

Aus der
Klinik und Poliklinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe
der Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. Sven Mahner

**Evaluation maternaler und fetaler Risikofaktoren, die zu einer Verlegung außerklinisch
geplanter Geburten in die Klinik führen**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Clara Bernadette Cavalcanti Kußmaul

aus
Köln

2022

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: PD Dr. med. Julia Jückstock

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. Franz Kainer

Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:

Dekan: Prof. Dr. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 01.12.2022

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5
TABELLENVERZEICHNIS	5
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	6
1. EINLEITUNG	7
1.1. HINTERGRUND UND KONTROVERSE	7
1.2. GEBURTSSTILFICHE MEDIZINISCHE INTERVENTIONEN – WAS IST MÖGLICH, WAS IST NOTIG?	9
1.2.1. <i>Cardiotokografie (CTG)</i>	9
1.2.2. <i>Mikroblutuntersuchung (MBU)</i>	13
1.2.3. <i>Medikamentöse Wehenförderung mit Oxytocin</i>	15
1.2.4. <i>Kaiserschnitt (Sectio caesarea)</i>	18
1.2.5. <i>Vaginal-operative Entbindungsverfahren</i>	20
1.2.6. <i>Analgesie unter der Geburt</i>	22
1.3. MEDIKALISIERUNG ODER NOTWENDIGKEIT?	23
2. ZIELSETZUNG	26
3. PATIENTINNEN UND METHODEN	27
4. ERGEBNISSE	31
4.1. EINFLUSS DER RISIKOFAKTOREN AUF DIE VERLEGUNGSWAHRSCHEINLICHKEIT	31
4.2. EINFLUSS DER RISIKOFAKTOREN AUF DEN GEBURTSMODUS IN DER VERLEGUNGSGRUPPE	40
4.3. EINFLUSS DER RISIKOFAKTOREN AUF DEN BLUTVERLUST IN DER VERLEGUNGSGRUPPE	43
5. DISKUSSION	47
6. AUSBLICK	55
LITERATURVERZEICHNIS	56
DANKSAGUNG	69
AFFIDAVIT	70
PUBLIKATIONSLISTE	71

Zusammenfassung

Die zunehmende „Medikalisierung“ der klinischen Geburtshilfe und das damit einhergehende Risiko von Interventionen im natürlichen Geburtsverlauf unkomplizierter Spontangeburt stellt eine vielseitig diskutierte Problematik und häufig einen der Hauptbeweggründe der Schwangeren für eine außerklinische Entbindung dar.

Die Schwierigkeit bezüglich der Beratung dieser Schwangeren besteht in der Vorhersage einer unkomplizierten Geburt und damit einhergehend in der präpartalen Identifikation von Patientinnen, die von dem Einsatz geburtshilflicher Interventionen in Bezug auf das maternale und fetale Outcome profitieren.

Im Rahmen dieser Dissertation wurden retrospektiv Daten von Patientinnen analysiert, die präpartal zwar die derzeit in Deutschland etablierten Kriterien für eine außerklinische Geburt erfüllten, im Geburtsverlauf jedoch dennoch in die Klinik verlegt werden mussten.

Das Ziel dieser Dissertation bestand in der Identifikation von Risikofaktoren, die eine Verlegung einer außerklinisch geplanten Geburt in die Klinik begünstigen und der darauf basierenden Entwicklung eines Scores, anhand dessen sich die individuelle Verlegungswahrscheinlichkeit einer Patientin ablesen lässt.

Zuletzt wurde auch der Einfluss der evaluierten Risikofaktoren sowohl auf den maternalen Blutverlust als auch auf den Geburtsmodus in der Verlegungsgruppe untersucht.

Hierzu wurden 270 außerklinisch geplante und im Verlauf in die Klinik verlegte Geburten sowie als Referenzgruppe 390 klinische Spontangeburt ausgewählt, die außerklinisch hätten stattfinden können, und auf verschiedene Risikofaktoren hin untersucht.

Im Anschluss wurde zur Entwicklung eines prädiktiven Scores den Risikofaktoren entsprechend der Gewichtung ihres Einflusses auf die Verlegungswahrscheinlichkeit Punktwerte zugeordnet, anhand deren Summe sich eine individuelle Verlegungswahrscheinlichkeit ablesen lässt.

Es konnte anhand der vorliegenden Daten gezeigt werden, dass Nulliparität, der Zustand nach Sectio, ein kindliches Geburtsgewicht ab 3500g sowie der Zustand nach Sterilitätsbehandlung signifikante Risikofaktoren für die Verlegung einer außerklinisch geplanten Geburt in die Klinik darstellen.

Während Nulliparität im Vergleich zu Primiparität ein 20,72-fach und im Vergleich zu Multiparität ein 31,82-fach erhöhtes Verlegungsrisiko aufwies, war das Risiko einer Verlegung im Zustand nach Sectio um das 8,44-fache erhöht.

Hinsichtlich des kindlichen Geburtsgewichtes zeigte sich zwischen 3500g und 4000g ein 1,68-fach und ab 4000g ein 7,27-fach erhöhtes Risiko.

Der Zustand nach Kinderwunschbehandlung erhöhte entsprechend der hier analysierten Daten das Verlegungsrisiko um das 14,72-fache.

In der Matched-Pair-Analyse zeigten der Z.n. Sectio und ein fetales Geburtsgewicht ab 4000g ebenfalls einen deutlich signifikanten Einfluss auf die Verlegungswahrscheinlichkeit außerklinisch begonnener Geburten.

Hinsichtlich des Einflusses auf den Geburtsmodus in der Verlegungsgruppe zeigten sich die Risikofaktoren Nulliparität und der Zustand nach Sectio als signifikant risikoerhöhende Faktoren sowohl im Hinblick auf die Durchführung einer vaginal-operativen Entbindung als auch auf die Durchführung eines Kaiserschnittes.

Bezüglich der Betrachtung des maternalen Blutverlustes in der Verlegungsgruppe zeigte sich ein fetales Geburtsgewicht ab 4000g als statistisch signifikanter Risikofaktor.

Dementsprechend sollten die Risikofaktoren kindliches Geburtsgewicht ab 3500g, Nulliparität sowie Zustand nach Sectio oder Sterilitätsbehandlung bei der Aufklärung über Vorteile und Risiken einer außerklinischen Geburt und dahingehend bei der Beratung der Schwangeren hinsichtlich des Geburtsortes Berücksichtigung finden, damit letztlich gemeinsam die sicherste Entscheidung für Mutter und Kind auf Basis eines „informed consent“ getroffen werden kann.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mikroblutuntersuchung	13
Abbildung 2: Schematische Darstellung der Bildung von Referenz-/ und Verlegungsgruppe	29
Abbildung 3: Ergebnisse der logistischen Regression	37
Abbildung 4: Score mit ablesbarer individueller Wahrscheinlichkeit für eine Risikogeburt	39
Abbildung 5: Einfluss der Parität auf den Geburtsmodus	42
Abbildung 6: Einfluss des kindlichen Gewichtes (kg) auf den Geburtsmodus	43
Abbildung 7: Einfluss des kindlichen Geburtsgewichtes (g) auf den Blutverlust (ml) ohne Berücksichtigung des Geburtsmodus	45
Abbildung 8: Zusammenhang zwischen Geburtsgewicht (g), maternalem Blutverlust (ml) und Entbindungsmodus	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: absolute und relative Häufigkeiten der Risikofaktoren in beiden Gruppen	32
Tabelle 2: Korrelationskoeffizient nach Spearman (r) und das entsprechende Signifikanzniveau (p)	34
Tabelle 3: Ergebnisse der logistischen Regression	36
Tabelle 4: Die einzelnen Risikofaktoren mit entsprechenden Punktwerten	38
Tabelle 5: Gesamtpunktzahl und zugehörige Wahrscheinlichkeit für eine Risikogeburt	39
Tabelle 6: Ergebnisse der Matched-Pair-Analyse (N=100)	40
Tabelle 7: Absolute und relativen Häufigkeiten des Entbindungsmodus in der Verlegungsgruppe	40
Tabelle 8: Ergebnisse der multinominalen Regressionsanalyse für Parität und Z.n. Sectio im Hinblick auf den Geburtsmodus	41

Abkürzungsverzeichnis

ACOG: American College of Obstetricians and Gynecologists

AP: Austreibungsperiode

CTG: Cardiotokografie

dGDM: diätetisch eingestellter Gestationsdiabetes

EP: Eröffnungsperiode

FHF: fetale Herzfrequenz

ICSI: intrazytoplasmatische Spermieninjektion

IUFT: intrauteriner Fruchttod

IVF: in-vitro-Fertilisation

KI: Konfidenzintervall

MBU: Mikroblutuntersuchung

NSAID: nicht-steroidale antiinflammatorische Schmerzmedikation

OR: Odds Ratio

PDA: Periduralanästhesie

QUAG: Gesellschaft für Qualität in der außerklinischen Geburtshilfe e.V.

SAMM: severe acute maternal morbidity

SMFM: Society for Maternal Fetal Medicine

SSW: Schwangerschaftswoche

STV: short term variations

VE: Vakuumentraktion

WHO: World Health Organization

Z.n.: Zustand nach

1. Einleitung

1.1. Hintergrund und Kontroverse

Die Geburt eines gesunden Kindes stellt den höchsten medizinischen Anspruch an die Geburtshilfe und alle ihre Mitarbeiter dar (1).

Die Herausforderung der klinischen Geburtshilfe besteht heutzutage jedoch vor allem in der Optimierung von fetalem und maternalen Outcome bei gleichzeitiger Minimierung der Interventionen in den natürlichen Geburtsverlauf (2).

Betrachtet man vor diesem Hintergrund zunächst die geschichtliche Entwicklung der klinischen Geburtshilfe, so wurde durch die Erfindung und Entwicklung verschiedenster geburtshilflicher Interventionen die Möglichkeit einer signifikanten Reduktion der maternalen und fetalen Morbidität und Mortalität geschaffen (3,4).

Zu diesen medizinischen Meilensteinen gehörten im 19. und 20. Jahrhundert vor allem das Verständnis von Sepsis und bakteriellen Infektionen (5), die Trennung aseptischer und septischer Verfahren (6), der Ausbau von Analgesie und Anästhesie (7) sowie die Einführung von Antibiotika (8) und sicheren Bluttransfusionen (9).

Durch den deutlichen Rückgang der maternalen Sterblichkeit durch die Anwendung medizinischer Verfahren konnte damit einhergehend ein signifikanter Zuwachs an klinischen Geburten beobachtet werden (3,4); zudem war der Grundstein für eine revolutionäre Veränderung der klinischen Geburtshilfe gelegt (3).

Auch konnte durch die oben genannten medizinischen Errungenschaften der Kaiserschnitt, der zuvor vor allem dazu genutzt worden war, um Feten von ihrer verstorbenen Mutter zu entbinden und falls doch bei lebenden Müttern angewandt mit einer Letalität von fast 100% behaftet war (10,11), zwischen Ende des 19. Jahrhunderts und Beginn des 20. Jahrhunderts als bahnbrechende Option zur Lebensrettung von Mutter und Kind bei erschwerter Geburt herangezogen werden (12) und führte zu einer Verringerung der peripartalen mütterlichen Sterblichkeit auf 3 bis 4 % (13).

Zudem konnte die klinische Geburtshilfe durch die die Etablierung der Forceps- oder Vakuum-Entbindung nicht nur durch eine weitere Methode zur erfolgreichen Umsetzung einer vaginalen Entbindung bei entsprechender Indikation ergänzt werden (14), sondern auch durch ihre stetige Weiterentwicklung werdenden Müttern und Kindern die Möglichkeit einer

vaginalen Geburt trotz bestehender Widrigkeiten wie langer Austreibungsperiode, maternaler Erschöpfung oder pathologischen fetalen Herztönen ermöglicht und so ein weiterer Schritt Richtung verbessertem maternalem und fetalem Outcome erreicht werden (15). Zudem erlaubt eine vaginal operative Entbindung bei entsprechenden vorliegenden Kriterien eine deutliche Verkürzung der Zeit bis zur Geburt (16) und resultiert in einer signifikanten Zunahme der Rate an Spontangeburt bei Folgeschwangerschaften (17,18).

Folglich kam es sowohl im Zusammenhang mit den oben genannten Fortschritten und Entwicklungen als auch durch die zunehmende Anzahl medizinisch ausgebildeter klinischer Geburtshelfer sowie die Etablierung von Krankenkassensystemen, die klinische Geburten finanzierten, im 19. und 20. Jahrhundert zu einem schrittweisen Umdenken der Bevölkerung, und es wurden erstmals öffentlich Empfehlungen zur klinischen Geburt ausgesprochen (3,19). In Folge konnte ein drastischer Rückgang der außerklinischen Geburten verzeichnet werden: Während in England 1960 die Rate an außerklinischen Geburten bei 33% lag, fiel diese zwischen 1985 und 1988 auf 0,9% (3). Auch in den Niederlanden konnte eine solche Veränderung beobachtet werden: Betrug die Rate außerklinischer Geburten 1965 mehr als zwei Drittel aller Geburten, so lag diese 25 Jahre später nur noch bei einem Drittel (20).

Folglich stellt die moderne klinische Geburtshilfe weltweit die Summe mehrerer Entwicklungen dar, welche insgesamt das Ziel verfolgen, die maternale und fetale Sterblichkeit zu senken (21).

Dennoch betrachten Kritiker heutzutage genau diese zunehmende „Medikalisierung“ der klinischen Geburtshilfe als problematisch (4). Oftmals wird der klinischen Geburtshilfe in diesem Kontext auch eine mechanische und rein medizinische statt eine natürliche Sichtweise auf den Ablauf einer Geburt vorgeworfen (4).

Hinsichtlich der Interventionsrate wurde dahingehend in einer prospektiven Kohortenstudie der „Birthplace in England Collaborative Group“ das fetale und maternale Outcome zwischen außerklinischen und klinischen Geburten von Frauen mit einer unkomplizierten Schwangerschaft verglichen (22). Es konnte gezeigt werden, dass die Wahrscheinlichkeit einer medizinischen Intervention während des natürlichen Geburtsverlaufs, beispielsweise mittels Analgesie, Oxytocin, Episiotomie oder vaginal-operativer Entbindung, bei Patientinnen im klinischen Setting signifikant höher war (22). Andererseits konnte gezeigt werden, dass bei Erstgebärenden das perinatale Outcome bei geplanter außerklinischer Geburt schlechter war

als das von klinisch entbindenden erstgebärenden Patientinnen bei einer zudem im Vergleich zu außerklinisch entbindenden Mehrgebärenden erhöhten Verlegungsrate in die Klinik (22). Die geringere Wahrscheinlichkeit für medizinische Interventionen im natürlichen Geburtsverlauf bei vergleichbarem peripartalen fetalen und maternalen Outcome bei Patientinnen mit risikoarmen Schwangerschaften und außerklinischer Geburt konnte durch zahlreiche weitere Studien belegt werden (23–26).

Weiterhin konnte in einigen Studien belegt werden, dass bei risikoarmen Schwangerschaften und Geburten im außerklinischen Setting nicht nur die Interventionsrate bedeutend niedriger ist, sondern auch die Rate an postpartalen Blutungen, Dammverletzungen und postpartalen Infektionen bei zusätzlich größerer maternaler Zufriedenheit (27,28).

Folglich können Geburten im klinischen Setting zwar wie oben bereits erwähnt mit einer erhöhten Rate an Interventionen einhergehen (22), doch um zu verstehen, welche Interventionen dem klinischen Setting vorbehalten sind und wann der Einsatz solcher Interventionen Sinn macht, sollen im folgenden Teil der Dissertation die Interventionen in den Geburtsverlauf, die am häufigsten in der Klinik Einsatz finden, diskutiert werden.

1.2. Geburtshilfliche medizinische Interventionen – was ist möglich, was ist nötig?

1.2.1. Cardiotokografie (CTG)

Die ersten Beschreibungen der Möglichkeit der Auskultation des fetalen Herzschlages stammen aus Mitte des 17. oder 18. Jahrhunderts (29).

Bis Anfang des 19. Jahrhunderts jedoch galt die Bedeutung des Nachweises der fetalen Herzfrequenz lediglich der Bestätigung eines vitalen Feten in utero (30).

Mit der Entdeckung und Entwicklung elektronischer Messverfahren Mitte des 20. Jahrhunderts wurde die kontinuierliche und lückenlose Aufzeichnung der fetalen Herzaktion zur frühzeitigen Erkennung und Behandlung fetaler Gefahren ermöglicht und als grundlegendes Verfahren zur intrapartalen Überwachung etabliert (30).

Heutzutage unterscheidet man zwischen der nichtinvasiven, externen Ableitung, bei der eine ultraschallbasierte Herztonableitung über die Bauchwand der Mutter erfolgt, und einer

invasiven, internen Ableitung, bei der eine Elektrode mittels eines spiralförmigen Drahtes in den führenden Kindsteil eingebracht wird (31).

Beide Methoden senden die gewonnenen Informationen an einen Monitor, an dem sich diese dann kontinuierlich ablesen lassen (31).

Die zeitgleiche Ableitung der mütterlichen Wehentätigkeit mittels Tokografie erlaubt zudem eine eindeutigere Interpretation der Veränderung der fetalen Herzfrequenz im Zusammenhang mit der Wehentätigkeit (29).

Während 1980 um die 45% aller Geburten mittels CTG überwacht wurden, werden mittlerweile rund 85% der Geburten mit Hilfe des CTGs überwacht, was es zu einem der meist genutzten geburtshilflichen Hilfsmittel macht (32).

Hierbei ist allerdings zu beachten, dass trotz des weitverbreiteten Einsatzes des CTGs zuvor keine wissenschaftlichen Studien durchgeführt wurden, die den Benefit desselben belegten (31,33).

So bleibt trotz des häufigen Gebrauches der Einsatz nicht gänzlich unumstritten, denn trotz des zunächst vermuteten Benefits der Ableitung des fetalen Herzschlags als Indikator für das kindliche Wohlbefinden bleibt die erhoffte Verbesserung des fetalen Outcomes aus (32).

In einer prospektiven randomisierten Studie von Haverkamp et al. zum Beispiel wurden 483 Hochrisikogeburten untersucht und die Effektivität der Ableitung der fetalen Herztöne zwischen externer CTG Ableitung und intermittierender Auskultation hinsichtlich des fetalen Outcomes untersucht (34). Parameter zur Beurteilung des neonatalen Outcomes waren die neonatale Letalität, Apgar Werte, umbilikale Blutgaswerte sowie die neonatale Morbidität (34). Es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied der beiden Methoden in Bezug auf das fetale Outcome festgestellt werden (34). Zudem lag die Kaiserschnitttrate in der elektronisch überwachten Gruppe bei 16,5%, wohingegen die Rate in der auskultiert überwachten Gruppe nur 6,8% betrug (34).

In einer prospektiven Folgestudie, ebenfalls von Haverkamp et al., erfolgte erneut der Vergleich zwischen intermittierender Auskultation und elektronischer Ableitung der fetalen Herzfrequenz, diesmal jedoch unter Hinzunahme einer dritten Interventionsgruppe, der internen Ableitung der fetalen Herzfrequenz mittels Kopfschwartenelektrode (35). Wieder konnte kein signifikanter Unterschied des fetalen Outcomes nachgewiesen werden (35). Auch zeigte sich keine Senkung sowohl der fetalen als auch der maternalen Infektionsraten bei

jedoch signifikant erhöhter Sectiorate in den Gruppen der elektronischen Ableitungen (18% vs. 6%) (35).

Auch eine Metaanalyse, in der insgesamt 12 Studien von 1966 bis 1994 mit 58 855 Schwangeren untersucht wurden, konnte im Vergleich zur Auskultation keine Überlegenheit der CTG Überwachung hinsichtlich perinataler Morbidität und Mortalität (gemessen an Apgar nach 1 Minute <7, Hospitalisierungsrate, perinataler Tod) bei jedoch stark erhöhter Rate an vaginal-operativen und operativen Entbindungen aufzeigen (36).

Weiterhin existiert bei der Betrachtung eines CTGs eine hohe Inter- und Intraobservervariabilität, welche in einer Studie von Nielsen et al. untersucht wurde (37). Hier wurden vier Geburtshelfern insgesamt 50 CTG Aufzeichnungen zweimal zur Analyse vorgelegt (37). Die Ergebnisse der Kliniker sprachen in nur 22% der Fälle überein, und 21% der analysierten CTGs wurden bei erneuter Betrachtung anders bewertet (37).

Dieses Phänomen konnte ebenfalls in einer Studie von Beaulieu et al. bestätigt werden (38). Hier wurden fünf Geburtshelfern insgesamt 150 CTGs zur Analyse vorgelegt mit einer Übereinstimmung in nur 29% der Fälle und einer drastischen Interpretationsänderung nach Vorlage der zugehörigen klinischen Daten (38).

Die Beeinflussbarkeit der Interpretation eines intrapartalen CTGs durch die Kenntnis des klinischen Verlaufes wurde ebenfalls von Zain et al. untersucht (39). Auch hier konnte gezeigt werden, dass sich die Interpretation eines CTG-Befundes deutlich verändert, sobald der Beurteilende das klinische Outcome der Geburt kennt (39).

Zur Systematisierung der Beurteilung und damit letztlich auch zur Reduktion der oben genannten Inter- und Intraobservervariabilität peripartaler CTGs dienen verschiedene Scores, in Deutschland insbesondere der FIGO Score, welcher sich aus 4 Kriterien (Baseline, Akzelerationen, Dezelerationen, Herzfrequenzvariabilität) zusammensetzt (28) und nachweislich im Falle eines pathologischen Befundes mit einer erhöhten perinatalen Morbidität korreliert (40). Außerdem gewinnen zur Objektivierung und damit einhergehend zur weiteren Erhöhung der Zuverlässigkeit der Interpretation eines CTGs zunehmend computergestützte CTG Analysen an Bedeutung (40). Der Vorteil dieser Systeme liegt jedoch nicht nur in einer Verbesserung der Objektivität hinsichtlich der Befundung eines CTGs, sondern auch in der Möglichkeit der Analyse der sogenannten Kurzzeitvariabilität (short term variations, STV), welche mit bloßem Auge in einem Computer-CTG nicht erkannt werden können (41). Das Erreichen der in dem Zusammenhang angewandten Normalitätskriterien von

Dawes und Redman (STV>4ms, Abwesenheit sinusoidaler Rhythmen, mindestens eine Episode hoher fetaler Herzfrequenz (FHF)-Variation, keine tiefen oder wiederholten FHF-Dezelerationen, FHF Akzelerationen und/oder fetale Bewegungen, Normofrequenz) korreliert signifikant mit einem ungefährdeten Fetus und kann in dem Rahmen als Rückversicherung für das fetale Wohlbefinden herangezogen werden (42). Während eine STV von über 4,5ms eine fetale Azidose mit einem negativen Prädikationswert von 100% ausschließt (43), spiegelt ein Abfall der STV eine Kompromittierung des Feten wider und ist assoziiert mit früherer Entbindung, niedrigem Geburtsgewicht, fetaler Azidose und schlechtem neonatalen Outcome (42,44).

Ein weiteres Problem bei der Durchführung und Interpretation eines CTGs besteht, trotz vergleichsweise hoher Sensitivität, in der geringen Spezifität der Methode (45,46).

So konnten Umstad et al. zeigen, dass bei Kindern mit präpartal auffälligem CTG nur 26,4% auch wirklich eine postpartale fetale Azidose aufwiesen und lediglich 27,3% einen 5-Minuten Apgar von unter 7 hatten, wohingegen der Großteil dieser Kinder ein positives postnatales Outcome zeigte (45).

Umgekehrt untersuchten Ekengard et al. in einer Fall-Kontroll-Studie den Zusammenhang zwischen subpartal aufgezeichneten CTGs von sowohl 295 Neugeborenen mit einem postnatalen $\text{pH} \leq 7,05$ als auch von 591 Neugeborenen mit einem postpartalen $\text{pH} \geq 7,15$ (47). In nur 50% der Fälle war im Falle einer fetalen Azidose zuvor eine Einstufung des CTGs als suspekt oder pathologisch erfolgt (47).

Bix et al. stellten zudem 2005 die prognostische Aussagekraft von CTGs verglichen zur Auskultation in Frage (48). Untersucht wurden hierzu drei randomisierte kontrollierte Studien mit insgesamt 11 259 Frauen, bei denen ein CTG bei Aufnahme zur Geburt geschrieben worden war (48). Es konnte gezeigt werden, dass in Folge eines Aufnahme CTGs die Wahrscheinlichkeit für Folgeinterventionen wie PDA und MBU deutlich erhöht war (48). Zudem erhöhte ein unter Geburt kontinuierlich geschriebenes CTG die Wahrscheinlichkeit für eine Beendigung der Geburt mittels vaginal-operativen Entbindungsverfahren sowie einer sekundären Sectio (48). Das kindliche Outcome zeigte auch hier keinen signifikanten Unterschied (48).

Abschließend lässt sich sagen, dass das CTG in der intrapartalen Überwachung zwar einen hohen Stellenwert besitzt, die Interpretation der fetalen Herzfrequenz jedoch stets in Zusammenschau mit weiteren klinischen oder diagnostischen Befunden erfolgen muss (31).

1.2.2. Mikroblutuntersuchung (MBU)

Wie oben bereits erwähnt, lässt das CTG zwar eine zuverlässige Erfassung von Veränderungen der fetalen Herzfrequenz zu, jedoch erlaubt das Erkennen von suspekten oder pathologischen Veränderungen keine sicheren Rückschlüsse auf den derzeitigen Zustand des Kindes hinsichtlich dessen Oxygenierung und führt daher häufig zur schnellen Geburtsbeendigung mittels einer vaginal operativen Entbindungsmethode oder Kaiserschnitt (49).

Auf dieser Problematik basiert die Entwicklung der Mikroblutuntersuchung, welche in der Regel in Verbindung mit der Überwachung der fetalen Herzfrequenz eingesetzt wird und zur Validierung suspekter oder pathologischer CTG-Befunde dient (50).

Erstmalig 1962 von Saling beschrieben (51), wird bei dieser Untersuchung mittels einer Lanzette fetales kapilläres Blut gesammelt, um den Säure-Base-Haushalt des Ungeborenen untersuchen und somit Rückschlüsse auf das kindliche Wohlbefinden ziehen zu können (52) (siehe Abbildung 1).

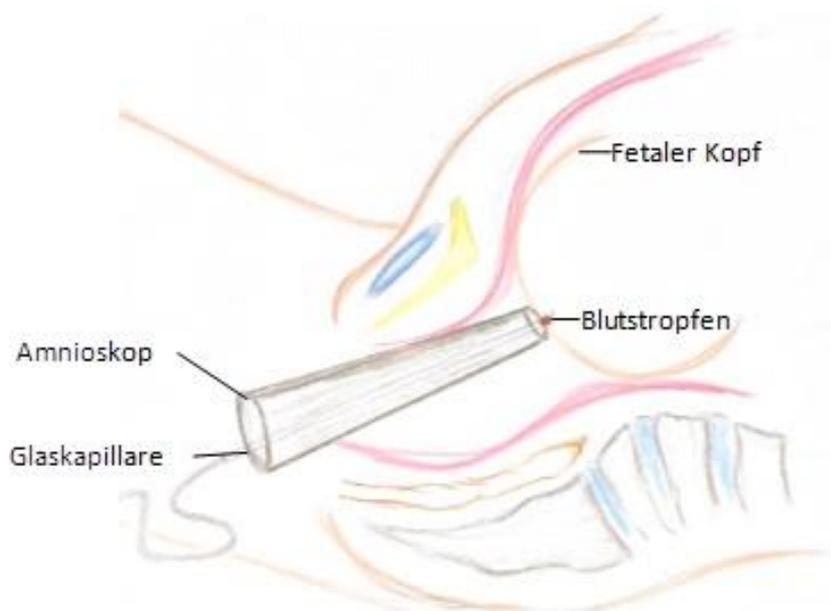


Abbildung 1: Mikroblutuntersuchung

Die Beurteilung der MBU erfolgt in der klinischen Praxis vor allem anhand des pH-Werts und basiert auf den von Huch et al. erstellten Guidelines, welche besagen, dass bei einem pH über 7,24 keine Indikation zu einer unmittelbaren Geburtsbeendigung besteht (52). Liegt der pH jedoch zwischen 7,24 und 7,20 ist eine engmaschige Untersuchung und kurzfristige

Wiederholung der Untersuchung indiziert (52). Bei einem pH von $<7,20$ sollte die rasche Geburtsbeendigung erfolgen (52).

Basierend auf der oben genannten Untersuchungstechnik untersuchten Reif et al. 2011 die Möglichkeit der Reduktion von Kaiserschnitten und vaginal-operativen Entbindungen bei suspekten und pathologischen CTGs unter Geburt durch den Einsatz von Mikroblutuntersuchungen (49). Hierzu erfolgte die retrospektive Auswertung von 4437 Geburten, bei denen in 669 Fällen bei pathologischem oder suspektem CTG eine MBU durchgeführt worden war (49). Durch den Einsatz einer oder mehrerer Mikroblutuntersuchungen konnte bei 6,4% der Patientinnen mit suspektem oder pathologischem CTG sub partu eine operative Entbindung umgegangen und eine Spontangeburt gewährleistet werden (49).

Viele weitere Studien bestätigen ebenfalls die Reduktionsmöglichkeit der Raten an vaginal-operativen Entbindungen und Kaiserschnitte durch den additiven Einsatz von Mikroblutuntersuchungen bei vermutetem fetalen Stress im CTG (53–55).

Trotz hoher Aussagekraft in der additiven Funktion ist der Einsatz einer solchen Untersuchung jedoch nicht gänzlich unumstritten (49).

Vor allem die Invasivität der Untersuchung findet hier häufig Erwähnung, genauso wie die Möglichkeit einer fetalen Infektion oder Blutungskomplikation (49).

Deshalb ist diese Methode bei maternaler Infektion, beispielsweise mit HIV, Herpes oder Hepatitis, bei fetalen Gerinnungsstörungen, zum Beispiel bei einer Hämophilie, sowie bei Frühgeburtlichkeit unter der 34. Schwangerschaftswoche kontraindiziert (52,56).

Dem gegenüber jedoch stehen Studien von beispielweise Workman et al. und Sabir et al., die ein vergleichsweise geringes fetales Risiko von $<1\%$ beschreiben (57,58).

Weiterhin nachteilig ist die Voraussetzung einer adäquaten Muttermundseröffnung sowie das Vorliegen eines stattgehabten Blasensprunges zur Durchführung einer MBU, wodurch diese Untersuchung trotz zahlreicher Vorteile nicht bei jeder Geburt durchführbar ist (52).

Zudem kann die oftmals notwendige Wiederholung der Untersuchung eine Belastung für die Mutter darstellen (52).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Mikroblutuntersuchung aufgrund des additiven Informationsgewinns und der damit einhergehenden Reduktion der Rate an operativen Entbindungen zwar ein sinnvolles geburtshilfliches Verfahren darstellt, jedoch andererseits

keineswegs unbelastend ist und vor der Durchführung eine genaue Aufklärung der Mutter über Ablauf und mögliche Konsequenzen erfolgen muss.

1.2.3. Medikamentöse Wehenförderung mit Oxytocin

Die Einflussnahme in den Geburtsverlauf durch die Wehenförderung mit Oxytocin erfolgt in der Regel zur Beschleunigung des Geburtsverlaufs und damit Verringerung des Risikos einer Kaiserschnittentbindung bei nachlassender oder ausbleibender Wehentätigkeit (59).

In den USA konnte zwischen 1990 und 2014 ein Anstieg der Frauen, die Oxytocin als Geburtseinleitung erhielten, von 9,6% auf 23,2% beobachtet werden (60). Zudem erhielten im Jahr 2012 circa 50% der Frauen Oxytocin zur Beschleunigung der Geburt (60).

Besonders bei Frauen mit protrahiertem Geburtsverlauf oder Wehenschwäche scheint Oxytocin das Outcome positiv zu beeinflussen (59,61).

Dem gegenüberzustellen ist eine 2010 veröffentlichte Studie von Zhang et al., in der beschrieben wurde, dass eine relevante Muttermundseröffnung als Repräsentation des Beginns der aktiven Geburtsphase erst ab 6cm stattfindet, unabhängig von der Parität (62). Zwar eröffnen Mehrgebärende ab 6cm schneller als Erstgebärende, eine Eröffnung von vier auf fünf cm jedoch kann bis zu sechs Stunden dauern und eine Eröffnung von fünf auf sechs cm bis zu drei Stunden, und zwar paritätsunabhängig (62). Würde man den Autoren zufolge folglich eine längere Eröffnungsperiode zulassen, könnten sowohl die Raten der Geburtsbeschleunigung mit Oxytocin als auch die der Geburtsbeendigung durch einen Kaiserschnitt reduziert werden (62).

Diese Beobachtung konnte 2012 durch eine von Harper et al. durchgeführte Studie bestätigt werden, in der der Geburtsfortschritt von Frauen mit und ohne Oxytocin-Augmentation verglichen wurde (63). Hier zeigte sich eine deutlich längere Latenzphase der Patientinnen mit Oxytocin-Augmentation bei zeitlich ähnlicher aktiver Geburtsphase (hier definiert als die Muttermundseröffnung ab 6cm) (63). Daher sind Zweifel an vorzeitigen Geburtsbeschleunigungen mit Oxytocin und teils Geburtsbeendigungen durch Sectiones bei vermeintlichem Geburtsstillstand berechtigt (28,63).

Wichtig zu beachten für den klinischen Gebrauch von Oxytocin ist aber vor allem der Zusammenhang zwischen uterinem Blutfluss und dem damit einhergehenden Fluss durch den

intervillösen Raum der Plazenta: Kontrahiert sich die Gebärmutter, sinkt die Perfusion des intervillösen Raumes (60).

1994 entdecken Peebles et al. eine deutliche Beeinträchtigung der fetalen zerebralen Oxygenierung bei Polysystolie mit Kontraktionen im Abstand von unter 2 Minuten, welche sich auch in der Veränderung der fetalen Herzfrequenz zeigte und in der mangelnden Zeit zur Äquilibration des fetalen Gasaustausches und damit einhergehenden fetalen Hypoxie und Azidose begründet liegt (64).

Dies konnte 2008 in einer Studie von Simpson und James bestätigt werden (65). Hier wurden die Oxytocin-induzierten Kontraktionsmuster von insgesamt 56 Frauen ausgewertet und die begleitenden Veränderungen der fetalen Herzfrequenz und Oxygenierung untersucht (65). Das physiologische Kontraktionsmuster wurde auf weniger als fünf Kontraktionen pro zehn Minuten festgelegt (65). Hier konnte gezeigt werden, dass bei mehr als 5 Kontraktionen pro 10 Minuten für 30 Minuten die fetale Sauerstoffsättigung um 20% sank (65). Lagen mehr als 6 Kontraktionen pro 10 Minuten für 30 Minuten vor, sank die fetale Sauerstoffsättigung sogar um 29% (65). Veränderungen der fetalen Herzfrequenz manifestierten sich jedoch erst ab 20 Minuten nach Beginn der exzessiven Kontraktionen, während die Sättigung bereits innerhalb der ersten fünf Minuten abnahm (65).

2007 untersuchten Bakker et al. zudem den Zusammenhang zwischen vermehrten uterinen Kontraktionen und dem Risiko einer fetalen postpartalen Azidose (66). Es konnte gezeigt werden, dass eine Kontraktionsfrequenz von 5 pro 10 Minuten in der letzten Stunde der Eröffnungsperiode und 5,5 pro 10 Minuten in der Austreibungsperiode mit einem pH von unter 7,11 in der Nabelschnurarterie korrelierte (66).

Doch nicht nur die kindlichen, sondern auch die maternalen systemischen Nebenwirkungen spielen beim klinischen Einsatz von Oxytocin eine bedeutende Rolle.

So kann es durch die Relaxation der glatten Muskulatur zu einer Hypotonie und damit einhergehenden Reflextachykardie und letztlich sogar Veränderungen im EKG kommen (67).

Basierend auf den oben genannten Nebenwirkungen und Einschränkungen des Oxytocins wurden zur Gewährleistung der Patientensicherheit und zur Vereinheitlichung des Handlings zunehmend Protokolle zum Management einer Oxytocindauerinfusion etabliert (59).

So zum Beispiel empfiehlt das American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) und die Society for Maternal Fetal Medicine (SMFM) zum einen keine Diagnose eines „Geburtsstillstandes“ vor 6 cm Muttermundseröffnung, zum anderen sollte die Diagnose einer

„frustranen Geburtseinleitung“ nur nach einer Einleitung für mehr als 24 Stunden und Verwendung einer Oxytocindauerinfusion für 12 bis 18 Stunden im Anschluss an einen statt ge habten Blasensprung gestellt werden (68).

Umstritten ist zudem auch der optimale Einsatzzeitpunkt einer Oxytocindauerinfusion (60).

Bugg et al. stellten fest, dass der sofortige im Vergleich zum verspäteten Einsatz von Oxytocin keine signifikanten Veränderungen der Rate an Kaiserschnitten oder vaginal-operativen Entbindungen beziehungsweise Veränderungen des maternalen und fetalen Outcomes erzielen konnte (61). Der sofortige Einsatz von Oxytocin war hingegen mit einem vermehrten Risiko der uterinen Hyperstimulation vergesellschaftet (61). Auch konnte zwar gezeigt werden, dass der sofortige Beginn einer Oxytocindauerinfusion die Geburtszeit um ca. zwei Stunden verkürzte, jedoch blieb eine Erhöhung der Rate an Spontangeburt en aus (61).

Ebenfalls kontrovers diskutiert wird die erforderliche Dosierung des Oxytocins bei der Gefahr einer uterinen Überstimulation auf der einen und dem Ziel der Anregung nachlassender oder ausbleibender Wehentätigkeit auf der anderen Seite (60).

Unterschieden werden vereinfacht derzeit zwei Formen: hoch und niedrig dosiertes Oxytocin (hoch dosiert: Beginn mit 6 milliunits (mU)/min, Steigerung um 1 bis 6mU/min alle 15 bis 20 Minuten mit einer Maximaldosis von 40mU/min; niedrig dosiert: Beginn mit 0,5 bis 1mU/min, Steigerung um 1 bis 2mU/min alle 15 bis 40 Minuten mit einer Maximaldosis von 20 bis 40mU/min) (60).

In einem 2013 durchgeführten Cochrane Review von Kenyon et al. konnte zwar gezeigt werden, dass hoch dosiertes Oxytocin mit einer Verringerung der Geburtsdauer von bis zu 3,5 Stunden einhergeht und eine Reduktion der Rate an vaginal-operativen und operativen Entbindungen bei gleichzeitiger Erhöhung der Rate an Spontangeburt en bewirkt (69). Nach Anpassung der statistischen Analyse jedoch waren diese Veränderungen nicht mehr statistisch signifikant (69). Zudem konnte kein maternaler oder fetaler Benefit zwischen den untersuchten Gruppen entdeckt werden (69).

Ein weiterer Kritikpunkt in der Verwendung des Oxytocins ist die oben beschriebene Polysystolie und der Umgang mit einer solchen (70). Hier findet meist der Einsatz einer medikamentösen Tokolyse mit intravenösem Fenoterol statt, da dieses im Rahmen der intrauterinen Reanimation durch die Relaxation der uterinen Muskulatur eine utero-plazentare Hypoperfusion kausal behandelt und damit in vielen Fällen für ein ausreichendes fetales Erholungsintervall sorgt (70). Dies bedeutet jedoch, dass eine weitere Intervention,

hier die Tokolyse, zur Reversibilität einer zuvor erfolgten Intervention, dem Oxytocin, erforderlich ist.

Somit ist der Benefit der Oxytocindauerinfusion als ein wehen- und kontraktionsförderndes Mittel zur Geburtsbeschleunigung bei protrahiertem Geburtsverlauf den systemischen fetalen und maternalen Risiken gegenüberzustellen und die Relevanz des verantwortungsvollen Umganges mit diesem Medikament besonders hervorzuheben.

1.2.4. Kaiserschnitt (Sectio caesarea)

Allgemein kann zwischen einem primären und einem sekundären Kaiserschnitt sowie einem Notkaiserschnitt unterschieden werden (71).

Der primäre Kaiserschnitt ist definiert als Kaiserschnitt vor Einsetzen der Wehentätigkeit, wohingegen der sekundäre Kaiserschnitt nach dem Einsetzen muttermundswirksamer Wehen durchgeführt wird (71).

Indikationen für eine primäre Sectio beispielsweise sind fetale Lageanomalien wie die Beckenendlage, Mehrlinge, Plazenta praevia oder Z.n. Resectio (71). Sekundär kann eine Sectio zum Beispiel bei pathologischem CTG unter der Geburt, Verdacht auf Amnioninfektionssyndrom oder Geburtsstillstand erforderlich sein (71).

Ein Notkaiserschnitt, also ein Kaiserschnitt in einer Notfallsituation, kann beispielsweise bei Nabelschnurvorfall, fetaler Bradykardie, vorzeitiger Plazentalösung oder Eklampsie notwendig werden (71). Ein solcher Kaiserschnitt geht, verglichen zu einer primären Sectio, jedoch mit einer erhöhten maternalen Mortalität einher (72).

Die Kenntnis bezüglich des Einflusses des Geburtsmodus' auf die gesundheitlichen Langzeitauswirkungen von Müttern und Kindern ist hierbei essentiell bei der Indikationsstellung zur operativen Geburtsbeendigung (72).

Folglich definiert die World Health Organization (WHO) den Kaiserschnitt derzeit, sofern medizinisch korrekt indiziert, als ein hervorragendes Instrument zur Prävention maternaler und fetaler Morbidität und Mortalität (73). Als solches kann er vor allem bei erschwerter Geburt oder in Notfallsituationen sowohl für Mutter als auch Kind lebensrettend sein, weshalb der Zugang zur Kaiserschnittentbindung als essentielle Strategie für das Erreichen der „Millennium Development Goals“ zur Reduktion maternaler und fetaler Mortalität gilt (74).

Jedoch liegt die Betonung auch auf der stetigen Bemühung, den Kaiserschnitt stets medizinisch sinnvoll und ausschließlich bei ausreichender und wohl überlegter Indikationsstellung zu verwenden, statt nach spezifischen Raten zu streben (75).

Betrachtet man zudem die internationalen Sectioraten im Vergleich, so sind deutliche geografische Unterschiede zu erkennen: Während in West und Zentralafrika die Sectiorate bei ca. 4,1% liegt, beträgt diese in Lateinamerika bereits um die 44,3% (76).

Weltweit jedoch kann allgemein ein rasanter Anstieg der Kaiserschnitttraten beobachtet werden: So stieg beispielsweise die weltweite Kaiserschnitttrate von 2010 bis 2015 um 12.1% (76). Durchschnittlich zwar steigt die Rate an Kaiserschnittentbindungen weltweit um ca. 3,7% pro Jahr, am schnellsten jedoch ist dieser Anstieg in Osteuropa und Zentralasien (5,5% Anstieg pro Jahr) sowie Südostasien (6,1% pro Jahr) zu beobachten (76).

Stellt man nun den Kaiserschnitt als lebensrettendes Instrument für Mutter und Kind bei medizinisch korrektem Einsatz den Risiken einer solchen Operation gegenüber, stellt sich die Frage nach der "optimalen" Rate an Kaiserschnittentbindungen: Diese Rate soll ausdrücken, ab welchem Punkt die Reduktion der fetalen und maternalen Mortalität und Morbidität trotz erfolgter Sectio nicht mehr gewährleistet ist und folglich die Risiken den Benefit einer solchen Operation übersteigen (77).

Die Risiken des Kaiserschnitts bestehen vor allem in einer erhöhten maternalen Gesamtletalität, vermehrten postpartalen intensivmedizinischen Aufenthalten und Bluttransfusionen sowie erhöhten Raten an Hysterektomien (78).

Auch ist der Kaiserschnitt mit einem erhöhten Risiko für Uterusrupturen und abnormaler Plazentation in Folgeschwangerschaften, für die Ausbildung von ektopen Schwangerschaften, IUFT sowie Frühgeburtlichkeit assoziiert (72).

Zudem konnte in einigen Studien ein erhöhtes Risiko für „SAMM“ („*severe acute maternal morbidity*“) nach Kaiserschnittentbindungen im Vergleich zu vaginalen Geburten nachgewiesen werden (79–81). „SAMM“ wurde hier definiert als das Vorkommen von Komplikationen wie zum Beispiel Blutungen mit Notwendigkeit zur Transfusion oder Hysterektomie, Uterusruptur, Notwendigkeit der Hysterektomie allgemein, anästhesiologische Komplikationen, Schock, Herzstillstand, Nierenversagen, Thrombembolie oder Infektionen (72).

Fortschritte im Bereich anästhesiologischer und chirurgischer Techniken, vor allem hinsichtlich Thrombose- und perioperativer Antibiotikaprophylaxe, können jedoch zur Minimierung einiger der oben genannten Risiken führen (72).

Weitere Risiken des Kaiserschnitts beinhalten die Ausbildung von pelvinen Adhäsionen, Subfertilität, chronische Schmerzen sowie die sexuelle Dysfunktion (72).

Kinder, die per Kaiserschnitt auf die Welt gekommen sind, haben zudem ein erhöhtes Risiko für immunbedingte Erkrankungen, wie beispielsweise Allergien, Atopien und Asthma, sowie für die Entwicklung eines Diabetes mellitus (72).

Auch wenn, unter Berücksichtigung der oben erläuterten Vor- sowie der Nachteile des Kaiserschnitts, die festgelegte „optimale“ Rate zwischen den einzelnen Studien zwischen 10- bis 19% variiert, so bestand größtenteils Einigkeit in zwei Punkten: 1) ab einer Sectiorate von über 20% besteht kein weiterer signifikanter Impact auf die Reduktion maternalen und fetaler Morbidität und Mortalität trotz steigender Sectiorate, und: 2) Sectioraten von unter 10% sind mit einer erhöhten maternalen und fetalen Morbidität und Mortalität vergesellschaftet (74,77,82).

Zusammenfassend kann der Kaiserschnitt, sofern medizinisch korrekt indiziert, als herausragendes Instrument zur Senkung der maternalen und fetalen Morbidität und Mortalität genutzt werden, jedoch stets unter sorgsamer Beachtung der sich daraus ergebenden Risiken für Mutter und Kind.

1.2.5. Vaginal-operative Entbindungsverfahren

Das Ziel einer instrumentellen Entbindung, auch vaginaloperative Entbindung genannt, liegt sowohl in der Beschleunigung der vaginalen Geburtsbeendigung in der Austreibungsperiode als auch in der Ermöglichung einer vaginalen Geburt bei maternaler Erschöpfung oder Geburtsstillstand (83).

Allgemein kann bei Schädellage des Kindes zwischen zwei Verfahren unterschieden werden: der Forcepsentbindung und der Vakuumextraktion (VE) (83).

Aufgrund der erhöhten maternalen Verletzungsrate, insbesondere hinsichtlich Dammverletzungen Grad III und IV und deren begleitender Langzeitfolgen (83–86), sowie der einfacheren Handhabung und geringeren Rate an neonatalen kraniofaszialen Verletzungen

der Vakuummethode kann derzeit eine deutliche Favorisierung der Vakuum-Methode beobachtet werden (87).

Hinsichtlich der Indikationen solcher Verfahren unterscheidet man zwischen fetalen (pathologisches CTG, fetale Azidose), maternalen (maternale Erschöpfung oder Insuffizienz des Pressens), oder gemischt fetal-maternalen Indikationen (protrahierte Austreibungsperiode, Geburtsstillstand) (83,87).

Voraussetzung für diese Entbindungsform ist die vollständige Eröffnung des Muttermundes, eine gesprungene Fruchtblase, ein ausreichend tiefer Höhenstand und damit einhergehend die ausreichende Erreichbarkeit des kindlichen Kopfes, adäquate Analgesie sowie das maternale Einverständnis (87).

Kontraindiziert ist diese Methode jedoch beispielsweise bei Verdacht auf absolutes fetopelvines Missverhältnis, Gesichtslage des Kindes, sowie bei fetalen oder maternalen Erkrankungen, die mit einer erhöhten Blutungsneigung des Kindes assoziiert sind (z. B. Hämophilie A) (83) oder Frühgeburtlichkeit unter 34+0 Schwangerschaftswochen (SSW) (87).

In einer retrospektiven Analyse von Polkowski et al. wurde dahingehend das maternale (Blutverlust, postpartale Anämie, Wundheilungsstörung, Fieber) und fetale (5 Minuten Apgar <7, pH<7,20, pädiatrische respiratorische Unterstützung, Intensivaufenthalt) Outcome zwischen vaginaloperativen Entbindungsverfahren und einer sekundären Sectio in der Austreibungsperiode verglichen (88). Es konnte gezeigt werden, dass keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Outcomes bestanden und folglich eine vaginaloperative Entbindung unter Abwägung der Risiken bei passendem geburtshilflichen Befund angezeigt ist (88).

Doch auch eine vaginaloperative Entbindung geht mit gewissen maternalen und fetalen Risiken einher: Maternal kommt es häufig zu ausgeprägten Dammverletzungen und damit einhergehend zu postpartalen perinealen Schmerzen und Inkontinenzbeschwerden, wohingegen es beim Feten zu Kephalhämatomen und intrakraniellen Blutungen mit einhergehender neurologischer Problematik kommen kann (87). Die Inzidenz intrakranieller fetaler Blutungen wird jedoch mit einer von 650 bis 850 Geburten als eher gering eingestuft (87).

Zusammenfassend gilt auch bezüglich des Einsatzes vaginaloperativer Entbindungsverfahren die umsichtige Berücksichtigung und Abwägung des Nutzens und Risikos, um die größtmögliche maternale und fetale Sicherheit bei gleichzeitiger Minimierung der Risiken,

sowohl die einer erschwerten Geburt als auch die einer instrumentellen Entbindung, zu gewährleisten.

1.2.6. Analgesie unter der Geburt

Das Schmerzempfinden unter der Geburt variiert individuell stark und ist von vielen Faktoren, wie beispielsweise der Parität, der Position und Mobilität sowie von psychosozialen Hintergründen abhängig (89).

Allgemein kann zwischen nicht-pharmakologischen sowie pharmakologischen Ansätzen zur Analgesie unter der Geburt unterschieden werden: während nicht-medikamentöse auf ein verbessertes Coping abzielen, dienen verabreichte Medikamente eher der Unterdrückung des Schmerzes (90).

Beispiele für nicht-medikamentöse Ansätze sind die Hypnose, das Biofeedback, warmes Wasser, Massagen oder Akupunktur, wohingegen Lachgas, Opioide, nicht-steroidale antiinflammatorische Schmerzmedikation (NSAID), Spasmolytika sowie die Periduralanästhesie (PDA) den medikamentösen Verfahren zugeordnet werden können (90). Die effektive analgetische Wirkung medikamentöser Verfahren wurde bereits in vielen Studien untersucht, jedoch sind alle diese Medikamente nicht gänzlich nebenwirkungsfrei (89). Vorteile der PDA beispielsweise sind eine rasche und sehr wirkungsvolle Schmerzerleichterung und damit einhergehend die erhöhte maternale Zufriedenheit unter der Geburt (89). Auch zeigen sich unter PDA keine erhöhten Raten an vaginal-operativen Entbindungsverfahren oder Kaiserschnitten (89).

Potentielle Nebenwirkungen der PDA jedoch sind intrapartale hypotensive Episoden, die mit einer Beeinträchtigung der fetalen Oxygenierung eingehen können, postpartale Kopf- und Rückenschmerzen sowie Harnblasenentleerungsstörungen (89). Auch besteht ein erhöhtes Risiko für eine sekundäre Wehenschwäche, welche oftmals zu einer durchschnittlichen Verlängerung der Geburtsdauer und vermehrtem Einsatz von Oxytocin zur Wehenstimulation führt (89).

Doch auch intravenös verabreichte Opioide können zu einer raschen und wirkungsvollen Analgesie unter der Geburt führen, gehen jedoch mit einem erhöhten Risiko für Übelkeit, Erbrechen oder Schwindel sowie für postnatale kindliche Atemdepressionen einher (89,91).

Dahingehend betonen einige Autoren die Wichtigkeit der persistierenden konsequenten Betreuung der Gebärenden durch eine Hebamme und / oder ärztliches Personal (92).

So konnte gezeigt werden, dass Frauen, die unter der Geburt kontinuierlich betreut wurden, höhere Raten an Spontangeburt aufwiesen, weniger Analgesie benötigten und subjektiv ein besonders positives Geburtserleben erfuhren (92).

Viele Frauen versuchen daher zunächst, invasive oder pharmazeutisch analgetische Methoden zu vermeiden, was zu einem Anstieg der Popularität komplementärer Methoden zur Schmerzerleichterung geführt hat (93).

Die Wirksamkeit solcher Methoden, wie beispielsweise der Massage (93), Entspannungstechniken (94) oder der Akupunktur und Akupressur (95) wurden zwar in vielen Studien bereits untersucht und ein positiver Effekt vermutet, die Evidenz solcher Methoden ist dennoch wissenschaftlich nicht ausreichend belegt (93–95).

Hinsichtlich der Relevanz einer adäquaten Analgesie unter Geburt jedoch konnte gezeigt werden, dass ein längerfristiges Aushalten von Schmerzen mit einer erhöhten Rate an postnataler Depression und allgemein einem negativem Geburtserleben einhergeht, welches wiederum den Wunsch nach Folgeschwangerschaften negativ beeinflussen kann (96).

Daher ist eine adäquate Analgesie wichtiger Bestandteil einer entspannten Geburt und trägt maßgeblich zu einem nachhaltigen positiven Geburtserleben bei (96).

Zusammenfassend stehen zahlreiche medikamentöse, und folglich oftmals der Klinik vorbehaltene, und nicht-medikamentöse Verfahren zur Schmerzerleichterung unter der Geburt zur Verfügung (97).

Eine ausführliche Erklärung der verschiedenen Optionen sowie ein Einbinden der Patientin in die Entscheidung ist bei allen Verfahren jedoch unerlässlich, um eine zufriedenstellende Analgesie unter der Geburt und damit einhergehend ein nachhaltig positives Geburtserleben sicherzustellen (97).

1.3. Medikalisierung oder Notwendigkeit?

Wie bereits erwähnt, sind klinische Geburten im Allgemeinen zwar mit einem erhöhten Maß an Interventionen assoziiert und risikoarme Schwangerschaften daher oftmals in einer gewissen Form dem Risiko einer „Medikalisierung“ ausgesetzt (4), jedoch besteht die

Schwierigkeit vor allem in der Vorhersage einer unkomplizierten Spontangeburt und damit einhergehend in der Differenzierung zwischen Geburten, die einer Intervention bedürfen und von dieser profitieren und Geburten, die ohne Interventionen erfolgreich beendet werden können (98).

Um die Problematik der Vorhersage einer unkomplizierten Geburt zu verdeutlichen, konnte 2013 in einer französischen Studie gezeigt werden, dass trotz präpartaler Identifizierung von Patientinnen mit einer unkomplizierten Schwangerschaft und dahingehend der Klassifizierung als Niedrigrisikogeburt 37% peripartal eine geburtshilfliche Intervention benötigten (99).

Auch ist das Risiko einer Intervention im natürlichen Geburtsverlauf trotz Klassifizierung als Niedrigrisikogeburt bei unkomplizierter Schwangerschaft bei erstgebärenden Patientinnen erwartungsgemäß höher als bei Mehrgebärenden (100).

Laut aktuellen Schätzungen benötigen im Allgemeinen circa 15% der Gebärenden im Verlauf medizinische Hilfe (101).

Die schnelle Verfügbarkeit geburtshilflicher Notfallmaßnahmen, wie beispielsweise die intravenöse Gabe von Antibiotika, Transfusionen, Antikonvulsiva oder Kontraktionsmitteln sowie die Durchführung operativer Eingriffe wie Kaiserschnitte, Saugglockenentbindungen oder manuelle Plazentalösungen, kann daher bei entsprechender Indikation maßgebend zur Prävention maternalen und fetalen Mortalität beitragen (101).

Folglich von größter Relevanz ist daher die präpartale Identifizierung von Patientinnen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit eine klinische Intervention benötigen und damit von dieser profitieren, um so bei präpartal bestehenden Risikofaktoren eine möglichst sichere Geburt mit positivem maternalen und fetalen Outcome gewährleisten zu können (98).

Um dahingehend grundlegend die Optimierung des fetalen und maternalen Outcomes durch die Möglichkeit einer raschen medizinischen Intervention unter der Geburt bei risikobehafteten Schwangerschaften zu gewährleisten, existieren derzeit international verschiedene Empfehlungen bezüglich der Planung und Durchführung einer außerklinischen Geburt (102).

In Deutschland beispielsweise wird unterschieden zwischen „Kriterien, die eine Geburt im häuslichen Umfeld [...] ausschließen“ und „Kriterien, die eine Geburt im häuslichen Umfeld nach gründlicher Abklärung durch weitere Diagnostik, fachärztliches Konsil und ggf. Teamentscheidung sowie nach spezieller Risikoauflärung nicht ausschließen“ (103).

Zu den eine außerklinische Geburt ausschließenden Kriterien gehören beispielsweise Zustand nach (Z.n.) Uterusruptur, Z.n. Re-Sectio, HIV, insulinpflichtiger Diabetes sowie Frühgeburtlichkeit oder eine Plazenta prävia (103). Nicht ausgeschlossen aber einer fachärztlichen Abklärung zu unterziehen ist eine außerklinisch geplante Geburt beispielsweise bei Z.n. Schulterdystokie, fetaler Makrosomie, maternalen Gerinnungsstörungen oder Z.n. vorzeitiger Plazentalösung (103).

Übereinstimmend empfiehlt das National Institute for Health and Care Excellence (NICE) Patientinnen mit geringem peripartalen Risiko die Erwägung einer außerklinischen Geburt aufgrund geringerer Interventionsraten und höheren Raten an Spontangeburt bei gleichem neonatalen Outcome, betont jedoch die Notwendigkeit der Beachtung von Risikofaktoren, deren Vorliegen zur Empfehlung der Durchführung einer Geburt in einem klinischen Setting führen (maternale Vorerkrankungen, Komplikationen in einer vorherigen Schwangerschaft und jetzige schwangerschaftsassozierte Risikofaktoren) (104).

Auch gilt es, Patientinnen, die sich für eine außerklinische Geburt entschieden haben, jedoch im Geburtsverlauf oder danach medizinische Hilfe benötigen, eine sichere und zeitnahe Verlegung in die Klinik zu ermöglichen, um durch die nachträgliche Gewährleistung rascher medizinischer Interventionen auch in diesen Situationen das Outcome von Mutter und Kind zu optimieren (105).

So konnte in einigen Studien bereits belegt werden, dass eine rasche Transportzeit entscheidend für die Aufrechterhaltung von maternalem und fetalem Wohlbefinden ist (106–108).

Betrachtet man nun die Daten der Gesellschaft für Qualität in der außerklinischen Geburtshilfe e.V. (QUAG) bezüglich der außerklinischen Geburten aus dem Jahr 2019, so wurden von 14319 außerklinisch begonnenen Geburten 2232 (15,6%) sub partu und 564 (3,9%) postpartum verlegt (109). Von den intrapartal verlegten Patientinnen waren 74,6% Erstgebärende (109). Hauptgründe für die Verlegung unter der Geburt waren eine protrahierte Eröffnungs- oder Austreibungsperiode (EP: 39,4%, AP: 15,5%), maternaler Wunsch (10,8%), pathologische fetale Herztöne (10,8%), vorzeitiger Blasensprung ohne beginnende Wehentätigkeit (6,5%) sowie grünes Fruchtwasser (3,0%) und hoher Geradstand (3,1%) (109). In Summe konnten 94,0% in Ruhe verlegt werden, 6,0% jedoch mussten in Eile verlegt werden – Hauptgrund hierfür waren auffällige fetale Herztöne (55,6% aller in Eile verlegten außerklinischen Geburten) (109). Betrachtet man die postpartalen Verlegungen, so

wurden 32,8% der Mütter aufgrund einer Plazentalösungsstörung oder bei unvollständiger Plazenta verlegt (109). 22,7% der Mütter wiesen zudem eine Blutung über 1000mL auf und 19,5% brauchten fachmedizinische Nahtversorgung (109).

Im internationalen Vergleich, hier zu einer Studie von Blix et al., in welcher die außerklinischen Verlegungsraten aus Schweden, Norwegen, Dänemark und Island von 2008 bis 2013 eingeschlossen wurden, zeigt sich eine Verlegungswahrscheinlichkeit von 32,5% für erstgebärende und 8,0% für mehrgebärende Patientinnen, mehrheitlich aufgrund eines protrahierten Geburtsverlaufes (110). Postpartal waren die Hauptgründe für eine klinische Verlegung höhergradige Geburtsverletzungen, postpartale Blutungen und neonatale respiratorische Anpassungsstörungen (110). 3,8% der Verlegungen wurden als Notfall klassifiziert (110).

Zusammenfassend widmet sich diese Dissertation daher dem oben bereits beschriebenen Patientinnenkollektiv, welches zwar die präpartalen Kriterien einer außerklinischen Geburt in Deutschland erfüllt, jedoch im Laufe der Geburt dennoch in eine Klinik verlegt worden ist.

Das Ziel soll daher sein, Risikofaktoren zu finden, die eine Verlegung bei außerklinisch geplanter Geburt begünstigen, um dadurch zukünftig Verlegungen außerklinisch geplanter Geburten in eine Klinik zu reduzieren und folglich die Sicherheit von Mutter und Kind bestmöglich zu gewährleisten.

2. Zielsetzung

Das Ziel dieser Dissertation besteht in der Ermittlung von maternalen und fetalen Risikofaktoren, die mit einer Verlegung von außerklinisch begonnenen Geburten in die Klinik assoziiert sind.

In einem zweiten Schritt erfolgt die Erstellung eines Scores aus den ermittelten Risikofaktoren, anhand dessen im Sinne eines individuellen präpartalen Risikoprofils in zukünftigen prospektiven klinischen Studien die Wahrscheinlichkeit des Erfolgs einer Geburt im außerklinischen Setting evaluiert werden können soll.

Hierdurch könnten zukünftig Verlegungen außerklinisch geplanter und begonnener Geburten in eine Klinik reduziert und folglich die Sicherheit von Mutter und Kind bestmöglich gewährleistet werden.

3. Patientinnen und Methoden

In dieser Dissertation wurden in einer retrospektiven Datenanalyse bei Patientinnen, die zwar die derzeit in Deutschland implementierten Kriterien für eine außerklinische Geburt erfüllten, im Geburtsverlauf jedoch in die Klinik verlegt werden mussten, verschiedene maternale und fetale präpartale Risikofaktoren hinsichtlich ihres möglichen Einflusses auf eine erhöhte Verlegungswahrscheinlichkeit einer außerklinisch geplanten Geburt untersucht.

Die Erfassung und Dokumentation der klinischen Geburten erfolgt mit Hilfe des Programmes ViewPoint-PIA Fetal database® (GE Healthcare, Chicago, Illinois, USA).

Teil dieser Dokumentation ist die Erfassung des jeweiligen Ortes, an dem die Geburt ursprünglich hätte stattfinden sollen. So kann zwischen klinisch geplanten und außerklinisch geplanten, aber in die Klinik verlegten Geburten unterschieden werden.

Zu Beginn wurden daher zunächst alle im ViewPoint® erfassten außerklinisch geplanten aber in die Klinik verlegten Geburten anonymisiert gesammelt (siehe Abbildung 2). Eingeschlossen wurden hier sowohl verlegte Haus- als auch Geburtshausgeburten. Die erfassten Informationen bezüglich einer jeden Geburt beinhalteten:

- Anzahl Gravidität und Parität
- Schwangerschaftsrisiken der Kataloge A und B gemäß Mutterschaftsrichtlinien
- Schwangerschaftswoche zum Zeitpunkt der Entbindung
- Geburtsmodus und falls erforderlich Indikation zur operativen Entbindung
- Intrapartale Geburtsrisiken
- Geburtsverletzungen
- Blutverlust
- Geburtsgewicht des Kindes

Im Anschluss erfolgte die Erstellung einer Referenzgruppe aus Frauen, die unkompliziert spontan in unserer Klinik geboren hatten. Hierzu wurden zunächst folgende intrapartale Ein-/Ausschlusskriterien angewandt und anonymisiert im ViewPoint® gesucht:

- Spontangeburt
- Keine Anästhesie oder Analgesie
- Kein Dammriss Grad III und IV
- Keine Episiotomie
- Vollständige Plazenta ohne Plazentalösungsstörung
- Keine verstärkte Blutung
- Keine Geburtseinleitung
- Keine Oxytocindauerinfusion oder andere wehenfördernde Mittel
- Keine Frühgeburt <37+0 SSW oder Terminüberschreitung >42. SSW
- Keine Lageanomalie oder Mehrlinge
- Keine intrapartalen Risiken, die im außerklinischen Setting eine klinische Verlegung gefordert hätten, wie beispielsweise ein pathologisches oder suspektes CTG

Durch diese Kriterien konnten intrapartal risikoarme Geburten, die außerklinisch hätten stattfinden können, identifiziert werden. Die erfassten Informationen zu jeder Geburt entsprachen denen der Vergleichsgruppe (siehe oben).

Anhand der erfassten Schwangerschaftsrisiken der Kataloge A und B wurden nun die Geburten der Referenzgruppe entsprechend den Ausschlusskriterien des GKV Spitzenverbandes für eine außerklinische Geburt erneut einem Filter unterzogen (103).

So wurden Schwangerschaften, die nicht außerklinisch entbinden hätten dürfen, aus der Studie ausgeschlossen. Durch die intra- und präpartalen Filter konnte gewährleistet werden, dass die Referenzgruppe Schwangerschaften und Geburten entspricht, die risikoarm außerklinisch hätten entbinden können.

Daraufhin wurden sowohl die Referenz- als auch die Vergleichsgruppe auf folgende Risikofaktoren hin überprüft:

- Parität (Nulli-/Primi-/oder Multipara)
- Z.n. Sectio

- Maternales Alter über 35 Jahre
- Gewicht des Kindes (unter 3000g, 3000-3500g, 3500-4000g, über 4000g)
- Diätetisch eingestellter Gestationsdiabetes (dGDM)
- Adipositas (BMI >24,9)
- Z.n. 2 oder mehr Aborten oder Abbrüchen
- Z.n. Sterilitätsbehandlung

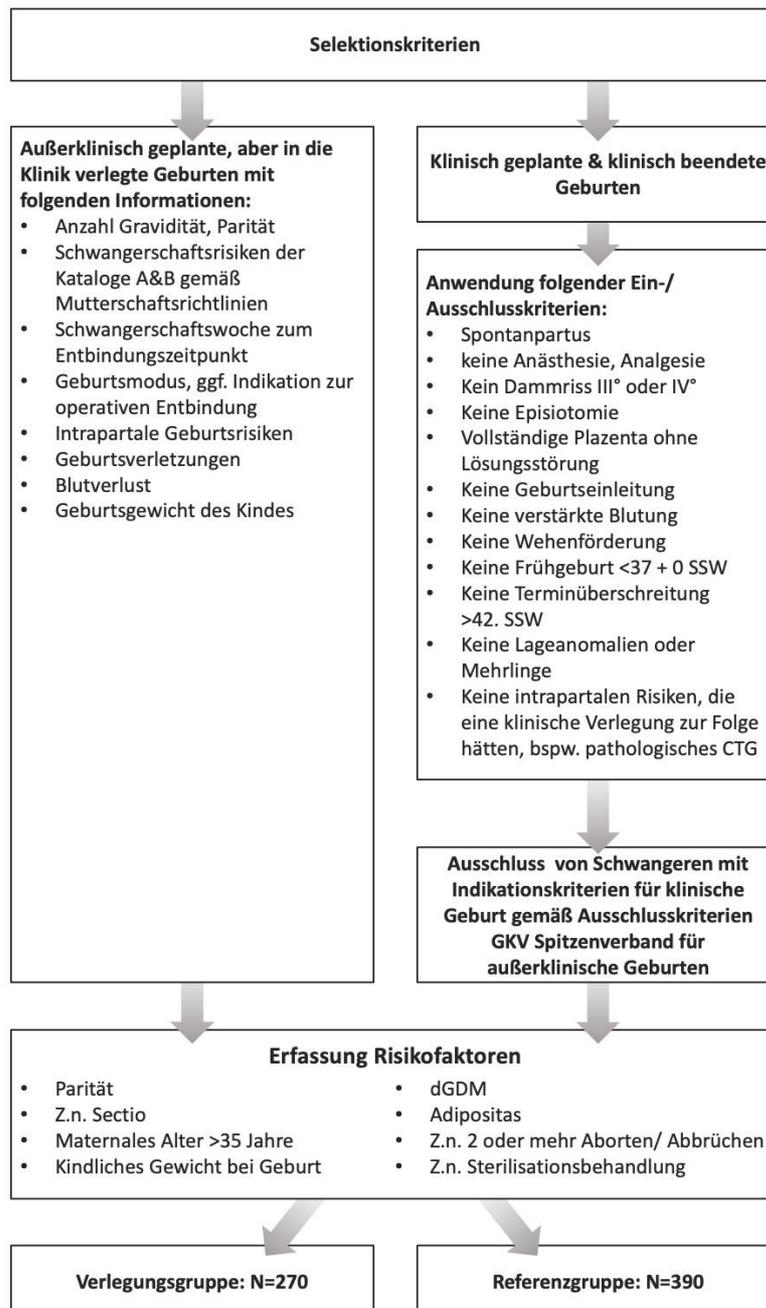


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Bildung von Referenz-/ und Verlegungsgruppe

Die Einteilung des kindlichen Gewichtes in die oben genannten Gruppen erfolgte auf der Basis, dass das kindliche Geburtsgewicht zum Zeitpunkt der Vorstellung der Schwangeren in der Klinik nicht exakt vorhersagbar ist, jedoch anhand der oben gewählten Gruppierung eine annähernde Schätzung erfolgen kann.

Auch wurde das maternale Alter nicht individuell, sondern lediglich der Risikofaktor „maternales Alter über 35 Jahre“ ermittelt, damit die anonyme Handhabung der Daten gewährleistet werden konnte.

Zum Risikofaktor „Sterilitätsbehandlung“ gehörten folgende im ViewPoint® erfassten Prozeduren: Z.n. in-vitro-Fertilisation (IVF), Z.n. intrazytoplasmatischer Spermieninjektion (ICSI), Z.n. Insemination, Z.n. sonstiger Sterilitätsbehandlung.

Anhand dieser Daten erfolgten anschließend die statistische Analyse und Auswertung mit Hilfe der Statistiksoftware RStudio (RStudio Team (2016). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL).

Die deskriptive Statistik erfolgte zunächst mit Hilfe einer uni – sowie bivariaten Datenanalyse. Zum Nachweis eines möglichen Zusammenhanges zwischen jeweils zwei Risikofaktoren wurde hier in Bezug auf die bivariate Datenauswertung der Korrelationskoeffizient nach Spearman verwendet.

Nach Anwendung einer automatischen Modellselektion mit Akaikes Informationskriterium erfolgte im Anschluss die Durchführung einer logistischen Regression, um den Zusammenhang zwischen den einzelnen Risikofaktoren und dem jeweiligen Einfluss auf die Verlegungswahrscheinlichkeit in die Klinik zu ermitteln.

Daraufhin fand die Entwicklung eines Scores statt, welcher den Risikofaktoren entsprechend ihrem Einfluss auf die Verlegungswahrscheinlichkeit Punktzahlen zuordnet, anhand deren Summe die individuelle Verlegungswahrscheinlichkeit abgelesen werden kann.

Hierzu wurde zunächst wie bereits erwähnt ein logistisches Regressionsmodell mit allen evaluierten Einflussgrößen gebildet. Daraufhin erfolgte die Reduktion dieses Modells mittels eines Vorwärts-Rückwärts-Modellselektionsverfahrens unter Verwendung von Akaikes Informationskriterium zu einem kleineren Modell, dessen linear Prädiktor als Score-Funktion verwendet wurde.

Daraufhin wurde anhand einer multinominalen logistischen Regression der Einfluss der einzelnen Risikofaktoren auf den Geburtsmodus (Spontanpartus, vaginal-operative Geburt, Kaiserschnitt) in der Verlegungsgruppe untersucht.

Zuletzt konnte mit Hilfe einer linearen Regressionsanalyse der Einfluss der Risikofaktoren auf den postpartalen Blutverlust der verlegten Patientinnen ermittelt werden.

Anschließend erfolgte die Durchführung einer Matched-Pair-Analyse in Hinblick auf die Evaluation der oben genannten Risikofaktoren. Dieser Analyse zugrunde liegt der Versuch der Angleichung der Populationsstruktur in der Referenz- und Verlegungsgruppe, da aufgrund der retrospektiven Datenerhebung keine Randomisierung erfolgen konnte.

Evaluieren wurden alle die Risikofaktoren, die in der logistischen Regressionsanalyse einen signifikanten Einfluss auf die Verlegungswahrscheinlichkeit zeigten. Eine Matched-Pair-Analyse hinsichtlich des Parameters „Z.n. Sterilitätsbehandlung“ war aufgrund der vorliegenden Fallzahl in der Referenzgruppe (N=1) nicht möglich.

Für die Matched-Pair-Analyse wurden jeweils 88 erstgebärenden Patientinnen aus der Referenzgruppe 88 zufällig ausgewählte erstgebärende Patientinnen aus der Verlegungsgruppe zugeordnet. Dies wurde wiederholt für 48 zweitgebärende Patientinnen und 14 mehrgebärende Patientinnen aus der Verlegungsgruppe, jeweils mit entsprechenden Patientinnen aus der Referenzgruppe. Damit ergab sich ein Datensatz von insgesamt 300 Frauen. Nun wurde mittels logistischer Regression analysiert, welche der untersuchten Parameter einen signifikanten Einfluss auf die Verlegungswahrscheinlichkeit hatte. Dieser Vorgang wurde insgesamt 100-mal wiederholt, und es wurde überprüft, wie oft die einzelnen Risikofaktoren einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Verlegungswahrscheinlichkeit hatten. Durch die 100-fache Wiederholung der Analyse ist statistisch ein Ausgleich der Willkür des Matchings anzunehmen.

Das Signifikanzniveau lag in dieser Studie bei $p < 0,05$.

4. Ergebnisse

4.1. Einfluss der Risikofaktoren auf die Verlegungswahrscheinlichkeit

In Summe wurden in dieser Studie 270 außerklinisch geplante, jedoch im Geburtsverlauf in die Klinik verlegte Geburten sowie 390 Referenzgeburten eingeschlossen.

Zunächst wurden die absoluten und relativen Häufigkeiten der Risikofaktoren in der Referenz- und in der Verlegungsgruppe ermittelt (siehe Tabelle 1):

Tabelle 1: absolute und relative Häufigkeiten der Risikofaktoren in beiden Gruppen

Risikofaktor	Verlegungsgruppe (N=270)		Referenzgruppe (N=390)	
	Absolute Häufigkeit (n)	Relative Häufigkeit (%)	Absolute Häufigkeit (n)	Relative Häufigkeit (%)
Z.n. Sectio	28	10,4	27	6,9
Maternales Alter über 35 Jahre	86	31,9	219	56,2
dGDM	11	4,1	23	5,9
Kindliches Gewicht:				
>4000g	46	17,0	30	7,7
3500-4000g	98	36,3	157	40,3
3000-3500g	96	35,6	154	39,5
<3000g	30	11,2	49	12,6
Parität:				
0	208	77,0	88	22,6
1	48	17,8	197	50,5
>2	14	5,2	105	26,9
Adipositas	10	3,7	28	7,2
Z.n. 2 oder mehr Aborten/Abbrüchen	8	3,0	43	11,0
Z.n. Sterilitätsbehandlung	11	4,1	1	0,3

Bei der Betrachtung der relativen und absoluten Häufigkeiten fällt auf, dass die Patientinnen in der Verlegungsgruppe in 31,9% der Fälle über 35 Jahre alt waren, wohingegen in der Referenzgruppe 56,2% ein Alter von über 35 Jahren aufwiesen. Auch waren 77% der verlegten außerklinischen Geburten Erstgebärende im Vergleich zu 22,6% in der klinischen Geburtengruppe. Der Risikofaktor Z.n. Sectio war zudem bei 10,4% in der Verlegungsgruppe

und lediglich in 6,9% der Referenzgruppe zu finden. Bei annähernd ähnlicher Verteilung der kindlichen Geburtsgewichte bis 4000g fällt auf, dass bei 17% der verlegten Geburten das kindliche Gewicht über 4000g lag, wohingegen dies in der Referenzgruppe in nur 7,7% der Fall war.

Hinsichtlich der Verteilung des kindlichen Gewichtes in der Verlegungsgruppe betrug das geringste Geburtsgewicht 2050g, das höchste dagegen 4670g. Das untere Quartil der Gewichtsverteilung lag in dieser Datengruppe bei 3252g. Dies bedeutet, dass 25% der kindlichen Geburtsgewichte kleiner oder gleich sowie dementsprechend 75% größer oder gleich 3252g waren. Das obere Quartil betrug hier 3850g. Dies hingegen heißt, dass 75% der Geburtsgewichte kleiner oder gleich beziehungsweise 25% größer sind als 3850g. Das Durchschnittsgewicht lag bei 3551g, der Median bei 3540g.

Mit Hilfe der folgenden bivariaten Statistik und damit durch den Korrelationskoeffizient nach Spearman wurde im Anschluss in der Verlegungsgruppe der Zusammenhang zwischen den Risikofaktoren untereinander paarweise analysiert.

Dies diente der Ermittlung eventuell bestehender Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Risikofaktoren und damit einhergehend der Aufdeckung einer gegebenenfalls bestehenden Beeinflussung (Bias).

Die signifikanten ($p < 0,05$) Zusammenhänge mit den entsprechenden Korrelationskoeffizienten (r) sind in Tabelle 2 dargestellt:

Tabelle 2: Korrelationskoeffizient nach Spearman (r) und das entsprechende Signifikanzniveau (p)

Risikofaktoren	Parität	Z.n. Sectio	Alter >35	Gewicht des Kindes	dGDM	Adipositas	≥2 Aborte/ Abbrüche	Z.n. Sterilitätsbehandlung
Parität	x	p<0,001 r=0,60	p<0,001 r=0,21	p=0,010 r=0,20			p=0,041 r=0,13	
Z.n. Sectio	p<0,001 r=0,60	x						
Alter >35	p<0,001 r=0,21		x				p=0,008 r=0,16	p=0,021 r=0,14
Gewicht des Kindes	p=0,001 r=0,20			x		p=0,006 r=0,17		
dGDM					x			
Adipositas				p=0,006 r=0,17		x		
Z.n. 2 oder mehr Aborten/ Abbrüchen	p=0,041 r=0,13		p=0,008 r=0,16				x	
Z.n. Sterilitätsbehandlung			p=0,021 r=0,14					x

Bei Betrachtung der signifikanten ($p < 0,05$) Korrelationskoeffizienten fällt auf, dass diese stets positiv sind. Dies bedeutet, dass bei allen signifikanten Paarungen eine positive Korrelation zueinander besteht.

Betrachtet man nun jedoch die Stärke der jeweiligen Korrelationen, fällt auf, dass bis auf die einer Paarung die Werte der Koeffizienten unter 0,5 liegen. Damit ist hier eine zufällige Verteilung und folglich keine gegenseitige Beeinflussung anzunehmen. Lediglich die Variablen Parität und Z.n. Sectio weisen mit einem Koeffizienten von $r=0,60$ einen Zusammenhang mittlerer Stärke ($0,8 > r > 0,5$) auf. Dies ist jedoch damit verbunden, dass der Z.n. Sectio logischerweise bedeutet, dass die Patientin bereits mindestens einmal entbunden haben muss.

Auf Grund dieser Analyse kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei den erhobenen Risikofaktoren um unabhängige Variablen mit individuellem Einfluss auf die Zielgröße „Verlegung in die Klinik“ handelt.

Daraufhin erfolgte die Durchführung einer logistischen Regression, um den Zusammenhang zwischen den einzelnen Risikofaktoren als unabhängigen Variablen und der Verlegung in die Klinik, hier die abhängige Variable oder Zielvariable, zu untersuchen.

Nach Anwendung einer automatischen Modellselektion mit Akaikes Informationskriterium, welches die Relevanz der einzelnen Risikofaktoren untersucht und diejenigen Faktoren herausfiltert, die eine zuverlässige Vorhersage bezüglich des Eintretens der Zielvariable erlauben, blieben alle Risikofaktoren bis auf den Gestationsdiabetes und die Adipositas bestehen.

Daraufhin wurde für die verbliebenen Risikofaktoren die Odds Ratio (OR) mit dazugehörigem 95% Konfidenzintervall (KI) und entsprechendem Signifikanzniveau (p) berechnet (siehe Tabelle 3 und Abbildung 3).

Tabelle 3: Ergebnisse der logistischen Regression

Risikofaktor	Odds Ratio	95% Konfidenzintervall	p-Wert
P0 : P≥2	31,82	14,94 – 67,79	<0,0001
P0 : P1	20,72	12,0 – 35,79	<0,0001
P1 : P>2	1,54	0,74 – 3,17	0,25
Z.n. Sectio	8,44	4,21 – 16,91	<0,0001
Alter >35 Jahre	0,68	0,44 – 1,03	0,07
Gewicht des Kindes 2000-3000g : 3000-3500g	0,82	0,43 – 1,55	0,54
Gewicht des Kindes 3500-4000g : 3000-3500g	1,68	1,05 – 2,69	0,03
Gewicht des Kindes 4000-5000g : 3000-3500g	7,27	3,50 – 15,13	<0,0001
Z.n. 2 oder mehr Aborten/ Abbrüchen	0,45	0,17 – 1,15	0,10
Z.n. Sterilitätsbehandlung	14,72	1,23 – 177,02	0,03

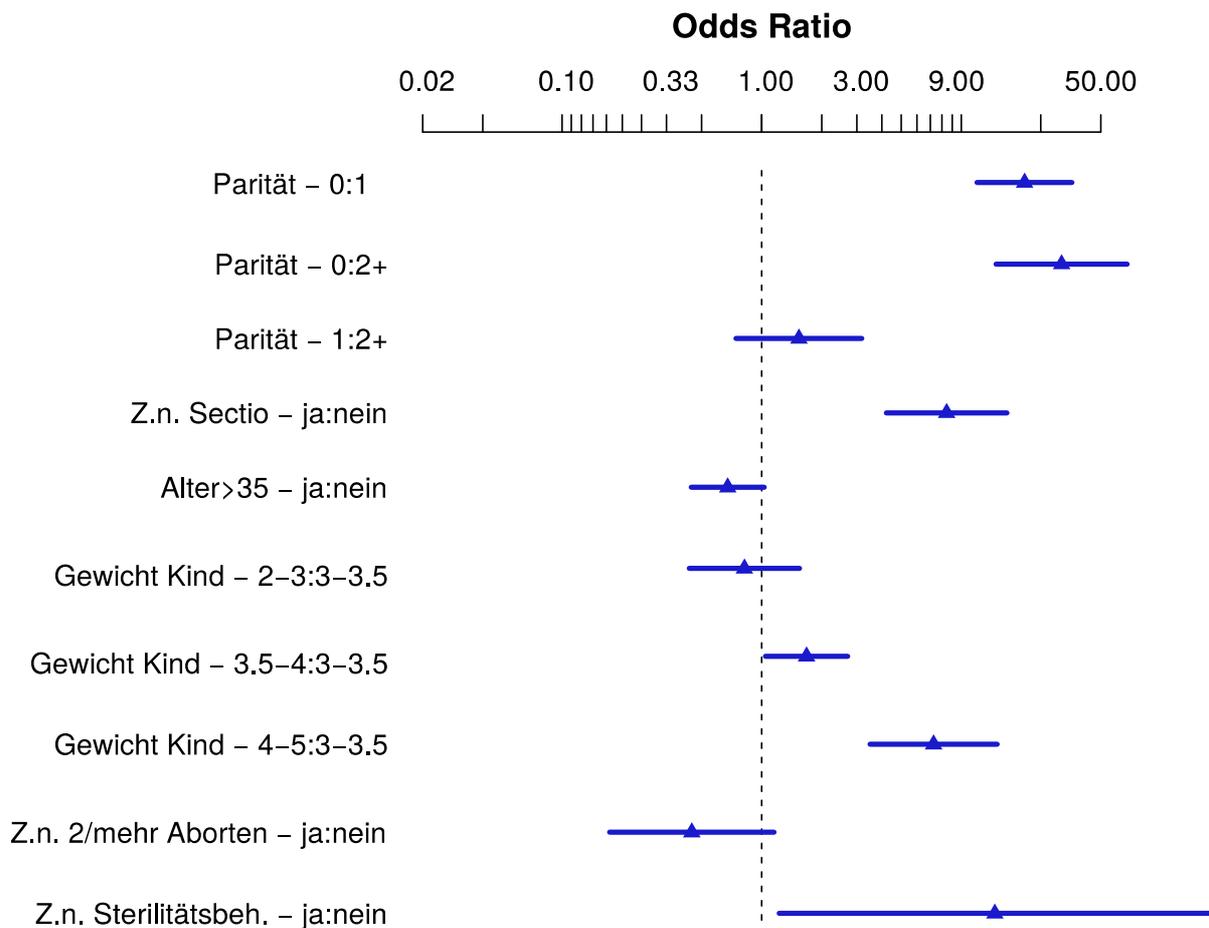


Abbildung 3: Ergebnisse der logistischen Regression

Mit einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ stellen die Risikofaktoren Nulliparität, Zustand nach Sectio, kindliches Geburtsgewicht ab 3500g sowie Zustand nach Sterilitätsbehandlung signifikante Risikofaktoren für die Verlegung einer außerklinisch geplanten Geburt in die Klinik dar. Ein maternales Alter von über 35 Jahren ($p=0,07$) sowie der Zustand nach 2 oder mehr Aborten oder Abbrüchen ($p=0,10$) zeigen keine signifikante Erniedrigung des Verlegungsrisikos. Auch ein kindliches Geburtsgewicht von unter 3000g ($p=0,54$) sowie der Vergleich zwischen Zweit- und Mehrgebärenden ($p=0,25$) zeigen keine statistisch relevante Erhöhung der Verlegungswahrscheinlichkeit.

Basierend auf den oben genannten Ergebnissen der logistischen Regression wurde anschließend ein Score entwickelt, welcher den einzelnen Risikofaktoren und ihren

Ausprägungen entsprechend ihrem Einfluss auf die Verlegungswahrscheinlichkeit einen bestimmten Punktwert (siehe Tabelle 4) zuordnet.

Aus der Summe der Punktwerte der zutreffenden Risikofaktoren kann dann die individuelle Wahrscheinlichkeit für eine Risikogeburt ermittelt und damit einhergehend das jeweilige Risiko einer Verlegung in die Klinik abgelesen werden (mit Risikogeburt sind hier außerklinisch geplante Geburten gemeint, die durch im Geburtsverlauf auftretende Risiken eine klinische Verlegung zur Folge haben) (siehe Tabellen 4 und 5 sowie Abbildung 4):

Tabelle 4: Die einzelnen Risikofaktoren mit entsprechenden Punktwerten

Risikofaktor	Punktwerte
<u>Parität</u>	
0	100
1	12
2+	0
<u>Z.n. Sectio</u>	
Ja	62
Nein	0
<u>Alter >35 Jahre</u>	
Ja	0
Nein	11
<u>Geburtsgewicht des Kindes</u>	
2000-3000	0
3000-3500	6
3500-4000	21
>4000	63
<u>Z.n. 2 oder mehr Aborten / Abbrüchen</u>	
Ja	0
Nein	23
<u>Z.n. Sterilitätsbehandlung</u>	
Ja	78
Nein	0

Tabelle 5: Gesamtpunktzahl und zugehörige Wahrscheinlichkeit für eine Risikogeburt

Gesamtpunktzahl	Wahrscheinlichkeit für Risikogeburt
-13	0,01
56	0,10
95	0,30
120	0,50
144	0,70
183	0,90
252	0,99

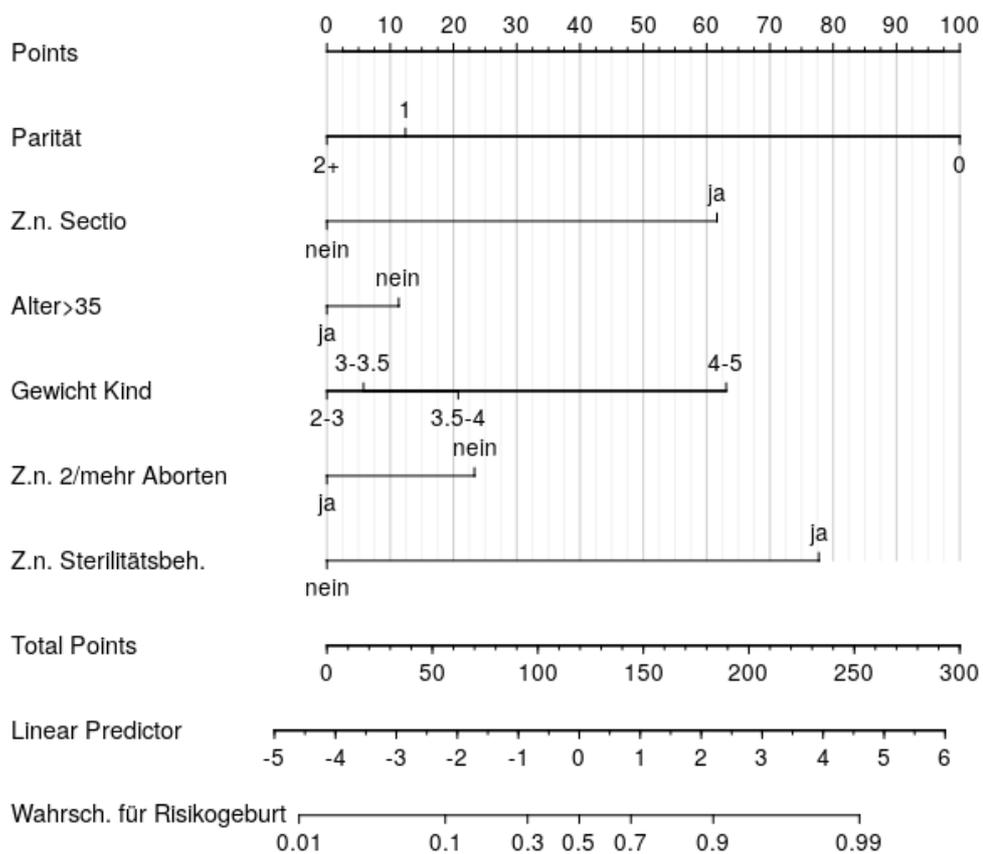


Abbildung 4: Score mit ablesbarer individueller Wahrscheinlichkeit für eine Risikogeburt

Die Ergebnisse der Matched-Pair-Analyse sind in Tabelle 6 dargestellt:

Tabelle 6: Ergebnisse der Matched-Pair-Analyse (N=100)

Risikofaktor	Anzahl signifikanter p Werte (p<0,05)	Mittlere p Werte
Z.n. Sectio	100	p=0,002
Alter > 35 Jahre	56	p=0,07
Gewicht des Kindes 2000-3000g	1	p=0,60
Gewicht des Kindes 3500-4000g	21	p=0,21
Gewicht des Kindes 4000-5000g	100	p<0.001
Z.n. 2 oder mehr Aborten oder Abbrüchen	19	p=0,17

Zusammenfassend konnte in der Matched-Pair-Analyse gezeigt werden, dass die Parameter Z.n. Sectio und Makrosomie des Kindes einen hoch signifikanten Einfluss auf die Verlegungswahrscheinlichkeit einer außerklinisch begonnenen Geburt in die Klinik hatten (siehe Tabelle 6).

4.2. Einfluss der Risikofaktoren auf den Geburtsmodus in der Verlegungsgruppe

Die absoluten und relativen Häufigkeiten des Entbindungsmodus in der Verlegungsgruppe sind in Tabelle 7 dargestellt:

Tabelle 7: Absolute und relativen Häufigkeiten des Entbindungsmodus in der Verlegungsgruppe

Entbindungsmodus	Absolute und relative Häufigkeit (N=270)
Vakuumextraktion	65 (24,1%)
Sectio	60 (22,2%)
Spontanpartus	145 (53,7%)

Mit Hilfe einer multinominalen Regressionsanalyse wurde dann die Korrelation der vorhandenen Risikofaktoren im Hinblick auf den Geburtsmodus (Spontanpartus/Vakuumentraktion/Kaiserschnitt) in der Verlegungsgruppe untersucht.

Nach Anwendung einer automatischen Modellselektion mit Akaikes Informationskriterium zeigten sich lediglich die Parität ($p < 0,001$) und der Z.n. Sectio ($p = 0,01$) als statistisch signifikante und prädiktiv relevante Risikofaktoren bezüglich ihres Einflusses auf den Geburtsmodus.

Die anderen Risikofaktoren zeigten keinen statistisch signifikanten oder prädiktiv relevanten Einfluss auf den Entbindungsmodus ($p > 0,5$). Verglichen wurde auch hier Nulliparität mit Primi- und Multiparität ($P \geq 1$).

Die entsprechende Odds Ratio mit 95% Konfidenzintervall ist in Tabelle 8 dargestellt:

Tabelle 8: Ergebnisse der multinominalen Regressionsanalyse für Parität und Z.n. Sectio im Hinblick auf den Geburtsmodus

	Parität 0 : Parität 1+	Z.n. Sectio
Kaiserschnitt	OR: 3,7 KI: 1,20 – 11,22	OR: 3,1 KI: 0,73 – 12,93
Vakuumentraktion	OR: 8,0 KI: 1,81 – 35,41	OR: 8,2 KI: 1,51 – 44,40

Es wird deutlich, dass bei erstgebärenden Patientinnen das Risiko eines Kaiserschnittes oder einer Vakuumentraktion im Vergleich zu Patientinnen, die bereits ein oder mehrere Kinder vaginal entbunden haben, signifikant höher ist ($p < 0,001$). Dieser Zusammenhang und die entsprechende Wahrscheinlichkeit für die jeweiligen Geburtsmodi in Abhängigkeit von der Parität sind ebenfalls in Abbildung 5 dargestellt:

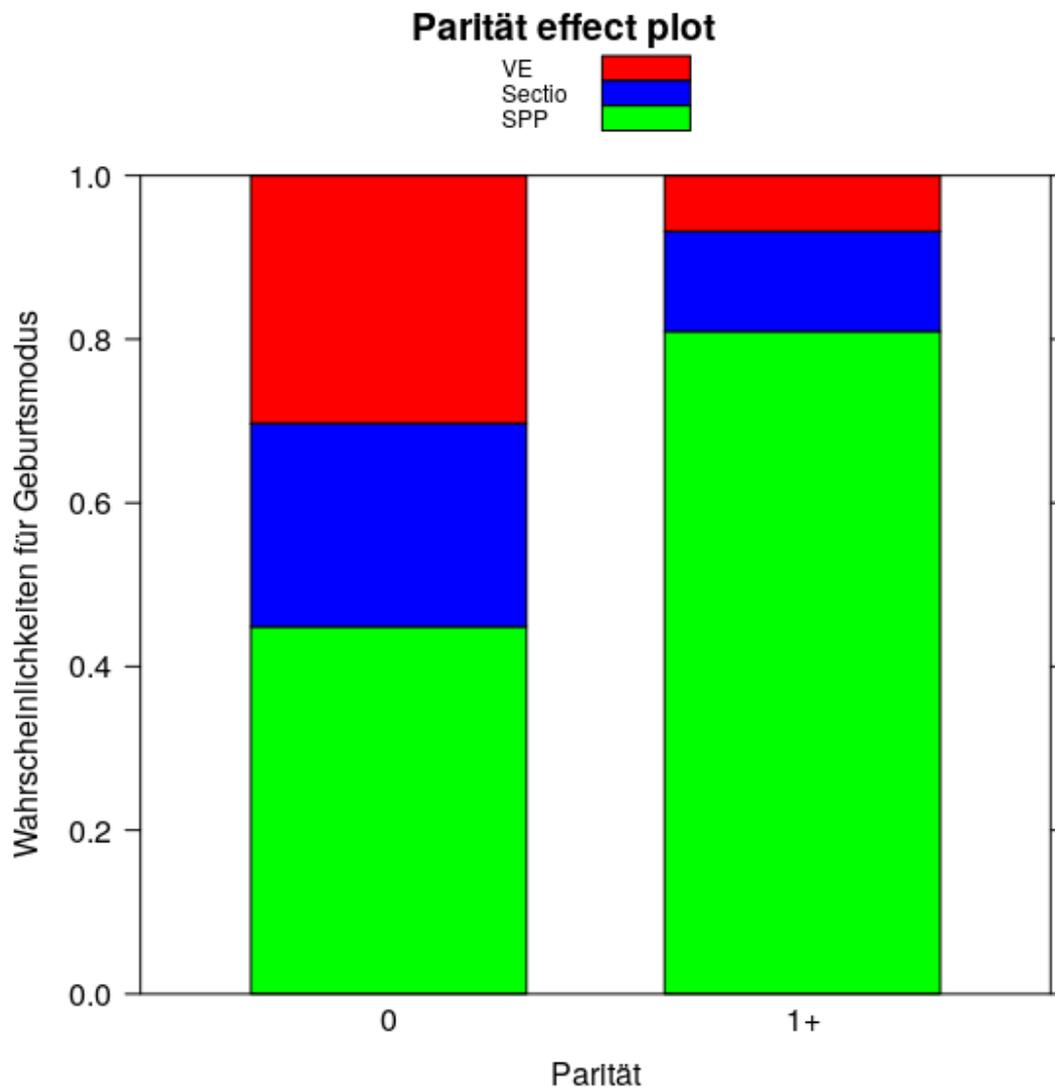


Abbildung 5: Einfluss der Parität auf den Geburtsmodus

Auch der Zustand nach Sectio erhöht anhand der hier ausgewerteten Daten das Risiko einer Vakuumextraktion ($p=0,01$).

Zuletzt wurde die Wahrscheinlichkeit einer Spontangeburt, einer Vakuumextraktion oder eines Kaiserschnittes in Abhängigkeit des kindlichen Geburtsgewichtes berechnet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 6 dargestellt:

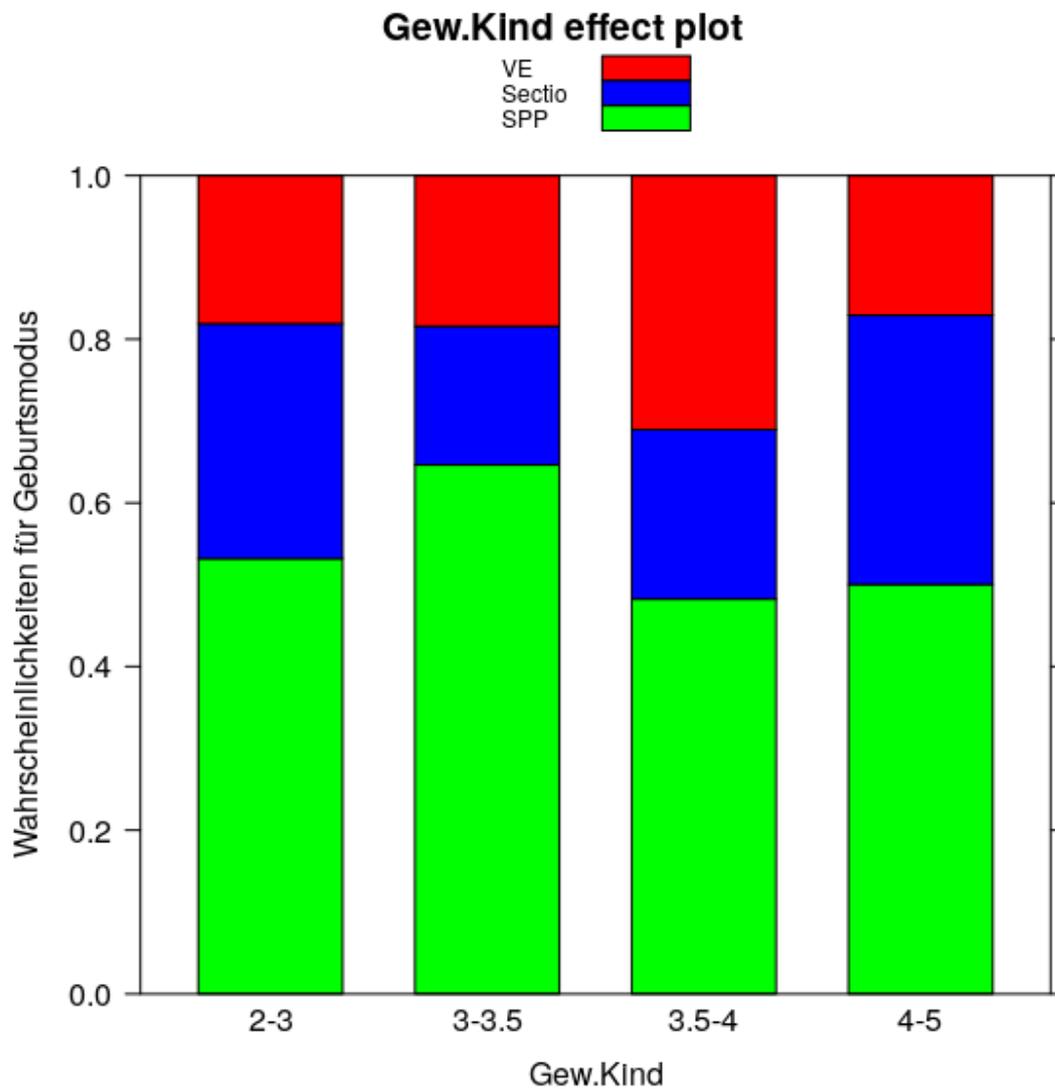


Abbildung 6: Einfluss des kindlichen Gewichtes (kg) auf den Geburtsmodus

Der Zusammenhang zeigte sich anhand der ausgewerteten Daten mit einem p von 0,12 zwar nicht statistisch signifikant, jedoch wird dennoch deutlich, dass bei einem Geburtsgewicht ab 3500g die Rate an vaginal-operativen und operativen Entbindungsverfahren im Vergleich zu 3000g-3500g höher ist.

4.3. Einfluss der Risikofaktoren auf den Blutverlust in der Verlegungsgruppe

Zuletzt wurde der Einfluss der erhobenen Risikofaktoren auf den Blutverlust in der Verlegungsgruppe mit Hilfe einer linearen Regressionsanalyse ermittelt.

Mit Hilfe einer Modellselektion nach Akaike konnte gezeigt werden, dass lediglich das kindliche Geburtsgewicht einen signifikanten Einfluss ($p < 0,001$) und der Zustand nach Sectio einen Trend ($p = 0,06$) in Bezug auf den peripartalen maternalen Blutverlust hat.

Die weiteren Risikofaktoren zeigten keine signifikante Erhöhung des Blutverlustes ($p > 0,5$).

Genauer betrachtet konnte bei einem durchschnittlichen Blutverlust von circa 400ml (374,8ml) in der Verlegungsgruppe daher anhand der vorliegenden Daten gezeigt werden, dass eine Erhöhung des kindlichen Gewichtes um 1000g den peripartalen Blutverlust um ca. 140ml erhöht ($p < 0,001$).

Betrachtet man das Geburtsgewicht des Kindes als klassierte, beziehungsweise gruppierte, Variable, konnte gezeigt werden, dass ein Geburtsgewicht ab 4000g zu einer signifikanten Zunahme des Blutverlustes um ca. 260ml führte ($p = 0,001$).

Der Zusammenhang des kindlichen Geburtsgewichtes (g) auf den maternalen Blutverlust (ml) unabhängig vom Geburtsmodus ist in Abbildung 7 dargestellt:

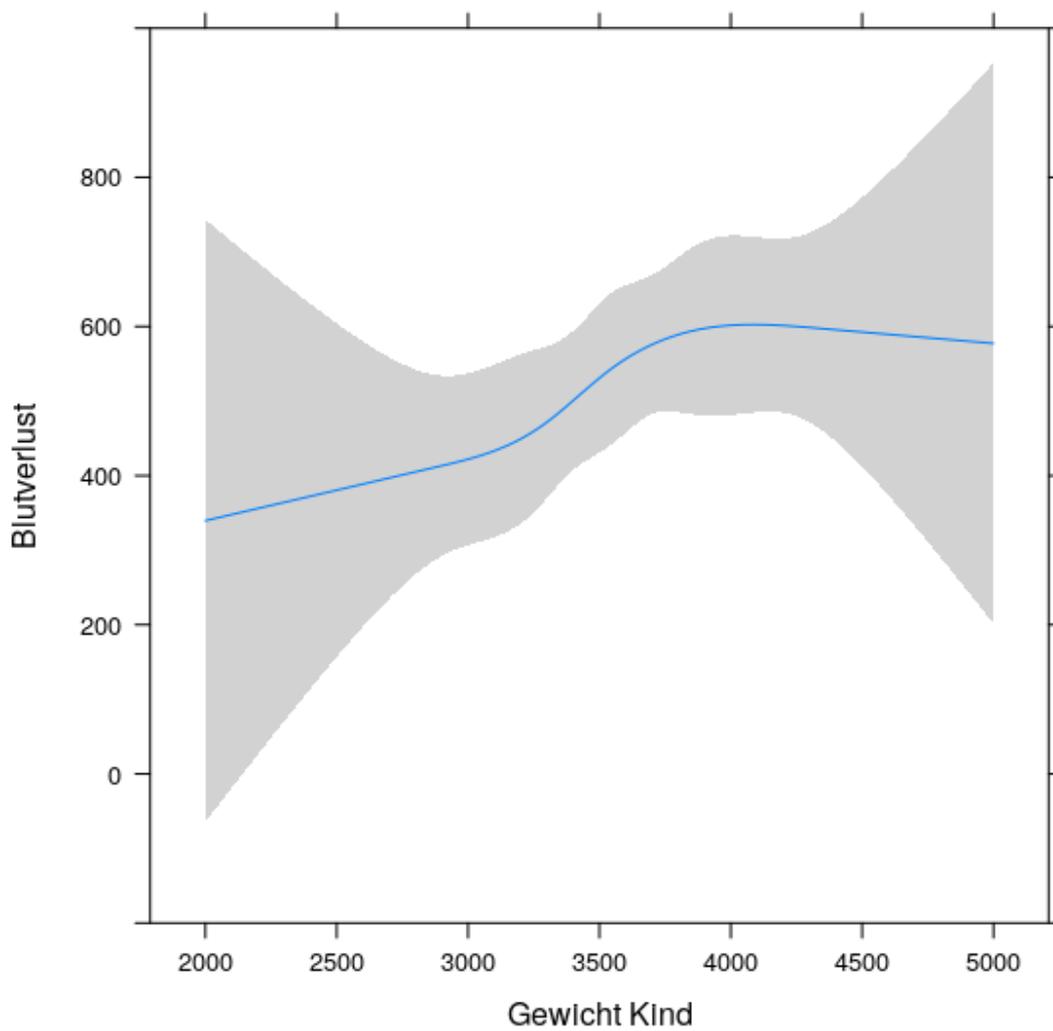


Abbildung 7: Einfluss des kindlichen Geburtsgewichtes (g) auf den Blutverlust (ml) ohne Berücksichtigung des Geburtsmodus

Abbildung 8 spiegelt dagegen den Zusammenhang des kindlichen Geburtsgewichtes und des maternalen Blutverlusts unter Berücksichtigung des jeweiligen Entbindungsmodus wider:

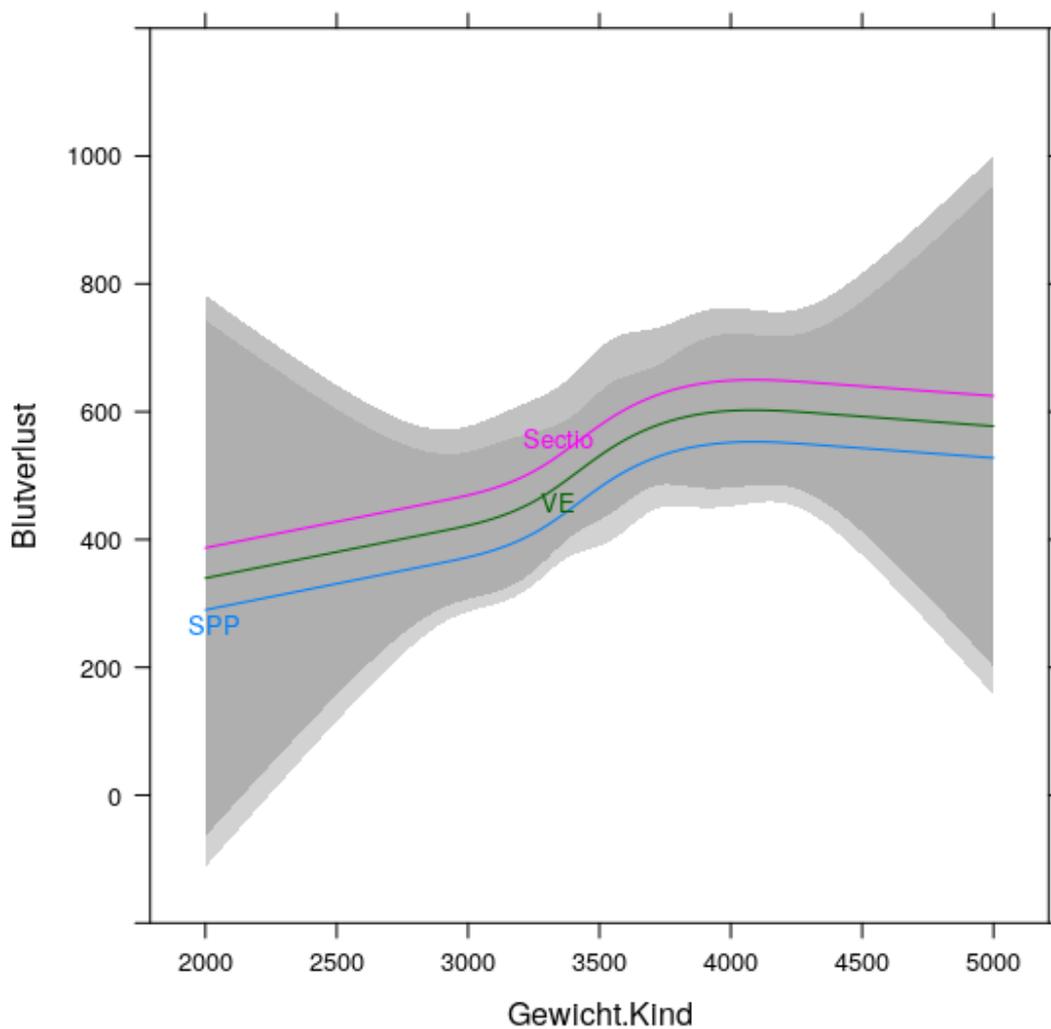


Abbildung 8: Zusammenhang zwischen Geburtsgewicht (g), maternalem Blutverlust (ml) und Entbindungsmodus

Daraus wird zudem deutlich, dass eine Zunahme des kindlichen Geburtsgewichtes bei allen Geburtsmodi zwar mit einer Erhöhung des maternalen Blutverlustes einhergeht, dieser jedoch im Allgemeinen bei einem Kaiserschnitt höher ist als bei einer Vakuumextraktion oder einem Spontanpartus. Derzeit wird der durchschnittliche Blutverlust eines Kaiserschnittes mit 1000mL und der einer Spontangeburt mit 500mL angegeben (111).

Wie oben bereits erwähnt, konnte eine weitere, wenn auch nicht signifikante ($p=0,06$) Erhöhung des Blutverlustes um ca. 100ml bei Durchführung einer Sectio beobachtet werden.

5. Diskussion

Hinsichtlich des Einflusses der Risikofaktoren auf die Verlegungswahrscheinlichkeit einer außerklinisch geplanten Entbindung in die Klinik konnte anhand der erhobenen Daten gezeigt werden, dass erstgebärende Frauen im Vergleich zu Schwangeren, die bereits einmal geboren haben, ein 20,72-fach erhöhtes Verlegungsrisiko bei geplanter außerklinischer Geburt aufweisen ($p < 0,0001$).

Vergleicht man erstgebärende Patientinnen zudem mit solchen, die bereits zwei oder mehr Kinder bekommen haben, ist das Verlegungsrisiko sogar um das 31,82-fache erhöht ($p < 0,0001$).

Das Risiko einer Verlegung von Patientinnen, die bereits ein Kind geboren haben, verglichen mit dem von Patientinnen, die bereits mehrere Kinder zur Welt gebracht haben, ist hingegen nicht signifikant erhöht ($p = 0,25$).

Somit stellt Nulliparität im untersuchten Kollektiv einen Risikofaktor mit einem erheblichen Einfluss bezüglich der Beendigung einer außerklinisch geplanten Geburt in der Klinik dar.

Dies korreliert sowohl mit den Ergebnissen einer Studie von Huet et al., in der gezeigt werden konnte, dass Erstgebärende ein signifikant höheres Risiko für Interventionen in den natürlichen Geburtsverlauf aufweisen als Patientinnen, die bereits ein oder mehrere Kinder geboren haben (100), als auch mit denen von Schuit et al., die eine vermehrte Zunahme von klinischen Verlegungen bei außerklinisch geplanten Geburten bei Patientinnen mit Nulliparität beobachten konnten (112).

Auch spiegelt sich dieser Sachverhalt in dem Qualitätsbericht aus dem Jahre 2019 der Gesellschaft für Qualität in der außerklinischen Geburtshilfe e.V. wider, wonach 74,6% aller verlegten Patientinnen erstgebärend waren (109).

Folglich sollten Patientinnen, bei denen die erste Entbindung als außerklinische Geburt geplant ist, über die oben genannte signifikante Risikoerhöhung einer Verlegung in die Klinik im Vergleich zu Mehrgebärenden ausführlich aufgeklärt werden.

Betrachtet man den Risikofaktor „Zustand nach Sectio“, so konnte anhand der in dieser Untersuchung erhobenen Daten gezeigt werden, dass das Vorhandensein dieses Risikofaktors eine 8,44-fache Erhöhung des Verlegungsrisikos bedeutet ($p < 0,0001$).

Dies konnte anhand der Matched-Pair-Analyse bestätigt werden, wo der Parameter Z.n. Sectio einen hochsignifikanten Einfluss auf die Verlegungswahrscheinlichkeit zeigte ($p = 0,002$).

Der vaginale Entbindungsversuch bei Zustand nach Sectio stellt derzeit an und für sich ein vielseitig diskutiertes Thema dar (113).

Während Befürworter mit einer erniedrigten maternalen Mortalität (113) sowie einer nicht unerheblichen Erfolgchance für eine vaginale Geburt zwischen 60 und 80% (114) argumentieren, führen Kritiker insbesondere das erhöhte Risiko einer Uterusruptur und die Möglichkeit von unerkannten Plazentaimplantationsstörungen, insbesondere der Plazenta accreta, mit fatalen Folgen für Mutter und Kind und der darauf folgenden Notwendigkeit einer raschen medizinischen Hilfe (115,116) sowie ein erhöhtes Risiko für eine neonatale Intubation, Mekoniumaspiration oder Sepsis bei missglücktem vaginalem Geburtsversuch an (117).

In einer Studie von Beckmann et al. konnte gezeigt werden, dass Patientinnen, die sich bei Zustand nach Sectio für eine außerklinische Geburt entschieden hatten, unabhängig von ihrem schlussendlichen Geburtsort in 77,8% der Fälle erfolgreich vaginal gebären konnten (118). Allerdings musste in 38,2% der Fälle eine Verlegung in die Klinik erfolgen (118). Verglichen zu Erstgebärenden fand zudem eine signifikant häufigere Notfallverlegung in 8,1% der Fälle statt (118). Auch war die Rate an Re-Sectiones in Bezug auf die verlegten Patientinnen mit 57,8% signifikant höher als die Kaiserschnitttrate bei verlegten erstgebärenden Patientinnen (118). In klinischen Studien hingegen betrug die Rate an Re-Sectiones bei zuvor sekundär durchgeführtem Kaiserschnitt 41,9% und bei zuvor primärer Sectio 27,9% (119).

Auch konnte bereits gezeigt werden, dass im Falle einer erfolgreichen vaginalen Geburt bei Zustand nach Kaiserschnitt das mütterliche Outcome zwar besser ist als bei Durchführung einer primären Re-Sectio, bei einer sekundären Re-Sectio im Falle einer nicht geglückten vaginalen Entbindung jedoch übersteigen die Risiken der sekundären Re-Sectio im Geburtsverlauf die einer primären Re-Sectio bezüglich mütterlicher sowie fetaler Morbidität deutlich (117,120).

Auch konnte bei Kindern, die im Zustand nach Kaiserschnitt außerklinisch vaginal geboren wurden, eine erhöhte Rate an Krampfanfällen sowie Apgar Werte unter 7 im Vergleich zu klinisch vaginal entbindenden Patientinnen mit Kaiserschnitt in der Anamnese nachgewiesen werden (121). Dies sehen die Autoren insbesondere in der Nichtverfügbarkeit von Kinderärzten und des bei Verlegung verbundenen Zeitverlustes im Falle der Notwendigkeit einer pädiatrischen Versorgung im außerklinischen Setting begründet (121).

Daher sollte der Fokus hinsichtlich der Beratung einer Patientin mit Zustand nach Sectio und Wunsch nach außerklinischer Entbindung auf eine ausführliche Nutzen-Risiko-Aufklärung gelegt werden, in die unter anderem die hier gezeigte erhöhte Verlegungswahrscheinlichkeit durch das Vorhandensein dieses Risikofaktors Einfluss finden sollte.

Ein weiterer Risikofaktor, welcher auf Basis der vorliegenden Daten mit einer 1,68-fach erhöhten Rate an Verlegungen in die Klinik einhergeht, ist ein kindliches Geburtsgewicht ab 3500g ($p=0,03$).

Es konnte zwar gezeigt werden, dass ein Geburtsgewicht zwischen 2000g und 3000g im Vergleich zu 3000g bis 3500g zu keiner signifikanten Beeinflussung der Verlegung führte ($p=0,54$), jedoch ein Geburtsgewicht von 3500g bis 4000g verglichen zu 3000g bis 3500g eine 1,68-fache Verlegungsrate mit sich brachte ($p=0,03$). Lag bei Geburt eine fetale Makrosomie zwischen 4000g und 5000g vor, führte dies sogar zu einer 7,27-fachen erhöhten Verlegungsrate in die Klinik ($p<0,0001$).

Auch hier bekräftigte die Matched-Pair-Analyse die Bedeutung des Risikofaktors der fetalen Makrosomie mit einem Geburtsgewicht zwischen 4000g und 5000g in Hinblick auf die Verlegungswahrscheinlichkeit, da ein kindliches Geburtsgewicht $\geq 4000g$ einen höchstsignifikanten Einfluss auf die Verlegungswahrscheinlichkeit zeigte ($p<0,001$).

Dass fetale Makrosomie einen Risikofaktor für Komplikationen im Geburtsverlauf darstellt, konnte bereits durch einige Studien belegt werden (122–124).

So geht ein Geburtsgewicht von über 4000g nicht nur mit einem erhöhten Risiko für postpartale Blutungen und maternale Dammverletzungen einher, sondern birgt auch ein vermehrtes Risiko für das Auftreten von Schulterdystokien, Verletzungen des kindlichen Plexus brachialis und allgemein perinatalen Frakturen (122).

Zudem steigt mit zunehmendem Geburtsgewicht auch das Risiko für die Notwendigkeit einer Durchführung vaginal-operativer Entbindungsverfahren oder eines Kaiserschnittes (125,126). Folglich stimmen die hier gefundenen Ergebnisse mit dem derzeitigen Stand der Literatur überein, sodass bei einem Geburtsgewicht ab 3500g aufgrund einer erhöhten Verlegungsrate und der damit einhergehenden vermehrten Notwendigkeit klinischer geburtshilflicher Interventionen eine außerklinische Geburt kritisch diskutiert werden kann.

Als weiterer potentieller Risikofaktor wurde zudem ein maternales Alter über 35 Jahre beleuchtet, dessen klinisch geburtshilfliche Relevanz in der steigenden Anzahl werdender Mütter in dieser Altersgruppe liegt (127).

Während 1980 lediglich 6,2% der Mütter über 35 Jahre alt waren, waren es im Jahr 2016 bereits 22,3% (128).

Dieser Trend lässt sich auch sowohl in den hier erhobenen Daten (siehe Tabelle 1) also auch in den Qualitätsberichten der außerklinisch geplanten Geburten aus dem Jahr 2019 abbilden, in welchem 33,1% der Mütter, die eine außerklinische Geburt planten, 35 Jahre oder älter waren (109).

Der Risikofaktor „maternales Alter über 35 Jahre“ zeigte in dieser Untersuchung aufgrund einer Odds Ratio von 0,68 eine nicht signifikante Erniedrigung der Verlegungswahrscheinlichkeit ($p=0,07$). Auch die Matched-Pair-Analyse konnte keinen signifikanten Einfluss des maternalen Alters auf die Verlegungswahrscheinlichkeit nachweisen ($p=0,07$).

Dem gegenüberzustellen ist jedoch die in vielen Studien belegte Assoziation eines maternalen Alters über 35 Jahren mit einem erhöhten Risiko für die Entwicklung einer präpartalen arteriellen Hypertonie, eines Gestationsdiabetes, sowie Frühgeburtlichkeit (129–131). Das Vorliegen dieser Risikofaktoren schließt einen außerklinische Geburtsversuch aus (103).

Auch konnte in einer klinischen Studie von Studzinski et al. gezeigt werden, dass bei einem maternalen Alter ab 40 Jahre die Apgar Werte der Kinder nach einer ($p=0,02$) und nach fünf Minuten ($p=0,04$) signifikant geringer waren als die von Kindern, deren Mütter zum Zeitpunkt der Geburt zwischen 20 und 30 Jahre alt waren (132).

Daher sollte im Rahmen der Beratung bei bestehendem maternalen Wunsch einer außerklinischen Entbindung und einem Alter über 35 Jahren das maternale Alter zum einen als möglicher Risikofaktor für die Entwicklung peripartaler Komplikationen, zum anderen jedoch als potenziell protektiver Faktor einer Verlegung in die Klinik miteinbezogen und auf Basis dessen sowie unter Einbezug möglicher weiterer Risikofaktoren ein risikoadaptiertes und individuelles Vorgehen besprochen werden.

Auch der Risikofaktor „Zustand nach 2 oder mehr Aborten oder Abbrüchen“ war in unseren Untersuchungen mit einem p-Wert von 0,1 und einer Odds Ratio von 0,45 nicht signifikant mit einem Verlegungsrisiko assoziiert. Die Matched-Pair-Analyse konnte mit einem mittleren p-Wert von 0,17 ebenfalls keinen signifikanten Einfluss aufzeigen.

Allgemein wird die Prävalenz dieses Risikofaktors in der Literatur zwischen 0,8 und 1,4% angegeben (133).

Laut Qualitätsbericht der Gesellschaft für Qualität in der außerklinischen Geburtshilfe von 2019 hatten 3,98% der Patientinnen mit geplanter außerklinischer Entbindung (109) 2 oder mehr Aborte oder Abbrüche in ihrer Anamnese.

Der Risikofaktor „Zustand nach zwei oder mehr Aborten oder Abbrüchen“ stellt kein Ausschlusskriterium für eine außerklinische Geburt dar, und auch in dem von uns untersuchten Kollektiv wurde das Verlegungsrisiko nicht signifikant beeinflusst.

Zuletzt stellte sich anhand der vorliegenden Daten der Risikofaktor „Zustand nach Sterilitätsbehandlung“ mit einer 14,72-fachen Erhöhung des Verlegungsrisikos als signifikanter Faktor ($p=0,03$) bezüglich der Verlegung einer außerklinisch geplanten Entbindung in die Klinik heraus.

Allgemein fand sich dieser Risikofaktor im Jahr 2019 bei 1,18% der Schwangeren mit außerklinisch geplanter Entbindung (109).

Zwar stehen aufgrund der stetigen technischen und medizinischen Fortschritte im Bereich der Reproduktionsmedizin derzeit vielseitige Möglichkeiten zur Behandlung einer bestehenden Infertilität zur Verfügung, jedoch gelten die daraus entstehenden Schwangerschaften als Risikoschwangerschaft (134).

So ist der Zustand nach Sterilitätsbehandlung entsprechend dem derzeitigen Stand der Literatur mit einem erhöhten Risiko für Frühgeburtlichkeit, geringes Geburtsgewicht sowie einer erhöhten fetalen Mortalität gegenüber spontan entstandenen Schwangerschaften assoziiert (135,136).

Auch konnte nach Durchführung einer Sterilitätsbehandlung eine gehäufte Entwicklung eines Gestationsdiabetes sowie das vermehrte Auftreten vorzeitiger Blasensprünge (136) und hypertensiver Schwangerschaftserkrankungen (137) beobachtet werden.

Folglich sollte bei Zustand nach Sterilitätsbehandlung aufgrund des vermehrten Auftretens von perinatalen Komplikationen sowie eines erhöhten Risikos einer Verlegung einer außerklinisch geplanten Geburt in die Klinik im Vergleich zu Geburten nach spontaner Konzeption eine eingehende und ausführliche Beratung der Schwangeren bei Wunsch nach außerklinisch geplanter Entbindung erfolgen und dahingehend eine außerklinische Entbindung kritisch diskutiert werden.

Anhand der individuell vorliegenden Risikofaktoren kann bei der Beratung von Patientinnen mit Wunsch nach außerklinischer Entbindung der in diesem Projekt entwickelte Score gebildet

und anhand der Summe der zugehörigen Punktwerte die individuelle Wahrscheinlichkeit für eine intrapartale Verlegung in die Klinik abgelesen werden.

Auf diese Weise kann bei Patientinnen, die sich für eine außerklinische Geburt entsprechend den vorliegenden deutschen Kriterien qualifizieren, auf Wunsch eine individuelle und ausführliche Beratung hinsichtlich des optimalen Geburtsortes erfolgen und dementsprechend die optimale Wahl auf Basis eines „informed consent“ getroffen werden. Entsprechend den in unseren Untersuchungen erhobenen Daten bekamen 53,7% der außerklinisch verlegten Patientinnen ihr Kind spontan, während 22,2% per Kaiserschnitt und 24,1% mittels Vakuumextraktion entbunden wurden.

Diese Ergebnisse entsprechen in etwa denen der Gesellschaft für Qualitätssicherung in der außerklinischen Geburtshilfe e.V. aus dem Jahr 2019: Während hier 50,1% der verlegten Patientinnen spontan gebären konnten, erlebten 32,9% einen Kaiserschnitt und 16,9% eine vaginal-operative Entbindung (109).

Mithilfe einer multinominalen Regression wurde in unseren Analysen der Einfluss der hier erhobenen Risikofaktoren auf den Geburtsmodus der in die Klinik verlegten Patientinnen ermittelt.

Nach Anwendung einer automatischen Modellselektion nach Akaikes Informationskriterium waren die Parität ($p < 0,001$) und der Zustand nach Sectio ($p = 0,01$) die einzigen Risikofaktoren mit statistisch signifikantem und prädiktiv relevantem Einfluss auf den Geburtsmodus.

Es konnte folglich gezeigt werden, dass Nulliparität verglichen zu Primi- oder Multiparität mit einem 3,7-fach erhöhten Risiko für die Durchführung einer Kaiserschnittentbindung einhergeht sowie das Risiko für eine vaginal-operative Entbindung um das 8,0-fache erhöht ($p < 0,001$).

Diese Ergebnisse stimmen mit dem derzeitigen Stand der Literatur überein, in dem Nulliparität verglichen zu Multiparität einen deutlichen Risikofaktor für die Notwendigkeit einer Durchführung eines Kaiserschnittes oder einer vaginal-operativen Entbindung darstellt (138–140).

Dementsprechend liegt die Wahrscheinlichkeit einer erstgebärenden Patientin für einen Kaiserschnitt derzeit in der Literatur bei in etwa 6,5-15,5%, wohingegen diese bei Mehrgebärenden lediglich 0,6-5,1% beträgt (141). Auch die Raten vaginal-operativer Entbindungen sind bei Nulliparität mit 10,7-22,5% gegenüber denen bei Multiparität mit 0,9-5,7% deutlich höher (141).

Zudem konnte der Zustand nach Sectio ($p=0,01$) in dieser Dissertation als risikoe erhöhender Faktor für die Durchführung einer vaginal-operativen Entbindung identifiziert werden.

Somit wiesen Patientinnen, die bereits einen Kaiserschnitt in ihrer Vorgeschichte hatten, ein 3,1-fach erhöhtes Risiko für einen erneuten Kaiserschnitt und ein 8,2-fach erhöhtes Risiko für eine Vakuumextraktion auf im Vergleich zu Patientinnen ohne bisherigen Kaiserschnitt.

Entsprechend dem derzeitigen Stand der Literatur liegt die Erfolgchance einer vaginalen Entbindung bei vorausgegangenem Kaiserschnitt wie bereits erwähnt bei etwa 60-80% (114).

Zudem konnten in einigen Studien zahlreiche Faktoren identifiziert werden, die eine vaginale Geburt nach einem Kaiserschnitt in der Vorgeschichte begünstigen, wie beispielsweise eine bereits statt gehabte Spontangeburt, eine nicht-wiederkehrende Indikation als Grundlage der vorausgegangenem Sectio, wie zum Beispiel eine Lageanomalie oder Mehrlinge, sowie ein spontaner Geburtsbeginn (113,142).

Adipositas mit einem BMI von $>30 \text{ kg/m}^2$, maternale Komorbiditäten wie Hypertonus oder Diabetes, ein mütterliches Alter über 35 Jahre, ein Schwangerschaftsalter über 40 Wochen oder auch ein fetales Geburtsgewicht von über 4000g hingegen zeigten einen eher ungünstigen Einfluss bezüglich der Erfolgswahrscheinlichkeit einer vaginalen Geburt (113,143).

Ein weiterer Faktor, der die Erfolgswahrscheinlichkeit maßgeblich beeinflusst, ist wie bereits zuvor angesprochen der Grund für die vorausgegangene Sectio (120): Während Patientinnen mit einem vorherigen Geburtsstillstand in der Eröffnungsperiode eine 15,9 prozentige Wiederholungswahrscheinlichkeit aufwiesen, lag diese bei einem Geburtsstillstand in der Austreibungsperiode bei 17,3% und bei einer frustranen Einleitung sogar bei 27% (120). Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass die hier erhobenen Daten mit dem derzeitigen Stand der Literatur übereinstimmen und dahingehend erstgebärende Patientinnen sowie Patientinnen mit Zustand nach Kaiserschnitt über die erhöhte Wahrscheinlichkeit für die Notwendigkeit der Durchführung eines Kaiserschnittes oder einer vaginal-operativen Entbindung aufgeklärt und dies in der Beratung hinsichtlich des Geburtsortes berücksichtigt werden sollte.

Zuletzt wurde in dieser Dissertation der Einfluss der evaluierten Risikofaktoren auf den Blutverlust mit Hilfe einer linearen Regressionsanalyse untersucht.

Der durchschnittliche Blutverlust der zuverlegten Patientinnen lag bei 375mL.

Auch hier wurde zunächst eine automatische Modellselektion nach Akaikes Informationskriterium angewandt, nach der bei Betrachtung des kindlichen Geburtsgewichtes als gruppierte Variable lediglich ein Geburtsgewicht ab 4000g zu einer statistisch signifikanten Erhöhung des Blutverlustes ($p=0,001$) um 263mL führt und bei Betrachtung des Gewichtes als numerische Variable eine Erhöhung des kindlichen Geburtsgewichtes um 1000g eine Zunahme des Blutverlustes um 144mL bedingt ($p<0,001$).

Die klinische Relevanz dieser Ergebnisse liegt zum einen in der derzeit steigenden Inzidenz makrosomer Neugeborener, welche aktuell 9% (144) bis 11% (145) bei unauffälligen Schwangerschaften und 15-45% bei Schwangereren mit Gestationsdiabetes beträgt, zu anderen aber in der Gefahr der hämodynamischen Beeinträchtigung der Mutter aufgrund eines erhöhten Blutverlustes, weshalb eine postpartale Blutung mit einem Blutverlust von über 500mL bei vaginaler und 1000mL bei Kaiserschnittentbindung einer raschen medizinischen Intervention bedarf (146).

Die hier gefundenen Zusammenhänge stimmen zudem mit einer 2019 veröffentlichten Metaanalyse überein, in der ein in etwa doppelt so hohes Risiko für eine postpartale übermäßige Blutung bei einem Geburtsgewicht ab 4000g und ein sogar dreifach so hohes Risiko bei einem Gewicht des Neugeborenen ab 4500g nachgewiesen werden konnte (122). Auch in anderen Studien konnte eine signifikante Zunahme des mütterlichen Blutverlustes ab einem kindlichen Geburtsgewicht von 4000g beobachtet werden (147).

Dem gegenüberzustellen sind jedoch sowohl eine Studie von Turkmen et al. (148) als auch eine Studie von Weissmann-Brenner et al. (123), in denen zwar ebenfalls gezeigt werden konnte, dass mit zunehmenden fetalen Geburtsgewicht auch der mütterliche Blutverlust steigt, hier jedoch signifikant erst ab einem Geburtsgewicht von 4500g (123,148).

Folglich sollte eine Patientin mit außerklinisch geplanter Entbindung und fetaler Makrosomie über die erhöhte Wahrscheinlichkeit eines postpartal vermehrten Blutverlustes im Zusammenhang mit dem kindlichen Gewicht aufgeklärt und dieser in der Entscheidung bezüglich des optimalen Geburtsortes miteinbezogen werden.

Der zweite Risikofaktor, der in unseren Untersuchungen einen Trend hinsichtlich der Erhöhung des postpartalen Blutverlustes gezeigt hat, war der Zustand nach Sectio ($p=0,06$).

Die hier vorliegenden Daten zeigten dahingehend eine durchschnittliche Erhöhung des Blutverlustes bei Durchführung einer Sectio um 97mL.

6. Ausblick

Durch die Identifikation von Risikogruppen auf der Grundlage des im Rahmen dieser Dissertationsarbeit entwickelten Scores könnte im Niedrigrisiko-Kollektiv die routinemäßige Anwendung geburtshilflicher Interventionen bei unkomplizierten Geburten reduziert werden. Zudem könnte künftig zum einen die klinische Verlegungsrate außerklinisch geplanter Geburten reduziert und zum anderen infolgedessen das maternale und fetale Outcome im außerklinischen Setting optimiert werden.

Zuletzt soll durch die Identifizierung präpartaler Risikofaktoren, die eine Verlegung außerklinisch geplanter Geburten in die Klinik begünstigen, die Beratung der Schwangeren bezüglich der Wahl ihres Geburtsortes unter Berücksichtigung der individuellen Verlegungswahrscheinlichkeit verbessert werden und so mit Hilfe des entwickelten Scores die zufriedenstellendste Entscheidung auf Basis eines „informed consent“ getroffen werden können.

Literaturverzeichnis

1. Butterwegge M. Über die zukünftige Entwicklung additiver Überwachungsparameter am Beispiel der fetalen Pulsoxymetrie. *Z Geburtshilfe Neonatol.* 2004;208(04):123–5.
2. van der Kooy J, Birnie E, Denktas S, Steegers EAP, Bonsel GJ. Planned home compared with planned hospital births: mode of delivery and Perinatal mortality rates, an observational study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2017 Jun;17(1):177.
3. Walker JJ. Planned home birth. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* [Internet]. 2017;43:76–86. Available from:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1521693417300901>
4. Johanson R, Newburn M, Macfarlane A. Has the medicalisation of childbirth gone too far? *BMJ* [Internet]. 2002;324(7342):892–5. Available from:
<https://www.bmj.com/content/324/7342/892>
5. REIS RA. Ignaz Semmelweis; the story of puerperal infection. *Q Bull Northwest Univ Med Sch.* 1959;33(2):133–40.
6. Jessney B. Joseph Lister (1827-1912): a pioneer of antiseptic surgery remembered a century after his death. *J Med Biogr.* 2012 Aug;20(3):107–10.
7. Dunn PM. Sir James Young Simpson (1811-1870) and obstetric anaesthesia. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2002 May;86(3):F207-9.
8. Ligon BL. Penicillin: its discovery and early development. *Semin Pediatr Infect Dis.* 2004 Jan;15(1):52–7.
9. Stansbury LG, Hess JR. Blood transfusion in World War I: the roles of Lawrence Bruce Robertson and Oswald Hope Robertson in the “most important medical advance of the war.” *Transfus Med Rev* [Internet]. 2009 Jul;23(3):232—236. Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.tmr.2009.03.007>
10. Lurie S. The changing motives of cesarean section: from the ancient world to the twenty-first century. *Arch Gynecol Obstet.* 2005 Apr;271(4):281–5.
11. Low J. Caesarean section--past and present. *J Obstet Gynaecol Can.* 2009 Dec;31(12):1131–6.
12. Martucci JL. Cesarean Section: An American History of Risk, Technology, and Consequence, by Jacqueline H. Wolf. *Nurs Hist Rev.* 2019 Sep;28(1):235–7.
13. Cyr RM. Myth of the ideal cesarean section rate: commentary and historic

- perspective. *Am J Obstet Gynecol*. 2006 Apr;194(4):932–6.
14. Baskett TF. Operative vaginal delivery - An historical perspective. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2019 Apr;56:3–10.
 15. Draycott TJ, Di Renzo GC. The role of operative vaginal birth in the 21st century and a way forward. *BJOG An Int J Obstet Gynaecol* [Internet]. 2017;124(S4):5–6. Available from: <https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1471-0528.14791>
 16. Murphy DJ, Koh DKM. Cohort study of the decision to delivery interval and neonatal outcome for emergency operative vaginal delivery. *Am J Obstet Gynecol*. 2007 Feb;196(2):145.e1-7.
 17. Bahl R, Strachan B, Murphy DJ. Outcome of subsequent pregnancy three years after previous operative delivery in the second stage of labour: cohort study. *BMJ*. 2004 Feb;328(7435):311.
 18. Jolly J, Walker J, Bhabra K. Subsequent obstetric performance related to primary mode of delivery. *Br J Obstet Gynaecol*. 1999 Mar;106(3):227–32.
 19. Caron SM. “Endeavoring to Carry On Their Work”: The National Debate Over Midwives and Its Impact in Rhode Island, 1890-1940. *Nurs Hist Rev Off J Am Assoc Hist Nurs*. 2017;25(1):26–53.
 20. Loudon I. Maternal mortality in the past and its relevance to developing countries today. *Am J Clin Nutr*. 2000 Jul;72(1 Suppl):241S-246S.
 21. Programme WHOMH and SM, (UNICEF) UNCF. Revised 1990 estimates of maternal mortality : a new approach by WHO and UNICEF [Internet]. Geneva PP - Geneva: World Health Organization; Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/63597>
 22. Brocklehurst P, Hardy P, Hollowell J, Linsell L, Macfarlane A, McCourt C, et al. Perinatal and maternal outcomes by planned place of birth for healthy women with low risk pregnancies: the Birthplace in England national prospective cohort study. *BMJ*. 2011 Nov;343:d7400.
 23. Hollowell J, Li Y, Bunch K, Brocklehurst P. A comparison of intrapartum interventions and adverse outcomes by parity in planned freestanding midwifery unit and alongside midwifery unit births: secondary analysis of “low risk” births in the birthplace in England cohort. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2017 Mar;17(1):95.
 24. Scarf VL, Rossiter C, Vedam S, Dahlen HG, Ellwood D, Forster D, et al. Maternal and

- perinatal outcomes by planned place of birth among women with low-risk pregnancies in high-income countries: A systematic review and meta-analysis. *Midwifery*. 2018 Jul;62:240–55.
25. Wiegerinck MMJ, van der Goes BY, Ravelli ACJ, van der Post JAM, Klinkert J, Brandenburg J, et al. Intrapartum and neonatal mortality in primary midwife-led and secondary obstetrician-led care in the Amsterdam region of the Netherlands: A retrospective cohort study. *Midwifery*. 2015 Dec;31(12):1168–76.
 26. Wiegerinck MMJ, Eskes M, van der Post JAM, Mol BW, Ravelli ACJ. Intrapartum and neonatal mortality in low-risk term women in midwife-led care and obstetrician-led care at the onset of labor: A national matched cohort study. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2020 Apr;99(4):546–54.
 27. Rainey E, Simonsen S, Stanford J, Shoaf K, Baayd J. Utah obstetricians' opinions of planned home birth and conflicting NICE/ACOG guidelines: A qualitative study. *Birth*. 2017 Jun;44(2):137–44.
 28. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. Die vaginale Geburt am Termin. 2021.
 29. Alfirevic Z GGMLCA, Devane D. Continuous cardiotocography (CTG) as a form of electronic fetal monitoring (EFM) for fetal assessment during labour. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2017;(2). Available from: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006066.pub3>
 30. Künzel W. Anfänge der Kardiotokographie. *Gynakologe* [Internet]. 2009;42(5):328–35. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00129-008-2285-7>
 31. Cahill AG, Spain J. Intrapartum fetal monitoring. *Clin Obstet Gynecol*. 2015 Jun;58(2):263–8.
 32. ACOG Practice Bulletin No. 106: Intrapartum fetal heart rate monitoring: nomenclature, interpretation, and general management principles. *Obstet Gynecol*. 2009 Jul;114(1):192–202.
 33. Thacker SB, Stroup D, Chang M. Continuous electronic heart rate monitoring for fetal assessment during labor. *Cochrane database Syst Rev*. 2001;(2):CD000063.
 34. Haverkamp AD, Thompson HE, McFee JG, Cetrulo C. The evaluation of continuous fetal heart rate monitoring in high-risk pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*. 1976 Jun;125(3):310–20.

35. Haverkamp AD, Orleans M, Langendoerfer S, McFee J, Murphy J, Thompson HE. A controlled trial of the differential effects of intrapartum fetal monitoring. *Am J Obstet Gynecol.* 1979 Jun;134(4):399–412.
36. Thacker SB, Stroup DF, Peterson HB. Efficacy and safety of intrapartum electronic fetal monitoring: an update. *Obstet Gynecol.* 1995 Oct;86(4 Pt 1):613–20.
37. Nielsen P V, Stigsby B, Nickelsen C, Nim J. Intra- and inter-observer variability in the assessment of intrapartum cardiotocograms. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 1987;66(5):421–4.
38. Beaulieu MD, Fabia J, Leduc B, Brisson J, Bastide A, Blouin D, et al. The reproducibility of intrapartum cardiotocogram assessments. *Can Med Assoc J.* 1982 Aug;127(3):214–6.
39. Zain HA, Wright JW, Parrish GE, Diehl SJ. Interpreting the fetal heart rate tracing. Effect of knowledge of neonatal outcome. *J Reprod Med.* 1998 Apr;43(4):367–70.
40. Schiermeier S, Westhof G, Daumer M, Scholz M, Hatzmann W. Die Kurzzeitvariation der fetalen Herzfrequenz und der FIGO-CTG-Score - Erste Erfahrungen in der Kombination dieser Überwachungsparameter TT - Short-time Variations of Fetal Heart Rate and the FIGO-CTG Score - First Experience With a Combination of These. *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 2006;66(08):752–5.
41. 6.2 Diagnostische Hilfsmittel [Internet]. 6., unverä. CTG-Praxis. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014. Available from: <http://www.thieme-connect.de/products/ebooks/lookinside/10.1055/b-0034-22964>
42. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. Intrauterine Wachstumsrestriktion [Internet]. 2016. Available from: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/015-080l_S2k_Intrauterine_Wachstumsrestriktion_2017_06-verlaengert.pdf
43. Anceschi MM, Ruozi-Berretta A, Piazza JJ, Cosmi E, Cerekja A, Meloni P, et al. Computerized cardiotocography in the management of intrauterine growth restriction associated with Doppler velocimetry alterations. *Int J Gynaecol Obstet Off organ Int Fed Gynaecol Obstet.* 2004 Sep;86(3):365–70.
44. Serra V, Moulden M, Bellver J, Redman CWG. The value of the short-term fetal heart rate variation for timing the delivery of growth-retarded fetuses. *BJOG.* 2008 Aug;115(9):1101–7.

45. Umstad MP. The predictive value of abnormal fetal heart rate patterns in early labour. *Aust N Z J Obstet Gynaecol.* 1993 May;33(2):145–9.
46. Tharmaratnam S. Fetal distress. *Baillieres Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2000 Feb;14(1):155–72.
47. Ekengård F, Cardell M, Herbst A. Low sensitivity of the new FIGO classification system for electronic fetal monitoring to identify fetal acidosis in the second stage of labor. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol X.* 2021 Jan;9:100120.
48. Bix E, Reiner LM, Klovning A, Oian P. Prognostic value of the labour admission test and its effectiveness compared with auscultation only: a systematic review. *BJOG.* 2005 Dec;112(12):1595–604.
49. Reif P, Haas J, Schöll W, Lang U. Reduktion der operativen Entbindungsrate durch den Einsatz von Mikroblooduntersuchungen bei auffälligem CTG unter Berücksichtigung des Gestationsalters TT - Foetal Scalp Blood Sampling: Impact on the Incidence of Caesarean Section and Assisted Vaginal Del. *Z Geburtshilfe Neonatol.* 2011;215(05):194–8.
50. Goodwin TM, Milner-Masterson L, Paul RH. Elimination of fetal scalp blood sampling on a large clinical service. *Obstet Gynecol.* 1994 Jun;83(6):971–4.
51. SALING E. [A new method for examination of the child during labor. Introduction, technic and principles]. *Arch Gynakol.* 1962;197:108–22.
52. Huch A, Huch R, Rooth G. Guidelines for blood sampling and measurement of pH and blood gas values in obstetrics. Based upon a workshop held in Zurich, Switzerland, March 19, 1993 by an Ad Hoc Committee. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 1994 May;54(3):165–75.
53. Ayromlooi J, Garfinkel R. Impact of fetal scalp blood pH on the incidence of cesarean section performed for fetal distress. *Int J Gynaecol Obstet.* 1980;17(4):391–2.
54. Beard RW. The effect of fetal blood sampling on caesarean section for fetal distress. *J Obstet Gynaecol Br Commonw.* 1968 Dec;75(12):1291–5.
55. Salzer H, Denison U, Wisleitner R, Neumann M. [Value of intrapartum micro-blood gas analysis in obstetric decision making]. *Gynakol Geburtshilfliche Rundsch.* 1993;33 Suppl 1:147–8.
56. Vetter K. Fetalblutanalyse angesichts 40 Jahren CTG. *Gynakologe [Internet].* 2009;42(5):343. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00129-008-2287-5>

57. Workman MR, Philpott-Howard J. Risk of fetal infection from invasive procedures. *J Hosp Infect.* 1997 Mar;35(3):169–74.
58. Sabir H, Schwarz A, Fleisch M, Stannigel H, Mayatepek E, Höhn T. Perinataler hämorrhagischer Schock nach fetaler Mikrobiuntersuchung. *Z Geburtshilfe Neonatol.* 2009;213(S 01):PO_N_13_08.
59. Kernberg A, Caughey AB. Augmentation of Labor: A Review of Oxytocin Augmentation and Active Management of Labor. *Obstet Gynecol Clin North Am.* 2017 Dec;44(4):593–600.
60. Page K, McCool WF, Guidera M. Examination of the Pharmacology of Oxytocin and Clinical Guidelines for Use in Labor. *J Midwifery Womens Health.* 2017 Jul;62(4):425–33.
61. Bugg GJ, Siddiqui F, Thornton JG. Oxytocin versus no treatment or delayed treatment for slow progress in the first stage of spontaneous labour. *Cochrane database Syst Rev.* 2013 Jun;(6):CD007123.
62. Zhang J, Landy HJ, Branch DW, Burkman R, Haberman S, Gregory KD, et al. Contemporary patterns of spontaneous labor with normal neonatal outcomes. *Obstet Gynecol.* 2010 Dec;116(6):1281–7.
63. Harper LM, Caughey AB, Odibo AO, Roehl KA, Zhao Q, Cahill AG. Normal progress of induced labor. *Obstet Gynecol.* 2012 Jun;119(6):1113–8.
64. Peebles DM, Spencer JA, Edwards AD, Wyatt JS, Reynolds EO, Cope M, et al. Relation between frequency of uterine contractions and human fetal cerebral oxygen saturation studied during labour by near infrared spectroscopy. *Br J Obstet Gynaecol.* 1994 Jan;101(1):44–8.
65. Simpson KR, James DC. Effects of oxytocin-induced uterine hyperstimulation during labor on fetal oxygen status and fetal heart rate patterns. *Am J Obstet Gynecol.* 2008 Jul;199(1):34.e1-5.
66. Bakker PCAM, Kurver PHJ, Kuik DJ, Van Geijn HP. Elevated uterine activity increases the risk of fetal acidosis at birth. *Am J Obstet Gynecol.* 2007 Apr;196(4):313.e1-6.
67. Svanstrom MC, Biber B, Hanes M, Johansson G, Naslund U, Balfors EM. Signs of myocardial ischaemia after injection of oxytocin: a randomized double-blind comparison of oxytocin and methylergometrine during Caesarean section. *Br J Anaesth.* 2008 May;100(5):683–9.

68. Obstetric care consensus no. 1: safe prevention of the primary cesarean delivery. *Obstet Gynecol.* 2014 Mar;123(3):693–711.
69. Kenyon S, Tokumasu H, Dowswell T, Pledge D, Mori R. High-dose versus low-dose oxytocin for augmentation of delayed labour. *Cochrane database Syst Rev.* 2013 Jul;(7):CD007201.
70. Hohlbein A, Heinrich J. Die Bedeutung der internen Tokographie und intrapartalen Tokolyse für die Geburtsleitung TT - Importance of Internal Tocography and Intrapartal Tocolysis for the Management of Parturition. *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 1986;46(09):619–24.
71. Jonat KDWHW, (Hrsg.) AS-MK-TMSJMW. *Gynäkologie & Geburtshilfe.* 2nd ed. Heidelberg; 2007.
72. Sandall J, Tribe RM, Avery L, Mola G, Visser GH, Homer CS, et al. Short-term and long-term effects of caesarean section on the health of women and children. *Lancet (London, England).* 2018 Oct;392(10155):1349–57.
73. Betran AP, Torloni MR, Zhang JJ, Gulmezoglu AM. WHO Statement on Caesarean Section Rates. *BJOG.* 2016 Apr;123(5):667–70.
74. Molina G, Weiser TG, Lipsitz SR, Esquivel MM, Uribe-Leitz T, Azad T, et al. Relationship Between Cesarean Delivery Rate and Maternal and Neonatal Mortality. *JAMA.* 2015 Dec;314(21):2263–70.
75. WHO Statement on caesarean section rates. Vol. 23, Reproductive health matters. Netherlands; 2015. p. 149–50.
76. Boerma T, Ronsmans C, Melesse DY, Barros AJD, Barros FC, Juan L, et al. Global epidemiology of use of and disparities in caesarean sections. *Lancet (London, England).* 2018 Oct;392(10155):1341–8.
77. Ye J, Betran AP, Guerrero Vela M, Souza JP, Zhang J. Searching for the optimal rate of medically necessary cesarean delivery. *Birth.* 2014 Sep;41(3):237–44.
78. Souza JP, Gulmezoglu A, Lumbiganon P, Laopaiboon M, Carroli G, Fawole B, et al. Caesarean section without medical indications is associated with an increased risk of adverse short-term maternal outcomes: the 2004-2008 WHO Global Survey on Maternal and Perinatal Health. *BMC Med.* 2010 Nov;8:71.
79. Liu S, Liston RM, Joseph KS, Heaman M, Sauve R, Kramer MS. Maternal mortality and severe morbidity associated with low-risk planned cesarean delivery versus planned

- vaginal delivery at term. *CMAJ*. 2007 Feb;176(4):455–60.
80. Zwart JJ, Richters JM, Ory F, de Vries JIP, Bloemenkamp KWM, van Roosmalen J. Severe maternal morbidity during pregnancy, delivery and puerperium in the Netherlands: a nationwide population-based study of 371,000 pregnancies. *BJOG*. 2008 Jun;115(7):842–50.
 81. Pallasmaa N, Ekblad U, Gissler M. Severe maternal morbidity and the mode of delivery. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2008;87(6):662–8.
 82. Betran AP, Torloni MR, Zhang J, Ye J, Mikolajczyk R, Deneux-Tharaux C, et al. What is the optimal rate of caesarean section at population level? A systematic review of ecologic studies. *Reprod Health*. 2015 Jun;12:57.
 83. Hopp H, Kalache K. Vaginaloperative Entbindung. In: Schneider H, Husslein P-W, Schneider KTM, editors. *Die Geburtshilfe* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011. p. 867–85. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-642-12974-2_39
 84. Bailit JL, Grobman WA, Rice MM, Wapner RJ, Reddy UM, Varner MW, et al. Evaluation of delivery options for second-stage events. *Am J Obstet Gynecol*. 2016 May;214(5):638.e1-638.e10.
 85. Bofill JA, Rust OA, Schorr SJ, Brown RC, Martin RW, Martin JNJ, et al. A randomized prospective trial of the obstetric forceps versus the M-cup vacuum extractor. *Am J Obstet Gynecol*. 1996 Nov;175(5):1325–30.
 86. Johanson RB, Rice C, Doyle M, Arthur J, Anyanwu L, Ibrahim J, et al. A randomised prospective study comparing the new vacuum extractor policy with forceps delivery. *Br J Obstet Gynaecol*. 1993 Jun;100(6):524–30.
 87. Tonismae T, Canela CD, Gossman W. Vacuum Extraction. In *Treasure Island (FL)*; 2020.
 88. Polkowski M, Schippert C, Kundu S, Kuehnle E, Hillemanns P, Staboulidou I. Neonatales und maternales Kurzzeitoutcome nach vaginal operativen Entbindungen im Vergleich zu sekundären Sectiones. *Geburtshilfe Frauenheilkd*. 2016;76(10):P543.
 89. Anim-Somuah M, Smyth RM, Cyna AM, Cuthbert A. Epidural versus non-epidural or no analgesia for pain management in labour. *Cochrane database Syst Rev*. 2018 May;5:CD000331.
 90. Jones L, Othman M, Dowswell T, Alfirevic Z, Gates S, Newburn M, et al. Pain management for women in labour: an overview of systematic reviews. *Cochrane*

- database Syst Rev. 2012 Mar;(3):CD009234.
91. Smith LA, Burns E, Cuthbert A. Parenteral opioids for maternal pain management in labour. *Cochrane database Syst Rev*. 2018 Jun;6:CD007396.
 92. Bohren MA, Hofmeyr GJ, Sakala C, Fukuzawa RK, Cuthbert A. Continuous support for women during childbirth. *Cochrane database Syst Rev*. 2017 Jul;7:CD003766.
 93. Smith CA, Levett KM, Collins CT, Dahlen HG, Ee CC, Sukanuma M. Massage, reflexology and other manual methods for pain management in labour. *Cochrane database Syst Rev*. 2018 Mar;3:CD009290.
 94. Smith CA, Levett KM, Collins CT, Armour M, Dahlen HG, Sukanuma M. Relaxation techniques for pain management in labour. *Cochrane database Syst Rev*. 2018 Mar;3:CD009514.
 95. Smith CA, Collins CT, Levett KM, Armour M, Dahlen HG, Tan AL, et al. Acupuncture or acupressure for pain management during labour. *Cochrane database Syst Rev*. 2020 Feb;2:CD009232.
 96. Gizzo S, Noventa M, Fagherazzi S, Lamparelli L, Ancona E, Di Gangi S, et al. Update on best available options in obstetrics anaesthesia: perinatal outcomes, side effects and maternal satisfaction. Fifteen years systematic literature review. *Arch Gynecol Obstet*. 2014 Jul;290(1):21–34.
 97. Schrock SD, Harraway-Smith C. Labor analgesia. *Am Fam Physician*. 2012 Mar;85(5):447–54.
 98. Olsen O, Clausen JA. Planned hospital birth versus planned home birth. *Cochrane database Syst Rev*. 2012 Sep;(9):CD000352.
 99. Selvi Dogan F, Calmelet P, Cottenet J, Sagot P, Mace G. [Does low-risk delivery exist?]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)*. 2013 Oct;42(6):557–63.
 100. Huet J, Beucher G, Geoffroy L, Morello R, Benoist G, Dreyfus M. Intervention of the obstetrician during childbirth in a supposedly low-risk population and influence of parity. *J Gynecol Obstet Hum Reprod*. 2017 Apr;46(4):355–61.
 101. Geleto A, Chojenta C, Musa A, Loxton D. Barriers to access and utilization of emergency obstetric care at health facilities in sub-Saharan Africa: a systematic review of literature. *Syst Rev [Internet]*. 2018;7(1):183. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13643-018-0842-2>
 102. Grunebaum A, McCullough LB, Sapra KJ, Arabin B, Chervenak FA. Planned home

- births: the need for additional contraindications. *Am J Obstet Gynecol*. 2017 Apr;216(4):401.e1-401.e8.
103. GKV-Spitzenverband. Beiblatt 1 Kriterien zu Geburten im häuslichen Umfeld zur Anlage 3 Qualitätsvereinbarung zum Vertrag nach § 134a SGB V. 2020.
 104. Excellence LNI for H and C. Intrapartum care for healthy women and babies. London, England; 2017.
 105. McCarthy M. Hospitals and birth centers remain safest setting for giving birth, US obstetricians say. Vol. 354, *BMJ (Clinical research ed.)*. England; 2016. p. i4217.
 106. Darling EK, Lawford KMO, Wilson K, Kryzanasuskas M, Bourgeault IL. Distance from Home Birth to Emergency Obstetric Services and Neonatal Outcomes: A Cohort Study. *J Midwifery Womens Health*. 2019 Mar;64(2):170–8.
 107. Ravelli ACJ, Jager KJ, de Groot MH, Erwich JJHM, Rijninks-van Driel GC, Tromp M, et al. Travel time from home to hospital and adverse perinatal outcomes in women at term in the Netherlands. *BJOG*. 2011 Mar;118(4):457–65.
 108. Paranjothy S, Watkins WJ, Rolfe K, Adappa R, Gong Y, Dunstan F, et al. Perinatal outcomes and travel time from home to hospital: Welsh data from 1995 to 2009. *Acta Paediatr*. 2014 Dec;103(12):e522-7.
 109. Loytved C. Qualitätsbericht 2019 Außerklinische Geburtshilfe in Deutschland. 2019.
 110. Blix E, Kumle MH, Ingversen K, Huitfeldt AS, Hegaard HK, Olafsdottir OA, et al. Transfers to hospital in planned home birth in four Nordic countries - a prospective cohort study. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2016 Apr;95(4):420–8.
 111. Schlembach D, Mörtl MG, Girard T, Arzt W, Beinder E, Brezinka C, et al. Management der postpartalen Blutung (PPH). *Anaesthesist [Internet]*. 2014;63(3):234–42. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00101-014-2291-1>
 112. Schuit E, Hukkelhoven CWPM, van der Goes BY, Overbeeke I, Moons KGM, Mol BWJ, et al. Risk indicators for referral during labor from community midwife to gynecologist: a prospective cohort study. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2016 Oct;29(20):3304–11.
 113. Sabol B, Denman MA, Guise J-M. Vaginal birth after cesarean: an effective method to reduce cesarean. *Clin Obstet Gynecol*. 2015 Jun;58(2):309–19.
 114. Signore C. VBAC: what does the evidence show? *Clin Obstet Gynecol*. 2012 Dec;55(4):961–8.

115. Dauphinee JD. VBAC: safety for the patient and the nurse. *J Obstet Gynecol neonatal Nurs JOGNN*. 2004;33(1):105–15.
116. Silver RM. Delivery after previous cesarean: long-term maternal outcomes. *Semin Perinatol*. 2010 Aug;34(4):258–66.
117. Sentilhes L, Vayssiere C, Beucher G, Deneux-Tharaux C, Deruelle P, Diemunsch P, et al. Delivery for women with a previous cesarean: guidelines for clinical practice from the French College of Gynecologists and Obstetricians (CNGOF). *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2013 Sep;170(1):25–32.
118. Beckmann L, Dorin L, Metzging S, Hellmers C. [Birth in Out-of-Hospital Settings-- Differences in Maternal and Neonatal Outcome of Women with their Second Child and a Prior Caesarean Section Compared to First Paras]. *Z Geburtshilfe Neonatol*. 2015 Dec;219(6):281–8.
119. Chaudary Z, Metzenbauer M, Hafner E, Philipp K. Eine vaginale Geburt bei Zustand nach Sectio ist von der Ursache des Kaiserschnittes abhängig. *Geburtshilfe Frauenheilkd*. 2009;69(05):P05.
120. Place K, Kruit H, Tekay A, Heinonen S, Rahkonen L. Success of trial of labor in women with a history of previous cesarean section for failed labor induction or labor dystocia: a retrospective cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth* [Internet]. 2019;19(1):176. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12884-019-2334-3>
121. Tilden EL, Cheyney M, Guise J-M, Emeis C, Lapidus J, Biel FM, et al. Vaginal birth after cesarean: neonatal outcomes and United States birth setting. *Am J Obstet Gynecol*. 2017 Apr;216(4):403.e1-403.e8.
122. Beta J, Khan N, Khalil A, Fiolna M, Ramadan G, Akolekar R. Maternal and neonatal complications of fetal macrosomia: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2019 Sep;54(3):308–18.
123. Weissmann-Brenner A, Simchen MJ, Zilberberg E, Kalter A, Weisz B, Achiron R, et al. Maternal and neonatal outcomes of macrosomic pregnancies. *Med Sci Monit*. 2012 Sep;18(9):PH77-81.
124. Pahlitzsch TMJ, Hanne L, Henrich W, Weichert A. Influence of Foetal Macrosomia on the Neonatal and Maternal Birth Outcome. *Geburtshilfe Frauenheilkd*. 2019 Nov;79(11):1191–8.
125. Siggelkow W, Boehm D, Skala C, Grosslercher M, Schmidt M, Koelbl H. The influence

- of macrosomia on the duration of labor, the mode of delivery and intrapartum complications. *Arch Gynecol Obstet*. 2008 Dec;278(6):547–53.
126. Walsh JM, Hehir MP, Robson MS, Mahony RM. Mode of delivery and outcomes by birth weight among spontaneous and induced singleton cephalic nulliparous labors. *Int J Gynaecol Obstet*. 2015 Apr;129(1):22–5.
 127. Jahromi BN, Hussein Z. Pregnancy outcome at maternal age 40 and older. *Taiwan J Obstet Gynecol*. 2008 Sep;47(3):318–21.
 128. Heazell AEP, Newman L, Lean SC, Jones RL. Pregnancy outcome in mothers over the age of 35. *Curr Opin Obstet Gynecol*. 2018 Dec;30(6):337–43.
 129. Carolan M. Maternal age ≥ 45 years and maternal and perinatal outcomes: a review of the evidence. *Midwifery*. 2013 May;29(5):479–89.
 130. Pinheiro RL, Areia AL, Mota Pinto A, Donato H. Advanced Maternal Age: Adverse Outcomes of Pregnancy, A Meta-Analysis. *Acta Med Port*. 2019 Mar;32(3):219–26.
 131. Reddy UM, Ko C-W, Willinger M. Maternal age and the risk of stillbirth throughout pregnancy in the United States. *Am J Obstet Gynecol*. 2006 Sep;195(3):764–70.
 132. Studzinski Z. [Pregnancy and delivery in women over 40 years old]. *Wiad Lek*. 2004;57(3–4):140–4.
 133. Larsen EC, Christiansen OB, Kolte AM, Macklon N. New insights into mechanisms behind miscarriage. *BMC Med*. 2013 Jun;11:154.
 134. Niederberger C, Pellicer A, Cohen J, Gardner DK, Palermo GD, O'Neill CL, et al. Forty years of IVF. *Fertil Steril*. 2018 Jul;110(2):185–324.e5.
 135. Qin J-B, Sheng X-Q, Wang H, Chen G-C, Yang J, Yu H, et al. Worldwide prevalence of adverse pregnancy outcomes associated with in vitro fertilization/intracytoplasmic sperm injection among multiple births: a systematic review and meta-analysis based on cohort studies. *Arch Gynecol Obstet*. 2017 Mar;295(3):577–97.
 136. Pandey S, Shetty A, Hamilton M, Bhattacharya S, Maheshwari A. Obstetric and perinatal outcomes in singleton pregnancies resulting from IVF/ICSI: a systematic review and meta-analysis. *Hum Reprod Update*. 2012;18(5):485–503.
 137. Sullivan-Pyke CS, Senapati S, Mainigi MA, Barnhart KT. In Vitro fertilization and adverse obstetric and perinatal outcomes. *Semin Perinatol*. 2017 Oct;41(6):345–53.
 138. Guan P, Tang F, Sun G, Ren W. Prediction of emergency cesarean section by measurable maternal and fetal characteristics. *J Investig Med [Internet]*. 2020 Mar

- 1;68(3):799 LP – 806. Available from: <http://jim.bmj.com/content/68/3/799.abstract>
139. Snowden JM, Tilden EL, Snyder J, Quigley B, Caughey AB, Cheng YW. Planned Out-of-Hospital Birth and Birth Outcomes. *N Engl J Med*. 2015 Dec;373(27):2642–53.
 140. Flamm BL. Vaginal birth after caesarean (VBAC). *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2001 Feb;15(1):81–92.
 141. de Jonge A, Peters L, Geerts CC, van Roosmalen JJM, Twisk JWR, Brocklehurst P, et al. Mode of birth and medical interventions among women at low risk of complications: A cross-national comparison of birth settings in England and the Netherlands. *PLoS One*. 2017;12(7):e0180846.
 142. Trojano G, Damiani GR, Olivieri C, Villa M, Malvasi A, Alfonso R, et al. VBAC: antenatal predictors of success. *Acta Biomed*. 2019 Sep;90(3):300–9.
 143. Ola ER, Imosemi OD, Abudu OO. Vaginal birth after one previous Caesarean section--evaluation of predictive factors. *Afr J Med Med Sci*. 2001;30(1–2):61–6.
 144. Vitner D, Bleicher I, Kadour-Peero E, Lipworth H, Sagi S, Gonen R. Does prenatal identification of fetal macrosomia change management and outcome? *Arch Gynecol Obstet*. 2019 Mar;299(3):635–44.
 145. Kc K, Shakya S, Zhang H. Gestational diabetes mellitus and macrosomia: a literature review. *Ann Nutr Metab*. 2015;66 Suppl 2:14–20.
 146. Newsome J, Martin JG, Bercu Z, Shah J, Shekhani H, Peters G. Postpartum Hemorrhage. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2017 Dec;20(4):266–73.
 147. Ononge S, Mirembe F, Wandabwa J, Campbell OMR. Incidence and risk factors for postpartum hemorrhage in Uganda. *Reprod Health*. 2016 Apr;13:38.
 148. Turkmen S, Johansson S, Dahmoun M. Foetal Macrosomia and Foetal-Maternal Outcomes at Birth. *J Pregnancy*. 2018;2018:4790136.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen herzlich bedanken, die mich während meiner Dissertation begleitet und unterstützt haben.

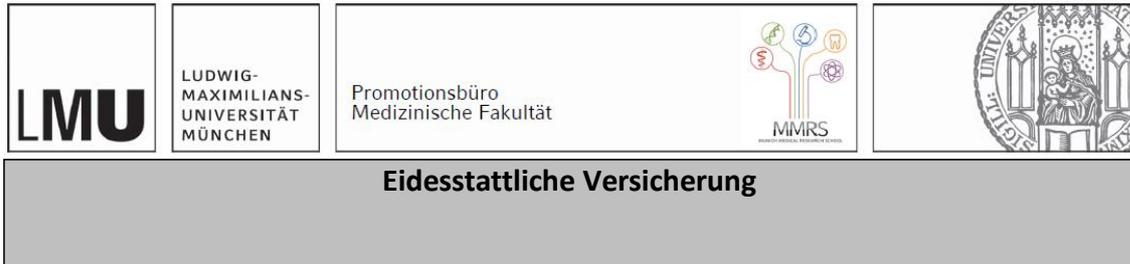
Zunächst gilt mein Dank meiner Betreuerin und Doktormutter, PD Dr. med. Julia Jückstock, insbesondere für das entgegengebrachte Vertrauen und die volle Unterstützung meines eigenständigen Arbeitens sowie ihre stetige Hilfsbereitschaft.

Herzlichen Dank auch an Jürgen Dippon für die intensive und kompetente Beratung und Hilfestellung bezüglich der Durchführung der statistischen Auswertung der in dieser Dissertation analysierten Daten sowie für die entgegengebrachte Geduld in der Diskussion der Ergebnisse.

Auch möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, die mich während des Projektes stets unterstützt und gefördert hat.

Ein besonderer und abschließender Dank gilt meinem Mann, der mir stets zur Seite steht und mich in allen Vorhaben bestärkt. Danke für deinen Rückhalt, dein Verständnis und dein begeistertes Engagement.

Affidavit



Cavalcanti Kußmaul, Clara

—

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel:

**Evaluation maternaler und fetaler Risikofaktoren, die zu einer Verlegung außerklinisch
geplanter Geburten in die Klinik führen**

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, 06.12.2022

Clara Cavalcanti Kußmaul

Ort, Datum

Unterschrift Doktorandin

Publikationsliste

Biomechanical comparison of minimally invasive treatment options for Type C unstable fractures of the pelvic ring.”

Adrian Cavalcanti Kußmaul, Axel Greiner, Christian Kammerlander, Christian Zeckey, Matthias Woiczinski, Christoph Thorwächter, Clara Gennen, Christian Kleber, Wolfgang Böcker, Christopher A. Becker.

Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research (2019)

<https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.emedien.ub.uni-muenchen.de/31864961/>

“Novel minimally invasive tape suture osteosynthesis for instabilities of the pubic symphysis: A biomechanical study.”

Adrian Cavalcanti Kußmaul, Fanny Schwaabe, Manuel Kistler, Clara Gennen, Sebastian Andreß, Christopher A Becker, Wolfgang Böcker, Axel Greiner.

Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery (2021).

<https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.emedien.ub.uni-muenchen.de/34052913/>