Catheter Basic Sets</b>
8F x 18cm SILICONE DOUBLE LUMEN
8F x 24cm SILICONE DOUBLE LUMEN
<b>Straight Catheter Only</b>
12,5F x 28cm SILICONE DOUBLE LUMEN
12,5F x 32cm SILICONE DOUBLE LUMEN
<b>Pre – Curved Catheter Only</b>
12,5F x 28cm SILICONE DOUBLE LUMEN
12,5F x 32cm SILICONE DOUBLE LUMEN
<b>Straight Catheter Basic - Sets</b>
12,5F x 24cm SILICONE DOUBLE LUMEN
12,5F x 28cm SILICONE DOUBLE LUMEN
12,5F x 32cm SILICONE DOUBLE LUMEN
<b>Pre – Curved Catheter Basic – Sets</b>
12,5F x 28cm SILICONE DOUBLE LUMEN CURVED

12,5F x 32cm SILICONE DOUBLE LUMEN CURVED
<b>Straight Catheter Full Trays</b>
12,5F x 28cm SILICONE DOUBLE LUMEN
12,5F x 32cm SILICONE DOUBLE LUMEN
<b>Pre – Curved Catheter Full Trays</b>
12,5F x 28cm SILICONE PC DOUBLE LUMEN
12,5F x 32cm SILICONE PC DOUBLE LUMEN

**Tabelle 1: Kathetervariante des Hemo - Cath® LT direkt entnommen von (10)**

### 1.1.1 Hemo - Cath®LT (Abb. 1)



**Abbildung 1: Hemo Cath® (15)**



**Abbildung 2: Spitze Hemo Cath® - Katheter**

Abbildung 2 zeigt die Katheterspitze des Hemo Cath® mit zwei Seitlöchern und einem Endloch in kurzem Abstand, wobei der Abstand zwischen dem proximalen und distalen Loch bei kleinen Patienten/Patientinnen zu groß ist.

### Eigenschaften:

- Silikon-Material bietet höchste Biokompatibilität und Knickbeständigkeit.
- Es ist ideal für extrakorporale Therapien wie Dialyse, Hämofiltration, Plasmapherese und Apherese
- Radiopaque Silikon-Material (10)
- Das Silikonmaterial ist weich, biegsam, thromboresistent (12)

Der Nachteil dieser Katheter ist, dass sie zu lange für kleine Säuglinge sind, da der Abstand zwischen Endloch und Seitloch zu groß ist. Das bedeutet: wenn das Seitloch in der VCS ist, kann die Spitze des Katheters trotzdem bis in den Ventrikel reichen (laut Ao. Univ.-Prof. Priv.-Doz. Dr. Siegfried Rödl).

### 1.1.2 Split Cath® Katheter 10 French (Abb. 3)



Abbildung 3: Split Cath® Katheter (15)



Abbildung 4: Katheterende Split Cath®

Eigenschaften:

- Zwei frei schwebende Lumina verbessern Durchgängigkeit und Fluss und senken die Rezirkulation.
- Das Material des Split Cath® ist mit Alkohol und Jod kompatibel und bietet folgende Eigenschaften: Festigkeit, Biokompatibilität und Knickbeständigkeit (15).
- Das Katheterende zeigt links und rechts Seitlöcher an der Katheterspitze. Die Seitlöcher verbessern den Fluss beim Saugen und verhindern eine Schleuderbewegung beim Rückfluss (Abb. 4).

**1.1.3 Bio-Flex® Tesio® (Abb. 5) 6,5 und 10 French**

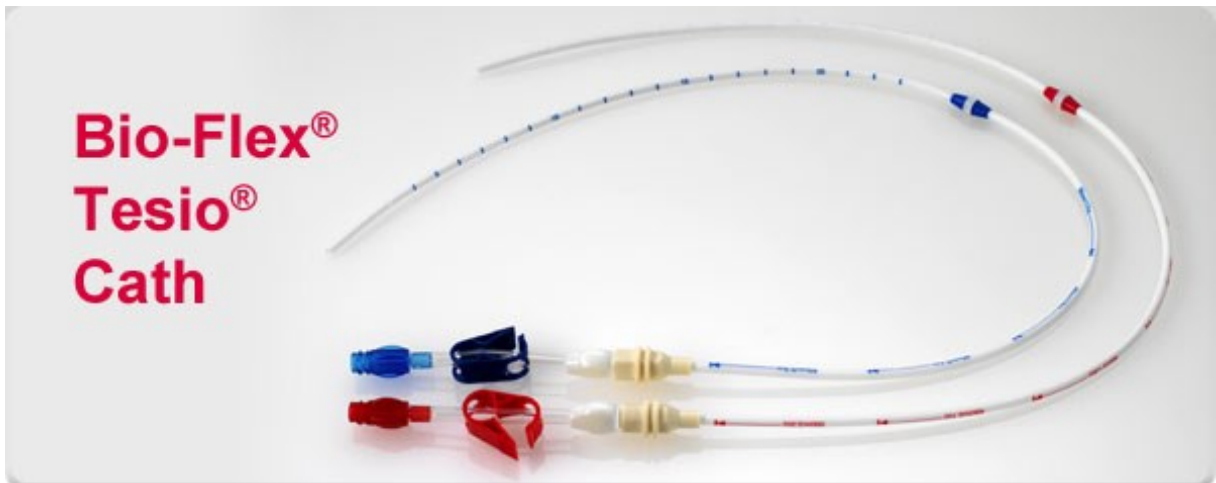


Abbildung 5: Bio-Flex® Tesio® Katheter (10)



Abbildung 6: Katheterende Tesio Cath®

Abbildung 6 zeigt, dass beim Katheterende des Split Cath® die Seitlöcher über 0,5 cm Abstand über den ganzen Umfang verteilt sind.

Eigenschaften:

- Durch zwei frei schwebende unabhängige Lumina ergibt sich eine erhöhte Durchlässigkeit, verglichen mit anderen Dual - Kathetern.
- Fördermengen von über 450ml/min bei 10 FR , 100ml/min bei 6,5 FR sind möglich
- Retrograde Insertion ermöglicht eine präzise Platzierung der distalen Spitze (10).

#### **1.1.4 Kurzzeitkatheter**

Für initial angenommenen Kurzzeitbedarf wurden 6,5 FR DL Polyurethan Katheter und 8 FR Silikonkatheter gelegt. Bei blander Eintrittsstelle wurden sie auch für längere Therapiephasen verwendet und somit in die Studie aufgenommen (10,16).

## **1.2 Zentralvenöser Katheter (ZVK)**

Das Prinzip des ZVK besteht darin, dass über eine Vene der Katheter bis kurz vor die Einmündung der oberen Hohlvene in den rechten Vorhof vorgeschoben wird. Dieser enthält entweder ein Lumen oder wahlweise mehrere Lumina (17).

### **1.2.1 Indikationen für ZVK**

- Messung des Zentralen Venendrucks (ZVD)
- Parenterale Ernährung
- Längerfristige Flüssigkeitstherapie
- Kontinuierliche Blutabnahmen, BGA
- Hämodialyse, Hämofiltration, Plasmapherese
- Keine Möglichkeit für einen peripheren Zugang
- Verabreichung von Medikamenten (vasoaktive Substanzen, Zytostatika, Katecholamine, hochkalorische Lösungen, hochosmolare Lösungen)
- Hämodynamische Überwachung
- Intraoperative Gefahr einer Luftembolie (3,18,19)

### **1.2.2 Kontraindikationen (relative) für ZVK**

- Anatomische Fehlbildungen
- Unkooperative Patienten/Patientinnen
- Eine erhöhte Blutungsneigung/Thromboseneigung
- Im Punktionsbereich entzündliche Hautveränderungen
- Akute oder chronische Lungenerkrankungen
- Allergie auf das Kathetermaterial (3,18,19)

### **1.2.3 Zentrale Punktionsorte**

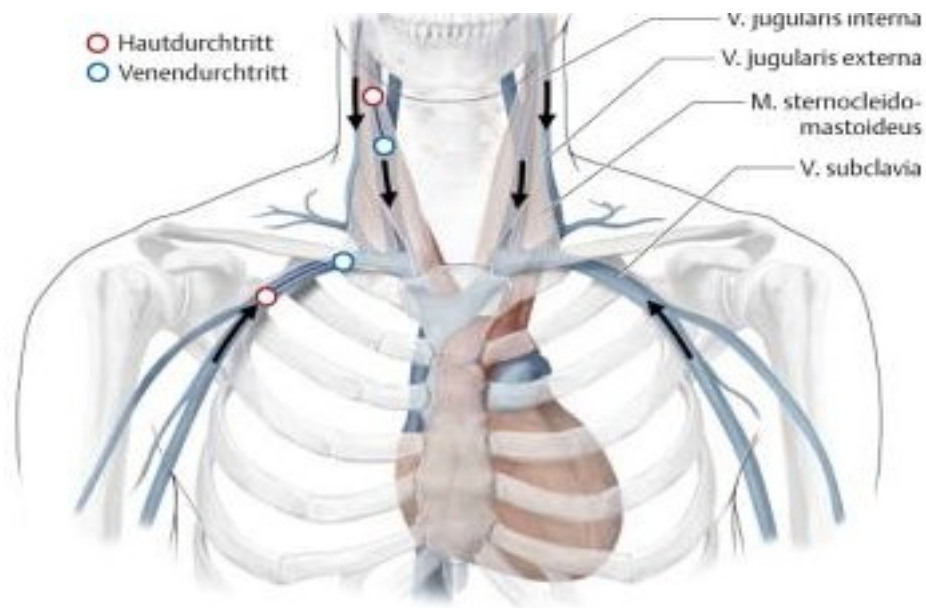
Zentrale Punktionsorte sind die V. jugularis interna oder externa und die V. subclavia, periphere Punktionsorte wären die V. basilica und die V. mediana cubiti in der Ellenbeuge. Wird der ZVK länger benötigt, dann wird die Punktion der V.

jugularis interna bzw. der V. subclavia der Punktion der peripheren Venen bevorzugt. Der Grund dafür ist, dass im Bereich der peripheren Venen die Gefahr für die Entstehung von Thrombophlebitiden und Thrombosen aufgrund der geringeren Gefäßquerschnitte und der längeren intravasalen Katheterstrecke wesentlich höher ist (17).

**V. jugularis interna** (Abb. 7): Die V. jugularis interna verläuft vorne, seitlich der Arteria carotis, dabei dient der M. sternocleidomastoideus als Bezugspunkt. Bei der Punktion sollte der Kopf leicht zur gegenüberliegenden Seite gedreht werden und nach hinten gestreckt sein. Die Punktionsstelle liegt dabei auf Höhe des Schildknorpels wobei die Stichrichtung parallel zur A. carotis zehenwärts verläuft (17).

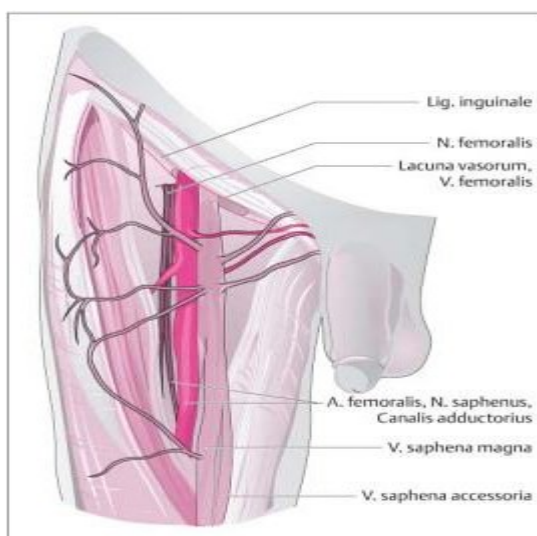
Die Punktion der V. jugularis interna ist wegen möglicher anatomischer Varianten bei Kindern nicht immer sehr einfach. Eine ultraschallgesteuerte Punktion wäre überlegenswert (3).

**V. subclavia** (Abb. 7): Die Punktion erfolgt meist mittig unter dem Schlüsselbein zwischen Schlüsselbein und der 1. Rippe von seitlich unten kopfwärts in Richtung des Sternoklavikulargelenks unter Kontakt zum Periost der Klavikula. Durch die flache Punktionstechnik wird das Risiko einer Pleuraverletzung sowie das Risiko die A. subclavia oder den Plexus brachialis zu punktieren vermindert. Da die V. subclavia gut durch Bindegewebe fixiert ist, kollabiert dieses auch im Volumenmangelschock nicht (17).



**Abbildung 7: Punktionsorte zum Einführen von zentralvenösen Kathetern (entnommen aus) (17)**

**V. femoralis:** Bei der Punktion der V. femoralis besteht ein hohes Thrombose- und Infektionsrisiko, weswegen dieses Vorgehen nur in Ausnahmefällen Verwendung findet. Die V. femoralis liegt distal des Leistenbandes sehr weit oberflächlich unmittelbar unter dem Hiatus saphenus. Zur Punktion der V. femoralis wird die Hüfte durch Unterpolsterung überstreckt und die Leiste angehoben. Die A. femoralis wird durch Palpation lokalisiert. Die Punktion erfolgt 1 cm medial, parallel zur Arterie (Abb. 8)(18).



**Abbildung 8: Topographisch - anatomische Darstellung der Inguinalregion mit Lacuna musculorum und Lacuna vasorum (entnommen aus) (20)**

### **1.2.4 Katheterauswahl**

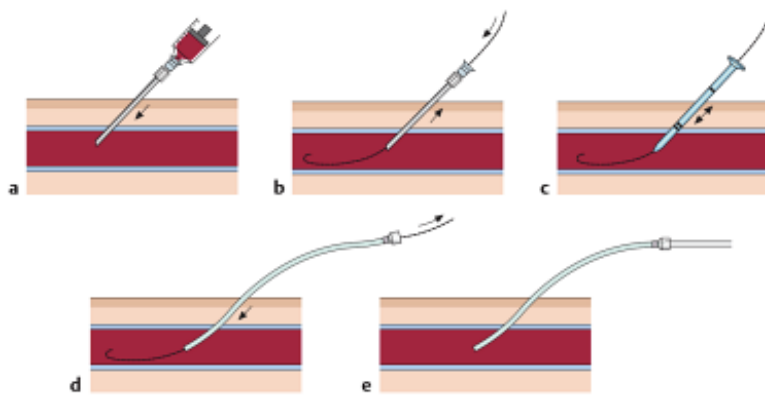
Meist kommen mehrlumige zentrale Venenkatheter zum Einsatz, die eine parallele Infusion von Katecholaminen, Infusions – und Ernährungslösungen erlauben. Insbesondere dann, wenn mit einem postoperativen Intensivaufenthalt zu rechnen ist, sollten mehrlumige Katheter gelegt werden. In Einzelfällen werden großlumige Katheter (HDF Katheter) verwendet, v.a. für eine intraoperative Massentransfusion oder postoperative Hämofiltration (17).

### **1.2.5 Vorgehen**

Die Gefäßpunktion sowie das Einführen des Katheters muss unter strengen sterilen Bedingungen erfolgen, damit eine frühzeitige Infektion des Punktionsortes sowie eine Keimverschleppung mit dem Katheter in die Blutbahn verhindert werden kann.

Beim Legen des Katheters müssen sterile Handschuhe, Mundschutz, Haube und ein steriler Kittel verwendet werden. Weiters muss eine gründliche Desinfektion der Haut vorgenommen und der Punktionsort ebenfalls steril abgedeckt werden. (17). Mittlerweile kann die ultraschallgestützte Punktion als Standardverfahren bezeichnet werden. Mögliche Komplikationsraten und Fehlpunktionen sinken, wenn der Katheter mithilfe von Ultraschall gelegt wird. Um dieses Verfahren in die Tat umzusetzen sollten diese Voraussetzungen gegeben sein: Kenntnisse der Sonoanatomie, 3-dimensionales Vorstellungsvermögen und die sichere Handhabung mit dem Material (3).

Ist es seitens der Herzfunktion möglich, bringt man den Patienten/die Patientin vor der Punktion in die Trendelenburg – Position. Dies ist eine Tieflagerung des Oberkörpers um ca. 20°. Durch die orthostatische Druckerhöhung im Bereich der oberen Hohlvene wird das Luftembolierisiko reduziert und die Venenfüllung verbessert. Es kann bei wachen Patienten/Patientinnen hilfreich sein, diese aufzufordern tief einzuatmen und dann zu pressen, um eine bessere Füllung der Vene zu erreichen (17).



- a Nach Lagerung des Patienten, Desinfektion des Punktionsgebiets und steriler Abdeckung erfolgt die Punktion der Vene mit einer Punktionskanüle bei aufgesetzter Spritze unter Aspiration.
- b Nach erfolgreicher Punktion und leicht möglicher Blutaspiration wird ein flexibler Draht über die liegende Kanüle in die zentrale Vene eingebracht.
- c Nach Entfernen der Kanüle wird über den verbliebenen Draht mittels eines Plastikbougies der Stichkanal erweitert.
- d Nach Entfernen des Bougies und Einführen des hier einlumigen, meist jedoch mehrlumigen Katheters über den liegenden Draht wird dieser gezogen und über das Lumen des Katheters Blut aspiriert.
- e Abschließend erfolgen die sichere Fixation des Katheters, eine sterile Abdeckung sowie der Anschluss des Infusionssystems.

Abbildung 9: Seldinger - Technik zur Anlage eines zentralvenösen Katheters über eine zentrale Vene (entnommen aus) (17)

Abb. 9 zeigt die Seldinger – Technik zur Anlage eines zentralvenösen Katheters über eine zentrale Vene.

Wurde der Katheter in die gewünschte Position gebracht, fixiert man ihn am sichersten durch eine Naht und mit einem transparenten Pflaster. Dies sollte möglichst steril geschehen (17).

### 1.2.6 Zugangswege für den zentralen Venenkatheter: Vorteile und Risiken

	Vorteile	Risiken
V. jugularis interna	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ anhand anatomischer Landmarken leicht zu finden</li> <li>▶ sonografisch gut darzustellen</li> <li>▶ hohe Erfolgsquote ( v.a . ultraschallgesteuert)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Punktion der A. carotis mit               <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Hämatombildung bis zur Kompression der Atemwege</li> <li>▷ Thrombembolie in hirnversorgenden Gefäßen</li> </ul> </li> <li>▶ Nervenläsionen               <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ am Plexus brachialis</li> <li>▷ am Nervus vagus</li> <li>▷ zervikal (Horner-Syndrom, Phrenicusparese)</li> </ul> </li> <li>▶ Pleurakuppenverletzung               <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Pneumothorax</li> </ul> </li> </ul> <p>Linksseitig zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Schwierige Platzierung durch rechtwinkliges Einmünden in die V. subclavia</li> </ul>

		▶ Verletzung des Ductus thoracicus
V. subclavia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Punktion auch im hypovolämischen Schock möglich, da an der Fascia clavipectoralis und am Periost der ersten Rippe aufgespannt und damit immer entfaltet</li> <li>▶ Patienten empfinden den Subclavia – Katheter als wenig störend</li> <li>▶ geringe Infektionsrate (umstritten)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Punktion der A. subclavia <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Hämatothorax</li> </ul> </li> <li>▶ Pleurakuppenverletzung <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Pneumothorax</li> <li>▷ Bei Emphysemthorax nur als ultima ratio</li> <li>▷ Bei Thoraxtraumen ipsilaterale Punktion</li> </ul> </li> </ul> <p>Linksseitig zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Verletzung des Ductus thoracicus</li> </ul>
V. femoralis	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ leichte Punktion</li> <li>▶ hohe Erfolgsrate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ hohe Thromboserate</li> <li>▶ Infektionsgefahr</li> <li>▶ Bei zu hoher Punktion retro – und intraperitoneale Hämatoome oder Darmperforation</li> </ul>

**Tabelle 2: Zugangswege für den zentralen Venenkatheter: Vorteile und Nachteile (direkt entnommen aus) (3)**

### 1.2.7 Lagekontrolle des Katheters

Sobald der Katheter gelegt wurde, ist es dem Arzt/ der Ärztin zur Pflicht gelegt diesen auf seine korrekte Lage zu überprüfen. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten (17):

**Thorax – Röntgenaufnahme (Abb. 10 – 12):** Die Spitze des Katheters sollte 2 – 3 cm oberhalb des rechten Vorhofs in der V. cava superior liegen, im Röntgenbild sollte sie auf der Bifurkation der Trachea bzw. auf Höhe des 3. ICR liegen. Der Abstand von 2 – 3 cm zwischen Katheterspitze und Vorhof muss unbedingt eingehalten werden um eine Katheterdislokation zu verhindern. Die Gefahr dieser Katheterdislokation besteht darin, dass sie Irritationen und Perforationen der V. cava superior auslösen kann (17, 19).

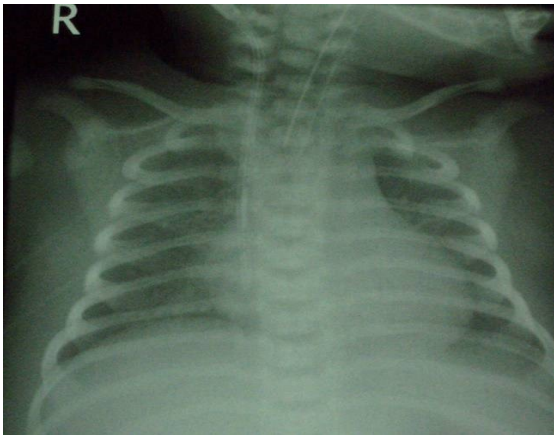


Abbildung 10: V. jugularis interna, 6,5 FR



Abbildung 11: V. subclavia links, 8FR 12cm, Hämo Cath®

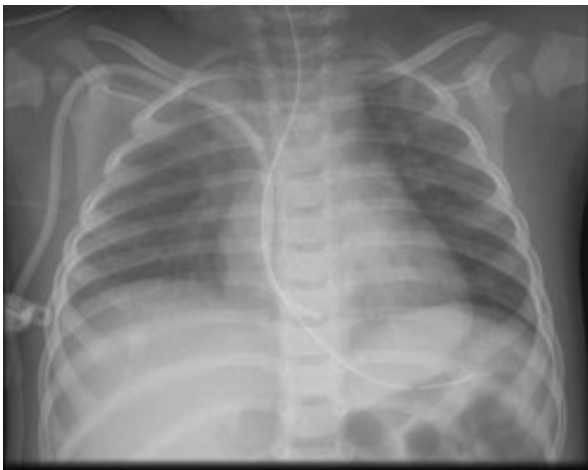


Abbildung 12: Hämo Cath® mit Cuff, 8 FR, 18cm

**Intrakardiale Elektrokardiographie:** Hierbei wird anhand der p – Wellen Höhe im EKG die Lage des ZVK dargestellt. Ist diese erhöht, befindet sich der Katheter im rechten Vorhof. Er wird dann zurückgezogen, bis die p – Welle wieder ihre normale Größe annimmt, was der korrekten Lage des ZVK's entspricht (17).

### 1.2.8 Komplikationsmöglichkeiten zentraler Venenkatheter

Mögliche Komplikationen wären: Luftembolie, Nervenverletzungen, arterielle Fehlpunktion, Herzrhythmusstörungen, Infektion, Blutung, Hämatome, Thrombose, Pneumothorax, Hämatothorax, falsche Positionierung der Katheterspitze oder Flussprobleme (13,17,21).

### **1.2.9 Therapiemaßnahmen bei Venenkatheter – Komplikationen**

Treten Komplikationen auf, so muss jede Infusion, die über den Katheter läuft, sofort beendet werden. Der Katheter wird entfernt und das Anlegen einer Kompression um den Punktionsort (Hämatom) ist durchzuführen. Falls es notwendig ist (Pneumothorax, Hämatothorax) wird eine Bülau – Drainage gelegt oder auch eine Röntgen – Thorax – Aufnahme durchgeführt. Infektionen werden mit einer antibiotischen Therapie behandelt und bei einer Sepsis wird eine Blutkultur angelegt (17).

## **1.3 Dialyse**

Darunter versteht man ein Verfahren zur Reinigung des Blutes, welches als Ersatz bei Nierenversagen, z.B. chronisch oder akut, eingesetzt wird. Über eine Membran erfolgt ein Austausch von Stoffen, auf einer Seite befindet sich Blut/Plasma, auf der anderen Seite der Membran die Dialytlösung (22).

### **1.3.1 Physikalische Grundlagen**

Über eine semipermeable Membran findet ein Stoffaustausch statt, der folgende Aufgaben zu erfüllen hat: Normalisierung der Plasmaionenkonzentration, Normalisierung des Säure – Basen – Haushalts, Elimination urämischer Stoffwechselmetaboliten, überschüssiges Wasser. Folgende Prinzipien (Diffusion, Ultrafiltration und Konvektion) werden nachfolgend beschrieben (7).

#### **1.3.1.1 Diffusion**

Unter Diffusion ist ein Vorgang zu verstehen, bei dem sich Moleküle per Zufall in alle Richtungen bewegen können. Ein möglicher Konzentrationsgradient der anliegenden Flüssigkeit bewirkt, dass gelöste Substanzen aus einem stärker konzentrierten Bereich in einen weniger konzentrierten Bereich übergehen. Folglich kann von einem Ionen - Konzentrationsausgleich gesprochen werden. Als Einflussgrößen, bezogen auf Zeit und Ausmaß des Stofftransports, sind folgende Variablen zu erwähnen bzw. zu berücksichtigen: Konzentrationsdifferenz, Molekülmasse, Diffusionsweg. Es besteht auch ein inverser Zusammenhang zwischen Molekulargewicht und Stofftransportrate. Molekülgrößen von bis zu

500 Da werden als kleine Moleküle, Molekülgrößen ab 500 Da als große Moleküle definiert. D.h. kleine Moleküle treten mit einer deutlich schnelleren Geschwindigkeit durch die semipermeable Membran als große Moleküle (7).

### **1.3.1.2 Ultrafiltration**

Die Ultrafiltration beschreibt den Übergang einer Lösung durch oder entlang einer Membran (semipermeabel) aufgrund einer hydrostatischen Druckdifferenz. Die Filtrationsrate kann hierbei durch eine Druckerhöhung seitens des Bluts oder durch eine Druckverminderung seitens des Dialysat gesteuert werden. Dadurch wird die Filtrationsrate gesteigert.

Folgende Einflussgrößen sind nachfolgend aufgeführt: „Der Druck, der an der Kapillarmembran den Flüssigkeitsübertritt bestimmt, wird als Transmembrandruck (TMP) bezeichnet. Der Ultrafiltrationskoeffizient (KUF) ist definiert als das Volumen, das pro mmHg Transmembrandruck pro Stunde bei einem Blutfluss von 200 ml/min die Membran durchtritt (ultrafiltriert wird)“ (7).

Konvektion ist der Transport von gelösten Substanzen während der Ultrafiltration (7).

## **1.3.2 Arten der Dialyse**

### **1.3.2.1 Hämodialyse**

Die Hämodialyse wird als extrakorporales Verfahren kategorisiert, wobei hier über einen großlumigen zentralen Venenkatheter bzw. artriovenöse Fistel dem Patienten/der Patientin Blut entzogen, heparinisiert und via Dialysefilter geführt wird. Der Dialysefilter besitzt somit eine Membranoberfläche, die ca. der Körperoberfläche des Patienten/der Patientin entspricht und dessen Kapillaren von einer Dialyseflüssigkeit im Gegenstromprinzip umströmt werden. Die Dialyseflüssigkeit beinhaltet neben Wasser lediglich Salze, etwas Glukose und Bicarbonatpuffer. Als Hauptfunktion dieser Flüssigkeit wird der Ausgleich der renalen Acidose gesehen.

Die Dialysemembran erfüllt folgende Aufgaben. 1.) Sie ist nur für kleinere Moleküle (< 500Da) durchlässig. 2.) Mittelgroße Moleküle (2000 – 15000 Da) sind teilweise permeabel. 3.) Größere Moleküle sind undurchlässig. Unter Konvektion versteht man das Abpressen (Ultrafiltrierung) von Wasser, dass bei

jeder Behandlung durchgeführt werden muss. Dies verhindert, durch die fehlende Urinproduktion, eine Überwässerung des Systems. Durch diese Ultrafiltrierung werden dem Organismus gelöste Teilchen im mittelmolekularen Bereich entzogen.

Die Hämodialyse wird meist 3 - mal pro Woche über eine Zeitspanne von 4 - 5 Stunden angewendet (23).

### **1.3.2.2 Hämofiltration**

Hierbei wird in sehr großen Mengen Flüssigkeit abgepresst und durch eine saubere Lösung, ähnlich der Dialyseflüssigkeit, ersetzt. Der erwünschte Flüssigkeitsentzug entspricht der hier nicht ersetzten Menge. Durch die langsame Entgiftung kommt es seltener zu Dysäquilibrium und ist bei instabilen Patienten/Patientinnen zu bevorzugen. Als nachteilig ist die kontinuierliche, über mehrerer Tage anhaltende Prozedur zu bezeichnen (23).

### **1.3.2.3 Hämodiafiltration**

Hierbei handelt es sich um ein Kombinationsverfahren, das die Vorteile der Hämodialyse und der Hämofiltration in sich vereinigt und so eine effiziente und schonende Entgiftung gewährleistet. Dadurch kann sie als optimale Behandlungsform bei chronischem Nierenversagen bei verstärktem mittelmolekularem Toxinentzug angesehen werden (23).

### **1.3.2.4 Plasmapherese/Immunadsorption**

Bei der Plasmapherese wird ein Filter eingesetzt, der nur korpuskuläre Blutbestandteile zurückhält. Das abgepresste Plasma wird durch Spenderplasma (Fresh frozen plasma) oder durch isoonkotische Albuminlösung ersetzt. Es dient zur Elimination von Antikörpern oder bei Ersatz des Plasmas durch Fremdplasma zur Zufuhr von pathogenetisch relevanten Proteinen, z.B. von fehlenden Komplementfaktoren (23).

Bei der Immunadsorption werden Antikörper bzw. Immunkomplexe an einer spezifischen Filtermembran adsorbiert und so aus dem Plasma entfernt. Der Patient/die Patientin erhält sein/ihr eigenes, gereinigtes Plasma zurück, Substitution von Fremdeiweiß ist nicht notwendig. Beide Verfahren werden

insbesondere bei schweren Verläufen von Autoimmunerkrankungen wie dem systematischen Lupus erythematodes, Myasthenia gravis und Guillain-Barré-Syndrom sowie beim Vorhandensein von gegen Organtransplantate gerichtete Antikörpern eingesetzt (23).

### 1.3.2.5 Peritonealdialyse

Mittels eines Katheters wird die sterile Dialyseflüssigkeit in die Bauchhöhle geleitet und kann dort bis zu einigen Stunden verbleiben. Das Bauchfell fungiert als semipermeable Membran. In der Pädiatrie kann die Peritonealdialyse von den Eltern meist zuhause durchgeführt werden. Weiters kann diese Art der Dialyse als Dialysemethode der Wahl für Säuglinge und Kleinkinder betrachtet werden. Nachteilig muss erwähnt werden, dass der Katheter operativ gelegt werden muss und ein erhöhtes Risiko für eine Peritonitis gegeben ist (24).

### 1.3.3 Vergleich der Hämodialyse mit der Peritonealdialyse:

	Hämodialyse	Peritonealdialyse
Alter	Ab Schulalter	Jedes Alter
Ort	Klinik	Zu Hause
Zugang	Arteriovenöse Fistel oder zentralvenöser Doppellumenkatheter	Abdomineller Katheter
Frequenz	3 – (bis 4) mal/Woche, tagsüber	Jede Nacht
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kreislaufbelastung durch extrakorporales Blutvolumen und relativ hohen Flüssigkeitsentzug in kurzer Zeit</li> <li>- Dysäquilibrium bei rascher Entgiftung</li> <li>- Antikoagulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauchschmerzen</li> <li>- Infektion im Bereich des Katheters</li> <li>- Peritonitis</li> </ul>
Psychosoziale Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fistelpunktionsschmerz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Steriles Handling erforderlich</li> </ul>

	- Klinikaufenthalte	- Hohe familiäre Belastung
--	---------------------	----------------------------

Tabelle 3: Vergleich der Hämodialyse mit der Peritonealdialyse (direkt entnommen aus) (23)

<b>1.3.4 Dialyse - Indikationen im Kindesalter</b>
<p>1. Nierenversagen mit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- glomerulärer Filtrationsrate &lt;10-15ml/min/1,73m<sup>2</sup> KOF und/oder</li> <li>- wiederholt stark erhöhten Retentionswerten (Harnstoff &gt;200mg/dl) und/oder</li> <li>- kritischer Überwässerung/unkontrollierbarem Bluthochdruck und/oder</li> <li>- Elektrolytentgleisungen und/oder</li> <li>- medikamentös nicht kontrollierbarer metabolischer Acidose und/oder</li> <li>- urämischer Kardiopathie</li> </ul>
<p>2. Leberversagen mit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hepatischer Enzephalopathie und/oder</li> <li>- Gerinnungsausfall und/oder</li> <li>- hepatischem Kreislaufversagen und/oder</li> <li>- indirekten Bilirubinwerten &gt;25mg/dl und/oder</li> <li>- unerträglichem Juckreiz</li> </ul>
<p>3. Vergiftungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Akzidentell oder in suizidaler Absicht erfolgte, bedrohliche Intoxikationen, die durch andere Maßnahmen wie Magenspülung oder Kohlegabe nicht beherrscht werden können, z.B. durch sehr hohe Dosen Paracetamol</li> <li>- Entgiftung bei akuten Krisen angeborener Stoffwechselerkrankungen, z.B: klassische Organoacidopathien und Harnstoffzyklusdefekte</li> </ul>
<p>4. Elimination von Antikörper bei</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schweren Autoimmunerkrankungen, die auf medikamentöse Immunsuppression nicht ansprechen</li> <li>- Elimination von Antikörpern, die gegen Gewebemerkmale von Transplantaten gerichtet sind, z.B. Blutgruppen - Antikörper</li> </ul>

Tabelle 4: Dialyse - Indikationen im Kindesalter (direkt entnommen aus) (23)

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Datenerhebung**

Die benötigten Patientendaten/Patientinnendaten wurden aus dem MEDOCS – System sowie den Dialyseprotokollen entnommen. Die Daten wurden in eine Excel – Tabelle übertragen und graphisch dargestellt.

### **2.2 Patientenkollektiv**

In die Studie aufgenommen wurden alle Patienten/Patientinnen, die im Zeitraum von 1999 bis 2014 mit einem Nierenersatzverfahren an der Intensivstation der Kinderklinik des Universitätsklinikum Graz behandelt wurden.

### **2.3 Alter, Geschlecht, Gewicht**

Diese Informationen wurden dem MEDOCS – System bzw. den Dialyseprotokollen entnommen.

### **2.4 Einschluss - und Ausschlusskriterien**

- Patienten/Patientinnen der Grazer Universitätsklinik für Kinder – und Jugendheilkunde
- HDF oder Plasmapherese

### **2.5 Ermittelte Daten**

Folgende Daten wurden im Rahmen dieser Studie erhoben:

- Geburtsdatum
- Diagnose
- Alter der ersten HDF/Plasmapherese
- Dauer der HDF/Plasmapherese
- Katheteranzahl
- Katheterart
- Liegeort des Katheters
- Liegedauer der Katheter

## 2.6 Verbandswechsel bei Langzeitkatheter auf der Station

Zur Vorbereitung werden folgende Utensilien auf einem Tisch vorbereitet: Mundmaske, sterile Handschuhe, sterile Auflage, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – Octenisept, 2 Packungen sterile Kompressen (7,5 cm x 7,5 cm), steriles Schälchen, Stieltupfer, Steristrips, Schlitzkomresse (Excilon 5 cm x 5 cm), Verbandsmaterial (Folie 3000, Curafix), sterile Schere und/oder sterile Pinzette (Abb. 13 und Abb. 14).



Abbildung 13: Vorbereitung für den Verbandswechsel



Abbildung 14: sterile Vorbereitung für den Verbandswechsel

Vor dem Verbandswechsel werden aus Gründen der Sauberkeit sämtliche Türen und Fenster geschlossen. Weiters wird ein Schild an der Tür angebracht, dass in diesem Zimmer gerade ein Verbandswechsel stattfindet. Die Verbandswechselnde Person setzt sich eine Maske auf, wäscht sich die Hände und bereitet das benötigte Material auf einer sterilen Unterfläche vor. Folgende Arbeitsschritte sind zu beachten:

Es darf kein Dermalol oder kohlenwasserstoffhaltiges Lösungsmittel verwendet werden, da diese die Polymerstruktur des Katheters verändern. Der alte Verband wird entfernt und falls notwendig, wird ein Abstrich durchgeführt. Anschließend zieht sich die durchführende Person Handschuhe an und reinigt mit einer getränkten Kompresse großflächig von Innen nach Außen (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> und/oder Octenisept). Wichtig dabei ist es, dass man die Einwirkzeit von 1 Minute beachtet. Danach wird der Katheter mit feuchten Kompressen und Stieltupfer (Abb. 15 und Abb.16) gereinigt und im Anschluss daran mit einer Kompresse getrocknet. Als Hautschutz wird Cavillon verwendet. Danach werden Schlitzkompressen um den Katheter gelegt und mit Steristrips fixiert. Anschließend legt man Kompressen

über die Stelle und fixiert diese mit Curafix. Von Seiten der Fixierung versucht man, diese möglichst hautschonend mit wenig Klebestellen vorzunehmen um Hautirritationen zu vermeiden. Die zur Fixierung mögliche Hautfläche ist relativ klein und muss kindersicher bezüglich Irritationen beim Spielen sein. Am Ende wird der gesamte Vorgang dokumentiert.



Abbildung 15: Reinigung mit Tupfer



Abbildung 16: Reinigung mit Stieltupfer

## ***2.7 Die Katheterpflege von Außen bei einer möglichen Infektion***

Bei einer Infektion an der Kathetereinstichstelle wird eine Baneocinsalbe – ein Lokalantibiotikum zur Behandlung von Infektionen der Haut und der Schleimhaut - verwendet. Fucidincreme sollte 2 – 3x täglich auf die erkrankten Hautgebiete aufgetragen werden. Rifocin gibt man den Patienten/Patientinnen lokal in die Eintrittsstelle. Bei Staphylokokken Infektion kann Fucidincreme ( als erstes) auf die infizierte ESS aufgetragen werden und als letzten Schritt Rifocin (i.v. Lösung).

## ***2.8 Standardmäßige Versorgung des Katheters von Innen***

TauroLock® wird als Katheterblock eingesetzt. Es ist eine antibiotikafreie Katheter – Locklösung, die katheterassoziierte Blutstrom – Infektionen stark reduziert. Es enthält einen antimikrobiellen Bestandteil und 4% Citrat zur Erhaltung der Durchgängigkeit und wird während den Behandlungspausen in den Gerätehohlraum instilliert um die Durchflussräume resistent gegen Thrombenbildung, Bakterien und Pilze zu machen. Routinemäßig kommt bei Flussproblemen Actilyse dazu.

## **2.9 Die Versorgung des Katheters von Innen bei Komplikationen**

Bei Obstruktionen wird eine kontinuierliche Aktilyse® lokal über 2 – 12 Stunden angewendet. Ebenso eine AB –Therapie mit Teicoplanin im Katheter als Block und eine kontinuierliche Infusion mit Teicoplanin über 24 Stunden. Dadurch kommt immer wieder eine frische AB – Lösung nach, die eine Ansiedelung der Bakterien verhindern soll.

## **2.10 Katheterwechsel**

Bei blanden Verhältnissen an der Einstichstelle in Kombination mit Materialermüdung konnte der Katheterwechsel nach erfolgter Desinfektion über den Draht an gleicher Stelle durchgeführt werden.

## **2.11 Einteilung des Patientenalters/Patientinnenalters**

Die Patienten/Patientinnen wurden in verschiedene Altersgruppen bzw. Unterscheidungsklassen eingeteilt: (25)

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 1. Neugeboren   | (1. Monat)      |
| 2. Säugling     | (bis 1 Jahre)   |
| 3. Kleinkind    | (1- 3 Jahre)    |
| 4. Vorschulkind | (4 - 6 Jahre)   |
| 5. Schulkind    | (7 - 12 Jahre)  |
| 6. Jugendliche  | (13 - 19 Jahre) |

Die Gesamtanzahl aller Patienten/Patientinnen betrug nominal 27, jedoch ist zu erwähnen, dass einige Patienten/Patientinnen während der Behandlungszeit mehrere Altersgruppen durchlaufen haben und diese dadurch in den jeweiligen Unterscheidungsklassen inkludiert wurden. Somit ergibt sich eine Absolutanzahl von 35 Patienten/Patientinnen.

### 3 Ergebnisse – Resultate

Die Studie wurde retrospektiv an der Universitätsklinik für Kinder – und Jugendheilkunde (Kinderintensivstation) Graz in einem Zeitraum von 15 Jahren durchgeführt und umfasst 27 Patienten/Patientinnen.

#### 3.1 Altersverteilung

Es gab insgesamt 27 Patienten/Patientinnen, wobei einige im Laufe ihrer Therapie mehrere Altersklassen durchlaufen haben. Basierend auf dem Alter bei Therapiebeginn ergibt sich somit folgende Einteilung: 5x Neugeborenen, 1x Säugling, 2x Kleinkind, 5x Vorschulkind, 9x Schulkind, 5x Jugendlichen.

Die Absolutanzahl von 35 ergibt sich dadurch, da 5 Pat. mehrere Altersgruppen während der Therapie durchlaufen haben.

#### 3.2 Geschlechtsverteilung

Von den 27 Patienten/Patientinnen sind 11 männlich (41 %) und 16 weiblich (59 %) (Abb. 17).

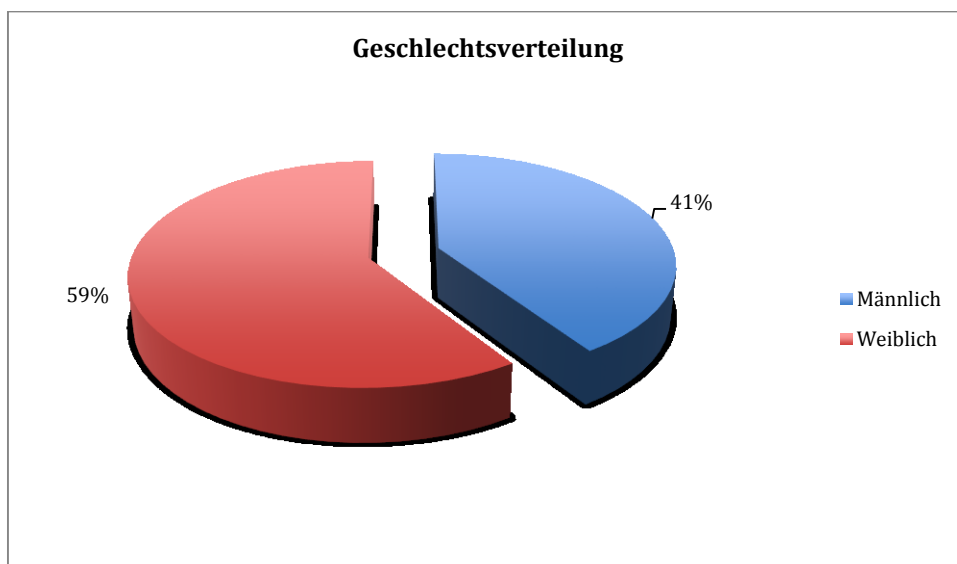


Abbildung 17: Geschlechtsverteilung

### 3.3 Ursachen für die Dialyse/Plasmapherese der Patienten/Patientinnen

**HDF:** akutes Nierenversagen, chron. Nierenversagen, ARPKD, inkomplettes Danis Drash Syndrom, postoperatives MOV, Z.n. Nierentransplantation, Niereninsuffizienz, bds. Nierendysplasie, verzögerte Transplantatfunktion.

**PF:** Myasthenia, Multiple Sklerose

**HDF und PF:** Hämolytisch urämisches Syndrom, Lupus, Z.n. NTX mit akuter Abstoßungsreaktion

### 3.4 Punktionsorte aller verwendeten Katheter

Insgesamt wurden 64 Katheter an 5 verschiedenen Punktionsorten bei den 27 Pat. gelegt. Es wurde eine Einteilung in V. subclavia rechts, V. subclavia links, V. jugularis interna rechts, V. jugularis interna links und V. femoralis links vorgenommen. Am häufigsten wurde die V. subclavia rechts (21x) verwendet. Das Schlusslicht war die V. femoralis links mit einer einzigen Punktion. Dazwischen befanden sich die V. subclavia links mit 12, die V. jugularis interna rechts mit 20, und die V. jugularis interna links mit insgesamt 10 Punktionen (Abb. 18). Abb. 19 zeigt die prozentuelle Aufteilung der Punktionsorte. Dabei entfallen 33% auf die V. subclavia rechts, 31% auf die V. jugularis interna rechts, 19% auf die V. subclavia links, 16% auf die V. jugularis interna links und 1% auf die V. femoralis links.

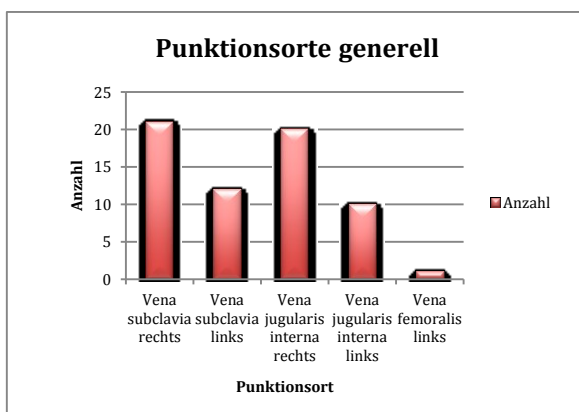


Abbildung 18: Punktionsorte

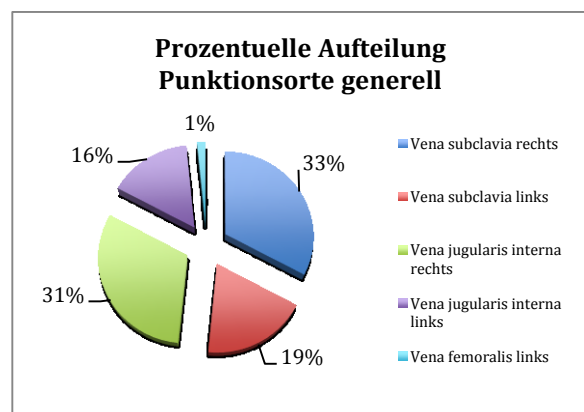


Abbildung 19: Prozentuelle Aufteilung

### 3.4.1 Punktionsorte bei Neugeborenen

Bei allen Neugeborenen wurde die V. jugularis interna rechts als Punktionsort gewählt.

### 3.4.2 Punktionsorte bei Säuglingen

Abb. 20 zeigt die Punktionsorte bei den hier teilnehmenden Säuglingen. In der Unterscheidungsklasse Säugling wurden 3 Katheter gelegt, je einer in die V. subclavia links, V. jugularis interna rechts und V. femoralis links. Die prozentuelle Auswertung pro verwendeten Katheter liegt bei 33,33 % (Abb. 21).

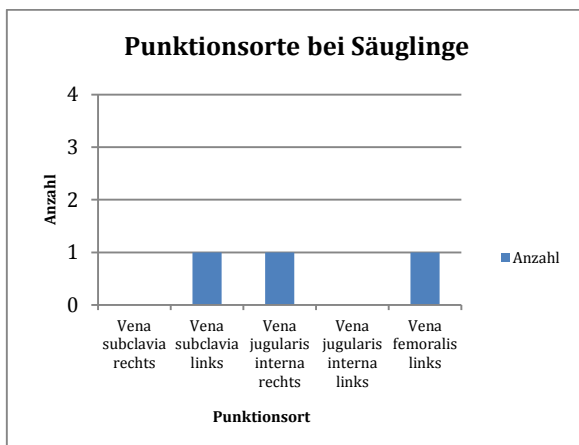


Abbildung 20: Punktionsorte bei Säuglinge

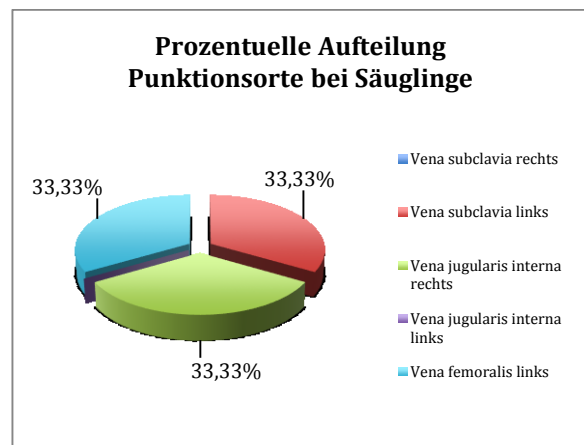


Abbildung 21: Prozentuelle Aufteilung

### 3.4.3 Punktionsorte bei Kleinkindern

Abb. 22 zeigt die Punktionsorte bei den hier teilnehmenden Kleinkindern. In Summe wurden in dieser Altersklasse 11 Katheter gelegt: 4x V. subclavia rechts, 4x V. subclavia links, 2x V. jugularis interna rechts und 1x V. jugularis interna links. Abb. 23 führt hierfür eine prozentuelle Darstellung an: 36,5% V. subclavia links, 36,5% V. subclavia rechts, 18% V. jugularis interna rechts und 9% V. jugularis interna links.

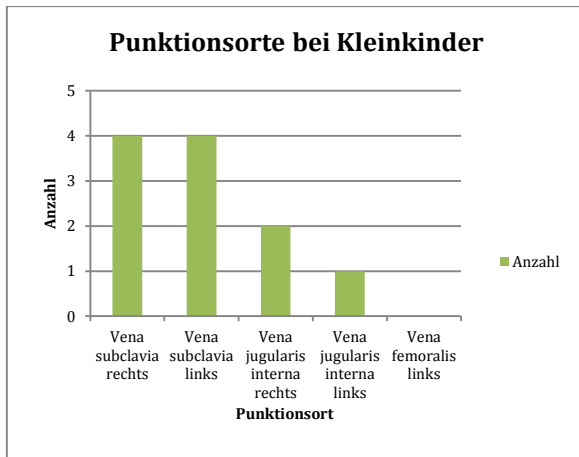


Abbildung 22: Punktionsorte bei Kleinkinder

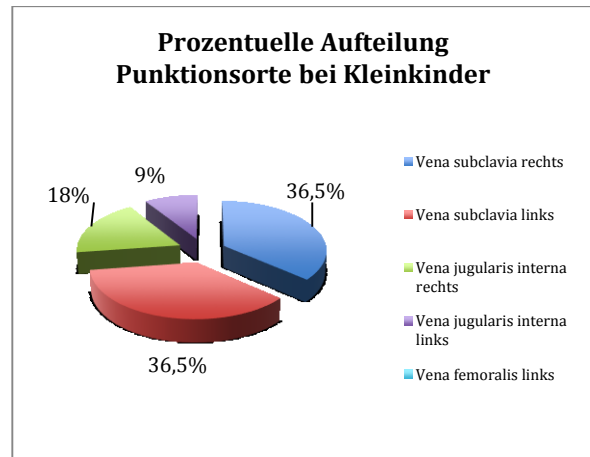


Abbildung 23: Prozentuelle Aufteilung

### 3.4.4 Punktionsorte bei Vorschulkinder

In dieser Altersgruppe wurden die meisten Katheter (20 Stück) gelegt: 7x V. subclavia rechts, 2x V. subclavia links, 6x V. jugularis interna rechts u. 5x V. jugularis interna links (Abb. 24). Die prozentuelle Aufteilung (Abb. 25) ergibt: 35% V. subclavia rechts, 10% V. subclavia links, 30% V. jugularis interna rechts und 25% V. jugularis interna links.

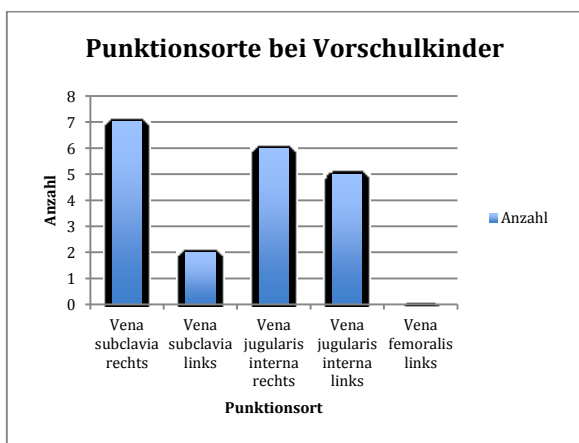


Abbildung 24: Punktionsorte bei Vorschulkinder

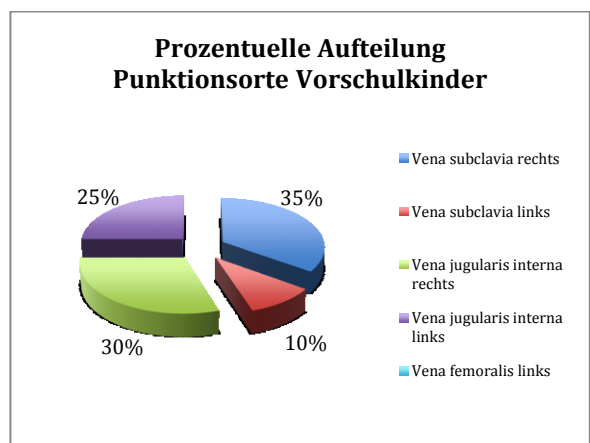


Abbildung 25: Prozentuelle Aufteilung

### 3.4.5 Punktionsorte bei Schulkinder

In dieser Altersgruppe wurden 17 Katheter gelegt: 7x V. subclavia rechts, 3x V. subclavia links, 4x V. jugularis interna rechts und 3x V. jugularis interna links (Abb. 26). Prozentuell entspricht dies: 41% V. subclavia rechts, 18% V. subclavia links, 23% V. jugularis interna rechts und 18% V. jugularis interna links (Abb. 27).

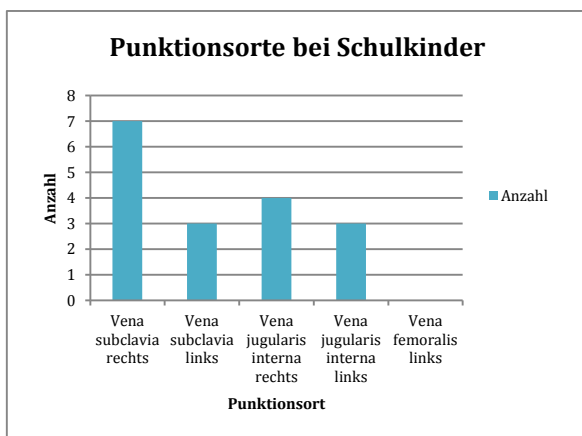


Abbildung 26: Punktionsorte bei Schulkinder

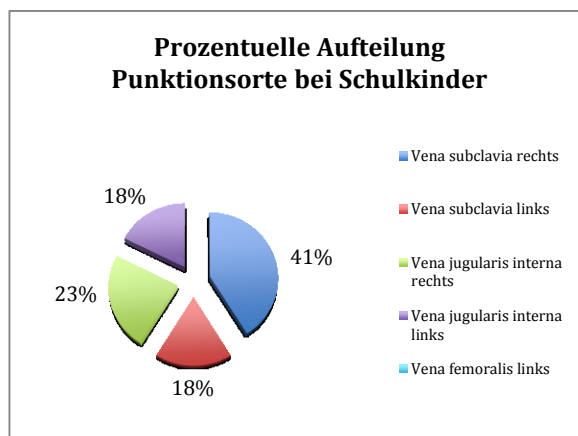


Abbildung 27: Prozentuelle Aufteilung

### 3.4.6 Punktionsorte bei Jugendlichen

In dieser Altersgruppe wurden 8 Katheter gelegt: 3x V. subclavia rechts, 2x V. subclavia links, 2x V. jugularis interna rechts und 1x V. jugularis interna links (Abb. 28). Die prozentuelle Aufteilung ergibt (Abb. 29): 37% V. subclavia rechts, 25% V. subclavia links, 25% V. jugularis interna rechts u. 13% V. jugularis interna links.

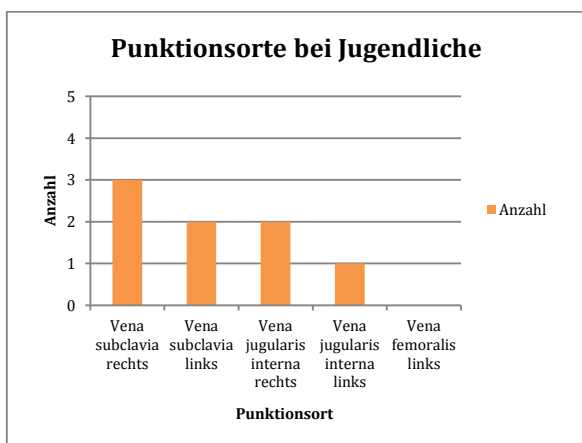


Abbildung 28: Punktionsorte bei Jugendliche

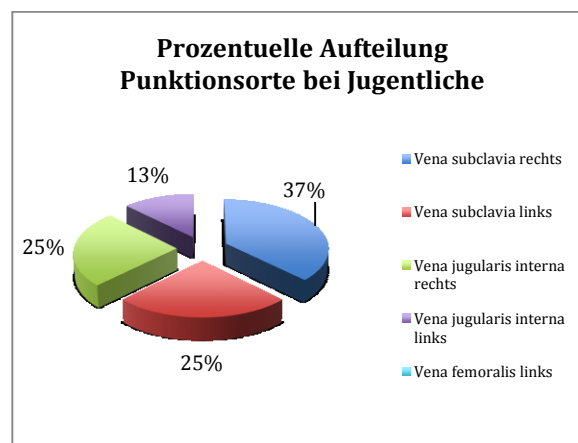


Abbildung 29: Prozentuelle Aufteilung

## 3.5 Verwendete Kathetergrößen

Die hier verwendeten Kathetergrößen, Standardeinheit French (FR), wurden wie folgt definiert: 6,5 FR, 8 FR, 10 FR, 12 FR und 14 FR.

Abb. 30 listet im Detail die verwendeten French – Größen auf: 9x wurde ein 6,5 FR (SL Tesio oder DL Gam Cath®), 38x ein 8 FR, 13x ein 10 FR, 3x ein 12 FR und 1x ein 14 FR - Katheter verwendet. Prozentuell ergibt dies: 59% für 8 FR, 20% für 10 FR, 14% für 6,5 FR, 5% für 12 FR und 2% für 14 FR (Abb. 31).

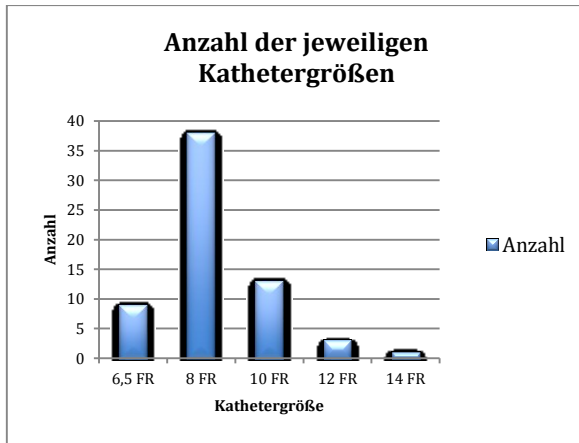


Abbildung 30: Anzahl Kathetergrößen

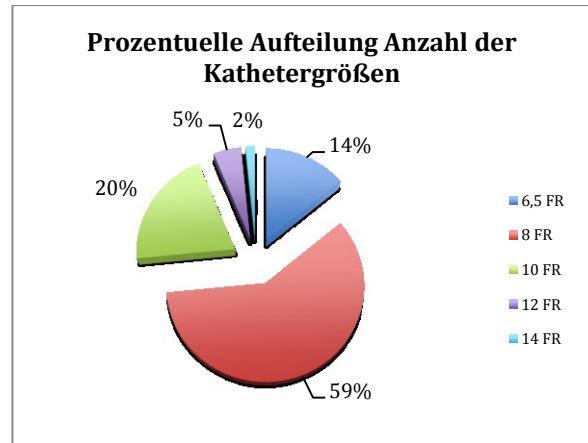


Abbildung 31: Prozentuelle Aufteilung

### 3.5.1 Verwendete Kathetergrößen bei Neugeborene

Insgesamt wurden 5 Katheter bei Neugeborenen gelegt. 4x (80%) wurde ein 6,5 FR – Katheter und 1x (20%) ein 8 FR - Katheter verwendet (Abb. 32 und Abb. 33).

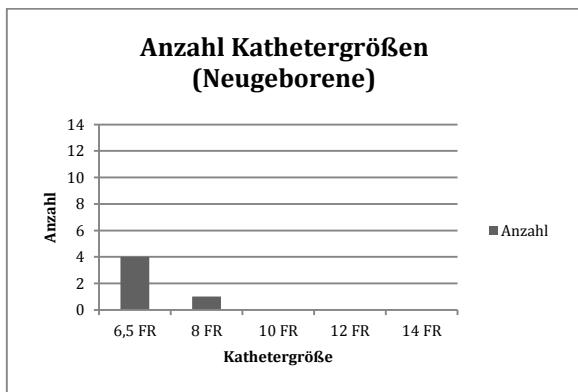


Abbildung 32: Anzahl Kathetergrößen (Neugeborene)

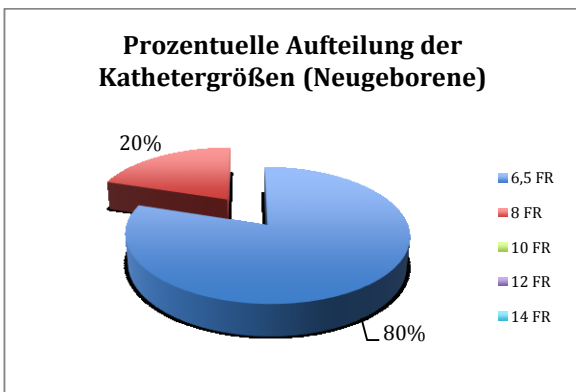


Abbildung 33: Prozentuelle Aufteilung

### 3.5.2 Verwendete Kathetergrößen bei Säuglingen

Bei Säuglingen wurden 3 Katheter gelegt. Es wurde jedesmal ein 8 FR – Katheter verwendet.

### 3.5.3 Verwendete Kathetergrößen bei Kleinkinder

Bei den Kleinkindern wurden in Summe 11 Katheter gelegt. Es kamen 2 verschiedene Kathetergrößen zum Einsatz, 6,5 FR - und 8 FR - Katheter. Die Aufteilung erfolgte wie folgt: 10x (91%) verwendete man einen 8 FR - Katheter und 1x (9%) einen 6,5 FR – Katheter (Abb. 34 und Abb. 35).

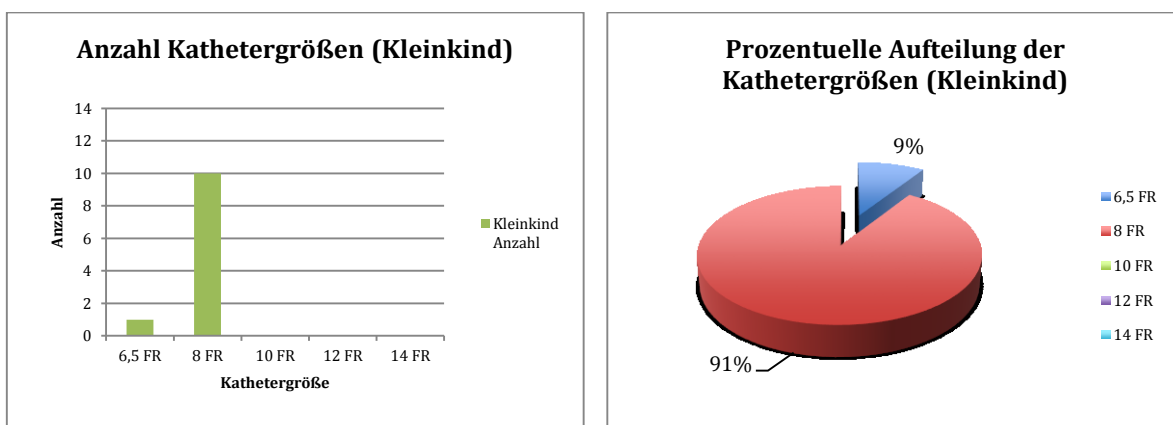


Abbildung 34: Anzahl Kathetergrößen (Kleinkind)    Abbildung 35: Prozentuelle Aufteilung

### 3.5.4 Verwendete Kathetergrößen bei Vorschulkind

20 Katheter wurden bei den Vorschulkindern gelegt. 1x (5%) wurde ein 6,5 FR, 13x (65%) ein 8 FR und 6x (30%) ein 10 FR – Katheter verwendet (Abb. 36 und Abb. 37).

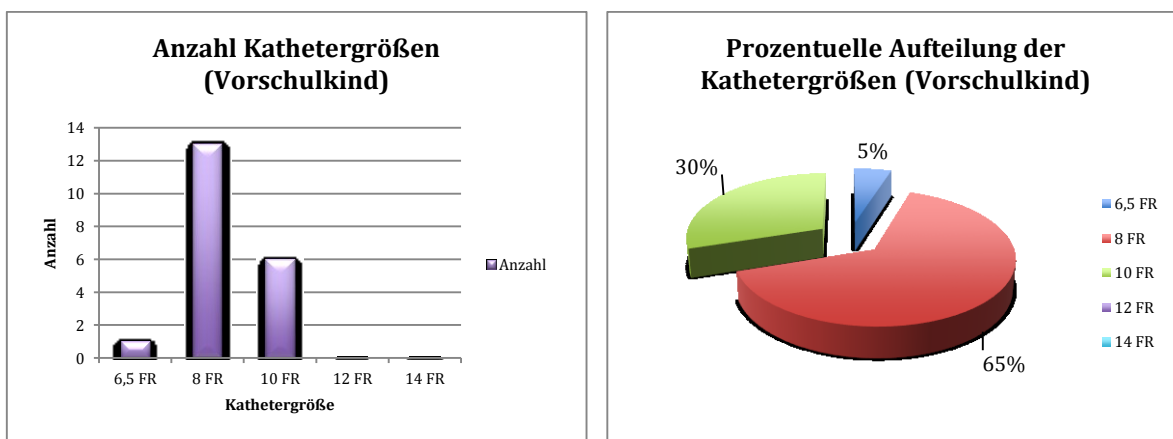


Abbildung 36: Anzahl Kathetergröße (Vorschulkind)

Abbildung 37: Prozentuelle Aufteilung

### 3.5.5 Verwendete Kathetergrößen bei Schulkinder

Bei den Schulkindern wurden in Summe 24 Katheter gelegt. Am häufigsten, 9x, (53%) wurde ein 8 FR Katheter verwendet. Die restlichen verteilen sich auf 3x 6,5 FR (18%), 4x 10 FR (23%) und 1x 14 FR (6%) (Abb. 38 und Abb. 39).

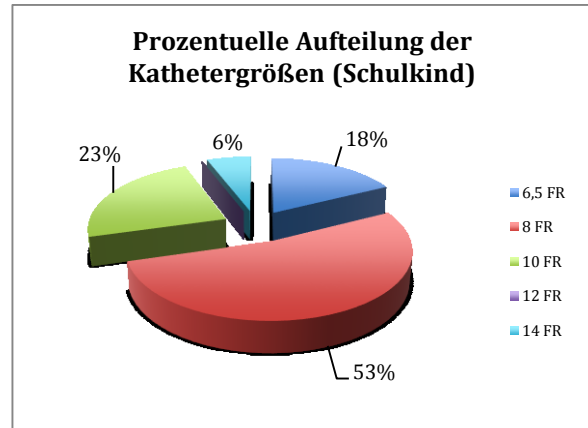
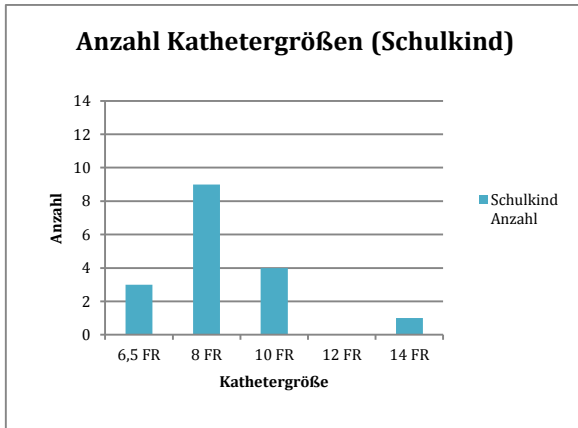


Abbildung 38: Anzahl Kathetergröße (Schulkind)

Abbildung 39: Prozentuelle Aufteilung

### 3.5.6 Verwendete Kathetergrößen bei Jugendlichen

In der Gruppe der Jugendlichen wurden 5 Katheter benötigt. Der 8 FR Katheter wurde 2x, und die 10 - und 12 FR Katheter je 3x verwendet (Abb. 40). In Prozent entspricht dies: 25% für den 8 FR Katheter und je 37,5% für den 10 FR und den 12 FR Katheter (Abb. 41).

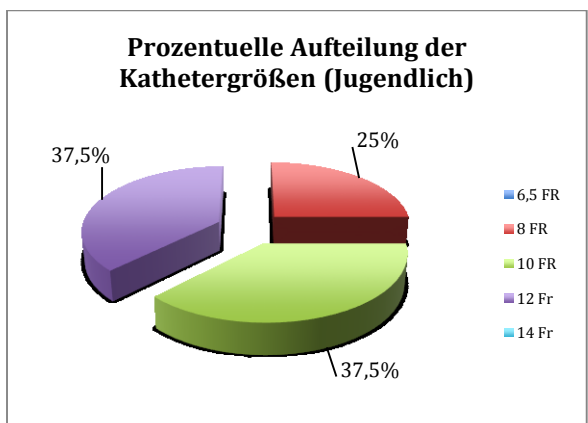
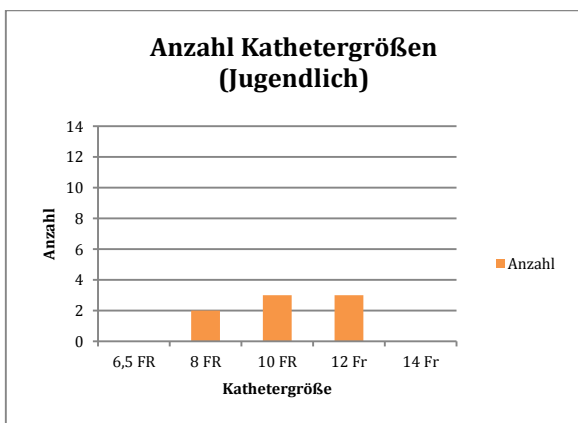


Abbildung 40: Anzahl Kathetergrößen (Jugendlich)

Abbildung 41: Prozentuelle Aufteilung

### 3.6 Dialysedauer

Abb. 42 zeigt die gesamte Dialysedauer bezogen auf alle 27 Pat. Diese erstreckt sich von einigen Tagen bis hin zu mehreren Jahren. Die durchschnittliche Dialysedauer liegt bei rund 218 Tage und wurde ebenfalls dargestellt.

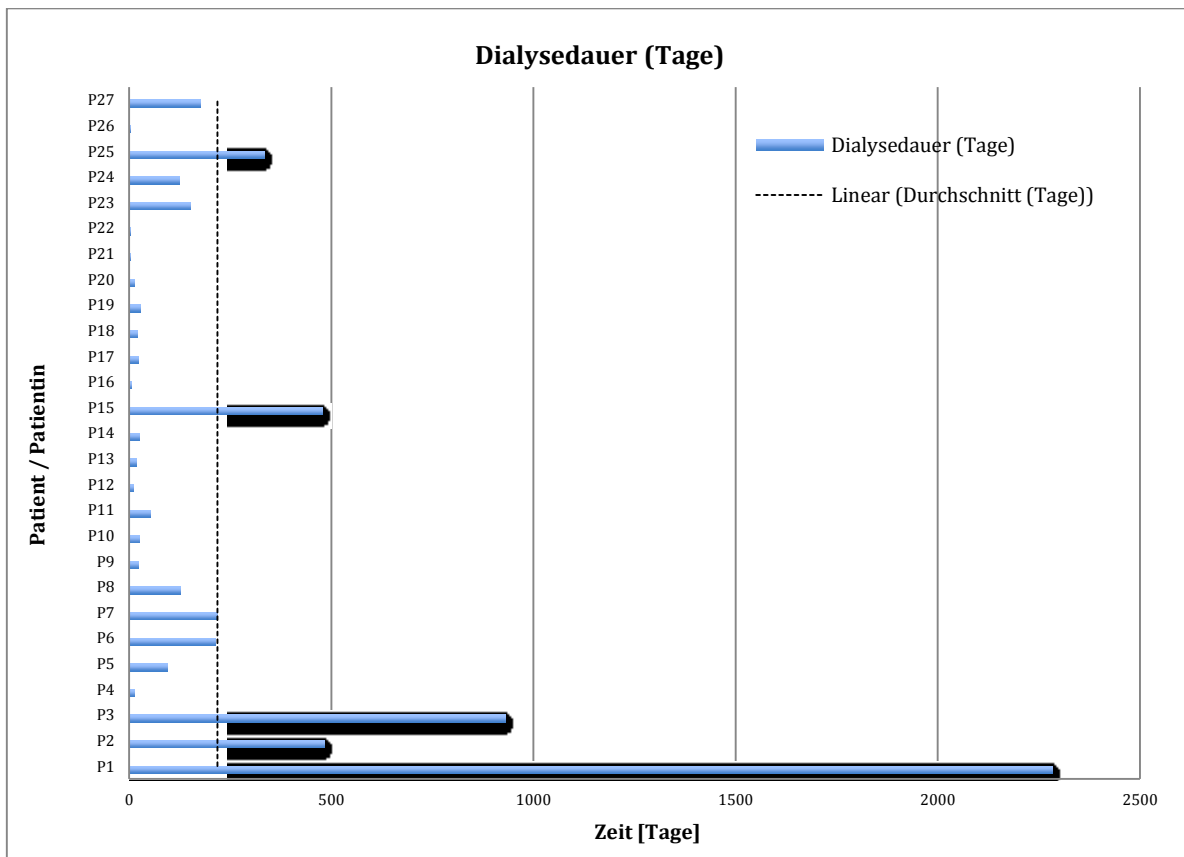


Abbildung 42: Dialysedauer

### 3.7 Übersicht über die verwendeten Kathetergruppen

Die insgesamt 64 verwendeten Katheter wurden in 4 Hauptgruppen eingeteilt.

Diese sind (Abb 43):

- SL – Katheter mit Cuff (12x)
- DL – Katheter mit Cuff, Split Cath® (11x)
- DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® (37x)
- DL – Katheter ohne Cuff (4x)

In Prozenten entspricht dies: 19% für SL – Katheter mit Cuff, 17% für DL – Katheter mit Cuff, Split Cath®, 58% für DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® und 6% für DL – Katheter ohne Cuff (Abb. 44).

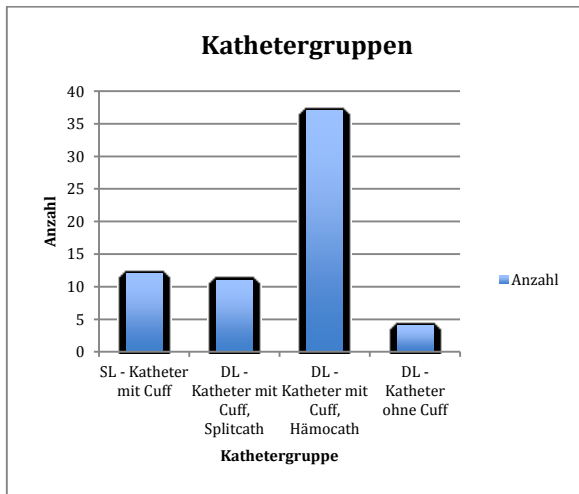


Abbildung 43: Übersicht Kathetergruppen

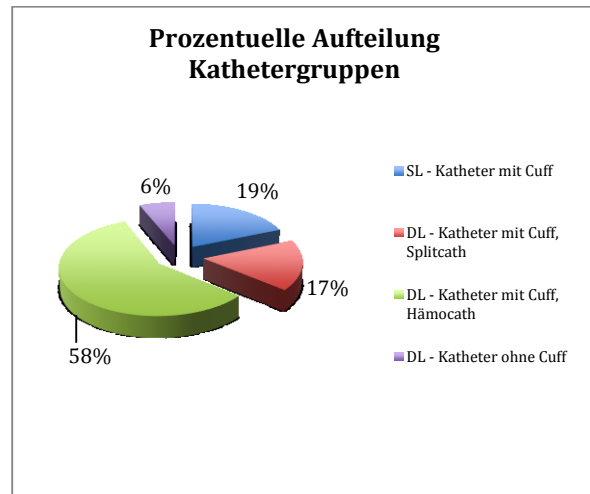


Abbildung 44: Prozentuelle Aufteilung

### 3.8 Liegedauer der verwendeten Kathetergruppen

#### 3.8.1 SL – Katheter mit Cuff

Insgesamt wurde 12x diese Katheterart verwendet. Das Diagramm zeigt die Anzahl der Liegedauer in Tagen, bezogen auf die jeweiligen Katheter. Weiters wird auch die durchschnittliche Liegedauer, bezogen auf alle 12 Katheter, dargestellt. Diese liegt bei rund 111 Tagen (Abb. 45). Die dargestellten Katheter in roter Farbe mussten aufgrund von Komplikationen entfernt werden.

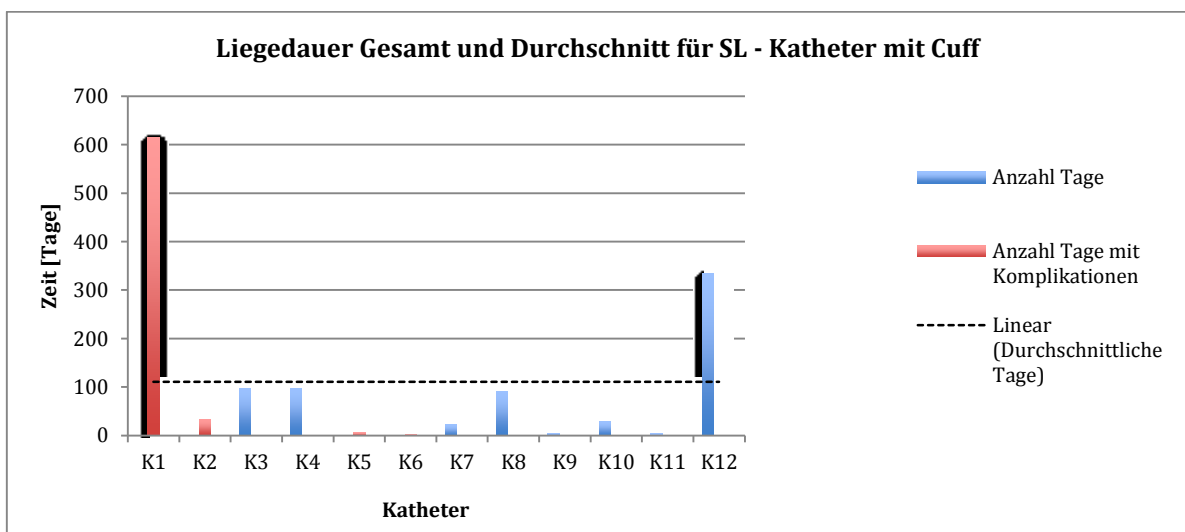


Abbildung 45: Liegedauer SL - Katheter mit Cuff

### 3.8.2 DL – Katheter mit Cuff, Split Cath®

Insgesamt wurde 11x ein Katheter dieser Gruppe verwendet. Das Diagramm zeigt die Anzahl der Liegedauer in Tagen, bezogen auf die jeweiligen Katheter. Weiters wird auch die durchschnittliche Liegedauer, bezogen auf alle 11 Katheter, dargestellt. Diese liegt bei rund 91 Tagen (Abb. 46). Die dargestellten Katheter in roter Farbe mussten aufgrund von Komplikationen entfernt werden.

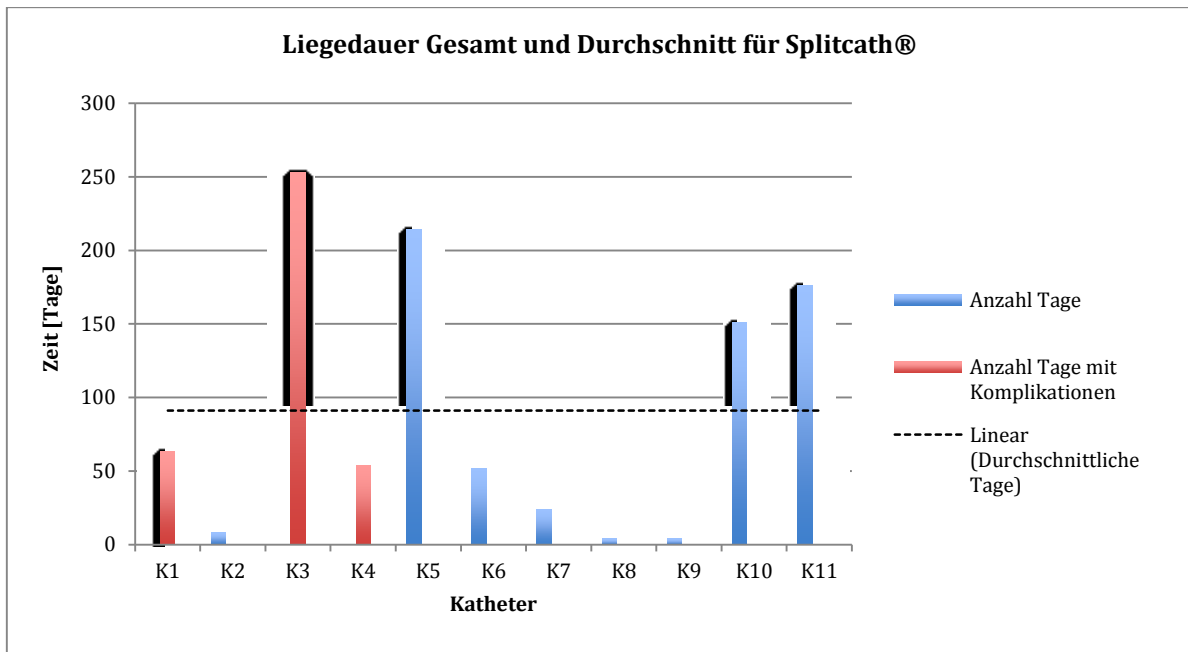


Abbildung 46: DL - Katheter mit Cuff, Split Cath®

### 3.8.3 DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath®

37x wurde ein Katheter dieser Gruppe verwendet. Die folgende Abbildung (Abb. 47) zeigt die Anzahl der Liegedauer in Tagen, bezogen auf die jeweiligen Katheter. Ferner wird auch die durchschnittliche Liegedauer, bezogen auf alle 37 Katheter, dargestellt. Diese liegt bei rund 100 Tagen. Die dargestellten Katheter in roter Farbe mussten aufgrund von Komplikationen entfernt werden.

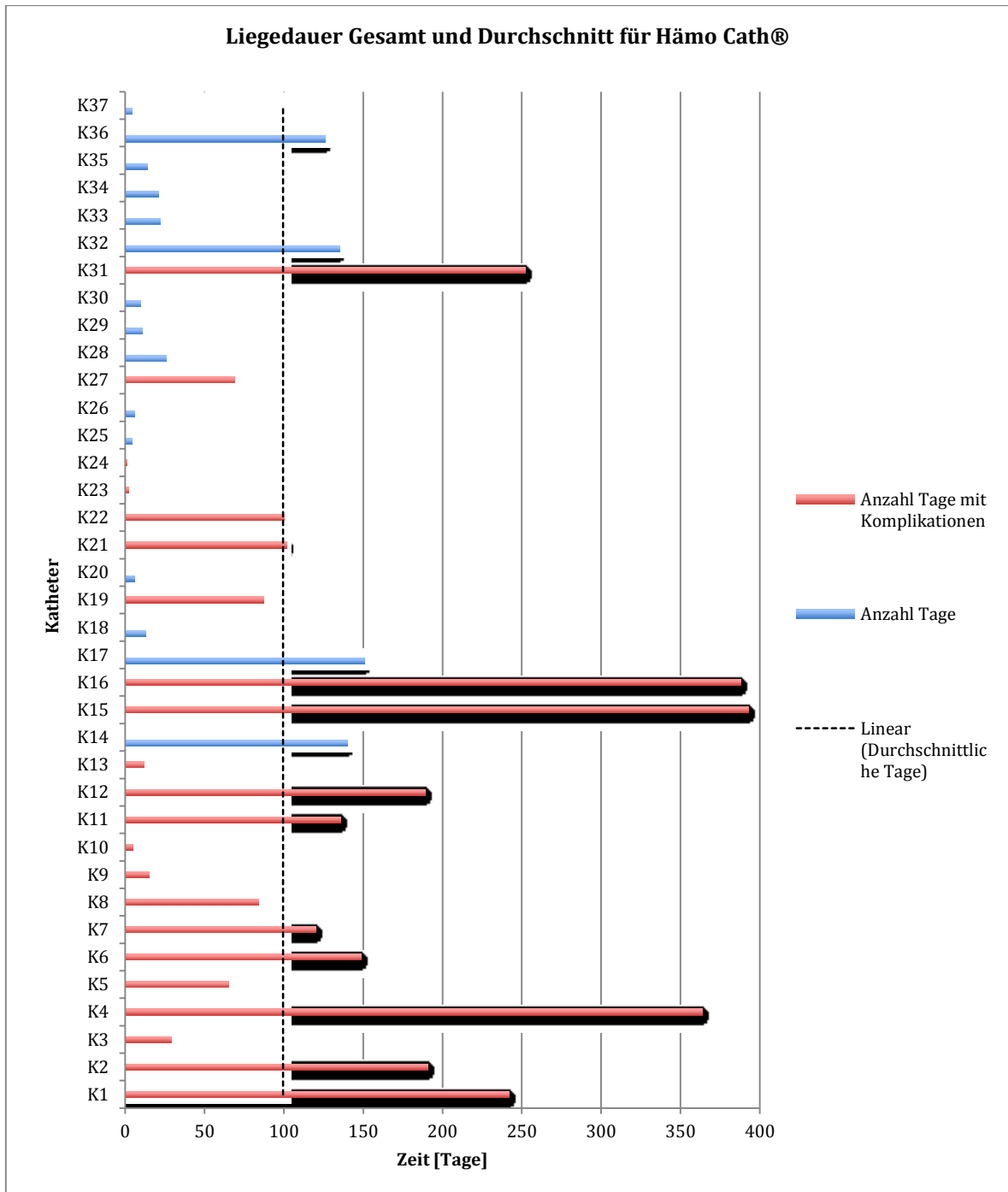


Abbildung 47: DL - Katheter mit Cuff, Hämo Cath®

### 3.8.4 DL – Katheter ohne Cuff

Hier wurden in Summe 4 Katheter verwendet. Das Diagramm zeigt die Anzahl der Liegedauer in Tagen, bezogen auf die jeweiligen Katheter. Weiters wird auch die durchschnittliche Liegedauer, bezogen auf alle 4 Katheter dargestellt. Diese liegt bei rund 16 Tagen (Abb. 48). Die dargestellten Katheter in roter Farbe mussten aufgrund von Komplikationen entfernt werden.

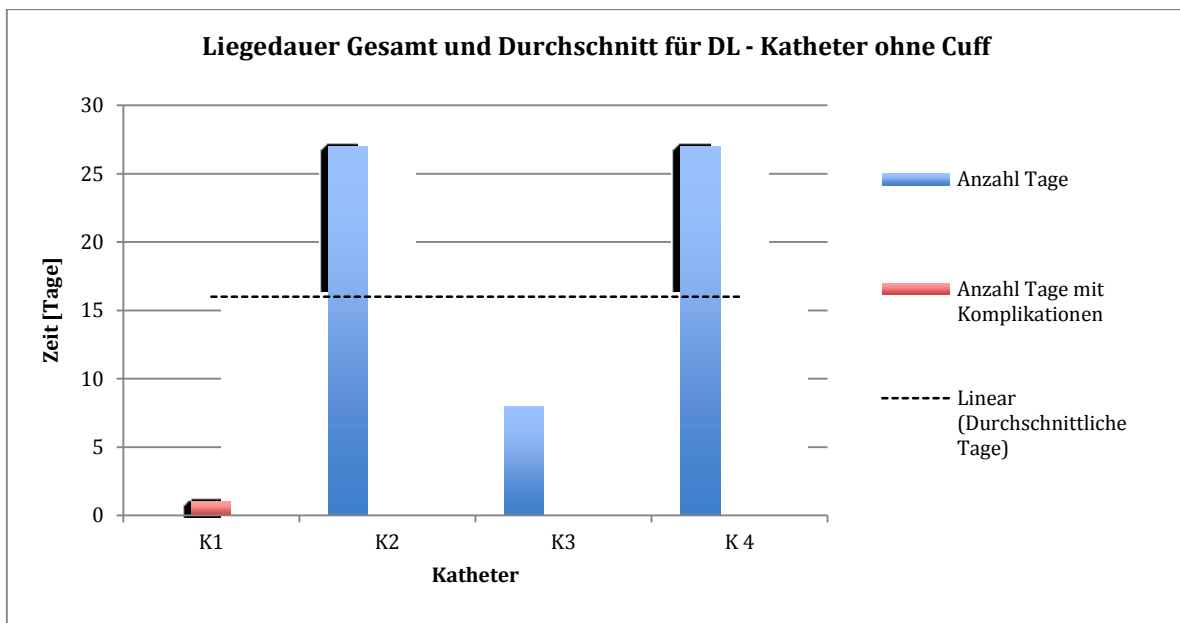


Abbildung 48: DL - Katheter ohne Cuff

### 3.9 Übersicht Katheterhaltbarkeit bei speziellen Bedingungen

Spezielle Bedingungen werden hier wie folgt definiert: Patienten/Patientinnen, die 3 oder mehrere Katheter im Laufe der Behandlung benötigten.

#### 3.9.1 Katheterhaltbarkeit für Pat. 1:

In Summe wurden bei Pat.1 17 Katheter gelegt, wobei einige Kathedertypen mehrfache Anwendung fanden. Es wurde je 4x (23,5%) ein SL – Katheter mit Cuff und ein DL – Katheter mit Cuff, Split Cath® und 9x (53%) ein DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath®, verwendet (Abb. 49 und 50).

Abb. 51 zeigt die durchschnittliche Haltbarkeit in Tagen für die jeweilige Kathetergruppe. So hielten Katheter aus der Gruppe der SL – Katheter mit Cuff im Schnitt 210,5 Tage, Katheter aus der Gruppe der DL – Katheter mit Cuff, Split Cath® rund 94,5 Tage und Katheter aus der Gruppe der DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® rund 139,9 Tage.

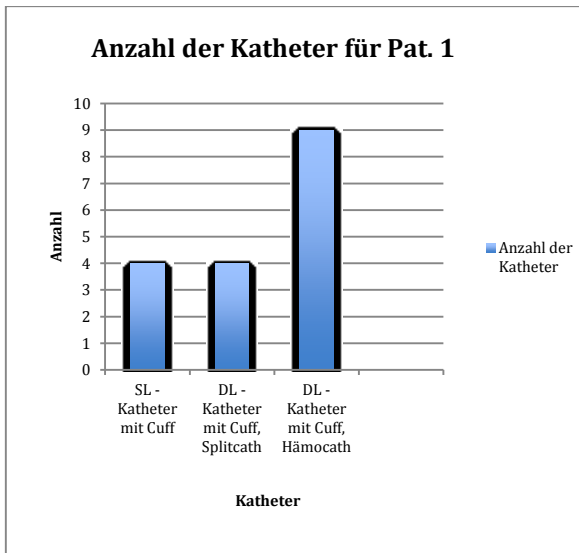


Abbildung 49: Anzahl der Katheter Pat. 1

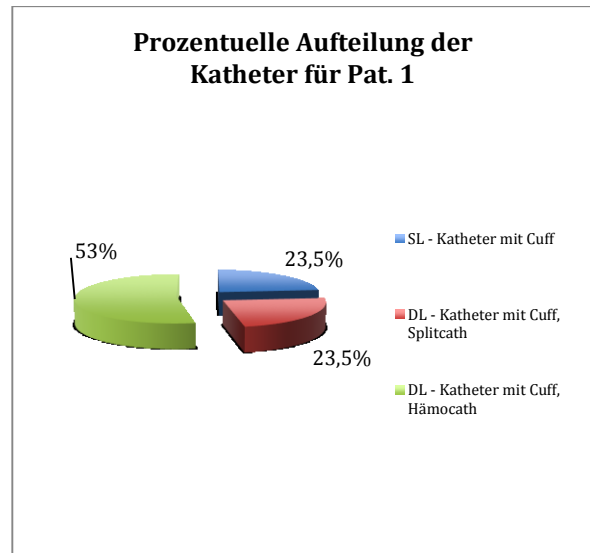


Abbildung 50: Prozentuelle Aufteilung

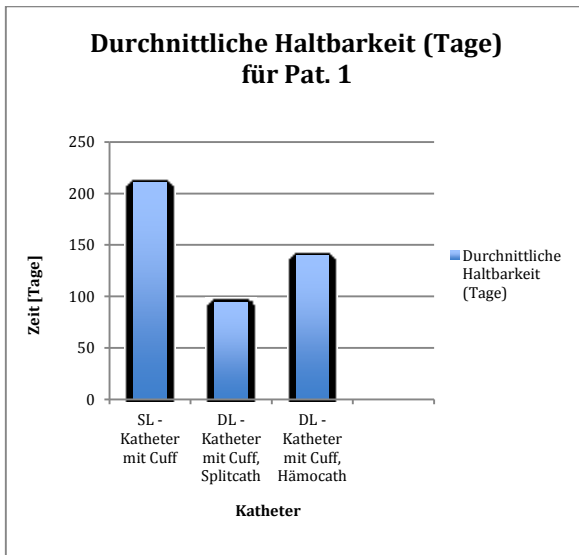


Abbildung 51: Durchschnittliche Haltbarkeit

### 3.9.2 Katheterhaltbarkeit für Pat. 2:

In Summe wurden bei Pat.2 5 Katheter gelegt, es kam immer ein Katheter aus der Gruppe DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® zum Einsatz. Die Durchschnittliche Haltbarkeit der Katheter betrug 96,4 Tage.

### 3.9.3 Katheterhaltbarkeit für Pat. 3:

In Summe wurden bei Pat.3 3 Katheter gelegt, wobei immer der gleiche Kathetertyp verwendet wurde. Die durchschnittliche Haltbarkeit der Katheter betrug 310,67 Tage.

### 3.9.4 Katheterhaltbarkeit für Pat. 5:

In Summe wurden 3 Katheter gelegt. 2x wurde ein DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® (67%) und 1x ein DL – Katheter ohne Cuff (33%) verwendet (Abb. 52 und Abb. 53). Die durchschnittliche Haltbarkeit bei den DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® betrug 46,5 Tage und der DL – Katheter ohne Cuff hielt einen Tag.

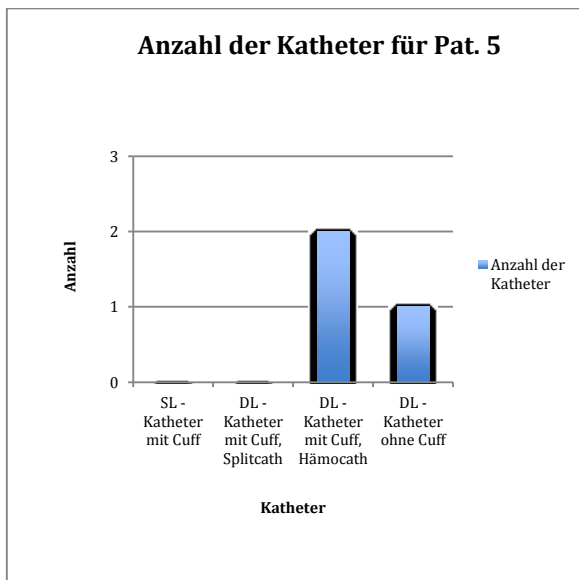


Abbildung 52: Anzahl der Katheter Pat. 5

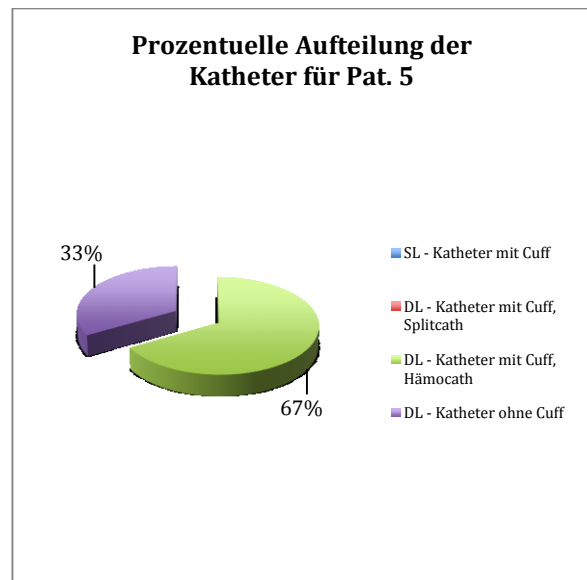


Abbildung 53: Prozentuelle Aufteilung

### 3.9.5 Katheterhaltbarkeit für Pat. 7:

In Summe wurden hier 7 Katheter gelegt, wobei einige Kathetertypen mehrfache Anwendung fanden. 2x (29%) wurde ein SL – Katheter mit Cuff und 5x (71%) ein DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® verwendet (Abb. 54 und Abb. 55).

Die durchschnittliche Haltbarkeit der SL – Katheter mit Cuff betrug 4,5 Tage, die der DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® 41,8 Tage (Abb. 56).

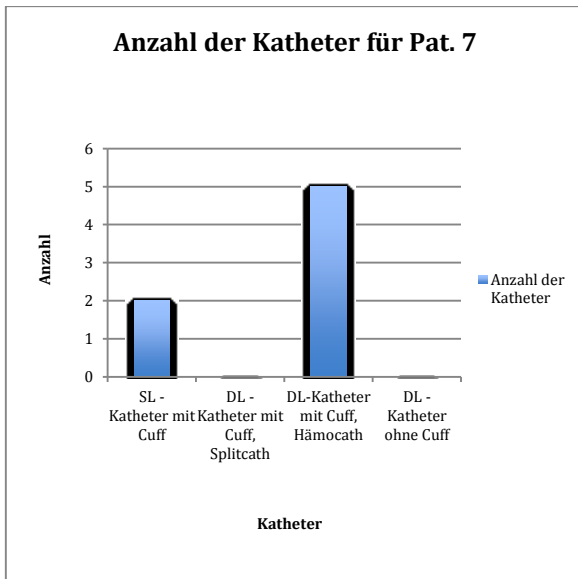


Abbildung 54: Anzahl der Katheter Pat. 7

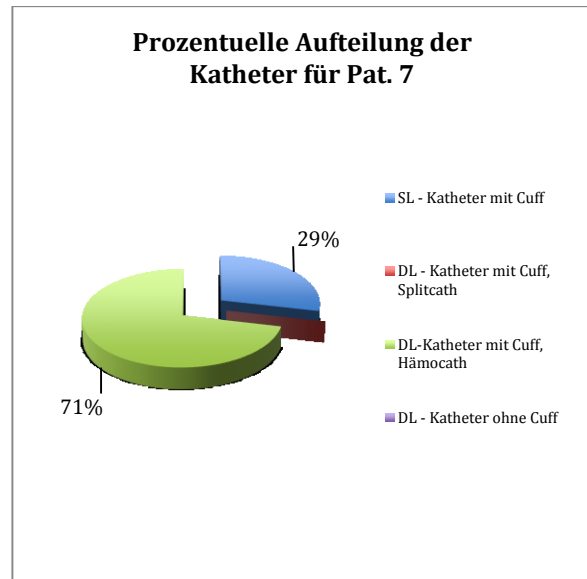


Abbildung 55: Prozentuelle Aufteilung

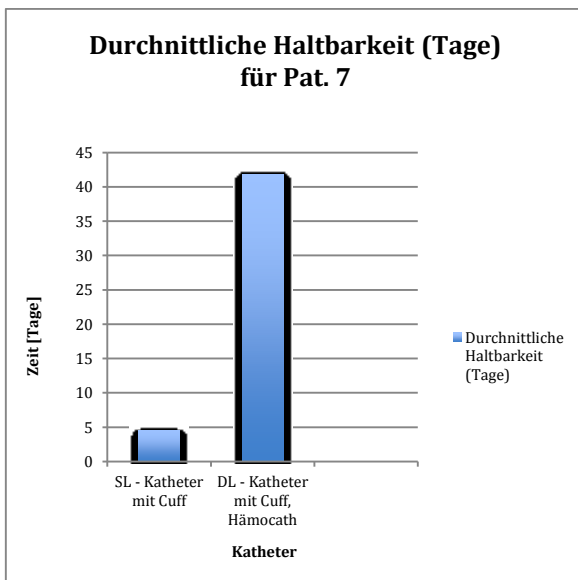


Abbildung 56: Durchschnittliche Haltbarkeit

### 3.9.6 Katheterhaltbarkeit für Pat. 8:

In Summe wurden 3 Katheter gelegt. Es wurde ein DL – Katheter mit Cuff, Split Cath® und 2x ein DL – Katheter mit Cuff, Hämocath® gelegt (Abb. 57). In Prozent entspricht dies 33% für den Split Cath® – Katheter und 67% für den Hämocath® Katheter (Abb 58). Die Hämocath® Katheter hielten im Schnitt 5 Tage und der Split Cath® hielt 52 Tage.

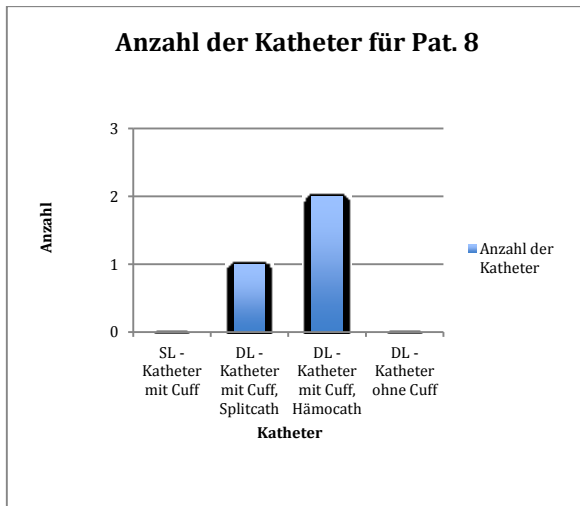


Abbildung 57: Anzahl der Katheter Pat. 8

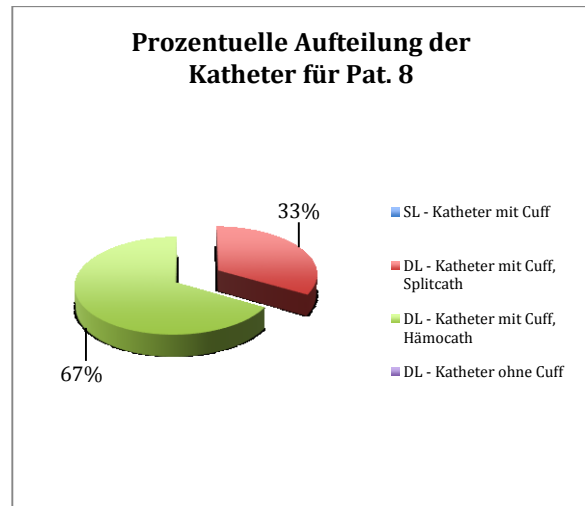


Abbildung 58: Prozentuelle Aufteilung

### 3.9.7 Katheterhaltbarkeit für Pat. 11:

In Summe wurden bei Pat.11 3 Katheter gelegt. Mehrfachanwendungen einzelner Katheter kamen nicht zum Einsatz. Es wurde je ein SL – Katheter mit Cuff, ein DL – Katheter mit Cuff, Split Cath® und ein DL – Katheter ohne Cuff gelegt. In Prozent entspricht dies je 33,3% für jeden Katheter.

### 3.9.8 Katheterhaltbarkeit für Pat. 15:

In Summe wurden hier 3 Katheter gelegt, 1x (33%) ein SL – Katheter mit Cuff, und 2x (67%) ein DL – Katheter mit Cuff, Hämocath® (Abb. 59, Abb. 60). Die DL – Katheter mit Cuff, Hämocath® hielten im Durchschnitt 193,5 Tage und die Liegedauer des SL – Katheter mit Cuff betrug 90 Tage.

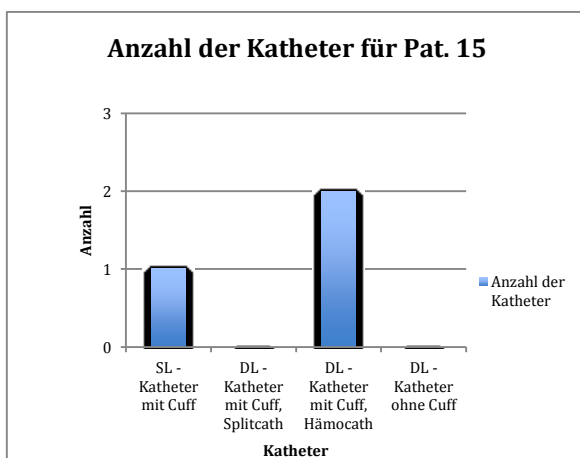


Abbildung 59: Anzahl der Katheter Pat. 15

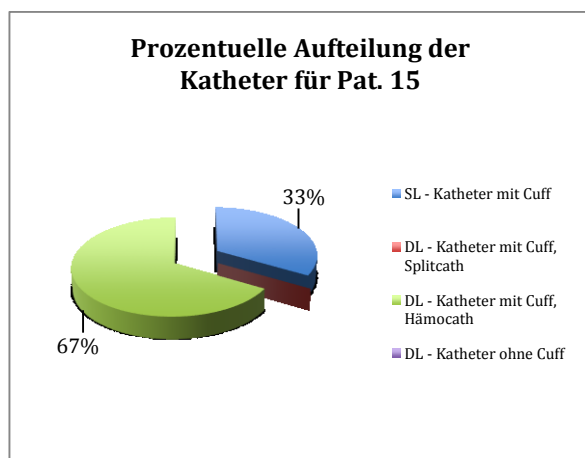


Abbildung 60: Prozentuelle Aufteilung

### **3.10 Komplikationen**

Folgende Komplikationen traten während der Behandlungen auf: lokale Infektionen an der Einstichstelle, die durch die Eintrittsstelle des Katheters durch die Haut begünstigt wurden, mechanische Irritation durch Verbände und Fixiermaterial, lokale Abszess Bildungen, Besiedelung der Katheter an der Oberflächeninnenseite mit Bakterien, vorwiegend Staphylokokken.

Lokale Thrombosen an der Katheter Innenwand führten zu einer deutlichen Einschränkung des Blutflusses, Engstellen des Katheters nach oftmaligen Knickstellen des Katheters, Materialermüdung des Katheters mit nachfolgenden Wandschwächen des Katheters, Bildung von Leckagen, verrutschen der Katheterspitze, sodass ein Ansaugen des Blutes in der entsprechenden Geschwindigkeit nicht mehr gewährleistet werden kann.

Aufgrund der oft kurzen Liegezeit (nur ein paar Tage), waren die Komplikationen relativ überschaubar. Nachfolgend werden die Patienten/Patientinnen, bei denen Komplikationen auftraten genauer beschrieben.

#### **3.10.1 Komplikationsbeschreibung für Pat. 1**

Bei Pat. 1, der in Summe 17 Katheter benötigte, wurde auf Grund von Hautirritationen nach dem zweiten Katheter auf die linke Seite gewechselt. Ein Katheter an der rechten Subclavia (SL – Katheter mit Cuff) musste aufgrund von Materialermüdung nach 615 Tagen gewechselt werden. Einmal musste wegen eines Tunnelabszesses der Katheter gewechselt werden. Ein wiederkehrendes Problem war eine Thrombose am Endloch, wodurch es immer wieder zu Flussproblemen kam.

#### **3.10.2 Komplikationsbeschreibung für Pat. 2**

Bei Pat. 2 kam es zu einer Thrombose aufgrund von Materialermüdung. Nach einem Katheterwechsel kam es zur Sepsis.

#### **3.10.3 Komplikationsbeschreibung für Pat. 3**

Bei Pat.3 mussten die Katheter aufgrund der langen Liegedauer (jeder über 380 Tage) und einer eintretenden Materialermüdung in Form von Leck – und Luftansaugproblemen gewechselt werden.

### 3.10.4 Komplikationsbeschreibung für Pat. 7

Bei Pat. 7 mussten die Katheter mehrmals aufgrund mechanischer Irritationen, hervorgerufen durch das Spielen des Kindes mit dem Katheter, gewechselt werden. Ein Katheter musste aufgrund einer Abszessbildung bereits nach 7 Tagen gewechselt werden.

### 3.10.5 Komplikationsbeschreibung für Pat. 8

Bei Pat. 8 musste ein Katheter wegen Materialermüdung entfernt werden. Im Zuge dessen wurde gleich auf einen längeren Katheter gewechselt.

### 3.10.6 Komplikationsbeschreibung für Pat. 15

Bei Pat. 15 musste ein Katheter wegen Materialermüdung nach 252 Tagen gewechselt werden.

## 3.11 Katheterhaltbarkeit in Tagen absolut mit Komplikationen

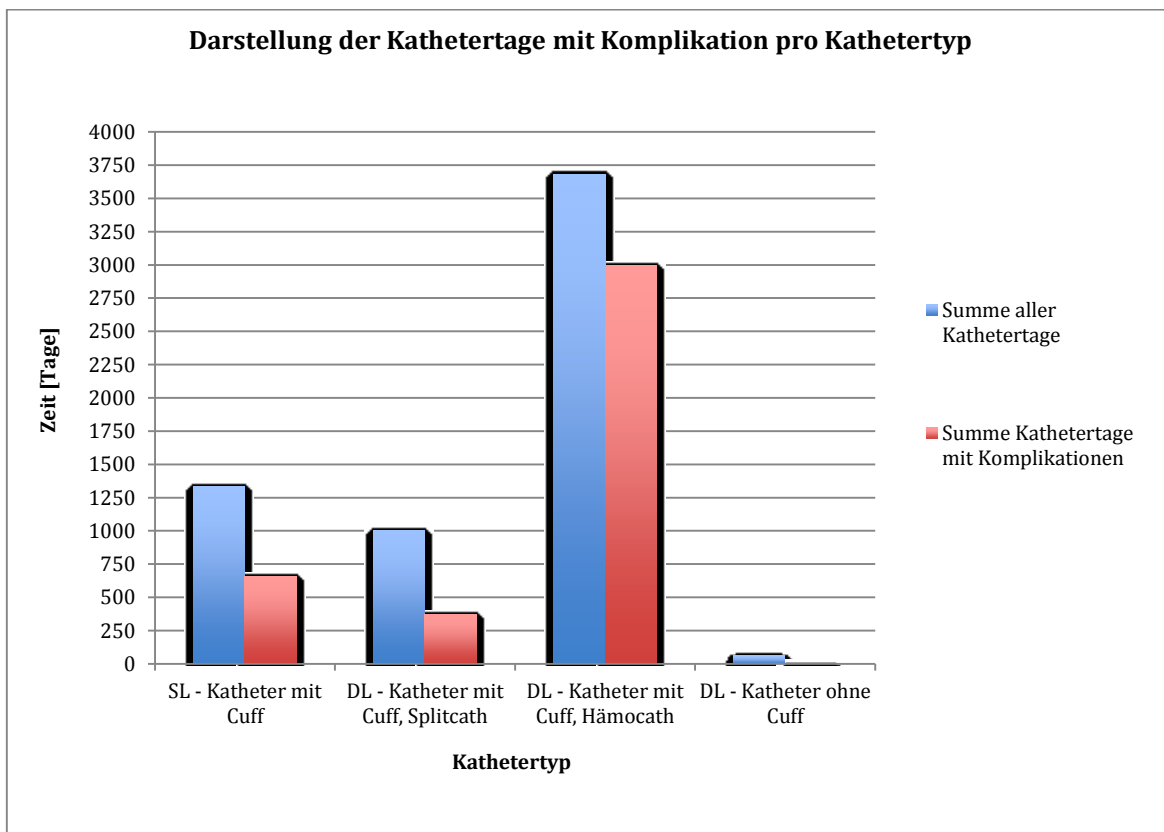


Abbildung 61: Katheterhaltbarkeit in Tagen mit Komplikationen

Abbildung 61 zeigt die Gesamtkathetertage mit Komplikationen pro Kathetertyp. In dieser Betrachtung kann der DL – Katheter ohne Cuff vernachlässigt werden, da dieser grundsätzlich nur für Kurzzeittherapie vorhergesehen ist und bei seinen 63 Kathetertagen nur einmal eine Komplikation aufwies. Der SL – Katheter mit Cuff war 1336 Tage im Einsatz, davon musste er zweimal aufgrund von Komplikationen entfernt werden, einmal nach 615 und einmal nach 33 Tagen. Der Split Cath® war 1003 Kathetertage im Einsatz. Bei 3 von 11 Katheter kam es aufgrund auftretender Komplikationen zu einem Wechsel, einmal nach 62 Tagen, einmal nach 253 Tagen und einmal nach 54 Tagen. Der Hämocath® war 3684 Tage am längsten im Einsatz. Bei 22 der 37 Hämocath® Katheter traten Komplikationen auf und es kam zu einem Wechsel. Die Zeitspanne bis zum Auftreten von Komplikationen liegt zwischen einem Tag und 393 Tagen.

### 3.12 Prozentuelle Darstellung Anzahl der Katheter mit und ohne Komplikationen

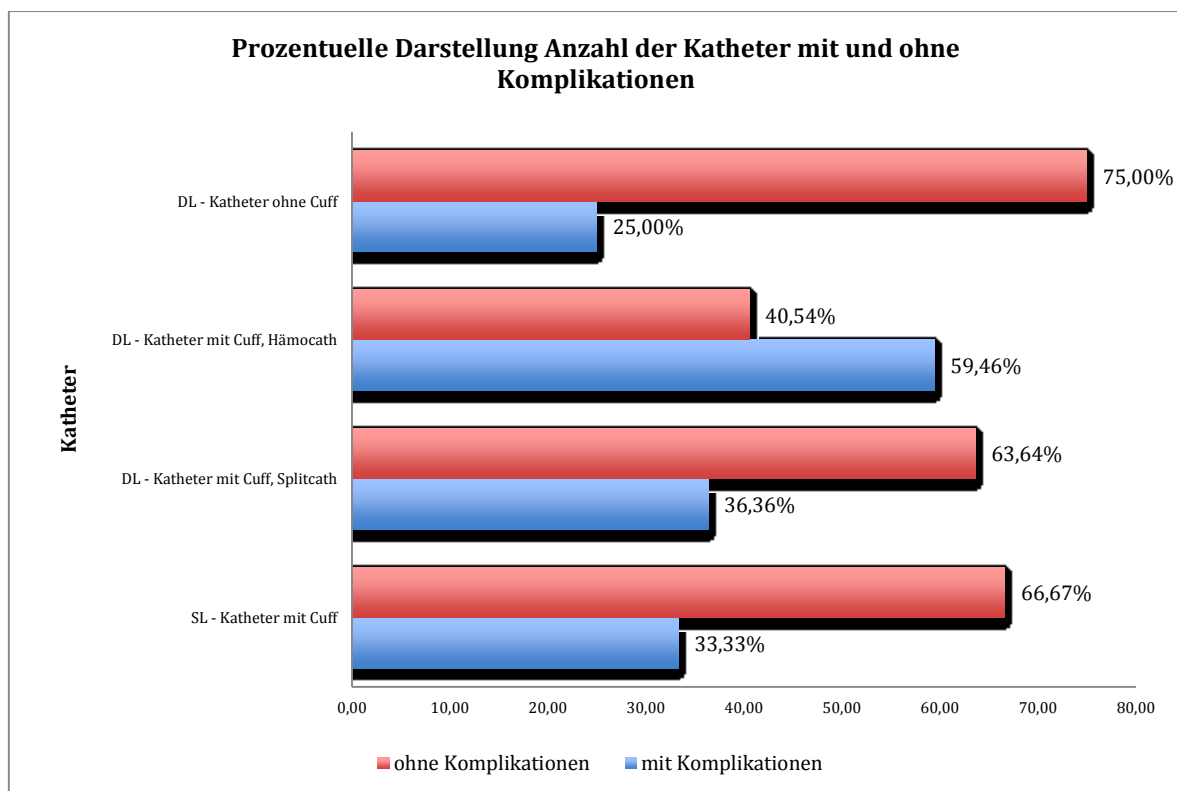


Abbildung 62: Anzahl der Katheter mit/ohne Komplikationen

Abbildung 62 zeigt die prozentuelle Aufstellung, wie oft die jeweiligen Katheter mit bzw. ohne Komplikationen, bezogen auf die Katheteranzahl, verwendet wurden. Betrachtet man den DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath®, so zeigt sich, dass trotz Komplikationen dieser Katheter prozentuell öfter verwendet wurde als andere Kathetertypen. Traten keine Komplikationen auf, so wurden, wiederum bezogen auf die Katheteranzahl, der DL – Katheter ohne Cuff mit 75% und der SL – Katheter mit Cuff mit 66,67% verwendet.

Abbildung 63 und Abbildung 64 zeigen die Haltbarkeit in Tagen mit und ohne Komplikationen und der Standardabweichung.

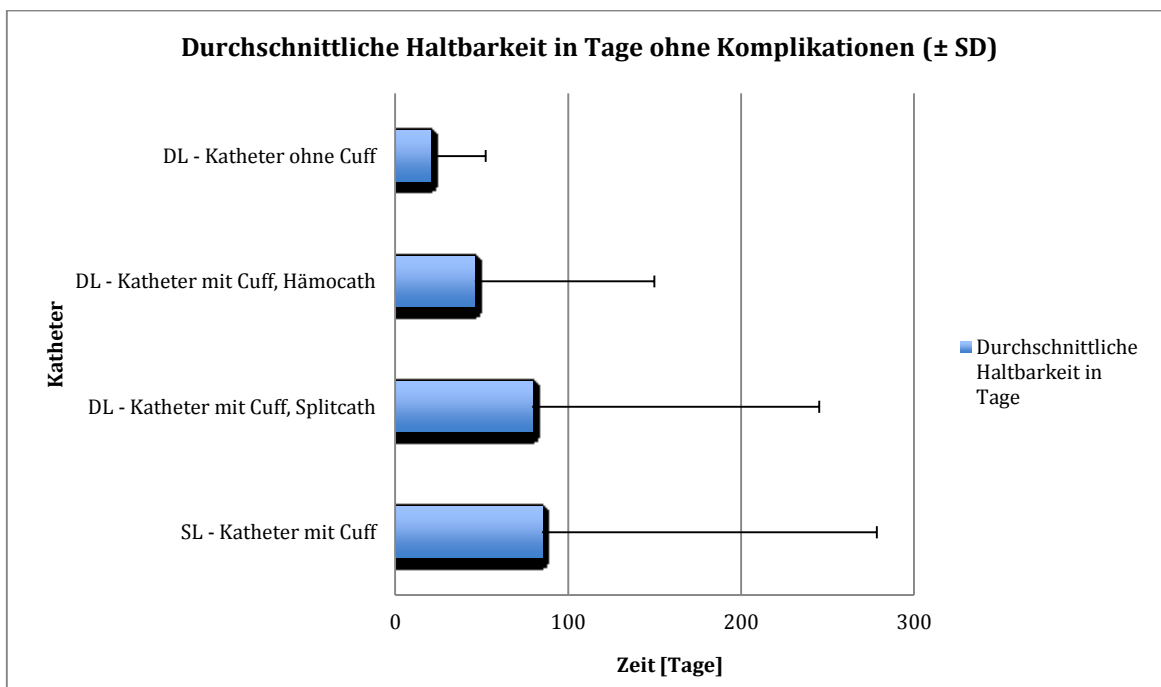


Abbildung 63: Haltbarkeit in Tage ohne Komplikation + Standardabweichung

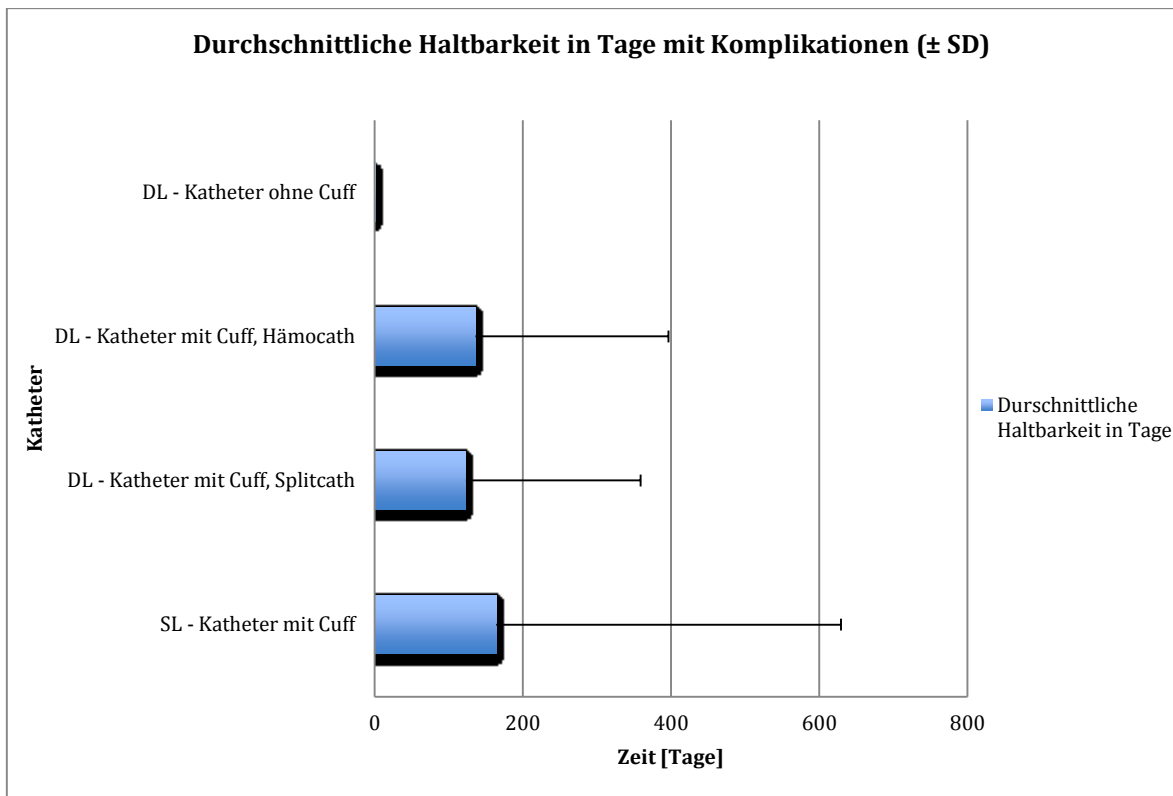


Abbildung 64: Haltbarkeit in Tage mit Komplikation + Standardabweichung

### 3.13 Ursachen der Katheterentfernung

In dieser Studie führten verschiedene Ursachen zu einem Katheterwechsel. Abbildung 65 beschreibt diese nach Art und Häufigkeit: 13x kam es zu einer Materialermüdung, 5x zu einer Selbstentfernung des Katheters durch den Patienten/Patientinnen, je 2x zu einem Abszess/Tunnelabszess, Thrombose oder mechanische Irritation, 3x zu einem Leck bzw. Luftansaugung oder Flussprobleme und je 1x zu einem Katheterknick an der Einstichstelle, Sepsis oder Hautirritation. Hierbei ist zu sagen, dass ein Therapieende ebenfalls in die Kategorie Katheterentfernung fällt und gefallen ist.

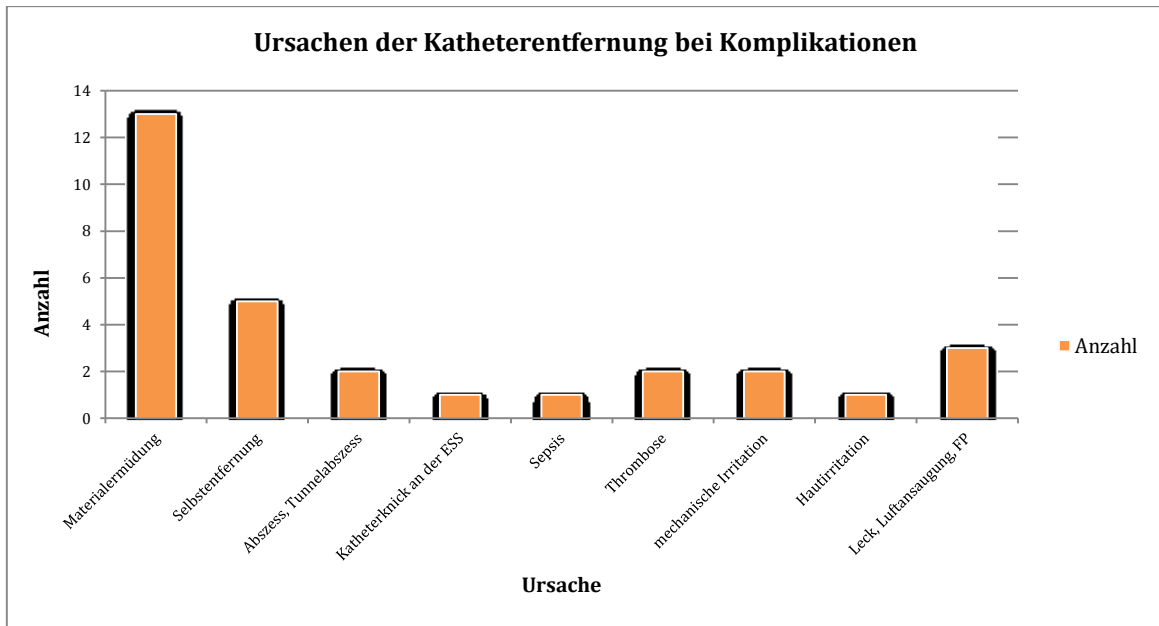


Abbildung 65: Ursachen der Katheterentfernung

Die Materialermüdung war die häufigste Komplikation, die einen Katheterwechsel notwendig machte. Folgende Abbildung (Abb.66) zeigt die Haltbarkeit der einzelnen Katheter durch Materialermüdung. Allgemein ist ersichtlich, dass Materialermüdungen schon nach einigen Monaten oder erst nach Jahren auftreten können. Von den hier aufgezeigten Kathetern mit Materialermüdung waren exakt 11 Katheter vom Typ DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® (Abb. 67).

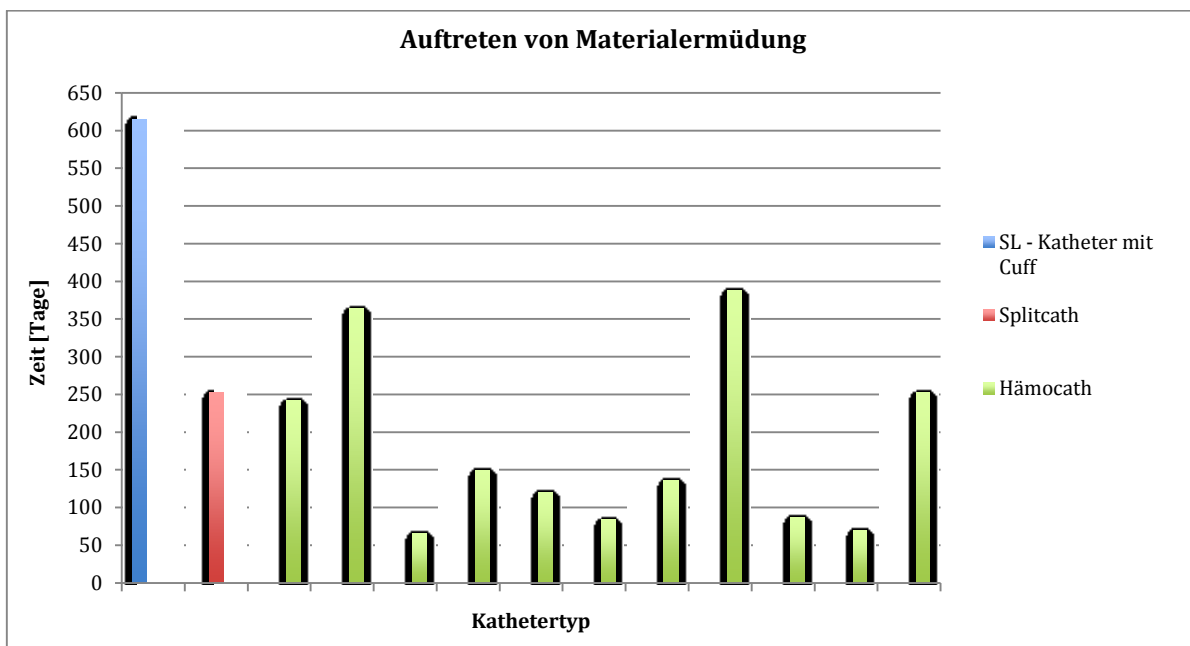


Abbildung 66: Aufstellung Materialermüdung

## 4 Diskussion

Trotz der überschaubaren Anzahl an Patienten/Patientinnen bzw. Katheter und der daraus resultierenden Ergebnissen eignen sich mehrere Faktoren zu einer intensiveren Diskussion.

Die Definition bei den Patienten/Patientinnen in Unterscheidungsklassen, sprich Neugeborene, Säuglinge, Kleinkinder, Vorschulkinder, Schulkinder und Jugendliche, ist notwendig, um verschiedenste Ableitungsmöglichkeiten bzw. Diskussionspunkte zu besprechen. Grundsätzlich kann, basierend anhand der Patientenfälle/Patientinnenfälle, gesagt werden, dass die Kategorie der Vorschulkinder die meisten Punktionsorte aufzuweisen hatten. Somit wäre als erster Diskussionspunkt die Thematik der Punktionsorte zu nennen.

Die V. subclavia wurde am häufigsten punktiert. Hier ist zu sagen, dass diese bei den Neugeborenen und bei den Säuglingen nie zum Einsatz kam, sehr oft aber bei Patienten/Patientinnen ab dem ersten Lebensjahr (=Kleinkind). Daraus folgt, dass dieser Punktionsort ab dem Kleinkindalter bevorzugt ist, obwohl lt. Literatur (26) V. jugularis interna bevorzugt wird. Bei Säuglingen ist die Punktion der V. subclavia aufgrund eines engen Knickes problematisch, was ein mögliches Flussproblem zur Folge hat bzw. haben könnte.

Die V. jugularis interna ist, bezogen auf die Körpergröße der Patienten/Patientinnen die größte Vene für jeweilige Behandlungen. Dieser Sachverhalt kann als wesentlicher Vorteil bei Neugeborenen betrachtet werden.

Die V. femoralis kann in dieser Studie vernachlässigt werden, da sie nur einmal zum Einsatz kam. Anhand der ausgewerteten Punktionsorte resultiert, dass die rechte Körperseite bei Punktionen bevorzugt wurde, da sich die Sondierung auf der rechten Seite leichter durchführen lässt als auf der linken Seite.

Ein weiterer Punkt dieser Studie ist die Betrachtung der Kathetergrößen.

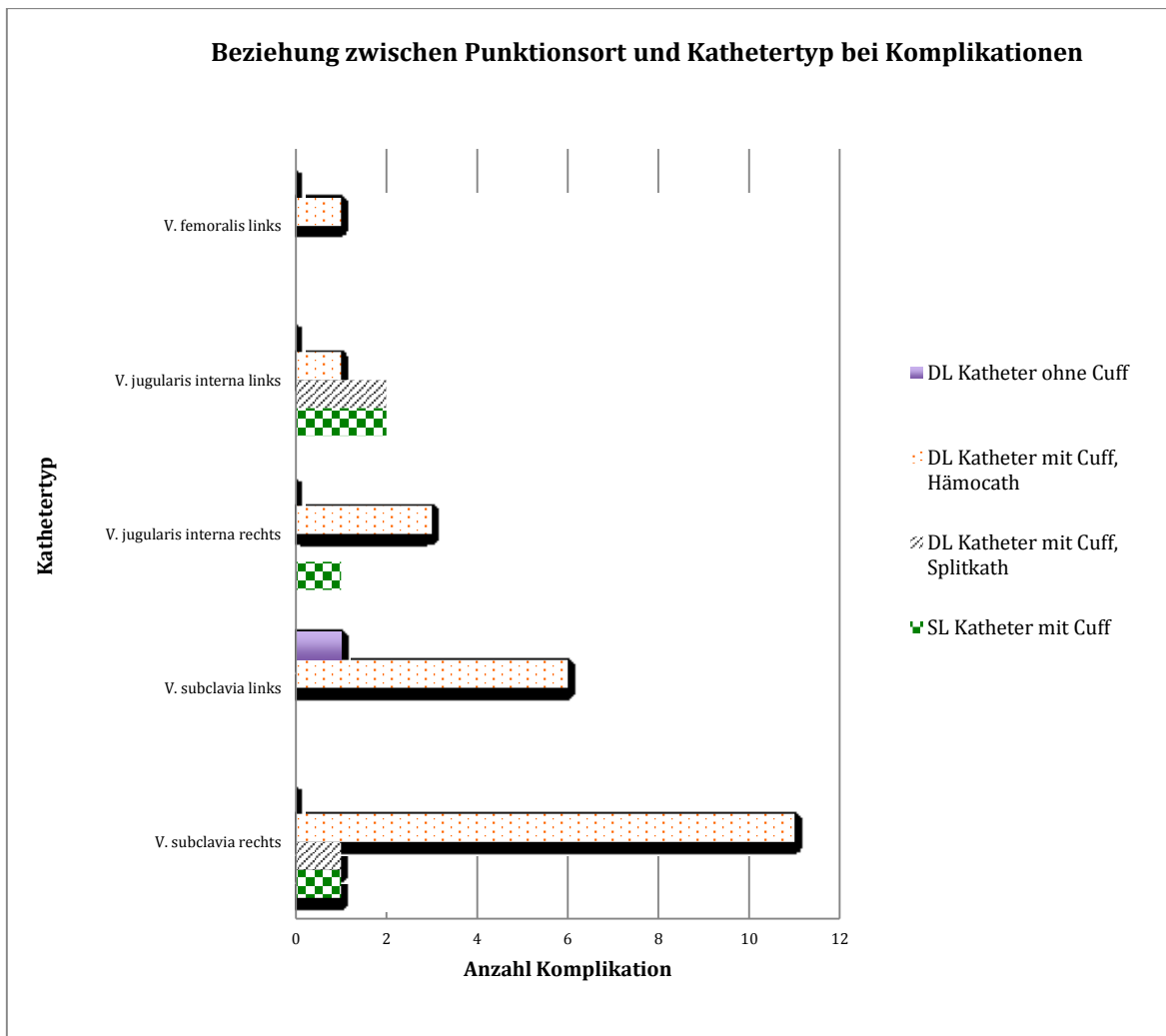
Aufgrund der ausgewerteten Daten lässt sich ein direkter Zusammenhang von Kathetergröße zu Patientenalter/Patientinnenalter ableiten. Mit zunehmendem Alter der Patienten/Patientinnen erhöhte sich auch die Kathetergröße.

Bei der Kathetergröße von 6,5 FR, die als Katheter für Säuglinge dienen kann, besteht im allgemeinen das Problem, dass sie nicht die notwendige Haltbarkeit der

Katheter für mechanische Belastung aufweisen. Als direkten Grund ist hier steifes Polyurethan als Material zu nennen. Auftretende Knickstellen können für einen nicht mehr ausreichenden Blutfluss verantwortlich sein. Es besteht ein direkter Zusammenhang von Kathetergröße zu Katheterstabilität. Das heißt: je dicker der Katheter, desto höher die Stabilität. Silikon als Kathetermaterial muss differenziert betrachtet werden. Einerseits könnte man die Weichheit des Material als positiv betrachten. Bezogen auf zentralvenösen Stenosen ist dieser mögliche Vorteil keineswegs mittels Studien belegbar. Andererseits stellt die gegebene Flussrate ein Problem dar. Dies lässt sich dadurch begründen, dass bei Silikon eine wesentlich dickere Wandstärke notwendig ist als bei anderen Kathetermaterialien. Bei gleichbleibendem Außendurchmesser wird der Katheter – Innendurchmesser kleiner – folglich sinkt die Flussrate.

Die Haltbarkeit bzw. die Liegedauer der Katheter und deren Betrachtung der implizierten Komplikationen, ist ein wesentlicher Bestandteil dieser Arbeit.

Bezogen auf Materialermüdung, Haltbarkeit und Einsatzhäufigkeit wurde der Hämo Cath® am häufigsten verwendet. Die durchschnittliche Liegedauer liegt hier bei 128 Tagen. Bei all diesen Kategorien darf die Katheterpflege nicht außer Acht gelassen werden. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen richtiger Katheterpflege und Katheterhaltbarkeit bzw. Liegedauer. Dennoch kann die Haltbarkeit bzw. Liegedauer bei ungewünschter Patienteninteraktion/ Patientinneninteraktion drastisch sinken. Dieser Sachverhalt kann anhand eines konkreten Beispiels bewiesen werden. Eine Patientin benötigte durch wiederholtes Spielen mit dem Katheter in Summe 5 Katheter in einem Zeitraum von 16 Tagen.

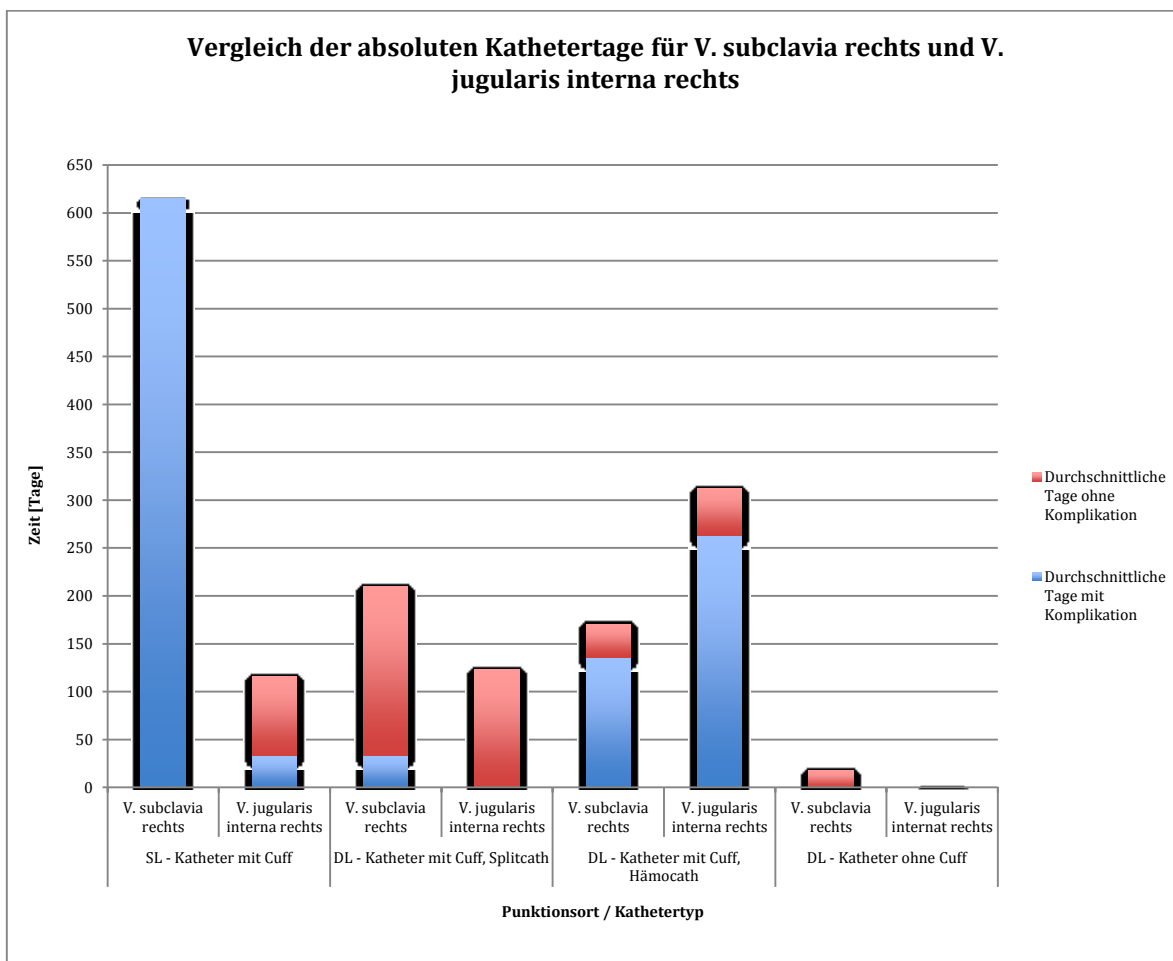


**Abbildung 67: Beziehung zwischen Punktionsort und Kathetertyp bei Komplikationen**

In Abbildung 67 wird gezeigt, dass die V. subclavia (rechts und links) die meisten Komplikationen aufweist. Ferner sei noch erwähnt, dass der Kathetertyp DL Katheter mit Cuff, Hämo Cath® ebenfalls mehr Komplikationen verursacht als der Tesio bzw. Split Cath® Katheter. Beim Tesio Katheter ist ein gleich dickes und zylindrisches Lumen vom Anfang bis zum Ende, bei dem sich keine Ablagerungen in Ecken bilden können. Der Hämo Cath® hat ein Halbmond förmiges Lumen, bei dem sich in den Ecken Thromben anlagern können und schlechtere Flusseigenschaften als ein zylindrisches Lumen hat.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass Komplikationen erst nach ca. 4 Monaten, wenn man von mehrfach aufgetretener Selbstentfernung absieht, auftreten. Meist manifestieren sich diese in Form von Thrombosen, Tunnelabszessen, Materialermüdung, Ansaugprobleme durch Materialermüdung.

Diese Faktoren können nicht ausgeschlossen werden, folglich sind sie bei jeder Katheterlegung als mögliche Komplikationen zu berücksichtigen.



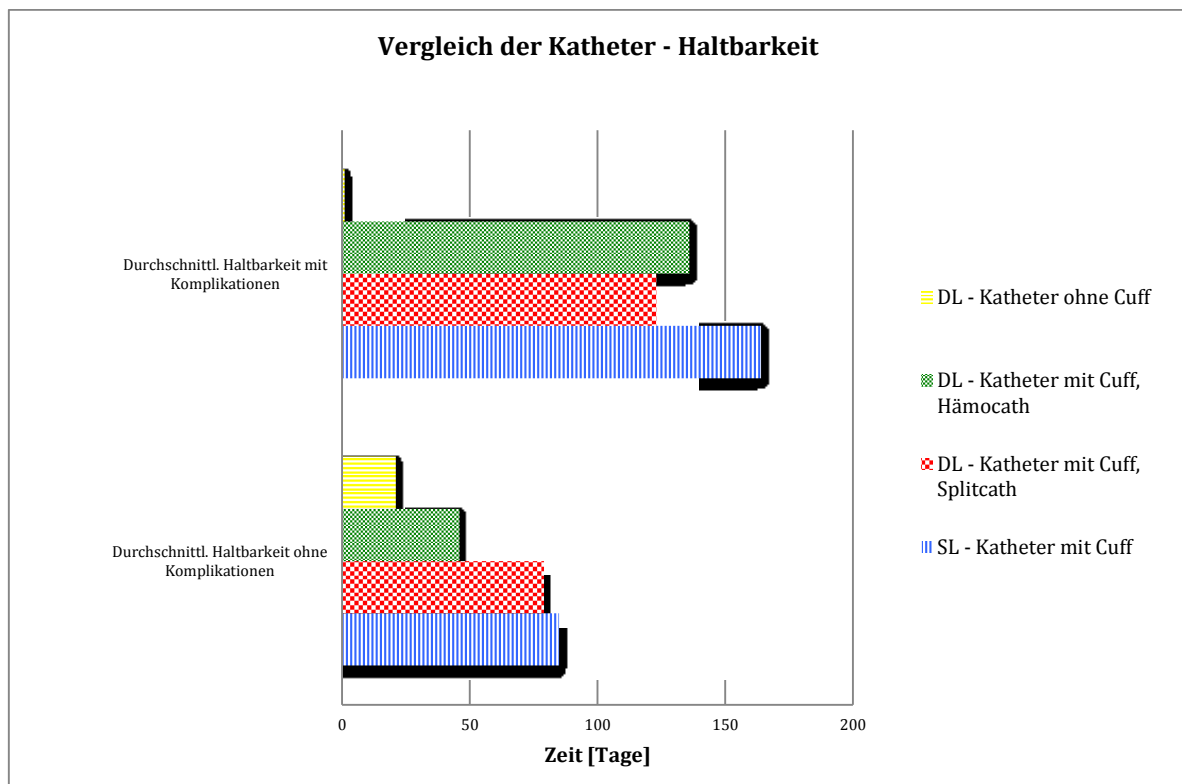
**Abbildung 68: Vergleich der Punktionsorte für V. subclavia rechts und V. jugularis interna rechts**

Abbildung 68 stellt für jeden Kathetertyp die V. subclavia rechts und die V. jugularis interna rechts gegenüber. Vergleicht man die Punktionsorte beim SL – Katheter mit Cuff so sieht man, dass bei der V. subclavia rechts der Katheter 615 Tage bis zur Materialermüdung gehalten hatte. Bei der V. jugularis interna rechts war die Liegedauer bis zur Komplikation im Durchschnitt 33 Tage. Ohne Komplikationen war die durchschnittl. Liegedauer in der V. jugularis interna rechts 83 Tage.

Für den DL – Katheter mit Cuff, Split Cath® war die Liegedauer bis zur Komplikation in der V. subclavia rechts im Durchschnitt 33,5 Tage, ohne Komplikation war die durchschnittl. Liegedauer 176 Tage. Ohne Komplikationen hielt der Katheter im Schnitt 123 Tage bei Punktion der V. jugularis interna rechts.

Beim DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® war die durchschnittl. Liegedauer bis hin zur Komplikation bei Punktion der V. subclavia rechts 135 Tage, bei der V. jugularis interna rechts 263 Tage. Vergleicht man beide Punktionsorte bzgl. Liegedauer, so kann festgehalten werden, dass bei Punktion der V. jugularis interna rechts der Katheter fast doppelt so lange bis zur Materialermüdung im Einsatz war. Ohne Komplikationen hielt der Katheter in der V. subclavia rechts im Durchschnitt 35 Tage, in der V. jugularis interna rechts 49 Tage.

Der DL – Katheter ohne Cuff kam nur selten zum Einsatz. Ohne Komplikation betrug die durchschnittl. Liegedauer in der V. subclavia rechts 18 Tage, da er als Kurzzeitkatheter nach 2 - 4 Wochen entfernt bzw. durch einen anderen ersetzt wurde.



**Abbildung 69: Vergleich der Katheter - Haltbarkeit**

In Abb. 69 wird gezeigt, dass Komplikationen bei einer durchschnittlichen Liegedauer unter 100 Tage nicht aufgetreten sind. Beim Vergleich der Kathetergruppen ist zu erkennen, dass der Hämo Cath® und der Split Cath® bzgl. der durchschnittlichen Haltbarkeit bis zum Auftreten von Komplikationen eine ähnliche Liegedauer aufweisen, der SL – Katheter mit Cuff hält im Durchschnitt

um 30 – 40 Tage länger als die anderen. Beim Vergleich der durchschnittl. Haltbarkeit mit und ohne Komplikationen sieht man, dass die Katheter bei längerer Liegedauer (4 – 6 Monate) am Ende Komplikationen aufweisen, als wenn sie unter vier Monate Liegedauer ohne Komplikationen entfernt werden. Dies ist dadurch erklärbar, dass bei der durchschnittl. Haltbarkeit ohne Komplikationen auch jene Katheter mitgerechnet sind, die aufgrund von Therapieende entfernt wurden. Durchschnittlich am längsten hielt der SL – Katheter mit Cuff, sowohl mit (164 Tage) als auch ohne (85 Tage) Komplikationen. Wenn man den Hämo Cath® bis zum Auftreten von Komplikationen belässt, ist die durchschnittliche Liegedauer des Katheters mit 136 Tage dreimal so lange als in der Gruppe der Katheter mit durchschnittlicher Haltbarkeit ohne Komplikationen, da in dieser Gruppe auch Katheterentfernungen aufgrund geplanter Therapieenden miteinberechnet wurden.

Bei Langzeitbedarf wurden Katheter bis zum Auftreten von Komplikationen belassen und dann bei Bedarf gegen einen neuen Katheter ersetzt. Daraus ergibt sich, dass bei langer Liegedauer Komplikationen zu erwarten sind.

Andererseits ist die richtige Katheterpflege ein wesentliches Kriterium zur Erhaltung der Haltbarkeit/Liegedauer.

Der DL – Katheter ohne Cuff wurde als Akutkatheter nur kurzzeitig verwendet. Üblicherweise wird er nach zwei Wochen entfernt, da bei längerer Liegedauer die Gefahr einer Infektion besteht. In einem Fall wurde der Katheter wegen Selbstentfernung vom Pat. schon nach einem Tag gewechselt. Dies war nicht vorhersehbar.

Betrachtet man den SL – Katheter mit Cuff bezüglich der durchschnittlichen Katheterhaltbarkeit, so resultiert die hohe durchschnittliche Haltbarkeit von 111 Tagen aufgrund zweier Extremfälle. 1x betrug die Liegedauer 615 Tage, 1x 335 Tage. Vergleicht man die Kathetertypen DL – Katheter mit Cuff, Hämo Cath® und DL – Katheter mit Cuff, Split Cath® so ist hier der Unterschied von 100 zu 91 Tagen relativ gering.

Der Kathetertyp DL – Katheter ohne Cuff hatte eine sehr geringe Liegedauer. Dies ist durch die niedrige Verwendungsanzahl von vier Stück begründet.

Beim Vergleich der 4 Kathetertypen bezüglich ihrer Gesamtkathetertage und der Kathetertage bis zum Auftreten von Komplikationen ist ersichtlich, dass der DL –

Katheter ohne Cuff, der nur für Kurzzeitanwendung gedacht ist und normalerweise keine Komplikationen aufweist, einmal jedoch aufgrund von Selbstentfernung nach bereits einem Tag neu gelegt werden musste. Die meisten Kathetertage weist der Hämo Cath® mit insgesamt 3684 Tagen auf. Er musste aufgrund von Komplikationen 22x gewechselt werden. Die Zeitspanne zwischen dem Wechsel erstreckt sich bereits von einem Tag (Selbstentfernung) bis 393 Tagen (Materialermüdung). Der SL – Katheter mit Cuff musste nur 2x (einmal nach 615 und einmal nach 33 Tagen) aufgrund von Komplikationen bei einer Gesamtliegedauer von 1336 Tagen gewechselt werden. Der Split Cath® musste bei 1003 Kathetertage dreimal aufgrund von Komplikationen gewechselt werden. Diese traten im Vergleich zum Hämo Cath® seltener auf (3x von 11 Katheter).

Wenn man den Hämo Cath® und den Split Cath® miteinander vergleicht, so ist Ersterer der dünnste Katheter mit Cuff mit der Länge von 18 oder 24 cm. Dieser hat eine durchschnittliche Haltbarkeit von rund 100 Tagen. Der Split Cath® dagegen hat eine Länge von 15, 18 oder 24 cm, ist aber dicker als der Hämo Cath®. Seine durchschnittliche Liegedauer betrug 90 Tage. Der Hämo Cath® wurde mit 3684 Kathetertagen mehr als dreimal so lange wie der Split Cath® (1003 Kathetertage) verwendet. Der Hämo Cath® musste in mehr als 50 Prozent (22 von 37) der Fälle aufgrund auftretender Komplikationen gewechselt werden, der Split Cath® hingegen in nur drei von elf Anwendungen. Die Zeitspanne zwischen dem Wechsel erstreckt sich beim Hämo Cath® von einem Tag (Selbstentfernung) bis 393 Tagen (Materialermüdung), beim Split Cath® musste im Vergleich dazu erst nach fast zwei Monaten aufgrund auftretender Komplikationen entfernt bzw. getauscht werden. Die durchschnittliche Haltbarkeit mit Komplikationen ist bei beiden Kathetern relativ gleich hoch: Hämo Cath® 136 Tage zu 123 Tage beim Split Cath®. Ebenso ähneln sich die beiden Katheter auch bei der Gesamtdurchschnittsliegedauer (mit und ohne Komplikationen). Diese liegt beim Hämo Cath® bei 100 Tage und beim Split Cath® bei 91 Tage.

Somit ist der Split Cath® zwar der bessere Katheter, aber aufgrund der geringen Dicke der Hämo Cath® besser geeignet für kleine Kinder.

## 5 Literaturverzeichnis

1. N.N. Lysetherapie bei Katheterverschluss Ärzteblatt Deutschland, 2010 vol.107(17) p.55
2. Hollenbeck M, Mickley V, Brunkwall J, Daum H, Haage P, Ranft J, et al. Vascular access for hemodialysis. Nephrologe. Springer-Verlag; 2009 Feb 26;4(2):158–76.
3. Lang H. Zentralvenöse Zugänge - So bringen Sie den Katheter zum Herzen. Lege artis. 2012;2:182–7.
4. Schweinitz von D, Ure B, editors. Kinderchirurgie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013.
5. Geberth S, Nowack R. Praxis der Dialyse. Berlin Heidelberg: Springer Verlag; 2011.
6. Janik JE, Conlon SJ, Janik JS. Percutaneous central access in patients younger than five years. Journal of Pediatric Surgery. 2004 Aug;39(6):1252–6.
7. Hörl WH, Wanner C. Dialyseverfahren in Klinik und Praxis. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
8. Y J, NM S, MW T, RJ F, CW M, editors. A meta-analysis of hemodialysis catheter locking solutions in the prevention of catheter -related infection. National Kidney Foundation. 2008 Feb;5(2):233–41.
9. Fachinformation Taurolock [cited 2015 Jun 04].available from: <http://www.taurolock.com>
10. Medical Components, Inc. Medcomp Fachinformation [Internet]. [cited 2015 May 20] Available from: [http://medcomp.mobi/products/long\\_term/bio-flex\\_tesio.html](http://medcomp.mobi/products/long_term/bio-flex_tesio.html)
11. Rödl G. Adaption von Erwachsenen Dialysegeräten auf Kinder und Jugendliche. Graz;
12. Asmus W. Bewährte Standards und neue Technologien bei Dialysekathetern. 2006 Oct 28.
13. Hollenbeck M, Niehuus A, Wozniak G, Hennigs S. Zentralvenöse Katheter als Zugang für die Akut - und Dauerdialyse. Der Chirurg. 2012.
14. Volumenstrom. 2015 May. [cited 2015 Jun 10] Available from:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Volumenstrom>

15. Medical Components, Inc. Split Cath long term hemodialysis catheter [Internet]. Harleysville: Medical Components, Inc. [cited 2015 March 29] Available from: <http://www.medcompnet.com>
16. [cited 2015 Jun 25]. Available from: <http://www.gambro.com/en/global/>
17. Schulte am Esch J, Bause H, Kochs E, Scholz J, Standl T, Werner C. Anästhesie. 3rd ed. Bob A, Bob K, editors. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2007.
18. Uslu M, Börner U, Koebe J. Leitfaden der zentralvenösen Katheterisierung. Stuttgart: Thieme Verlag; 1997.
19. Striebl HW. Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin. 8 ed. Feankfurt am Main - Höchst: Schattauer Verlag; 2012.
20. Kochs E, Adams HA, Spies C. Anästhesiologie. 2nd ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
21. Zentraler Venenkatheter - DocCheck Flexikon. [cited 2015 March 01] Available from: [http://flexikon.doccheck.com/de/zentraler\\_Venenkatheter](http://flexikon.doccheck.com/de/zentraler_Venenkatheter)
22. Dialyse [Internet]. [cited 2015 Apr 29]. Available from: <http://de.wikipedia.org/wiki/Dialyse>
23. Hoffmann, Lentze, Spranger, Zepp. Pädiatrie. 4 ed. Hoffmann, Lentze, Spranger, Zepp, editors. Heidelberg: Springer Verlag; 2014.
24. Bald M, Biberthaler P, Blattmann C, Bosse HM, Engelmann G, Fitzke G, et al. Kurzlehrbuch Pädiatrie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2012.
25. Frey B, Bär W, Berger TM, Cotting J, Hammer J, Micallef J, et al. Die Früherkennung und Frühtherapie des septischen Schocks kann Leben retten. Zürich; 2011;22.
26. Benzing A, Pannen B. Praxishandbuch Anästhesie - Leitfaden für die klinische Arbeit. 2nd: Deutscher Ärzteverlag

