

**Die Auswirkungen peripartaler
Anästhesieverfahren bei herzkranken Frauen
auf Mutter und Kind**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
Bonn

Dorothee Viktoria Bartmann
aus Aachen

2013

Angefertigt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. G. Baumgarten
2. Gutachter: Prof. Dr. A. Müller

Tag der Mündlichen Prüfung: 21.05.2013

Aus der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Operative
Intensivmedizin der Universität Bonn
Direktor: Prof. Dr. A. Hoeft

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	8
1. Einleitung und Fragestellung.....	10
2. Herzerkrankung und Schwangerschaft.....	13
2.1 Physiologische Anpassungsvorgänge des Herzkreislaufsystems während der Schwangerschaft	13
2.2 Systematik der Herzfehler und ihre Bedeutung für den Schwangerschaftsverlauf	16
2.2.1 Herzklappenfehler.....	16
2.2.2 Herzklappenersatz.....	19
2.2.3 Shuntvitien	20
2.2.4 Ischämische Herzerkrankungen.....	23
2.2.5 Kardiomyopathien	24
2.2.6 Erkrankungen mit Beteiligung der Aorta.....	26
2.2.7 Arrhythmien.....	28
2.3 Risiko-Scores.....	30
3. Die Anästhesiologie in der Geburtshilfe	33
3.1 Vaginale Geburt	35
3.1.1 Systemische Analgesie zur vaginalen Geburt.....	35
3.1.2 Vaginale Geburt mit Periduralanästhesie.....	36
3.2 Sectio caesarea	38
3.2.1 Sectio caesarea mit Spinalanästhesie	38
3.2.2 Sectio caesarea mit Periduralanästhesie	40
3.2.3 Sectio caesarea mit kombinierter Spinal-Epiduralanästhesie	41
3.2.4 Sectio caesarea in Allgemeinanästhesie.....	42
4. Die Anästhesiologie bei kardiovaskulären Erkrankungen	44
5. Material und Methoden	46
5.1 Studiendesign	46

5.2	Patientinnen	46
5.3	Datenerfassung.....	47
5.4	Einteilung der Patientinnen in Kategorien	47
5.4.1	<i>Anpassung des WHO-Risiko-Scores</i>	48
5.5	Primäre Endpunkte	52
5.5.1	<i>Mütterliches Outcome</i>	52
5.5.2	<i>Kindliches Outcome</i>	52
5.6	Statistische Analyse.....	54
6.	Ergebnisse.....	56
6.1	Patientinnen und kardiovaskuläre Erkrankungen.....	56
6.2	Entbindungsverfahren.....	61
6.3	Geburtshilfliche Anästhesieverfahren	61
6.4	Abhängigkeiten zwischen Entbindungsmodus, Anästhesieverfahren und WHO-Risikoklassifikation.....	62
6.4.1	<i>Abhängigkeit des Entbindungsverfahrens von der WHO-Risikoklassifikation</i>	63
6.4.2	<i>Abhängigkeit der Sectioindikation von der WHO-Risikoklassifikation</i>	64
6.4.3	<i>Abhängigkeit des Anästhesieverfahrens von der Sectioindikation</i>	66
6.4.4	<i>Abhängigkeit des Anästhesieverfahrens bei Sectio caesarea von der WHO-Risikoklassifikation</i>	67
6.5	Mütterliches Outcome: Länge des postpartalen Krankenhausaufenthalts	69
6.5.1	<i>Abhängigkeit der LOS vom Geburtsverfahren</i>	69
6.5.2	<i>Abhängigkeit der LOS vom Anästhesieverfahren</i>	71
6.5.3	<i>LOS in Abhängigkeit von der WHO-Risikoklassifikation</i>	73
6.6	Mütterliches Outcome: Blutdruckabfall.....	74
6.6.1	<i>Abhängigkeit der Blutdruckschwankung vom Entbindungsverfahren</i>	75
6.6.2	<i>Abhängigkeit der Blutdruckschwankung vom Anästhesieverfahren</i>	77
6.6.3	<i>Abhängigkeit der Blutdruckschwankung von der WHO-Risikoklasse</i>	78
6.7	Mütterliches Outcome: Postpartaler Intensivstationsaufenthalt.....	80
6.7.1	<i>Abhängigkeit des postpartalen Intensivstationsaufenthalts von der Entbindungsart</i>	81

6.7.2	<i>Abhängigkeit des postpartalen Intensivstationsaufenthalts vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea</i>	81
6.7.3	<i>Abhängigkeit des postpartalen Intensivstationsaufenthalts von der WHO-Risikoklasse</i>	84
6.8	Kindliches Outcome: Postnatale Anpassung	86
6.8.1	<i>Abhängigkeit des APGAR-Scores vom Geburtsverfahren</i>	88
6.8.2	<i>Abhängigkeit des APGAR-Scores vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea</i>	89
6.8.3	<i>Abhängigkeit des APGAR-Scores von der WHO-Risikoklassifikation</i>	91
6.8.4	<i>Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts vom Geburtsverfahren</i>	94
6.8.5	<i>Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea</i>	95
6.8.6	<i>Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts von der WHO-Risikoklassifikation</i>	97
6.8.7	<i>Abhängigkeit des BE-Werts vom Geburtsverfahren</i>	98
6.8.8	<i>Abhängigkeit des BE-Werts vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea</i>	99
6.8.9	<i>Abhängigkeit des BE-Werts von der WHO-Risikoklassifikation</i>	101
6.9	Kindliches Outcome: Intrauterine Entwicklung	102
6.9.1	<i>Abhängigkeit der Körperlänge, des Körpergewichts und des Kopfumfangs von der WHO-Risikoklassifikation</i>	104
6.9.2	<i>Abhängigkeit des Gestationsalters bei Geburt von der WHO-Risikoklassifikation</i>	106
7.	Diskussion	108
7.1	Die Auswirkung der kardialen Erkrankung auf das Outcome	108
7.2	Die Auswirkung des Entbindungsverfahrens auf das Outcome	112
7.3	Die Auswirkungen des geburtshilflichen Anästhesieverfahrens auf das Outcome	115
7.4	Einschränkungen	121
7.5	Schlussfolgerung	123
8.	Zusammenfassung	125
9.	Literaturverzeichnis	126

Abkürzungsverzeichnis

AI	=	Aortenklappeninsuffizienz
APGAR	=	von Virginia Apgar entwickelter Score zur Beurteilung der postnatalen Anpassung von Neugeborenen
AS	=	Aortenklappenstenose
ASD	=	Vorhofseptumdefekt (Atrialer Septumdefekt)
AV-Block	=	Atrioventrikulärer Block
BE	=	Basenüberschuss (Base excess)
CHD	=	Angeborener Herzfehler (Congenital heart disease)
CMACE	=	Centre for Maternal and Child Enquiries
CoA	=	Aortenisthmusstenose (Coarctatio aortae)
CSE	=	Kombinierte Spinal-Epiduralanästhesie
EF	=	Ejektionsfraktion
ESC	=	European Society of Cardiology
HCM	=	Hypertrophe Kardiomyopathie
HOCM	=	Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie
HZV	=	Herzzeitvolumen
ICD	=	Implantierbarer Cardioverter-Defibrillator
ITN	=	Intubationsnarkose
KHK	=	Koronare Herzkrankheit
LGA	=	Groß für das Reifealter (Large for gestational age)
LOS	=	Länge des Krankenhausaufenthalts (Length of stay)
LVEF	=	Linksventrikuläre Ejektionsfraktion
LVOT	=	Linksventrikulärer Ausflusstrakt
LVPF	=	Linksventrikuläre Pumpfunktion
MI	=	Mitralklappeninsuffizienz
MS	=	Mitralklappenstenose
NCCM	=	Non-compaction Kardiomyopathie
NYHA	=	New York Heart Association
PAH	=	Pulmonal-arterielle Hypertonie
pDA	=	Persistierender bzw. offener Ductus Arteriosus Botalli
PDA	=	Periduralanästhesie

PI	=	Pulmonalklappeninsuffizienz
PPCM	=	Peripartum Kardiomyopathie
PS	=	Pulmonalklappenstenose
SGA	=	Klein für das Reifealter (Small for gestational age)
SPA	=	Spinalanästhesie
SSW	=	Schwangerschaftswoche
SVT	=	Supraventrikuläre Tachyarrhythmie
TGA	=	Transposition der großen Arterien
TI	=	Trikuspidalklappeninsuffizienz
TIA	=	Transitorische ischämische Attacke
ToF	=	Fallot'sche Tetralogie (Tetralogy of Fallot)
TS	=	Trikuspidalklappenstenose
VSD	=	Ventrikelseptumdefekt
VSGA	=	Sehr klein für das Reifealter (Very small for gestational age)
VT	=	Ventrikuläre Tachyarrhythmie
WHO	=	World Health Organization
WPW	=	Wolff-Parkinson-White-Syndrom
Z.n.	=	Zustand nach

1. Einleitung und Fragestellung

Die Inzidenz herzkranker schwangerer Frauen wird mit 0,1 – 4 % angegeben (van Mook und Peeters, 2005b). Obwohl diese Zahlen seit Jahrzehnten konstant sind, hat sich der prozentuale Anteil der verschiedenen Herzerkrankungen verändert. Zunehmend erreichen Frauen mit angeborenen Herzfehlern (CHD – congenital heart disease) das gebärfähige Alter (Khairy et al., 2006) und nehmen einen immer größeren Stellenwert unter den herzkranken Schwangeren ein (Siu und Colman, 2001). Während ihr Anteil 1995 noch mit 30 – 50 % angegeben wurde (Kaemmerer et al., 1995), stellten sie 2005 mit 70 – 80 % die größte Gruppe kardialer Komplikationen dar (van Mook und Peeters, 2005b). Dies resultiert aus der Verbesserung der therapeutischen Versorgung von Kindern mit CHD und insbesondere erfolgreichen Herzoperationen, die zu einer deutlich höheren Überlebensrate geführt haben (Kaemmerer und Hess, 2005; van Mook und Peeters, 2005b). Seit 1940, als die mittlere Überlebensrate der Kinder mit hämodynamisch relevanter CHD mit 20 % noch sehr ungünstig war, ist es gelungen diese durch die konstante Verbesserung in der medizinischen Versorgung bis zum Jahr 2000 auf 85 % zu steigern (Kaemmerer und Hess, 2005).

Im Gegenteil zur steigenden Rate an CHD nimmt in Industrienationen die Inzidenz des rheumatischen Fiebers durch die besseren und früheren antibiotischen Therapiemaßnahmen ab (Braunwald, 2008). Bei Immigranten und in Entwicklungsländern ist dies aber immer noch die häufigste Ätiologie einer Herzerkrankung (Bhatla et al., 2003; European Society of Cardiology (ESC), 2011; Naidoo et al., 2002). Dies zeigt sich auch in Industrienationen mit hoher Immigrationsrate, in denen die Verteilung zu Gunsten von rheumatischen Valvulopathien und kardiovaskulärer Beteiligung bei Chagas, Syphilis oder Beriberi verschoben ist. Dieses Patientenkollektiv stellt somit die nächstgrößere Gruppe dar (Siu und Colman, 2001; van Mook und Peeters, 2005b).

Des Weiteren treten nunmehr auch ischämische Herzerkrankungen in den Vordergrund. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass immer mehr Frauen in einem höheren Alter gebären und die Fortschritte in der Therapie ischämischer Herzerkrankungen eine reguläre Beendigung der Schwangerschaft zulassen (Councilman, 2008). Hinzu kommen die steigenden Zahlen von Schwangeren mit kardiovaskulären Risikofaktoren wie Nikotinkonsum, Diabetes und Adipositas (Merz, 2010).

Trotz einer konstanten Inzidenz an herzkranken Schwangeren ist ihre Mortalität erfreulicherweise von 6 % in den 1930er Jahren auf 0,5 – 2,7 % gesunken (van Mook und Peeters, 2005a). Das Risiko Komplikationen bis hin zum Tod zu erleiden ist dennoch bei gesunden Schwangeren niedriger als bei Herzkranken. Herzerkrankungen sind in 15 % aller schwangerschaftsassozierten maternalen Todesfälle die Ursache und damit nach Embolien und Hämorrhagien (Cox et al., 2005) die häufigste nicht obstetrische letale Komplikation (van Mook und Peeters, 2005b). Diese Tendenz verdeutlicht auch der letzte Report des britischen „Centre for Maternal and Child Enquiries (CMACE)“, das sich seit den 1950er Jahren mit den Ursachen für maternale Mortalität in Großbritannien beschäftigt. Demnach starben im Zeitraum 2006 – 2008 an den Folgen einer bereits bestehenden oder neu aufgetretenen kardialen Erkrankung 2,31 von 100.000 schwangeren Frauen. Bei einer Gesamtmortalitätsrate von 11,39 von 100.000 Müttern waren kardiale Komplikationen somit die häufigste Todesursache (CMACE, 2011). Den größten Anteil machen die erworbenen Herzerkrankungen wie Myokardinfarkt, Aortendissektion und Kardiomyopathie aus (Curry et al., 2009). Eine besonders hohe Mortalität haben Patientinnen, die an Eisenmenger-Syndrom, obstruktiver Lungengefäßerkrankung oder Marfan-Syndrom mit aortaler Beteiligung erkrankt sind. Das Morbiditätsrisiko für Herzinsuffizienz, Arrhythmie und Schlaganfall ist für alle herzkranken Patientinnen erhöht (Siu und Colman, 2001).

Anästhesiologische Vorfälle stellen 1,6 % der Todesursachen während Schwangerschaft und Geburt dar und gehören damit zu den häufigsten Gründen (Cox et al., 2005). In dem 2011 von CMACE veröffentlichten Report wird berichtet, dass zwischen 2006 und 2008 49 % der schwangeren Patientinnen in Großbritannien anästhesiologisch mit betreut wurden. Von diesen Frauen starben 3 % aufgrund anästhesiologischer Zwischenfälle, was einer Rate von 0,31 von 100.000 Frauen entspricht. Bei weiteren 7,7 % aller Todesfälle wurde der Anästhesie eine Teilschuld zugemessen (CMACE, 2011).

Schwanger- und Mutterschaft spielen für viele Frauen eine große Rolle (Kern et al., 2004). 71 % der Patienten mit angeborenem Herzfehler führen eine Beziehung und Sexualität ist ein wichtiger Parameter für ihre Lebensqualität (Winter et al., 2010). In einer Studie mit 536 sexuell aktiven Patientinnen mit CHD ergab sich, dass von den Frauen, für die eine Schwangerschaft mit einem hohen gesundheitlichen Risiko verbun-

den wäre, 28 % keine Verhütungsmethoden anwendeten (Vigl et al., 2010). In dieser und einer weiteren Studie waren 43 – 49 % nicht über Möglichkeiten einer Antikonzep-tion beraten worden und 37 – 48 % hatten keine Informationen zu Schwangerschafts-assozierten Risiken von ihren behandelnden Ärzten erhalten (Kovacs et al., 2008). Teilweise erhielten Patientinnen sogar falsche Informationen über angeblich nicht geeignete Verhütungsmethoden, was zu ungewollten Schwangerschaften führte (Leonard et al., 1996). Dabei sind die Risiken, die mit Antikonceptiva und Schwangerschaft assoziiert sind stark variabel. Einige herzkrank Patientinnen haben gegenüber der Allgemeinbevölkerung kein erhöhtes Risiko, während eine Schwangerschaft bei anderen kardiovas-kulären Erkrankungen mit 50 % Mortalität einhergeht (Thorne et al., 2006). Diese Unwis-senheit auf Seiten der Patientinnen wie auch der behandelnden Ärzte bedeutet ein un-nötiges Risiko für Mutter und Kind.

Insgesamt zeigt sich, dass Kenntnisse über spezifische Gefahren herzkrank schwan-gerer Patientinnen und ihre multidisziplinäre Betreuung für einen optimalen Schwanger-schaftsverlauf von immer größerer Bedeutung sind. Bisher gibt es keine Handlungs-anweisungen oder Leitlinien, welches anästhesiologische Management zu einem ver-besserten Outcome von Mutter und Kind führt. Ziel dieser retrospektiven Observations-studie über den Zeitraum von März 2001 bis Mai 2011 war es, die peripartalen anästhe-siologischen Vorgehensweisen bei Patientinnen mit kardiovaskulärem Risikoprofil zu untersuchen und die Outcome-Parameter von Müttern und Kindern zu vergleichen, um somit einen Hinweis auf das bestmögliche peripartale anästhesiologische Management bei Patientinnen mit kardiovaskulärem Risikoprofil zu erhalten.

2. Herzerkrankung und Schwangerschaft

2.1 Physiologische Anpassungsvorgänge des Herzkreislaufsystems während der Schwangerschaft

Während einer Schwangerschaft kommt es zur Anpassung des maternalen Herzkreislaufsystems, deren Kenntnis für die adäquate Betreuung kardiovaskulär erkrankter Patientinnen von essentieller Bedeutung ist. Abgesehen von den Veränderungen der weiblichen Geschlechtsorgane, sind die des kardiovaskulären Systems am deutlichsten spürbar (Stephan und Rath, 2010). Sie sind notwendig, um die Versorgung des Fötus zu garantieren und den gesteigerten Stoffwechsel der Mütter aufrechtzuerhalten (ESC, 2011). Am bedeutendsten sind die Steigerung des Herzzeitvolumens (HZV), die Zunahme des Plasmavolumens, die Abnahme des peripheren Gefäßwiderstands und die Umbauvorgänge in Herz- und Gefäßwänden (Moll, 2001). Die hämodynamischen Anpassungsvorgänge beginnen um die 5. – 8. Schwangerschaftswoche (SSW) (Maroo und Raymond, 2009) und erreichen ihren Höhepunkt um die 32. SSW (Stephan und Rath, 2010).

Das HZV ist das Produkt aus Schlagvolumen und Herzfrequenz. Beide Komponenten nehmen während der Schwangerschaft zu, sodass eine HZV-Steigerung um 30 – 50 % erfolgt (Moll, 2001). Ab der 6. SSW steigt die Herzfrequenz um ca. 20 % an, das Schlagvolumen nimmt ab der 8. SSW um 10 – 35 % zu (Moll, 2001; Stephan und Rath, 2010). Unter der Geburt kommt es während der Wehen zu einer weiteren Erhöhung des HZV um 34 – 50 % (Hunter und Robson, 1992; Moll, 2001). Allein diese HZV-Steigerung entspricht einer leichten bis mittelschweren Belastung für den Organismus (Moll, 2001) und kann gravierende hämodynamische Schwankungen bedingen (Maroo und Raymond, 2009). Insgesamt liegt das HZV dadurch zeitweise 75 % oberhalb des Normalzustands (Maroo und Raymond, 2009).

Am Anfang der Schwangerschaft lässt sich die HZV-Steigerung allein durch die erhöhte Plasmaöstrogenkonzentration erklären (Kamali et al., 2000). Der weitere Anstieg wird durch hämodynamische Feedbackmechanismen erreicht. Die Erhöhung des Schlagvolumens kommt auf zwei Arten zustande. Zum einen dilatiert der linke Ventrikel und die Wanddicke des Myokards nimmt zu ohne dabei eine Erhöhung des Füllungsdrucks zu

provozieren (Hunter und Robson, 1992). Dies wird durch einen Umbau der Myokardstruktur mit Verlängerung der Sarkomere während der Diastole erreicht, was eine Steigerung der Herzleistung zufolge hat (Moll, 2001). Ähnliche Umbauvorgänge in der Aortenwand führen zu einer größeren Dehnbarkeit mit verbesserter Windkesselfunktion, die verhindert, dass das erhöhte Schlagvolumen zu einer Blutdrucksteigerung führt. Im Gegenteil ist die so erzielte Erniedrigung des peripheren Widerstands so groß, dass es zur Senkung der Nachlast und des Blutdrucks kommt. Dies fördert wiederum die Erhöhung des Schlagvolumens (Stephan und Rath, 2010) und durch die verminderte Stimulation der Barorezeptoren wird zudem die Herzfrequenz gesteigert (Moll, 2001). Hieraus resultiert eine weitere HZV-Steigerung. Insgesamt wird der mittlere Blutdruck um ca. 6 mmHg erniedrigt, wobei der diastolische Wert stärker als der systolische Wert betroffen ist (Moll, 2001). Ab der 34. SSW erlangt der Blutdruck wieder seinen Ausgangswert (Stephan und Rath, 2010). Während der Entbindung steigt der mittlere Blutdruck durch den Anstieg des HZV, aber auch aufgrund von Angst und Geburtsschmerz (Maroo und Raymond, 2009).

Ähnliche Umbauvorgänge erfahren auch die Nierenarterien, die uteroplazentaren Gefäße und die Venen (Moll, 2001). Durch die Kapazitätssteigerung des venösen Systems wirkt sich eine Blutvolumensteigerung nicht negativ auf den zentralen Venendruck aus, sodass dieser und damit die Vorlast konstant bleiben (Moll, 2001). Den größten Anteil an der Blutvolumenzunahme um ungefähr 40 % hat das Plasmavolumen (Stephan und Rath, 2010). Ab der 12. SSW bis zur 32. – 36. SSW kommt es durch die Aktivierung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems zur renalen Wasser- und Salzretention, was zur Hämodilution mit konsekutiver Schwangerschaftsanämie führt (Stephan und Rath, 2010). Diese induzierte Schwangerschaftshypervolämie wird als Schutzmechanismus für den peripartalen Blutverlust verstanden (Stephan und Rath, 2010). Dieser liegt während einer vaginalen Entbindung bei 300 – 400 ml, bei einer Sectio caesarea um 500 – 800 ml und kann von hämodynamischer Bedeutung sein (Maroo und Raymond, 2009). Ebenso bedingt die Entbindung des Kindes eine Entlastung der Vena cava inferior. Dies zieht einen erhöhten venösen Rückfluss nach sich, der das Herzkreislaufsystem durch eine plötzliche Steigerung des HZV belastet (Maroo und Raymond, 2009).

Entsprechend der Virchow'schen Trias kann die schwangerschaftsbedingte Hyperkoagulabilität zwar durch die Zunahme des Plasmavolumens teilweise kompensiert werden (Stephan und Rath, 2010), jedoch führt die Dilatation des Venensystems zu einer verminderten Strömungsgeschwindigkeit, die durch die Kompression der Vena cava inferior durch den Uterus noch verstärkt wird. Dies bedingt insgesamt ein erhöhtes Thromboserisiko der Schwangeren (Moll, 2001).

Die physiologische Herz-Kreislauf-Umstellung kann kardiale Symptome verursachen, die nicht als Zeichen einer Herzerkrankung ausgelegt werden dürfen (Stephan und Rath, 2010). Jedoch kann durch die erhöhte Belastung ein zuvor unerkannter Herzfehler auch zum ersten Mal symptomatisch werden (Presbitero et al., 2006) oder eine vorbekannte Herzerkrankung dekomensieren, was häufig mit dem Zeitpunkt der größten Kreislaufbelastung zusammenfällt (Maroo und Raymond, 2009). Insbesondere die HZV-Steigerung beinhaltet Risiken für Patientinnen mit einer Herzerkrankung. Durch die höhere Herzfrequenz ist der myokardiale Sauerstoffbedarf erhöht, die Zeit der Diastole, in der die Koronararterien durchblutet werden, jedoch erniedrigt. Dies stellt bei Patientinnen mit koronarer Herzkrankheit eine vitale Gefahr dar (Moll, 2001). Über der Aortenklappe steigt der systolische Druckgradient bei einer Verdopplung des HZV um das Vierfache. Bei einer schweren Aortenklappenstenose, die zu turbulenten Strömungsverhältnissen führt (Moll, 2001), besteht daher die Gefahr der akuten Herzinsuffizienz und des plötzlichen Herztodes (Kaemmerer et al., 1995). Gleichsam sind Patientinnen mit einer Mitralklappenstenose durch die Ausbildung eines Lungenödems bedroht (Stephan und Rath, 2010). Für Patientinnen mit Erkrankungen der Aorta und ihrer großen Abgänge, wie exemplarisch das Marfan-Syndrom oder die Aortenisthmusstenose, besteht durch die histologischen Wandveränderungen ein zusätzliches Risiko der Ruptur oder Dissektion (Meijboom et al., 2005; Moll, 2001).

2.2 Systematik der Herzfehler und ihre Bedeutung für den Schwangerschaftsverlauf

Die Einteilung von Herzfehlern kann nach verschiedenen Kriterien erfolgen. Üblich ist die Unterscheidung von angeborenen und erworbenen Vitien. Weiterhin können Erkrankungen auf Basis der erkrankten Strukturen (z.B. Herzklappe, Myokard) oder des zugrunde liegenden Pathomechanismus (z.B. Shunt, Ischämie) gegeneinander abgegrenzt werden. In dieser Studie werden Frauen mit verschiedenen Herzerkrankungen betrachtet. Nicht jede Herzerkrankung geht jedoch mit dem gleichen Risiko für eine Schwangerschaft einher. Im folgenden Abschnitt wird daher auf diejenigen Herzfehler und ihre Bedeutung für eine Schwangerschaft eingegangen, die sich in dieser Studie zeigen.

2.2.1 Herzklappenfehler

Einen Teil der angeborenen Herzerkrankungen stellen die Klappenfehler oder auch Klappenvitien dar. Sie werden grob unterteilt in die Funktionsstörungen Stenose und Insuffizienz. Eine Stenose führt zu einer verminderten maximalen Klappenöffnungsfläche, eine Insuffizienz bezeichnet die Schlussunfähigkeit einer Klappe. Beide Funktionsstörungen können alle vier Herzklappen betreffen und teilweise auch kombiniert auftreten. Die isolierte Pulmonalklappenstenose (PS) ist in den meisten Fällen kongenital und auch die Aortenklappenstenose kommt in angeborener Form vor, wenn auch seltener als die erworbene degenerative Variante (Herold et al., 2009). Bei jungen Menschen spielen kongenitale Defekte zudem eine Rolle bei der frühzeitigen Entwicklung von Krankheitsbildern, die bei den meisten älteren Patienten Zeichen der Altersdegeneration sind. Der am häufigsten beobachtete Grund für eine Aortenklappenstenose (AS) beim jungen Patienten ist eine bikuspid angelegte Aortenklappe (ESC, 2011). Diese neigen zur Stenosierung, da sie früher kalzifizieren als trikuspidale Aortenklappen (Herold et al., 2009) und anfälliger sind für die Entwicklung einer Endokarditis (Braunwald, 2008). In Entwicklungsländern stellen Klappenvitien, die als Residuen eines rheumatischen Fiebers zurückbleiben, mit 56 – 89 % den überwiegenden Anteil aller während der Schwangerschaft diagnostizierten Herzerkrankungen. Dabei ist die Mitralklappen-

stenose (MS) die häufigste Läsion (van Mook und Peeters, 2005b) und mit der größten Morbidität und Mortalität (0 – 3 %) behaftet (ESC, 2011).

Das Vorkommen eines Herzklappenfehlers während der Schwangerschaft hat Auswirkung auf das mütterliche und kindliche Risiko (Reimold und Rutherford, 2003). Dabei sind Stenosen mit höheren Risiken als Insuffizienzen verbunden und Vitien der Aorten- und Mitralklappen weisen mehr Komplikationen auf als die der Pulmonal- und Trikuspidalklappen (ESC, 2011). Ebenso hängt ein negatives Schwangerschaftsoutcome vom Schweregrad des Vitiums, der linksventrikulären Pumpfunktion und dem Druck im pulmonalen Kreislauf ab (Reimold und Rutherford, 2003). Leichte Insuffizienzen der Klappen, insbesondere des rechten Herzens, sind während der Schwangerschaft physiologisch (Campos et al., 1993).

In einer Studie über 108 Schwangerschaften von 51 an isolierter PS erkrankten Patientinnen konnte gezeigt werden, dass Frühgeburtlichkeit (17 %), neonatale Sterblichkeit (4,8 %) und mit Hypertonie assoziierte Funktionsstörungen (15 %) häufig waren (Drenthen et al., 2006). Die meisten Studien und Fallberichte schildern jedoch gute Ergebnisse von Schwangeren mit PS. So wurde berichtet, dass eine milde oder korrigierte PS unproblematisch für den Schwangerschaftsverlauf und mit einem guten neonatalen Outcome verbunden waren (Siu und Colman, 2001). In anderen Studien wird diese Aussage sogar dahin ausgeweitet, dass es auch bei schwangeren Patientinnen mit signifikanter rechtsventrikulärer Ausflusstraktobstruktion zu keinen Komplikationen kam (Avila et al., 2003) bzw. es wird nur von einer geringen Anzahl an Komplikationen berichtet (Presbitero et al., 1995).

Eine Studie mit 1000 Fällen herzkranker schwangerer Patientinnen zeigte, dass eine mittelgradige bis schwere AS mit einer Morbidität von 68,5 % verbunden war (Avila et al., 2003). Während eine Schwangerschaft für Patientinnen mit einer milden bis mittelgradigen AS (KÖF > 1cm² und mittlerer systolischer Gradient < 50 mmHg über der Aortenklappe) unproblematisch ist, stellt die schwere AS (KÖF < 1 cm² und mittlerer systolischer Gradient > 50 mmHg über der Aortenklappe) eine Kontraindikation für die Austragung einer Schwangerschaft dar (Cox et al., 2005; Kaemmerer et al., 1995). Zusätzlich ist bei der angeborenen Form der AS häufig die ascendierende Aorta erweitert, was ein höheres Risiko einer Dissektion birgt (Braunwald, 2008). In der Literatur

besteht Einigkeit darüber, dass eine bestehende symptomatische AS vor Beginn einer Schwangerschaft operativ korrigiert werden sollte (Avila et al., 2003; Kaemmerer et al., 1995; Siu und Colman, 2001; van Mook und Peeters, 2005b).

Eine mittelgradige oder schwere MS wird während einer Schwangerschaft schlecht toleriert. Die Mortalitätsrate wird mit bis zu 7 % angegeben (ESC, 2011; van Mook und Peeters, 2005b). Häufig kommt es zur progredienten Herzinsuffizienz insbesondere im zweiten und dritten Schwangerschaftsdrittel sowie zu Lungenödem und Vorhofflimmern mit dem Risiko thromboembolischer Ereignisse (ESC, 2011). Die Symptome einer leichten MS werden in der Regel gut ertragen (ESC, 2011). Aber auch bei asymptomatischen Patientinnen kann eine Schwangerschaft eine kardiale Verschlechterung herbeiführen (Siu und Colman, 2001). Der prognostische Vorteil der meisten Patientinnen mit rheumatischer Klappenerkrankung ist ihr meist junges Alter und ein Herz mit meist normaler Myokardfunktion und Sinusrhythmus (Avila et al., 2003). In einer Studie mit 74 an leichter bis mittelgradiger MS erkrankten schwangeren Patientinnen konnte eine beachtliche mütterliche Morbidität gezeigt werden. Abhängig vom Schweregrad der MS kam es in 26 – 67 % der Fälle zu Komplikationen. Bei 30 % der Kinder kam es ebenfalls abhängig vom Schweregrad der mütterlichen Erkrankung zu Schwierigkeiten (Cox et al., 2005). Eine vaginale Entbindung mit Periduralanästhesie zur effektiven Schmerztherapie ist möglich (Reimold und Rutherford, 2003), andere Autoren raten zur elektiven Sectio caesarea um das Risiko einer kardialen Dekompensation zu reduzieren (van Mook und Peeters, 2005b).

Mitral- und Aortenklappeninsuffizienzen kommen selten angeboren vor (Kaemmerer et al., 1995). Sie können auch degenerativen oder rheumatischen Ursprungs sowie Folge einer Valvulotomie, Endokarditis oder eines Phospholipid-Antikörper-Syndroms sein (ESC, 2011). Sie werden deswegen hämodynamisch besser toleriert, weil der durch die Schwangerschaftsanpassungen erniedrigte systemische Widerstand den Blutfluss unterstützt und die negativen Auswirkungen der Insuffizienzen einschränkt (Lupton et al., 2002). Für diese Fälle besteht kein zusätzliches fetales oder geburtshilfliches Risiko (ESC, 2011). Schwere Insuffizienzen mit zusätzlich linksventrikulärer Pumpfunktionseinschränkung oder akute Insuffizienzen des linken Herzens werden schlecht toleriert (ESC, 2011). Patientinnen mit Mitralklappenprolaps zeigen ein positives Schwanger-

schaftsoutcome (Chia et al., 1994; Jana et al., 1993) und ihre Komplikationen sind mit 0,2 % pro Jahr gering (Merz, 2010).

Sie Pulmonalklappeninsuffizienz (PI) stellt einen unabhängigen Risikofaktor für kardiale Komplikationen dar (Khairy et al., 2006). Für Frauen mit symptomatischer PI oder bei denen eine rechtsventrikuläre Dysfunktion besteht sollte möglichst vor einer geplanten Schwangerschaft ein Herzklappenersatz erwogen werden (ESC, 2011). Für das ungeborene Kind beinhaltet eine PI kein zusätzliches Risiko (ESC, 2011).

Eine Trikuspidalklappeninsuffizienz (TI) entsteht meist auf dem Boden einer Dilatation des Klappenrings bei Rechtsherzbelastung. Alternativ kommen eine Endokarditis oder die angeborene Ebstein-Anomalie (s.u.) als Ursachen in Betracht (ESC, 2011). Bei schwerer symptomatischer TI oder rechtsventrikulärer Dysfunktion kann für die Schwangere ein höheres Risiko bestehen (ESC, 2011). Eine spontane vaginale Entbindung kann meist angestrebt werden (ESC, 2011)

2.2.2 Herzklappenersatz

Patientinnen, bei denen vor der Schwangerschaft ein Herzklappenersatz zur Korrektur ihres Vitiums durchgeführt worden ist, stehen u.U. vor dem Problem der Wahl der richtigen Antikoagulation. Während bei biologischen Herzklappenprothesen keine gerinnungshemmende Therapie nötig ist, ist diese bei mechanischen Herzklappen mit Komplikationen verbunden. Die Mortalität schwangerer Frauen mit mechanischem Herzklappenersatz liegt bei 1 – 4 %. Dies ist insbesondere zurückzuführen auf das Risiko der Entstehung eines Thrombus an der Klappenprothese (Reimold und Rutherford, 2003), welches während einer Schwangerschaft noch zunimmt (ESC, 2011). Die orale Antikoagulation mit Kumarinderivaten schützt die Mutter am sichersten vor Thromboembolien (ESC, 2011). Beim Vergleich der Verwendung von Kumarinderivaten mit der von unfraktioniertem Heparin ergaben sich Unterschiede der Risiken für die Thrombogenese von 3,9 % zu 33 % (Chan et al., 2000). Außerdem birgt die Therapie mit unfraktioniertem Heparin das Risiko von Osteoporose und Heparin induzierter Thrombozytopenie für die Patientinnen (ESC, 2011). Der Gebrauch von niedrig dosier-

tem fraktioniertem Heparin ist aufgrund von fehlender Datenlage derzeit noch nicht etabliert (ESC, 2011). Trotz guter Ergebnisse für die Gesundheit der Mutter ist die Verwendung von Warfarin, einem z.B. in den USA verbreitetem oralen Antikoagulans, mit Risiken für den Fötus verbunden. Es konnte eine Mortalitätsrate von 30 % für die Kinder während oder kurz nach der Schwangerschaft gezeigt werden. Zusätzlich kommt es in ca. 6 % der Fälle zur sogenannten Warfarin-Embryopathie mit Hypoplasie der Nase und Entwicklungsstörung der Epiphysen (Reimold und Rutherford, 2003). Auch wenn Bioprothesen den großen Nachteil aufweisen nach 10 – 15 Jahren ersetzt werden zu müssen, werden sie bei Schwangerschaftswunsch der Patientin von vielen Kardiologen empfohlen (Avila et al., 2003; Lupton et al., 2002). Obwohl eine Reoperation mit einer Sterblichkeitsrate von 0 – 5 % verbunden ist (ESC, 2011), wiesen Patientinnen mit biologischem Klappenersatz in einer Studie mit 232 Frauen eine geringere 10 Jahres Mortalitätsrate und Anzahl an thromboembolischen Ereignissen auf (Reimold und Rutherford, 2003).

2.2.3 Shuntvitien

Eine weitere Unterteilung der angeborenen Herzfehler erfolgt in solche ohne und mit Shuntvolumen. Ein Shunt bezeichnet eine Kurzschlussverbindung zwischen systemischem und pulmonalem Kreislauf. Unter den angeborenen Herzfehlern stellen diejenigen mit Shuntverbindungen die größte Gruppe dar (ESC, 2011).

Bei einem Links-Rechts-Shunt gelangt aufgrund des vorherrschenden Druckgradienten oxygeniertes Blut von der linken Herzseite bzw. dem systemischen Kreislauf auf die rechte Herzseite bzw. in den pulmonalen Kreislauf. Diese Vitien werden auch als azyanotisch bezeichnet. Häufige azyanotische Herzvitien mit Shunt sind der Ventrikelseptumdefekt (VSD), der Vorhofseptumdefekt (ASD), das persistierende Foramen ovale (PFO) und der offene Ductus arteriosus Botalli (pDA). Zu den azyanotischen Vitien zählen zudem Fehlbildungen ohne Shunt, die zur Einengung von Klappen und Gefäßen führen, wie sie im Text erwähnt werden. Während der Kindheit korrigierte ASD, VSD und pDA bedürfen keiner besonderen Behandlung während der Schwangerschaft und auch Links-Rechts-Shunts ohne pulmonale Hypertonie bereiten

normalerweise keine Probleme (Avila et al., 2003; van Mook und Peeters, 2005b). PFO oder kleine ASD müssen nicht verschlossen werden (ESC, 2011). Bei kleinen Shunts wird einer möglichen Volumenbelastung des rechten Herzens durch ein vergrößertes Blutvolumen mit der Regulierung des Drucks in der Lungenstrombahn entgegengewirkt, sodass bei Abwesenheit von pulmonalem Hochdruck und guter linksventrikulärer Pumpfunktion eine Schwangerschaft gut toleriert wird (Avila et al., 2003; Siu und Colman, 2001; van Mook und Peeters, 2005b). Komplikationen wie Arrhythmien, Pumpfunktionseinschränkung und die Entstehung einer pulmonalen Hypertonie können bei größeren Shuntverbindungen auftreten (Weiss und Hess, 2000). Entsteht aufgrund von Adaptationsmechanismen der Lungenstrombahn eine unphysiologische Umkehr des Druckgradienten vom linken zum rechten Herzen, kann ein Rechts-Links-Shunt resultieren. Dies wird Eisenmenger-Reaktion genannt und kann sekundär zur Entwicklung eines zyanotischen Vitiums führen. Schwangere Patientinnen mit Eisenmenger-Reaktion haben eine Letalität von 30 – 70 %, ihre Kinder von 28 %, weswegen die Austragung einer Schwangerschaft absolut kontraindiziert ist (Kaemmerer et al., 1995; Presbitero et al., 1995; van Mook und Peeters, 2005b) und Patientinnen zum Abort geraten werden sollte (Avila et al., 2003; Siu und Colman, 2001).

Bei einem Rechts-Links-Shunt gelangt desoxygeniertes Blut aufgrund einer Umkehr des physiologischen Druckgradienten von der rechten Herzhälfte in den systemischen Kreislauf. Diese Vitien werden als zyanotisch bezeichnet. Dazu zählen u.a. die Fallotsche Tetralogie (ToF), die Transposition der großen Arterien (TGA) und ggf. die Ebstein Anomalie. Durch die kardiovaskulären Anpassungsmechanismen während der Schwangerschaft, die zu einem höheren HZV und geringerem systemischem Widerstand führen, kommt es bei unkorrigierten zyanotischen Vitien vermehrt zum Rechts-Links-Shunt mit entsprechender Steigerung der Hypoxie und Zyanose (Siu und Colman, 2001). In der Regel tolerieren asymptotische, körperlich belastbare Frauen mit unbeeinträchtigter ventrikulärer Pumpfunktion nach Korrektur eines zyanotischen Herzfehlers eine Schwangerschaft gut (Presbitero et al., 2006). Allerdings kommt es abhängig vom Schweregrad im Vergleich mit azyanotischen Vitien zu einer höheren Rate an Frühgeburten (30 – 50 %), untergewichtigen Neugeborenen (43 %) und Spontanaborten (50 %) (Harris, 2011; Kaemmerer et al., 1995; van Mook und Peeters, 2005b). Für die Mutter bestehen Risiken einer kardialen Komplikation (30 – 32 %), von

Thromboembolien (32 %) und Hämorrhagien und einer Mortalität von 2 % (Harris, 2011; Siu und Colman, 2001; van Mook und Peeters, 2005b).

Die ToF ist der häufigste zyanotische Herzfehler (Avila et al., 2003; Siu und Colman, 2001). Patientinnen mit in der Kindheit korrigierter ToF weisen ein geringes Schwangerschaftsrisiko auf (Avila et al., 2003; ESC, 2011; Siu und Colman, 2001), eine unkorrigierte ToF hingegen gefährdet das mütterliche und kindliche Outcome (Kaemmerer et al., 1995). Vor einer geplanten Schwangerschaft sollte eine operative Korrektur erfolgen (ESC, 2011). In einer weiteren Studie konnte jedoch gezeigt werden, dass eine Schwangerschaft auch bei korrigierter ToF weiterhin mit kardialen Komplikationen der Mutter, einer höheren Fehlgeburtenrate und dem Risiko einer CHD für das Neugeborene einhergeht (Veldtman et al., 2004). Eine vaginale Entbindung ist in den meisten Fällen zu bevorzugen (ESC, 2011; Veldtman et al., 2004).

Die Korrekturoperation der TGA hat in den 1980er Jahren eine bedeutende Veränderung erfahren. Bis dahin wurde zur Hintereinanderschaltung der pulmonalen und systemischen Kreisläufe eine Vorhofumkehr nach Mustard oder Senning durchgeführt. Das heutige Standardverfahren ist jedoch die Arterielle Switch-Operation. Da diese Patientinnen erst seit kurzem das geburtsfähige Alter erreichen, ist die Datenlage noch spärlich (Tobler et al., 2010). Patientinnen, die nach Mustard oder Senning operiert wurden, zeigen während der Schwangerschaft therapeutisch beherrschbare kardiale Komplikationen (Drenthen et al., 2005). Bei 25 % der Patientinnen mit Vorhofumkehr verschlechtert sich die Pumpfunktion des systemischen rechten Ventrikels teilweise irreversibel (Guedes et al., 2004). Präeklampsie, schwangerschaftsassozierte Hypertonie und ein höheres fetales Risiko wurden beobachtet (ESC, 2011). Asymptomatische Patientinnen können vaginal entbinden, bei Entwicklung oder Verschlechterung einer ventrikulären Pumpfunktionsstörung sollte frühzeitig eine elektive Sectio caesarea erfolgen (ESC, 2011).

Bei der kongenitalen Ebstein-Anomalie handelt es sich um eine Fehlanlage der Trikuspidalklappe, durch die es zu einer Insuffizienz kommt. Sie kann mit einem Vorhofseptumdefekt und dem Wolff-Parkinson-White-Syndrom assoziiert sein (ESC, 2011). Es ist der häufigste nicht korrigierte zyanotische Herzfehler (Avila et al., 2003). Bei Frauen mit Ebstein-Anomalie ohne Zyanose oder Herzinsuffizienz lässt sich meist ein gutes mater-

nales Outcome erzielen (Chopra et al., 2010; Connolly und Warnes, 1994; Riesgo et al., 2008), jedoch ist das Risiko einer Frühgeburt erhöht (Connolly und Warnes, 1994). Eine vaginale Spontangeburt wird befürwortet (ESC, 2011).

2.2.4 Ischämische Herzerkrankungen

Während in Entwicklungsländern Klappenvitien den größten Teil der erworbenen Herzfehler bilden, haben die steigende Prävalenz von Diabetes, arteriellem Bluthochdruck, Übergewicht und das höhere Alter Erstgebärender in den Industrienationen zu einer vermehrten kardiovaskulären Morbidität geführt (ESC, 2011). Da diese Tendenz weiterhin anhält, wird erwartet, dass ischämisch bedingte Herzleiden während der Schwangerschaft weiterhin zunehmen werden (Cox et al., 2005). Eine Schwangerschaft stellt für den Herzmuskel aus zweierlei Gründen eine Herausforderung dar. Zum einen verbraucht das Myokard wegen des größeren Blutvolumens, eines höheren HZV und einer gesteigerten Herzfrequenz mehr Sauerstoff, zum anderen ist seine Versorgung mit oxygeniertem Blut wegen der Hämodilution aber geringer (van Mook und Peeters, 2005b). Die Prävalenz eines Herzinfarkts wird derzeit noch relativ selten mit einem Fall pro 10.000 – 100.000 Geburten angegeben. Die Angaben zur Mortalität schwanken zwischen 5 und 30 %, mit besonderem Risiko während des peripartalen Zeitraums (Cox et al., 2005; ESC, 2011; Lupton et al., 2002; van Mook und Peeters, 2005b). Die Herzinfarktrate ist bei Müttern in den ersten Tagen nach der Geburt verglichen mit gleichaltrigen Frauen sechsfach erhöht (van Mook und Peeters, 2005b). Ursachen eines Myokardinfarkts können u.a. eine manifeste koronare Herzkrankheit (KHK), eine Plaqueruptur in den Koronararterien, eine Dissektion einer Koronararterie, ein Vasospasmus der Koronararterien und das Bland-White-Garland-Syndrom sein, bei dem die linke Koronararterie aus der Lungenarterie entspringt (Cox et al., 2005). Es besteht die Gefahr, dass Symptome eines akuten Koronarsyndroms als solche verkannt und anstatt dessen den normalen Schwangerschaftsbeschwerden zugerechnet werden (ESC, 2011). Nach einem Infarkt sollte die Entbindung wenn möglich zwei bis drei Wochen hinausgezögert werden, um dem Herzmuskel Regenerationszeit zu ermöglichen

(Presbitero et al., 2006). In den meisten Fällen ist eine vaginale Geburt möglich (ESC, 2011).

2.2.5 Kardiomyopathien

Als weitere Gruppe kardialer Erkrankungen sind die Kardiomyopathien zu erwähnen. Per Definition ist das Myokard primär betroffen und nicht sekundär aufgrund anderer Krankheiten. Die Kardiomyopathien lassen sich in primär angeborene oder erworbene und sekundäre Formen aufteilen. Daneben bestehen zusätzlich sowohl familiär gehäuft als auch sporadisch auftretende primäre Krankheitsbilder. An der mit Schwangerschaft assoziierten Gesamtmortalität haben die Kardiomyopathien einen Anteil von 8,3 % (Cox et al., 2005).

Die häufigste Kardiomyopathie ist die mit einer Prävalenz von 1:500 auftretende und zu 90 % autosomal dominant vererbte hypertrophe Kardiomyopathie (HCM) (ESC, 2011; Krul et al., 2011). Teilweise ist sie mit einer Behinderung des linksventrikulären Ausflusstrakts (LVOT) verbunden und wird dann als hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie (HOCM) bezeichnet. Generell tolerieren Patientinnen mit HCM eine Schwangerschaft gut (ESC, 2011; Thaman et al., 2003). Die mit dieser Erkrankung verbundenen Schwangerschaftskomplikationen sind Herzinsuffizienz, Arrhythmien und der plötzliche Herztod (Stergiopoulos et al., 2011). Grund dafür ist meist der obstruierte Ausflusstrakt und die diastolische Dysfunktion des hypertrophen Ventrikels (ESC, 2011). Dabei ist das maternale Outcome umgekehrt proportional zum Schweregrad der HCM vor der Schwangerschaft, dem systolischen Druckgradienten über dem LVOT (Stergiopoulos et al., 2011) und der NYHA-Klassifizierung (New York Heart Association) einer vorbestehenden Herzinsuffizienz (Krul et al., 2011). In einer Studie kam es bei 73,3 % der Patientinnen mit HCM zu kardialen Ereignissen, weshalb die Autoren symptomatischen Patientinnen von einer Schwangerschaft abraten (Avila et al., 2003). Bei 42 % der Patientinnen, die den NYHA-Klassen III – IV zuzurechnen sind, wurde eine klinische Verschlechterung der Symptomatik ermittelt (Cox et al., 2005). Die maternale Mortalität ist höher als die der Normalbevölkerung, jedoch mit 10 Fällen von 1.000 Lebendgeburten relativ gering (Autore et al., 2002). Bei Patientinnen mit geringem Risiko kann eine

spontane vaginale Geburt angestrebt werden. Beim restlichen Patientinnenkollektiv sollte die Geburt elektiv erfolgen, um mögliche Komplikationen kontrollieren zu können (ESC, 2011). Eine anästhesiologische Geburtsbegleitung sollte geplant und, bei Verwendung einer Spinal- oder Periduralanästhesie, die Gefahr der hämodynamischen Instabilität durch Vasodilatation und gleichzeitiger Obstruktion des LVOT bedacht werden. Ggf. ist die Wahl einer Intubationsnarkose oder langsam auftitrierten Periduralanästhesie zu erwägen (Krul et al., 2011).

Die Non-compaction Kardiomyopathie (NCCM) tritt in 60 % familiär auf und wird zumeist autosomal-dominant vererbt (Krul et al., 2011). Sie beruht auf einem Fehler in der Embryogenese, durch den es nicht zur physiologischen Verdichtung des Myokards kommt. In der Literatur sind wenige Fälle von NCCM und Schwangerschaft beschrieben worden. Bei bekannter Diagnose oder Bekanntwerden der NCCM in der Frühschwangerschaft ist eine erfolgreiche Schwangerschaftsbeendigung in der Regel möglich (Sarma et al., 2010). Während asymptotische Patientinnen eine gute Prognose haben, ist dies bei vorbestehender Herzinsuffizienz mit Schweregrad III und IV nach NYHA, ventrikulären Arrhythmien und dilatierendem linken Vorhof nicht der Fall (Krul et al., 2011). Ein ohnehin erhöhtes Risiko für Thromboembolien wird durch die Anpassungsvorgänge während der Schwangerschaft zusätzlich begünstigt (Krul et al., 2011).

Insbesondere im Zusammenhang mit Schwangerschaft aufzuführen ist die Peripartum Kardiomyopathie (PPCM). Diese ist eine Ausschlussdiagnose und tritt bei herzgesunden Frauen ohne erkennliche Ursache zwischen dem letzten Schwangerschaftsmonat und 5 Monaten nach der Entbindung auf. In den meisten Fällen kommt es zur Symptomatik einer Herzinsuffizienz, die PPCM kann sich aber auch durch Arrhythmien und Thromboembolien äußern (Siu und Colman, 2001). Zu diesem schweren Krankheitsbild kommt es nur in seltenen Fällen (1/3.000 – 5.000 Geburten) (Cox et al., 2005; van Mook und Peeters, 2005b), welche dafür mit schweren Komplikationen verbunden sind (ESC, 2011) und eine hohe Mortalitätsrate von 6 – 56 % aufweisen (Cox et al., 2005; Lupton et al., 2002; Merz, 2010). Das Wiederholungsrisiko in folgenden Schwangerschaften ist mit 30 – 50 % beachtlich (ESC, 2011), weswegen bei verbliebener linksventrikulärer Funktionseinschränkung von einer erneuten Schwangerschaft abgeraten werden sollte (Lupton et al., 2002). Bei hämodynamisch stabilen Patientinnen wird eine vaginale

Entbindung mit unterstützender Periduralanästhesie empfohlen. Sollte eine schnelle Entbindung per Sectio caesarea nötig sein, werden hierzu ebenfalls regionale Anästhesieverfahren wie die Spinal- oder Periduralanästhesie favorisiert (ESC, 2011).

Die Myokarditis kann als Sonderform der Kardiomyopathien aufgefasst werden. Sie ist eine entzündliche Herzmuskelerkrankung, die infektiös oder nicht-infektiös bedingt sein kann. Die Erkrankung zeigt asymptomatische bis fulminante Verlaufsformen. In den meisten Fällen besteht eine milde Symptomatik, die in > 80 % der Fälle ausheilt oder harmlose Rhythmusstörungen hinterlässt (Herold et al., 2009). In 15 % der Fälle verläuft die Myokarditis allerdings chronisch und kann in eine dilatative Kardiomyopathie mit Herzinsuffizienz münden (Herold et al., 2009), die den Verlauf einer Schwangerschaft negativ beeinflussen würde. Selten kommt es zum Tod aufgrund akuter Komplikationen oder zur Herztransplantation bei terminalem Herzversagen (Herold et al., 2009). Die Beteiligung der Myokarditis an der Entstehung einer PPCM wird diskutiert (Sliwa et al., 2006).

2.2.6 Erkrankungen mit Beteiligung der Aorta

Eine weitere große Gruppe der Erkrankungen mit kardialem Risikoprofil betreffen die Aorta und ihre großen Gefäße. Diese können entweder angeboren sein, wie die Aortenisthmusstenose (CoA), das Marfan-Syndrom, das Ehlers-Danlos-Syndrom und die assoziierte Erweiterung der Aorta ascendens bei bikuspidaler Aortenklappe oder erworben, wie die zystische Medianekrose Erdheim-Gsell und die Takayasu-Arteriitis. Diese Patienten haben ein erhöhtes Risiko ein Aneurysma oder eine Dissektion der Aorta zu erleiden, wobei dieses während einer Schwangerschaft noch steigt, da die hormonalen und hämodynamischen Anpassungen zu histopathologischen Veränderungen der Aortenwand führen (ESC, 2011). Die Aortendissektion und -ruptur stellt eine der führenden kardialen Todesursachen bei werdenden Müttern dar (CMACE, 2011). Für das autosomal-dominant vererbte Marfan-Syndrom wird eine maternale Mortalität zwischen 30 % in älteren und 1 % in neueren Studien angegeben (Lupton et al., 2002; Siu und Colman, 2001). Das Risiko für eine Dissektion hängt maßgeblich vom Aortenwurzeldurchmesser ab (Immer et al., 2003; Meijboom et al., 2005). Aber auch

ohne eine Dilatation liegt das Risiko bei Marfan-Patientinnen für kardiovaskuläre Komplikationen bei 1 % (Presbitero et al., 2006). Eine Mutation des Fibrillin-Gens (FBN1) führt zu einer Bindegewebschwäche, die sich neben anderen Symptomen in der aufsteigenden Aorta häufig in einer progredienten Mediadegeneration äußert (Herold et al., 2009). Zusätzlich weisen diese Patientinnen teilweise hämodynamisch relevante Aorten- und Mitralklappeninsuffizienzen auf (Presbitero et al., 2006).

Für alle Patientinnen mit einer Aortenwurzelerweiterung $> 4 - 4,5 \text{ cm}^2$ oder bei einer Größenzunahme während der Schwangerschaft besteht insbesondere im letzten Trimenon, dem Zeitraum der stärksten Belastung des kardiovaskulären Systems, ein hohes Risiko (Immer et al., 2003; Meijboom et al., 2005). Deswegen wird für diese Patientinnen als Entbindungsmodus die Sectio caesarea unter Regionalanästhesie empfohlen, bei hohem Risiko bereits zwischen der 28. und 32. Schwangerschaftswoche mit zuvor initiiertem Lungenreife des Kindes (Immer et al., 2003). Bei bekannter Erweiterung der Aortenwurzel vor einer geplanten Schwangerschaft sollte zunächst zur operativen Korrektur geraten werden (ESC, 2011; Immer et al., 2003). Bei bereits bestehender Schwangerschaft im Frühstadium wird von einigen Autoren bei nachgewiesener aortaler Beteiligung der zugrundeliegenden Krankheit zum Abort geraten (Avila et al., 2003; Siu und Colman, 2001). Durch den Gebrauch von blutdrucksenkenden Medikamenten bei Patientinnen mit dilatierter Aortenwurzel kann die Perfusion der Gebärmutter und damit die Versorgung des Kindes eingeschränkt sein (Immer et al., 2003). Bei der CoA wird aufgrund dieser Minderversorgung eine kindliche Letalität von 20 % beschrieben (Kaemmerer et al., 1995), beim Marfan-Syndrom von 22 % (Siu und Colman, 2001).

Die mütterliche Sterblichkeitsrate bei unkorrigierter CoA wurde in früheren Studien mit 3 % angegeben und liegt höher, wenn das Herz oder der Blutdruck zusätzlich krankhaft verändert sind (Siu und Colman, 2001). Die CoA sollte daher vor einer geplanten Schwangerschaft korrigiert werden (Kaemmerer et al., 1995; Presbitero et al., 1995). Neben dem Hauptrisiko der Aortendissektion (Harris, 2011) besteht bei diesem Patientenkollektiv auch die Gefahr einer intrazerebralen Blutung bei assoziierter Malformation und selten des Linksherzversagens (Kaemmerer et al., 1995; Siu und Colman, 2001). Bei unkorrigierter CoA sollte wegen des Risikos einer peripartalen aortalen

Komplikation eine elektive Sectio caesarea mit operativer Korrektur der Aorta in Erwägung gezogen werden (Harris, 2011).

Bei Patientinnen mit Ehlers-Danlos-Syndrom können in der Regel gute Schwangerschaftsergebnisse für Mutter und Kind erzielt werden (Lind und Wallenburg, 2002). Ausgenommen davon ist der autosomal-dominant vererbte Typ IV dieser Erkrankung, der die Aorta mit betrifft und auch ohne Dilatation zur spontanen Gefäßruptur führen kann. Hier besteht eine Kontraindikation für eine Schwangerschaft (ESC, 2011).

(Hidaka et al., 2012) berichteten, dass Patientinnen mit Takayasu-Arteriitis bei intensiver Blutdruckkontrolle und gut vorbereiteter Geburt ein gutes mütterliches und kindliches Outcome zeigen. Um Blutdruckspitzen zu vermeiden, sollte die Entbindung anästhesiologisch durch die Anlage einer Periduralanästhesie unterstützt werden.

2.2.7 Arrhythmien

Einen weiteren nennenswerten Anteil an der kardialen Morbidität schwangerer Patientinnen haben die Arrhythmien. In einer Studie mit 1000 herzkranken Schwangeren kam es bei 6 % der Patientinnen zu kardialen Rhythmusstörungen (Avila et al., 2003). Dies trifft jedoch nicht nur auf Patientinnen mit vorbestehendem Herzfehler zu. Generell begünstigt eine Schwangerschaft sowohl das erstmalige Auftreten als auch die Exazerbation einer vorbestehenden kardialen Arrhythmie, was wiederum mit Risiken für Mutter und Kind verbunden sein kann (Gowda et al., 2003). Veränderungen während der Schwangerschaft wie ein gesteigerter Sympathikotonus, eine erhöhte Östrogenkonzentration und ein größeres enddiastolisches Volumen, das zu einer Dilatation der Vorhöfe führen kann, bieten Erklärungsansätze für die Disposition zum Auftreten von Rhythmusstörungen. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass Kinder, deren Mütter während der Schwangerschaft unter Arrhythmien litten, insbesondere durch eine erhöhte Frühgeburtenrate ein erhöhtes Risiko hatten (Silversides et al., 2006). Ebenso gehen Arrhythmien als Risikofaktor in den CARPREG-Score ein, der eine Einschätzung der Wahrscheinlichkeit erlaubt, mit der die Schwangere ein kardiales Ereignis erleiden wird (Siu et al., 2001). Dennoch liegt den meisten Arrhythmien keine strukturelle Herzerkrankung zugrunde (Gowda et al., 2003), sie bedürfen in der Regel keiner Therapie und wirken sich

nicht negativ auf das Outcome von Mutter und Kind aus (Avila et al., 2003). Supraventrikuläre und ventrikuläre Extrasystolen werden bei einem Drittel der schwangeren Patientinnen beobachtet, sind aber in der Regel gutartig und werden gut toleriert (Presbitero et al., 2006; van Mook und Peeters, 2005b). Zur Exazerbation bekannter supraventrikulärer Tachyarrythmien (SVT) während der Schwangerschaft kommt es in 22 – 44 % der Fälle, wobei Studien mit hohen Exazerbationsraten eine größere Anzahl an Patientinnen mit strukturellen Herzfehlern aufwiesen. Ventrikuläre Tachyarrythmien (VT) kommen dagegen selten vor (Presbitero et al., 2006). Treten diese neu auf, sollten sie allerdings ernst genommen und eine strukturelle Herzerkrankung und PPCM ausgeschlossen werden (ESC, 2011). Das angeborene Wolf-Parkinson-White-Syndrom (WPW) kann sich während der Schwangerschaft zum ersten Mal manifestieren, wie es auch bei bereits bekanntem WPW-Syndrom zu häufigeren tachyarrhythmischen Episoden kommen kann (Gowda et al., 2003). Vorhofflimmern oder -flattern sind selten und kommen zumeist im Rahmen einer Grunderkrankung wie strukturellem Herzfehler, Klappenvitium, Hyperthyreose oder Elektrolytentgleisung vor (Gowda et al., 2003). Um negative Effekte auf den Fetus und Thromboembolien zu verhindern, sollte eine Konversion in den Sinusrhythmus erfolgen (Gowda et al., 2003). Symptomatische bekannte Tachyarrythmien sollten möglichst vor dem Beginn einer Schwangerschaft kausal per Katheterablation therapiert werden, da lange tachykarde Episoden den Fötus durch Hypoperfusion der placentaren Gefäße gefährden können (ESC, 2011). Keine antiarrhythmische Medikation kann per se als harmlos für den Fötus eingestuft werden (Gowda et al., 2003), weswegen ihr An- bzw. Absetzen individuell abgewogen werden sollte (ESC, 2011). Bei kompletten AV-Blocks, insbesondere in Verbindung mit einem ventrikulären Ersatzrhythmus mit schmalem QRS-Komplex, können gute Schwangerschaftsergebnisse erzielt werden und sie sprechen nicht gegen eine spontane vaginale Entbindung (ESC, 2011). Ebenso geht das Vorhandensein eines implantierten Kardioverter-Defibrillators mit einem günstigen maternalen und neonatalen Outcome einher (Natale et al., 1997).

2.3 Risiko-Scores

Da Komplikationen aufgrund einer kardialen Erkrankung eine immer wichtigere Ursache für Müttersterblichkeit werden, haben sich mehrere Arbeitsgruppen zum Ziel gesetzt, Risiko-Scores zu erarbeiten, welche die Gefahren einer Schwangerschaft bei herzkranken Frauen abschätzen können, um somit Komplikationen im Vorhinein zu vermeiden.

Der CARPREG Risiko-Score gibt anhand klinischer Parameter die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von kardiovaskulären Komplikationen bei Schwangeren mit angeborenen oder erworbenen Herzfehlern an (Siu et al., 2001) und wurde bereits durch eine weitere Studie verifiziert (Jastrow et al., 2011). Je ein Risikopunkt wird vergeben für das Bestehen einer Zyanose ($\text{SaO}_2 < 90\%$) oder NYHA-Klasse $> \text{II}$, einer linksventrikulären Ejektionsfraktion (LVEF) $< 40\%$, der Obstruktion des linken Herzens (MS, AS, linksventrikuläre Ausflusstraktobstruktion) und den Zustand nach einem kardiovaskulären Ereignis (Arrhythmie, Lungenödem, Schlaganfall oder TIA (transitorische ischämische Attacke)). Patientinnen, die in dieser Studie keinen zusätzlichen Risikofaktor aufwiesen, hatten eine Wahrscheinlichkeit einer kardialen Komplikation von 5% . Bei einem und zwei zusätzlichen Risikofaktoren lagen die Wahrscheinlichkeiten bei respektive 27% und 75% .

Für Frauen mit angeborenen Herzfehlern konnten zusätzliche Risikofaktoren für Schwangerschaftskomplikationen identifiziert werden (Drenthen et al., 2010; Khairy et al., 2006), die jedoch noch nicht durch andere Studien validiert worden sind.

Um behandelnden Ärzten die Möglichkeit zu geben ihre herzkranken Patientinnen korrekt zu ihren individuellen Schwangerschaftsrisiken zu beraten, wurde ein Risiko-Index entwickelt (Thorne et al., 2006), der auf den von der World Health Organization (WHO) herausgegebenen Kontraindikationen für verschiedene Antikonzeptiva basiert (WHO Reproductive Health and Research, 2004). Unterschiedliche Herzerkrankungen werden in vier Gruppen eingeteilt, denen ein bestimmtes Risiko für die Austragung einer Schwangerschaft zugesprochen wird (s. Tabelle 1).

Die European Society of Cardiology (ESC) verweist in ihren 2011 herausgegebenen Leitlinien zur Betreuung von herzkranken Patientinnen während der Schwangerschaft ebenfalls auf diesen modifizierten WHO-Risiko-Score und empfiehlt dessen Anwendung zur Beurteilung des Schwangerschaftsrisiko bei kardiovaskulärer Erkrankung.

WHO-Klasse	Schwangerschaftsrisiko bei kardialer Erkrankung
I	Risiko entspricht dem der Normalbevölkerung
II	Leicht erhöhtes Risiko der maternale Mortalität und Morbidität
III	Signifikant erhöhtes Risiko der maternalen Mortalität und Morbidität. Fachkundige kardiale und geburtshilfliche Versorgung präkonzeptionell, pränatal und postnatal notwendig.
IV	Schwangerschaft kontraindiziert. Sehr hohes Risiko für maternale Mortalität oder schwere Morbidität. Schwangerschaftsabbruch sollte erwogen werden. Bei Fortführen der Schwangerschaft Betreuung wie WHO-Klasse III.

Tab. 1: WHO-Klassifikation des Schwangerschaftsrisikos bei kardialer Erkrankung nach Thorne et al. (2006)

Die Zuordnung der verschiedenen Erkrankungen zu den WHO-Risikogruppen I – IV zeigt Tabelle 2. Einige Erkrankungen sind je nach individuellen Risikofaktoren oder bei Kombination mehrerer Herzerkrankungen entweder der WHO-Klasse II oder III zuzuordnen. Die mit einer Schwangerschaft assoziierten Risiken addieren sich, sodass eine Patientin, deren Herzerkrankung der WHO-Kategorie I entspricht, durch andere Risikofaktoren wie z.B. linksventrikulärer Pumpfunktionseinschränkung oder Diabetes mellitus in Wirklichkeit der nächsthöheren Klasse angehört (Thorne et al., 2006). Dieses additive Risiko verdeutlicht u.a. auch der CARPREG-Score von Siu et al. (2001), der bei der Zuordnung von Patientinnen in das WHO-Schema beachtet werden sollte (Thorne et al., 2006).

WHO Klasse	Kardiale Erkrankung
I	Unkomplizierte/r, kleine/r oder leichte/r PS, VSD, pDA, Mitralklappenprolaps Erfolgreich korrigierter einfacher Defekt wie ASD, VSD pDA, Totale Lungenvenenfehleimündung Isolierte atriale und ventrikuläre ektope Erregungsbildung
II	Unkorrigierter ASD oder VSD ¹ Korrigierte Fallot'sche Tetralogie ¹ Die meisten Arrhythmien ¹
II – III ²	Leichte linksventrikuläre Schädigung Hypertrophe Kardiomyopathie Erkrankung einer nativen Herzklappe oder eines biologischen Klappenersatzes (nicht den WHO-Klasse I oder IV Bedingungen entsprechend) Marfan-Syndrom ohne Dilatation der Aorta Aortale Beteiligung bei bikuspider Aortenklappe mit Aortendilatation < 4,5 cm Korrigierte Aortenisthmusstenose Zustand nach Herztransplantation
III	Mechanischer Herzklappenersatz Systemischer rechter Ventrikel (z.B. nach Mustard/Senning Operation bei TGA) Zustand nach Fontan-Operation (bei Einkammerherzen z.B. Trikuspidalatresie) Unkorrigierte zyanotische Vitien Marfan-Syndrom mit dilatierter Aorta 4,0 – 4,5 cm Aortale Beteiligung bei bikuspider Aortenklappe mit Aortendilatation 4,5 – 5,0 cm Andere komplexe angeborene Herzfehler
IV	Zustand bei pulmonaler Hypertonie Schwere linksventrikuläre Dysfunktion (NYHA III – IV oder LVEF < 30 %) Schwere Mitralstenose oder schwere symptomatische Aortenstenose Zustand nach PPCM mit verbliebener linksventrikulärer Schädigung Schwere Obstruktion des linksventrikulären Ausflusstrakts Marfan-Syndrom mit dilatierter Aorta > 4,5 cm Aortale Beteiligung bei bikuspider Aortenklappe mit Aortendilatation > 5,0 cm Schwere unkorrigierte Aortenisthmusstenose
¹ bei körperlichem Wohlbefinden und unkompliziertem Verlauf ² abhängig von individuellen Risikofaktoren oder bei Kombination von Herzerkrankungen PS = Pulmonalstenose, VSD = Ventrikelseptumdefekt, pDA = persistierender Ductus Arteriosus Botalli, ASD = Vorhofseptumdefekt, WHO = World Health Organization, TGA = Transposition der großen Arterien, NYHA = New York Heart Association, LVEF = Linksventrikuläre Ejektionsfraktion, PPCM = Peripartum Kardiomyopathie	

Tab. 2: Modifizierter WHO-Risiko-Score für kardiovaskuläre Erkrankungen während der Schwangerschaft nach Thorne et al. (2006) und European Society of Cardiology (2011)

3. Die Anästhesiologie in der Geburtshilfe

Seit Jahrhunderten suchen die unterschiedlichsten Kulturen nach Therapien peripartaler Schmerzen. In China erprobte man Schmerzstillung mit Opiaten und Hanfdünsten, in Europa wand man alkoholische Getränke und Zubereitungen aus Mohn, Hanf und Schierling an und die Ureinwohner Nordamerikas verabreichten Yamswurzel (Blobner und Busley, 2008). In der Anästhesiologie wird seit jeher versucht neue Methoden auch in der Geburtshilfe anzuwenden. Am Ende des neunzehnten Jahrhunderts erprobte man die analgetische Wirkung von Äther, Lachgas und Opioiden. Man musste jedoch zur Kenntnis nehmen, dass diese Substanzen wegen ihrer diaplazentaren Auswirkung auf den Fetus nicht zu einem Durchbruch in der Behandlung des Geburtsschmerzes führen würden (Blobner und Busley, 2008). Ein wichtiger Schritt gelang dem Gynäkologen Oskar Kreis, der im Jahre 1900 die erste Spinalanästhesie mit Kokain zur Linderung des Geburtsschmerzes durchführte (Schneider und Holzgreve, 2001). In den folgenden Jahren wurden die rückenmarksnahen Verfahren weiterentwickelt. Walther Stöckel führte 1909 in Marburg die erste geburtshilfliche Kaudalanästhesie mit einer Mischung aus Novocain und Suprarenin durch (Blobner und Busley, 2008; Gogarten und Van Aken, 2010). In den 1930er Jahren berichtete der Italiener Dogatti über die Vorteile der Periduralanästhesie als Methode der peripartalen Analgesie (Flowers Jr. et al., 1949). Die Einführung von Epiduralkathetern in den 1940er Jahren, die eine kontinuierliche Aufrechterhaltung der Analgesie möglich machten (Gogarten und Van Aken, 2010), erbrachte schließlich Akzeptanz und Verbreitung der Periduralanästhesie in der Geburtshilfe (Blobner und Busley, 2008).

Durch die Zunahme der Entbindungen per Sectio caesarea hat die Anästhesie in der Geburtshilfe weiter an Bedeutung gewonnen, da hierbei die Verfahren der Allgemeinanästhesie, Spinalanästhesie, Periduralanästhesie und kombinierter Spinal-Peridural-Anästhesie zum Einsatz kommen können. Aus Daten zur Müttersterblichkeit des britischen „Centre for Maternal and Child Enquiries (CMACE)“ geht hervor, dass Anästhesieverfahren seit den 1960er Jahren deutlich sicherer geworden sind. Damals, als der Großteil der Eingriffe in Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde, hatten die Patientinnen ein dreißigfach höheres Risiko bei einer Sectio caesarea aufgrund von anästhesiologischen Komplikationen zu versterben (Cooper und McClure, 2005). Die Hauptgründe

der anästhesiebedingten Todesfälle waren Fehlintubationen und, insbesondere bei Maskennarkosen, Aspiration von Mageninhalt. Die regionalen Anästhesieverfahren werden seit Ende der 1960er Jahre angewandt und trotz häufigerer Entbindungen per Sectio caesarea werden seitdem weniger durch direkte anästhesiologische Komplikationen bedingte Todesfälle registriert (Cooper und McClure, 2005). Durch die von CMACE ausgesprochenen Empfehlungen zur Anwendung von regionalen Verfahren mit Vermeidung eines schwierigen Atemweges und zur Aspirationsprophylaxe mit anschließender Intubation bei Allgemeinanästhesien konnte somit eine maßgebliche Reduktion der Müttersterblichkeit erreicht werden (Cooper und McClure, 2005). In den 1990er Jahren hat der Verfahrenswechsel von der Intubationsnarkose hin zur rückenmarksnahen Anästhesie auch in Deutschland Einzug erhalten (Stamer, 2010). Im August 2008 wurde in einer deutschlandweiten Umfrage das anästhesiologische Management zur Sectio caesarea untersucht (Marcus et al., 2011). Diese ergab, dass in 96,6 % der Fälle Regionalanästhesien das Verfahren der Wahl darstellten und nur 1,7 % der Krankenhäuser die Intubationsnarkose standardmäßig anwandten.

Aktuelle Empfehlungen zu anästhesiologischen Verfahren in der Geburtshilfe wurden im Jahr 2009 von der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und dem Berufsverband Deutscher Anästhesisten in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe ausgesprochen. Demnach sind „rückenmarksnaher Regionalanalgesie- und anästhesietechniken [...] besonders sicher und effektiv in der Schmerzlinderung unter der Geburt sowie zur Schmerzausschaltung bei der Sectio caesarea, ohne zu einer relevanten Beeinträchtigung des Neugeborenen zu führen“ (Gogarten et al., 2009). Die besondere Herausforderung für den Anästhesisten ist dabei die Tatsache, dass sowohl Mutter als auch Kind bei der Wahl eines geeigneten Anästhesieverfahrens zu berücksichtigen sind.

3.1 Vaginale Geburt

Trotz vieler medizinischer Fortschritte fehlt es weiterhin vereinzelt an Akzeptanz von peripartaler analgetischer Therapie. Die Gründe hierfür sind vielfältig und reichen von religiösen und soziokulturellen Auffassungen über falsche Annahmen vom Nebenwirkungsspektrum einer Periduralanästhesie bis zum Autonomiebedürfnis von Geburtshelfern und Hebammen (Gogarten und Van Aken, 2010). Es konnte jedoch gezeigt werden, dass Wehenschmerz ein besonders starkes Schmerzereignis ist und langfristige negative Auswirkungen auf die Psyche der Mutter hat sowie das Kind in utero durch Hypoxie und Azidose vital bedrohen kann (Blobner und Busley, 2008). Die geburtshilfliche Schmerztherapie sollte demnach neben nichtpharmakologischen Methoden wie Atem- und Entspannungsübungen, Hydrotherapie, psychologischer Betreuung, Akupunktur und anderen Verfahren fest etablierter Bestandteil der Geburtsbegleitung sein (Blobner und Busley, 2008).

3.1.1 Systemische Analgesie zur vaginalen Geburt

Zur systemischen Analgesie werden Opiode angewandt, die nach Möglichkeit intravenös titriert verabreicht werden (Blobner und Busley, 2008). Durch die Analgesie lässt sich bei geöffnetem Muttermund der Geburtsverlauf günstig beeinflussen, da Schmerzen und Ängste der Schwangeren gemindert und hyperaktive Wehentätigkeit reguliert werden können (Blobner und Busley, 2008). Bei zu früher Applikation resultiert jedoch eine Abschwächung der Wehentätigkeit, welche den Geburtsverlauf hinauszögern kann (Blobner und Busley, 2008). Problematisch an der systemischen Gabe von Opioiden (insbesondere Morphin und Pethidin) ist deren Fähigkeit die Plazentaschranke zu überwinden, was eine Atemdepression des Neugeborenen zur Folge haben kann (Blobner und Busley, 2008).

3.1.2 Vaginale Geburt mit Periduralanästhesie

Bei der Periduralanästhesie (PDA) (oder auch Epiduralanästhesie genannt) werden ein Lokalanästhetikum und ggf. zusätzliche Medikamente in den Periduralraum injiziert. Der Periduralraum befindet sich zwischen innerem und äußerem Blatt der Dura mater. Das innere Blatt trennt den Periduralraum von den anderen Rückenmarkshäuten und dem Rückenmark selbst. Durch die räumliche Isolierung vom Rückenmark sind bei der PDA höhere Medikamentenkonzentrationen notwendig als z.B. bei der Spinalanästhesie. Die Einbringung eines Katheters erlaubt allerdings eine wiederholte Anästhetikagabe.

In Deutschland erhalten 17,5 % der Gebärenden zur vaginalen Entbindung eine rückenmarksnahe Schmerztherapie (Meuser et al., 2008). Die PDA gilt als Goldstandard, da sie Mutter und Kind am wenigsten belastet, aber dennoch gute analgetische Ergebnisse erzielt (Gogarten und Van Aken, 2010). In 80 % kann Schmerzfreiheit, in 10 – 15 % eine deutliche Schmerzlinderung erzielt werden (Blobner und Busley, 2008). Durch die Möglichkeit der Katheteranlage wird zudem eine gute Steuerbarkeit erreicht (Blobner und Busley, 2008).

Die heutzutage empfohlene Kombination von Lokalanästhetika und Opioiden erzielt gegenüber der alleinigen Lokalanästhetikagabe eine bessere Analgesie bei weniger Nebenwirkungen (Gogarten und Van Aken, 2010). Die Lokalanästhetika Bupivacain und Ropivacain werden zusammen mit dem Opioid Sufentanil eingesetzt. Dies hat neben der vorteilhaften Analgesie einen schnelleren Wirkbeginn, eine niedrigere Lokalanästhetikumkonzentration und dadurch eine geringere Einschränkung der Motorik zur Folge (Blobner und Busley, 2008). Die verwendeten Lokalanästhetika können nach Anwendung einer PDA im fetalen Blut in höherer Dosierung nachgewiesen werden, kindliche APGAR- und Nabelschnur-pH-Werte bleiben jedoch unbeeinflusst (Gogarten und Van Aken, 2010). Sufentanil ist das Opioid der ersten Wahl (Blobner und Busley, 2008), weil es trotz diaplazentarer Passage aufgrund seiner lipophilen Eigenschaft kaum im Blut des Neugeborenen nachweisbar ist und daher auch keine negative Beeinträchtigung erwarten lässt (Gogarten und Van Aken, 2010).

Die PDA erzielt eine Verbesserung der mütterlichen Stressantwort und uteroplazentaren Perfusion. Die Ausschüttung von Katecholaminen wird gebremst, Sauerstoffverbrauch

und Hyperventilation werden gemildert und systemischer Widerstand und Blutdruck gesenkt (Gogarten und Van Aken, 2010). Durch die frühzeitige Anwendung einer PDA verläuft die Geburt schneller und die Patientinnen zeigen sich insgesamt zufriedener (Ohel et al., 2006). Neugeborene leiden nach frühzeitig verwendeter PDA seltener an Azidosen als nach systemischer Opioidgabe mit anschließender PDA (Marucci et al., 2007). Negative Effekte einer frühen PDA, wie vermehrte Oxytocingaben oder eine höhere Rate an Sectiones caesareae/instrumentellen Entbindungen, konnten nicht bestätigt werden (Gogarten und Van Aken, 2010).

Neben den Komplikationen, die auch bei Anwendung von regionalen Anästhesieverfahren in anderen operativen Bereichen vorkommen können, sind in der Geburtshilfe einige Besonderheiten zu nennen. Schwangerschaftsbedingte Ödeme können die rückenmarksnahe Punktion beeinträchtigen (Blobner und Busley, 2008). Schwierige Punktionen werden in 8 %, ein Nichtgelingen in 1 % und eine ungenügende Blockade in 1,5 % der Fälle beschrieben (Stamer, 2010). Eine durch Sympathikolyse bedingte Hypotension, die auch das Kind gefährdet, kann durch das Vena-cava-Kompressionssyndrom, ein vermindertes Ansprechen der Gefäßmuskulatur auf Vasopressoren während der Schwangerschaft und die oben erwähnte gewünschte Verminderung der Katecholaminausschüttung noch verstärkt werden (Blobner und Busley, 2008). Wegen der Wehentätigkeit bedarf es jedoch nur in wenigen Fällen einer Therapie (Gogarten und Van Aken, 2010). Weiterhin besteht die Gefahr, dass die Symptome einer schweren Komplikation wie z.B. einer Uterusruptur durch eine PDA abgemildert werden und durch Sympathikolyse eine Blutung noch verstärkt wird. Es gilt daher durch Titration Schmerzstillung zu erreichen, aber die Sensibilität weitestgehend zu erhalten (Blobner und Busley, 2008). Fetale Bradykardien treten bei der Verwendung von regionalen Anästhesieverfahren aufgrund des plötzlichen Katecholaminabfalls in 10 % der Fälle auf. In der Regel dauern sie jedoch nur kurz und haben keinen negativen Einfluss auf das Neugeborene (Gogarten und Van Aken, 2010). Die Anwendung eines regionalen Verfahrens setzt weiterhin eine funktionierende Gerinnung voraus, da die Mutter bei der Entstehung eines Hämatoms durch eine mögliche Querschnittslähmung gefährdet ist (Kern et al., 2004).

3.2 Sectio caesarea

Sectiones caesareae sind in den letzten Jahrzehnten deutlich häufiger geworden. Nach Angaben des statistischen Bundesamtes brachten im Jahr 2010 31,9 % der Frauen, die ihre Kinder in deutschen Kliniken entbunden haben, diese per Kaiserschnitt zur Welt. 1991 waren es mit 15,3 % noch weniger als die Hälfte (Statistisches Bundesamt, 2012). Auch die sogenannte „Wunschsectio“ scheint weiter an Akzeptanz zu gewinnen, da bei elektiver Sectio caesarea keine großen Unterschiede bezüglich der peripartalen Müttersterblichkeit im Vergleich zur Spontangeburt bestehen und die Inzidenz von Inkontinenz im Alter niedriger ist (Blobner und Busley, 2008).

Anästhesiologische Komplikationen sind mit einem Anteil von 7 – 15 % nach Präeklampsie und Lungenembolie die dritthäufigste Todesursache im perioperativen Verlauf einer Sectio caesarea (Blobner und Busley, 2008). Dabei spielen Aspiration und Hypoxie bei Intubationsschwierigkeiten während der Einleitung einer Allgemeinanästhesie die größte Rolle (Hawkins et al., 1997). Frühere Studien wiesen auf eine erhöhte Rate an instrumentellen Entbindungen und Sectiones caesareae bei Anwendung von Regionalanästhesien hin. Dies kann in neueren Studien beim Einsatz von niedrig dosierten Lokalanästhetika in Kombination mit Opioiden nicht bestätigt werden. Vielmehr beeinflussen Parität (Primipara > Multipara), Alter der Mutter, Adipositas per magna, Gestationsalter und Geburtsgewicht, schmerzhafte Wehentätigkeit und die Praxis der Geburtshelfer die Sectiorate (Gogarten und Van Aken, 2010). Obwohl es eine allgemeine Empfehlung zur Applikation von regionalen Anästhesieverfahren gibt, können Allgemeinanästhesien bei einer Sectio caesarea nicht immer vermieden werden. Der Anästhesist hat somit unter Berücksichtigung von Dringlichkeit des Eingriffes, Wunsch der Patientin und ihrem individuellen Risikoprofil das geeignete Anästhesieverfahren auszuwählen (Gogarten et al., 2009).

3.2.1 Sectio caesarea mit Spinalanästhesie

Bei der Spinalanästhesie (SPA) wird anders als bei der PDA die Dura mater mit einer feineren Nadel durchstoßen und das Lokalanästhetikum mit eventuellen Zusätzen in den Subarachnoidalraum, d.h. in den Liquor cerebrospinalis, der das Rückenmark

umgibt, injiziert. Durch den direkten Kontakt zum Rückenmark sind geringere Medikamentenkonzentrationen von Nöten als bei der PDA und die anästhesierende Wirkung tritt schneller ein. Dieses Verfahren wird meist in „Single-Shot-Technik“ durchgeführt, d.h. das Lokalanästhetikum wird einmalig injiziert, ohne dass danach Dosisanpassungen vorgenommen werden können.

Die SPA hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten als Anästhesieverfahren bei der Sectio caesarea durchgesetzt. Im Vergleich zu Datenerhebungen aus den Jahren 1996 und 2002 mit Anwendungsraten von respektive 14 % und 50,5 %, ist die SPA nunmehr mit 90,8 % die am häufigsten verwandte Anästhesietechnik bei einer Sectio caesarea in Deutschland und somit das Standardverfahren (Marcus et al., 2011).

Für ein regionales Anästhesieverfahren im Vergleich zur Allgemeinanästhesie sprechen die verminderte Aspirationsgefahr der Schwangeren, die Vermeidung einer erschwerten Intubation, keine relevante kindliche Anästhetikaexposition sowie die Möglichkeit für die Mutter, die Geburt ihres Kindes miterleben (Marcus et al., 2011). Auch gibt es Hinweise darauf, dass das neonatale Outcome nach Sectio caesarea in Allgemeinanästhesie schlechter ist als bei der Verwendung regionaler Verfahren (Algert et al., 2009; Shek et al., 2012; Tonni et al., 2007). Die heutzutage in der Geburtshilfe verwendeten Lokalanästhetika wie Bupivacain, Ropivacain und Lidocain stören die Neugeborenenadaptation dagegen nicht (Blobner und Busley, 2008). In einer weiteren Studie wurde zudem gezeigt, dass der postoperative Bedarf an Schmerzmitteln bei Patientinnen, die während einer Sectio caesarea ein rückenmarksnahes Verfahren erhalten hatten, signifikant geringer war als der Bedarf einer Vergleichsgruppe, die einer Allgemeinanästhesie zugeführt worden war (Saracoglu et al., 2012). Dementsprechend war auch die Patientenzufriedenheit in der ersten Gruppe signifikant höher.

Auch gegenüber der PDA überwiegen die Vorteile der SPA. Zu nennen sind hierbei die einfachere technische Durchführbarkeit, geringere Kosten, ein kleineres Punktions-trauma und die schnellere Ausbildung der Analgesie (Gogarten et al., 2009; Gogarten und Van Aken, 2010), wodurch die Anwendung bei dringlichen und Notfall-Sectiones caesareae im Gegensatz zur PDA möglich ist (Blobner und Busley, 2008). Zudem treten seltener unzureichende oder einseitige Blockaden auf und die Menge des zu verwendenden Lokalanästhetikums ist geringer als bei der PDA (Blobner und Busley, 2008).

Ein Nachteil der regionalen Anästhesieverfahren kann das Auftreten von Hypotensionen sein. Diese können ausgelöst werden durch die Blockade der sympathischen Nervenfasern mit anschließender Vasodilatation, sowie durch eine Blockade der Nervi accelerantes, welche eine Bradykardie verursacht. Zusätzlich bestehen weitere geburtsassoziierte Hypotonierisiken wie ein verminderter Blutrückfluss im Rahmen eines Vena-cava-Kompressionssyndroms, Flüssigkeitsmangel aufgrund von Nahrungskarenz, sowie Perspiration und ungenügender Infusionstherapie (Blobner und Busley, 2008). Blutdruckabfälle um 20 % oder unter 100 mmHg systolisch sind zu vermeiden, weil sie mit einer kindlichen Asphyxie einhergehen können (Gogarten und Van Aken, 2010). Das Ausmaß einer Hypotension ist maßgeblich von der Dosis des applizierten Lokalanästhetikums abhängig, weshalb eine Dosisreduktion und zusätzliche Applikation eines Opioids sinnvoll ist (Gogarten et al., 2009). Ist die Dosierung jedoch analgetisch nicht ausreichend, besteht bei einer SPA aufgrund der Single-Shot-Technik keine Möglichkeit weiteres Lokalanästhetikum zu applizieren und es muss auf zusätzliche systemische Analgetika oder Hypnotika zurückgegriffen werden, die Aspirations- und Apnoekomplikationen für die Mutter und Adaptationsschwierigkeiten für das Kind beinhalten können (Blobner und Busley, 2008). In diesem Falle ist es sinnvoll frühzeitig zu einer kontrollierteren Allgemeinanästhesie zu wechseln (Blobner und Busley, 2008).

3.2.2 Sectio caesarea mit Periduralanästhesie

Die PDA ist in Deutschland nach der SPA mit 5,2 % das zweithäufigste Anästhesieverfahren der Wahl bei einer Sectio caesarea (Marcus et al., 2011). Insbesondere ist sie von Bedeutung bei schon vorhandenem Periduralkatheter und der sekundären Entscheidung zur Sectio caesarea (Gogarten et al., 2009; Gogarten und Van Aken, 2010). Hierbei kann eine Ausdehnung der Blockade durch Titrieren von Lokalanästhetika und Opioiden erfolgen. Dies sollte ohne Verzögerung geschehen, sobald die Entscheidung zur Schnittentbindung gefallen ist, um durch suffiziente Schmerztherapie eine Allgemeinanästhesie zu vermeiden (CMACE, 2011). Ein analgetischer Nachteil bei entsprechend höher dosiertem Lokalanästhetikum besteht bei der PDA gegenüber der SPA nicht (Ng et al., 2004).

Obwohl die Gründe für die Anwendung einer SPA überwiegen (s.o.), lassen sich auch einige Vorteile der PDA gegenüber der SPA nennen. Darunter fallen die seltener und geringfügiger ausgeprägten Hypotonien (Blobner und Busley, 2008). Die Anwendung einer PDA wird deswegen bei kardialen Risikopatientinnen empfohlen, da eine hämodynamisch schonendere Einleitung durch eine verzögerte Sympathikolyse möglich ist (Gogarten et al., 2009; Gogarten und Van Aken, 2010). Zudem besteht die Möglichkeit bei liegendem Periduralkatheter und unzureichender Wirkung erneut Lokalanästhetikum applizieren zu können (Blobner und Busley, 2008). Auch die postoperative Schmerztherapie über einen liegenden Periduralkatheter ist vorteilhaft, da sie einen positiven Effekt auf das Stillverhalten und die Gewichtszunahme des Neugeborenen zu haben scheint (Hirose et al., 1996).

Die Misserfolgsrate scheint allerdings bei der PDA etwas höher zu sein als bei der SPA (Gogarten und Van Aken, 2010).

3.2.3 *Sectio caesarea mit kombinierter Spinal-Epiduralanästhesie*

Bei der kombinierten Spinal-Epiduralanästhesie (CSE) wird entsprechend einer SPA Lokalanästhetikum in den Subarachnoidalraum injiziert und zusätzlich ein Epiduralkatheter eingelegt, über den wiederholte Anästhetikagaben möglich sind. Die CSE wird in 0,9 % der Fälle als anästhesiologisches Wahlverfahren bei Sectiones caesareae in deutschen Krankenhäusern angewandt (Marcus et al., 2011). Sie hat wie die SPA eine schnelle Anschlagzeit und ermöglicht bei unzureichender Analgesie gleichzeitig eine Nachinjektion von Lokalanästhetikum über den Periduralkatheter (Gogarten und Van Aken, 2010). Dieses Verfahren ist dann wertvoll, wenn eine postoperative Analgesie der Mutter erwünscht ist (Gogarten et al., 2009). Gegenüber der alleinigen SPA besteht allerdings kein hämodynamischer Vorteil (Ithnin et al., 2006). Jedoch kann bei der CSE auch eine geringere Konzentration des Lokalanästhetikums in den Spinalraum gegeben werden, gefolgt von anschließendem Titrieren über den Epiduralkatheter, was die Hämodynamik ggf. weniger beeinflusst (Gogarten und Van Aken, 2010). Technisch ist die Durchführung aufwendiger, invasiver und teurer als andere Methoden (Stamer, 2010).

3.2.4 Sectio caesarea in Allgemeinanästhesie

In 1,7 % der Fälle wird die Allgemeinanästhesie (üblicherweise als Intubationsnarkose (ITN)) als anästhesiologisches Wahlverfahren zur Sectio caesarea in Deutschland angegeben (Marcus et al., 2011). Die Indikation dazu besteht, wenn die Zeit für die Anlage eines rückenmarksnahen Anästhesieverfahrens fehlt, weil die Entbindung per Sectio caesarea so schnell wie möglich erfolgen muss (Notfall-Sectio caesarea) (Blobner und Busley, 2008). Weiterhin ist sie indiziert bei Kontraindikationen für rückenmarksnahes Anästhesieverfahren, die Ablehnung einer Regionalanästhesie durch die Patientin oder bei psychischen Konditionen der Mutter, die das Erleben des Kaiserschnitts unmöglich machen (Blobner und Busley, 2008). Ebenfalls kommt eine ITN zur Anwendung, wenn in gleicher Sitzung eine geplante weitere operative Maßnahme durchgeführt werden soll. Ein Vorteil der Allgemeinanästhesie scheint bei schweren kindlichen Bradykardien, vorzeitiger Plazentalösung oder schweren Blutungen gegeben zu sein (Gogarten et al., 2009).

Wenn möglich, sollte allerdings von einer Allgemeinanästhesie abgesehen werden, denn Schwangere haben spezifische Risiken. Intubationsschwierigkeiten kommen in der Geburtshilfe häufiger als bei anderen Patienten vor (Samsoon und Young, 1987; Yeo et al., 1992) und gehören immer noch zu den häufigsten anästhesiologischen Komplikationen mit Todesfolge (CMACE, 2011). Zudem haben Schwangere aufgrund eines gesteigerten Atemminutenvolumens und höheren Sauerstoffverbrauchs eine geringere Hypoxietoleranz (Stamer, 2010). Ein zunehmendes mütterliches Durchschnittsalter, Komorbiditäten und Übergewicht scheinen das Risiko des schwierigen Atemweges zusätzlich negativ zu beeinflussen (Djabatey und Barclay, 2009). Da schwangere Patientinnen ab der 20. Schwangerschaftswoche als nicht-nüchtern gelten, ist immer mit einem erhöhten Aspirationsrisiko zu rechnen, das durch Aspirationsprophylaxe, Lagerungsmaßnahmen, „rapid-sequence-induction“ und Intubation gemindert werden sollte (Blobner und Busley, 2008; Cooper und McClure, 2005). Außerdem besteht die Schwierigkeit darin eine Balance zwischen ausreichend tiefer Narkose für die Mutter bei möglichst geringer Depression des Neugeborenen durch diaplazentares Übertreten der Medikamente zu finden. Eine möglichst kurze Narkose bis zur Abnabelung des Kindes ist anzustreben und Opioiden bis zur Geburt wegen Atemdepression und Anpassungsstörungen

des Kindes zu vermeiden (Blobner und Busley, 2008). Eine Komplikation bei der Anwendung von Inhalationsanästhetika kann eine postpartale atone Uterusblutung durch Relaxation der Gebärmuttermuskulatur sein (Blobner und Busley, 2008).

4. Die Anästhesiologie bei kardiovaskulären Erkrankungen

In den westlichen Ländern kommen kardiovaskuläre Erkrankungen mit einer Prävalenz von 25 % vor und führen dementsprechend häufig zu perioperativen Komplikationen mit hoher Morbidität und Letalität (Munter und Stenseth, 2011; Zwißler, 2008). Auch die hohe Überlebensrate der Patienten mit angeborenen Herzfehlern (CHD) führt dazu, dass Anästhesisten sich zunehmend mit der perioperativen Führung und der Anatomie sowie Physiologie der Herzfehler dieses Patientenkollektivs auseinandersetzen müssen (Cannesson et al., 2009a).

Patienten mit angeborenen oder erworbenen Herzerkrankungen haben kein verallgemeinerbares erhöhtes operatives und anästhesiologisches Risiko (Lovell, 2004; Zwißler, 2008), weswegen verschiedene Risikoindices zur Abschätzung der individuellen Gefährdung zur Verfügung stehen (Zwißler, 2008). Bedeutsam für die Anästhesieführung sind insbesondere Herzklappenfehler, Herzinsuffizienz, KHK, Herzrhythmusstörungen und angeborene Herzfehler (Zwißler, 2008), wobei letztere zusätzliche Risiken bei der Existenz von pulmonaler Hypertonie, Zyanose, Arrhythmien, Herzinsuffizienz, jungem Alter und schlechtem allgemeinem Gesundheitszustand aufweisen (Cannesson et al., 2009a; Lovell, 2004). Das zeigt, dass Patienten mit CHD keine homogene Gruppe sind. Einige kleine Herzfehler bedürfen keines zusätzlichen Risikomanagements, andere komplexe CHD der besonderen Fachkenntnis der behandelnden Ärzte (Cannesson et al., 2009b).

Es wird angenommen, dass eine perioperative hämodynamische Stabilität bei kardial erkrankten Patienten besonders wichtig ist und für ein besseres postoperatives Outcome sorgt (Munter und Stenseth, 2011). Bei der Auswahl des Anästhesieverfahrens und der unterstützenden Medikamente ist daher zu gewährleisten, dass, unabhängig von der Diagnose, die Kontraktilität des Herzmuskels, der Perfusionsdruck in den Koronararterien, Sinusrhythmus, Blutdruck und Herzfrequenz konstant- und aufrechterhalten werden (Zwißler, 2008). Durch die Anwendung eines rückenmarknahen Verfahrens wird die Stressreaktion gemindert und der Sauerstoffverbrauch des Herzens ökonomisiert. Gleichzeitig aber wird der herzkranke Patient durch Sympathikolyse mit Abfall des Blutdrucks, der koronaren Durchblutung und des Herzzeitvolumens gefährdet (Zwißler, 2008). Ein allgemeiner Vorteil einer Regionalanästhesie im Vergleich zur Allgemein-

anästhesie (Zwißler, 2008) oder eine Reduktion der Mortalität (Munter und Stenseth, 2011) konnten bislang nicht eindeutig bewiesen werden.

Da somit keine allgemein geltenden Empfehlungen bezüglich des Anästhesieverfahrens bei kardiovaskulärer Erkrankung existieren, muss nach Abwägen der Gegebenheiten das individuell geeignetste Vorgehen ausgewählt werden (Cannesson et al., 2009b; Lovell, 2004; Zwißler, 2008). Patienten mit CHD sollten multidisziplinär von Kardiologen, Anästhesisten, Chirurgen und Intensivmedizinern betreut und ihre Erkrankung als systemisch mit einer Dysfunktion multipler Organsysteme bewertet werden (Cannesson et al., 2009a; Cannesson et al., 2009b). Patienten mit hohem kardialen Risiko sollten von einem erfahrenen und qualifizierten Behandlungsteam versorgt und die Eingriffe so kurz wie möglich gehalten werden (Munter und Stenseth, 2011).

5. Material und Methoden

5.1 Studiendesign

Mit der vorliegenden Arbeit wurde eine retrospektive observatorische Studie durchgeführt. Die den Krankenhausinformationssystemen entnommenen Daten der Patientinnen wurden anonymisiert ausgewertet, so dass kein Rückschluss auf die Identität der Patientinnen mehr möglich ist. Somit war eine Aufklärung der Patientinnen nicht notwendig.

5.2 Patientinnen

In die Studie wurden Patientinnen mit kardiovaskulären Erkrankungen eingeschlossen, die im Zeitraum von März 2001 bis Mai 2011 am Universitätsklinikum Bonn entbunden haben. Es wurden Patientinnen mit kongenitalen und erworbenen Herzfehlern, die zum Zeitpunkt der Geburt manifest, neu aufgetreten oder bereits korrigiert waren, sowie Patientinnen mit Erkrankungen, welche zu Veränderungen der Aorta führen, eingeschlossen. Patientinnen mit essentieller oder schwangerschaftsassoziierter Hypertonie wurden nicht berücksichtigt. Dies galt auch für Mütter, die nach der Entbindung von einem anderen Krankenhaus aufgrund von Komplikationen in das Universitätsklinikum Bonn verlegt worden waren. Ebenfalls ausgeschlossen von der Analyse wurden Patientinnen, deren Schwangerschaftsvorsorgeuntersuchungen in unserer Klinik stattgefunden hatten, die ihre Kinder jedoch in einer anderen Geburtshilfe zur Welt brachten. Waren Patientinnen wegen mehr als einer Schwangerschaft in Behandlung gewesen, so wurden die Schwangerschaften unabhängig voneinander beurteilt. Bei Zwillingsschwangerschaften wurden die Daten des ersten Kindes ausgewertet und das zweite Kind nicht berücksichtigt.

5.3 Datenerfassung

Die herzkranken Patientinnen wurden anhand der Geburtenbücher und in Kooperation mit den Mitarbeitern der Universitätsfrauenklinik Bonn identifiziert. Zur Datenerhebung wurde auf drei verschiedene Dokumentationssysteme der Universitätsklinik Bonn zurückgegriffen. Die für die jeweiligen Geburtsverfahren angewandten Anästhesieverfahren, die Blutdruckwerte während der anästhesiologischen Maßnahmen sowie die postpartale intensive Betreuung bzw. die Verlegung auf eine normale Wöchnerinnenstation wurden mit Hilfe der Anästhesieprotokolle Andoc® (DATAPEC GmbH, Pliezhausen, Germany) analysiert. Der Krankenhausaufenthalt der Patientinnen wurde mit Hilfe des klinikinternen Arbeitsplatzsystems ORBIS (Agfa HealthCare, Mortsel, Belgien) des gesamten Universitätsklinikums Bonn und des Dokumentationssystems PIA (LB-Systems Messgeräte GmbH, Wien, Österreich) der Universitätsfrauenheilkunde Bonn nachvollzogen. Dabei wurden für die Patientinnen folgende Daten berücksichtigt: anamnestisch erhobene kardiovaskuläre Vorerkrankungen, Diagnosen und Messdaten aus kardiologischen Untersuchungen, das Alter der Patientinnen bei Geburt, der Blutverlust unter der Geburt, die Länge des postpartalen Krankenhausaufenthalts (*length of stay*, LOS) und die Existenz mit ggf. der Länge eines postpartalen Intensivstationsaufenthalts. Für die Neugeborenen wurden die APGAR-Scores in der ersten, fünften und zehnten Lebensminute, der arterielle Nabelschnur pH-Wert, der Base Excess (BE)-Wert, die Körperlänge, das Körpergewicht und der Kopfumfang sowie die Dauer der Schwangerschaft betrachtet. Alle Daten wurden in einer Tabelle des Programms Microsoft Office Excell 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, USA) zusammengefasst und zur statistischen Auswertung in das Programm IBM Statistics SPSS 20 (IBM Corporation, Armonk, USA) eingelesen.

5.4 Einteilung der Patientinnen in Kategorien

Die Patientinnen wurden anhand verschiedener Merkmale in Gruppen untergliedert und diese gegeneinander verglichen. Eine Einteilung erfolgte anhand des von Thorne et al. (2006) entworfenen und von der ESC (2011) angepassten WHO-Index für Schwangerschaftsrisiken bei kardiovaskulärer Vorerkrankung. Dieser unterscheidet vier verschie-

dene Risikoklassen. Ebenfalls wurde gegeneinander abgegrenzt, ob die Patientinnen per Sectio caesarea oder Spontanpartus entbunden hatten. Das verwandte Anästhesieverfahren (ITN, PDA, SPA, CSE) bzw. kein Einsatz von Anästhesie bei vaginaler Geburt stellten weitere Unterscheidungsmerkmale der herzkranken Frauen dar. Auf Basis dieser drei Gruppenmerkmale erfolgte der Vergleich der Outcome-Werte von Müttern und Kindern.

5.4.1 Anpassung des WHO-Risiko-Scores

Da nicht alle kardiovaskulären Erkrankungen, die bei den in die Studie eingeschlossenen Patientinnen vorkamen, durch den existierenden WHO-Risiko-Score erfasst worden wären, mussten diese entsprechend eingruppiert werden.

Wiesen Patientinnen mehr als eine Herzkrankheit auf, wurde die für eine Schwangerschaft am schwerwiegendste Erkrankung zur Klassifizierung benutzt. Erkrankungen, die je nach individuellem Risiko entweder der Klasse II oder III zuzuteilen sind, wurden bei alleinigem Vorliegen in die Risikokategorie II eingeteilt. Sobald zwei oder mehr Konditionen vorlagen, erfolgte die Einteilung in die Risikoklasse III.

Klappenvitien der Grade I – II wurden als leicht- bis mittelgradig interpretiert, hochgradige Vitien entsprachen den Graden III – IV. Klappeninsuffizienzen ersten Grades wurden der Risikoklasse I zugeordnet, da geringfügige Klappeninsuffizienzen während der Schwangerschaft physiologisch zu sein scheinen (Campos et al., 1993). Die Ebstein-Anomalie wurde als zyanotisches Vitium gewertet. Zur Beurteilung einer linksventrikulären Schädigung wurden die Referenzwerte der europäischen und amerikanischen Gesellschaften für Echokardiographie verwendet, wonach eine leichte Einschränkung der Ejektionsfraktion (EF) bei 45 – 54 % besteht, eine mittelgradige bei 30 – 44 % und eine schwere bei < 30 % (Lang et al., 2005). Eine linksventrikuläre Schädigung mit einer EF von > 45 % wurde der Risikoklasse II zugesprochen. Bei einer EF von 30 – 44 % erfolgte die Zuteilung in die Risikoklasse III. Eine leichte Herzinsuffizienz (NYHA I) wurde entsprechend der Risikoklasse II, eine mittelgradige (NYHA II) der Risikoklasse III zugeordnet. Die Einteilung durch eine EF < 30 % oder eine schwere Herzinsuffizienz (NYHA III – IV) in die Risikoklasse IV ist bereits im WHO-Risiko-Score vorbeschrieben. Kardio-

myopathien wurden konform der Einteilung für die hypertrophe Kardiomyopathie bei komplikationslosem Verlauf der Risikoklasse II und bei Komplikationen, je nach Schweregrad, den Risikoklassen III und IV hinzugefügt. Die Risikoklasse I wurde durch die Myokarditis ergänzt, wenn es keine Hinweise auf eine verbliebene Schädigung des Herzmuskels gab. Bei Residuen nach Myokarditis wurde entsprechend der kardialen Schädigung eine Einteilung vorgenommen. Eine pulmonale Hypertonie wurde ab Werten von > 25 mmHg (gemessen in Ruhe) angenommen und die Patientinnen entsprechend dem WHO-Risiko-Score in die Risikokategorie IV eingeteilt. Patientinnen mit dilatierter Aorta $> 4,5$ cm sowie Patientinnen, die an einer Aortendissektion operiert worden waren, wurden der Risikoklassifikation III zugeordnet. Ein Aortenaneurysma > 5 cm und eine akute Aortendissektion wurden der Risikoklassifikation IV beigefügt. Patientinnen mit Ehlers-Danlos-Syndrom (auch ohne Angabe des Subtyps) wurden analog dem Marfan-Syndrom ab einem Aortendurchmesser > 4 cm der Klasse III und $> 4,5$ cm der Klasse IV zugeordnet. Bei Takayasu-Arteriitis ohne bekannte aortale Beteiligung wurde ein Risiko der Klasse II angenommen. Ein persistierendes Foramen ovale sowie ein Sinus venosus Defekt wurden als Sonderformen eines Vorhofseptumdefekts aufgefasst und entsprechend beurteilt. Ein durchlebter Myokardinfarkt wurde der Risikoklasse III hinzugefügt, sofern keine quantitativen Angaben zur ventrikulären Funktion angegeben waren.

Tabelle 3 zeigt den in dieser Studie verwendeten erweiterten Risiko-Score für Schwangere mit kardialer Erkrankung. Die für diese Studie hinzugefügten kardiovaskulären Merkmale sind (hervorgehoben) dargestellt.

WHO-Klasse	Kardiale Erkrankung
WHO I	Unkomplizierte/r, kleine/r oder leichte/r PS, VSD, pDA, Mitralklappenprolaps Erfolgreich korrigierter einfacher Defekt wie ASD, PFO , Sinus venosus Defekt , VSD, pDA, Totale Lungenvenenfehleimündung Isolierte atriale und ventrikuläre ektope Erregungsbildung Z.n. Myokarditis (ohne kardiale Einschränkung) Herzklappeninsuffizienzen I°
WHO II	Unkorrigierte ASD, PFO oder VSD ¹ Korrigierte Fallot'sche Tetralogie ¹ Die meisten Arrhythmien ¹ Alleinige Erkrankung einer nativen Herzklappe oder eines biologischen Klappen- ersatzes (nicht den WHO-Klasse I oder IV Bedingungen entsprechend): AI II – III° , MI II – III° , AS I – II° , MS I – II° ² Leichtgradige linksventrikuläre Schädigung (LVEF >45 %) oder NYHA I Hypertrophe Kardiomyopathie und andere Kardiomyopathien ohne kardiale Einschränkung ^{1,2} Korrigierte Aortenisthmusstenose ohne kardiale Residuen ² Marfan-Syndrom ohne Dilatation der Aorta ^{1,2} Ehlers-Danlos-Syndrom ohne Dilatation der Aorta ^{1,2} Takayasu Arteriitis ohne aortale Veränderung Aortale Beteiligung bei bikuspider Aortenklappe mit Aortendilatation < 4,5 cm ^{1,2} Zustand nach Herztransplantation ^{1,2}
¹ bei körperlichem Wohlbefinden und unkompliziertem Verlauf ² bei einzelner Erkrankung Risikoklasse II, bei zwei oder mehr Erkrankungen Risikoklasse III WHO = World Health Organization, PS = Pulmonalstenose, VSD = Ventrikelseptumdefekt, pDA = persistierender Ductus Arteriosus Botalli, ASD = Vorhofseptumdefekt, PFO = persistierendes Foramen ovale, AI = Aortenklappeninsuffizienz, MI = Mitralklappeninsuffizienz, AS = Aortenklappenstenose, MS = Mitralklappenstenose NYHA = New York Heart Association, LVEF = Linksventrikuläre Ejektionsfraktion	

Tab. 3a: Erweiterter WHO-Risiko-Score für kardiovaskuläre Erkrankungen während der Schwangerschaft adaptiert an Thorne et al. (2006) und die Leitlinien der European Society of Cardiology (2011)

WHO-Klasse	Kardiale Erkrankung
WHO III	<p>Mittelgradige linksventrikuläre Schädigung (LVEF 30 – 44 %) oder NYHA II Mechanischer Herzklappenersatz Erkrankung einer nativen Herzklappe oder eines biologischen Klappenersatzes (nicht den WHO Klasse 1 oder 4 Bedingungen entsprechend) in Kombination mit weiteren kardialen Erkrankungen: AI II – III°, MI II – III°, AS I – II°, MS I – II°² Hypertrophe Kardiomyopathie und andere Kardiomyopathie mit kardialer Einschränkung oder kombiniert mit anderer Erkrankung Systemischer rechter Ventrikel (z.B. nach Mustard/Senning Operation bei TGA) Zustand nach Fontan-Operation (bei Einkammerherzen z.B. Trikuspidalatresie) Unkorrigierte zyanotische Vitien (z.B. Ebstein-Anomalie) Korrigierte Fallot'sche Tetralogie mit kardialen Residuen Marfan-Syndrom mit dilatierter Aorta 4,0 – 4,5 cm Ehlers-Danlos-Syndrom mit dilatierter Aorta 4,0 – 4,5 cm Aortenaneurysma 4,5 – 5,0 cm ohne familiäre Disposition Zustand nach Aortendissektion (z.B. bei Erdheim-Gsell-Medianekrose) Korrigierte Aortenisthmusstenose mit Residuen Aortale Beteiligung bei bikuspidaler Aortenklappe mit Aortendilatation 4,5 – 5,0 cm Andere komplexe angeborene Herzfehler Ischämische Herzerkrankung mit Myokardschädigung (Zustand nach Myokardinfarkt)</p>
WHO IV	<p>Zustand bei pulmonaler Hypertonie Schwere linksventrikuläre Dysfunktion (NYHA III – IV oder LVEF < 30 %) Hochgradige MS oder hochgradige symptomatische AS Zustand nach PPCM mit verbliebener linksventrikulärer Schädigung Schwere Obstruktion des linksventrikulären Ausflusstrakts Marfan-Syndrom mit dilatierter Aorta > 4,5 cm Ehlers-Danlos-Syndrom mit dilatierter Aorta > 4,5 cm Aortale Beteiligung bei bikuspidaler Aortenklappe mit Aortendilatation > 5,0 cm Aortenaneurysma > 5,0 cm ohne familiäre Disposition Akute Aortendissektion (z.B. bei Erdheim-Gsell-Medianekrose) Schwere unkorrigierte Aortenisthmusstenose</p>
<p>² bei einzelner Erkrankung Risikoklasse II, bei zwei oder mehr Erkrankungen Risikoklasse III WHO = World Health Organization, NYHA = New York Heart Association, LVEF = Linksventrikuläre Ejektionsfraktion, AI = Aortenklappeninsuffizienz, MI = Mitralklappeninsuffizienz, AS = Aortenklappenstenose, MS = Mitralklappenstenose, TGA = Transposition der großen Arterien, PPCM = Peripartum Kardiomyopathie</p>	

Tab. 3b: Erweiterter WHO-Risiko-Score für kardiovaskuläre Erkrankungen während der Schwangerschaft adaptiert an Thorne et al. (2006) und die Leitlinien der European Society of Cardiology (2011)

5.5 Primäre Endpunkte

5.5.1 Mütterliches Outcome

Als mütterliche Outcome-Werte wurden die Länge des postpartalen Krankenhausaufenthalts (*length of stay* - LOS), Blutdruckschwankungen während der geburtshilflichen Anästhesie und die Notwendigkeit einer postpartalen intensiven Betreuung der Mutter sowie dessen Länge herangezogen.

Die postpartale LOS wurde als Differenz aus dem Geburtstermin und dem Entlassungsdatum berechnet. Zur Ermittlung der Blutdruckschwankungen wurde die Differenz zwischen dem ersten gemessenen systolischen Blutdruckwert vor Beginn der anästhesiologischen Maßnahmen und dem niedrigsten insgesamt protokollierten systolischen Blutdruckwert gebildet. Der Aufenthalt auf einer Intensivstation, einer Intermediate Care-Station oder in einem Wachzimmer wurde erfasst und im Gegensatz zu der Verlegung auf eine normale Station als intensive postpartale Betreuung gewertet. Der Zeitraum zwischen Aufnahme auf der Intensivstation und der Rückverlegung auf die gynäkologische Station ergab die LOS der intensiven Beobachtungsmaßnahme. Für den Aufenthalt auf der Intermediate Care-Station oder in einem Wachzimmer ließen sich keine LOS-Daten ermitteln.

5.5.2 Kindliches Outcome

Die Anpassung der Neugeborenen nach der Geburt wurde anhand des postnatal erhobenen APGAR-Scores und der Nabelschnurarterien pH- und Base Excess (BE)-Werte beurteilt.

Anhand des APGAR-Scores werden die Atemanstrengung, die Herzfrequenz, die Gesichtsbewegungen als Absaugreflex, die Hautfarbe und der Muskeltonus des Kindes 1, 5 und 10 Minuten nach der Geburt beurteilt (Apgar, 1957). Für jede Kategorie können 0 – 2 Punkte vergeben werden, sodass ein Maximalwert von 10 Punkten erreicht werden kann. Ein APGAR-Score von 9 – 10 bedeutet einen exzellenten Zustand, bei 7 – 8 Punkten ist der kindliche Zustand gut, bei 4 – 6 Punkten wird von einer mäßigen Depression gesprochen und das Kind gilt als gefährdet und ein APGAR-Score von 0 – 3

bedeutet eine schwere Depression mit akuter Lebensgefahr für das Neugeborene. Ein 5-Minuten APGAR-Score < 7 ist mit einer höheren Mortalität und neurologischen Spätschäden für das Neugeborene assoziiert (Thorngren-Jerneck und Herbst, 2001).

Der Nabelschnur pH-Wert wird anhand einer Blutprobe bestimmt, die unmittelbar nach der Geburt aus der Nabelschnurarterie entnommen wird. In der Einteilung nach (Saling (1987) gilt ein pH-Wert $> 7,20$ als normal, wobei er mit $> 7,30$ im optimalen Bereich und zwischen $7,20$ und $7,29$ im Bereich der leichten Aziditätssteigerung liegt. Bei pH-Werten von $7,10 - 7,19$ wird von einer leichten Azidose, bei $7,00 - 7,09$ von einer mittelgradigen Azidose und bei $< 7,00$ von einer schweren Azidose gesprochen. Da sich niedrige pH-Werte negativ auf die Öffnung des pulmonalen Kreislaufs auswirken, hängt auch die postnatale Adaptation des Neugeborenen vom Säure-Basen-Status ab (Schmidt, 2010a).

Der Basenüberschuss (BE) spiegelt die Anpassungsvorgänge des Organismus auf eine Veränderung des Säure-Basen-Haushalts wieder. Er gibt die Abweichung vom Referenzwert der Pufferkapazität des Blutes an. Ein Basendefizit (negative BE-Werte) entsteht durch den Versuch des Körpers eine metabolische Azidose auszugleichen. Der BE-Wert ist daher bezüglich der Dauer der perinatalen Hypoxie des Kindes aussagekräftiger als der pH-Wert. Komplikationen für das Kind sind ab BE-Werten von -12 bis -16 mmol/l zu erwarten (Low, 1997; Low et al., 1997; Ross und Gala, 2002). Durch eine intrapartal stattfindende Kreislaufzentralisierung mit folgender Laktatausschwemmung ist ein gewisses Basendefizit physiologisch (Schmidt, 2010a).

Die intrauterine Entwicklung des Kindes kann durch die Körperlänge, das Körpergewicht und den Kopfumfang des Neugeborenen beurteilt werden. Diese werden postpartal gemessen und anhand der für Deutschland Populations-spezifischen Perzentilenkurven ausgewertet. Durch diese lassen sich Normwerte bezogen auf das Reifealter (= Schwangerschaftswochen) und das Geschlecht der Kinder ermitteln.

Kinder zwischen der 10. und 90. Perzentile gelten als normal entwickelt. Liegen ihre Werte unterhalb der 10. Perzentile, werden sie als „klein für ihr Reifealter“ (SGA - small for gestational age) bewertet bzw. als „sehr klein für ihr Reifealter“ bei Werten < 3 . Perzentile (VSGA – very small für gestational age). Neugeborene, die „groß für ihr Reife-

alter“ (LGA – large for gestational age) sind, liegen über der 90. Perzentile. Diese Einteilung wird insbesondere für das Geburtsgewicht verwendet.

Die Dauer der Schwangerschaft wird in Schwangerschaftswochen (SSW) angegeben. Die normale Länge einer Schwangerschaft liegt zwischen 37 vollendeten und unter 42 SSW. Ein frühgeborenes Kind wird definitionsgemäß vor Vollendung der 37. SSW entbunden, ein übertragenes in oder nach der vollendeten 42. SSW.

5.6 Statistische Analyse

Für die statistische Analyse wurde das Programm IBM Statistics SPSS 20 (IBM Corporation, Armonk, USA) verwendet.

Die Verteilung der Patientinnen auf die WHO-Risikoklassen, die verschiedenen Anästhesieverfahren und Entbindungsmodi wurde dargestellt. Es wurde untersucht, ob statistische Zusammenhänge unter den genannten Kategorien sowie zwischen diesen und den mütterlichen und kindlichen Outcome-Parametern bestanden.

Mehrere Schwangerschaften derselben Patientin wurden individuell voneinander ausgewertet und Tests für unabhängige Variablen angewandt. Bei Zwillingsgeburten wurden nur die Daten des erstgeborenen Kindes berücksichtigt. Dieses Vorgehen betraf vier Schwangerschaften.

Bei metrischen Variablen wurden die Mittelwerte verglichen. Normalverteilte nominale Variablen mit zwei Ausprägungen, deren Zusammenhang mit einer metrischen Variable untersucht wurde, wurden mit Hilfe des T-Tests nach Student ausgewertet. Bei mehr als zwei Ausprägungen wurde auf die einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) zurückgegriffen. Bei Variablen, deren Werte nicht normalverteilt vorlagen, wurden nichtparametrische Tests durchgeführt. Bei zwei Ausprägungen wurde der Mann-Whitney-U-Test und bei mehr als zwei Ausprägungen der Kruskal-Wallis-Test angewandt. Zusätzlich wurde bei nicht normalverteilten Werten auf den Median hingewiesen. Die Überprüfung auf eine Normalverteilung erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov-Test.

Nominale Variablen wurden mit Hilfe des Chi²-Tests bzw. des exakten Tests nach Fisher analysiert. Der exakte Test nach Fisher wurde angewandt, wenn beide miteinander zu

vergleichenden Variablen dichotom waren, der Chi²-Test in den übrigen Fällen. Des Weiteren kam der exakte Test nach Fischer zum Einsatz, wenn der Chi²-Test nicht anwendbar war, weil die erwartete Häufigkeit der Kreuztabellenfelder in > 20 % der Fälle < 5 war.

Das Signifikanzniveau wurde bei $p < 0,05$ festgelegt. Die Überprüfung auf Signifikanz erfolgte jeweils zweiseitig.

6. Ergebnisse

6.1 Patientinnen und kardiovaskuläre Erkrankungen

Die vorliegende Arbeit betrachtet retrospektiv 77 Schwangerschaften von 65 Patientinnen mit kardiovaskulären Erkrankungen, die im Zeitraum von März 2001 bis Mai 2011 am Universitätsklinikum Bonn entbunden haben. Das Alter der Patientinnen am Geburtstermin betrug $31,32 \pm 5,98$ Jahre (Mittelwert \pm Standardabweichung). Die jüngste Patientin war 18 Jahre alt, die älteste 46. 11 Patientinnen waren wegen > 1 Schwangerschaft in Behandlung. 4 Frauen erwarteten Zwillinge. 42 Patientinnen (64,6 %) hatten eine kongenitale, 23 (35,4 %) eine erworbene kardiovaskuläre Erkrankung. 10 Patientinnen (15,4 %) waren von einem Vitium mit Shuntverbindung, 12 (18,5 %) von einem Herzklappenfehler, 2 (3,1 %) von einem mechanischen Herzklappenersatz, 8 (12,3 %) von einem zyanotischen Herzfehler, 10 (15,4 %) von Arrhythmien, 4 (6,2 %) von einer ischämischen Herzerkrankung, 9 (13,8 %) von einer Kardiomyopathie oder Myokarditis, und 10 (15,4 %) von einer Erkrankung mit Beteiligung der Aorta betroffen. Die einzelnen Erkrankungen sind in Tabelle 4 dargestellt.

Zur Bewertung des kardiovaskulären Risikos wurden die Patientinnen anhand des erweiterten WHO-Risikoindezes für kardiovaskuläre Erkrankungen in der Schwangerschaft in vier Risikokategorien eingeteilt. Die Einteilung wird in Tabelle 5 dargestellt. Insgesamt konnten 11 Patientinnen (16,9 %) der Risikoklasse I, 27 Patientinnen (41,5 %) der Risikoklasse II, 14 Patientinnen (21,5 %) der Risikoklasse III und 13 Patientinnen (20,0 %) der Risikoklasse IV zugeordnet werden.

Kardiovaskuläre Erkrankung	Patientinnen (n=65)	Schwangerschaften (n=77)
Shuntvitien	10 (15,4 %)	11 (14,3 %)
Vorhofseptumdefekt, korrigiert	3	3
Sinus venosus Defekt korrigiert	1	1
Ventrikelseptumdefekt, korrigiert	2	2
Persistierendes Foramen ovale, korrigiert	2	2
unkorrigiert	1	2
Persistierender Ductus arteriosus Botalli unkorrigiert mit PAH	1	1
Klappenvitien	12 (18,5 %)	15 (19,5 %)
Mitralklappenstenose leicht – mittelgradig	2	3
hochgradig	1	1
Pulmonalklappenstenose Korrigiert (Z.n. Valvuloplastie)	1	1
Restenose	1	1
Aortenklappeninsuffizienz	3	5
Bikuspide Aortenklappe mit Aortenklappeninsuffizienz	1	1
mit hochgradiger Aortenklappenstenose	1	1
Mitralklappeninsuffizienz mit PAH	2	2
Mechanischer Herzklappenersatz	2 (3,1 %)	4 (5,2 %)
Aortenklappenersatz mit PAH, Z.n. Myokardinfarkt und Mitralklappenrekonstruktion	1	3
Mitralklappenersatz mit PAH und LVOT-Obstruktion	1	1
Zyanotische Vitien	8 (12,3 %)	8 (10,4 %)
Fallot'sche Tetralogie korrigiert, unkompliziert	3	3
korrigiert, kardiale Residuen	1	1
korrigiert, mit PAH	1	1
Transposition der großen Arterien korrigiert (Mustard OP)	1	1
Ebstein Anomalie unkorrigiert	2	2
Ischämische Herzerkrankung	4 (6,2 %)	4 (5,2 %)
Z.n. Myokardinfarkt	3	3
Bland-White-Garland-Syndrom mit Z.n. Myokardinfarkt, kardialer Dekompensation und PAH	1	1

PAH = Pulmonal-arterielle Hypertonie, **LVOT** = Linksventrikulärer Ausflusstrakt, **Z.n.** = Zustand nach

Tab. 4a: Auflistung der kardialen Erkrankungen der Patientinnen des Studienkollektivs mit Angabe der absoluten Häufigkeiten und prozentualen Anteile bezogen auf alle Patientinnen (n = 65) bzw. alle Schwangerschaften (n = 77)

Kardiovaskuläre Erkrankung	Patientinnen (n=65)	Schwangerschaften (n=77)
Arrhythmien	10 (15,4 %)	12 (15,6 %)
Arrhythmien, nicht näher definiert	3	3
AV Block III° mit ICD	3	4
Wolff-Parkinson-White Syndrom		
unkorrigiert	3	3
korrigiert mit iatrogenem AV Block III° und ICD	1	2
Kardiomyopathien	9 (13,8 %)	10 (13,0 %)
Hypertrophe Kardiomyopathie		
obstruktiv, korrigiert (ohne Einschränkung der LVPF)	1	1
nicht obstruktiv ohne kardiale Einschränkung	2	2
nicht obstruktiv mit kardialer Einschränkung (LVEF 30 – 44 %) *	1*	1
nicht obstruktiv mit kardialer Einschränkung und PAH *	1*	1
Non-compaction Kardiomyopathie		
mit kardialer Einschränkung (LVEF 30 – 44 %) und korrigiertem persistierendem Ductus arteriosus	1	1
mit hochgradiger kardialer Einschränkung (LVEF <30 %), PAH, Mitralklappen- und Aortenklappeninsuffizienz	1	1
Z.n. Myokarditis		
ohne kardiale Einschränkung	1	1
mit kardialen Residuen	2	2
Z.n. Peripartum Kardiomyopathie mit kardialen Residuen u. PAH	1	1
Erkrankungen mit Beteiligung der Aorta	10 (15,4 %)	13 (16,9 %)
Aortenaneurysma		
4,5 – 5,0 cm	1	1
Aortenisthmusstenose		
korrigiert mit Residuen	2	2
Takayasu Arteriitis		
ohne aortale Veränderung	1	2
Marfan-Syndrom		
ohne Dilatation der Aorta	1	1
mit Dilatation der Aorta > 4,5 cm	1	1
Ehlers-Danlos-Syndrom		
ohne Dilatation der Aorta	1	2
mit Dilatation der Aorta 4,0 – 4,5 cm	1	1
Erdheim-Gsell-Medianekrose		
Z.n. Aortendissektion, korrigiert	1	2
Akute Aortendissektion Typ A	1	1
AV = atrioventrikulär, ICD = implantierbarer Cardioverter-Defibrillator, LVPF = Linksventrikuläre Pumpfunktion, LVEF = Linksventrikuläre Ejektionsfraktion, PAH = pulmonal-arterielle Hypertonie		

Tab. 4b: Auflistung der kardialen Erkrankungen der Patientinnen des Studienkollektivs mit Angabe der absoluten Häufigkeiten und prozentualen Anteile bezogen auf alle Patientinnen (n = 65) bzw. alle Schwangerschaften (n = 77)

Kardiovaskuläre Erkrankung	Patientinnen (n=65)	Schwanger schaften (n=77)
WHO-RISIKOKLASSE I	11 (16,9 %)	11 (14,3 %)
Shuntvitien	8	8
Vorhofseptumdefekt, korrigiert	3	3
Sinus venosus Defekt, korrigiert	1	1
Ventrikelseptumdefekt, korrigiert	2	2
Persistierendes Foramen ovale, korrigiert	2	2
Klappenvitien	2	2
Pulmonalklappenstenose		
Korrigiert (Z.n. Valvuloplastie)	1	1
Restenose	1	1
Z.n. Myokarditis (ohne kardiale Einschränkung)	1	1
WHO-RISIKOKLASSE II	27 (41,5 %)	35 (45,5 %)
Shuntvitien		
Persistierendes Foramen ovale, unkorrigiert	1	2
Zyanotische Vitien		
Fallot'scheTetralogie, korrigiert, unkompliziert	3	3
Kardiomyopathien ohne kardiale Einschränkung oder leichtgradige linksventrikuläre Schädigung (LVEF >45 %) oder NYHA I	4	4
Z.n. Myokarditis mit kardialer Einschränkung	2	2
HOCM korrigiert, ohne kardiale Einschränkung	1	1
Hypertrophe Kardiomyopathie ohne kardiale Einschränkung	1	1
Arrhythmien	10	12
Arrhythmien, nicht näher definiert	3	3
AV Block III° mit ICD	3	4
Wolff-Parkinson-White Syndrom		
unkorrigiert	3	3
korrigiert	1	2
Alleinige Erkrankung einer nativen Herzklappe oder eines biologischen Klappenersatzes	6	8
Aortenklappeninsuffizienz	3	5
Mitralklappenstenose leicht - mittelgradig	2	3
Bikuspide Aortenklappe mit Aortenklappeninsuffizienz II°	1	1
Erkrankungen mit Beteiligung der Aorta	3	5
Takayasu Arteriitis ohne aortale Veränderung	1	2
Marfan-Syndrom ohne Dilatation der Aorta	1	1
Ehlers-Danlos-Syndrom ohne Dilatation der Aorta	1	2
WHO = World Health Organization, Z.n. = Zustand nach, LVEF = Linksventrikuläre Ejektionsfraktion, NYHA = New York Heart Association HOCM = Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie, AV = Atrioventrikulär, ICD = implantierbarer Cardioverter-Defibrillator,		

Tab. 5a: Einteilung der Patientinnen des Studienkollektivs anhand des erweiterten WHO-Risiko-Scores bei kardiovaskulären Erkrankungen während der Schwangerschaft nach Thorne et al. (2006) und der European Society of Cardiology (2011)

Kardiovaskuläre Erkrankung	Patientinnen (n=65)	Schwanger schaften (n=77)
WHO-RISIKOKLASSE III	14* (21,5 %)	15 (19,5 %)
Mittelgrad. linksventrikuläre Schädigung (LVEF 30 – 44 %) oder NYHA II	2	2
NCCM mit kardialer Einschränkung und korrigiertem pDA	1	1
Hypertrophe Kardiomyopathie mit kardialer Einschränkung	1*	1
Systemischer rechter Ventrikel		
Transposition der großen Arterien (korrigiert, Mustard OP)	1	1
Zyanotische Vitien	3	3
FalLOT'sche Tetralogie, korrigiert, kardiale Residuen	1	1
Ebstein-Anomalie, unkorrigiert	2	2
Ischämische Herzerkrankung		
Z.n. Myokardinfarkt	3	3
Erkrankungen mit Beteiligung der Aorta	5	6
Aortenisthmusstenose, korrigiert mit Residuen	2	2
Aortenaneurysma 4,5 – 5,0 cm	1	1
Z.n. Erdheim-Gsell-Medianekrose mit Aortendissektion, korrigiert	1	2
Ehlers-Danlos-Syndrom mit Dilatation der Aorta 4,0 – 4,5 cm	1	1
WHO-RISIKOKLASSE IV	13* (20,0 %)	16 (20,8 %)
Kardiale Grunderkrankung mit PAH und/oder schwerer linksventrikulärer Schädigung (LVEF < 30 %)	10*	12
Klappenvitien	2	2
Mitralklappenstenose hochgradig	1	1
Bikuspide Aortenklappe mit hochgradiger Aortenklappenstenose	1	1
Erkrankungen mit Beteiligung der Aorta	2	2
Marfan-Syndrom mit Dilatation der Aorta > 4,5 cm	1	1
Erdheim-Gsell-Medianekrose mit akuter Aortendissektion Typ A	1	1
WHO = World Health Organization, LVEF = Linksventrikuläre Ejektionsfraktion, Z.n. = Zustand nach, LVEF = Linksventrikuläre Ejektionsfraktion, NYHA = New York Heart, NCCM = Non-compaction Kardiomyopathie, pDA = persistierender Ductus Arteriosus Botalli, PAH = Pulmonalarterielle Hypertonie, Association		
* Gleiche Patientin mit Verschlechterung in zweiter Schwangerschaft. Zweimal unter Erkrankung gelistet, nur einmal in Gesamtzahl unter WHO-Klasse III erfasst.		

Tab. 5b: Einteilung der Patientinnen des Studienkollektivs anhand des erweiterten WHO-Risiko-Scores bei kardiovaskulären Erkrankungen während der Schwangerschaft nach Thorne et al. (2006) und der European Society of Cardiology (2011)

6.2 Entbindungsverfahren

74 der Schwangerschaften wurden regulär ausgetragen und 78 Kinder geboren. 2 Schwangerschaften wurden vorzeitig durch eine Abortkürretage beendet. In beiden Fällen handelte es sich um Patientinnen mit mechanischem Herzklappenersatz, deren ungeborene Kinder wegen der Einnahme von oralen Antikoagulantien Fehlbildungen entwickelt hatten (Marcumar®-Embryopathie). Bei einer Patientin mit Z.n. Aortendissektion Typ A bei Erdheim-Gsell-Medianekrose wurde eine Totgeburt eingeleitet. Die Gründe hierfür ließen sich aus der Dokumentation nicht mehr eruieren. Eine spätere Schwangerschaft derselben Patientin wurde erfolgreich beendet.

19 Geburten (25,7 %) erfolgten vaginal, 55 (74,3 %) durch Sectio caesarea. 46 (83,6 %) der Sectiones waren primär geplant, 9 (16,4 %) wurden sekundär aufgrund von Komplikationen veranlasst. 22 Sectiones (40,0 %) wurden aufgrund der kardialen Grunderkrankung der Mutter (maternal-kardiale Indikation), 7 (12,7 %) aufgrund des ungeborenen Kindes (fetale Indikation), 12 (21,8 %) aufgrund geburtshilflicher Schwierigkeiten (geburtshilfliche Indikation) und 13 (23,6 %) aufgrund komplexer Indikationsstellung durchgeführt. Eine komplexe Indikation ergab sich aus einer Kombination von maternal-kardialer, fetaler und/oder geburtshilflicher Begründung. Eine Patientin (1,8 %) erhielt eine Wunsch-Sectio caesarea. Eine Sectio caesarea war eine Notfall-Sectio caesarea.

6.3 Geburtshilfliche Anästhesieverfahren

Von den Patientinnen, die ihre Kinder vaginal zur Welt brachten, erhielten 12 Patientinnen (63,2 %) kein geburtshilfliches Anästhesieverfahren, 7 Patientinnen (36,8 %) bekamen eine Periduralanästhesie (PDA). Die bei einer Sectio caesarea angewandten Anästhesieverfahren beliefen sich auf 16 PDA (29,1 %), 19 Spinalanästhesien (SPA, 34,5 %), 6 kombinierte spinale-epidurale Anästhesien (CSE; 10,9 %) und 14 Intubationsnarkosen (ITN; 25,5 %).

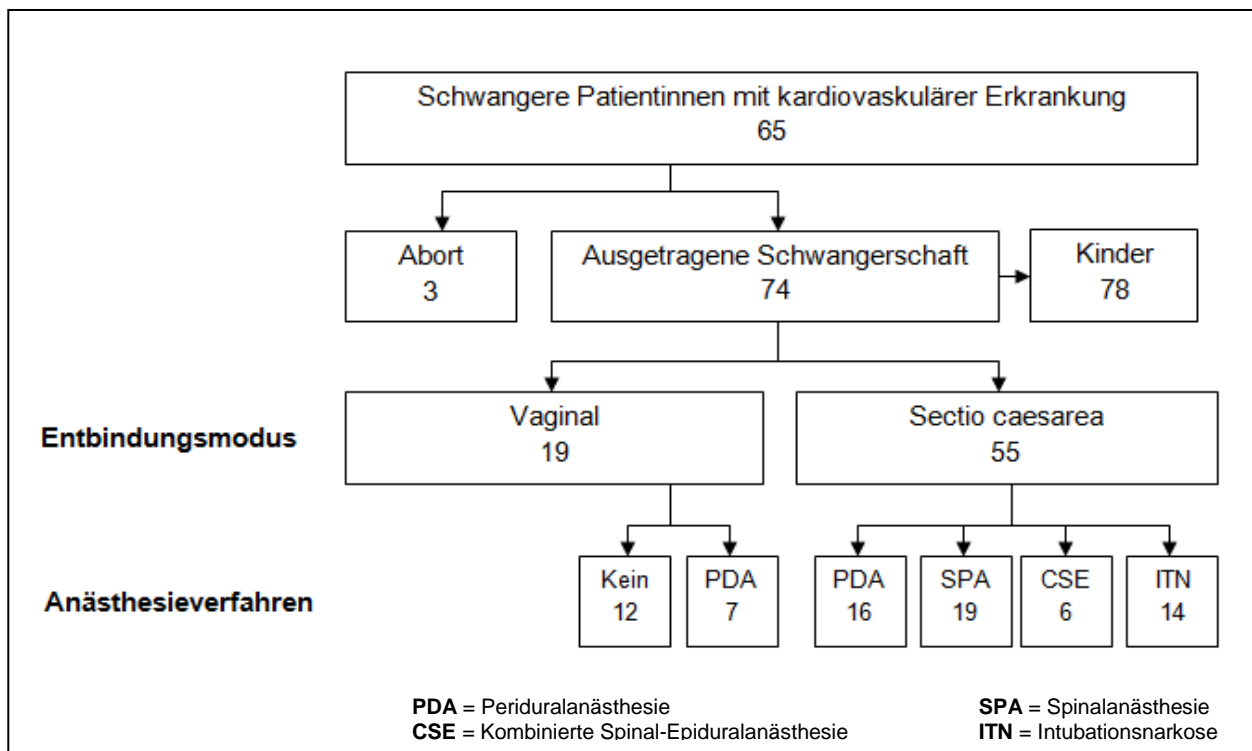


Abb. 1: Anzahl der Patientinnen des Studienkollektivs, sowie Häufigkeitsverteilung der Entbindungsmodi und Anästhesieverfahren

6.4 Abhängigkeiten zwischen Entbindungsmodus, Anästhesieverfahren und WHO-Risikoklassifikation

Es wurde untersucht, ob Abhängigkeiten zwischen den Gruppen bestanden, nach denen sich die Patientinnen unterteilen ließen. Dazu wurde überprüft, ob Patientinnen verschiedener WHO-Risikoklassen unterschiedlichen Entbindungsverfahren zugeführt worden waren, wobei auffiel, dass bei Sectio caesarea-Patientinnen die verschiedenen Anästhesieverfahren unterschiedlich häufig angewandt wurden. Es wurde daher zusätzlich untersucht, ob bei Patientinnen verschiedener WHO-Risikoklassen unterschiedliche Anästhesieverfahren zur Sectio caesarea durchgeführt worden waren und ob sich die Indikationen zur Sectio caesarea in Bezug auf die WHO-Risikoklassen oder Anästhesieverfahren unterschieden.

6.4.1 Abhängigkeit des Entbindungsverfahrens von der WHO-Risikoklassifikation

Beim Vergleich der Entbindungsmodi mit der WHO-Risikoklassifikation konnte gezeigt werden, dass in allen Risikoklassen mehr Frauen per Sectio caesarea entbunden hatten. In den Risikoklassen I und II waren es mit 63,6 % und 62,9 % jedoch weniger als in den Risikoklassen III und IV, in denen jeweils 92,9 % einer Sectio caesarea zugeführt worden waren (vgl. Tabelle 6 und Abbildung 2)

Der Chi²-Test war nicht gültig, da 37,5 % der Zellen der Kreuztabelle eine erwartete Häufigkeit < 5 hatten. Der exakte Test nach Fisher zeigte, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen Entbindungsverfahren und WHO-Risikoklassifikation bestand ($p = 0,041$).

Entbindungsmodus	WHO-Risikoklassifikation				
	I	II	III	IV	GESAMT
Spontangeburt	4 36,4 %	13 37,1 %	1 7,1 %	1 7,1 %	19 25,7 %
Sectio caesarea	7 63,6 %	22 62,9 %	13 92,9 %	13 92,9 %	55 74,3 %
GESAMT	11 100 %	35 100 %	14 100 %	14 100 %	74 100 %

Tab. 6: Abhängigkeit des Entbindungsmodus von der WHO-Risikoklassifikation: Häufigkeiten und prozentualer Anteil an allen Schwangerschaften des Studienkollektivs

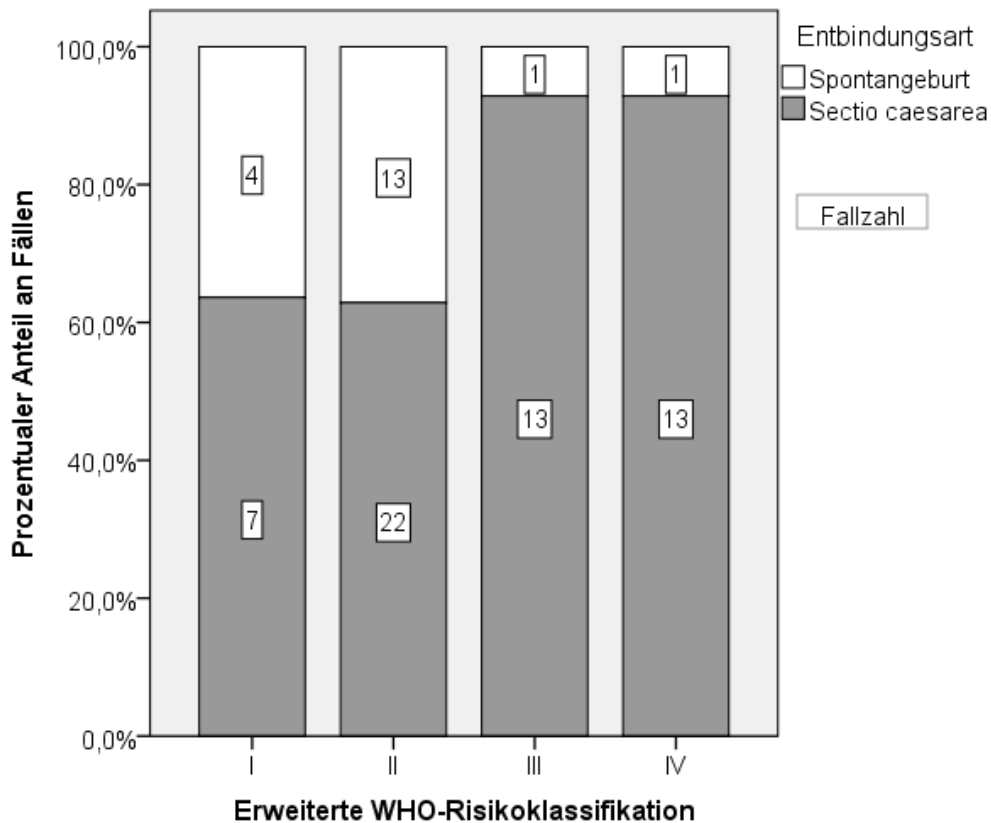


Abb. 2: Abhängigkeit des Entbindungsmodus von der WHO-Risikoklassifikation: Häufigkeiten und prozentualer Anteil an allen Schwangerschaften des Studienkollektivs

6.4.2 Abhängigkeit der Sectioindikation von der WHO-Risikoklassifikation

Die meisten Frauen, die der Risikoklasse I zugeteilt worden waren, wurden aufgrund von fetalen oder geburtshilflichen Gründen per Sectio caesarea entbunden (insgesamt 71,5 %) und keine aufgrund einer maternal-kardialen Indikation. In der Risikoklasse II waren geburtshilfliche Komplikationen am häufigsten der Grund für eine Sectio caesarea (36,4 %), gefolgt von der komplexen (27,3 %) und maternal-kardialen Indikation (22,7 %). Bei den stärker gefährdeten Patientinnen der Risikoklassen III und IV fiel die Entscheidung zur Sectio caesarea am häufigsten aus maternal-kardialen Gründen (76,9 % bzw. 53,8 %). In der Risikoklasse IV gab es zusätzlich häufig eine komplexe Indikationsstellung (38,5 %), bei der in allen Fällen die kardiale Erkrankung ebenfalls eine Rolle für die Entscheidung zur Sectio caesarea spielte. Tabelle 7 und Abbildung 3 zeigen die Verteilungen der Häufigkeiten.

Der Chi²-Test war nicht anwendbar, da 80 % der Zellen in der Kreuztabelle eine erwartete Häufigkeit < 5 aufwiesen. Der exakte Test nach Fisher zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Begründung für eine Sectio caesarea und der WHO-Risikoklassifikation ($p = 0,002$).

WHO-Risikoklassifikation	Sectioindikation					
	Maternal kardial	Fetal	Geburts-hilflich	Komplex	Wunsch	GESAMT
I	0 0,0 %	3 42,9 %	2 28,6 %	1 14,3 %	1 14,3 %	7 100 %
II	5 22,7 %	3 13,6 %	8 36,4 %	6 27,3 %	0 0 %	22 100 %
III	10 76,9 %	1 7,7 %	1 7,7 %	1 7,7 %	0 0,0 %	13 100 %
IV	7 53,8 %	0 0,0 %	1 7,7 %	5 38,5 %	0 0,0 %	13 100 %
GESAMT	22 40,0 %	7 12,7 %	12 21,8 %	13 23,6 %	1 1,8 %	55 100 %

Tab. 7: Sectioindikation in Abhängigkeit von der WHO-Risikoklassifikation: Häufigkeiten und prozentualer Anteil an allen Sectiones caesareae des Studienkollektivs

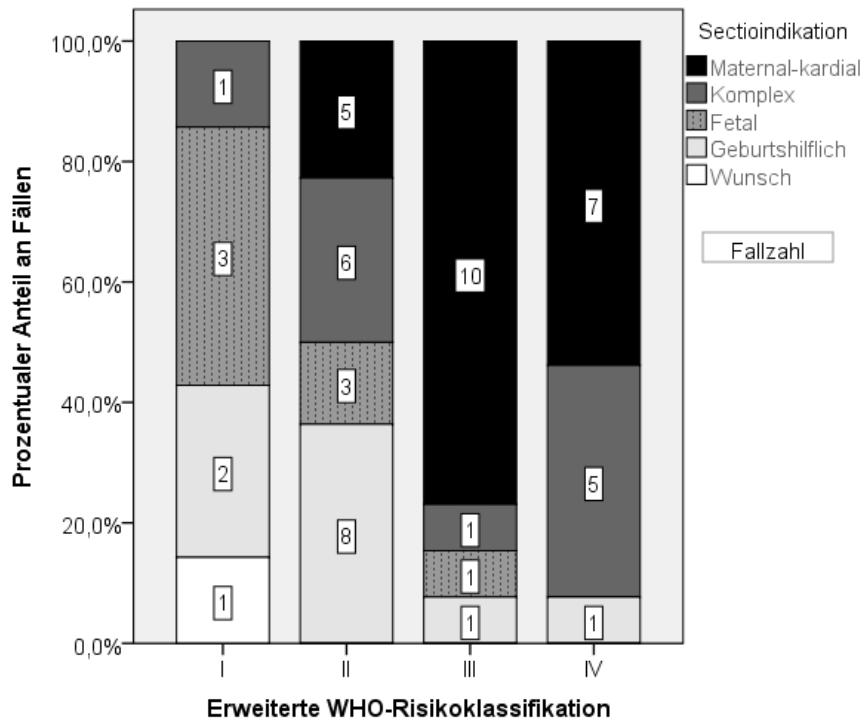


Abb. 3: Sectioindikation in Abhängigkeit von der WHO-Risikoklassifikation: Häufigkeiten und prozentualer Anteil an allen Sectiones caesareae des Studienkollektivs

6.4.3 Abhängigkeit des Anästhesieverfahrens von der Sectioindikation

Für Sectiones caesareae, die aufgrund maternal-kardialer Indikation durchgeführt worden waren, wurde in den meisten Fällen eine PDA ausgewählt (40,9 %), gefolgt von der ITN (36,4 %). Wurde eine Sectio caesarea aus fetalen oder geburtshilflichen Gründen gewählt, kam die SPA (42,9 % bzw. 66,7 %) am häufigsten zum Einsatz. Bei komplexer Indikationsstellung wurde ebenfalls in den meisten Fällen die SPA angewandt (38,5 %), gefolgt von der ITN (30,8 %). Die Wunsch-Sectio caesarea fand in SPA statt. Alle Häufigkeiten zeigen Tabelle 8 und Abbildung 4.

Der Chi²-Test war nicht gültig, da 85 % der Zellen eine erwartete Häufigkeit < 5 hatten. Der exakte Test nach Fisher zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Begründung für eine Sectio caesarea und dem daraufhin gewählten Anästhesieverfahren ($p = 0,039$).

Sectioindikation	Anästhesieverfahren				
	PDA	SPA	CSE	ITN	GESAMT
Maternal-kardial	9 40,9 %	2 9,1 %	3 13,6 %	8 36,4 %	22 100 %
Fetal	2 28,5 %	3 42,9 %	0 0,0 %	2 28,6 %	7 100 %
Geburtshilflich	2 25,0 %	8 66,7 %	1 8,3 %	0 0,0 %	12 100 %
Komplex	2 15,4 %	5 38,5 %	2 15,4 %	4 30,8 %	13 100 %
Wunsch	0 0,0 %	1 100 %	0 0,0 %	0 0,0 %	1 100 %
GESAMT	16 29,1 %	19 34,5 %	6 10,9 %	14 25,5 %	55 100 %

PDA = Periduralanästhesie, SPA = Spinalanästhesie, CSE = kombinierte Spinal-Epiduralanästhesie, ITN = Intubationsnarkose

Tab. 8: Abhängigkeit des Anästhesieverfahrens von der Indikation zur Sectio caesarea: Häufigkeiten und prozentualer Anteil an allen Sectiones caesareae des Studienkollektivs

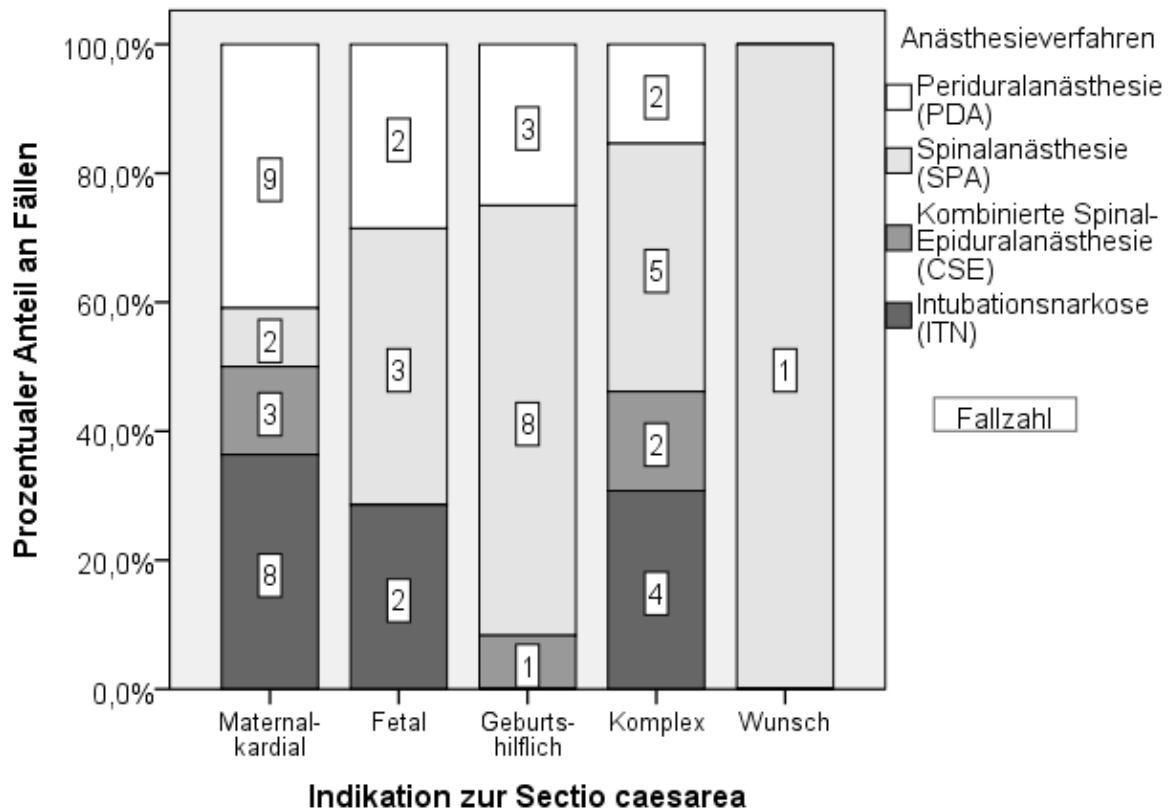


Abb. 4: Abhängigkeit des Anästhesieverfahrens von der Indikation zur Sectio caesarea: Häufigkeiten und prozentualer Anteil an allen Sectiones caesareae des Studienkollektivs

6.4.4 Abhängigkeit des Anästhesieverfahrens bei Sectio caesarea von der WHO-Risikoklassifikation

Patientinnen der Risikoklassen I und II bekamen als Anästhesieverfahren zur Sectio caesarea in den meisten Fällen eine SPA (57,1 % bzw. 63,6 %). Bei den Patientinnen, die der Risikoklasse III zugeteilt worden waren, wurde sich in den meisten Fällen für eine PDA entschieden (61,5 %), gefolgt von der ITN (23,1 %). Frauen in der höchsten Risikoklasse IV erhielten am häufigsten eine ITN (53,8 %) gefolgt von der PDA (30,8 %). Tabelle 9 und Abbildung 5 zeigen alle Häufigkeitsverteilungen.

Der Chi²-Test war wegen einer erwarteten Häufigkeit < 5 in 81 % der Kreuztabellenfelder ungültig, sodass der exakte Test nach Fisher zur Anwendung kam. Dieser zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Wahl des Anästhesieverfahrens bei Sectio caesarea und der WHO-Risikoklassifikation ($p < 0,001$).

WHO-Risikoklassifikation	Anästhesieverfahren				
	PDA	SPA	CSE	ITN	GESAMT
I	1 14,3 %	4 57,1 %	0 0,0 %	2 28,6 %	7 100 %
II	3 13,6 %	14 63,6 %	3 13,6 %	2 9,1 %	22 100 %
III	8 61,5 %	0 0,0 %	2 15,4 %	3 23,1 %	13 100 %
IV	4 30,8 %	1 7,7 %	1 7,7 %	7 53,8 %	13 100 %
GESAMT	16 29,1 %	19 34,5 %	6 10,9 %	14 25,5 %	55 100 %

PDA = Periduralanästhesie, SPA = Spinalanästhesie, CSE = kombinierte Spinal-Epiduralanästhesie, ITN = Intubationsnarkose

Tab. 9: *Abhängigkeit des Anästhesieverfahrens bei Sectio caesarea von der WHO-Risikoklassifikation: Häufigkeiten und prozentualer Anteil an allen Sectiones caesareae des Studienkollektivs*

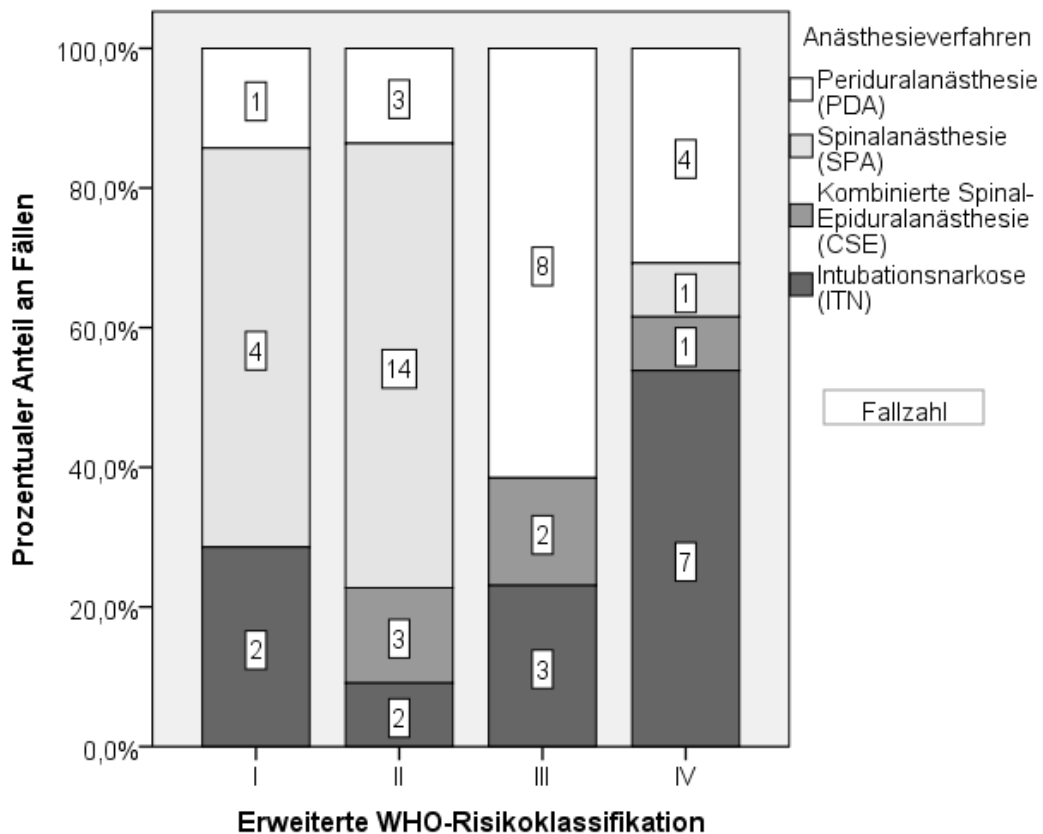


Abb. 5: *Abhängigkeit des Anästhesieverfahrens bei Sectio caesarea von der WHO-Risikoklassifikation: Häufigkeiten und prozentualer Anteil an allen Sectiones caesareae des Studienkollektivs*

6.5 Mütterliches Outcome: Länge des postpartalen Krankenhausaufenthalts

Die Länge des Krankenhausaufenthalts (LOS) wurde als Outcome-Parameter für die Patientinnen herangezogen. Von 74 Schwangerschaften ließen sich 72 gültige LOS-Werte ermitteln. Die postpartale LOS aller Patientinnen erstreckte sich vom kürzesten Aufenthalt von einem Tag bis zum längsten Aufenthalt von 108 Tagen. Der Mittelwert lag bei 7,67, der Median bei 6 Tagen. Der Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung zeigte, dass die LOS signifikant hiervon abwich ($p < 0,001$), weswegen zur statistischen Analyse nichtparametrische Rangtests durchgeführt wurden. Tabelle 10 zeigt die deskriptive Statistik der postpartalen LOS aller Patientinnen.

Länge des postpartalen Krankenhausaufenthalts (LOS) [Tage]		
N	Gültig	72
	Fehlend	2
Mittelwert		7,67
Median		6,00
Standardabweichung		12,331
Minimum		1
Maximum		108

Tab. 10: Deskriptive Statistik zur Länge des postpartalen Krankenhausaufenthalts (LOS) [Tage] der Patientinnen

6.5.1 Abhängigkeit der LOS vom Geburtsverfahren

Insgesamt waren Mütter nach Sectio caesarea länger im Krankenhaus als nach einer Spontangeburt. Der Median nach Spontangeburt lag bei 4 Tagen, nach Sectio caesarea bei 6 Tagen. Die maximale LOS bei Spontangeburt lag bei 108 Tagen, bei Sectio caesarea bei 15 Tagen. Der minimale Aufenthalt lag bei beiden Entbindungsverfahren bei einem Tag. Tabelle 11 und Abbildung 6 verdeutlichen die deskriptive Statistik der LOS bezogen auf den Entbindungsmodus.

In der statistischen Analyse konnte anhand des Mann-Whitney-U-Tests ein signifikanter Unterschied zwischen der LOS nach Spontangeburt und Sectio caesarea gezeigt werden ($p < 0,001$).

Länge des postpartalen Krankenhausaufenthalts (LOS) [Tage]			
		Spontangeburt	Sectio caesarea
N	Gültig	18	54
	Fehlend	1	1
Mittelwert		10,11	6,85
Median		4,00	6,00
Standardabweichung		24,521	2,851
Minimum		1	1
Maximum		108	15

Tab. 11: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit der Krankenhausaufenthaltsdauer (LOS) [Tage] vom Geburtsverfahren

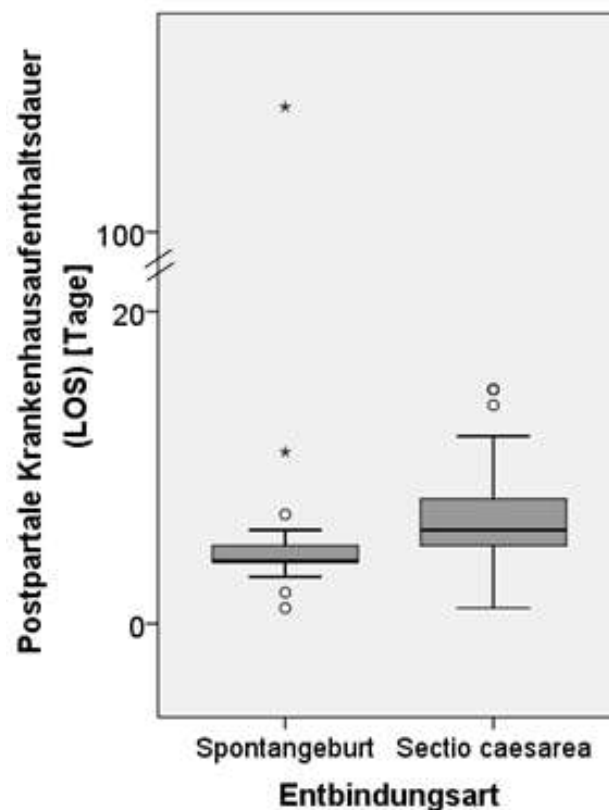


Abb. 6: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit der Krankenhausaufenthaltsdauer (LOS) [Tage] vom Geburtsverfahren. (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box, * = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.5.2 Abhängigkeit der LOS vom Anästhesieverfahren

Nach Spontangeburt zeigte sich kein Unterschied der Mediane der LOS bei der Verwendung einer PDA zur Reduktion des Geburtsschmerzes oder keiner geburtshilfflichen Analgesie. Er betrug in beiden Fällen 4 Tage. Auch der Mann-Whitney-U-Test konnte keine signifikanten Unterschiede bei Verwendung einer PDA oder keiner Analgesie zur vaginalen Entbindung zeigen ($p = 0,791$).

Nach einer Sectio caesarea zeigten sich Unterschiede der LOS-Mediane. Den kürzesten Krankenhausaufenthalt hatten Patientinnen, die eine SPA erhalten hatten (Median 5 Tage). Es folgten die PDA und die CSE mit einer medianen LOS von respektive 6,5 und 7,5 Tagen. Patientinnen, deren Sectio caesarea in Allgemeinanästhesie (ITN) durchgeführt worden war, hatten die längsten postpartalen stationären Aufenthalte (Median 8 Tage).

In der statistischen Analyse erbrachte der Kruskal-Wallis-Test einen signifikanten Unterschied der LOS bezüglich des verwendeten Anästhesieverfahrens bei Sectio caesarea ($p = 0,043$). Der im Anschluss durchgeführte Mann-Whitney-U-Test zeigte, dass die signifikanten Unterschiede der Krankenhausaufenthaltsdauer nach Sectio caesarea zwischen SPA und CSE ($p = 0,020$) sowie SPA und ITN ($p = 0,028$) lagen.

Tabelle 12 und Abbildung 7 zeigen die deskriptive Statistik der LOS bei der Anwendung verschiedener Anästhesieverfahren.

		LOS bei Spontangeburt		LOS bei Sectio caesarea			
		Keine	PDA	PDA	SPA	CSE	ITN
N	Gültig	11	7	16	19	6	13
	Fehlend	1	0	0	0	0	1
Mittelwert		13,91	4,14	6,44	5,89	7,67	8,38
Median		4,00	4,00	6,50	5,00	7,50	8,00
Standardabweichung		31,306	1,464	1,861	2,307	1,862	4,194
Minimum		1	2	4	2	6	1
Maximum		108	7	11	12	11	15

LOS = Krankenhausaufenthaltsdauer [Tage], PDA = Periduralanästhesie, SPA = Spinalanästhesie, CSE = kombinierte Spinal-Epiduralanästhesie, ITN = Intubationsnarkose

Tab. 12: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit der Krankenhausaufenthaltsdauer (LOS) [Tage] vom Anästhesieverfahren

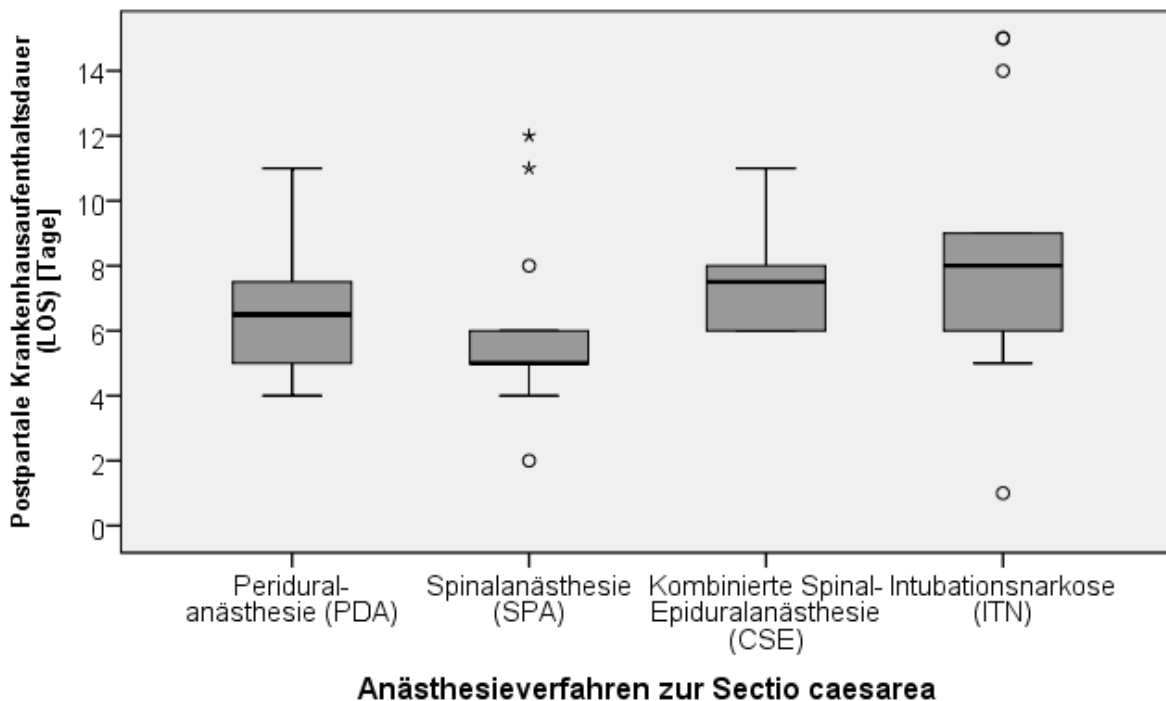


Abb. 7: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit der Krankenhausaufenthaltsdauer (LOS) [Tage] nach Sectio caesarea vom Anästhesieverfahren. (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box, * = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.5.3 LOS in Abhängigkeit von der WHO-Risikoklassifikation

Beim Vergleich der LOS der Patientinnen in verschiedenen WHO-Risikoklassen zeigte sich, dass Frauen der Risikoklassen I und II einen kürzeren postpartalen Krankenhausaufenthalt hatten (Median jeweils 5 Tage) als Patientinnen der Risikoklassen III und IV (Median jeweils 7 Tage) (vgl. Tabelle 13 und Abbildung 8).

Die statistische Analyse mittels Kruskal-Wallis-Test ergab einen signifikanten Unterschied der Krankenhausaufenthaltsdauer zwischen den verschiedenen WHO-Risikoklassen ($p = 0,020$). Anhand des Mann-Whitney-U-Tests ließ sich zeigen, dass die signifikanten Unterschiede zwischen den WHO-Klassen I und IV ($p = 0,047$), II und III ($p = 0,043$) und II und IV ($p = 0,008$) lagen.

		Länge des Krankenhausaufenthalts (LOS) [Tage] gemäß WHO-Risikoklasse			
		I	II	III	IV
N	Gültig	11	34	14	13
	Fehlend	0	1	0	1
Mittelwert		5,64	5,41	6,93	16,08
Median		5,00	5,00	7,00	7,00
Standardabweichung		1,748	2,271	2,336	27,957
Minimum		4	1	4	1
Maximum		9	11	11	108

Tab. 13: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit der Krankenhausaufenthaltsdauer (LOS) [Tage] von der WHO-Risikoklasse

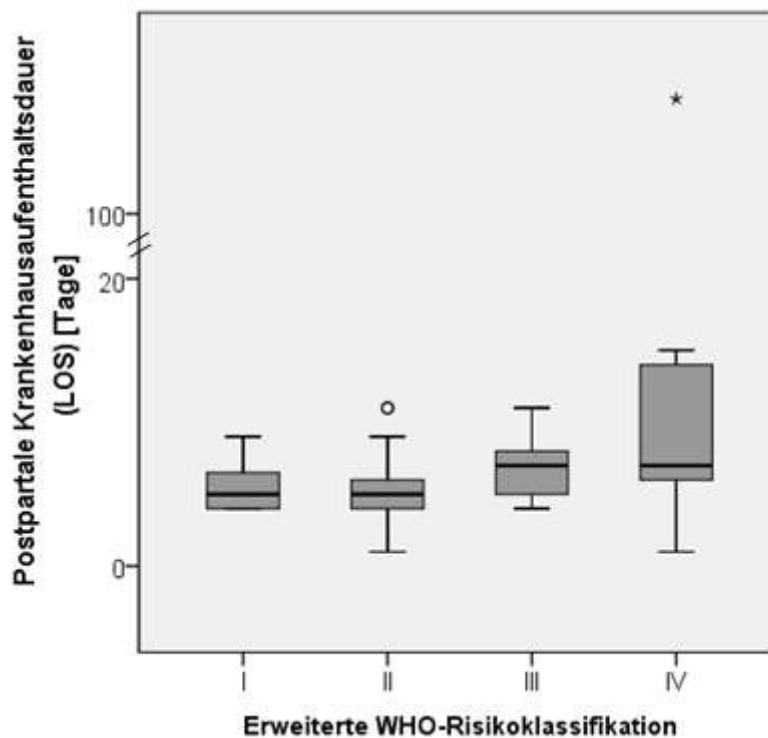


Abb. 8: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit der Krankenhausaufenthaltsdauer (LOS) [Tage] von der WHO-Risikoklasse. (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box, * = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.6 Mütterliches Outcome: Blutdruckabfall

Als weiterer mütterlicher Outcome-Wert wurde die Schwankung des Blutdrucks bei den zwei Entbindungsverfahren, verschiedenen Anästhesieverfahren und Patientinnen unterschiedlicher WHO-Risikogruppen untersucht. Zu diesem Zweck wurde der erste systolische Blutdruckwert vor Beginn der Anästhesie mit dem niedrigsten systolischen Blutdruckwert während der anästhesiologischen Maßnahmen verglichen. In vier Fällen ließen sich die Blutdruckdaten nicht mehr ermitteln. In 64 Schwangerschaften war eine anästhesiologische Betreuung erfolgt (7 Spontanentbindungen, 55 Sectiones caesareae, 2 Abortkürretagen), wobei 23 PDA, 19 SPA, 6 CSE und 16 ITN vorgenommen worden waren. Die beiden Abortkürretagen wurden in der vergleichenden Analyse nicht berücksichtigt. Gemäß dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest waren die Werte normalverteilt ($p = 0,179$), sodass auf parametrische Testverfahren zur statistischen Analyse zurückgegriffen wurde.

6.6.1 Abhängigkeit der Blutdruckschwankung vom Entbindungsverfahren

Da verschiedene Anästhesieverfahren zur Sectio caesarea angewandt worden waren und um einen sich überschneidende Effekt zu vermeiden, wurden nur die Blutdruckschwankungen bei Spontangeburt und Sectiones caesareae verglichen, bei denen eine PDA zur Anwendung gekommen war. Dabei zeigte sich, dass die Blutdruckschwankungen bei Spontangeburt mit einem Mittelwert von 3,67 mmHg geringer ausfielen als bei Sectio caesarea mit einer mittleren Blutdruckschwankung von 36,69 mmHg (vgl. Tabelle 14 und Abbildung 9). Der T-Test nach Student ergab, dass dieser Unterschied signifikant war ($p = 0,005$).

Da der Blutverlust unter der Geburt einen Einfluss auf die Blutdruckschwankungen haben kann, wurde überprüft, in wie fern dieser bezogen auf das Entbindungsverfahren variierte. Der mediane Blutverlust bei Sectio caesarea betrug 500 ml, bei Spontangeburt 300 ml (vgl. Tabelle 15 und Abbildung 10). Da die Werte gemäß Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest nicht normalverteilt waren, wurde zur statistischen Analyse der Mann-Whitney-U-Test benutzt, welcher einen signifikanten Unterschied zeigte ($p < 0,001$).

Blutdruckschwankung [mmHg]			
		Spontangeburt mit PDA	Sectio caesarea mit PDA
N	Gültig	6	16
	Fehlend	1	0
Mittelwert		3,67	36,69
Median		3,50	32,50
Standardabweichung		3,830	25,326
Minimum		0	2
Maximum		10	90
PDA = Periduralanästhesie			

Tab. 14: Deskriptive Statistik zur Blutdruckschwankung [mmHg] bei Spontangeburt und Sectio caesarea mit Periduralanästhesie (PDA)

Blutverlust [ml]			
		Spontangeburt	Sectio caesarea
N	Gültig	16	48
	Fehlend	3	7
Mittelwert		318,75	554,17
Median		300,00	500,00
Standardabweichung		75,000	203,123
Minimum		200	200
Maximum		450	1100

Tab. 15: Deskriptive Statistik zum Blutverlust [ml] bei Spontangeburt und Sectio caesarea

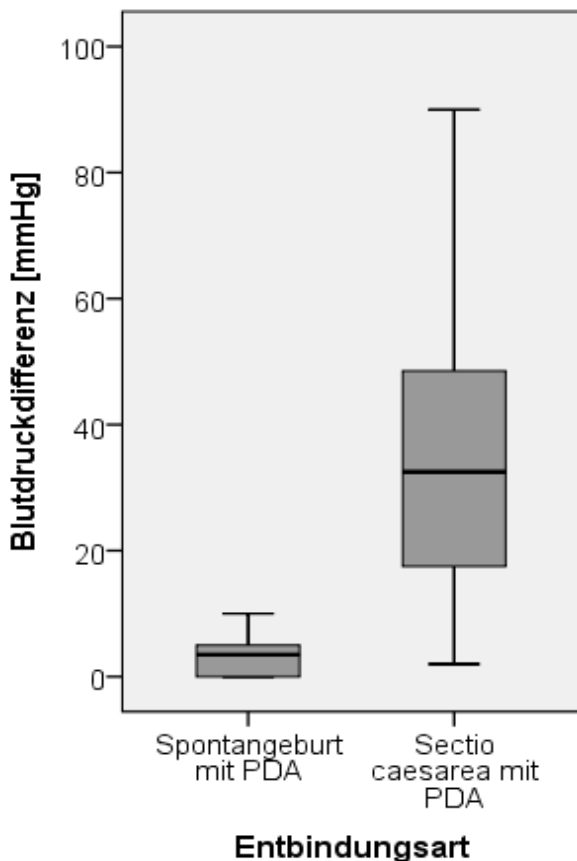


Abb. 9: Abhängigkeit der Blutdruckschwankung [mmHg] von der Entbindungsart (mit Periduralanästhesie (PDA))

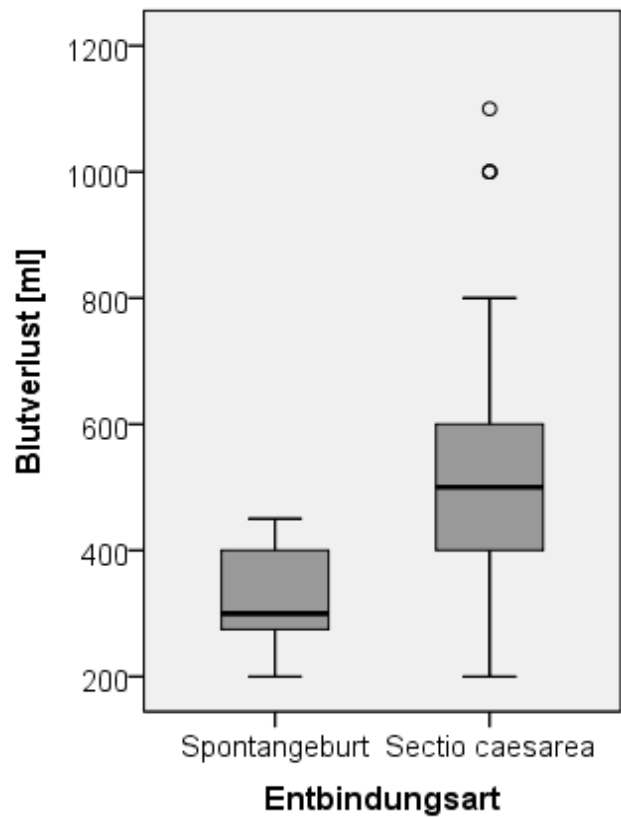


Abb. 10: Abhängigkeit des Blutverlusts [ml] von der Entbindungsart (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.6.2 Abhängigkeit der Blutdruckschwankung vom Anästhesieverfahren

Am geringsten fiel der mittlere systolische Blutdruck bei Patientinnen ab, die eine PDA bekamen (27,68 mmHg). Bei Anwendung einer CSE kam es im Mittel zu Blutdruckschwankungen um 34,60 mmHg. Größere Differenzen zwischen Ausgangs- und niedrigstem systolischen Blutdruck zeigten Patientinnen bei Verwendung einer ITN oder SPA mit Mittelwerten von 39,07 und 40,67 mmHg. In der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) zeigte sich kein signifikanter Unterschied der mittleren Blutdruckschwankungen zwischen den verschiedenen Anästhesieverfahren ($p = 0,423$). Tabelle 16 und Abbildung 11 zeigen die deskriptive Statistik.

		Differenz zwischen systolischem Ausgangsblutdruck und niedrigstem systolischem Blutdruck [mmHg] abhängig vom Anästhesieverfahren			
		PDA	SPA	CSE	ITN
N	Gültig	22	18	5	15
	Fehlend	1	1	1	1
Mittelwert		27,68	40,67	34,60	39,07
Median		22,50	30,00	28,00	40,00
Standardabweichung		26,234	31,043	31,714	18,002
Minimum		0	5	0	15
Maximum		90	140	85	90
PDA = Periduralanästhesie, SPA = Spinalanästhesie, CSE = kombinierte Spinal-Epiduralanästhesie, ITN = Intubationsnarkose					

Tab. 16: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit der Blutdruckschwankung [mmHg] vom Anästhesieverfahren

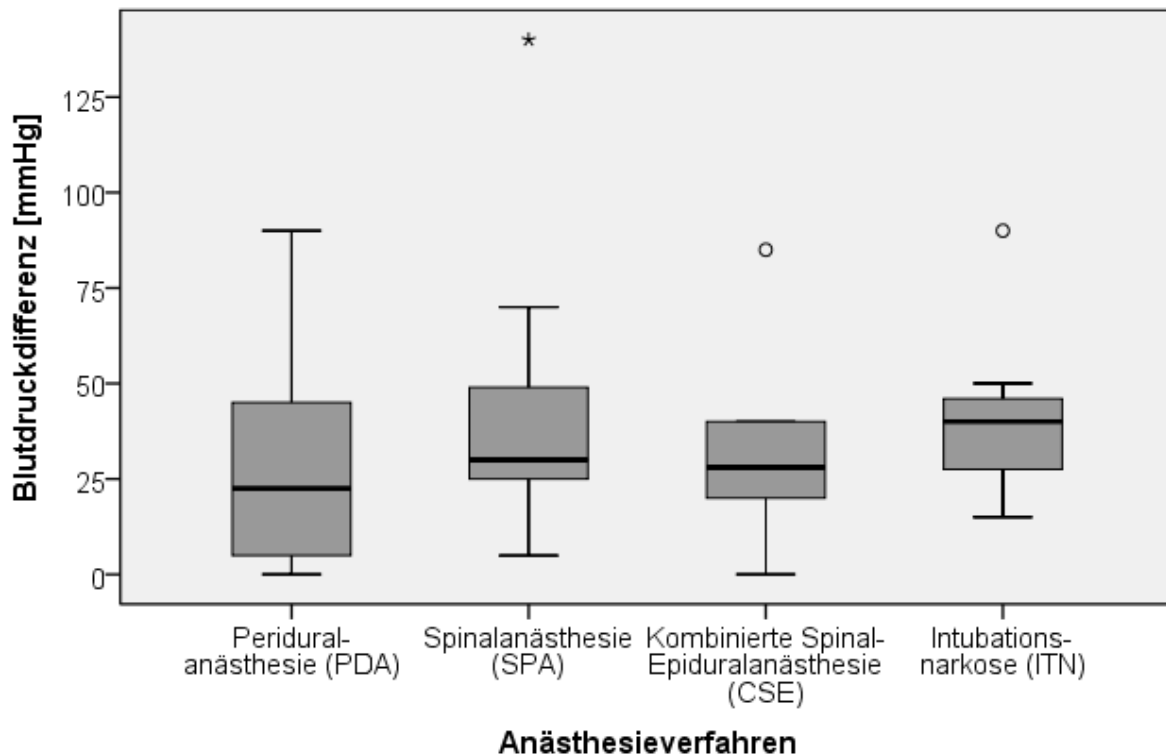


Abb. 11: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit der Blutdruckschwankung [mmHg] vom Anästhesieverfahren. (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box, * = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.6.3 Abhängigkeit der Blutdruckschwankung von der WHO-Risikoklasse

Die geringste Differenz zwischen systolischem Ausgangsblutdruck und niedrigstem gemessenen systolischem Blutdruck zeigten Patientinnen der Risikoklasse I (Mittelwert 25,25 mmHg). Es folgten Patientinnen der Risikoklasse IV mit einem Abfall um durchschnittlich 29,08 mmHg und der Risikoklasse II mit 37,32 mmHg. Bei Frauen, die der Risikoklasse III zugeteilt worden waren, fiel der Blutdruck im Mittel am stärksten um 41,93 mmHg ab. In der statistischen Analyse mittels einfaktorierlicher Varianzanalyse (ANOVA) ließ sich kein signifikanter Unterschied der mittleren Blutdruckschwankungen zwischen den WHO-Risikoklassen zeigen ($p = 0,418$). Tabelle 17 und Abbildung 12 verdeutlichen die deskriptive Statistik.

		Differenz zwischen systolischem Ausgangsblutdruck und niedrigstem systolischem Blutdruck [mmHg] abhängig von der WHO-Risikoklasse			
		I	II	III	IV
N	Gültig	8	25	14	13
	Fehlend	1	2	0	1
Mittelwert		25,25	37,32	41,93	29,08
Median		30,00	35,00	37,50	28,00
Standardabweichung		13,275	32,019	29,217	14,262
Minimum		5	0	0	2
Maximum		47	140	90	50

Tab. 17: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit der Blutdruckschwankung [mmHg] von der WHO-Risikoklasse

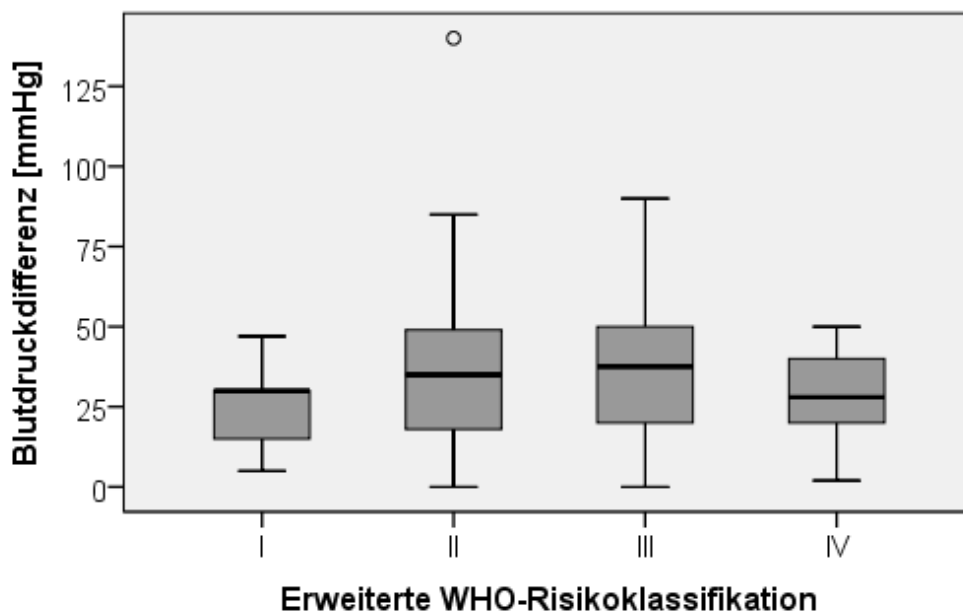


Abb. 12: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit der Blutdruckschwankung [mmHg] von der WHO-Risikoklasse. (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.7 Mütterliches Outcome: Postpartaler Intensivstationsaufenthalt

Als weiterer Outcome-Parameter der Mütter wurde die Notwendigkeit des postpartalen Aufenthalts auf einer Intensivstation bzw. einer Intermediate Care-Station oder in einem Wachzimmer gewertet. Bei 74 ausgetragenen Schwangerschaften erfolgte in 20 Fällen (27 %) eine postpartale intensive Überwachung. Bei 11 Intensivstationsaufenthalten ließ sich die LOS ermitteln. Diese variierte zwischen einem und 28 Tagen. Im Mittel lag sie bei 5 Tagen, der Median betrug 2 Tage (vgl. Tabelle 18 und Abbildung 13). Der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest ergab, dass die LOS auf Intensivstation nicht normalverteilt war ($p=0,029$), sodass in der statistischen Analyse nicht-parametrische Tests zur Anwendung kamen.

Postpartale intensive Überwachung [Tage]		
N	Gültig	11
	Fehlend	62
Mittelwert		5,00
Median		2,00
Standardabweichung		7,849
Minimum		1
Maximum		28

Tab. 18: Deskriptive Statistik des postpartalen Intensivstationsaufenthalts [Tage]

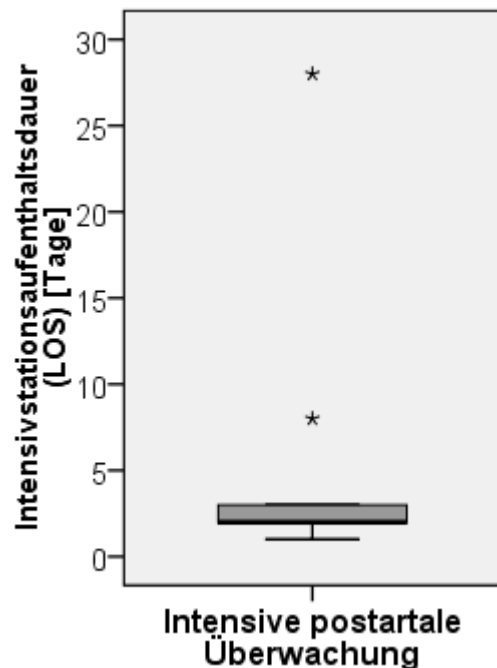


Abb. 13: Graphische Darstellung der postpartalen Intensivstationsaufenthaltsdauer (LOS). (* = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.7.1 *Abhängigkeit des postpartalen Intensivstationsaufenthalts von der Entbindungsart*

Eine Patientin (5 %) wurde nach Spontangeburt intensiv überwacht, die übrigen 19 Patientinnen (95 %) wurden nach Sectio caesarea auf eine Intensiv- oder Intermediate Care-Station verlegt (vgl. Tabelle 19). Der exakte Test nach Fisher bestätigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Entbindungsmodus und der Notwendigkeit einer postpartalen intensiven Überwachung ($p = 0,015$).

Entbindungsmodus	Postpartale intensive Überwachung		
	Ja	Nein	GESAMT
Intensiv	18	1	19
Andere	36	19	55
GESAMT	54	20	74

Tab. 19: *Abhängigkeit der postoperativen Überwachung von der Entbindungsart bezogen auf alle Schwangerschaften des Studienkollektivs*

6.7.2 *Abhängigkeit des postpartalen Intensivstationsaufenthalts vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea*

Nach Anwendung einer PDA bei Sectio caesarea wurden 5 von 16 Patientinnen (31,2 %) nach der Geburt intensiv überwacht. Ebenso wurde bei 3 von 19 Patientinnen (15,8 %), die eine SPA bekommen hatten und bei 4 von 6 Patientinnen (66,7 %) nach Anwendung einer CSE verfahren. Am häufigsten schloss sich ein Intensiv- oder Intermediate Care-Stationsaufenthalt an eine ITN an (7 von 14 Frauen (50 %)). Die LOS auf der Intensivstation konnte bei insgesamt 11 Patientinnen erfasst werden. Gültige Werte zur LOS auf Intensivstation ließen sich zu 6 ITN, 2 PDA, 2 SPA und einer CSE eruieren. Im Mittel lag die LOS nach ITN bei 7,5, der Median bei 2,5 Tagen. Nach SPA war der mittlere und mediane Intensivstationsaufenthalt 2,5 Tage, nach PDA 1,5. Die Patientin nach CSE verblieb 5 Tage auf der Intensivstation. Die Tabelle 20 sowie die Abbildungen 14 und 15 zeigen die genannten Häufigkeiten.

In der statistischen Analyse war der Chi²-Test ungültig, da 37,5 % der Kreuztabellenfelder eine erwartete Häufigkeit < 5 zeigten. Der daraufhin verwendete exakte Test nach Fisher zeigte keinen signifikanten Zusammenhang ($p = 0,062$) zwischen dem Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea und der Notwendigkeit einer intensiven postpartalen Betreuung. Bei der Untersuchung der LOS auf Intensivstation mit dem Kruskal-Wallis-Test war ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang zwischen Anästhesieverfahren und der Dauer der intensiven postpartalen Beobachtung erkennbar.

Postpartale Überwachung	Anästhesieverfahren				
	PDA	SPA	CSE	ITN	GESAMT
Intensiv	5 31,2 %	3 15,8 %	4 66,7 %	7 50,0 %	19 34,5 %
Gültige LOS-Werte [Tage]	2	2	1	6	11
LOS Mittelwert	1,50	2,50	5,00	7,50	5,00
LOS Median	1,50	2,50	5,00	2,50	2,00
Andere	11 68,8 %	16 84,2 %	2 33,3 %	7 50,0 %	36 65,5 %
GESAMT	16 100 %	19 100 %	6 100 %	14 100 %	55 100 %

PDA = Periduralanästhesie, SPA = Spinalanästhesie, CSE = kombinierte Spinal-Epiduralanästhesie, ITN = Intubationsnarkose, LOS = Krankenhausaufenthaltsdauer [Tage]

Tab. 20: Postpartale Überwachung in Abhängigkeit vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea

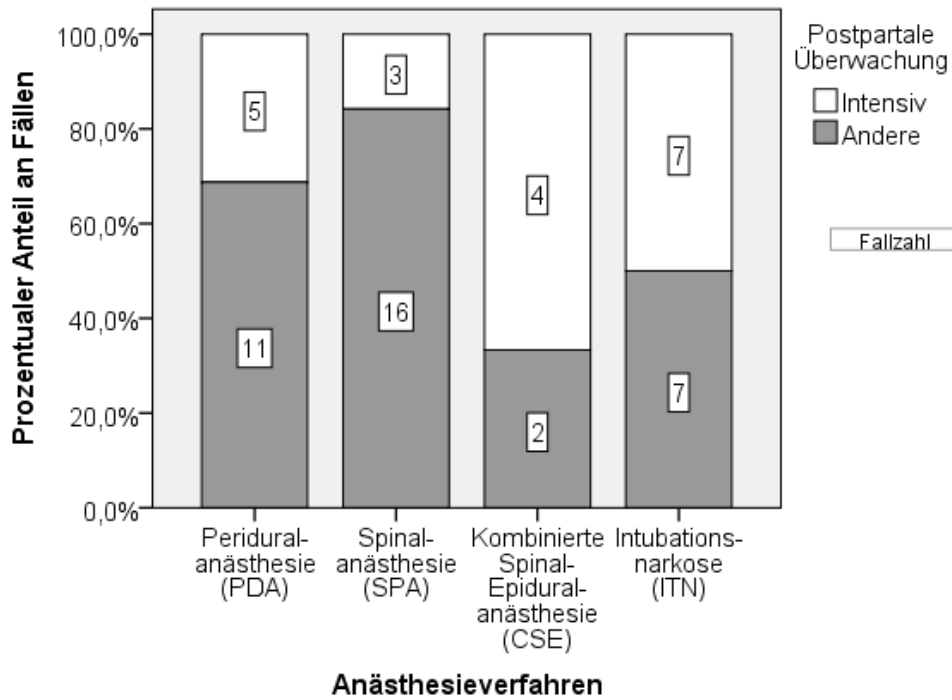


Abb. 14: Graphische Darstellung der Abhängigkeit der postpartalen intensiven Überwachung vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea

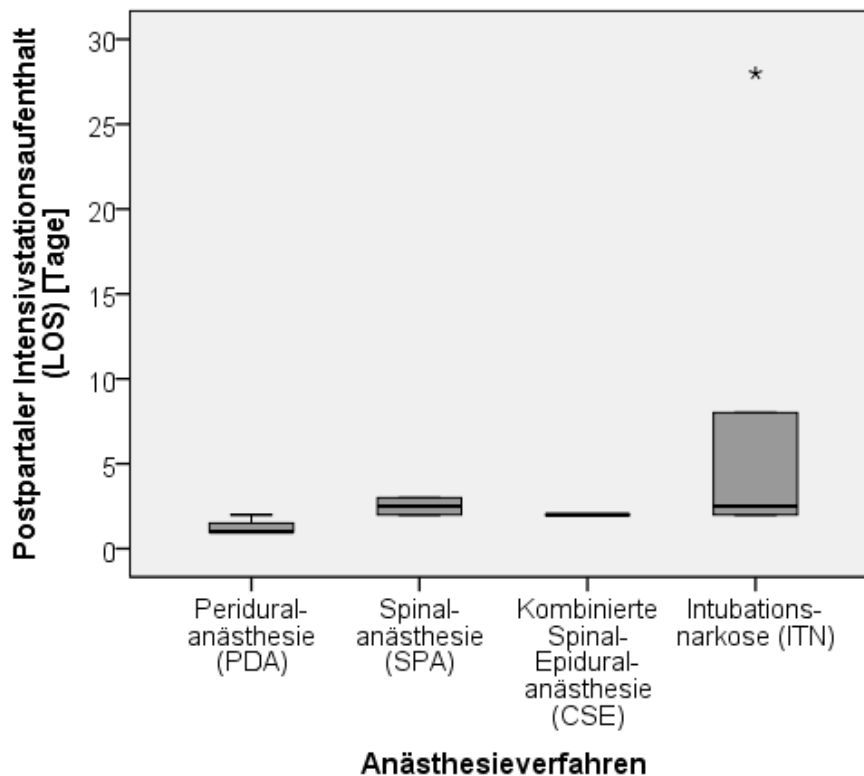


Abb. 15: Dauer des postpartalen Intensivstationsaufenthalts (LOS) [Tage] in Abhängigkeit vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea (* = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.7.3 Abhängigkeit des postpartalen Intensivstationsaufenthalts von der WHO-Risikoklasse

Eine von 11 Patientinnen (9,1 %), die der WHO-Risikoklasse I zugeteilt worden waren, wurde postpartal auf eine Intermediate Care-Station verlegt. In der Risikoklasse II waren 4 von 35 Patientinnen (11,4 %) postpartal auf einer Intensivstation und in der WHO-Risikoklasse III betraf dies 6 von 14 Patientinnen (42,9 %). Den höchsten Anteil an postpartaler intensiver Überwachung hatte die WHO-Risikoklasse IV, in der 9 von 14 Patientinnen (64,3 %) auf eine Intensivstation verlegt wurden. Es ließen sich 7 gültige Werte zur LOS auf Intensivstation für die Risikogruppe IV, 4 für die Risikogruppe III und einer für die Risikogruppe II eruieren. In der Risikogruppe I gab es keine Daten zur LOS. Die mediane Verweildauer auf der Intensivstation betrug in den Risikogruppen II und III 2 Tage, in der Risikogruppe IV 3 Tage. Die genannten Werte verdeutlichen Tabelle 21 und den Abbildungen 16 und 17.

In der statistischen Analyse kam der exakte Test nach Fisher zur Anwendung, weil der Chi²-Test aufgrund einer erwarteten Häufigkeit < 5 in 37,5 % der Kreuztabellenfelder ungültig war. Dieser zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem WHO-Risiko-Score und der Notwendigkeit einer intensiven postpartalen Betreuung ($p < 0,001$). Der Kruskal-Wallis-Test erbrachte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der LOS auf Intensivstation und der WHO-Risikoklasse.

Postpartale Überwachung	WHO-Risikoklassifikation				
	I	II	III	IV	GESAMT
Intensiv	1 9,1 %	4 11,4 %	6 42,9 %	9 64,3 %	20 27,0 %
Gültige LOS-Werte [Tage]	0	1	4	7	12
LOS Mittelwert		2,00	1,75	6,71	4,67
LOS Median		2,00	2,00	3,00	2,00
Andere	10 90,9 %	31 88,6 %	8 57,1 %	5 35,7 %	54 73,0 %
GESAMT	11 100 %	35 100 %	14 100 %	14 100 %	74 100 %

LOS = Dauer der postpartalen intensiven Überwachung [Tage]

Tab. 21: Abhängigkeit der postpartalen Überwachung von der WHO-Risikoklassifikation bei allen Schwangerschaften des Studienkollektivs

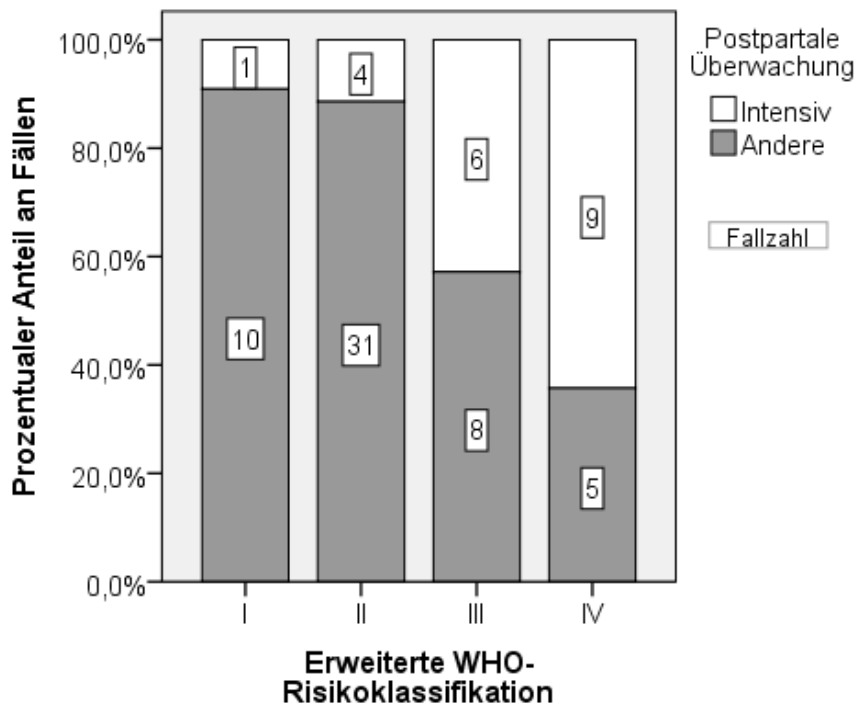


Abb. 16: Graphische Darstellung der Abhängigkeit des postpartalen Intensivstationsaufenthalts von der WHO-Risikoklassifikation

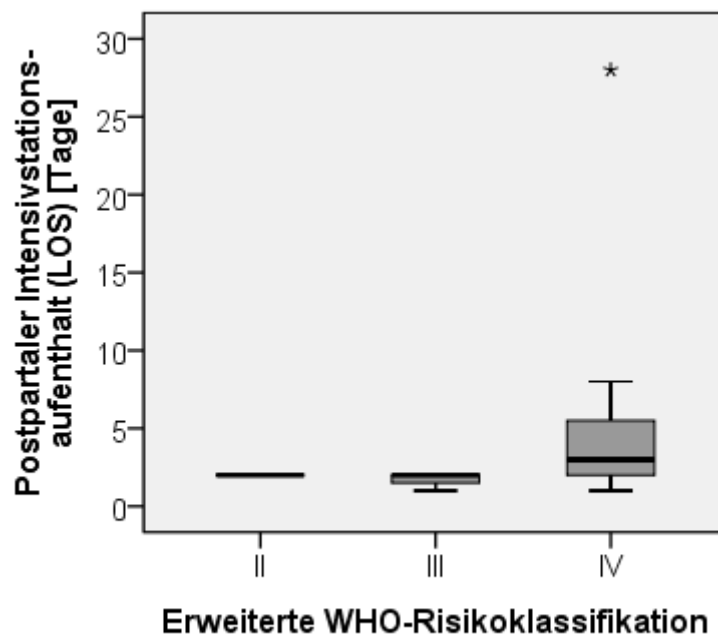


Abb. 17: Abhängigkeit des postpartalen Intensivstationsaufenthalts (LOS) [Tage] von der WHO-Risikoklassifikation (* = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.8 Kindliches Outcome: Postnatale Anpassung

Zur Beurteilung der postnatalen Anpassung wurden die APGAR-Werte der ersten, fünften und zehnten Minute, die arteriellen pH-Werte der Nabelschnur und die Base Excess (BE)-Werte der Neugeborenen miteinander verglichen. Mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest wurde untersucht, ob diese Werte normalverteilt vorlagen. Die APGAR-Werte folgten keiner Normalverteilung, sodass zur statistischen Analyse nichtparametrische Tests verwandt wurden. Die pH- und BE-Werte waren normalverteilt und es wurden parametrische Tests für die statistische Auswertung herangezogen.

Bei 73 von 74 Kindern konnte der postpartal erhobene APGAR-Score analysiert werden. Der Median für alle Kinder lag in der ersten und fünften Minute bei 9 Punkten und stieg bis zur zehnten Minute auf 10 Punkte an. Kein Kind zeigte eine schwere Depression (APGAR-Score 0 – 3), fünf Kinder (6,8 %) lagen in der ersten Minute im Bereich einer mäßigen Depression (APGAR-Score 4 – 6). In der fünften Minute wies kein Kind mehr einen APGAR-Score < 7 auf und in der zehnten Minute hatten alle Kinder einen exzellenten Zustand erreicht (APGAR-Score 9 – 10).

Der bei den Daten von 72 Kindern vorhandene mittlere arterielle Nabelschnur pH-Wert lag bei 7,31 und der BE-Wert (Mittelwert von 65 Kindern) bei -1,762 mmol/l. 6 Kinder (8,1 %) zeigten eine leichte Azidose (pH-Wert 7,10 – 7,19), die übrigen 66 Kinder (89,2 %) lagen im normalen Bereich > 7,20. Kein Kind zeigte einen bedrohlichen BE-Wert unter -12 mmol/l.

Die deskriptive Statistik wird in den Tabellen 22 und Abbildung 18 dargestellt.

		Postnatale Anpassung				
		APGAR 1	APGAR 5	APGAR 10	Nabelschnur pH-Wert	BE-Wert [mmol/l]
N	Gültig	73	73	73	72	65
	Fehlend	1	1	1	2	9
Mittelwert		8,23	9,38	9,78	7,3100	-1,762
Median		9,00	9,00	10,00	7,3250	-1,200
Standardabweichung		1,061	0,719	0,417	0,07079	2,9053
Minimum		4	7	9	7,11	-10,3
Maximum		10	10	10	7,45	3,1
Exzellenter Zustand (9 – 10)		37 (50,0 %)	67 (90,5 %)	73 (98,6 %)	-	-
Guter Zustand (7 – 8)		31 (41,9 %)	6 (8,1 %)	0 (0,0 %)	-	-
Mäßige Depression (4 – 6)		5 (6,8 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	-	-
Schwere Depression (0 – 3)		0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	-	-
Normaler pH-Wert (> 7,2)		-	-	-	66 (89,9 %)	-
Leichte Azidose (7,10 – 7,19)		-	-	-	6 (8,1 %)	-
APGAR 1/5/10 = APGAR-Score nach Virginia Apgar nach 1, 5 und 10 Minuten						

Tab. 22: Deskriptive Statistik des kindlichen Outcomes: postnatale Anpassung gemäß APGAR-Score

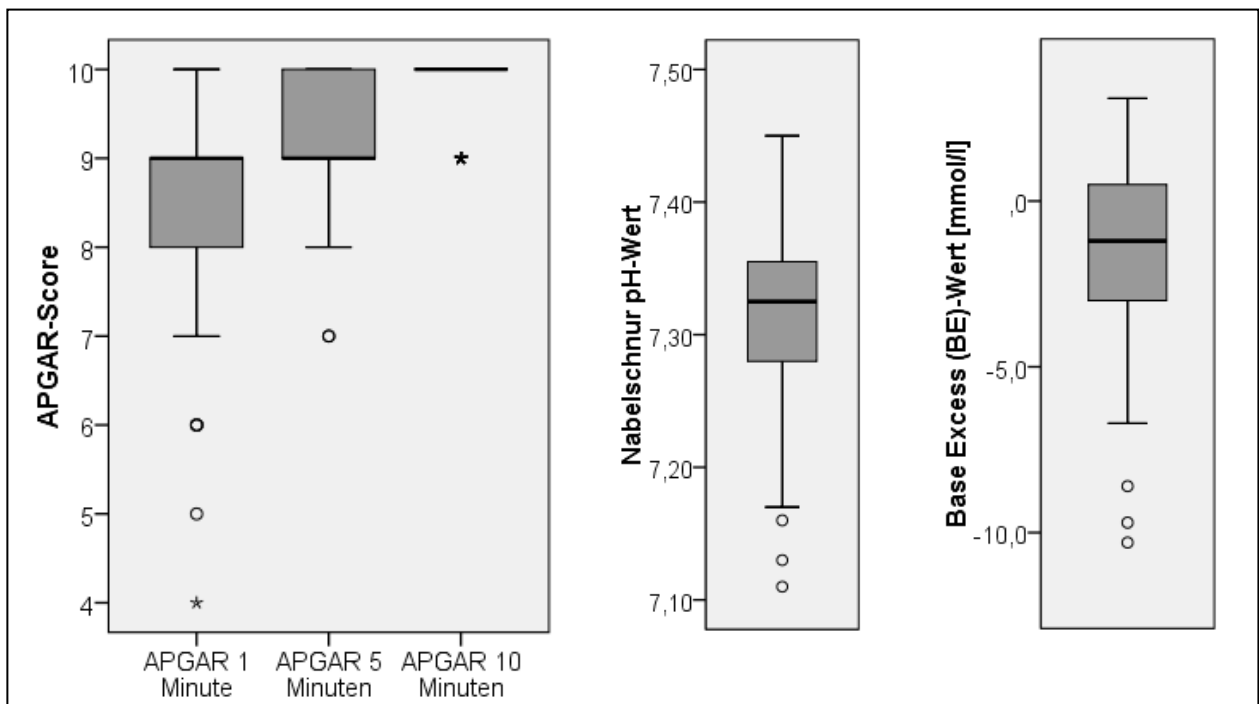


Abb. 18: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik des kindlichen Outcomes: postnatale Anpassung gemäß APGAR-Score (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartil-weiten) außerhalb der Box, * = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.8.1 Abhängigkeit des APGAR-Scores vom Geburtsverfahren

Die APGAR-Werte der Neugeborenen unterschieden sich in Abhängigkeit vom Entbindungsmodus, wobei vaginal geborene Kinder bessere APGAR-Werte aufwiesen. Nach einer Minute lag der Median des APGAR-Scores beim vaginal geborenen Kind bei 9, nach Sectio caesarea bei 8. Der mediane 5-Minuten APGAR-Wert lag bei respektive 10 und 9 und nach zehn Minuten jeweils bei 10 (s. Tabelle 23 und Abbildung 19). 5 Kinder, die alle per Sectio caesarea entbunden worden waren, zeigten in der ersten Lebensminute eine mäßige Depression (APGAR-Score 4 – 5).

Die statistische Untersuchung mit dem Mann-Whitney-U-Test ergab signifikante Unterschiede zwischen den mittleren APGAR-Werten nach Sectio caesarea oder Spontangeburt. Für die APGAR-Werte nach einer Minute betrug $p = 0,021$, nach fünf Minuten $p = 0,035$ und nach zehn Minuten $p = 0,043$.

	APGAR 1 abhängig vom Geburtsverfahren		APGAR 5 abhängig vom Geburtsverfahren		APGAR 10 abhängig vom Geburtsverfahren	
	Spontangeburt	Sectio caesarea	Spontangeburt	Sectio caesarea	Spontangeburt	Sectio caesarea
N Gültig	19	54	19	54	19	54
N Fehlend	0	1	0	1	0	1
Mittelwert	8,68	8,07	9,68	9,28	9,95	9,72
Median	9,00	8,00	10,00	9,00	10,00	10,00
Standardabweichung	0,582	1,147	0,478	0,763	0,229	0,452
Varianz	0,339	1,315	0,228	0,582	0,053	0,204
Spannweite	2	6	1	3	1	1
Minimum	7	4	9	7	9	9
Maximum	9	10	10	10	10	10
Mäßige Depression	0 (0,0 %)	5 (9,3 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)
Normaler Zustand	5 (26,3 %)	26 (48,1 %)	0 (0,0 %)	6 (11,1 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)
Exzellenter Zustand	14 (73,7 %)	23 (42,6 %)	19 (100%)	48 (88,9 %)	19 (100 %)	54 (100%)
APGAR 1/5/10 = APGAR-Score nach Virginia Apgar nach 1, 5 und 10 Minuten						

Tab. 23: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit des APGAR-Scores vom Geburtsverfahren

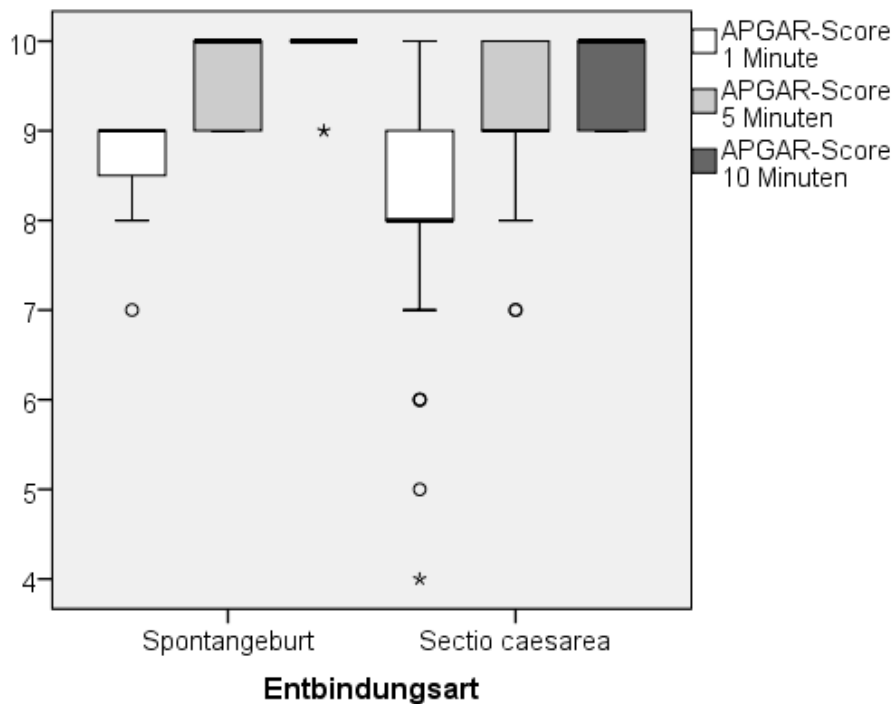


Abb. 19: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit des APGAR-Scores nach 1,5 und 10 Minuten vom Geburtsverfahren (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box, * = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.8.2 Abhängigkeit des APGAR-Scores vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea

Beim Vergleich der APGAR-Werte bezogen auf das Anästhesieverfahren zeigte sich, dass diese in jeder Kategorie von der ersten bis zur zehnten Minute anstiegen. In der ersten Minute hatten Kinder, deren Mütter eine ITN oder SPA erhalten hatten, die niedrigsten medianen APGAR-Werte von 8, gefolgt von der CSE mit 8,5 und der PDA mit 9. Auch nach fünf Minuten lagen Kinder nach ITN und SPA mit medianen APGAR-Werten von 9 niedriger als nach PDA (9,5) und CSE (10). Nach zehn Minuten hatten alle Neugeborenen einen medianen APGAR-Score von 10 erreicht. Die APGAR-Scores in der ersten Lebensminute lagen nach ITN bei 3 Kindern (23,1 %) und nach SPA bei 2 Kindern (10,5 %) im Bereich einer mäßigen Depression (APGAR-Score 4 – 6). Ab der fünften Minute hatten alle Kinder einen guten Zustand erreicht. Die deskriptive Statistik wird in Tabelle 24 und Abbildung 20 verdeutlicht.

Der Kruskal-Wallis-Test konnte keine signifikanten Unterschiede der APGAR-Werte zwischen den Anästhesieverfahren zeigen (APGAR 1 $p = 0,142$, APGAR 5 $p = 0,218$ und APGAR 10 $p = 0,911$).

		APGAR 1 abhängig vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea			
		PDA	SPA	CSE	ITN
N	Gültig	16	19	6	13
	Fehlend	0	0	0	1
Mittelwert		8,50	7,79	8,67	7,69
Median		9,00	8,00	8,50	8,00
Standardabweichung		0,632	1,134	0,816	1,548
Minimum		7	5	8	4
Maximum		9	9	10	9
Mäßige Depression (4 – 6)		0 (0,0 %)	2 (10,5 %)	0 (0,0 %)	3 (23,1 %)
Normaler Zustand (7 – 8)		7 (43,8 %)	11 (57,9 %)	3 (50,0 %)	5 (38,5 %)
Exzellenter Zustand (9 – 10)		9 (56,2 %)	6 (31,6 %)	3 (50,0 %)	5 (38,5 %)
		APGAR 5 abhängig vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea			
Mittelwert		9,50	9,16	9,67	9,00
Median		9,50	9,00	10,00	9,00
Standardabweichung		0,516	0,834	0,516	0,913
Minimum		9	7	9	7
Maximum		10	10	10	10
		APGAR 10 abhängig vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea			
Mittelwert		9,69	9,74	9,83	9,69
Median		10,00	10,00	10,00	10,00
Standardabweichung		0,479	0,452	0,408	0,480
Minimum		9	9	9	9
Maximum		10	10	10	10
PDA = Periduralanästhesie, SPA = Spinalanästhesie, CSE = kombinierte Spinal-Epiduralanästhesie, ITN = Intubationsnarkose, APGAR 1/5/10 = APGAR-Score nach Virginia Apgar nach 1, 5 und 10 Minuten					

Tab. 24: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit des APGAR-Scores nach 1, 5 und 10 Minuten vom Anästhesieverfahren

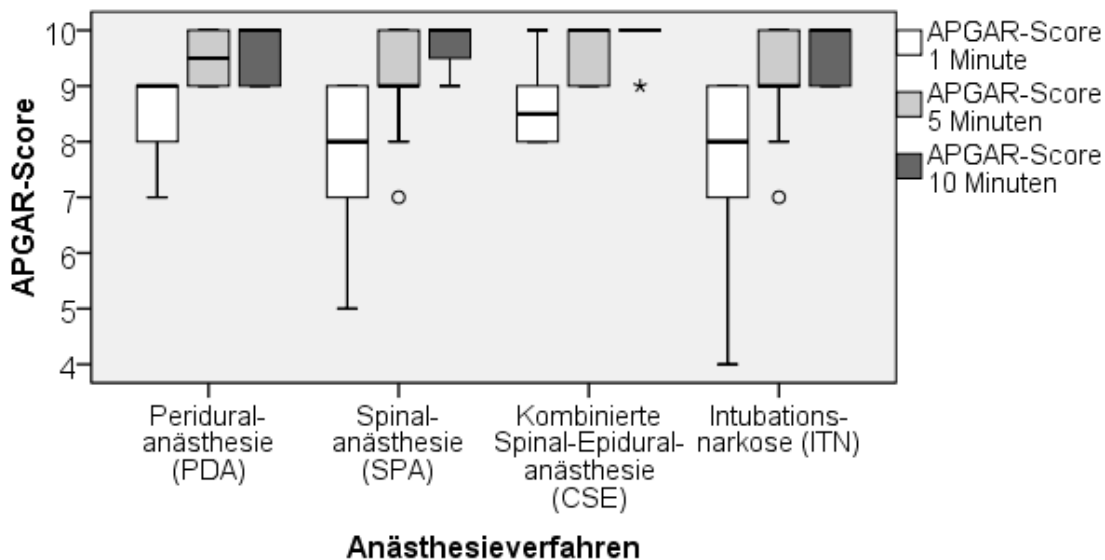


Abb. 20: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit des APGAR-Scores nach 1, 5 und 10 Minuten vom Anästhesieverfahren (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box, * = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

6.8.3 Abhängigkeit des APGAR-Scores von der WHO-Risikoklassifikation

Bei der Untersuchung der APGAR-Werte bezogen auf die WHO-Risikoklasse zeigte sich, dass die Werte in jeder Gruppe von der ersten bis zur zehnten Minute anstiegen. In der ersten Minute hatten die Neugeborenen von Müttern der Risikoklasse IV den niedrigsten medianen APGAR-Score (8), gefolgt von der Kategorie III (8,5). In den Kategorien I und II lag der erste mediane APGAR-Wert jeweils bei 9. Nach fünf Minuten zeigten Kinder von Müttern der Risikoklassen III und IV mediane APGAR-Werte von 9, in den Risikoklassen I und II von 10. Nach 10 Minuten wiesen die Neugeborenen aller Risikoklassen einen medianen APGAR-Score von 10 auf. In der ersten Lebensminute hatte ein Kind (9,1 %) in der Risikoklasse I einen APGAR-Wert, der einer mäßigen Depression entsprach. Ein weiteres Neugeborenes (2,9 %) aus der Risikoklasse II und 3 Kinder (23,1 %) aus der Risikoklasse IV lagen ebenfalls in diesem Bereich. Ab der fünften Lebensminute hatten alle Kinder einen APGAR-Score > 7 erreicht. Tabelle 25 und Abbildung 21 verdeutlichen die genannten Werte.

Die statistische Auswertung erbrachte im Kruskal-Wallis-Test keinen signifikanten Zusammenhang zwischen APGAR-Score der ersten Minute und dem WHO Risiko-Score (p

= 0,274). Jedoch unterschieden sich die 5-Minuten und 10-Minuten APGAR-Werte signifikant bei Patientinnen verschiedener WHO-Risikoklassen ($p = 0,041$ und $0,017$). Der Mann-Whitney-U-Test zeigte, dass die signifikanten Unterschiede der APGAR-Werte nach 5 Minuten zwischen den Risikoklassen I und IV ($p = 0,011$) und II und IV ($p = 0,026$) lagen. Bei den APGAR-Werten nach 10 Minuten fanden sich die signifikanten Unterschiede zwischen den Risikoklassen I und III ($p = 0,030$), I und IV ($p = 0,011$) und II und IV ($p = 0,021$).

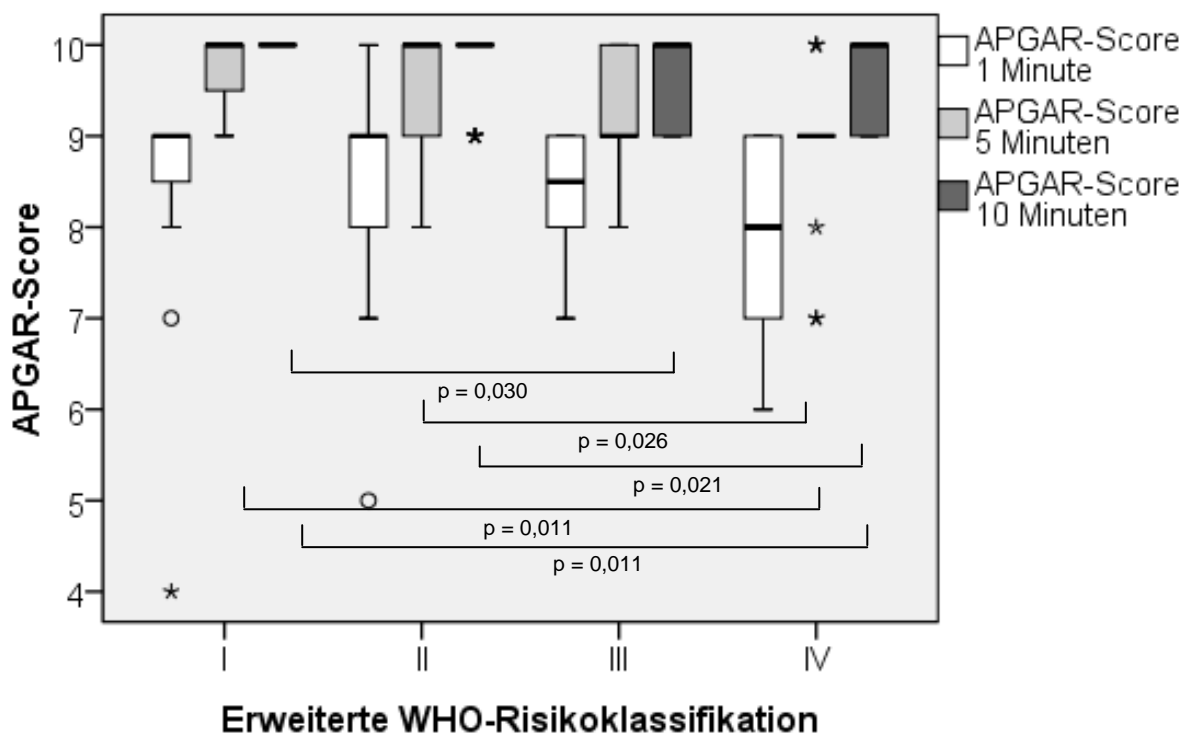


Abb. 21: Graphische Darstellung von Signifikanzniveaus und deskriptiver Statistik zur Abhängigkeit des APGAR-Scores nach 1, 5 und 10 Minuten von der WHO-Risikoklassifikation (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box, * = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

		APGAR 1 abhängig von der WHO-Risikoklassifikation			
		I	II	III	IV
N	Gültig	11	35	14	13
	Fehlend	0	0	0	1
Mittelwert		8,27	8,31	8,43	7,77
Median		9,00	9,00	8,50	8,00
Standardabweichung		1,555	0,963	0,646	1,166
Minimum		4	5	7	6
Maximum		9	10	9	9
Mäßige Depression (4 – 6)		1 (9,1 %)	1 (2,9 %)	0 (0,0 %)	3 (23,1 %)
Normaler Zustand (7 – 8)		2 (18,2 %)	16 (45,7 %)	7 (50,0 %)	6 (46,2 %)
Exzellenter Zustand (9 – 10)		8 (72,7 %)	18 (51,4 %)	7 (50,0 %)	4 (30,8 %)
		APGAR 5 abhängig von der WHO-Risikoklassifikation			
Mittelwert		9,73	9,49	9,36	8,85
Median		10,00	10,00	9,00	9,00
Standardabweichung		0,467	0,612	0,633	0,987
Minimum		9	8	8	7
Maximum		10	10	10	10
		APGAR 10 abhängig von der WHO-Risikoklassifikation			
Mittelwert		10,00	9,86	9,64	9,54
Median		10,00	10,00	10,00	10,00
Standardabweichung		0,000	0,355	0,497	0,519
Minimum		10	9	9	9
Maximum		10	10	10	10
APGAR 1/5/10 = APGAR-Score nach Virginia Apgar nach 1, 5 und 10 Minuten					

Tab. 25: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit des APGAR-Scores nach 1, 5 und 10 Minuten von der WHO-Risikoklassifikation

6.8.4 Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts vom Geburtsverfahren

Der mittlere Nabelschnur pH-Wert nach Spontangeburt lag mit 7,24 niedriger als nach Sectio caesarea mit 7,33 (vgl. Tabelle 23). Alle sechs Kinder, deren pH-Werte im Bereich der leichten Azidose lagen, waren spontan entbunden worden. Der T-Test nach Student konnte einen signifikanten Unterschied der pH-Werte bezogen auf das Geburtsverfahren zeigen ($p < 0,001$). Der exakte Test nach Fisher ergab, dass Kinder nach Spontangeburt signifikant häufiger eine leichte Azidose aufwiesen ($p < 0,001$). Tabelle 26 und Abbildung 22 zeigen die Verteilung der pH-Werte in Abhängigkeit vom Entbindungsmodus.

		Nabelschnur pH-Wert abhängig vom Geburtsverfahren	
		Spontangeburt	Sectio caesarea
N	Gültig	18	54
	Fehlend	1	1
Mittelwert		7,2372	7,3343
Median		7,2300	7,3400
Standardabweichung		0,07668	0,04928
Minimum		7,11	7,21
Maximum		7,37	7,45
pH-Wert normal ($>7,2$)		12 (66,7 %)	54 (100 %)
leichte Azidose (7,10 – 7,19)		6 (33,3 %)	0 (0,0 %)

Tab. 26: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts vom Geburtsverfahren

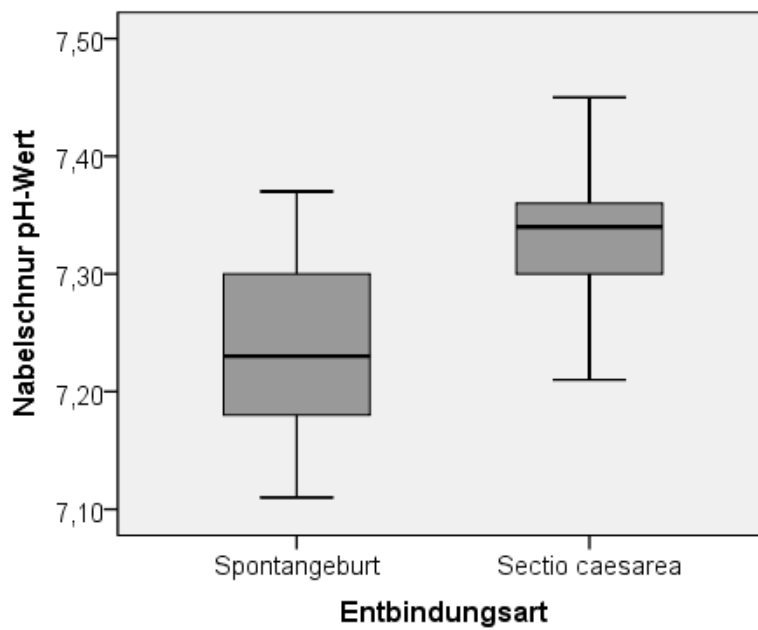


Abb. 22: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts vom Geburtsverfahren

6.8.5 Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea

Der mittlere Nabelschnur pH-Wert war bei der CSE mit 7,30 am niedrigsten. Nach einer SPA lag der pH-Wert im Mittel bei 7,33, gefolgt von der ITN mit 7,24 und der PDA mit 7,35 (vgl. Tabelle 27 und Abbildung 23).

Die statistische Analyse mittels einfaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen gewähltem Anästhesieverfahren zur Sectio caesarea und dem Nabelschnur pH-Wert ($p = 0,3$).

		Nabelschnur pH-Wert abhängig vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea			
		PDA	SPA	CSE	ITN
N	Gültig	16	19	6	13
	Fehlend	0	0	0	1
Mittelwert		7,3469	7,3326	7,3017	7,3362
Median		7,3550	7,3400	7,2900	7,3500
Standardabweichung		0,05689	0,05596	0,03601	0,02631
Minimum		7,24	7,21	7,26	7,27
Maximum		7,44	7,45	7,35	7,37

PDA = Periduralanästhesie, **SPA** = Spinalanästhesie, **CSE** = kombinierte Spinal-Epiduralanästhesie, **ITN** = Intubationsnarkose

Tab. 27: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts vom Anästhesieverfahren

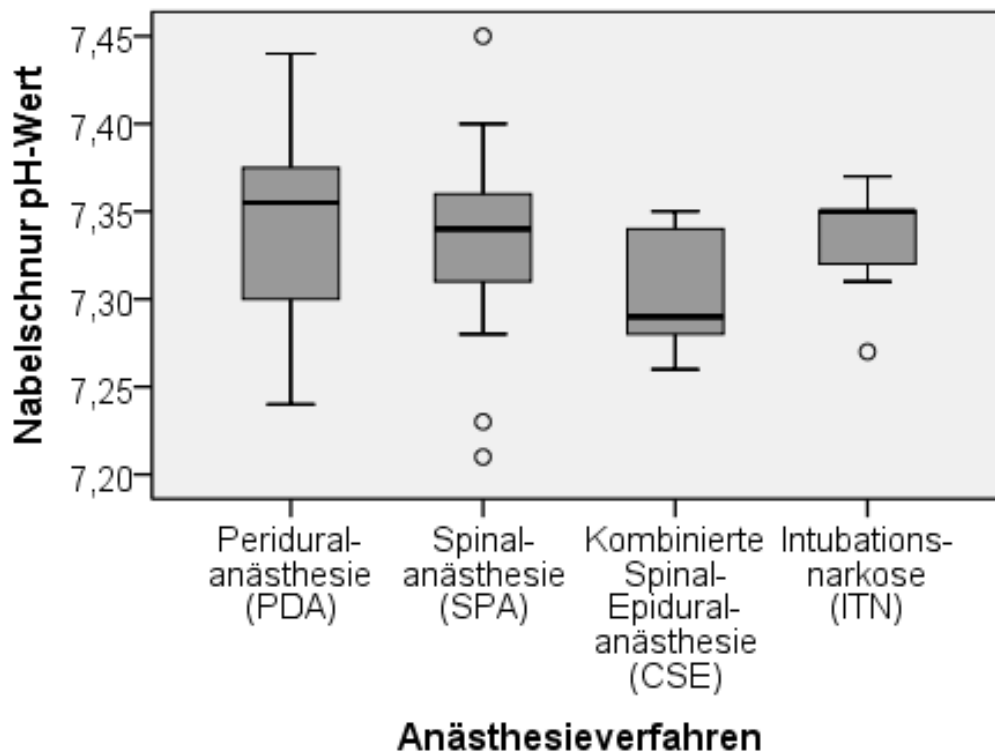


Abb. 23: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts vom Anästhesieverfahren (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartil-weiten) außerhalb der Box)

6.8.6 Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts von der WHO-Risikoklassifikation

Bei der Untersuchung der Nabelschnur pH-Werte bezogen auf die WHO-Risikoklassen zeigte sich, dass Neugeborene von Risikoklasse I Patientinnen mit 7,28 den niedrigsten mittleren pH-Wert aufwiesen. Die weiteren Risikoklassen schlossen sich in der Reihenfolge II (7,29), IV (7,33) und III (7,34) an (vgl. Tabelle 28 und Abbildung 24).

Die einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Nabelschnur pH-Werten und WHO-Risikoklassifikation ($p = 0,057$).

		Nabelschnur pH-Wert abhängig von der WHO-Risikoklassifikation			
		I	II	III	IV
N	Gültig	11	34	14	13
	Fehlend	0	1	0	1
Mittelwert		7,2818	7,2976	7,3479	7,3254
Median		7,3000	7,3150	7,3500	7,3300
Standardabweichung		0,06462	0,07847	0,04742	0,06091
Minimum		7,16	7,11	7,28	7,18
Maximum		7,38	7,45	7,44	7,43

Tab. 28: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts von der WHO-Risikoklassifikation

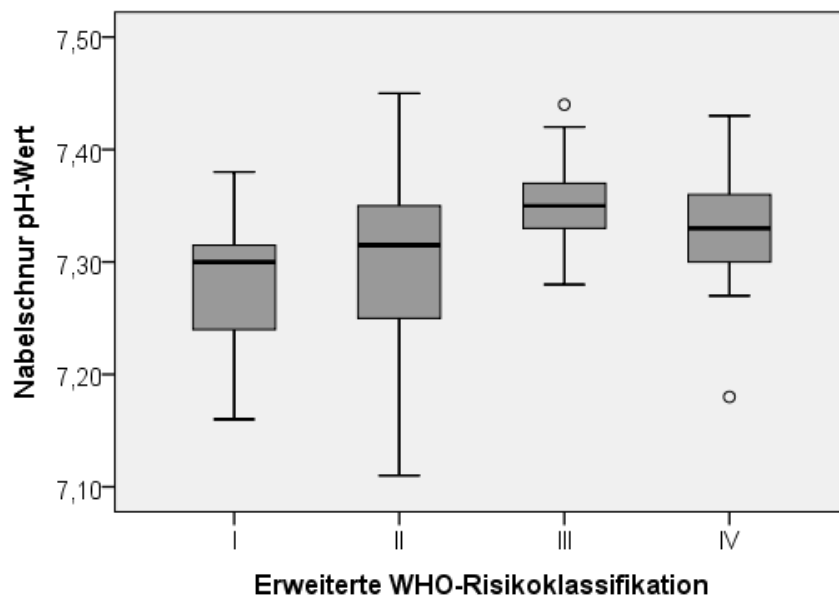


Abb. 24: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit des Nabelschnur pH-Werts von der WHO-Risikoklassifikation ($^{\circ}$ = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartil-weiten) außerhalb der Box)

6.8.7 Abhängigkeit des BE-Werts vom Geburtsverfahren

Die BE-Werte der Neugeborenen lagen im Mittel nach Spontangeburt niedriger (-4,16 mmol/l) als nach Sectio caesarea (-0,98 mmol/l). In der statistischen Untersuchung mittels T-Test nach Student zeigte sich, dass dieser Unterschied mit $p < 0,001$ signifikant war. Tabelle 29 und Abbildung 25 machen die Verteilung der BE-Werte deutlich.

		Base Excess (BE)-Wert [mmol/l] abhängig vom Geburtsverfahren	
		Spontangeburt	Sectio caesarea
N	Gültig	16	49
	Fehlend	3	6
Mittelwert		-4,163	-0,978
Median		-4,500	-0,800
Standardabweichung		3,6524	2,1299
Minimum		-10,3	-6,0
Maximum		1,2	3,1

Tab. 29: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit des Base Excess (BE)-Werts [mmol/l] vom Geburtsverfahren

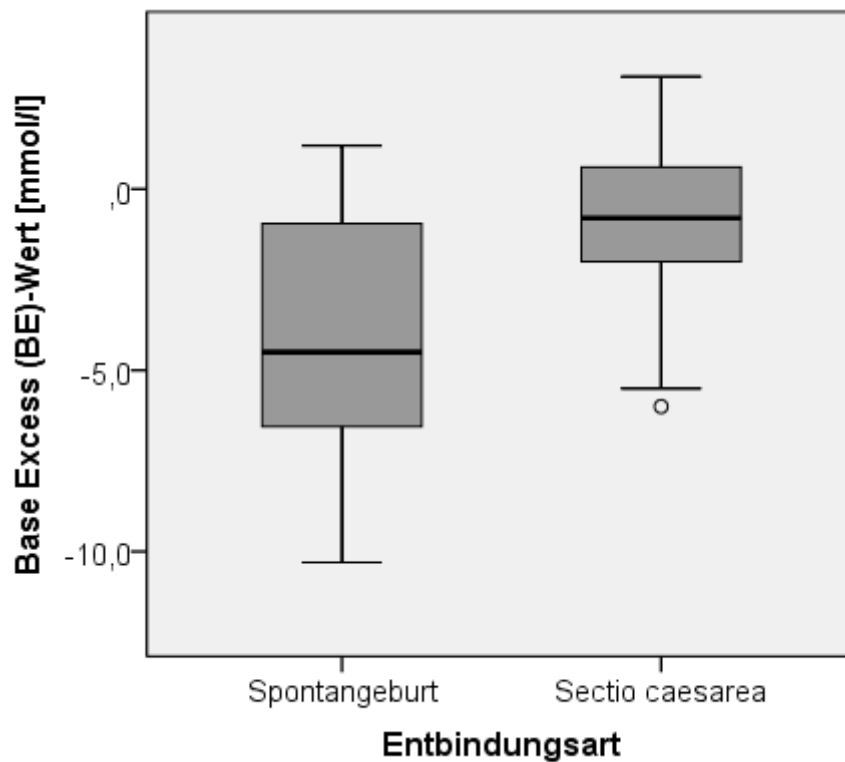


Abb. 25: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit des Base Excess (BE)-Werts [mmol/l] vom Geburtsverfahren ($^{\circ}$ = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartil-weiten) außerhalb der Box)

6.8.8 Abhängigkeit des BE-Werts vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea

Bei der Untersuchung der Anpassung des Säure-Basen-Haushalts zeigte sich, dass der mittlere Base Excess nach ITN bei -1,76 mmol/l und nach CSE bei 1,60 mmol/l lag. Nach PDA war der BE-Wert -0,83 mmol/l und nach SPA -0,44 mmol/l (s. Tabelle 30 und Abbildung 26).

Der Mittelwertevergleich mit der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) erbrachte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Anästhesieverfahren zur Sectio caesarea und dem Base Excess ($p = 0,375$).

		Base Excess (BE)-Wert [mmol/l] abhängig vom Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea			
		PDA	SPA	CSE	ITN
N	Gültig	15	18	4	12
	Fehlend	1	1	2	2
Mittelwert		-0,833	-0,439	-1,600	-1,758
Median		-1,100	-0,350	-0,750	-1,900
Standardabweichung		2,2471	1,7607	2,4536	2,3720
Minimum		-5,5	-4,2	-5,2	-6,0
Maximum		2,6	1,6	,3	3,1
PDA = Periduralanästhesie, SPA = Spinalanästhesie, CSE = kombinierte Spinal-Epiduralanästhesie, ITN = Intubationsnarkose					

Tab. 30: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit des Base Excess (BE)-Werts [mmol/l] vom Anästhesieverfahren

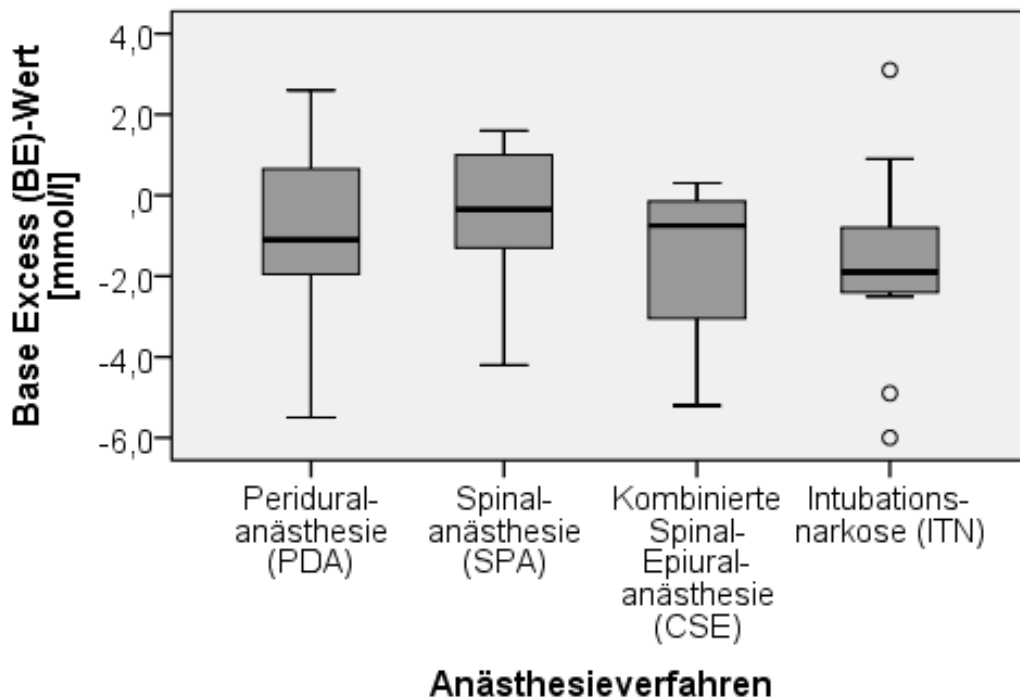


Abb. 26: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit des Base Excess (BE)-Werts [mmol/l] vom Anästhesieverfahren (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartil-weiten) außerhalb der Box)

6.8.9 Abhängigkeit des BE-Werts von der WHO-Risikoklassifikation

Die Untersuchung der Anpassung des Säure-Basen-Haushalts durch den Base Excess zeigte, dass Kinder von Patientinnen aus den Risikoklassen I und II mit BE-Mittelwerten von -2,77 mmol/l und - 2,15 mmol/l stärker vom Normwert abweichen als Kinder von Patientinnen der Risikoklassen III (-0,82 mmol/l) und IV (-0,86 mmol/l). Die deskriptive Statistik zeigen Tabelle 31 und Abbildung 27.

Die einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) konnte keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den BE-Werten und der WHO-Risikoklassifikation feststellen ($p = 0,242$).

		Base Excess (BE)-Wert [mmol/l] abhängig von der WHO-Risikoklassifikation			
		I	II	III	IV
N	Gültig	11	30	13	11
	Fehlend	0	5	1	3
Mittelwert		-2,736	-2,147	-0,815	-0,855
Median		-1,700	-1,050	-0,900	-1,200
Standardabweichung		2,9507	3,4574	1,3933	2,1815
Minimum		-6,7	-10,3	-2,5	-3,9
Maximum		1,3	3,1	1,6	2,6

Tab. 31: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit des Base Excess (BE)-Werts [mmol/l] von der WHO-Risikoklassifikation

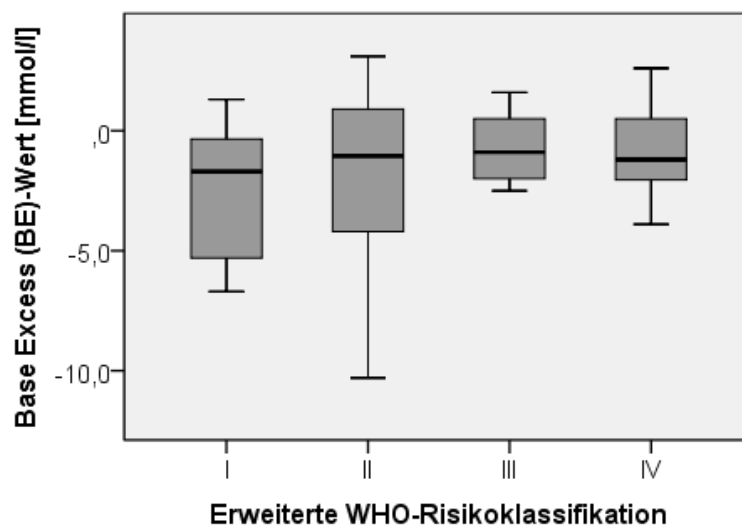


Abb. 27: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit des Base Excess (BE)-Werts [mmol/l] von der WHO-Risikoklassifikation

6.9 Kindliches Outcome: Intrauterine Entwicklung

Um die Entwicklung des Kindes während der Schwangerschaft beurteilen zu können, wurden die Größe, das Gewicht und der Kopfumfang gemessen und das Gestationsalter bei Geburt notiert. Diese Werte wurden mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Normalverteilung untersucht. Die Größe der Kinder war nicht normalverteilt, sodass zur statistischen Analyse nichtparametrische Tests herangezogen wurden. Das Körpergewicht, der Kopfumfang und das Gestationsalter bei Geburt folgten einer Normalverteilung, sodass parametrische Tests für die statistische Auswertung verwendet wurden.

Von 74 Kindern lagen Daten des Körpergewichts vor, von je 73 Kindern die Körperlänge und der Kopfumfang. Das mittlere Körpergewicht lag auf der 36. Perzentile, die mittlere Körpergröße auf der 34. Perzentile und der mittlere Kopfumfang auf der 42. Perzentile.

60 Kinder (81,1 %) hatten ein normales Körpergewicht (10. – 90. Perzentile). 13 Neugeborene lagen unter der 10. Perzentile (17,6 %) und damit im Bereich „small for gestational age“ (SGA), zwei dieser Kinder (2,7 %) sogar im Bereich „very small for gestational age“ (VSGA; <3. Perzentile). Ein Kind (1,4 %) lag über der 90. Perzentile und damit im Bereich „large for gestational age“ (LGA).

Bezogen auf die Körperlänge lagen 55 Kinder (74,3 %) zwischen der 10. und 90. Perzentile. 15 Kinder (20,3 %) befanden sich unterhalb der 10. Perzentile, wobei sechs Kinder (8,1 %) sogar unter der 3. Perzentile lagen. Drei Neugeborene (4,1 %) hatten eine Körperlänge oberhalb der 90. Perzentile.

Der Kopfumfang lag bei 62 Kindern (83,3 %) im Normalbereich (10. – 90. Perzentile). Bei zehn Kindern (13,5 %) war er unterhalb der 10. Perzentile, wobei vier (5,4 %) davon auf den Bereich unterhalb der 3. Perzentile entfielen. Ein Kind hatte einen Kopfumfang (1,4 %) oberhalb der 90. Perzentile.

Bei allen 74 Schwangerschaften ließ sich das Gestationsalter feststellen. Dieses lag im Mittel bei 37 Schwangerschaftswochen (SSW) und 1,5 Tagen (= 260,51 Tage). In 47 Fällen (63,5 %) lag eine normale Schwangerschaftsdauer von 37 vollendeten bis < 42 SSW vor, 27 Fälle (36,5 %) waren Frühgeburten (< 37 SSW). Kein Kind wurde übertragen (≤ 42 SSW).

Die deskriptive Statistik werden in Tabelle 32 und Abbildung 28 verdeutlicht.

	Kindliche intrauterine Entwicklung [Perzentile]			Schwangerschaftsdauer [Tage]
	Gewichtf	Größe	Kopfumfang	
N	74	73	73	74
	0	1	1	0
Mittelwert	36,04	34,38	42,12	260,51
Median	32,00	25,00	45,00	265,00
Standardabweichung	25,257	28,031	27,531	20,328
Minimum	2	2	2	176
Maximum	98	95	92	292
< 10. Perzentile	13 (17,6 %)	15 (20,3 %)	10 (13,5 %)	-
[< 3. Perzentile]	[2 (2,7 %)]	[6 (8,1 %)]	[4 (5,4 %)]	-
10. – 90. Perzentile	60 (81,1 %)	55 (74,3 %)	62 (83,3 %)	-
> 90. Perzentile	1 (1,4 %)	3 (4,1 %)	1 (1,4 %)	-
Frühgeboren (< 37.SSW)	-	-	-	27 (36,5 %)
Normal (37. - < 42. SSW)	-	-	-	47 (63,5 %)
Übertragen (≤ 42. SSW)	-	-	-	0 (0,0 %)
SSW = Schwangerschaftswochen				

Tab. 32: Deskriptive Statistik des kindlichen Outcomes: Intrauterine Entwicklung

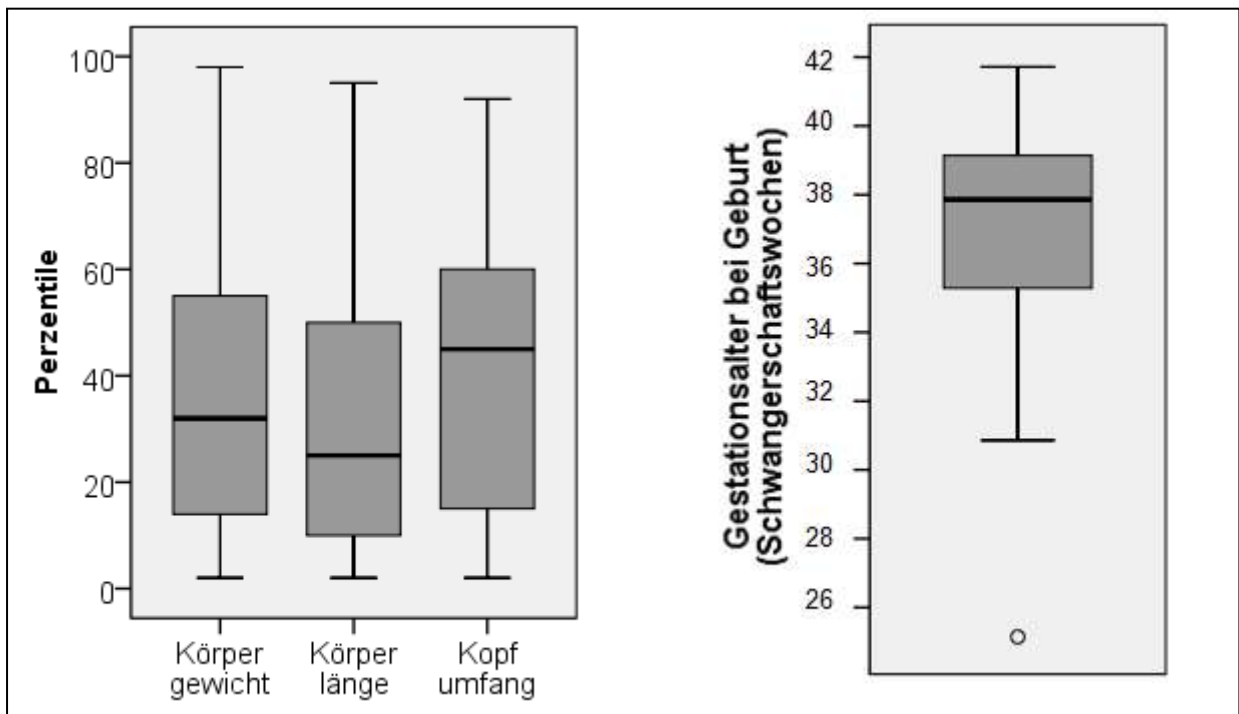


Abb. 28: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik des kindlichen Outcomes: Intrauterine Entwicklung (° = Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen (Interquartil-weiten) außerhalb der Box)

6.9.1 Abhängigkeit der Körperlänge, des Körpergewichts und des Kopfumfangs von der WHO-Risikoklassifikation

In der Untersuchung der Entwicklung der Neugeborenen von Patientinnen verschiedener WHO-Risikoklassen zeigte sich, dass Kinder von Frauen der Risikoklasse IV am kleinsten waren (Mittelwert 25. Perzentile). In der WHO-Klasse I lagen die Kinder im Mittel auf der 30. Perzentilen und in der WHO-Klasse III auf der 31. Perzentilen. Kinder von Frauen der WHO-Klasse II waren im Mittel am größten (41. Perzentile).

Ebenso verhielt es sich mit dem Körpergewicht. In der Risikoklasse IV waren die Kinder im Mittel am leichtesten (27. Perzentile). Es folgten die Risikoklassen I (30. Perzentile), III (36. Perzentile) und II (42. Perzentile). In der Risikoklasse III gab es mit 28,6 % am häufigsten kleine Kinder für ihr Reifealter (SGA, < 10. Perzentile). In der Risikoklasse I betraf dies 27,3 % der Kinder, in der Risikoklasse IV 21,4 % und in der Risikoklasse II mit 8,6 % am wenigsten Kinder.

Der Kopfumfang zeigte kohärent die gleiche Tendenz. Kinder von Müttern der Risikoklasse IV lagen im Mittel auf der 34. Perzentile. Es schlossen sich die Risikoklassen I (37. Perzentile), III (42. Perzentile) und II (47. Perzentile) an.

In der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) von Körpergewicht und Kopfumfang konnte kein signifikanter Unterschied in der Kindesentwicklung bei Müttern verschiedener WHO-Risikoklassen festgestellt werden. Ebenso verhielt es sich bei der nicht normalverteilten Körpergröße im Kruskal-Wallis-Test. Der Chi²-Test war durch eine erwartete Häufigkeit < 5 in 58,3 % der Kreuztabellenzellen nicht gültig. Der daher verwendete exakte Test nach Fisher erbrachte ebenfalls keine signifikanten Unterschiede des Körpergewichts bezogen auf das Reifealter zwischen den Risikokategorien ($p = 0,123$).

Tabelle 33 und Abbildung 29 zeigen die deskriptive Statistik.

		Körperlänge [Perzentile] abhängig von der WHO-Risikoklassifikation			
		I	II	III	IV
N	Gültig	11	34	14	14
	Fehlend	0	1	0	0
Mittelwert		29,64	41,21	31,21	24,71
Median		20,00	44,00	20,00	16,50
Standardabweichung		28,637	27,921	32,887	20,204
Minimum		2	2	2	4
Maximum		80	95	95	65
		Körpergewicht [Perzentile] abhängig von der WHO-Risikoklassifikation			
		I	II	III	IV
N	Gültig	11	35	14	14
	Fehlend	0	0	0	0
Mittelwert		29,18	41,89	36,14	26,71
Median		20,00	39,00	36,00	25,00
Standardabweichung		26,160	25,160	28,401	19,185
Minimum		2	2	6	5
Maximum		84	86	98	69
< 10. Perzentile		3 (27,3 %)	3 (8,6 %)	4 (28,6 %)	3 (21,4 %)
[< 3. Perzentile]		[1 (9,1 %)]	[1 (2,9 %)]	[0 (0,0 %)]	[0 (0,0 %)]
10. – 90. Perzentile		8 (72,7 %)	32 (91,4 %)	9 (64,3 %)	11 (78,6 %)
> 90. Perzentile		0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	1 (7,1 %)	0 (0,0 %)
		Kopfumfang [Perzentile] abhängig von der WHO-Risikoklassifikation			
		I	II	III	IV
N	Gültig	11	34	14	14
	Fehlend	0	1	0	0
Mittelwert		37,36	46,97	41,50	34,71
Median		30,00	50,00	35,00	34,00
Standardabweichung		28,271	25,367	33,599	26,090
Minimum		2	2	2	2
Maximum		88	90	92	90

Tab. 33: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit der kindlichen intrauterinen Entwicklung (Perzentilen-Werte) von der WHO-Risikoklassifikation

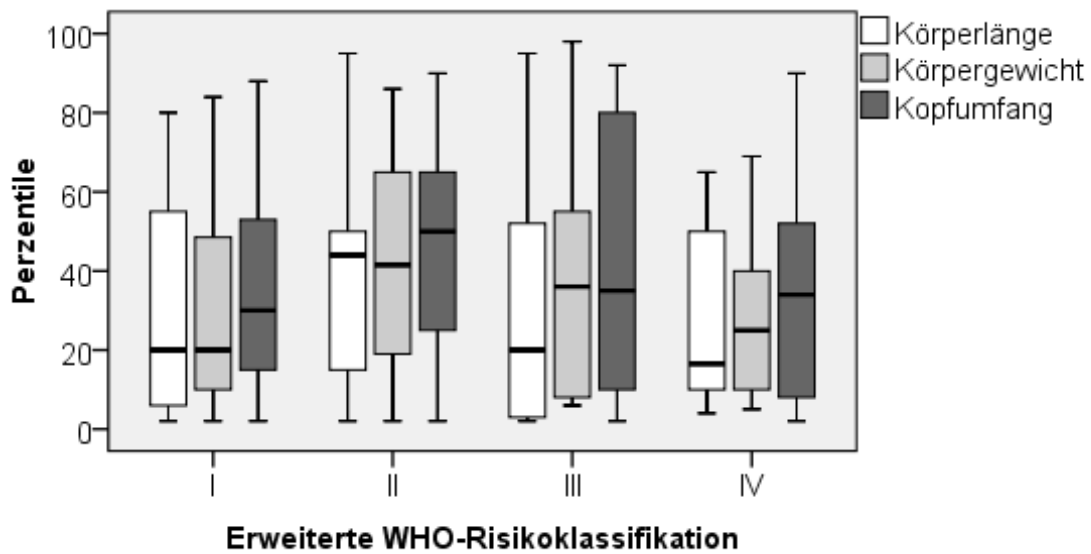


Abb. 29: Graphische Darstellung der Abhängigkeit der kindlichen intrauterinen Entwicklung (Perzentilen-Werte) von der WHO-Risikoklassifikation

6.9.2 Abhängigkeit des Gestationsalters bei Geburt von der WHO-Risikoklassifikation

Im Mittel hatten Frauen mit niedrigerem kardiovaskulärem Risiko eine längere Schwangerschaftsdauer als mit höherem kardiovaskulärem Risiko. Frauen der WHO-Risikoklasse I entbanden im Mittel nach 38 + 3 SSW (269,09 Tage). Patientinnen der WHO-Risikoklasse II bekamen ihre Kinder nach 37 + 5 SSW (264,23 Tage) und Patientinnen der Risikoklassen III und IV nach respektive 36 + 3 SSW (254,36 Tage) und 35 + 6 SSW (250,62 Tage).

Die einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem WHO-Risiko-Score und dem Gestationsalter bei Geburt ($p = 0,049$). Es ließ sich in keinem gültigen Post-Hoc-Test darstellen, zwischen welchen Gruppen die signifikanten Unterschiede lagen.

In der WHO-Risikogruppe I ereigneten sich 4 Frühgeburten (36,4 %). In der Risikogruppe II gab es 10 (28,6 %), in der Risikogruppe III 6 (42,9 %) und in der Risikogruppe IV 7 (50,0 %) frühgeborene Kinder. Der Chi²-Test zeigte, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen Frühgeburtslichkeit und WHO-Risiko-Score bestand ($p = 0,514$).

Die deskriptive Statistik wird in Tabelle 34 und Abbildung 30 verdeutlicht.

		Gestationsalter [Tage] abhängig von der WHO-Risikoklassifikation			
		I	II	III	IV
N	Gültig	11	30	14	14
	Fehlend	0	5	0	0
Mittelwert		269,09	264,23	254,36	250,64
Median		272,00	267,00	263,50	256,00
Standardabweichung		16,428	16,389	21,618	26,416
Minimum		247	222	216	176
Maximum		292	291	291	289
< 37. SSW		4 (36,4 %)	10 (28,6 %)	6 (42,9 %)	7 (50,0 %)
37. – < 42. SSW		7 (63,6 %)	25 (71,4 %)	8 (57,1 %)	7 (50,0 %)
SSW = Schwangerschaftswochen					

Tab. 34: Deskriptive Statistik zur Abhängigkeit des Gestationsalters [Tage] bei Geburt von der WHO-Risikoklassifikation

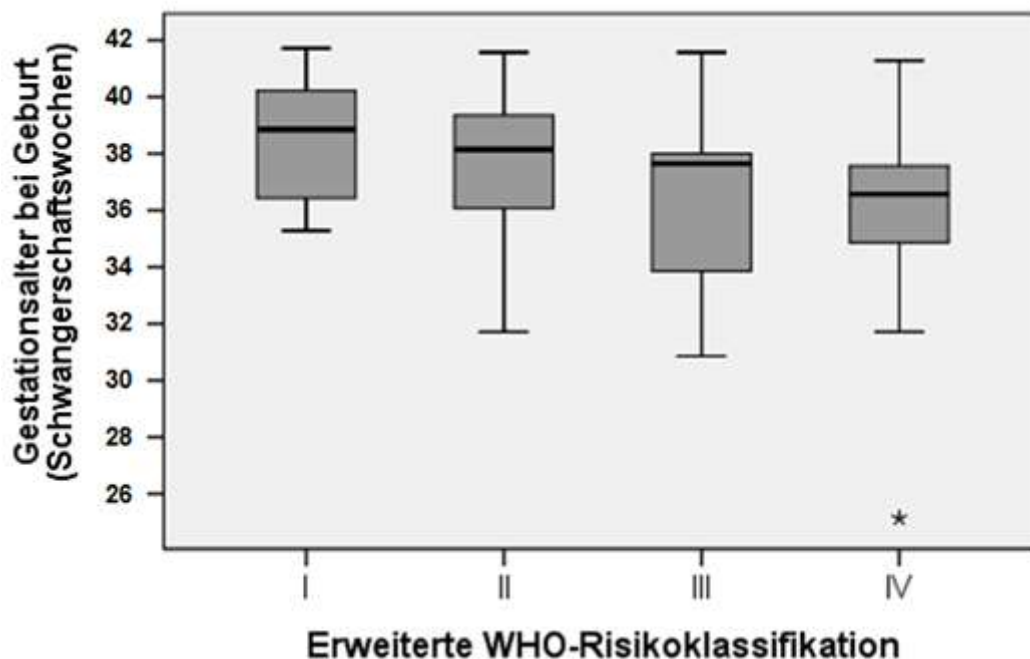


Abb. 30: Graphische Darstellung der deskriptiven Statistik zur Abhängigkeit des Gestationsalters bei Geburt in Schwangerschaftswochen von der WHO-Risikoklassifikation (* = Extreme Werte liegen >3 Boxlängen (Interquartilweiten) außerhalb der Box)

7. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden das postpartale Outcome von herzkranken schwangeren Frauen und das postnatale Outcome ihrer Kinder untersucht. Die Outcome-Parameter wurden in Bezug auf das kardiovaskuläre Risiko der Patientinnen, den Entbindungsmodus und das geburtshilfliche Anästhesieverfahren ausgewertet. Die Ergebnisse und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen werden im Folgenden diskutiert.

7.1 Die Auswirkung der kardialen Erkrankung auf das Outcome

Während des Untersuchungszeitraums konnten 77 Schwangerschaften bei 65 Patientinnen erfasst werden, von denen 74 erfolgreich beendet wurden. 64,6 % der Patientinnen hatten eine kongenitale, 35,4 % eine erworbene kardiovaskuläre Erkrankung. Diese Verteilung stimmt mit den in der Literatur beschriebenen Tendenzen überein, dass der Anteil an schwangeren Patientinnen mit kongenitalen Vitien gegenüber den erworbenen Herzfehlern zunimmt (Siu und Colman, 2001) und mittlerweile 70 – 80 % in den Industrienationen ausmacht (van Mook und Peeters, 2005b).

Von den untersuchten Patientinnen hatten nur 16,9 % ein Risiko für die Austragung einer Schwangerschaft, das der Normalbevölkerung entsprach (WHO-Risikoklasse I). 41,5 % zeigten ein leicht erhöhtes (WHO-Risikoklasse II) und 21,5 % ein signifikant erhöhtes Risiko (WHO-Risikoklasse III) für maternale Morbidität und Mortalität. Bei 20 % der Frauen wäre eine Schwangerschaft gemäß dem WHO-Risiko-Score kontraindiziert und ein Abbruch zu erwägen gewesen (WHO-Risikoklasse IV).

Die Ergebnisse des mütterlichen Outcomes bestätigten die Aussagekraft des verwendeten erweiterten WHO-Risiko-Scores, da Patientinnen mit einem höheren Risiko zu schlechteren Outcome-Werten tendierten. Die Länge des Krankenhausaufenthalts (LOS) war bei Patientinnen der WHO-Risikoklasse I signifikant kürzer als bei Frauen der Risikoklasse IV. Ebenso verhielt es sich bei der Risikoklasse II im Vergleich mit den Risikoklassen III und IV. Des Weiteren zeigte sich ein Unterschied in der Notwendigkeit einer intensiven postpartalen Betreuung: der Anteil an Patientinnen, die nach der Geburt auf eine Intensiv- oder Intermediate Care-Station verlegt worden waren, stieg mit der

Nummerierung der WHO-Risikokategorie. Die statistische Analyse ergab hier einen signifikanten Zusammenhang. Bei der Interpretation dieses Ergebnisses ist allerdings zu beachten, dass es auch dadurch bedingt sein kann, dass Patientinnen nach Sectio caesarea häufiger als nach einer Spontangeburt eine intensive Betreuung erhielten und wiederum mehr Frauen der höheren WHO-Risikoklassen elektiv per Sectio caesarea entbunden haben (vgl. 6.2).

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass sich die kardiovaskuläre Erkrankung auch negativ auf das kindliche Outcome auswirkte. Die Schwangerschaftsdauer unterschied sich signifikant zwischen den Risikogruppen und fiel mit aufsteigender Nummerierung der WHO-Risikoklassen ab. Wenngleich kein signifikanter Zusammenhang zwischen WHO-Risiko-Score und Frühgeburtlichkeit bestand, so lag das mittlere Gestationsalter bei Geburt in den Risikoklassen III und IV doch unter 37 Schwangerschaftswochen, im Gegensatz zu den Risikoklassen I und II. In der Risikoklasse III waren 42,9 % der Kinder früh geboren und in der Risikoklasse IV betraf dies 50,0 % der Kinder. Im Vergleich dazu kamen in den Risikoklassen I und II respektive 36,4 % bzw. 28,6 % vor der vollendeten 37. SSW zur Welt. Passend zu diesen Ergebnissen wird in einer weiteren Studie von einer Frühgeburtenrate von 64,7 % in der Hochrisikogruppe des herzkranken Patientenkollektivs berichtet, während dies in der Gruppe mit geringem kardiovaskulärem Risiko 16,4 % der Kinder betraf (Stangl et al., 2008). Bei der analysierten Patientenzahl konnte jedoch keine statistische Signifikanz zwischen Schwere der kardialen Erkrankung und Frühgeburt gezeigt werden.

Nichtsdestotrotz kann anhand der erhobenen Daten insgesamt die Aussage getroffen werden, dass das Vorhandensein einer kardiovaskulären Erkrankung einen relevanten Einfluss auf die Schwangerschaftsdauer hat. Im untersuchten Patientinnenkollektiv lag die Frühgeburtenrate bei 36,5 % und damit deutlich über der für Deutschland im Jahr 2010 ermittelten Rate von 9,2 % (March of Dimes et al., 2012). Dies stimmt mit Ergebnissen aus anderen Studien überein. Eine Untersuchung, die das neonatale Outcome bei herzkranken Müttern im Vergleich zu einer Kontrollgruppe betrachtet, zeigte, dass bei Herzerkrankung ein signifikant höheres Risiko einer Frühgeburt bestand (Siu et al., 2002). In einer Studie mit 1000 herzkranken Schwangeren wurden 13 % der Kinder vor

der 37. SSW geboren (Avila et al., 2003) und in einer weiteren, die sich auf kongenitale Herzvitien beschränkte, 20,8 % (Khairy et al., 2006).

17,6 % der Neugeborenen in dieser Studie waren zu klein für ihr Reifealter („small for gestational age“, SGA). Damit liegt der prozentuale Anteil höher als in der Normalbevölkerung von Industrienationen, für die eine Rate von 10 % angegeben wird (Anderson MS und Hay WW, 1999). Dies bestätigt die Ergebnisse anderer Autoren, dass sich kardiovaskuläre Erkrankungen negativ auf die intrauterine Entwicklung auswirken. In einer Studie zeigten sich mehr SGA-Kinder in der Gruppe der herzkranken Frauen als im Kontrollkollektiv. Außerdem war ein niedriges Gewicht für das Reifealter mit 15 % nach der Frühgeburtlichkeit die zweithäufigste Komplikation der Neugeborenen von herzkranken Müttern (Siu et al., 2002). In einer weiteren Untersuchung zum Schwangerschafts-Outcome bei Frauen mit CHD wird von einer SGA-Rate von 14 % berichtet (Drenthen et al., 2010).

In der vorliegenden Arbeit konnten keine signifikanten Unterschiede der intrauterinen Entwicklung zwischen den WHO-Risikoklassen nachgewiesen werden. Es fiel allerdings auf, dass die Kinder in der Risikoklasse IV tendenziell am kleinsten und leichtesten waren. Ähnliche Ergebnisse werden auch in einer weiteren Untersuchung beschrieben, in der das mittlere Gewicht der Kinder von kardialen Hochrisikopatientinnen 457 g unter dem der Gruppe mit niedrigem Risiko lag (Stangl et al., 2008). Das Ergebnis der vorliegenden Studie lässt sich dadurch begründen, dass 50 % der Kinder vor der 37. SSW geboren wurden und somit weniger Zeit für ein intrauterines Wachstum hatten. Bezogen auf das Reifealter waren jedoch die Kinder in der Risikogruppe III am leichtesten. 28,6 % lagen im Bereich SGA, in der Risikogruppe IV waren es im Vergleich nur 21,4 % und damit sogar weniger als in der Risikogruppe I (27,3 %). Wären mehr Schwangerschaften in der Risikoklasse IV bis zum errechneten Geburtstermin ausgetragen worden, hätte sich durch ein Fortbestehen des verzögerten intrauterinen Wachstums ggf. eine höhere Anzahl an Kindern mit niedrigem Geburtsgewicht für ihr Reifealter abgezeichnet. Dies erklärt jedoch nicht, dass die SGA-Rate der WHO-Risikoklasse I mit 27,3 % deutlich über derjenigen der WHO-Risikoklasse II mit 8,6 % lag. Ggf. könnte hier das spezielle Patientenkollektiv eines Universitätsklinikums einen Erklärungsansatz liefern. Normalerweise besteht bei Patientinnen der WHO-Kategorie I kein

erhöhtes Risiko gegenüber der Normalbevölkerung, sodass eine Entbindung in einem peripheren Krankenhaus möglich und keine spezielle Betreuung in einem Haus der Maximalversorgung notwendig ist. Eventuell hatten Patientinnen der WHO-Risikokategorie I, die in diese Studie aufgenommen worden waren, zusätzliche Komplikationen, die für die Entbindung in einem Universitätsklinikum sprachen und ihrerseits ebenfalls zu Entwicklungsstörungen beitrugen. Da sich diese Annahmen jedoch nicht belegen lassen, lässt sich aus den vorliegenden Daten keine Aussage bezüglich der Auswirkungen der Schwere einer kardialen Erkrankung auf die intrauterine Wachstumsentwicklung treffen.

Zur Evaluation der kindlichen Anpassung wurden der APGAR-Score, der arterielle Nabelschnur pH-Wert und der Base Excess begutachtet. Der APGAR-Score nach fünf Minuten ist von besonderem Interesse, weil er eine Aussage über die Mortalität und neurologische Spätschäden von Neugeborenen erlaubt. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist bei einem APGAR-Wert < 7 erhöht (Thorngren-Jerneck und Herbst, 2001). Vergleicht man den 5-Minuten APGAR-Score mit der WHO-Risikoklassifikation, zeigt sich, dass er in den Risikogruppen I und II signifikant besser als in der Risikoklasse IV war. Allerdings muss erwähnt werden, dass sich nach fünf Minuten bei keinem Kind mehr ein APGAR-Score < 7 feststellen ließ, sodass nicht von einem höheren Risiko für fetale Komplikationen gesprochen werden kann.

Der APGAR-Score nach einer Minute zeigte die Tendenz zu schlechteren Werten bei einer schwereren kardialen Erkrankung der Mutter. Allerdings lassen sich hier keine signifikanten Unterschiede darstellen. Insgesamt hatten 91,9 % der Neugeborenen von Beginn an einen APGAR-Wert > 7 . Diese Rate entspricht derjenigen für die Normalbevölkerung, in der 90 % der Kinder APGAR-Werte von 7 – 10 zeigen (Sielski, 2012).

Auch die weiteren Anpassungsparameter, der arterielle Nabelschnur pH- und der BE-Wert, waren insgesamt normal. Der Mittelwert aller gemessenen Nabelschnur pH-Werte lag normwertig bei 7,31. Der mittlere BE-Wert befand sich bei -1,76 mmol/l. Eine gewisse Azidität ist bei allen Neugeborenen physiologisch (Schmidt, 2010a) und der gemessene Wert lag fern des mit Komplikationen verbundenen Grenzwerts von -12 mmol/l (Low, 1997; Low et al., 1997; Ross und Gala, 2002). Bezogen auf die WHO-Risikokategorien zeigten sich keine signifikanten Unterschiede des Säure-Basen-Haushalts.

Die Ergebnisse dieser Studie können somit keine postnatalen Anpassungsstörungen für Kinder von herzkranken Frauen nachweisen. Intrauterine Entwicklungsstörungen und Frühgeburtlichkeit kommen jedoch häufiger vor. Möglicherweise ist letztere jedoch häufig elektiv geplant und auf eine bevorzugte Vorgehensweise der Universitätsfrauenklinik Bonn bei Patientinnen mit kardiovaskulärem Risikoprofil zurückzuführen.

7.2 Die Auswirkung des Entbindungsverfahrens auf das Outcome

74,3 % der Schwangerschaften wurden durch eine Sectio caesarea beendet. Nur in 25,7 % der Fälle erfolgte eine spontane vaginale Entbindung. Dieses Verhältnis von Spontangeburt zu Sectio caesarea unterscheidet sich deutlich vom Bundesdurchschnitt im Jahr 2010 mit einer Kaiserschnitttrate von 31,9 % (Statistisches Bundesamt, 2012). In einer Studie konnte gezeigt werden, dass herzkranken Frauen häufiger per Sectio caesarea gebären als Frauen einer Kontrollgruppe (Siu et al., 2002). Allerdings waren die Sectio caesarea Raten in anderen Studien zu herzkranken Schwangeren mit 21,3 – 54,8 % nicht so hoch wie in dem Patientinnenkollektiv der vorliegenden Arbeit (Avila et al., 2003; Goldszmidt et al., 2009; Hidano et al., 2011; Kaemmerer und Hess, 2005; Khairy et al., 2006; Siu et al., 2001; Stangl et al., 2008). 83,6 % der Sectiones caesareae in dieser Studie wurden elektiv durchgeführt und nur 16,4 % erfolgten sekundär aufgrund von Komplikationen während des Geburtsverlaufs. Das Vorgehen weicht damit von der generell vorherrschenden Empfehlung ab, auch bei herzkranken Frauen in den überwiegenden Fällen eine vaginale Entbindung anzustreben (Dob und Yentis, 2006; ESC, 2011; Halle, 2004; Kaemmerer und Hess, 2005; Siu und Colman, 2001; Thorne, 2004). Diese Empfehlungen begründen sich durch die mit einer Sectio caesarea verbundenen Komplikationen: höheres Infektionsrisiko, vermehrter Blutverlust und anästhesiologische Zwischenfälle wie u.a. Intubationsschwierigkeiten (Langesaeter et al., 2010). 40 % der Sectiones caesareae wurden aus maternal-kardialer Indikation durchgeführt, wobei alle davon primär geplant waren. In einer Studie zu Schwangeren mit angeborenen Herzfehlern wird mit 34 % eine vergleichbare maternal-kardiale Indikationsrate angegeben (Hidano et al., 2011). In anderen Arbeiten werden Sectiones caesareae bei herzkranken Frauen hingegen zumeist geburtshilflich begründet und kardiale Indikationen sind mit 4,0 – 6,1 % die Ausnahme (Avila et al., 2003; Goldszmidt et al., 2009; Siu et al., 2001).

Allerdings gibt es auch Untersuchungen, welche die elektive Sectio caesarea und damit die in dieser Studie am häufigsten angewandte Vorgehensweise befürworten. In einer weiteren Studie gebaren vergleichbare 82 % der kardial erkrankten Patientinnen mit hohem Risiko ihre Kinder per Sectio caesarea (Langsaeter et al., 2010). Die Autoren sehen die Vorteile einer elektiven Sectio caesarea darin, dass die Geburt tagsüber in Anwesenheit von erfahrenem Personal und mit genügend Zeit für die adäquate Vorbereitung der Patientin stattfinden kann, während dies bei einer Spontangeburt oder einer aufgrund von Komplikationen durchgeführten Notfall-Sectio caesarea entsprechend nicht sicher planbar ist. Diesen Vorteil untermauern auch die Ergebnisse der vorliegenden Studie, in der sich nur eine Notfall-Sectio caesarea wiederfindet. Hidano et al. (2011) befürworten ebenfalls eine elektive Sectio caesarea für Patientinnen mit hohem Risiko bei angeborenem Herzfehler.

Auch in der vorliegenden Arbeit bestätigte sich, dass Patientinnen mit einem hohen Risiko eher per Kaiserschnitt gebaren. Frauen der WHO-Risikoklassen III und IV erhielten in je 92,9 % der Fälle und damit signifikant häufiger eine Sectio caesarea als Patientinnen der Risikoklassen I und II (63,6 % und 62,9 %). Ähnliche Zusammenhänge konnten in einer weiteren Untersuchung aufgezeigt werden, in der 76,5 % der Hochrisikogruppe per Sectio caesarea ihre Kinder zur Welt brachten im Vergleich zu 49,3 % in der Gruppe mit niedrigem Risiko (Stangl et al., 2008). Auch die Indikationsstellungen für die Sectiones caesareae differierten signifikant zwischen den WHO-Risikokategorien, was die Aussagekraft des verwendeten Scores untermauert. Während in der WHO-Risikoklasse I keine Sectio caesarea aufgrund einer maternal-kardialen Indikation erfolgte, war diese in 76,9 % bzw. 92,3 % bei Patientinnen der Risikoklassen III und IV mindestens einer der Gründe für die Schnittentbindung.

Die mütterlichen Outcome-Werte waren nach einer Spontangeburt besser. Nach Sectio caesarea erfolgte signifikant häufiger eine postpartale intensive Betreuung und ein längerer Krankenhausaufenthalt. Bei der Interpretation dieses Ergebnisses müssen jedoch die oben genannten Zusammenhänge zwischen Entbindungsverfahren und WHO-Risikoklassifikation bedacht werden. Da Patientinnen mit gravierenderen Herzfehlern häufiger per Sectio caesarea entbunden worden waren, sind der längere Krankenhausaufenthalt

sowie ein Intensivstationsaufenthalt mit hoher Wahrscheinlichkeit auch durch die Vorerkrankung mit bedingt.

Beim Vergleich der Blutdruckschwankungen von Patientinnen, die zur vaginalen Entbindung bzw. Sectio caesarea eine PDA erhalten hatten, zeigten sich signifikant konstantere Blutdruckwerte unter der Spontangeburt als während der Schnittentbindung. Da keine signifikanten Zusammenhänge zwischen WHO-Risikoklassifikation und Blutdruckschwankungen erkennbar gewesen waren, lässt sich der Unterschied wahrscheinlich auf den signifikant höheren Blutverlust sowie die Verwendung von mehr Lokalanästhetikum bei Sectio caesarea zurückführen. Es wird angenommen, dass eine perioperative hämodynamische Stabilität bei kardial erkrankten Patienten besonders wichtig ist und für ein besseres postoperatives Outcome sorgt (Munter und Stenseth, 2011). Zur Analgesie bei Sectio caesarea sind größere Mengen und höhere Konzentrationen des Lokalanästhetikums nötig, als zur vaginalen Geburt (Blobner und Busley, 2008), wodurch die Gefahr für eine Hypotonie größer ist. Eine zusätzliche Gefahr für den herzkranken Organismus stellen plötzliche hämodynamische Veränderungen durch den Blutverlust bei Sectio caesarea dar (Thorne, 2004). Andere Autoren hingegen stufen dieses Risiko als überschätzt ein (Langesaeter et al., 2010). In einer weiteren Untersuchung konnte kein Zusammenhang zwischen mütterlichen kardiovaskulären Komplikationen und Entbindungsmodus festgestellt werden (Siu et al., 2001). Im Rahmen dieser retrospektiven Studie konnte nicht nachvollzogen werden, in wie fern der signifikant stärkere Blutdruckabfall bei den Sectio caesarea Patientinnen symptomatisch war oder zu Komplikationen mit einem schlechteren Outcome geführt hat. Es kann jedoch die Aussage getroffen werden, dass die Hämodynamik bei einer Sectio caesarea stärker beeinflusst wird.

Beim kindlichen Outcome konnten ebenfalls signifikante Unterschiede eruiert werden. Alle spontan entbundenen Kinder zeigten signifikant bessere APGAR-Werte. Des Weiteren fiel auf, dass alle fünf Kinder, die in der ersten Minute einen APGAR-Score < 7 hatten, per Sectio caesarea entbunden worden waren. Diese Daten stimmen mit zuvor beschriebenen Ergebnissen überein, wonach der erste APGAR-Score bei Kindern nach Sectio caesarea niedriger ist als nach vaginaler Geburt (Annibale et al., 1995). Allerdings zeigte sich in der vorliegenden Studie kein signifikanter Zusammenhang zwischen

kindlicher Depression (APGAR-Score < 7) und Entbindungsmodus. Insbesondere muss, wie schon in 6.1 beschrieben, bei der Interpretation dieses Ergebnisses beachtet werden, dass ab der fünften Lebensminute kein Kind einen APGAR-Score < 7 aufwies und somit kein erhöhtes Risiko für Mortalität oder neurologische Spätschäden bestand.

Bei der Untersuchung des Säure-Basen-Haushalts zeigte sich ein umgekehrtes Bild. Nach Spontangeburt hatten die Kinder niedrigere pH- und BE-Werte. Im Bereich der leichten Azidose befanden sich sogar nur Kinder nach Spontangeburt. Beide genannten Zusammenhänge waren signifikant. Diese Ergebnisse lassen sich dadurch erklären, dass durch die Wehentätigkeit und die Austreibungsperiode während einer vaginalen Entbindung eine uterine Perfusionsstörung mit folgender Hypoxie des Kindes entstehen kann, die sich negativ auf den Säure-Basen-Status auswirkt (Schmidt, 2010b). Bei Erkennen dieser Komplikation wird die Indikation zur Sectio caesarea aus fetalen Gründen gestellt, um das Kind schnell zu entbinden und vor den Folgen eines länger andauernden Sauerstoffmangels zu bewahren (Schmidt, 2010b). Daraus folgt, dass die Sectio caesarea als Verfahren zur Vermeidung der kindlichen Asphyxie erwartungsgemäß mit höheren pH- und BE-Werten einhergeht. Wie bereits unter 6.1 erwähnt zeigte allerdings kein Kind in der vorliegenden Studie kritische pH- oder BE-Werte, sodass nicht von einem schlechten kindlichen Outcome nach Spontangeburt gesprochen werden kann.

7.3 Die Auswirkungen des geburtshilflichen Anästhesieverfahrens auf das Outcome

In der vorliegenden Studie erhielten 36,8 % der Patientinnen zur Spontangeburt eine PDA. Bei 63,2 % der vaginalen Entbindungen erfolgte keine anästhesiologische Betreuung während des Geburtsverlaufs. Eine deutschlandweite Umfrage zur geburtshilflichen Schmerztherapie über die Jahre 2002 und 2003 ergab, dass zur vaginalen Geburt in $17,5 \pm 12,6$ % (Mittelwert \pm Standardabweichung) eine PDA verwendet worden war. Es zeigte sich weiterhin, dass sie in Einrichtungen mit > 1000 Geburten ($21,61 \pm 1,3$ %), wie auch in Ballungsräumen (Nordrhein-Westfalen: $24,7 \pm 13,9$ %) häufiger zum Einsatz kam (Meuser et al., 2008). Die für das vorliegende Patientinnenkollektiv beschriebene PDA-Rate liegt über diesen Angaben und stimmt damit mit den Empfehlungen anderer

Autoren zur Vorgehensweise bei herzkranken Schwangeren überein. Schwangere mit kardiovaskulären Vorerkrankungen profitieren besonders von der Anlage einer PDA bei vaginaler Geburt (Blobner und Busley, 2008). In einem Artikel zum anästhesiologischen peripartalen Management von Frauen mit CHD wird für so gut wie alle Patientinnen ohne therapeutische Antikoagulation die Anlage einer langsam auftitrierten PDA empfohlen, da diese kaum hämodynamische Nebenwirkungen aufzeigt (Dob und Yentis, 2006). Auch andere Autoren teilen diese Meinung (Lupton et al., 2002; Siu und Colman, 2001). In einer weiteren Studie erhielten 57 % (Hidano et al., 2011), in einer anderen Untersuchung sogar 85 % der herzkranken Frauen eine PDA zur vaginalen Entbindung (Goldszmidt et al., 2009). Bei letzterer war kein Unterschied zwischen Niedrig- und Hochrisikogruppe zu verzeichnen. Da in dieser Studie nur zwei Patientinnen aus den WHO-Risikoklassen III und IV spontan entbunden haben, lässt sich zu diesem Punkt keine statistische Aussage treffen.

Die Verteilung der Anästhesieverfahren zur Sectio caesarea in der vorliegenden Studie war wie folgt: 29,1 % der Patientinnen erhielten eine PDA, 34,5 % eine SPA, 10,9 % eine CSE und 25,5 % eine ITN. Eine Umfrage zum anästhesiologischen Verfahren der Wahl bei Sectio caesarea in Deutschland im Jahr 2002 ergab in 96,9 % ein regionales Verfahren, wobei 90,8 % auf die SPA, 5,2 % auf die PDA und 0,9 % auf die CSE entfielen. Eine ITN wurde nur in 1,7 % der Fälle als Wahlverfahren angegeben (Marcus et al., 2011). Durch Komplikationen, Notfall-Sectiones caesareae oder Kontraindikationen für ein rückenmarksnahes Verfahren weichen die tatsächlich angewandten Anästhesiemethoden wahrscheinlich leicht von den angegebenen Prozentwerten ab. Es fällt auf, dass eine deutliche Diskrepanz zwischen den Umfragewerten für die deutsche Normalbevölkerung und der vorliegenden Studie bei einem herzkranken Patientinnenkollektiv bezüglich der Häufigkeitsangaben für eine Allgemeinanästhesie besteht. In einer Studie zu Schwangeren mit angeborenen Herzfehlern war die ITN-Rate mit 24 % vergleichbar hoch (Hidano et al., 2011). In einer anderen Untersuchung wurde hingegen nur in 16,7 % der Fälle eine ITN zur Sectio caesarea angewandt (Goldszmidt et al., 2009) und in einer weiteren Studie wurden alle elektiven Sectiones caesareae, bei denen keine Kontraindikationen vorlagen, mithilfe von regionalen Anästhesieverfahren durchgeführt (Langesaeter et al., 2010). Die Autoren der zuletzt genannten Studie empfehlen die Anwendung rückenmarksnaher Verfahren und verweisen nur im Falle einer

Notfall-Sectio caesarea oder wenn Kontraindikationen bestehen auf den Einsatz einer Allgemeinanästhesie. Auch andere Untersuchungen weisen darauf hin, dass die regionalen Anästhesieverfahren im Vergleich zur Intubationsnarkose mit weniger Komplikationen verbunden sind (Hidano et al., 2011). Die Autoren relativieren allerdings die Aussagekraft ihres Ergebnisses wegen einer möglichen Beeinflussung durch die Entbindungsart und den klinischen Zustand der Patientinnen. Somit kommen sie, wie auch Dob und Yentis (2006), zu dem Schluss, dass weniger das Anästhesieverfahren, als vielmehr die Vorsicht des Anästhesisten bei der Anwendung der von ihm ausgesuchten Methode und die Kenntnisse über die kardiovaskuläre Erkrankung entscheidend sind. Auch wird die Meinung vertreten, dass bis auf bei einigen Patientinnen mit instabiler Herzkreislaufsituation bei den meisten Patientinnen eine Sectio caesarea mit regionaler Anästhesie durchgeführt werden kann und sollte, da diese viele Vorteile bietet (Goldszmidt et al., 2009).

Die Allgemeinanästhesie wurde in der vorliegenden Studie im Vergleich zu Vorgehensweisen in anderen Untersuchungen relativ häufig durchgeführt. Eine Begründung dafür findet sich in der Schwere der kardialen Vorerkrankung. Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen kardialem Risiko und verwendetem Anästhesieverfahren gezeigt werden. Während bei gesünderen Patientinnen der WHO-Risikoklassen I und II wie auch in der Normalbevölkerung am häufigsten eine SPA zur Anwendung kam (57,1 % bzw. 63,6 %), wurde sich bei Patientinnen der Risikoklasse III am häufigsten für die PDA entschieden (61,5 %) gefolgt von der ITN. In der Risikoklasse IV wurde in umgekehrter Reihenfolge in den meisten Fällen die ITN (53,8 %) und danach die PDA angewandt. Da die Indikationen zur Sectio caesarea, wie oben erwähnt, sich gemäß dem kardialen Risiko unterscheiden, ist es nicht verwunderlich, dass sich auch hier ein signifikanter Zusammenhang mit dem Anästhesieverfahren aufzeigen lässt. Bei maternal-kardialer Indikation, die insbesondere die Risikoklassen III und IV betraf, erfolgte in den meisten Fällen eine PDA (40,9 %) gefolgt von der ITN (36,4 %) und bei Durchführung der Sectio caesarea aus fetalen oder geburtshilflichen Gründen, die in der Risikoklasse I überwogen, kam die SPA am häufigsten zum Einsatz (42,9 % bzw. 66,7 %). Da in dieser Studie 41,5 % der Patientinnen eine schwere kardiale Erkrankung hatten, ergibt sich insgesamt eine vergleichbar hohe Anzahl an Sectiones caesareae in Allgemeinanästhesie. In einer weiteren Studie wird gezeigt, dass gemäß dem kardialen Risiko unter-

schiedliche Anästhesietechniken verwendet wurden (Goldszmidt et al., 2009). Die ITN-Rate bei Patientinnen mit hohem Risiko lag mit 24 % acht Prozentpunkte höher als bei der Gruppe mit niedrigem Risiko. Die PDA war jedoch das am häufigsten angewandte Verfahren mit 66 % bzw. 70 %. Es wurde keine SPA in der Hochrisikogruppe durchgeführt. Bei der Betrachtung der rückenmarksnahen Verfahren in dieser Studie fällt ebenso auf, dass die PDA wie auch die CSE im Vergleich zu der SPA häufiger zum Einsatz kamen, wenn auch durch die geringe Fallzahl nicht von statistischer Signifikanz. Die SPA wurde nur bei einer Patientin der Risikoklasse IV und in der Risikoklasse III in keinem Fall verwandt.

Die Tendenz bei schwerwiegenderer kardiovaskulärer Erkrankung kein rückenmarksnahes Verfahren und insbesondere keine SPA anzuwenden liegt darin begründet, dass eine Sympathikolyse mit konsekutiver Hypotonie bei herzkranken Patientinnen aufgrund der Gefahr der kardialen Dekompensation eine größere Bedeutung als bei gesunden Frauen hat. Es wird allerdings beschrieben, dass selbst Patientinnen mit mittelgradigem und hohem Risiko, bei denen ein regionales Anästhesieverfahren zur Anwendung gekommen war, hämodynamische Veränderungen gut tolerierten (Langesaeter et al., 2010). Die vorliegende Studie konnte ebenfalls keine sich signifikant unterscheidenden Blutdruckschwankungen zwischen den Anästhesieverfahren zur Sectio caesarea nachweisen. Nichtsdestotrotz lässt sich aus den Ergebnissen erkennen, dass die mittleren Blutdruckdifferenzen während einer PDA mit 27,68 mmHg am geringsten ausfielen und bei SPA mit 40,67 mmHg am stärksten. Die CSE lag als Kombinationsverfahren aus PDA und SPA mit 34,60 mmHg zwischen den beiden Werten und auch die ITN war der SPA mit einem mittleren Blutdruckabfall von 39,07 mmHg nicht wesentlich überlegen. Wenn auch in dieser Studie aufgrund der kleinen Fallzahl kein signifikantes Ergebnis erzielt werden konnte, stellt die PDA zur Bewahrung der hämodynamischen Stabilität wahrscheinlich die geeignetste Methode dar. Dies wird auch in anderen Veröffentlichungen bestätigt. Einige Autoren sehen bei herzkranken Frauen von der SPA als Standardmethode zur elektiven Sectio caesarea ab und verwenden in ihrer geburtshilflichen Abteilung ausschließlich die PDA als regionales Verfahren (Kern et al., 2004). Andere begründen die überwiegende Anwendung der PDA mit der Möglichkeit durch Titrieren einen langsameren Wirkbeginn zu erzielen (Goldszmidt et al., 2009) oder ziehen selbst im Falle einer Notsectio das Auftitrieren eines liegenden Epiduralkatheters mit Lokalanäs-

thetikum einer Allgemeinanästhesie vor, wenn die Zeit dies zulässt (Dob und Yentis, 2006).

Beim Vergleich weiterer mütterlicher Outcome-Parameter zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Länge des Krankenhausaufenthalts (LOS) und dem Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea. Nach Anwendung einer SPA wurden die Patientinnen signifikant kürzer stationär behandelt als nach CSE oder ITN. Dieser Zusammenhang muss jedoch vorsichtig bewertet werden, da, wie oben beschrieben, gesündere Frauen eher einer SPA zugeführt worden waren und zwischen dem WHO-Risiko-Score und der LOS ebenfalls ein signifikanter Zusammenhang bestand. Eine direkte Auswirkung des Anästhesieverfahrens auf den Krankenhausaufenthalt ist somit zweifelhaft. Die Länge des Intensivstationsaufenthalts war nicht abhängig von der zur Sectio caesarea verwandten Anästhesietechnik.

Die Untersuchung der kindlichen Anpassungsparameter in Bezug auf das geburtshilfliche Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea erbrachte keine signifikanten Unterschiede. Es lassen sich jedoch unterschiedliche Tendenzen für die Outcome-Werte nach verschiedenen Anästhesietechniken beschreiben. Der 1-Minuten APGAR-Score lag in 23,1 % der Fälle nach ITN und in 10,5 % der Fälle nach SPA im Bereich einer mäßigen Depression (APGAR-Wert 4 – 6). Nach PDA oder CSE wiesen hingegen alle Kinder APGAR-Scores ≥ 7 auf. Diese Ergebnisse suggerieren, dass Kinder nach ITN häufiger unmittelbar postnatale Anpassungsschwierigkeiten aufweisen als nach regionalen Verfahren und hier insbesondere die PDA und CSE von Vorteil zu sein scheinen. Erklärbar ist der niedrigere APGAR-Score nach ITN durch den diaplazentaren Kontakt des Kindes mit den im Blutkreislauf der Mutter zirkulierenden Anästhetika, die eine Atemdepression des Neugeborenen verursachen können (Blobner und Busley, 2008). Die vorliegenden Ergebnisse werden von einer Studie gestützt, die sich mit den Auswirkungen verschiedener Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea auf das kindliche Outcome befasst (Ratcliffe und Evans, 1993). Es konnten bei 4 % der Kinder nach PDA APGAR-Werte < 7 festgestellt werden, nach SPA bei 7 % und nach ITN bei 25 %. In dem größeren Studienkollektiv zeigte sich, dass der Unterschied zwischen PDA und ITN signifikant war. Auch andere Untersuchungen konnten zeigen, dass bei Kindern nach ITN signifikant häufiger APGAR-Werte < 7 ermittelt wurden als nach SPA oder PDA

(Tonni et al., 2007). In einer Meta-Analyse, die ebenfalls das Outcome von Kindern nach verschiedenen Anästhesieverfahren zur Sectio caesarea beleuchtet, werden sechs Untersuchungen zitiert, in denen nach ITN niedrigere 1-Minuten APGAR-Scores als nach regionalen Verfahren beschrieben wurden (Reynolds und Seed, 2005). Eventuell hätte eine größere Fallzahl für das vorliegende Patientinnenkollektiv auch zu einer statistisch signifikanten Aussage über die Auswirkung verschiedener Anästhesiemethoden auf die postnatale Anpassung führen können.

Die 5-Minuten APGAR-Scores unterschieden sich in den von Reynolds und Seed (2005) zusammengefassten Studien nicht in Bezug auf die verwendete Anästhesietechnik. Dies trifft auch auf die Ergebnisse der vorliegenden Studie zu, da, wie bereits in den vorigen Abschnitten erwähnt, für alle Kinder 5-Minuten APGAR-Werte > 7 beschrieben wurden.

Auch die Werte des Säure-Basen-Status zeigten keine signifikanten Unterschiede. Die mittleren pH-Werte der Kinder lagen für alle Anästhesieverfahren im optimalen Bereich $> 7,30$. Am niedrigsten war der arterielle Nabelschnur pH-Wert nach CSE (7,30) und am höchsten nach PDA (7,35). Der BE-Wert wies nach ITN das stärkste Basendefizit auf (-1,9 mmol/l), gefolgt von der PDA (1,1 mmol/l). Die SPA hatte die geringste mittlere Abweichung des Base Excess zur Folge (-0,4 mmol/l). Diese Ergebnisse weichen von den Daten der erwähnten Meta-Analyse ab (Reynolds und Seed, 2005). In dieser wird beschrieben, dass das Basendefizit nach SPA signifikant höher und der pH-Wert signifikant niedriger ausfallen als nach ITN oder PDA. An anderer Stelle wurde wiederum bei Kindern nach PDA ein signifikant höheres Basendefizit als nach ITN gemessen (Shek et al., 2012). In einem weiteren Literaturvergleich hingegen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen SPA, PDA und ITN auf den arteriellen Nabelschnur pH-Wert aufgezeigt werden (Afolabi und Lesi, 2012).

Da die Ergebnisse zum Säure-Basen-Status in dieser Studie nicht richtungsweisend sind und auch vorherige Untersuchungen gegenläufige Resultate erbrachten, lässt sich keine Aussage zum Einfluss des Anästhesieverfahrens auf den kindlichen pH- und BE-Wert machen. Aufgrund von Studien, welche die vorliegenden Ergebnisse zum 1-Minuten APGAR-Score unterstützen, lässt sich vermuten, dass die ITN für den unmittelbaren Zustand des Neugeborenen ungeeigneter ist als regionale Verfahren. Jedoch bleibt der 5-Minuten APGAR-Score, der für den weiteren Verlauf des kindlichen Zu-

stands durch seinen Zusammenhang mit Mortalität und neurologischen Spätschäden wichtiger zu sein scheint (Thorngren-Jerneck und Herbst, 2001), von der Anästhesietechnik unbeeinflusst.

In dem erwähnten Literaturvergleich, der die Ergebnisse aus 22 Studien mit 1793 Patientinnen zum Thema Anästhesieverfahren zur Sectio caesarea zusammenfasst, konnte den rückenmarksnahen Methoden gegenüber der Allgemeinanästhesie keine Überlegenheit bezogen auf das kindliche Outcome bestätigt werden (Afolabi und Lesi, 2012). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie schließen sich dieser Aussage an, dass die allgemeine Empfehlung, regionale Verfahren zur Sectio caesarea zu verwenden, nicht auf das kindliche Outcome gestützt werden kann. Dieses scheint durch eine konkrete Anästhesietechnik weder verbessert noch negativ beeinflusst zu werden und auch eine mütterliche kardiale Vorerkrankung vermag dies gemäß den vorliegenden Daten nicht zu ändern.

7.4 Einschränkungen

Diese Arbeit basiert auf einer retrospektiven Studie, weswegen auf einige studien-spezifische Nachteile hingewiesen werden muss. Da kein Patientenkontakt bestand und somit für die Studie relevante Informationen nicht direkt und während des Behandlungszeitraums erhoben werden konnten, musste sich auf die Angaben von verschiedenen Behandlungsteams (Anästhesisten, Gynäkologen, Neonatologen und Kardiologen) in der krankenhausinternen Datenbank verlassen werden. Die Namen der Patientinnen wurden durch Mitarbeiter der Universitätsfrauenklinik Bonn übermittelt, auf deren Basis die Daten für diese Arbeit gesammelt werden konnten. Eine Überprüfung auf Vollständigkeit der im Zeitraum 2001 bis 2011 behandelten herzkranken schwangeren Patientinnen und der zu ihnen dokumentierten Angaben war rückblickend nicht möglich.

Eine möglichst umfassende und damit aussagekräftige Studienkollektivgröße sollte erreicht werden, indem Patientinnen mit sich deutlich unterscheidenden Krankheitsbildern in die Untersuchungen eingeschlossen wurden. Das Patientengut war demnach sehr variabel. Um eine Einteilung in Untergruppen und damit einen Vergleich zu ermöglichen, wurden die Patientinnen anhand eines Risiko-Scores bewertet, der größtenteils auf ei-

nem von der ESC empfohlenen Index aufbaut. Es war jedoch eine Erweiterung dieses Scores notwendig um die Erkrankungen aller Patientinnen zu erfassen. Dieser neu entstandene „erweiterte WHO-Risikoindex“, auf dem die Auswertung dieser Arbeit beruht, wurde bislang nicht durch andere Studien validiert. Die Unterteilung in Risikoklassen ermöglichte nur den Vergleich von Patientinnen mit kardiovaskulären Erkrankungen untereinander. Eine Gegenüberstellung mit Patientinnen ohne kardiovaskuläre Erkrankungen war nicht möglich, da sich die Zusammenstellung einer Kontrollgruppe bei den unterschiedlichen klinischen Ausgangssituationen der Patientinnen schwierig gestaltet. Dies schränkt die Aussagekraft der ermittelten Ergebnisse jedoch ein.

Des Weiteren wurden mehrere Schwangerschaften der gleichen Patientinnen für die statistische Analyse als unabhängige Variablen betrachtet. Aus dem gleichen Grund wurde bei vier Zwillingschwangerschaften nur das Outcome für das erstgeborene Kind beurteilt. Eine hierdurch herbeigeführte Beeinflussung der statistischen Ergebnisse kann nicht ausgeschlossen werden.

Die Studie erstreckt sich über einen Zeitraum von zehn Jahren. Da der Betreuung herzkranker Schwangerer kein standardisiertes Behandlungsschema zugrunde liegt, kann nicht ausgeschlossen werden, dass dieses sowohl auf gynäkologischer als auch anästhesiologischer Seite variierte und sich auch unterschiedlich auf das Outcome der Mütter und Kinder auswirkte. Neue Erkenntnisse und Behandlungsverbesserungen haben sich vermutlich schleichend über den Studienzeitraum etabliert. Eine signifikante Verbesserung der Outcome-Parameter über die Jahre zeigte sich nicht.

Es erfolgte keine Follow-up Untersuchung, die eine Aussage zu dem postpartalen Verlauf der Patientinnen und ihrer Kinder nach Entlassung aus dem Krankenhaus ermöglicht hätte. Die Interpretation des Outcomes beschränkt sich daher auf wenige Tage bzw. Wochen.

Bei dem APGAR-Score, der als wichtiger kindlicher Outcome-Parameter in dieser Studie fungierte, ist zu beachten, dass dieser subjektiv durch einen bei der Geburt anwesenden Pädiater erhoben wird. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass die Erhebung des kindlichen Zustands abhängig vom Untersucher und seiner Erfahrung variiert.

Dadurch dass die Untersuchungen an einer Universitätsklinik erfolgten, muss bedacht werden, dass ein für die Normalbevölkerung womöglich nicht repräsentatives Patientin-

nenkollektiv betrachtet wurde. Möglicherweise entbinden weit mehr Patientinnen mit leichten Herzfehlern, die eine Schwangerschaft kaum einschränken, an peripheren Krankenhäusern, da die Notwendigkeit einer universitätsklinischen Betreuung nicht gegeben ist. Entsprechend finden sich Patientinnen mit schweren kardiovaskulären Erkrankungen wahrscheinlich häufiger in Zentren der Maximalversorgung, damit ihren besonderen Bedürfnisse gerecht werden kann oder aber sie erscheinen nicht in Studien zum Geburtsverlauf, da ihre Schwangerschaften aufgrund des hohen Risikos frühzeitig abgebrochen werden oder eine antikonzeptive Beratung stattgefunden hat.

7.5 Schlussfolgerung

Für die peripartale Anästhesieführung von schwangeren Frauen, die eine kardiale Erkrankung aufweisen, existieren bislang keine verbindlichen Leitlinien oder Standardvorgehensweisen. In der Literatur finden sich überwiegend Fallvorstellungen, Kapitel in Anästhesiebüchern oder interdisziplinären Zeitschriften, die auf dieses besondere Patientinnenkollektiv hinweisen. In den letzten Jahren sind einige Studien hinzugekommen, die allerdings nicht den Umfang hatten, um verallgemeinerbare Empfehlungen auszusprechen. Daher war das Ziel dieser Untersuchung, einen Hinweis zu liefern, welches peripartale anästhesiologische Management den günstigsten Einfluss auf das Outcome von herzkranken Müttern und ihren Kinder hat.

Diese Studie konnte die Ergebnisse anderer Untersuchungen bestätigen, dass kardiovaskuläre Erkrankungen einen negativen Effekt auf das mütterliche Outcome und die kindliche intrauterine Entwicklung haben. Dies bekräftigt, dass die Kenntnis der spezifischen Gefahren für die Betreuung dieser Patientinnen von Bedeutung ist. Die Ergebnisse zu den anästhesiologischen Methoden lassen vermuten, dass für die meisten Frauen mit kardiovaskulären Erkrankungen die Vorteile eines regionalen Anästhesieverfahrens überwiegen, ohne dass dabei ein negatives Outcome für Mutter oder Kind befürchtet werden muss. Insbesondere scheint die PDA auch bei schwerer kardiovaskulärer Erkrankung eine sichere Methode zu sein.

Um signifikante verallgemeinerbare Aussagen und definitive Empfehlungen zum peripartalen anästhesiologischen Management herzkranker Schwangerer zu geben, ist je-

doch eine weitaus höhere Fallzahl notwendig, als in dem Zeitraum von zehn Jahren an einem Geburtszentrum erfassbar waren. Somit ist es anzuraten, eine große prospektive Multicenterstudie zu diesem Thema zu initiieren.

8. Zusammenfassung

Kardiovaskuläre Erkrankungen in der Schwangerschaft sind von zunehmender Bedeutung, weil durch verbesserte Therapiemöglichkeiten die ehemaligen Kinder mit angeborenen Herzfehlern nun das gebärfähige Alter erreichen. Außerdem treten lebensstilbedingte und mit einem höheren Lebensalter der Schwangeren assoziierte degenerative und ischämische Krankheitsbilder hinzu. Die Anästhesiologie spielt aufgrund der hohen Raten an Sectiones caesareae bei diesem Patientenkollektiv eine wichtige Rolle, konkrete Handlungsanweisungen oder Leitlinien zum peripartalen anästhesiologischen Management bei herzkranken Schwangeren fehlen jedoch bislang. Deshalb wurde am Universitätsklinikum Bonn eine retrospektive Observationsstudie über den Zeitraum von März 2001 bis Mai 2011 durchgeführt, in der 77 Schwangerschaften von 65 Patientinnen mit kardiovaskulärem Risikoprofil untersucht wurden. Die Patientinnen wurden anhand eines Risiko-Scores nach der Komplikationswahrscheinlichkeit ihrer Herzerkrankung für eine Schwangerschaft eingeteilt. Es wurde untersucht, ob das Entbindungsverfahren, der erwähnte Risiko-Score und die verschiedenen peripartalen anästhesiologischen Vorgehensweisen einen Einfluss auf das mütterliche und kindliche Outcome hatten. Dabei konnte gezeigt werden, dass kardiovaskuläre Erkrankungen einen negativen Einfluss auf das mütterliche und kindliche Outcome hatten. Als peripartales Anästhesieverfahren scheinen sich rückenmarksnahe Techniken nicht nachteilig auf das Outcome von Mutter und Kind auszuwirken. Insbesondere die Periduralanästhesie stellte sich auch bei schwerer kardialer Erkrankung als sichere Methode heraus. Durch die kleine Fallzahl dieser Studie lässt sich dies jedoch nicht statistisch nachweisen, weswegen eine prospektive Multicenterstudie zu diesem Thema anzuraten ist, um die gefundenen Zusammenhänge zu bestätigen.

9. Literaturverzeichnis

Afolabi BB, Lesi FE. Regional versus general anaesthesia for caesarean section. *Cochrane.Database.Syst.Rev.* 2012; 10: 1-86

Algert CS, Bowen JR, Giles WB, Knoblanche GE, Lain SJ, Roberts CL. Regional block versus general anaesthesia for caesarean section and neonatal outcomes: a population-based study. *BMC.Med.* 2009; 7: 1-7

Anderson MS, Hay WW. Intrauterine growth restriction and the small-for-gestational-age infant. In: Avery GB, Fletcher MA, MacDonald MG, Hrsg. *Neonatology Pathophysiology and Management of the Newborn Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins*, 1999: 411-411

Annibale DJ, Hulsey TC, Wagner CL, Southgate WM. Comparative neonatal morbidity of abdominal and vaginal deliveries after uncomplicated pregnancies. *Arch.Pediatr. Adolesc.Med.* 1995; 149: 862-867

Apgar V. Infant resuscitation. 1957. *Conn.Med.* 2007; 71: 553-555

Autore C, Conte MR, Piccininno M, Bernabo P, Bonfiglio G, Bruzzi P, Spirito P. Risk associated with pregnancy in hypertrophic cardiomyopathy. *J.Am.Coll.Cardiol.* 2002; 40: 1864-1869

Avila WS, Rossi EG, Ramires JA, Grinberg M, Bortolotto MR, Zugaib M, da Luz PL. Pregnancy in patients with heart disease: experience with 1,000 cases. *Clin.Cardiol.* 2003; 26: 135-142

Bhatla N, Lal S, Behera G, Kriplani A, Mittal S, Agarwal N, Talwar KK. Cardiac disease in pregnancy. *Int.J.Gynaecol.Obstet.* 2003; 82: 153-159

Blobner M, Busley R. Anästhesie in der Geburtshilfe. In: Rossaint R, Werner C, Zwißler B, Hrsg. *Die Anästhesiologie Heidelberg: Springer Medizin Verlag*, 2008: 1071-1096

Braunwald E. Disorders of the Cardiovascular System. In: Fauci AS, Kasper DL, Longo DL, Braunwald E, Hauser SL, Jamson JL, Loscalzo J, Hrsg. *Harrison's Principals of Internal Medicine New York: McGraw-Hill Professional*, 2008: 4307-4974

Campos O, Andrade JL, Bocanegra J, Ambrose JA, Carvalho AC, Harada K, Martinez EE. Physiologic multivalvular regurgitation during pregnancy: a longitudinal Doppler echocardiographic study. *Int.J.Cardiol.* 1993; 40: 265-272

Cannesson M, Collange V, Lehot JJ. Anesthesia in adult patients with congenital heart disease. *Curr.Opin.Anaesthesiol.* 2009a; 22: 88-94

Cannesson M, Earing MG, Collange V, Kersten JR. Anesthesia for noncardiac surgery in adults with congenital heart disease. *Anesthesiology* 2009b; 111: 432-440

Chan WS, Anand S, Ginsberg JS. Anticoagulation of pregnant women with mechanical heart valves: a systematic review of the literature. *Arch.Intern.Med.* 2000; 160: 191-196

Chia YT, Yeoh SC, Lim MC, Viegas OA, Ratnam SS. Pregnancy outcome and mitral valve prolapse. *Asia Oceania J.Obstet.Gynaecol.* 1994; 20: 383-388

Chopra S, Suri V, Aggarwal N, Rohilla M, Vijayvergiya R, Keepanasseril A. Ebstein's anomaly in pregnancy: maternal and neonatal outcomes. *J.Obstet.Gynaecol.Res.* 2010; 36: 278-283

Centre for Maternal and Child Enquiries (CMACE). Saving Mothers' Lives: Reviewing maternal deaths to make motherhood safer: 2006-2008. The Eighth Report of the Confidential Enquiries into Maternal Deaths in the United Kingdom. *BJOG.* 2011; 118 Suppl 1: 1-203

Connolly HM, Warnes CA. Ebstein's anomaly: outcome of pregnancy. *J.Am.Coll. Cardiol.* 1994; 23: 1194-1198

Cooper GM, McClure JH. Maternal deaths from anaesthesia. An extract from *Why Mothers Die 2000-2002, the Confidential Enquiries into Maternal Deaths in the United Kingdom: Chapter 9: Anaesthesia.* *Br.J.Anaesth.* 2005; 94: 417-423

Councilman LM. Management of the Parturient With Cardiovascular Disease. *ASA Refresher Courses in Anesthesiology* 2008; 1-6

Cox PB, Gogarten W, Marcus MA. Maternal cardiac disease. *Curr.Opin.Anaesthesiol.* 2005; 18: 257-262

Curry R, Swan L, Steer PJ. Cardiac disease in pregnancy. *Curr.Opin.Obstet.Gynecol.* 2009; 21: 508-513

Djabatey EA, Barclay PM. Difficult and failed intubation in 3430 obstetric general anaesthetics. *Anaesthesia* 2009; 64: 1168-1171

Dob DP, Yentis SM. Practical management of the parturient with congenital heart disease. *Int.J.Obstet.Anesth.* 2006; 15: 137-144

Drenthen W, Boersma E, Balci A, Moons P, Roos-Hesselink JW, Mulder BJ, Vliegen HW, van Dijk AP, Voors AA, Yap SC, van Veldhuisen DJ, Pieper PG. Predictors of pregnancy complications in women with congenital heart disease. *Eur.Heart J.* 2010; 31: 2124-2132

Drenthen W, Pieper PG, Ploeg M, Voors AA, Roos-Hesselink JW, Mulder BJ, Vliegen HW, Sollie KM, Ebels T, van Veldhuisen DJ. Risk of complications during pregnancy after Senning or Mustard (atrial) repair of complete transposition of the great arteries. *Eur.Heart J.* 2005; 26: 2588-2595

Drenthen W, Pieper PG, Roos-Hesselink JW, Schmidt AC, Mulder BJ, van Dijk AP, Vliegen HW, Sollie KM, Voors AA, Ebels T, van Veldhuisen DJ. Non-cardiac complications during pregnancy in women with isolated congenital pulmonary valvar stenosis. *Heart* 2006; 92: 1838-1843

European Society of Cardiology (ESC). ESC Guidelines on the management of cardiovascular diseases during pregnancy: the Task Force on the Management of Cardiovascular Diseases during Pregnancy of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur.Heart J.* 2011; 32: 3147-3197

Flowers Jr CE, Hellman LM, Hingson RA. Continuous peridural anesthesia and analgesia for labor, delivery and cesarean section. *Curr.Res.Anesth.Analg.* 1949; 28: 181-189

Gogarten W, Van Aken H. Geburtshilfliche Regionalanästhesie. In: Van Aken H, Wulf H, Hrsg. Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, Regionale Schmerztherapie Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG, 2010: 501-520

Gogarten W, Van Aken H, Kessler P, Wulf H, Vetter K, Marcus MAE, Bremerich D. Durchführung von Analgesie- und Anästhesieverfahren in der Geburtshilfe. *Anästh Intensivmed* 2009; 50: 502-507

Goldszmidt E, Macarthur A, Silversides C, Colman J, Sermer M, Siu S. Anesthetic management of a consecutive cohort of women with heart disease for labor and delivery. *Int.J.Obstet.Anesth.* 2009; 19: 266-272

Gowda RM, Khan IA, Mehta NJ, Vasavada BC, Sacchi TJ. Cardiac arrhythmias in pregnancy: clinical and therapeutic considerations. *Int.J.Cardiol.* 2003; 88: 129-133

Guedes A, Mercier LA, Leduc L, Berube L, Marcotte F, Dore A. Impact of pregnancy on the systemic right ventricle after a Mustard operation for transposition of the great arteries. *J.Am.Coll.Cardiol.* 2004; 44: 433-437

Halle H. Peripartales Management bei herzkranken Schwangeren aus geburtshilflicher Sicht. In: Stangl V, Baumann G, Hrsg. Kardiovaskuläre Notfälle bei Frauen Darmstadt: Steinkopff Verlag, 2004: 33-36

Harris IS. Management of pregnancy in patients with congenital heart disease. *Prog.Cardiovasc.Dis.* 2011; 53: 305-311

Hawkins JL, Koonin LM, Palmer SK, Gibbs CP. Anesthesia-related deaths during obstetric delivery in the United States, 1979-1990. *Anesthesiology* 1997; 86: 277-284

Herold G, Baumgartner H, Kaemmerer H, Faber L, Hebe J, Gawaz M, Mellwig K.P., Schmidt HK. Kardiologie. In: Herold G, Hrsg. Innere Medizin Köln: Dr.med.Gerd Herold, 2009: 133-304

Hidaka N, Yamanaka Y, Fujita Y, Fukushima K, Wake N. Clinical manifestations of pregnancy in patients with Takayasu arteritis: experience from a single tertiary center. *Arch.Gynecol.Obstet.* 2012; 285: 377-385

Hidano G, Uezono S, Terui K. A retrospective survey of adverse maternal and neonatal outcomes for parturients with congenital heart disease. *Int.J.Obstet.Anesth.* 2011; 20: 229-235

Hirose M, Hara Y, Hosokawa T, Tanaka Y. The effect of postoperative analgesia with continuous epidural bupivacaine after cesarean section on the amount of breast feeding and infant weight gain. *Anesth.Analg.* 1996; 82: 1166-1169

Hunter S, Robson SC. Adaptation of the maternal heart in pregnancy. *Br.Heart J.* 1992; 68: 540-543

Immer FF, Bansi AG, Immer-Bansi AS, McDougall J, Zehr KJ, Schaff HV, Carrel TP. Aortic dissection in pregnancy: analysis of risk factors and outcome. *Ann.Thorac.Surg.* 2003; 76: 309-314

Ithnin F, Lim Y, Sia AT, Ocampo CE. Combined spinal epidural causes higher level of block than equivalent single-shot spinal anesthesia in elective cesarean patients. *Anesth.Analg.* 2006; 102: 577-580

Jana N, Vasishtha K, Khunnu B, Dhall GI, Grover A. Pregnancy in association with mitral valve prolapse. *Asia Oceania J.Obstet.Gynaecol.* 1993; 19: 61-65

Jastrow N, Meyer P, Khairy P, Mercier LA, Dore A, Marcotte F, Leduc L. Prediction of complications in pregnant women with cardiac diseases referred to a tertiary center. *Int.J.Cardiol.* 2011; 151: 209-213

Kaemmerer H, Hess J. Adult patients with congenital heart abnormalities: present and future. *Dtsch.Med.Wochenschr.* 2005; 130: 97-101

Kaemmerer H, Niesert S, Kallfelz HC, 1995: Schwangerschaft bei angeborenen Herzfehlern. http://www.kompetenznetz-ahf.de/fileadmin/documents/Schwanger_AHF_Kaemmerer.pdf (Zugriffsdatum: 13.8.2012)

Kamali P, Muller T, Lang U, Clapp JF, III. Cardiovascular responses of perimenopausal women to hormonal replacement therapy. *Am.J.Obstet.Gynecol.* 2000; 182: 17-22

Kern H, Schenk M, Spies CD, Kox WJ. Peripartales Management herzkrankter Frauen aus anästhesiologischer Sicht. In: Stangl V, Baumann G, Hrsg. Kardiovaskuläre Notfälle bei Frauen Darmstadt: Steinkopff Verlag, 2004: 37-43

Khairy P, Ouyang DW, Fernandes SM, Lee-Parritz A, Economy KE, Landzberg MJ. Pregnancy outcomes in women with congenital heart disease. *Circulation* 2006; 113: 517-524

Kovacs AH, Harrison JL, Colman JM, Sermer M, Siu SC, Silversides CK. Pregnancy and contraception in congenital heart disease: what women are not told. *J.Am.Coll. Cardiol.* 2008; 52: 577-578

Krul SP, van der Smagt JJ, van den Berg MP, Sollie KM, Pieper PG, van Spaendonck-Zwarts KY. Systematic review of pregnancy in women with inherited cardiomyopathies. *Eur.J.Heart Fail.* 2011; 13: 584-594

Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, Picard MH, Roman MJ, Seward J, Shanewise JS, Solomon SD, Spencer KT, Sutton MS, Stewart WJ. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J.Am.Soc. Echocardiogr.* 2005; 18: 1440-1463

Langesaeter E, Dragsund M, Rosseland LA. Regional anaesthesia for a Caesarean section in women with cardiac disease: a prospective study. *Acta Anaesthesiol.Scand.* 2010; 54: 46-54

Leonard H, O'Sullivan JJ, Hunter S. Family planning requirements in the adult congenital heart disease clinic. *Heart* 1996; 76: 60-62

Lind J, Wallenburg HC. Pregnancy and the Ehlers-Danlos syndrome: a retrospective study in a Dutch population. *Acta Obstet.Gynecol.Scand.* 2002; 81: 293-300

Lovell AT. Anaesthetic implications of grown-up congenital heart disease. *Br.J.Anaesth.* 2004; 93: 129-139

Low JA. Intrapartum fetal asphyxia: definition, diagnosis, and classification. *Am.J. Obstet.Gynecol.* 1997; 176: 957-959

Low JA, Lindsay BG, Derrick EJ. Threshold of metabolic acidosis associated with newborn complications. *Am.J.Obstet.Gynecol.* 1997; 177: 1391-1394

Lupton M, Oteng-Ntim E, Ayida G, Steer PJ. Cardiac disease in pregnancy. *Curr.Opin. Obstet.Gynecol.* 2002; 14: 137-143

March of Dimes, PMNCH, Save the Children, WHO. Born Too Soon: The Global Action Report on Preterm Birth. Genf: World Health Organization, 2012

Marcus HE, Behrend A, Schier R, Dagtekin O, Teschendorf P, Bottiger BW, Spohr F. Anesthesiological management of Caesarean sections : nationwide survey in Germany. *Anaesthesist* 2011; 60: 916-928

Maroo A, Raymond R, 2009: Pregnancy and Heart Disease. <http://www.clevelandclinicmeded.com/medicalpubs/diseasemanagement/cardiology/pregnancy-and-heart-disease/> (Zugriffsdatum: 31.8.2012)

- Marucci M**, Cinnella G, Perchiazzi G, Brienza N, Fiore T. Patient-requested neuraxial analgesia for labor: impact on rates of cesarean and instrumental vaginal delivery. *Anesthesiology* 2007; 106: 1035-1045
- Meijboom LJ**, Vos FE, Timmermans J, Boers GH, Zwinderman AH, Mulder BJ. Pregnancy and aortic root growth in the Marfan syndrome: a prospective study. *Eur.Heart J.* 2005; 26: 914-920
- Merz WM**. Herzerkrankungen in der Schwangerschaft. In: Rath W, Gembruch U, Schmidt S, Hrsg. *Geburtshilfe und Perinatalmedizin* Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2010: 419-424
- Meuser T**, Wiese R, Molitor D, Grond S, Stamer UM. A survey of labour pain management in Germany. *Schmerz.* 2008; 22: 184-190
- Moll W**. Physiological cardiovascular adaptation in pregnancy - its significance for cardiac diseases. *Z.Kardiol.* 2001; 90 Suppl 4: 2-9
- van Mook WN**, Peeters L. Severe cardiac disease in pregnancy, part I: hemodynamic changes and complaints during pregnancy, and general management of cardiac disease in pregnancy. *Curr.Opin.Crit Care* 2005a; 11: 430-434
- van Mook WN**, Peeters L. Severe cardiac disease in pregnancy, part II: impact of congenital and acquired cardiac diseases during pregnancy. *Curr.Opin.Crit Care* 2005b; 11: 435-448
- Munter SO**, Stenseth R. Management of cardiac patients for non-cardiac surgery. *Anestezjol.Intens.Ter.* 2011; 43: 104-112
- Naidoo DP**, Desai DK, Moodley J. Maternal deaths due to pre-existing cardiac disease. *Cardiovasc.J.S.Afr.* 2002; 13: 17-20
- Natale A**, Davidson T, Geiger MJ, Newby K. Implantable cardioverter-defibrillators and pregnancy: a safe combination? *Circulation* 1997; 96: 2808-2812
- Ng KW**, Parsons J, Cyna AM, Middleton P. Spinal versus epidural anaesthesia for caesarean section. *Cochrane.Database.Syst.Rev.* 2004; 1-41
- Ohel G**, Gonen R, Vaida S, Barak S, Gaitini L. Early versus late initiation of epidural analgesia in labor: does it increase the risk of cesarean section? A randomized trial. *Am.J.Obstet.Gynecol.* 2006; 194: 600-605
- Presbitero P**, Rabajoli F, Somerville J. Pregnancy in patients with congenital heart disease. *Schweiz.Med.Wochenschr.* 1995; 125: 311-315
- Presbitero P**, Bocuzzi GG, de Groot CJM, Roos-Hesselink JW. Pregnancy and Heart Disease. In: Camm AJ, Lüscher TF, Serruys PW, Hrsg. *The ESC Textbook of Cardiovascular Medicine* Oxford: Blackwell publishing, 2006: 607-624

Ratcliffe FM, Evans JM. Neonatal wellbeing after elective caesarean delivery with general, spinal, and epidural anaesthesia. *Eur.J.Anaesthesiol.* 1993; 10: 175-181

Reimold SC, Rutherford JD. Clinical practice. Valvular heart disease in pregnancy. *N.Engl.J.Med.* 2003; 349: 52-59

Reynolds F, Seed PT. Anaesthesia for Caesarean section and neonatal acid-base status: a meta-analysis. *Anaesthesia* 2005; 60: 636-653

Riesgo CA, Gomez LG, Higareda SH, Vargas JR. Ebstein anomaly and pregnancy. *Ginecol.Obstet.Mex.* 2008; 76: 461-467

Ross MG, Gala R. Use of umbilical artery base excess: algorithm for the timing of hypoxic injury. *Am.J.Obstet.Gynecol.* 2002; 187: 1-9

Saling E. Zustandsdiagnose beim Neugeborenen – neues, dem Apgar-Score angepaßtes pH-Schema. *Arch.Gynecol.Obstet.* 1987; 242: 632-639

Samsoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia* 1987; 42: 487-490

Saracoglu KT, Saracoglu A, Umuroglu T, Eti Z. Neuraxial block versus general anaesthesia for cesarean section: post-operative pain scores and analgesic requirements. *J.Pak.Med.Assoc.* 2012; 62: 441-444

Sarma RJ, Chana A, Elkayam U. Left ventricular noncompaction. *Prog.Cardiovasc.Dis.* 2010; 52: 264-273

Schmidt S. Grundlagen der Erstversorgung des Neugeborenen und Zustandsdiagnostik. In: Rath W, Gembruch U, Schmidt S, Hrsg. *Geburtshilfe und Perinatalmedizin* Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2010a: 255-257

Schmidt S. Intrapartale Hypoxie. In: Rath W, Gembruch U, Schmidt S, Hrsg. *Geburtshilfe und Perinatalmedizin* Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2010b: 568-571

Schneider MC, Holzgreve W. Vor 100 Jahren: Oskar Kreis, der Pionier der rückenmarknahen geburtshilflichen Analgesie an der Universitätsfrauenklinik Basel. *Der Anaesthesist* 2001; 50: 525-528

Shek NWM, Lao TTH, han KKL, 2012: Mode of anaesthesia on fetal acid-base status at caesarean section. <http://www.degruyter.com/view/j/jpme.ahead-of-print/jpm-2012-0041/jpm-2012-0041.xml> (Zugriffsdatum: 20.10.2012)

Sielski LA, 2012: Overview of the routine management of the healthy newborn infant. http://www.uptodate.com/contents/overview-of-the-routine-management-of-the-healthy-newborn-infant?source=search_result&search=apgar+score&selectedTitle=1~100 (Zugriffsdatum: 12.10.2012)

Silversides CK, Harris L, Haberer K, Sermer M, Colman JM, Siu SC. Recurrence rates of arrhythmias during pregnancy in women with previous tachyarrhythmia and impact on fetal and neonatal outcomes. *Am.J.Cardiol.* 2006; 97: 1206-1212

Siu SC, Colman JM. Heart disease and pregnancy. *Heart* 2001; 85: 710-715

Siu SC, Colman JM, Sorensen S, Smallhorn JF, Farine D, Amankwah KS, Spears JC, Sermer M. Adverse neonatal and cardiac outcomes are more common in pregnant women with cardiac disease. *Circulation* 2002; 105: 2179-2184

Siu SC, Sermer M, Colman JM, Alvarez AN, Mercier LA, Morton BC, Kells CM, Bergin ML, Kiess MC, Marcotte F, Taylor DA, Gordon EP, Spears JC, Tam JW, Amankwah KS, Smallhorn JF, Farine D, Sorensen S. Prospective multicenter study of pregnancy outcomes in women with heart disease. *Circulation* 2001; 104: 515-521

Sliwa K, Fett J, Elkayam U. Peripartum cardiomyopathy. *Lancet* 2006; 368: 687-693

Stamer UM. Analgesie und Anästhesie in der Geburtshilfe. In: Rath W, Gembruch U, Schmidt S, Hrsg. *Geburtshilfe und Perinatalmedizin* Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2010: 247-250

Stangl V, Schad J, Gossing G, Borges A, Baumann G, Stangl K. Maternal heart disease and pregnancy outcome: a single-centre experience. *Eur.J.Heart Fail.* 2008; 10: 855-860

Statistisches Bundesamt, 2012: Fast ein Drittel aller Krankenhausentbindungen per Kaiserschnitt. https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/03/PD12_098_231.html (Zugriffsdatum: 6.9.2012)

Stephan H, Rath W. Physiologie des mütterlichen Organismus und Anpassungsvorgänge in der Schwangerschaft. In: Rath W, Gembruch U, Schmidt S, Hrsg. *Geburtshilfe und Perinatalmedizin* Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2010: 21-31

Stergiopoulos K, Shiang E, Bench T. Pregnancy in patients with pre-existing cardiomyopathies. *J.Am.Coll.Cardiol.* 2011; 58: 337-350

Thaman R, Varnava A, Hamid MS, Firoozi S, Sachdev B, Condon M, Gimeno JR, Murphy R, Elliott PM, McKenna WJ. Pregnancy related complications in women with hypertrophic cardiomyopathy. *Heart* 2003; 89: 752-756

Thorne S, MacGregor A, Nelson-Piercy C. Risks of contraception and pregnancy in heart disease. *Heart* 2006; 92: 1520-1525

Thorne SA. Pregnancy in heart disease. *Heart* 2004; 90: 450-456

Thorngren-Jerneck K, Herbst A. Low 5-minute Apgar score: a population-based register study of 1 million term births. *Obstet.Gynecol.* 2001; 98: 65-70

Tobler D, Fernandes SM, Wald RM, Landzberg M, Salehian O, Siu SC, Colman JM, Sermer M, Silversides CK. Pregnancy outcomes in women with transposition of the great arteries and arterial switch operation. *Am.J.Cardiol.* 2010; 106: 417-420

Tonni G, Ferrari B, De FC, Ventura A. Fetal acid-base and neonatal status after general and neuraxial anesthesia for elective cesarean section. *Int.J.Gynaecol.Obstet.* 2007; 97: 143-146

Veldtman GR, Connolly HM, Grogan M, Ammash NM, Warnes CA. Outcomes of pregnancy in women with tetralogy of Fallot. *J.Am.Coll.Cardiol.* 2004; 44: 174-180

Vigl M, Kaemmerer M, Seifert-Klauss V, Niggemeyer E, Nagdyman N, Trigas V, Bauer U, Schneider KT, Berger F, Hess J, Kaemmerer H. Contraception in women with congenital heart disease. *Am.J.Cardiol.* 2010; 106: 1317-1321

Weiss BM, Hess OM. Pulmonary vascular disease and pregnancy: current controversies, management strategies, and perspectives. *Eur.Heart J.* 2000; 21: 104-115

WHO Reproductive Health and Research. Medical eligibility criteria for contraceptive use. Genf: World Health Organization, 2004

Winter MM, Reisma C, Kedde H, Bouma BJ, Vis JC, Luijendijk P, de WP, Zwinderman AH, Vliegen HW, Pieper PG, van Dijk AP, Mulder BJ. Sexuality in adult patients with congenital heart disease and their partners. *Am.J.Cardiol.* 2010; 106: 1163-1168

Yeo SW, Chong JL, Thomas E. Difficult intubation: a prospective study. *Singapore Med.J.* 1992; 33: 362-364

Zwißler B. Anästhesie bei Erkrankungen von Herz und Kreislauf. In: Rossaint R, Werner C, Zwißler B, Hrsg. *Die Anästhesiologie Heidelberg*: Springer Medizin Verlag, 2008: 1212-1262