

AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG  
PROF. DR. BIRGIT SEELBACH-GÖBEL  
FRAUENHEILKUNDE UND GEBURTSHILFE

DER NOTFALLKAISERSCHNITT: INDIKATION UND OUTCOME UNTER DEM  
ASPEKT KARDIOTOKOGRAPHISCHER VERÄNDERUNGEN  
EINE ANALYSE DER NOTFALLKAISERSCHNITTE AN DER KLINIK ST.HEDWIG  
VON 2000-2017

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Antonia Kemmer

2021



AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG  
PROF. DR. BIRGIT SEELBACH-GÖBEL  
FRAUENHEILKUNDE UND GEBURTSHILFE

DER NOTFALLKAISERSCHNITT: INDIKATION UND OUTCOME UNTER DEM  
ASPEKT KARDIOTOKOGRAPHISCHER VERÄNDERUNGEN  
EINE ANALYSE DER NOTFALLKAISERSCHNITTE AN DER KLINIK ST.HEDWIG  
VON 2000-2017

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Antonia Kemmer

2021

Dekan: Prof. Dr. Dirk Hellwig

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Birgit Seelbach-Göbel

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Michale Pfeifer

Tag der mündlichen Prüfung: 07.01.2022

## Inhaltsverzeichnis

|            |  |               |
|------------|--|---------------|
| <b>1</b>   | <b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>  | <b>- 6 -</b>  |
| <b>2</b>   | <b>Einleitung .....</b>  | <b>- 7 -</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>Die Geburt .....</b>  | <b>- 9 -</b>  |
| <b>2.2</b> | <b>Die Sectio caesarea .....</b>   | <b>- 10 -</b> |
| 2.2.1      | Notfallkaiserschnitt.....  | - 11 -        |
| 2.2.1.1    | Hauptindikation für Notfallkaiserschnitte .....                            | - 11 -        |
| 2.2.1.1.1  | Pathologisches CTG oder auskultatorisch schlechte kindliche Herztöne ..... | - 11 -        |
| 2.2.1.1.2  | Vorzeitige Plazentalösung .....  | - 11 -        |
| 2.2.1.1.3  | Azidose während der Geburt und Skalpblutanalyse .....                      | - 12 -        |
| <b>2.3</b> | <b>Kardiotokografie .....</b>  | <b>- 14 -</b> |
| 2.3.1      | Tachykardie .....  | - 15 -        |
| 2.3.2      | Bradykardie.....   | - 15 -        |
| 2.3.3      | Akzelerationen.....  | - 15 -        |
| 2.3.4      | Dezelerationen .....   | - 16 -        |
| 2.3.5      | Oszillationen .....  | - 17 -        |
| <b>2.4</b> | <b>Der FIGO-Score .....</b>  | <b>- 17 -</b> |
| <b>2.5</b> | <b>Postnatale Beurteilung des Neugeborenen .....</b>                       | <b>- 19 -</b> |
| 2.5.1      | Apgar-Score .....  | - 19 -        |
| 2.5.2      | Nabelschnurblut .....  | - 20 -        |
| 2.5.3      | Reanimation und Verlegung auf eine neonatologische Station .....           | - 21 -        |
| <b>2.6</b> | <b>Fragestellung und Zielsetzung .....</b>                                 | <b>- 22 -</b> |
| <b>3</b>   | <b>Material und Methode.....</b>   | <b>- 23 -</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Datenerfassung.....</b>   | <b>- 23 -</b> |
| 3.1.1      | Auswahlkriterien.....  | - 23 -        |
| <b>3.2</b> | <b>Parameter.....</b>  | <b>- 24 -</b> |
| 3.2.1      | Maternale Parameter .....  | - 24 -        |
| 3.2.2      | Geburtsverlauf.....  | - 24 -        |
| 3.2.3      | Neonatale Parameter .....  | - 25 -        |
| <b>3.3</b> | <b>Methode.....</b>  | <b>- 25 -</b> |
| 3.3.1      | Das fetale Outcome .....   | - 26 -        |
| <b>3.4</b> | <b>Statistische Auswertung.....</b>  | <b>- 27 -</b> |

|            |  |               |
|------------|--|---------------|
| <b>4</b>   | <b>Ergebnisse .....</b>                                | <b>- 28 -</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Allgemeine Daten zum Studienkollektiv .....</b>     | <b>- 28 -</b> |
| 4.1.1      | Maternale Parameter .....                              | - 28 -        |
| 4.1.2      | Die Geburt .....                                       | - 32 -        |
| 4.1.3      | Neonatale Parameter .....                              | - 37 -        |
| <b>4.2</b> | <b>Kardiotokografie .....</b>                          | <b>- 40 -</b> |
| 4.2.1      | FIGO-Score .....                                       | - 40 -        |
| 4.2.1.1    | Azidose .....  | - 40 -        |
| 4.2.1.2    | Base excess .....                                      | - 43 -        |
| 4.2.1.3    | APGAR .....  | - 44 -        |
| 4.2.1.4    | Reanimation und Verlegung .....                        | - 47 -        |
| 4.2.2      | Prolongierte Dezelerationen .....                      | - 49 -        |
| 4.2.2.1    | Azidose .....  | - 49 -        |
| 4.2.2.2    | Base excess .....                                      | - 51 -        |
| 4.2.2.3    | APGAR .....  | - 52 -        |
| 4.2.2.4    | Reanimation und Verlegung .....                        | - 55 -        |
| 4.2.3      | Bradykardien .....                                     | - 57 -        |
| 4.2.3.1    | Azidose .....  | - 57 -        |
| 4.2.3.2    | Base excess .....                                      | - 59 -        |
| 4.2.3.3    | APGAR .....  | - 60 -        |
| 4.2.3.4    | Reanimation und Verlegung .....                        | - 63 -        |
| 4.2.4      | Wiederanstieg der Herzfrequenz.....                    | - 65 -        |
| 4.2.4.1    | Azidose .....  | - 65 -        |
| 4.2.4.2    | Base excess .....                                      | - 66 -        |
| 4.2.4.3    | APGAR .....  | - 67 -        |
| 4.2.4.4    | Reanimation und Verlegung .....                        | - 68 -        |
| 4.2.5      | Oszillationsverluste.....                              | - 69 -        |
| 4.2.5.1    | Azidose .....  | - 69 -        |
| 4.2.5.2    | Base excess .....                                      | - 70 -        |
| 4.2.5.3    | APGAR .....  | - 71 -        |
| 4.2.5.4    | Reanimation und Verlegung .....                        | - 72 -        |
| <b>4.3</b> | <b>Rechtzeitigkeit des Notfallkaiserschnitts .....</b> | <b>- 73 -</b> |
| 4.3.1.1    | Azidose .....  | - 74 -        |
| 4.3.1.2    | APGAR .....  | - 75 -        |
| <b>5</b>   | <b>Diskussion.....</b>                                 | <b>- 80 -</b> |

|     |  |         |
|-----|--|---------|
| 5.1 | Lässt sich aus dem modifizierten FIGO-Score eine Aussage über den postnatalen kindlichen Zustand treffen?.....   | - 85 -  |
| 5.2 | Beeinflusst im Falle eines Notfallkaiserschnitts die Schwere einer fetalen Bradykardie/Dezeleration in den letzten 30 min vor der Geburt den postnatalen kindlichen Zustand? ..... | - 88 -  |
| 5.3 | Hat ein erneuter Anstieg der FHF nach dem fetalen Herzfrequenzabfall einen Einfluss auf den postnatalen kindlichen Zustand? .....  | - 89 -  |
| 5.4 | Haben Oszillationsverluste während des Herzfrequenzabfalls einen Einfluss auf den postnatalen kindlichen Zustand? .....  | - 91 -  |
| 5.5 | Kann anhand der postnatalen Blutgasanalyse auf die Rechtzeitigkeit der Indikationsstellung zum Notfallkaiserschnitt rückgeschlossen werden? .....                                  | - 93 -  |
| 6   | Zusammenfassung .....  | - 96 -  |
| 7   | Literaturverzeichnis .....   | - 98 -  |
| 8   | Anhang .....   | - 109 - |
| 8.1 | Abbildungsverzeichnis .....  | - 109 - |
| 8.2 | Tabellenverzeichnis.....   | - 110 - |
| 9   | Danksagung .....   | - 114 - |
| 10  | Selbstständigkeitserklärung .....  | - 115 - |

## 1 Abkürzungsverzeichnis

| <b>ABKÜRZUNG</b>     | <b>BEDEUTUNG</b>   |
|----------------------|--|
| <b>ACOG</b>          | American College of Obstetricians and Gynecologists      |
| <b>BE</b>            | Base Excess/ Basendefizit                                |
| <b>BGA</b>           | Blutgasanalyse   |
| <b>CTG</b>           | Kardiotokografie   |
| <b>DGGG</b>          | Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe   |
| <b>E-E-ZEIT</b>      | Entscheidungs-Entbindungs Zeit                           |
| <b>FBA</b>           | Fetalblutanalyse   |
| <b>FHF</b>           | Fetale Herzfrequenz                                      |
| <b>FIGO</b>          | International Federation of Gynecology and Obstetrics    |
| <b>O<sub>2</sub></b> | Sauerstoff   |
| <b>PNZ</b>           | Perinatalzentrum   |
| <b>RDS</b>           | Respiratory distress syndrom                             |
| <b>RCOG</b>          | Royal College of Obstetricians and Gynaecologists        |
| <b>SOCG</b>          | The Society of Obstetricians and Gynecologists of Canada |
| <b>SPM</b>           | Schläge pro Minute                                       |
| <b>SSW</b>           | Schwangerschaftswoche                                    |
| <b>V.A</b>           | Verdacht auf   |
| <b>VORZ.</b>         | vorzeitig  |
| <b>Z. N</b>          | Zustand nach   |



## 2 Einleitung

Bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts barg die Spontangeburt ein nicht unerhebliches Risiko für den Fetus, während der Geburt zu versterben. Bessere Überwachungsmöglichkeiten des Fetus, weiterentwickelte Operationstechniken und die intensivmedizinische Versorgung reduzierten die perinatale Mortalität in den letzten Jahrzehnten deutlich. So konnte die Anzahl der Totgeborenen von 24 857 im Jahr 1950 auf 3 180 im Jahr 2019 gesenkt werden (1).

Aber auch die mütterliche Mortalität ist deutlich gesunken:

Sind im Jahr 1980 noch 171 Frauen während der Schwangerschaft, der Geburt oder im Wochenbett verstorben, so waren es im Jahr 2019 noch 25 (2).

Einhergehend mit der sinkenden perinatalen Mortalität konnte ein Anstieg der Kaiserschnittentbindungen verzeichnet werden:

Im Jahr 1991 wurden 15% aller Kinder durch einen Kaiserschnitt entbunden, im Jahr 2010 hat sich diese Zahl mit 31,9% verdoppelt. 9 Jahre später wurden in Bayern 32,3% der Kinder mittels Sectio zur Welt gebracht, davon 48,4% als sekundäre Sectio (3,4). Die Gründe für diesen Anstieg sind vielfältig, zum einen hat sich die Population der Gebärenden gewandelt:

Das durchschnittliche Alter der Mütter hat sich verändert und, damit einhergehend, ihre Begleiterkrankungen (5): 1991 betrug das durchschnittliche mütterliche Alter 27,9 Jahre und 2017 31,2 Jahre (6). Zum anderen hat sich im Rahmen des medizinischen Fortschritts das Risikobewusstsein geschärft, Risiken können früher erkannt werden und die Prävention ist zunehmend in den Vordergrund gerückt (5,7,8).

Der Anteil der Notfallkaiserschnitte an der Gesamtzahl der Kaiserschnitte in Bayern schwankte innerhalb der letzten 17 Jahren zwischen 4,8% und 2,8%; im Jahr 2017 betrug er 4% von allen Kaiserschnittentbindungen in Deutschland (9,10). Ein Notfallkaiserschnitt ist im Vergleich mit einem elektiven Kaiserschnitt unter anderem mit einem höheren Risiko an Infektionen sowie einer erhöhten maternalen Mortalität verbunden und sollte nur erwogen werden, wenn das Leben von Mutter und Kind gefährdet sind (11–14).

Um unter der Geburt das Risiko für eine solche Gefährdung zu erkennen, ist die Kardiotokografie (engl.: cardiotocography, CTG) eine wertvolle Methode. So gibt sie dem Geburtshelfer Auskunft über die kindlichen Herzfrequenzen; pathophysiologisch kann sich eine intrauterine Mangelversorgung in einer Veränderung der Herzfrequenz abbilden (15). Durch diese intrauterine Mangelversorgung (=Sauerstoffmangel) besteht die Gefahr einer fetalen Asphyxie. Diese ist, neben anderen Kriterien, durch das Auftreten einer Azidose mit einem pH-Wert < 7,0 definiert, messbar in der Nabelarterie (16). Ein niedriger Nabelarterien-pH ist nicht nur mit einem schlechteren APGAR-Wert assoziiert, sondern kann auch die neurologische Entwicklung des Kindes negativ beeinflussen (17–19). Um dies zu verhindern, wird daher die Kardiotokografie unter der Geburt genau beobachtet und ausgewertet.

Sie wird aber nicht nur rein zur Überwachung während der Geburt genutzt, charakteristische Veränderungen der fetalen Herzfrequenz dienen auch als Indikationskriterien eines Notfallkaiserschnitts. 2017 war ein pathologisches CTG die häufigste Indikation für einen Notfallkaiserschnitt bei Einlingen in Deutschland (10).

Zur Objektivierung des CTG gibt es Scores, welche eine einheitliche Auswertung ermöglichen sollen (20). Der Score der International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) ist auch unter der Geburt anwendbar und unterscheidet Herzfrequenzabfälle in ihrem zeitlichen Auftreten zur Wehe und ihrer Form, zudem findet er eine breite klinische Anwendung (20,21).

Allerdings unterliegt trotz Anwendung von Scores die Interpretation des CTG großen intra- und interindividuellen Bewertungsunterschieden durch den Geburtshelfer (22–24). Auch konnte gezeigt werden, dass ein Rückschluss auf die Sauerstoffversorgung des Kindes (gemessen anhand des Nabelschnur-pH-Werts) nur sehr eingeschränkt möglich ist (25,26).

Die Bewertungsunterschiede des CTGs sowie die wachsende Rate an Kaiserschnitten lassen es als dringend notwendig erscheinen, weiterführende Kriterien der CTG Auswertung zu finden, welche eine effiziente und verlässliche Beurteilung des kindlichen Zustands erlauben.

Der FIGO-Score ist grundsätzlich ein bewährtes Mittel zur Beurteilung des CTGs, jedoch wird die Schwere einer Dezeleration oder Bradykardie nicht berücksichtigt. In der Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe zum Nutzen des CTG während der Geburt von 2013 wird der FIGO-Score als Grundlage genutzt. Die Bandbreite (Oszillationen) wird als suspekt bewertet, wenn sie entweder >25 SpM (Schläge pro Minute) beträgt oder <5 SpM allerdings für mehr als 40 Minuten und als pathologisch wenn sie <5 SpM für über 90 Minuten beträgt (20). Im geburtshilflichen Kontext ist dies ein äußerst langes Zeitintervall und es erfolgt außerdem keine gesonderte Bewertung der Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls.

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob aus der FIGO-Klassifikation auf den postnatalen kindlichen Zustand im Kollektiv der Notfallkaiserschnitte geschlossen werden kann, durch eine Differenzierung der Dezelerationen in ihrer Schwere genauere Aussagen über das fetale Outcome möglich sind und inwieweit Oszillationsverluste als eigenständiges Kriterium zur Beurteilung des CTGs herangezogen werden können. Auch die Erholung der fetalen Herzfrequenz nach einem Herzfrequenzabfall wurde gesondert betrachtet. Zudem wurde die Frage erörtert, ob anhand der postnatalen Blutgasanalyse aus der Nabelschnur auf die Notwendigkeit des Notfallkaiserschnitts rückgeschlossen werden kann.

Im folgenden Abschnitt werden zunächst die physiologischen Grundlagen der Geburt sowie die Methodik der Geburtsüberwachung erläutert.

## 2.1 Die Geburt

Die physiologische Geburt erfolgt vaginal spontan aus Längslage des Kindes, dabei in über 90% aus Schädellage und in 5-7% aus der Beckenendlage. Sie gliedert sich in 3 Phasen: Die Eröffnungs- und Austreibungsphase sowie die Nachgeburtsperiode.

Während der Eröffnungsphase verkürzt und eröffnet sich der Muttermund unter Wehen vollständig (ca. 10cm), am Ende kommt es zum Blasensprung (rechtzeitiger

Blasensprung). Diese Phase umfasst bei Erstgebärenden mit großen Abweichungen durchschnittlich bis zu 7,5 Stunden, bei Mehrgebärenden 5,6 Stunden (27).

Die Austreibungsphase ist definiert als Zeitraum zwischen vollständiger Eröffnung des Muttermundes und Geburt des Kindes. Während dieser Phase kommt es zu starken Wehen in immer kürzeren Abständen, wodurch das Kind im Geburtskanal tiefer tritt. Erreicht der vorangehende Teil des Kindes den Beckenboden, presst die Gebärende aktiv mit. Durch den damit verbundenen intrauterinen Druckanstieg kann es zur Minderdurchblutung der Plazenta und konsekutiv zu einem akuten Sauerstoffmangel des Kindes kommen (15). Um eine fetale Hypoxie zu verhindern, ist es daher wichtig, dass das Verhältnis zwischen Uteruskontraktion zu Uterusentspannung mindestens 1:2 beträgt (27). Die Kardiotokografie sowie die fetale Skalpblutuntersuchung helfen dabei dem Geburtshelfer in dieser kritischen Phase die Vitalparameter des Kindes einzuschätzen.

In der Nachgeburtsperiode löst sich die Plazenta. Dieser Vorgang dauert physiologisch bis zu ca. 30 min (28). Erst nach vollständiger Lösung der Plazenta gilt die Geburt als abgeschlossen (29).

## 2.2 Die Sectio caesarea

Die Sectio caesarea (Kaiserschnitt) bezeichnet die Geburt des Kindes auf abdominellem Weg, d.h. mit Eröffnung der Bauchdecke und des Uterus durch einen Operateur. Zu unterscheiden ist die primäre Sectio, welche vor Beginn der Geburt durchgeführt wird, von der sekundären Sectio welche nach Einsetzen der Wehen oder des Blasensprungs d.h. nach Beginn der Geburt durchgeführt wird (30). Der Kaiserschnitt wird heute vorzugsweise in Regionalanästhesie und nur noch in Ausnahmesituationen in Vollnarkose durchgeführt.

## 2.2.1 Notfallkaiserschnitt

Im Gegensatz dazu ist der Notfallkaiserschnitt definiert als notfallmäßige abdominell-operative Beendigung der Geburt auf Grund von akuter mütterlicher oder fetaler Gefährdung und erfolgt immer in Intubationsnarkose (31,32).

Bei der notfallmäßigen Entbindung des Kindes ist die sogenannte Entscheidungs-Entbindungs-Zeit (E-E-Zeit) ein maßgeblicher Qualitätsindikator, welche laut Deutscher Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (DGGG) eine Dauer von 20 min nicht überschreiten soll (33).

### 2.2.1.1 Hauptindikation für Notfallkaiserschnitte

2017 haben folgende Indikationen am häufigsten zur Durchführung eines Notfallkaiserschnitts bei Einlingen geführt (10):

- Pathologisches CTG oder auskultatorisch schlechte kindliche Herztöne (62,42 %)
- Vorzeitige Plazentalösung (10,48%)
- Azidose während der Geburt (festgestellt durch Skalplutanalyse) (4,21%)

#### 2.2.1.1.1 Pathologisches CTG oder auskultatorisch schlechte kindliche Herztöne

Zur Überwachung des Kindes wird wie oben beschrieben die Kardiotokografie angewandt. Bei diesem Verfahren wird die kindliche Herzfrequenz als beat to beat Registrierung parallel zur Wehentätigkeit aufgezeichnet (34).

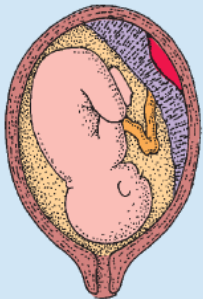
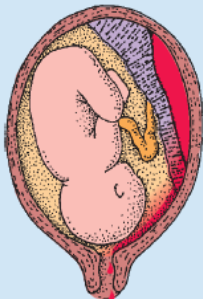
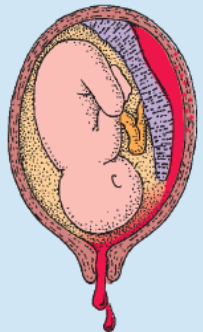
#### 2.2.1.1.2 Vorzeitige Plazentalösung

Die Abruption placentae, also die Lösung der Plazenta vor und während der Geburt, stellt eine ernste Komplikation dar. Es kommt zum plötzlichen Verlust des maternofetalen Gasaustauschs, weil der Kontakt zwischen mütterlichem und kindlichem Kompartiment durch ein retroplazentares Hämatom partiell oder ganz

aufgehoben ist. Infolgedessen kommt es zur kindlichen Minderversorgung und kann zu einem massiven Blutverlust der Mutter führen.

Symptome dieses Krankheitsbildes sind vielfältig und nicht immer eindeutig zuzuordnen. Das Leitsymptom ist aber ein starker Schmerz im brettharten Uterus (28). Manchmal ist das Ereignis jedoch auch nur an einem akuten Abfall der fetalen Herzfrequenz zu erkennen, insbesondere dann, wenn die Mutter eine hochwirksame epidurale Analgesierung erhalten hat und Schmerzen deswegen fehlen können (27). Mittels Ultraschall kann die Diagnose anhand eines retroplazentaren Hämatoms (vgl. Abb.1) gesichert werden (27,28).

Abbildung 1: Schweregradeinteilung der vorzeitigen Plazentalösung, aus Goerke, Kurzlehrbuch Gynäkologie und Geburtshilfe, 7. Auflage 2014 © Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

| Schweregrad                              | Leichte Form  | Mittelschwere Form  | Schwere Form   |
|--|---|---|--|
|  |   |   |    |
| Ablösung der Plazenta von der Haftstelle | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ablösung der Plazenta an weniger als einem Drittel von der Haftstelle</li> <li>• Bildung eines zentralen retroplazentaren Hämatoms durch Blutung zwischen Uterus und Plazenta</li> </ul> | Ablösung der Plazenta an zwei Dritteln von der Haftstelle   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ablösung der Plazenta an mehr als zwei Dritteln von der Haftstelle</li> </ul>   |
| Symptome                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine (oft sonographischer oder postpartaler Zufallsbefund)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• In 60 – 80 % vaginale Blutungen</li> <li>• Allgemeines Unwohlsein (Angst, Schwindel, Atemnot)</li> <li>• Fetale Hypoxie (CTG)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Starke vaginale Blutungen</li> <li>• Brettharter Bauch</li> <li>• Schocksymptomatik</li> <li>• Ggf. Verbrauchskoagulopathie</li> <li>• Intrauteriner Fruchttod</li> </ul> |

### 2.2.1.1.3 Azidose während der Geburt und Skalplutanalyse

Eine Azidose ist per Definition eine Störung im Säure-Basen-Haushalt des Körpers mit Abfall des arteriellen pH-Wertes (35). Neugeborene haben im Schnitt einen Nabelschnur-pH-Wert von  $7,27 \pm 0,07$  (27).

Es können verschiedene Pathologien Grundlage einer Azidose sein, grundsätzlich lässt sich aber zwischen einer akuten und chronischen Form unterscheiden. Die chronische Form ist häufig durch eine uteroplazentare Störung der

Sauerstoffversorgung oder einem protrahierten Geburtsverlauf bedingt und nicht selten mit einer vorbestehenden Plazentainsuffizienz assoziiert. Akute Formen der Azidose können auf dem Boden einer Uterusruptur, vorzeitigen Plazentalösung oder auch eines Nabelschnurvorfalles entstehen (27).

Folgen eines anhaltenden Sauerstoffmangels ist eine Azidose und bei Persistenz die Asphyxie des Feten (15). Eine Asphyxie liegt vor, bei einem Nabelarterien-pH <7,0, einem APGAR  $\leq$  3 für >5 min, neurologischen Auffälligkeiten und Multiorgandysfunktionen (16).

Die fetale Azidose während der Geburt wird durch eine Skalpblutanalyse (syn.: Fetalblutuntersuchung) diagnostiziert. Hierzu wird mittels eines Spezialamioskops der vorangehende Teil des Kindes (Kopf oder Steiß) eingestellt, die entsprechende Stelle mit Paraffinöl betupft und 1-2 Stichinzisionen angebracht. Durch das Öl sammelt sich das Blut als Tropfen, welcher dann mit Hilfe einer heparinisierten Kapillare angesaugt und analysiert wird. Die Analyse gibt Aufschluss über den pH-Wert, pCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub>, BE und ggf. den Gehalt an fetalem Hämoglobin (15).

Indiziert ist eine Skalpblutanalyse bei einem >30 min anhaltendem pathologischen CTG, bei grünem Fruchtwasser in Kombination mit einem suspektem oder pathologischen CTG oder dickem Mekonium und dem Verdacht auf Anämie des Kindes. Bei noch geschlossenem Muttermund, Frühgeburten <34 SSW, Gesichtshaltung, einer Hepatitis- oder HIV Infektion der Mutter oder pathologischem CTG des nicht führenden Mehrlings ist die Technik nicht anwendbar (27).

Auf Basis der Skalpblutanalyse können indirekt Rückschlüsse auf die Sauerstoffversorgung des Fetus gezogen werden, woraus sich Konsequenzen im Geburtsmanagement ergeben.

Die Handlungsempfehlungen der DGGG (2012) sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: pH-Werte, PCO<sub>2</sub> und Base excess (BE) aus dem Fetalblut (FBA) und empfohlenes Vorgehen (mod. nach FIGO) (20)

| Fetalblutanalyse  | Folgerung  |
|---|--|
| <b>pH <math>\geq 7,25</math></b>  | FBA sollte bei persistierender FHF-Abnormität innerhalb von 30 min wiederholt werden   |
| <b>pH 7,21-7,24</b>   | FBA sollte innerhalb von 30 min wiederholt oder die Entbindung erwogen werden (bei raschem pH-Abfall seit der letzten Messung) |
| <p style="text-align: center;"><b>pH <math>\leq 7,20</math></b></p> <p><b>PCo<sub>2</sub> &gt; 65 mmHg (resp. Azidose)</b></p> <p><b>BE &lt; -9,8 (z.B -15) mmol/l (met. Azidose)</b></p> | Die rasche Entbindung ist insbesondere bei metabolischer Azidose indiziert   |

### 2.3 Kardiotokografie

Die Kardiotokografie ist die simultane Aufzeichnung der kindlichen Herzfrequenz und den Uteruskontraktionen. Sie dient der Überwachung des Kindes und kann ante- sowie subpartal eingesetzt werden (34). In Deutschland werden >90% der Kinder sub partu mittels Herzfrequenzaufzeichnung überwacht (10).

Die kindliche Herzfrequenz wird mittels einer Ultraschallsonde registriert, welche auf der Bauchdecke der Mutter angebracht wird. Grundlage ist der Dopplereffekt (32). Es kommt die sogenannte Beat-to-Beat Methode zum Einsatz: Hierbei wird aus dem Abstand zwischen zwei Herzschlägen die aktuelle Herzfrequenz kalkuliert.

Während der Wehe kontrahiert sich der Uterus und richtet sich gegen die Bauchdecke auf, dies registriert der Druckaufnehmer und wandelt es in ein elektrisches Signal um (15).

Grundsätzlich werden bei der Beurteilung des CTGs folgende Aspekte berücksichtigt (27) :

- Die Basalfrequenz: Sie wird als gedachte horizontale Linie (Baseline) durch die Mittelwerte der Oszillationen gekennzeichnet.



- Veränderungen der fetalen Herzfrequenz (Alterationen): Es wird zwischen kurzfristigen, mittelfristigen und langfristigen Veränderungen unterschieden. Tabelle 2 gibt einen Überblick.
- Die Bandbreite: Amplitude der Oszillationen

Tabelle 2: Alterationen der FHF, (15)

| <b>Alterationen der fetalen Herzfrequenz (FHF)</b> |   |
|--|---|
| <b>Langfristig</b>                                 | -Tachykardie<br>-Bradykardie  |
| <b>Mittelfristig</b>                               | -Akzelerationen → periodisch, sporadisch<br>-Dezelerationen → periodisch (früh, spät)<br>variabel, sporadisch, Typ 0, prolongiert |
| <b>Kurzfristig</b>                                 | -Oszillationen  |

### 2.3.1 Tachykardie

Als Tachykardie bezeichnet man einen Anstieg der Grundfrequenz >150 SpM für >10 min 151-170 SpM gelten als leichte, Frequenzen >170 SpM als schwere Tachykardie (27).

### 2.3.2 Bradykardie

Eine Abnahme der Grundfrequenz <110 SpM für >3 min wird als Bradykardie bezeichnet. Als leichte Bradykardie werden Frequenzen von 100-109 SpM und als schwere Bradykardie Frequenzen <100 SpM bezeichnet (27).

### 2.3.3 Akzelerationen

Akzelerationen sind Frequenzbeschleunigungen von  $\geq 15$  SpM über einen Zeitraum von mindestens 15s bis maximal 10 min (15).

#### 2.3.4 Dezelerationen

Die Abnahme der fetalen Herzfrequenz von  $\geq 15$  SpM über mindestens 15 s bis zu höchstens 3 Minuten wird als Dezeleration bezeichnet (15).

Periodisch auftretende, wehenabhängige Dezelerationen werden unterschieden in:

- Frühe Dezelerationen (Typ I): Wehenakme und tiefster Punkt der Dezeleration verhalten sich spiegelbildlich, die Dezeleration beginnt und endet mit der Wehe. Frühe Dezelerationen sind Ausdruck des erhöhten intrauterinen Drucks (15).
- Späte Dezelerationen (Typ II): Der Abfall der FHF beginnt nach Einsetzen der Wehe und ihr Anstieg ist zeitversetzt zum Wehenabfall. Laut Diedrich et al., 2007 muss das Auftreten einer einzelnen, späten Dezeleration als Warnsignal und ein wiederholtes Auftreten als Zeichen drohender intrauterinen Asphyxie gewertet werden. Nach Sicherung der Azidose mittels Skalplutanalyse sollte daher eine baldige Beendigung der Geburt erfolgen (15).
- Variable Dezelerationen haben sowohl im Bezug zur Wehe als auch in ihrer Form ein wechselndes Erscheinungsbild. Sie sind Ausdruck einer eingeschränkten Hämodynamik und nach Sicherung der Azidose sollte auch hier die Geburt baldmöglichst beendet werden (15).
- Typ 0 Dezelerationen sind temporäre Verlangsamungen der FHF mit bis zu 30s Dauer (15).

Sporadische Dezelerationen, also ein Abfall der FHF ohne Bezug zu Uteruskontraktionen, haben keine pathologische Bedeutung. Sie können Ausdruck von Kindsbewegungen oder Folge äußerer Stimulation sein (27).

Ein über 3 min anhaltender Abfall der FHF wird als prolongierte Dezeleration bezeichnet. Dieser Abfall kann in eine anhaltende Bradykardie übergehen und ist meist mit einem auslösenden Ereignis assoziiert (Dauerkontraktion des Uterus, V.-Cava Syndrom, etc.). Diese Form der Dezeleration ist durch eine O<sub>2</sub> Mangelversorgung gekennzeichnet und kann zu einer für den Feten bedrohlichen Hypoxie führen (15,21,27). Im schlimmsten Fall sind diese bradykarden Herzfrequenzen durch eine vorzeitige Plazentalösung oder Uterusruptur bedingt.

### 2.3.5 Oszillationen

Mit Oszillation oder auch Fluktuation beschreibt man die kurzfristigen Schwankungen der FHF, welche wehenunabhängig sind. Sowohl die Frequenz der Oszillationen als auch ihre Amplitude werden als Beurteilungskriterium herangezogen. Ein Verlust der Oszillationen weist auf eine hypoxische Gefährdung hin (15).

Die Amplitude der Oszillationen wird auch als Bandbreite bezeichnet und kann in vier Muster unterteilt werden (15):

- Silent <5SpM
- Eingeengt- undulatorisch 5-10SpM
- Undulatorisch 10-25SpM
- Saltatorisch >25SpM
- 

### 2.4 Der FIGO-Score

Zur Interpretation der kindlichen Herzfrequenzen wurden verschiedene Scores entwickelt, um eine standardisierte Bewertungsgrundlage zu schaffen.

Im Folgenden wird der Score der International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) beschrieben, da dieser auch zur Anwendung sub partu zugelassen ist und eine breite klinische Anwendung findet.

Im FIGO-Score werden folgende Aspekte des CTGs bewertet:

- Baseline (Grundfrequenz)
- Bandbreite (Oszillationsamplitude)
- Dezelerationen
- Akzelerationen

Entsprechend ihrer Ausprägung werden den einzelnen Parametern die Klassifikationen normal, suspekt und pathologisch zugewiesen und das CTG in 30 min Intervallen neu klassifiziert (21). Es wird derjenige Abschnitt gewählt, der die höchste Dichte an suspekten/pathologischen Mustern enthält (20). Sofern ein Parameter als suspekt eingestuft wird, gilt das gesamte CTG als suspekt, falls ein

Parameter als pathologisch oder zwei Parameter als suspekt eingestuft werden, gilt ebenfalls das gesamte CTG als pathologisch. Dies gilt auch, wenn nur ein Abschnitt innerhalb einer 5 stündigen Aufzeichnung als pathologisch oder suspekt gewertet wird (vgl. Tabelle 4) (27).

Zu berücksichtigen ist, dass der FIGO-Score erst ab einer SSW  $\geq 34$  angewendet werden kann, da sich bei einer Reife unterhalb der 34. SSW die fetalen Herzfrequenzmuster im CTG anders präsentieren (20).

Die Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe hat den FIGO-Score in ihrer Leitlinie von 2013 nach ACOG<sup>1</sup>, SOGC<sup>2</sup>, RCOG<sup>3</sup> wie folgt modifiziert und er findet in dieser Form breite klinische Anwendung:

Tabelle 3: Bewertung des CTGs laut Leitlinie der DGGG(20)

| Parameter           | Grundfrequenz (SpM)                           | Bandbreite (SpM)                  | Dezelerationen  | Akzelerationen   |
|---------------------|---|-----------------------------------|---|--|
| <b>normal</b>       | 110-160                                       | $\geq 5$ - $< 25$                 | keine <sup>1</sup>  | vorhanden, sporadisch <sup>2</sup>   |
| <b>suspekt</b>      | 100-109<br>161-180                            | $< 5$ für $\geq 40$ min<br>$> 25$ | Frühe/variable<br>einzeln verlängert<br>bis 3min                    | Vorhanden,<br>periodisch   |
| <b>pathologisch</b> | $< 100$<br>$> 180$<br>sinusoidal <sup>3</sup> | $< 5$ für $> 90$ min              | Atypische variable,<br>späte, einzeln<br>verlängerte größer<br>3min | Fehlen für $> 40$ min<br>(Bedeutung noch<br>unklar, Bewertung<br>fraglich) |

<sup>1</sup> FHF-Dezelerationsamplitude  $\geq 15$  SpM, Dauer  $\leq 15$ s

<sup>2</sup> FHF-Akzelerationsamplitude  $\geq 15$  SpM, Dauer  $\leq 15$ s

<sup>3</sup> sinusoidale FHF:  $\geq 10$  SpM, Dauer  $\geq 10$ min

---

<sup>1</sup> American College of Obstetricians and Gynecologists

<sup>2</sup> The Society of Obstetricians and Gynecologists of Canada

<sup>3</sup> Royal College of Obstetricians and Gynaecologists

In Tabelle 4 finden sich die CTG-Kategorien und die entsprechenden Definitionen sowie Handlungsempfehlungen der DGGG.

Tabelle 4: FHF-Klassifikation in normal, suspekt, pathologisch einschl. Handlungsbedarf (20)

| Kategorie           | Definition  |
|---------------------|---|
| <b>normal</b>       | Alle vier Beurteilungskriterien normal (kein Handlungsbedarf)   |
| <b>suspekt</b>      | mindestens ein Beurteilungskriterium suspekt und alle anderen normal (Handlungsbedarf: konservativ)   |
| <b>pathologisch</b> | mindestens ein Beurteilungskriterium pathologisch* bzw. zwei oder mehr suspekt (Handlungsbedarf: konservativ und invasiv)<br>*gilt nicht für Akzelerationen |

## 2.5 Postnatale Beurteilung des Neugeborenen

Die unmittelbare postnatale Beurteilung des Neugeborenen wird in der Klinik durch die Erhebung des APGAR-Scores und der Blutgasparameter im Nabelschnurblut definiert. In der vorliegenden Arbeit wurde zusätzlich die Notwendigkeit einer Reanimation sowie die Versorgung auf einer neonatologischen Station als Zeichen einer vermehrten Komplikationsrate untersucht.

### 2.5.1 Apgar-Score

Der 1953 von Virginia Apgar entwickelte, gleichnamige Score erlaubt eine schnelle kardiopulmonale und neurologische Beurteilung des Neugeborenen (15). Der Score dient zur Abschätzung der Notwendigkeit weiterführender Maßnahmen wie ggf. einer Beatmung oder Reanimation (36).

Die Zustandsbeurteilung erfolgt im Alter von 1, 5 und 10 min. Der Apgar-Score setzt sich zusammen aus Atmung, Herzfrequenz, Muskeltonus, Hautfarbe und Reflexen des Kindes beim Absaugen. Für jeden Parameter werden maximal 2 Punkte vergeben und die einzelnen Werte anschließend addiert.

Werden niedrige Werte festgestellt, erfolgt eine erneute Bewertung und sofern keine Besserung eintritt sollte ein Neonatologe hinzugezogen werden (27).

Tabelle 5: Apgar-Schema, (27)

|   | <b>2 Punkte</b>          | <b>1 Punkt</b>             | <b>0 Punkte</b>     |
|---|--------------------------|----------------------------|---------------------|
| <b>Herzschlag</b>   | >100                     | <100                       | fehlt               |
| <b>Atmung</b>   | regelmäßig, Kind schreit | unregelmäßig, unzureichend | fehlt               |
| <b>Hautfarbe</b>  | rosig                    | Akrozyanose                | Zyanose oder Blässe |
| <b>Reaktion beim Absaugen</b>   | grimassiert              | wenig                      | fehlt               |
| <b>Muskeltonus</b>  | Beugetonus               | reduzierter Tonus          | schlaff             |
| <b>Auswertung (1 Minute):</b>   |                          |                            |                     |
| <b>8-10 Punkte = gut, 5-7 Punkte = beeinträchtigt, 0-4 Punkte = schwer beeinträchtigt</b> |                          |                            |                     |

### 2.5.2 Nabelschnurblut

Neben der subjektiven Einschätzung durch den Apgar-Score wird postnatal regelhaft auch das arterielle und ggf. venöse Blut der Nabelschnur analysiert. Durch Erhebung des pH-Werts und des Base excess kann die Diagnose einer möglichen fetalen Azidose gesichert werden. Die mittleren Nabelschnur-pH-Werte Termingeborener liegen bei  $7,27 \pm 0,07$  und einem Base excess von  $-2,7 \pm 2,8$  (27).

Ein pH-Wert  $<7,20$  ist als leichte Azidose definiert, die weitere Unterteilung in verschiedene Schweregrade ist Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6: Übersicht über fetale pH-Werte und deren Definition (15)

| <b>pH-Wert</b>  | <b>Definition</b>        |
|-----------------|--------------------------|
| <b>&lt;7,20</b> | Leichte Azidose          |
| <b>&lt;7,10</b> | Fortgeschrittene Azidose |
| <b>&lt;7,0</b>  | Schwere Azidose          |

Als Base excess oder Basenüberschuss bezeichnet man die Menge an zu Verfügung stehenden und zur Bindung von  $H^+$  Ionen fähigen Molekülen. Im Körper ist dies

weitestgehend  $\text{HCO}_3^-$ . Bei nichtrespiratorischen Störungen, also dem Verlust von Säuren oder Basen z.B. durch Erbrechen oder Nierenfunktionsstörungen, ändert sich die Konzentration dieser Moleküle im Körper. Es entsteht ein Defizit anhand dessen man die Menge an Pufferlösung abschätzen kann, welche benötigt wird, um den physiologischen Säure-Base Haushalt wiederherzustellen (37).

### 2.5.3 Reanimation und Verlegung auf eine neonatologische Station

Besonders unreife Kinder neigen postnatal zu Anpassungsstörungen und damit verbundenen Komplikationen (16). Zudem gibt es Zustände/Krankheiten des Kindes, welche eine Verlegung auf eine neonatologische Station erforderlich machen. So sind zum Beispiel Unreife  $<36+0$  SSW, Atemstörungen, Nabelarterien pH-Werte  $< 7,0$  und Zyanose des Kindes Indikationen einer Verlegung (27).

## 2.6 Fragestellung und Zielsetzung

Wie in der Einleitung dargestellt, sind die Fragen, welche in der vorliegenden Arbeit untersucht werden sollen, folgende:

1. Im Falle von CTG-Pathologien:
  - a. Lässt sich aus dem modifizierten FIGO-Score eine Vorhersage des postnatalen kindlichen Zustands treffen?
  - b. Beeinflusst im Falle eines Notfallkaiserschnitts die Schwere einer fetalen Bradykardie/Dezeleration in den letzten 30 min vor der Geburt den postnatalen kindlichen Zustand?
  - c. Hat ein erneuter Anstieg der FHF nach dem Herzfrequenzabfall einen Einfluss auf den postnatalen Zustand des Kindes?
  - d. Haben Oszillationsverluste während des Herzfrequenzabfalls einen Einfluss auf den postnatalen Zustand des Kindes?
  
2. Kann anhand der postnatalen Blutgasanalyse auf die Rechtzeitigkeit eines Notfallkaiserschnitts geschlossen werden?



## 3 Material und Methode

### 3.1 Datenerfassung

Grundlage dieser retrospektiven Analyse sind alle Geburten in der Klinik für Geburtshilfe und Frauenheilkunde der Klinik St. Hedwig Regensburg im Zeitraum vom 01.01.2000 bis zum 31.12.2017, welche per Notfallkaiserschnitt durchgeführt wurden.

Alle Daten zur Schwangerschaft und Geburt wurden aus dem Klinikinformationssystem (SAP) der Klinik St. Hedwig entnommen, mittels Microsoft Excel 2017 aufbereitet und codiert.

Die CTGs der letzten 30 min. vor Entbindung wurden mittels des modifizierten FIGO-Scores klassifiziert, anhand der unten genannten Parameter nochmals ausgewertet und diese Ergebnisse den kindlichen Outcome-Parametern gegenübergestellt.

#### 3.1.1 Auswahlkriterien

Es wurden alle Geburten berücksichtigt, welche als Notfallkaiserschnitt beendet wurden. Im zu untersuchenden Zeitraum ergab sich damit eine Grundgesamtheit von 540 Patientinnen. Auf Grund eines zu kurzen CTG-Intervalls oder der Nichtauswertbarkeit des CTGs konnten nicht alle Fälle aus diesem Grundkollektiv in die Auswertung miteingeschlossen werden. Dadurch ergab sich ein auswertbares Kollektiv von 359 Patientinnen.

## 3.2 Parameter

Die erfassten Daten beinhalten maternale Charakteristika, Angaben zur Schwangerschaft und Geburt sowie Parameter des fetalen Outcomes.

### 3.2.1 Maternale Parameter

Erhobene maternale Daten sind:

- Alter
- Gravität
- Parität
- Körperliche Vorerkrankungen

### 3.2.2 Geburtsverlauf

Berücksichtigte Daten zum Geburtsverlauf:

- Indikationen des Notfallkaiserschnitts
- CTG nach FIGO (innerhalb der letzten 30 min vor der Geburt)
- Vorhandensein prolongierter Dezelerationen in den letzten 30 min vor Geburt
- Auftreten einer Bradykardie in den letzten 30 min vor Geburt
- Schwere der Dezeleration/Bradykardie in den letzten 30 min vor Geburt
- Oszillationsverlust während des Herzfrequenzabfalls in den letzten 30 min vor Geburt
- Wiederanstieg der fetalen Herzfrequenz nach einem Herzfrequenzabfall in den letzten 30 min vor Geburt
- E-E-Zeit
- MBU-Wert

### 3.2.3 Neonatale Parameter

In dieser Arbeit wurden folgende neonatale Parameter erhoben:

- Gestationsalter
- Geschlecht
- Gewicht
- Länge
- Kopfumfang
- APGAR-Score
- Nabelarterien-pH- Wert
- Nabelarterien BE Wert
- Notwendigkeit einer Reanimation
- Notwendigkeit der Verlegung auf eine neonatologische Station

### 3.3 Methode

Nach erstmaliger Auswertung des CTGs mittels des modifizierten FIGO-Scores wurden alle CTGs ein zweites Mal gesichtet und nochmals sowohl nach FIGO als auch anhand der folgenden Parameter beurteilt:

- Lag eine prolongierte Dezeleration vor
- Lag eine Bradykardie vor
- Auftreten von Oszillationsverlusten
- Gab es einen Wiederanstieg der FHF nach der Pathologie
- Schwere der Pathologie
  - Unterschreiten der FHF von 100SpM, 80SpM oder 60 SpM

Eine Bradykardie wurde als Abfall der FHF von mehr als 15SpM über eine Dauer  $\geq 10$  min und eine prolongierte Dezeleration als ein Abfall der FHF von über 15SpM mit einer Dauer von  $> 2$  min aber  $< 10$  min definiert (26).

Als Herzfrequenzgrenze, ab deren Unterschreitung begonnen wurde die Pathologie in ihrer Schwere zu analysieren, wurde 100SpM gewählt. Als Orientierung diente hier

die als pathologisch eingestufte Baseline des FIGO-Scores, welche ebenfalls den Wert 100SpM zur Grenze hat (38).

Als Wiederanstieg der fetalen Herzfrequenz wurde das erneute Erreichen von 100SpM nach der vorangegangenen Pathologie gewertet.

Oszillationen wurden anhand ihrer Bandbreite innerhalb eines einminütigen Intervalls bewertet (20):

- normale Bandbreite: 5-25 SpM
- reduzierte Bandbreite: <5 SpM
- erhöht/silent: <25 SpM

### 3.3.1 Das fetale Outcome

Das Outcome des Kindes wurde anhand von NA-pH, BE-Wert, APGAR-Wert, Notwendigkeit einer Reanimation und der Verlegung auf eine neonatologische Station beschrieben.

*Tabelle 7: Definition der pH-Werte in der vorliegenden Studie*

| <b>pH-Wert</b>     | <b>Definition</b> |
|--------------------|-------------------|
| <b>pH &gt; 7,2</b> | Keine Azidose     |
| <b>pH &lt; 7,2</b> | Moderate Azidose  |
| <b>pH ≤ 7,0</b>    | Schwere Azidose   |

Eine metabolische Azidose wurde als Basendefizit mit einem BE < -12 mmol/L definiert (39).

Da ein APGAR ≤3 für > 5 min als ein Kriterium zur Beurteilung einer Geburtsasphyxie gilt, wurde ein APGAR-Wert ≤3 als schwere Depression gewertet (16).

### 3.4 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung der Daten wurde die Software SPSS (Version 24.0.0.0. für MAC, IBM Corp., USA) verwendet. Die statistischen Analysen wurden unter Beratung von Herrn Florian Zeman, (M. Sc.), Zentrum für klinische Studien des Universitätsklinikums Regensburg, erstellt.

Als erster Schritt wurde eine deskriptive Statistik der Parameter durchgeführt, indem die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen berechnet wurden.

Für Variablen dichotomer Merkmalsausprägung mit schiefer Verteilung wurden Kreuztabellen angefertigt und mittels des Chi<sup>2</sup>-Tests auf statistische Signifikanz untersucht. Sofern  $n < 5$  war wurde der Fischer-Test zur Testung der Signifikanz herangezogen, diese Werte werden im Folgenden mit einem \* gekennzeichnet.

Als statistische Signifikanz wurde  $p=0,05$  festgelegt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Allgemeine Daten zum Studienkollektiv

#### 4.1.1 Maternale Parameter

In Tabelle 8 sind die Mittelwerte der jeweiligen maternalen Daten inklusive ihrer Minima und Maxima dargestellt.

*Tabelle 8: Mittelwerte maternale Daten*

| <b>Parameter</b>               | <b>Mittelwert</b> | <b>Minimum</b> | <b>Maximum</b> |
|--------------------------------|-------------------|----------------|----------------|
| <b>Alter</b>                   | 32 ± 5 Jahre      | 17 Jahre       | 45 Jahre       |
| <b>BMI vor Schwangerschaft</b> | 24                | 15             | 54             |
| <b>BMI zur Geburt</b>          | 29                | 19             | 59             |

Zur genaueren Untersuchung wurde das maternale Alter in vier Gruppen eingeteilt, die prozentuale Verteilung kann Tabelle 9 entnommen werden.

*Tabelle 9: Häufigkeiten der maternalen Altersverteilung*

| <b>Alter der Mutter</b>                 | <b>Häufigkeit (n=359)</b> |
|---|---------------------------|
| <b>Mütter jünger als 20 Jahre</b>       | 2,5% (9)                  |
| <b>Mütter zwischen 21 und 29 Jahren</b> | 33,7% (121)               |
| <b>Mütter zwischen 30 und 34 Jahren</b> | 33,7% (121)               |
| <b>Mütter zwischen 35 und 40 Jahren</b> | 24,5% (88)                |
| <b>Mütter älter als 40 Jahre</b>        | 5,3% (20)                 |

Die prozentuale Verteilung vorangegangener Schwangerschaften kann Tabelle 10 entnommen werden. Hierbei muss erwähnt werden, dass die aktuelle Schwangerschaft durch die Kreißsaal-Datenbank mit eingerechnet wurde. Dementsprechend war es für 62,1% der Patientinnen die erste Schwangerschaft.

Tabelle 10: Häufigkeitsverteilung vorausgegangener Schwangerschaften

| Parameter                          | Häufigkeit (n=359) |
|------------------------------------|--------------------|
| <b>Gravida 1</b>                   | 62,1% (223)        |
| <b>Gravida 2</b>                   | 25,2% (90)         |
| <b>Gravida <math>\geq 3</math></b> | 12,81% (46)        |
| <b>Aborte in Vorgeschichte</b>     | 22,28% (80)        |

Tabelle 11 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Parität im untersuchten Kollektiv.

Tabelle 11: Häufigkeitsverteilungen der Parität im Kollektiv

| Parameter        | Häufigkeit (n=359) |
|------------------|--------------------|
| <b>Parität 1</b> | 62,1% (223)        |
| <b>Parität 2</b> | 25,1% (90)         |
| <b>Parität 3</b> | 7,5% (27)          |
| <b>Parität 4</b> | 3,1% (11)          |
| <b>Parität 5</b> | 1,7% (6)           |
| <b>Parität 6</b> | 0,5% (2)           |

Das Kollektiv wurde dahingehend untersucht, ob die Indikation zur Entbindung in einem Perinatalzentrum Level 1 (PNZ) laut DGGG gegeben war.

Folgende Erkrankungen/Konstellationen sind Indikationen zur Einweisung in ein Perinatalzentrum Level 1 (40) :

- Drohende Frühgeburt < 29 + 0 SSW oder einem geschätzten Geburtsgewicht < 1000 g (nach GBA < 1250 g)
- Alle höhergradige Mehrlingsschwangerschaften (nach GBA > 2 < 33 + 0 SSW und > 3 alle)
- Pränatal diagnostizierte Erkrankungen, bei denen nach der Geburt eine rasche Behandlung des Neugeborenen erforderlich ist

Tabelle 12 zeigt die prozentuale Verteilung im Kollektiv.

*Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der Indikation zur Entbindung in einem Perinatalzentrum Level 1 (PNZ) nach DGGG*

| <b>Indikationen laut DGGG (n=359)</b>     |       |
|---|-------|
| <b>Keine Indikation für PNZ Level 1</b>   | 93,9% |
| <b>PNZ Level 1 Indikationen vorhanden</b> | 6,1%  |
| <b>Gesamt</b>                             | 100%  |

Bei 93,9% der Frauen im Kollektiv lag keine Indikation zur Entbindung in einem Perinatalzentrum Level 1 vor.

Zur Erfassung vorbestehender, körperlicher Erkrankungen konnten folgende Krankheiten aus der Datenbank eingeschlossen werden:

- Adipositas
- Allergie
- Asthma bronchiale in der Eigenanamnese
- Behandlungsbedürftige Allgemeinerkrankung
- Blutungs-/ Thromboseneigung
- Dauermedikation
- Diabetes Mellitus
- Hepatitis in der Eigenanamnese
- vorbestehender Hypertonus
- Hypothyreose in der Eigenanamnese
- Kleinwuchs
- Protein-S-Mangel
- Pyelonephritis in der Eigenanamnese
- Skelettanomalien
- Sonstige anamnestische oder allgemeine Befunde
- Sonstige eigene schwere Erkrankung
- Tuberkulose in der Eigenanamnese



Nicht mit berücksichtigt wurden Erkrankungen, die sich erst im Schwangerschaftsverlauf zeigten oder bei denen Unklarheit über das zeitliche Auftreten bestand.

In Tabelle 13 ist die prozentuale Verteilung der Frauen mit einer oder mehr der oben genannten Erkrankungen abgebildet.

*Tabelle 13: vorbestehende, körperliche Erkrankungen der Mutter*

| <b>körperliche Vorerkrankungen der Mutter</b> |                |
|---|----------------|
| <b>Keine Vorerkrankung</b>                    | 155<br>(43,2%) |
| <b>Vorerkrankung</b>                          | 204<br>(56,8%) |

In der vorliegenden Studie lag zum Zeitpunkt der Schwangerschaft bei 56,8% (204) der Mütter eine Vorerkrankung vor.

Von diesen 204 Patientinnen mit einer Vorerkrankung hatten 51,5% eine Allergie, 22,5% waren adipös, 4,4% litten an Diabetes mellitus und 3,9% hatten einen vorbestehenden Hypertonus.

*Tabelle 14: prozentuale Verteilung der im Kollektiv häufigsten Vorerkrankungen*

| <b>Erkrankung</b>                         | <b>Häufigkeit (n=204)</b> |
|---|---------------------------|
| <b>Allergie</b>                           | 51,5%                     |
| <b>Adipositas</b>                         | 22,5%                     |
| <b>Diabetes mellitus</b>                  | 4,4%                      |
| <b>Hypertonus vor der Schwangerschaft</b> | 3,9%                      |

Es war zu beobachten, dass bei einem vorbestehenden maternalen Hypertonus die Schwangerschaft prozentual häufiger vor Erreichen der 37. Schwangerschaftswoche beendet werden musste (vgl. Abbildung 2).

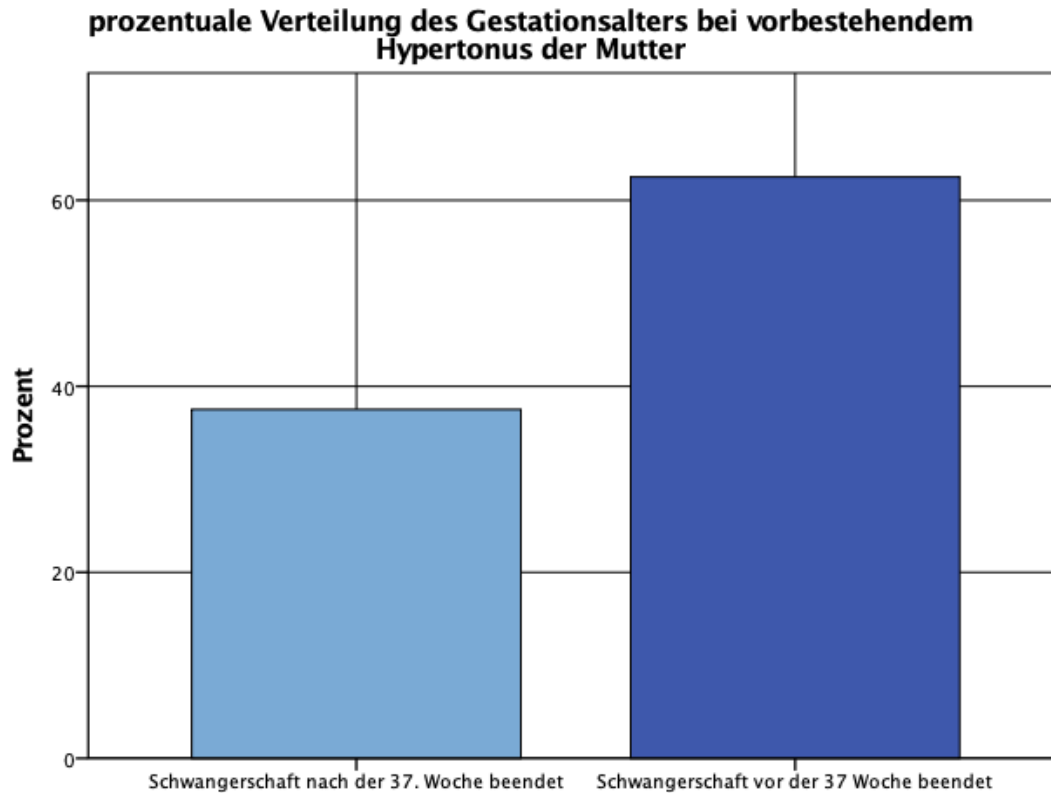


Abbildung 2: prozentuale Verteilung des Gestationsalters bei vorbestehendem Hypertonus der Mutter

#### 4.1.2 Die Geburt

Im Erfassungszeitraum wurden 540 Notfallkaiserschnitte in der Klinik St. Hedwig Regensburg durchgeführt, dies entspricht 1,38% der Gesamtgeburtenszahl (39.032). In Tabelle 15 ist die Entwicklungen der Notfallkaiserschnitte und Geburtenzahlen in den Jahren 2000-2017 abgebildet.

Tabelle 15: Entwicklung der Geburten- und Notfallkaiserschnittzahlen der Klinik St. Hedwig (41–53)<sup>4</sup>

| <b>Jahr</b>   | <b>Geburtenzahl</b> | <b>Notfallkaiserschnitt</b> | <b>Anteil<br/>Notfallkaiserschnitte<br/>an Geburtenzahl</b> |
|---------------|---------------------|-----------------------------|---|
| <b>2000</b>   | 1.377               | 15                          | 1,1%  |
| <b>2001</b>   | 1.385               | 17                          | 1,23%   |
| <b>2002</b>   | 1.474               | 21                          | 1,42%   |
| <b>2003</b>   | 1.653               | 22                          | 1,3%  |
| <b>2004</b>   | 1.882               | 25                          | 1,34%   |
| <b>2005</b>   | 1.942               | 26                          | 1,33%   |
| <b>2006</b>   | 1.980               | 31                          | 1,57%   |
| <b>2007</b>   | 1.994               | 23                          | 1,15%   |
| <b>2008</b>   | 2.079               | 31                          | 1,49%   |
| <b>2009</b>   | 2.059               | 23                          | 1,12%   |
| <b>2010</b>   | 2.135               | 24                          | 1,12%   |
| <b>2011</b>   | 2.108               | 38                          | 1,80%   |
| <b>2012</b>   | 2.538               | 42                          | 1,65%   |
| <b>2013</b>   | 2.599               | 37                          | 1,42%   |
| <b>2014</b>   | 2.719               | 33                          | 1,21%   |
| <b>2015</b>   | 2.907               | 30                          | 1,03%   |
| <b>2016</b>   | 3.018               | 47                          | 1,55%   |
| <b>2017</b>   | 3.183               | 55                          | 1,73%   |
| <b>gesamt</b> | <b>39.032</b>       | <b>540</b>                  | <b>1,38%</b>  |

---

<sup>4</sup> Die Geburtenzahlen und Notfallkaiserschnittzahlen der Jahre 2000 bis 2004 wurden den Geburtenbüchern der Klinik St. Hedwig entnommen

Durchschnittliche Werte des Geburtsverlaufs sind Tabelle 16 zu entnehmen.

Tabelle 16: Mittelwerte geburtsrelevanter Parameter

| Parameter                                    | Mittelwert | Minimum | Maximum |
|--|------------|---------|---------|
| <b>E-E-Zeit</b>                              | 7,25 min   | 1 min   | 20 min  |
| <b>E-E-Zeit bei prol Dez.<br/>&lt;100SpM</b> | 6,99 min   | 2 min   | 18 min  |
| <b>E-E-Zeit bei prol Dez.<br/>&lt;80SpM</b>  | 6,97 min   | 2 min   | 18 min  |
| <b>E-E-Zeit bei prol Dez.<br/>&lt;60SpM</b>  | 6,90 min   | 4 min   | 11 min  |
| <b>Geburtsdauer vor E-E-Zeit</b>             | 8,18 h     | 0       | 56 h    |
| <b>Blutverlust</b>                           | 634 ml     | 300 ml  | 5000 ml |

In Abbildung 3 sind die Häufigkeiten der drei unterschiedlichen CTG Klassifikationen laut FIGO dargestellt.

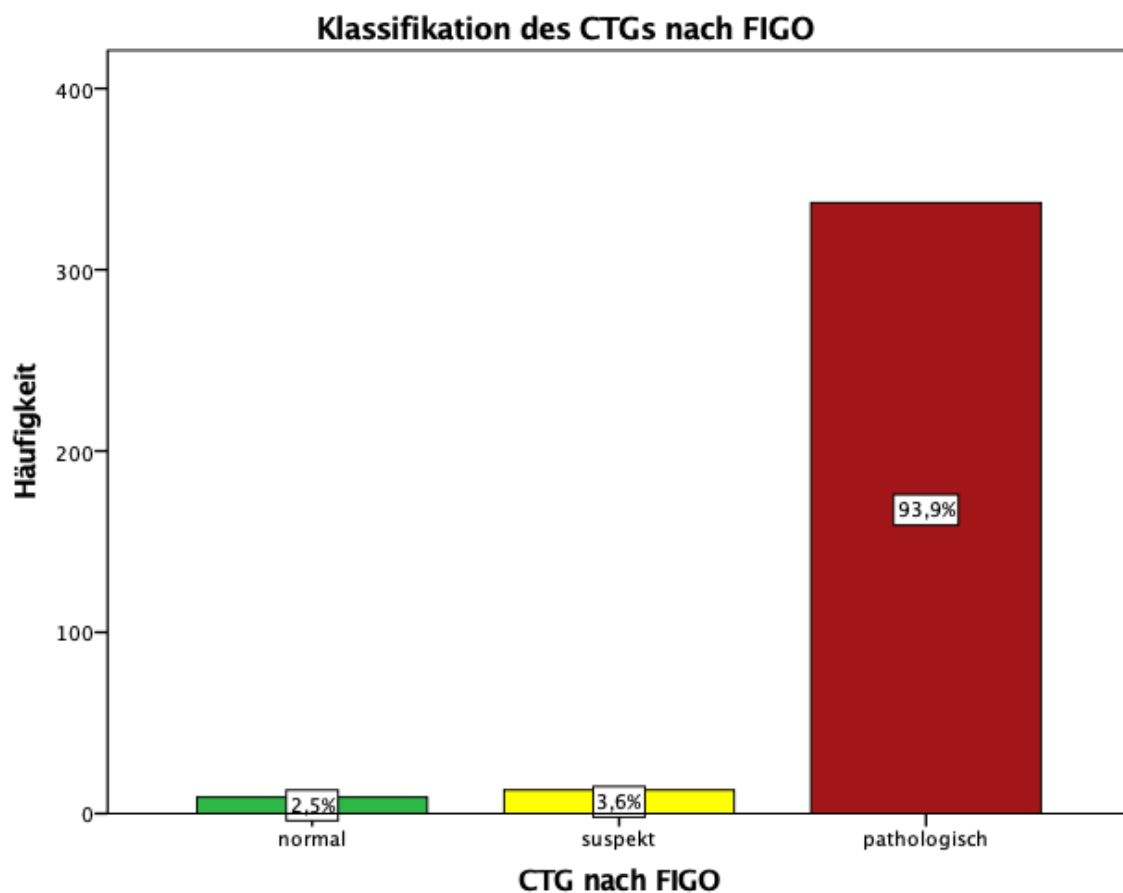


Abbildung 3: Häufigkeiten der FIGO Klassifikation

93,9% der untersuchten CTGs weisen einen pathologischen FIGO-Score auf, 2,5% einen normalen.

Die Indikationen für den Notfallkaiserschnitt bei normalem CTG waren:

Tabelle 17: Hauptindikationen der Notsectio bei normalem CTG

| Hauptindikation zur Notsectio       | Anzahl der Indikationen | Grad der Azidose   |
|-------------------------------------|-------------------------|--|
| <b>Nabelschnurvorfal</b>            | 5                       | 4 Fälle: keine Azidose<br>1 Fall: moderate Azidose (pH=7,14) |
| <b>pathologischer Dopplerbefund</b> | 1                       | moderate Azidose (pH=7,05)                                   |
| <b>Querlage</b>                     | 1                       | keine Azidose  |
| <b>vorzeitige Plazentalösung</b>    | 1                       | schwere Azidose (pH=6,84)                                    |
| <b>Beckenendlage</b>                | 1                       | keine Azidose  |

In Tabelle 18 sind die prozentualen Verteilungen der im CTG auffälligen Pathologien abgebildet.

Tabelle 18: Häufigkeitsverteilung der CTG Parameter

| Parameter  | Häufigkeit (n=359) |
|--|--------------------|
| <b>Bradykardien &lt;100SpM</b>                       | 5,8% (21)          |
| <b>Bradykardien &lt;80SpM</b>                        | 1,9% (7)           |
| <b>Bradykardien &lt;60SpM</b>                        | 0,3% (1)           |
| <b>Prol. Dezelerationen &lt;100SpM</b>               | 54,3% (195)        |
| <b>Prol. Dezelerationen &lt;80SpM</b>                | 35,4% (127)        |
| <b>Prol. Dezelerationen &lt;60 SpM</b>               | 5% (18)            |
| <b>Oszillationsverluste während der Dezeleration</b> | 54,6% (196)        |
| <b>fehlender Wiederanstieg der FHF</b>               | 79,1% (284)        |

Aus Abbildung 4 sind die häufigsten Indikationen des Notfallkaiserschnitts zu entnehmen.

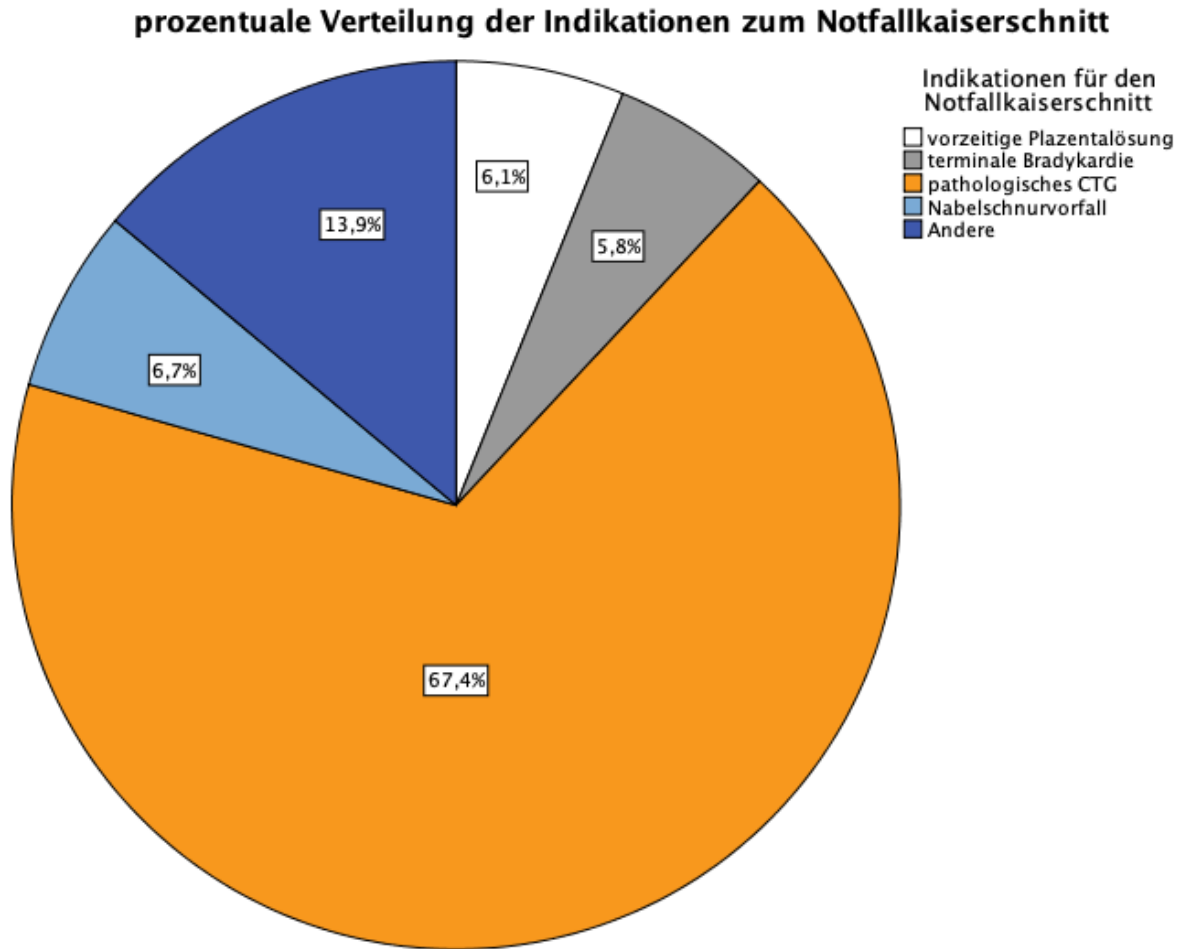


Abbildung 4: Indikationen des Notfallkaiserschnitts<sup>5</sup>

Mit 67,4% war das pathologische CTG mit Abstand die häufigste Indikation des Notfallkaiserschnitts. Die terminale Bradykardie ist formal auch dem CTG zuzuordnen, wird jedoch in der Datenbank als separater Parameter gelistet.

<sup>5</sup> „Andere“ sind alle Indikationen, welche einzeln betrachtet weniger als 5% der Gesamtheit ausmachen und beinhaltet: (V.a) Amnioninfektionssyndrom, (V.a) Plazentainsuffizienz, Beckenendlage, Nabelschnur doppelt um den Hals gewickelt, echter Nabelschnurknoten, Eklampsie, fetale Azidose, Geburtsstillstand AP, Geminigravidität, HELLP, intrauteriner Fruchttod, mütterliche Erkrankung, pathologischer Doppler, Placenta praevia mit aktueller Blutung, protrahierte AP, Querlage, sonstige Nabelschnurkomplikationen, sonstige Schädellage, Stirnlage, Uterusruptur, V.a. Makrosomie, verstärkte intrapartale Blutung, vorz. Entbindung mit vorz. Wehen, vorz. Entbindung ohne Wehen, vorz. Blasensprung, Wachstumsretardierung, Z.n Sectio, Extremitätenvorfall, starke vag. Blutung

### 4.1.3 Neonatale Parameter

Tabelle 19: Häufigkeiten kindlicher Parameter

| Parameter                             | Häufigkeit (n=359)             |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| Männliche Kinder                      | 51,5% (185)                    |
| Weibliche Kinder                      | 48,5% (174)                    |
| Totgeburten                           | 1,4% (149)                     |
| Mehrlingsschwangerschaften            | 5,8% (21)                      |
| Reanimation nach Geburt               | 13,4% (48)                     |
| Verlegung auf neonatologische Station | 46,2% (166)                    |
| BE $\leq$ -12mmol/L                   | 15,3% (n: 54/353) <sup>6</sup> |
| keine Azidose                         | 47,4% (n: 168/356)             |
| moderate Azidose                      | 44,6% (n: 158/356)             |
| schwere Azidose                       | 7,2% (n: 25/356)               |
| APGAR <sup>1</sup> $\leq$ 3           | 18,9% (68)                     |
| APGAR <sup>5</sup> $\leq$ 3           | 1,9% (7)                       |
| APGAR <sup>10</sup> $\leq$ 3          | 1,7% (6)                       |

Todesursachen waren:

- Mekoniumaspiration (pH=7,05)
- Herz-Kreislauf-Versagen des Kindes bei unklarer parametraner Blutung der Mutter (pH=6,58)
- fetale Azidose mit primärer Asystolie (pH=6,59)
- fetale Azidose mit primärer Asystolie (pH=6,87)
- Herz-Kreislauf-Versagen des Kindes bei Uterusruptur (pH=7,32)

Für die Mittelwerte des APGAR-Werts, des Nabelarterien-pH sowie des Base excess ergab sich folgende Verteilung.

---

<sup>6</sup> abweichende Gesamtanzahl, da in einigen Fällen keine BGA aus der Nabelschnur erfolgte bzw. der BE daraus nicht errechnet werden konnte

Tabelle 20: Mittelwerte des APGAR, des Nabelschnur-pH und des Base excess im Kollektiv

| Parameter           | Mittelwert + Standardabweichung |
|---------------------|---------------------------------|
| APGAR <sup>1</sup>  | 6 ± 0,4                         |
| APGAR <sup>5</sup>  | 8 ± 0,14                        |
| APGAR <sup>10</sup> | 9 ± 0,13                        |
| Nabelschnur-pH      | 7,18 ± 0,12                     |
| Base excess         | -7,1 ± 4,9                      |

Die durchschnittlichen Werte der erhobenen biometrischen Parameter zeigt Tabelle 21.

Tabelle 21: durchschnittliche Werte der Kinder nach der Geburt

| Parameter       | Durchschnitt | Minimum | Maximum |
|-----------------|--------------|---------|---------|
| Gestationsalter | 37+3 SSW     | 24 SSW  | 42 SSW  |
| Gewicht         | 2767g        | 497g    | 4850g   |
| Länge           | 47,73cm      | 29,00cm | 56,00cm |
| Kopfumfang      | 32,70cm      | 20,00cm | 39,00cm |

Das Gestationsalter der Kinder wurde wie folgt unterteilt (16):

- < 37 SSW: Frühgeborenes
- ≥ 37 SSW: reifes Neugeborenes
- ≥ 42 SSW: übertragenes Neugeborenes

In der folgenden Tabelle ist die Verteilung des mittleren Nabelschnur-pH sowie der APGAR- Werte bezogen auf das Gestationsalter abgebildet.

Tabelle 22: Nabelschnur-pH in Bezug auf das Gestationsalter

| Gestationsalter | Häufigkeit<br>(n=359) | mittlerer<br>Nabelschnur-pH | mittlerer<br>APGAR <sup>1</sup> | mittlerer<br>APGAR <sup>5</sup> | mittlerer<br>APGAR <sup>10</sup> |
|-----------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| < 37 SSW        | 32,3%                 | 7,18 ± 0,15                 | 5,3 ± 2,7                       | 7,6 ± 2,1                       | 8,6 ± 1,8                        |
| 37- 42 SSW      | 65,7%                 | 7,18 ± 0,11                 | 6,9 ± 2,4                       | 8,7 ± 1,5                       | 9,4 ± 1,3                        |
| > 42 SSW        | 1,9%                  | 7,18 ± 0,087                | 7,43 ±<br>0,97                  | 8,86 ± 0,9                      | 9 ± 0,8                          |



Nachfolgend ist die Klassifikation des CTGs bezogen auf das Gestationsalter abgebildet.

Tabelle 23: CTG nach FIGO in Bezug zum Gestationsalter

|                      | Gestationsalter |                |                |           |               |
|----------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------|---------------|
|                      |                 | <37.SSW        | 37.- 42. SSW   | >42.SSW   | gesamt        |
| <b>CTG nach FIGO</b> | normal          | 5<br>(55,6%)   | 4<br>(44,4%)   | 0         | 9<br>(100%)   |
|                      | suspekt         | 5<br>(38,5%)   | 8<br>(61,5%)   | 0         | 13<br>(100%)  |
|                      | pathologisch    | 106<br>(31,5%) | 224<br>(66,5%) | 7<br>(2%) | 337<br>(100%) |
|                      | gesamt          | 116<br>(32,3%) | 236<br>(65,7%) | 7<br>(2%) | 359<br>(100%) |

Kinder mit einem normalen CTG wurden öfter vor der 37. SSW entbunden. Kinder mit Entbindung zwischen der 37. und 42. SSW hatten häufiger ein pathologisches oder suspektes CTG als ein normales und Kinder, welche nach der 42. SSW entbunden worden waren hatten alle ein pathologisches CTG.

Insgesamt mussten 166 Kinder (46,2% des Gesamtkollektivs) nach der Geburt auf eine neonatologische Station verlegt werden.

Aus der untenstehenden Tabelle ist zu entnehmen, dass vor allem Kinder, welche vor der 37. Schwangerschaftswoche geboren wurden nach der Geburt auf eine neonatologische Station verlegt werden mussten.

Tabelle 24: Häufigkeiten der Gestationsalter der verlegten Kinder

| Gestationsalter bei notwendiger Verlegung |                    |
|---|--------------------|
|   | Häufigkeit (n=166) |
| <b>&lt;37SSW</b>                          | 102<br>(61,4%)     |
| <b>37- 42 SSW</b>                         | 62<br>(37,3%)      |
| <b>&gt; 42 SSW</b>                        | 2<br>(1,2%)        |

## 4.2 Kardiotokografie

### 4.2.1 FIGO-Score

Nachfolgend ist die Klassifikation des modifizierten FIGO-Scores in Bezug zu den kindlichen Outcome-Parametern dargestellt.

#### 4.2.1.1 Azidose

Zuerst wurde untersucht, inwieweit eine Klassifizierung des CTGs mit dem Azidosegrad im Nabelarterienblut nach der Geburt übereinstimmt.

Tabelle 25: Häufigkeitsverteilung des CTG nach FIGO und dem Grad der Azidose

|                      |              |                | Grad der Azidose |                  |                 | Gesamt        | p-Wert         |
|----------------------|--------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|
|                      |              |                | keine Azidose    | moderate Azidose | schwere Azidose |               |                |
| <b>CTG nach FIGO</b> | normal       | Anzahl         | 6<br>(66,7%)     | 2<br>(22,2%)     | 1<br>(11,1%)    | 9<br>(100%)   | <b>p=0,012</b> |
|                      | suspekt      | Anzahl         | 12<br>(92,3%)    | 1<br>(7,7%)      | 0               | 13<br>(100%)  |                |
|                      | pathologisch | Anzahl         | 152<br>(45,5%)   | 157<br>(47%)     | 25<br>(7,5%)    | 334<br>(100%) |                |
| <b>Gesamt</b>        | Anzahl       | 170<br>(47,8%) | 160<br>(44,9%)   | 26<br>(7,3%)     | 356<br>(100%)   |               |                |

45,5% der Kinder deren CTG in den letzten 30 min vor Geburt als pathologisch eingestuft worden ist, wiesen keine Azidose nach der Geburt auf. Bei den Kindern mit als normal klassifiziertem CTG sind es 66,7%. Lediglich 7,5% der Kinder, mit einem pathologischen FIGO-Score hatten eine schwere Azidose bei der Geburt, allerdings auch 11,1% (n=1) der Kinder mit normalem CTG.

Der ermittelte p-Wert zwischen den drei Gruppen beträgt hier p=0,012 und ist somit statistisch signifikant.

Um zu ermitteln, zwischen welchen der drei Schweregrade einer Azidose signifikante Unterschiede bestehen wurden die Gruppen einzeln miteinander verglichen.

Tabelle 26: Vergleich der Häufigkeit verschiedener Azidosegrade in Abhängigkeit vom FIGO-score

|                      |              |                | Grad der Azidose |                  | Gesamt          | p-Werte        |
|----------------------|--------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|
|                      |              |                | keine Azidose    | moderate Azidose |                 |                |
| <b>CTG nach FIGO</b> | normal       | Anzahl         | 6<br>(75,0%)     | 2<br>(25,0%)     | 8<br>(100,0%)   | <b>p=0,004</b> |
|                      | suspekt      | Anzahl         | 12<br>(92,3%)    | 1<br>(7,7%)      | 13<br>(100,0%)  |                |
|                      | pathologisch | Anzahl         | 152<br>(49,2%)   | 157<br>(50,8%)   | 309<br>(100,0%) |                |
| <b>Gesamt</b>        | Anzahl       | 170<br>(51,5%) | 160<br>(48,5%)   | 330<br>(100%)    |                 |                |
|                      |              |                | Grad der Azidose |                  | Gesamt          | p-Werte        |
|                      |              |                | moderate Azidose | schwere Azidose  |                 |                |
| <b>CTG nach FIGO</b> | normal       | Anzahl         | 2<br>(66,7%)     | 1<br>(33,3%)     | 3<br>(100%)     | <b>p=0,57</b>  |
|                      | suspekt      | Anzahl         | 1<br>(100%)      | 0                | 1<br>(100%)     |                |
|                      | pathologisch | Anzahl         | 157<br>(86,3%)   | 25<br>(13,7%)    | 182<br>(100%)   |                |
| <b>Gesamt</b>        | Anzahl       | 160<br>(86,0%) | 26<br>(14,0%)    | 186<br>(100%)    |                 |                |
|                      |              |                | Grad der Azidose |                  | Gesamt          | p-Werte        |
|                      |              |                | keine Azidose    | schwere Azidose  |                 |                |
| <b>CTG nach FIGO</b> | normal       | Anzahl         | 6<br>(85,7%)     | 1<br>(14,3%)     | 7<br>(100%)     | <b>p=0,38</b>  |
|                      | suspekt      | Anzahl         | 12<br>(100%)     | 0                | 12<br>(100%)    |                |
|                      | pathologisch | Anzahl         | 152<br>(85,9%)   | 25<br>(14,1%)    | 177<br>(100%)   |                |
| <b>Gesamt</b>        | Anzahl       | 170<br>(86,7%) | 26<br>(13,3%)    | 196<br>(100%)    |                 |                |

Aus der obigen Tabelle geht hervor, dass zwischen dem Auftreten einer moderaten Azidose und dem Fehlen einer Azidose mit  $p=0,004$  ein statistisch signifikanter Unterschied besteht. In dieser Testung kann noch keine Aussage darüber getroffen werden, zwischen welchen CTG Klassifikationsgraden dieser Unterschied besteht. Dazu wurden anschließend die Gruppen der moderaten Azidose und der Kinder ohne Azidose gegen die unterschiedlichen CTG Kategorien normal, suspekt und pathologisch gekreuzt und auf Signifikanz hin untersucht.

Tabelle 27: Vergleich der Häufigkeit moderater und keiner Azidose in Abhängigkeit vom FIGO-Score

|               |              |        | Grad der Azidose |                  | Gesamt        | p-Werte                            |
|---------------|--------------|--------|------------------|------------------|---------------|------------------------------------|
|               |              |        | keine Azidose    | moderate Azidose |               |                                    |
| CTG nach FIGO | normal       | Anzahl | 6<br>(75,0%)     | 2<br>(25,0%)     | 8<br>(100%)   | p=0,17*                            |
|               | pathologisch | Anzahl | 152<br>(49,2%)   | 157<br>(50,8%)   | 309<br>(100%) |                                    |
| Gesamt        |              | Anzahl | 158<br>(49,8%)   | 159<br>(50,2%)   | 317<br>(100%) |                                    |
|               |              |        | Grad der Azidose |                  | Gesamt        | p-Werte                            |
|               |              |        | keine Azidose    | moderate Azidose |               |                                    |
| CTG nach FIGO | normal       | Anzahl | 6<br>(75%)       | 2<br>(25%)       | 8<br>(100%)   | p=0,53*                            |
|               | suspekt      | Anzahl | 12<br>(92,3%)    | 1<br>(7,7%)      | 13<br>(100%)  |                                    |
| Gesamt        |              | Anzahl | 18<br>(85,7%)    | 3<br>(14,3%)     | 21<br>(100%)  |                                    |
|               |              |        | Grad der Azidose |                  | Gesamt        | p-Werte                            |
|               |              |        | keine Azidose    | moderate Azidose |               |                                    |
| CTG nach FIGO | suspekt      | Anzahl | 12<br>(92,3%)    | 1<br>(7,7%)      | 13<br>(100%)  | p=0,003*<br>RR= 6,6<br>CI: 1 to 43 |
|               | pathologisch | Anzahl | 152<br>(49,2%)   | 157<br>(50,8%)   | 309<br>(100%) |                                    |
| Gesamt        |              | Anzahl | 164<br>(50,9%)   | 158<br>(49,1%)   | 322<br>(100%) |                                    |

Für das Auftreten einer moderaten Azidose ergibt sich zwischen den Kategorien suspekt und pathologisch ein signifikanter Unterschied ( $p=0,003$ ,  $RR=6,6$ ).

Somit haben Kinder, welche ein pathologisches CTG aufweisen, ein 6-fach höheres Risiko für eine moderate Azidose, als Kinder, welche ein suspektes CTG zeigen.

#### 4.2.1.2 Base excess

Tabelle 28: Häufigkeit eines  $BE \leq -12$  mmol/l in Abhängigkeit vom FIGO-Score

|               |              |        | Base excess    |               | Gesamt        | p-Wert |
|---------------|--------------|--------|----------------|---------------|---------------|--------|
|               |              |        | > -12          | $\leq -12$    |               |        |
| CTG nach FIGO | normal       | Anzahl | 7<br>(77,8%)   | 2<br>(22,2%)  | 9<br>(100%)   | p=0,26 |
|               | suspekt      | Anzahl | 13<br>(100%)   | 0             | 13<br>(100%)  |        |
|               | pathologisch | Anzahl | 279<br>(84,3%) | 52<br>(15,7%) | 331<br>(100%) |        |
| Gesamt        |              | Anzahl | 299<br>(84,7%) | 54<br>(15,3%) | 353<br>(100%) |        |

Es zeigt sich, dass 15,7% der Kinder mit einem pathologischen CTG nach der Geburt einen Base excess  $\leq -12$  mmol/L hatten, in der Gruppe der Kinder mit einem als normal eingestuften CTG waren es 22,2%. Mit  $p=0,26$  besteht jedoch keine statistische Signifikanz.

### 4.2.1.3 APGAR

Tabelle 29: Häufigkeit eines APGAR<sup>1</sup> - Werts ≤3 in Abhängigkeit vom FIGO-Score

|                      |              |                | APGAR <sup>1</sup> |               | Gesamt        | p-Wert |
|----------------------|--------------|----------------|--------------------|---------------|---------------|--------|
|                      |              |                | >3                 | ≤3            |               |        |
| <b>CTG nach FIGO</b> | Normal       | Anzahl         | 7<br>(77,8%)       | 2<br>(22,2%)  | 9<br>(100%)   | p=0,56 |
|                      | Suspekt      | Anzahl         | 12<br>(92,3%)      | 1<br>(7,7%)   | 13<br>(100%)  |        |
|                      | pathologisch | Anzahl         | 272<br>(80,7%)     | 65<br>(19,3%) | 337<br>(100%) |        |
| <b>Gesamt</b>        | Anzahl       | 291<br>(81,1%) | 68<br>(18,9%)      | 359<br>(100%) |               |        |

Aus der obigen Tabelle geht hervor, dass weder ein suspektes noch ein pathologisches CTG vermehrt mit einem APGAR<sup>1</sup>-Wert von ≤ 3 auftraten.

Für das Auftreten eines APGAR<sup>5</sup> von ≤3 zeigt sich zwischen den CTG Kategorien mit p=0,00 ein signifikanter Unterschied. Dies ist aus der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 30: Häufigkeit von APGAR<sup>5</sup>-Werten ≤3 in Abhängigkeit vom FIGO-score

|                      |              |                | APGAR <sup>5</sup> |               | Gesamt        | p-Wert |
|----------------------|--------------|----------------|--------------------|---------------|---------------|--------|
|                      |              |                | >3                 | ≤3            |               |        |
| <b>CTG nach FIGO</b> | normal       | Anzahl         | 7<br>(77,8%)       | 2<br>(22,2%)  | 9<br>(100%)   | p=0,00 |
|                      | suspekt      | Anzahl         | 13<br>(100%)       | 0             | 13<br>(100%)  |        |
|                      | pathologisch | Anzahl         | 332<br>(98,5%)     | 5<br>(1,5%)   | 337<br>(100%) |        |
| <b>Gesamt</b>        | Anzahl       | 352<br>(98,1%) | 7<br>(1,9%)        | 359<br>(100%) |               |        |

Im Falle eines als pathologisch eingestuften CTG zeigten 1,5% der Kinder nach der Geburt einen APGAR<sup>5</sup> ≤3, wohingegen Kinder mit einem als normal eingestuften CTG in 22% einen APGAR<sup>5</sup> ≤3 zeigen.

Zur Überprüfung welche CTG Kategorie sich gegeneinander unterscheiden wurden diese in separaten Kreuztabellen verglichen.

Tabelle 31: Vergleich der Häufigkeit von APGAR<sup>5</sup>-Werten ≤ 3 in Abhängigkeit des jeweiligen FIGO-Scores

|               |              |        | APGAR <sup>5</sup> |              | Gesamt        | p-Werte                                |
|---------------|--------------|--------|--------------------|--------------|---------------|--|
|               |              |        | >3                 | ≤3           |               |  |
| CTG nach FIGO | normal       | Anzahl | 7<br>(77,8%)       | 2<br>(22,2%) | 9<br>(100%)   | p=1,0*                                 |
|               | suspekt      | Anzahl | 13<br>(100%)       | 0            | 13<br>(100%)  |  |
| Gesamt        |              | Anzahl | 20<br>(90,9%)      | 2<br>(9,1%)  | 22<br>(100%)  |  |
|               |              |        | APGAR <sup>5</sup> |              | Gesamt        | p-Werte                                |
|               |              |        | >3                 | ≤3           |               |  |
| CTG nach FIGO | normal       | Anzahl | 7<br>(77,8%)       | 2<br>(22,2%) | 9<br>(100%)   | p=0,012*<br>RR=0,06<br>CI: 0,01 to 2,9 |
|               | pathologisch | Anzahl | 332<br>(98,5%)     | 5<br>(1,5%)  | 337<br>(100%) |  |
| Gesamt        |              | Anzahl | 339<br>(98%)       | 7<br>(2%)    | 346<br>(100%) |  |
|               |              |        | APGAR <sup>5</sup> |              | Gesamt        | p-Werte                                |
|               |              |        | >3                 | ≤3           |               |  |
| CTG nach FIGO | suspekt      | Anzahl | 13<br>(100%)       | 0            | 13<br>(100%)  | p=0,16*                                |
|               | pathologisch | Anzahl | 332<br>(98,5%)     | 5<br>(1,5%)  | 337<br>(100%) |  |
| Gesamt        |              | Anzahl | 345<br>(98,6%)     | 5<br>(1,4%)  | 350<br>(100%) |  |

Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Gruppen der FIGO Klassifikation normal gegenüber der Klassifikation pathologisch mit  $p=0,012$  festgestellt werden, das relative Risiko beläuft sich auf 0,06. Dementsprechend zeigen Kinder mit einem pathologischen CTG seltener einen APGAR<sup>5</sup> ≤3, als Kinder, die ein normales CTG laut FIGO in den letzten 30 min vor der Geburt zeigten.

Für das Auftreten eines APGAR<sup>10</sup> von ≤3 zeigte sich zwischen den unterschiedlichen CTG Klassifikationen ebenfalls mit  $p=0,00$  ein signifikanter Unterschied, wie Tabelle 32 zu entnehmen ist.

Tabelle 32 : Häufigkeit eines APGAR<sup>10</sup> - Werts ≤3 in Abhängigkeit vom FIGO-Score

|               |              |        | APGAR <sup>10</sup> |              | Gesamt        | p-Wert |
|---------------|--------------|--------|---------------------|--------------|---------------|--------|
|               |              |        | >3                  | ≤3           |               |        |
| CTG nach FIGO | normal       | Anzahl | 7<br>(77,8%)        | 2<br>(22,2%) | 9<br>(100%)   | p=0,00 |
|               | suspekt      | Anzahl | 13<br>(100%)        | 0            | 13<br>(100%)  |        |
|               | pathologisch | Anzahl | 333<br>(98,8%)      | 4<br>(1,2%)  | 337<br>(100%) |        |
| <b>Gesamt</b> |              | Anzahl | 353<br>(98,3%)      | 6<br>(1,7%)  | 359<br>(100%) |        |

Von insgesamt 6 Kindern mit einem APGAR<sup>10</sup> ≤3 nach 10 min wurde bei 66,6%<sup>7</sup> das CTG als pathologisch eingestuft und in 33,3%<sup>8</sup> als normal.

Zur Differenzierung der einzelnen CTG Klassifikationen wurden die Kategorien separat miteinander verglichen. Das Ergebnis dieser Rechnung zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 33: Häufigkeit eines APGAR<sup>10</sup> ≤3 in Abhängigkeit der einzelnen FIGO Kategorien

|               |              |        | APGAR <sup>10</sup> |              | Gesamt        | p-Werte  |
|---------------|--------------|--------|---------------------|--------------|---------------|----------|
|               |              |        | >3                  | ≤3           |               |          |
| CTG nach FIGO | normal       | Anzahl | 7<br>(77,8%)        | 2<br>(22,2%) | 9<br>(100%)   | p=0,156* |
|               | suspekt      | Anzahl | 13<br>(100%)        | 0            | 13<br>(100%)  |          |
| <b>Gesamt</b> |              | Anzahl | 20<br>(90,9%)       | 2<br>(9,1%)  | 22<br>(100%)  |          |
|               |              |        | APGAR <sup>10</sup> |              | Gesamt        | p-Werte  |
|               |              |        | >3                  | ≤3           |               |          |
| CTG nach FIGO | suspekt      | Anzahl | 13<br>(100%)        | 0            | 13<br>(100%)  | p=1,00*  |
|               | pathologisch | Anzahl | 333<br>(98,8%)      | 4<br>(1,2%)  | 337<br>(100%) |          |
| <b>Gesamt</b> |              | Anzahl | 346<br>(98,9%)      | 4<br>(1,1%)  | 350<br>(100%) |          |
|               |              |        | APGAR <sup>10</sup> |              | Gesamt        | p-Werte  |
|               |              |        | >3                  | ≤3           |               |          |

<sup>7</sup> 4 von 6 Kindern mit einem APGAR<sup>10</sup> ≤3

<sup>8</sup> 2 von 6 Kindern mit einem APGAR<sup>10</sup> ≤3



|                      |              |        |                |              |               |  |
|----------------------|--------------|--------|----------------|--------------|---------------|--|
| <b>CTG nach FIGO</b> | normal       | Anzahl | 7<br>(77,8%)   | 2<br>(22,2%) | 9<br>(100%)   | p=0,009*<br>RR= 0,05<br>CI:0,01 to<br>0,26 |
|                      | pathologisch | Anzahl | 333<br>(98,8%) | 4<br>(1,2%)  | 337<br>(100%) |  |
| <b>Gesamt</b>        |              | Anzahl | 340<br>(98,3%) | 6<br>(1,7%)  | 346<br>(100%) |  |

Zwischen den Kategorien normal und pathologisch konnte mit  $p=0,009$  ein signifikanter Unterschied bewiesen werden ( $RR=0,05$ ). Somit ist das Auftreten eines pathologischen CTGs mit einem geringeren Risiko verbunden, einen APGAR  $\leq 3$  nach 10 min zu zeigen, wenn es mit einem normalen CTG verglichen wird. Wobei diese Schlussfolgerung in Anbetracht der deutlich geringeren Zahlen der Kinder mit einem normalen CTG nur bedingt pauschalisiert werden kann.

#### 4.2.1.4 Reanimation und Verlegung

Die Häufigkeitsverteilungen der Notwendigkeit einer Reanimation sowie einer Verlegung nach der Geburt in Abhängigkeit der CTG Klassifikation sind in Tabelle 34 und 35 abgebildet.

Tabelle 34: Häufigkeit einer Reanimationsnotwendigkeit in Anhängigkeit vom FIGO-Score

|                      |              |        | Reanimation    |               | Gesamt        | p-Wert |
|----------------------|--------------|--------|----------------|---------------|---------------|--------|
|                      |              |        | nein           | ja            |               |        |
| <b>CTG nach FIGO</b> | normal       | Anzahl | 7<br>(77,8%)   | 2<br>(22,2%)  | 9<br>(100%)   | p=0,71 |
|                      | suspekt      | Anzahl | 11<br>(84,6%)  | 2<br>(15,4%)  | 13<br>(100%)  |        |
|                      | pathologisch | Anzahl | 293<br>(86,9%) | 44<br>(13,1%) | 337<br>(100%) |        |
| <b>Gesamt</b>        |              | Anzahl | 311<br>(86,6%) | 48<br>(13,4%) | 359<br>(100%) |        |

Lag ein normales CTG vor, so wurden Kinder in dieser Gruppe prozentual häufiger reanimiert als Kinder in den anderen Gruppen (22,2% vs. 15,4% und 13,1%). Dieser Zusammenhang ist mit  $p=0,71$  jedoch statistisch nicht signifikant.

Tabelle 35: Häufigkeit einer Verlegungsnotwendigkeit in Abhängigkeit vom FIGO-Score

|                      |              |        | kindliche Verlegung |                | Gesamt        | p-Wert |
|----------------------|--------------|--------|---------------------|----------------|---------------|--------|
|                      |              |        | nein                | ja             |               |        |
| <b>CTG nach FIGO</b> | normal       | Anzahl | 5<br>(55,6%)        | 4<br>(44,4%)   | 9<br>(100%)   | p=0,84 |
|                      | suspekt      | Anzahl | 8<br>(61,5%)        | 5<br>(38,5%)   | 13<br>(100%)  |        |
|                      | pathologisch | Anzahl | 180<br>(53,4%)      | 157<br>(46,6%) | 337<br>(100%) |        |
| <b>Gesamt</b>        |              | Anzahl | 193<br>(53,8%)      | 16<br>(46,2%)  | 359<br>(100%) |        |

Kinder, bei welchen ein pathologisches CTG vorlag, mussten etwas häufiger postnatal auf eine neonatologische Station verlegt werden als Kinder mit normalem und suspektem CTG, der Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant.

## 4.2.2 Prolongierte Dezelerationen

Die CTGs wurden zusätzlich hinsichtlich des Auftretens und der Schwere prolongierter Dezelerationen analysiert. Die Ergebnisse dieser Analyse sind im folgenden Abschnitt dargestellt.

### 4.2.2.1 Azidose

Tabelle 36: Häufigkeit verschiedener Azidosegrade in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen

|   |                                 |        | Grad der Azidose |                  |                 | Gesamt        | p-Werte |
|---|---------------------------------|--------|------------------|------------------|-----------------|---------------|---------|
|   |                                 |        | keine Azidose    | moderate Azidose | schwere Azidose |               |         |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;100SpM</b> | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 89<br>(54,6%)    | 62<br>(38%)      | 12<br>(7,4%)    | 163<br>(100%) | p=0,046 |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 81<br>(42%)      | 98<br>(50,8%)    | 14<br>(7,3%)    | 193<br>(100%) |         |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 170<br>(47,8%)   | 160<br>(44,9%)   | 26<br>(7,3%)    | 356<br>(100%) |         |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;80SpM</b>  | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 118<br>(51,3%)   | 95<br>(41,3%)    | 17<br>(7,4%)    | 230<br>(100%) | p=0,16  |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 52<br>(41,3%)    | 65<br>(51,6%)    | 9<br>(7,1%)     | 126<br>(100%) |         |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 170<br>(47,8%)   | 160<br>(44,9%)   | 26<br>(7,3%)    | 356<br>(100%) |         |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;60SpM</b>  | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 162<br>(47,9%)   | 151<br>(44,7%)   | 25<br>(7,4%)    | 338<br>(100%) | p=0,9   |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 8<br>(44,4%)     | 9<br>(50%)       | 1<br>(5,6%)     | 18<br>(100%)  |         |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 170<br>(47,8%)   | 160<br>(44,9%)   | 26<br>(7,3%)    | 356<br>(100%) |         |

Nur für das Auftreten einer prolongierten Dezeleration <100 SpM konnte ein signifikanter Unterschied gefunden werden.

In dieser Gruppe hatten Kinder, welche eine prolongierte Dezeleration zeigten, in 42% keine Azidose. Kinder ohne prolongierte Dezeleration waren hier noch häufiger ohne Azidose (54,6%).

Zur genaueren Differenzierung zwischen welchen Schweregraden der Azidose bei prolongierten Dezelerationen <100SpM sich ein signifikanter Unterschied befindet wurden einzelne Testungen vorgenommen.

Tabelle 37: Häufigkeit der verschiedenen Azidosegrade in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen < 100 SpM

|   |      |        | Grad der Azidose |                  | Gesamt        | p-Werte   |
|---|------|--------|------------------|------------------|---------------|---|
|   |      |        | keine Azidose    | moderate Azidose |               |   |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;100SpM</b> | nein | Anzahl | 89<br>(58,9%)    | 62<br>(41,1%)    | 151<br>(100%) | <b>p=0,013</b><br><b>RR=1,33</b><br><b>CI: 1 to 1,7</b> |
|   | ja   | Anzahl | 81<br>(45,3%)    | 98<br>(54,7%)    | 179<br>(100%) |   |
| <b>Gesamt</b>                               |      | Anzahl | 170<br>(51,5%)   | 160<br>(48,5%)   | 330<br>(100%) |   |
|   |      |        | Grad der Azidose |                  | Gesamt        | p-Werte   |
|   |      |        | keine Azidose    | schwere Azidose  |               |   |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;100SpM</b> | nein | Anzahl | 89<br>(88,1%)    | 12<br>(11,9%)    | 101<br>(100%) | <b>p=0,556</b>  |
|   | ja   | Anzahl | 81<br>(85,3%)    | 14<br>(14,7%)    | 95<br>(100%)  |   |
| <b>Gesamt</b>                               |      | Anzahl | 170<br>(86,7%)   | 26<br>(13,3%)    | 196<br>(100%) |   |
|   |      |        | Grad der Azidose |                  | Gesamt        | p-Werte   |
|   |      |        | moderate Azidose | schwere Azidose  |               |   |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;100SpM</b> | nein | Anzahl | 62<br>(83,8%)    | 12<br>(16,2%)    | 74<br>(100%)  | <b>p=0,474</b>  |
|   | ja   | Anzahl | 98<br>(87,5%)    | 14<br>(12,5%)    | 112<br>(100%) |   |
| <b>Gesamt</b>                               |      | Anzahl | 160<br>(86%)     | 26<br>(14%)      | 186<br>(100%) |   |

Beim Vergleich von Kindern ohne Azidose mit Kindern einer moderaten Azidose, zeigt sich bei Kindern mit einer prolongierten Dezeleration <100SpM ein 1,3-mal höheres Risiko für eine moderate Azidose als ohne diese Dezeleration (p=0,013, RR=1,3).

#### 4.2.2.2 Base excess

Tabelle 38: Häufigkeit von Base excess Werten  $\leq -12\text{mmol/l}$  in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen

|   |                                 |        | Base excess    |               | Gesamt        | p-Werte |
|---|---------------------------------|--------|----------------|---------------|---------------|---------|
|   |                                 |        | >-12           | $\leq -12$    |               |         |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;100SpM</b> | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 135<br>(83,9%) | 26<br>(16,1%) | 161<br>(100%) | p=0,684 |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 164<br>(85,4%) | 28<br>(14,6%) | 192<br>(100%) |         |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 299<br>(84,7%) | 54<br>(15,3%) | 353<br>(100%) |         |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;80SpM</b>  | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 188<br>(82,5%) | 40<br>(17,5%) | 228<br>(100%) | p=0,133 |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 111<br>(88,8%) | 14<br>(11,2%) | 125<br>(100%) |         |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 299<br>(84,7%) | 54<br>(15,3%) | 353<br>(100%) |         |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;60SpM</b>  | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 282<br>(84,2%) | 53<br>(15,8%) | 335<br>(100%) | p=0,239 |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 17<br>(94,4%)  | 1<br>(5,6%)   | 18<br>(100%)  |         |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 299<br>(84,7%) | 54<br>(15,3%) | 353<br>(100%) |         |

Das Vorhandensein einer prolongierten Dezeleration, unabhängig von ihrer Schwere, ergab keinen Einfluss auf den Base excess. Zwischen den Gruppen lag kein signifikanter Unterschied vor.

#### 4.2.2.3 APGAR

Tabelle 39: Häufigkeit von APGAR-Werten  $\leq 3$  in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen  $<100\text{SpM}$

|   |                                 |        | APGAR <sup>1</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte |
|---|---------------------------------|--------|---------------------|---------------|---------------|---------|
|   |                                 |        | >3                  | $\leq 3$      |               |         |
| <b>prolongierte Dezeleration <math>&lt;100\text{SpM}</math></b> | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 128<br>(78%)        | 36<br>(22%)   | 164<br>(100%) | p=0,182 |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 163<br>(83,6%)      | 32<br>(16,4%) | 195<br>(100%) |         |
| <b>Gesamt</b>   |                                 | Anzahl | 291<br>(81,1%)      | 68<br>(18,9%) | 359<br>(100%) |         |
|   |                                 |        | APGAR <sup>5</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte |
|   |                                 |        | >3                  | $\leq 3$      |               |         |
| <b>prolongierte Dezeleration <math>&lt;100\text{SpM}</math></b> | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 159<br>(97%)        | 5<br>(3%)     | 164<br>(100%) | p=0,167 |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 193<br>(99%)        | 2<br>(1%)     | 195<br>(100%) |         |
| <b>Gesamt</b>   |                                 | Anzahl | 352<br>(98,1%)      | 7<br>(1,9%)   | 359<br>(100%) |         |
|   |                                 |        | APGAR <sup>10</sup> |               | Gesamt        | p-Werte |
|   |                                 |        | >3                  | $\leq 3$      |               |         |
| <b>prolongierte Dezeleration <math>&lt;100\text{SpM}</math></b> | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 159<br>(97%)        | 5<br>(3%)     | 164<br>(100%) | p=0,062 |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 194<br>(99,5%)      | 1<br>(0,5%)   | 195<br>(100%) |         |
| <b>Gesamt</b>   |                                 | Anzahl | 353<br>(98,5%)      | 6<br>(1,7%)   | 359<br>(100%) |         |

Bezüglich eines APGAR-Wertes  $\leq 3$  nach 1,5, 10 Minuten bestand kein Unterschied dahingehend, ob prolongierte Dezelerationen unter 100 SpM registriert wurden oder nicht.

Tabelle 40 zeigt die Häufigkeitsverteilung von APGAR-Werten  $\leq 3$  und dem Auftreten prolongierter Dezelerationen  $< 80\text{SpM}$ .

Tabelle 40: Häufigkeit von APGAR-Werten  $\leq 3$  in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen  $< 80\text{SpM}$

|   |                                 |        | APGAR <sup>1</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte                             |
|---|---------------------------------|--------|---------------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
|   |                                 |        | >3                  | $\leq 3$      |               |                                     |
| <b>prolongierte Dezeleration <math>&lt; 80\text{SpM}</math></b> | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 179<br>(77,2%)      | 53<br>(22,8%) | 232<br>(100%) | p=0,01<br>RR=0,5<br>CI: 0,3 to 0,88 |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 112<br>(88,2%)      | 15<br>(11,8%) | 127<br>(100%) |                                     |
| <b>Gesamt</b>   |                                 | Anzahl | 291<br>(81,1%)      | 68<br>(18,9%) | 359<br>(100%) |                                     |
|   |                                 |        | APGAR <sup>5</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte                             |
|   |                                 |        | >3                  | $\leq 3$      |               |                                     |
| <b>prolongierte Dezeleration <math>&lt; 80\text{SpM}</math></b> | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 226<br>(97,4%)      | 6<br>(2,6%)   | 232<br>(100%) | p=0,5*                              |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 126<br>(99,2%)      | 1<br>(0,8%)   | 127<br>(100%) |                                     |
| <b>Gesamt</b>   |                                 | Anzahl | 352<br>(98,1%)      | 7<br>(1,9%)   | 359<br>(100%) |                                     |
|   |                                 |        | APGAR <sup>10</sup> |               | Gesamt        | p-Werte                             |
|   |                                 |        | >3                  | $\leq 3$      |               |                                     |
| <b>prolongierte Dezeleration <math>&lt; 80\text{SpM}</math></b> | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 227<br>(97,8%)      | 5<br>(2,2%)   | 232<br>(100%) | p=0,334                             |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 126<br>(99,2%)      | 1<br>(0,8%)   | 127<br>(100%) |                                     |
| <b>Gesamt</b>   |                                 | Anzahl | 353<br>(98,3%)      | 6<br>(1,7%)   | 359<br>(100%) |                                     |

Ohne prolongierte Dezelerationen unter 80 SpM, wurden die Kinder etwa doppelt so oft nach 1 Minute mit einem APGAR-Wert von  $\leq 3$  beurteilt, als mit solchen Dezelerationen (22,8% vs. 11,8%, p=0,01). Das relative Risiko beträgt RR=0,5.

Damit haben Kinder, mit einer prolongierten Dezeleration mit Herzfrequenzen  $< 80\text{SpM}$  ein geringeres Risiko für einen APGAR<sup>1</sup> von  $\leq 3$  bei der Geburt.

Tabelle 41 zeigt die Häufigkeitsverteilung von APGAR-Werten  $\leq 3$  in Abhängigkeit von dem Auftreten prolongierter Dezelerationen  $<60\text{SpM}$

Tabelle 41: Häufigkeit von APGAR-Werten  $\leq 3$  in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen  $<60\text{SpM}$

|  |                                       |        | APGAR <sup>1</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte |
|--|---------------------------------------|--------|---------------------|---------------|---------------|---------|
|  |                                       |        | >3                  | $\leq 3$      |               |         |
| <b>prolongierte<br/>Dezeleration<br/>&lt;60SpM</b> | keine<br>prolongierte<br>Dezeleration | Anzahl | 274<br>(80,4%)      | 67<br>(19,6%) | 341<br>(100%) | p=0,22* |
|  | prolongierte<br>Dezeleration          | Anzahl | 17<br>(94,4%)       | 1<br>(5,6%)   | 18<br>(100%)  |         |
| <b>Gesamt</b>                                      |                                       | Anzahl | 291<br>(81,1%)      | 68<br>(18,9%) | 359<br>(100%) |         |
|  |                                       |        | APGAR <sup>5</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte |
|  |                                       |        | >3                  | $\leq 3$      |               |         |
| <b>prolongierte<br/>Dezeleration<br/>&lt;60SpM</b> | keine<br>prolongierte<br>Dezeleration | Anzahl | 334<br>(97,9%)      | 7<br>(2,1%)   | 341<br>(100%) | p=1,0*  |
|  | prolongierte<br>Dezeleration          | Anzahl | 18<br>(100%)        | 0             | 18<br>(100%)  |         |
| <b>Gesamt</b>                                      |                                       | Anzahl | 352<br>(98,1%)      | 7<br>(1,9%)   | 359<br>(100%) |         |
|  |                                       |        | APGAR <sup>10</sup> |               | Gesamt        | p-Werte |
|  |                                       |        | >3                  | $\leq 3$      |               |         |
| <b>prolongierte<br/>Dezeleration<br/>&lt;60SpM</b> | keine<br>prolongierte<br>Dezeleration | Anzahl | 335<br>(98,2%)      | 6<br>(1,8%)   | 341<br>(100%) | p=1,0*  |
|  | prolongierte<br>Dezeleration          | Anzahl | 18<br>(100%)        | 0             | 18<br>(100%)  |         |
| <b>Gesamt</b>                                      |                                       | Anzahl | 353<br>(98,3%)      | 6<br>(1,7%)   | 359<br>(100%) |         |

Hinsichtlich des Auftretens einer prolongierten Dezeleration mit Herzfrequenzen  $<60\text{ SpM}$  bestand kein Unterschied in der Bewertung des neonatalen Zustandes nach 1,5 sowie nach 10 Minuten.



#### 4.2.2.4 Reanimation und Verlegung

Die Notwendigkeit einer postnatalen Reanimation in Abhängigkeit vom Auftreten einer prolongierten Dezeleration zeigt folgende Verteilung:

Tabelle 42: Notwendigkeit einer postnatalen Reanimation bei prolongierten Dezelerationen

|   |                                 |        | Reanimation    |               | Gesamt        | p-Werte                              |
|---|---------------------------------|--------|----------------|---------------|---------------|--------------------------------------|
|   |                                 |        | nein           | ja            |               |                                      |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;100SpM</b> | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 134<br>(81,7%) | 30<br>(18,3%) | 164<br>(100%) | p=0,012<br>RR=0,48<br>CI: 0,3 to 0,8 |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 177<br>(90,8%) | 18<br>(9,2%)  | 195<br>(100%) |                                      |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 311<br>(86,6%) | 48<br>(13,4%) | 359<br>(100%) |                                      |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;80SpM</b>  | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 197<br>(84,9%) | 35<br>(15,1%) | 232<br>(100%) | p=0,2                                |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 114<br>(89,9%) | 13<br>(10,2%) | 127<br>(100%) |                                      |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 311<br>(86,6%) | 48<br>(13,4%) | 359<br>(100%) |                                      |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;60SpM</b>  | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 295<br>(86,5%) | 46<br>(13,5%) | 341<br>(100%) | p=1,0*                               |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 16<br>(88,9%)  | 2<br>(11,1%)  | 18<br>(100%)  |                                      |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 311<br>(86,6%) | 48<br>(13,4%) | 359<br>(100%) |                                      |

Kinder ohne prolongierte Dezeleration <100SpM mussten etwa doppelt so häufig postnatal reanimiert werden wie Kinder mit prolongierter Dezeleration (18% vs. 9%). Dieser Unterschied war statistisch signifikant (p=0,012, RR=0,48).

Demnach haben Kinder ein niedrigeres Risiko postnatal reanimiert zu werden, sofern eine prolongierte Dezeleration <100 SpM auftritt.

Für das Auftreten von prolongierten Dezelerationen <80 und <60 SpM ergab sich kein statistisch signifikanter Unterschied.

In Tabelle 43 ist die Notwendigkeit einer Verlegung in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen dargestellt.

Tabelle 43: Notwendigkeit einer Verlegung bei prolongierten Dezelerationen

|   |                                 |        | kindliche Verlegung |                | Gesamt        | p-Wert                                 |
|---|---------------------------------|--------|---------------------|----------------|---------------|--|
|   |                                 |        | nein                | Ja             |               |  |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;100SpM</b> | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 80<br>(48,8%)       | 84<br>(51,2%)  | 164<br>(100%) | p=0,083                                |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 113<br>(57,9%)      | 82<br>(42,1%)  | 195<br>(100%) |  |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 193<br>(53,8%)      | 166<br>(46,2%) | 359<br>(100%) |  |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;80SpM</b>  | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 112<br>(48,3%)      | 120<br>(51,7%) | 232<br>(100%) | p=0,005<br><br>RR=0,7<br>CI:0,5 to 0,9 |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 81<br>(63,8%)       | 46<br>(36,2%)  | 127<br>(100%) |  |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 193<br>(53,8%)      | 166<br>(46,2%) | 359<br>(100%) |  |
| <b>prolongierte Dezeleration &lt;60SpM</b>  | keine prolongierte Dezeleration | Anzahl | 184<br>(54%)        | 157<br>(46%)   | 341<br>(100%) | p=0,743                                |
|   | prolongierte Dezeleration       | Anzahl | 9<br>(50%)          | 9<br>(50%)     | 18<br>(100%)  |  |
| <b>Gesamt</b>                               |                                 | Anzahl | 193<br>(53,8%)      | 166<br>(46,2%) | 359<br>(100%) |  |

Im untersuchten Kollektiv der Notfallkaiserschnitte mussten Kinder, welche eine prolongierte Dezeleration mit Herzfrequenzabfällen <80 SpM in den letzten 30 min vor der Entbindung zeigten, signifikant seltener nach der Geburt auf eine neonatologische Station verlegt werden (p=0,005, RR=0,7).

In der Gruppe der Kinder mit prolongierten Dezelerationen <60 SpM mussten diejenigen Kinder mit dieser CTG-Pathologie häufiger nach der Geburt verlegt werden (50%) als Kinder, die keine solche Pathologie zeigten (46%), jedoch bestand kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

### 4.2.3 Bradykardien

Die CTGs wurden zusätzlich hinsichtlich des Auftretens von Bradykardien analysiert. Die Ergebnisse dieser Analyse sind im folgenden Abschnitt dargestellt.

#### 4.2.3.1 Azidose

Tabelle 44: Häufigkeit verschiedener Azidosegrade in Abhängigkeit vom Auftreten einer Bradykardie

|                               |                   |        | Grad der Azidose |                  |                 | Gesamt        | p-Werte |
|-------------------------------|-------------------|--------|------------------|------------------|-----------------|---------------|---------|
|                               |                   |        | keine Azidose    | moderate Azidose | schwere Azidose |               |         |
| <b>Bradykardie &lt;100SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 161<br>(48,1%)   | 150<br>(44,8%)   | 24<br>(7,2%)    | 335<br>(100%) | p=0,86  |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 9<br>(42,9%)     | 10<br>(47,6%)    | 2<br>(9,5%)     | 21<br>(100%)  |         |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 170<br>(47,8%)   | 160<br>(44,9%)   | 26<br>(7,3%)    | 356<br>(100%) |         |
| <b>Bradykardie &lt;80SpM</b>  | keine Bradykardie | Anzahl | 169<br>(48,4%)   | 156<br>(44,7%)   | 24<br>(6,9%)    | 349<br>(100%) | p=0,042 |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 1<br>(14,3%)     | 4<br>(57,1%)     | 2<br>(28,6%)    | 7<br>(100%)   |         |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 170<br>(47,8%)   | 160<br>(44,9%)   | 26<br>(7,3%)    | 356<br>(100%) |         |
| <b>Bradykardie &lt;60SpM</b>  | keine Bradykardie | Anzahl | 169<br>(47,6%)   | 160<br>(45,1%)   | 26<br>(7,3%)    | 335<br>(100%) | p=0,58  |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 1<br>(100)       | 0                | 0               | 1<br>(100%)   |         |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 170<br>(47,8%)   | 160<br>(44,9%)   | 26<br>(7,3%)    | 356<br>(100%) |         |

Wenn eine Bradykardie <80SpM auftrat, hatten 57,1% der Kinder eine moderate Azidose, 28,6% eine schwere und 14,3% zeigten keine Azidose. Ohne Bradykardie <80SpM trat eine moderate Azidose bei 44,7% auf, eine schwere bei 6,9% und bei 48,4% lag keine Azidose vor.

Mit p=0,042 konnte in dieser Gruppe ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Um zu ermitteln, zwischen welchen Schweregraden der Azidose sich dieser signifikante Unterschied befindet, wurden sie einzeln miteinander verglichen (vgl. Tabelle 45).

Tabelle 45: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Azidosegrade in Abhängigkeit vom Auftreten einer Bradykardie < 80 SpM

|                              |      |        | Grad der Azidose |                  | Gesamt        | p-Werte                                |
|------------------------------|------|--------|------------------|------------------|---------------|--|
|                              |      |        | keine Azidose    | moderate Azidose |               |  |
| <b>Bradykardie &lt;80SpM</b> | nein | Anzahl | 169<br>(52%)     | 156<br>(48%)     | 325<br>(100%) | p=0,202*                               |
|                              | ja   | Anzahl | 1<br>(20%)       | 4<br>(80%)       | 5<br>(100%)   |  |
| <b>Gesamt</b>                |      | Anzahl | 170<br>(51,5%)   | 160<br>(48,5%)   | 330<br>(100%) |  |
|                              |      |        | Grad der Azidose |                  | Gesamt        | p-Werte                                |
|                              |      |        | keine Azidose    | schwere Azidose  |               |  |
| <b>Bradykardie &lt;80SpM</b> | nein | Anzahl | 169<br>(87,6%)   | 24<br>(12,4%)    | 193<br>(100%) | p=0,047*<br>RR=5,4<br>CI: 2,2<br>to 13 |
|                              | ja   | Anzahl | 1<br>(33,3%)     | 2<br>(66,7%)     | 3<br>(100%)   |  |
| <b>Gesamt</b>                |      | Anzahl | 170<br>(86,7%)   | 26<br>(13,3%)    | 196<br>(100%) |  |
|                              |      |        | Grad der Azidose |                  | Gesamt        | p-Werte                                |
|                              |      |        | moderate Azidose | schwere Azidose  |               |  |
| <b>Bradykardie &lt;80SpM</b> | nein | Anzahl | 156<br>(86,7%)   | 24<br>(13,3%)    | 180<br>(100%) | p=0,165                                |
|                              | ja   | Anzahl | 4<br>(66,7%)     | 2<br>(33,3%)     | 6<br>(100%)   |  |
| <b>Gesamt</b>                |      | Anzahl | 160<br>(86%)     | 26<br>(14%)      | 186<br>(100%) |  |

Wenn die Gruppe der Kinder mit einer schweren Azidose mit der Gruppe ohne Azidose verglichen wird, findet sich ein signifikanter Unterschied (p=0,047, RR=5,4). Das bedeutet, Kinder, welche eine Bradykardie mit Herzfrequenzen <80SpM aufwiesen hatten ein 5,4-mal höheres Risiko an einer schweren Azidose zu leiden als Kinder, die eine solche Bradykardie nicht zeigten.

#### 4.2.3.2 Base excess

Die Verteilung des Base excess in Bezug auf das Auftreten einer Bradykardie ist nachfolgend abgebildet.

Tabelle 46: Vorliegen eines BE  $\leq -12$  mmol/l bei Bradykardien

|                                   |                      |        | Base excess    |               | Gesamt        | p-Werte  |
|-----------------------------------|----------------------|--------|----------------|---------------|---------------|----------|
|                                   |                      |        | >-12           | $\leq -12$    |               |          |
| <b>Bradykardie<br/>&lt;100SpM</b> | keine<br>Bradykardie | Anzahl | 282<br>(84,9%) | 50<br>(15,1%) | 332<br>(100%) | p=0,54*  |
|                                   | Bradykardie          | Anzahl | 17<br>(81%)    | 4<br>(19%)    | 21<br>(100%)  |          |
| <b>Gesamt</b>                     |                      | Anzahl | 299<br>(84,7%) | 54<br>(15,3%) | 353<br>(100%) |          |
| <b>Bradykardie<br/>&lt;80SpM</b>  | keine<br>Bradykardie | Anzahl | 295<br>(85,3%) | 51<br>(14,7%) | 346<br>(100%) | p=0,076* |
|                                   | Bradykardie          | Anzahl | 4<br>(57,1%)   | 3<br>(42,9%)  | 7<br>(100%)   |          |
| <b>Gesamt</b>                     |                      | Anzahl | 299<br>(84,7%) | 54<br>(15,3%) | 353<br>(100%) |          |
| <b>Bradykardie<br/>&lt;60SpM</b>  | keine<br>Bradykardie | Anzahl | 298<br>(84,7%) | 54<br>(15,3%) | 352<br>(100%) | p=0,85*  |
|                                   | Bradykardie          | Anzahl | 1<br>(100%)    | 0             | 1<br>(100%)   |          |
| <b>Gesamt</b>                     |                      | Anzahl | 299<br>(84,7%) | 54<br>(15,3%) | 353<br>(100%) |          |

Der Schweregrad einer Bradykardie hatte im untersuchten Kollektiv keinen signifikanten Einfluss auf den Base excess.

#### 4.2.3.3 APGAR

Tabelle 47 ist die Verteilung der APGAR-Werte in Abhängigkeit vom Auftreten von Bradykardien <100SpM zu entnehmen.

Tabelle 47: Häufigkeitsverteilung der Bradykardien <100 SpM mit APGAR ≤3-Werten

|                               |                   |        | APGAR <sup>1</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte |
|-------------------------------|-------------------|--------|---------------------|---------------|---------------|---------|
|                               |                   |        | >3                  | ≤3            |               |         |
| <b>Bradykardie &lt;100SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 272<br>(80,5%)      | 66<br>(19,5%) | 338<br>(100%) | p=0,256 |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 19<br>(90,5%)       | 2<br>(9,5%)   | 21<br>(100%)  |         |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 291<br>(81,1%)      | 68<br>(18,9%) | 359<br>(100%) |         |
|                               |                   |        | APGAR <sup>5</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte |
|                               |                   |        | >3                  | ≤3            |               |         |
| <b>Bradykardie &lt;100SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 332<br>(98,2%)      | 6<br>(1,8%)   | 338<br>(100%) | p=0,337 |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 20<br>(95,2%)       | 1<br>(4,8%)   | 21<br>(100%)  |         |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 352<br>(98,1%)      | 7<br>(1,9%)   | 359<br>(100%) |         |
|                               |                   |        | APGAR <sup>10</sup> |               | Gesamt        | p-Werte |
|                               |                   |        | >3                  | ≤3            |               |         |
| <b>Bradykardie &lt;100SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 333<br>(98,5%)      | 5<br>(1,5%)   | 338<br>(100%) | p=0,255 |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 20<br>(95,2%)       | 1<br>(4,8%)   | 21<br>(100%)  |         |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 353<br>(98,3%)      | 6<br>(1,7%)   | 359<br>(100%) |         |

Das Auftreten einer Bradykardie < 100SpM hat in dieser Arbeit keinen signifikanten Einfluss auf den APGAR-Wert.

Nachfolgend ist die Verteilung der APGAR-Werte bei Bradykardien <80SpM abgebildet.

Tabelle 48: Häufigkeitsverteilung der Bradykardien <80 SpM mit APGAR ≤3-Werten

|                              |                   |        | APGAR <sup>1</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte  |
|------------------------------|-------------------|--------|---------------------|---------------|---------------|----------|
|                              |                   |        | >3                  | ≤3            |               |          |
| <b>Bradykardie &lt;80SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 286<br>(81,3%)      | 66<br>(18,8%) | 352<br>(100%) | p=0,511  |
|                              | Bradykardie       | Anzahl | 5<br>(71,4%)        | 2<br>(28,6%)  | 7<br>(100%)   |          |
| <b>Gesamt</b>                |                   | Anzahl | 291<br>(81,1%)      | 68<br>(18,9%) | 359<br>(100%) |          |
|                              |                   |        | APGAR <sup>5</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte  |
|                              |                   |        | >3                  | ≤3            |               |          |
| <b>Bradykardie &lt;80SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 346<br>(98,3%)      | 6<br>(1,7%)   | 352<br>(100%) | p=0,13*  |
|                              | Bradykardie       | Anzahl | 6<br>(85,7%)        | 1<br>(14,3%)  | 7<br>(100%)   |          |
| <b>Gesamt</b>                |                   | Anzahl | 352<br>(98,1%)      | 7<br>(1,9%)   | 359<br>(100%) |          |
|                              |                   |        | APGAR <sup>10</sup> |               | Gesamt        | p-Werte  |
|                              |                   |        | >3                  | ≤3            |               |          |
| <b>Bradykardie &lt;80SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 347<br>(98,6%)      | 5<br>(1,4%)   | 352<br>(100%) | p=0,112* |
|                              | Bradykardie       | Anzahl | 6<br>(85,7%)        | 1<br>(14,3%)  | 7<br>(100%)   |          |
| <b>Gesamt</b>                |                   | Anzahl | 353<br>(98,3%)      | 6<br>(1,7%)   | 359<br>(100%) |          |

Das Auftreten einer Bradykardie < 80SpM hat in dieser Arbeit keinen signifikanten Einfluss auf den APGAR-Wert.

Die Verteilung der APGAR-Werte bei Bradykardien <60SpM ist Tabelle 49 zu entnehmen.

Tabelle 49: Häufigkeitsverteilung der Bradykardien <60 SpM mit APGAR ≤3-Werten

|                              |                   |        | APGAR <sup>1</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte  |
|------------------------------|-------------------|--------|---------------------|---------------|---------------|----------|
|                              |                   |        | >3                  | ≤3            |               |          |
| <b>Bradykardie &lt;60SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 291<br>(81,3%)      | 67<br>(18,7%) | 358<br>(100%) | p=0,189* |
|                              | Bradykardie       | Anzahl | 0                   | 1<br>(100%)   | 1<br>(100%)   |          |
| <b>Gesamt</b>                |                   | Anzahl | 291<br>(81,1%)      | 68<br>(18,9%) | 359<br>(100%) |          |
|                              |                   |        | APGAR <sup>5</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte  |
|                              |                   |        | >3                  | ≤3            |               |          |
| <b>Bradykardie &lt;60SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 351<br>(98%)        | 7<br>(2%)     | 358<br>(100%) | p=1,0*   |
|                              | Bradykardie       | Anzahl | 1<br>(100%)         | 0             | 1<br>(100%)   |          |
| <b>Gesamt</b>                |                   | Anzahl | 352<br>(98,1%)      | 7<br>(1,9%)   | 359<br>(100%) |          |
|                              |                   |        | APGAR <sup>10</sup> |               | Gesamt        | p-Werte  |
|                              |                   |        | >3                  | ≤3            |               |          |
| <b>Bradykardie &lt;60SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 352<br>(98,3%)      | 6<br>(1,7%)   | 358<br>(100%) | p=1,0*   |
|                              | Bradykardie       | Anzahl | 1<br>(100%)         | 0             | 1<br>(100%)   |          |
| <b>Gesamt</b>                |                   | Anzahl | 353<br>(98,3%)      | 6<br>(1,7%)   | 359<br>(100%) |          |

Das Auftreten einer Bradykardie < 60SpM hat in dieser Arbeit keinen signifikanten Einfluss auf den APGAR-Wert.



#### 4.2.3.4 Reanimation und Verlegung

Die Notwendigkeit einer postnatalen Reanimation bei Bradykardien ist in Tabelle 50 abgebildet.

Tabelle 50: Häufigkeiten der Reanimationsnotwendigkeit bei Bradykardien

|                               |                   |        | Reanimation    |               | Gesamt        | p-Werte |
|-------------------------------|-------------------|--------|----------------|---------------|---------------|---------|
|                               |                   |        | Nein           | Ja            |               |         |
| <b>Bradykardie &lt;100SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 291<br>(86,1%) | 47<br>(13,9%) | 338<br>(100%) | p=0,33* |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 20<br>(95,2%)  | 1<br>(4,8%)   | 21<br>(100%)  |         |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 311<br>(86,6%) | 48<br>(13,4%) | 359<br>(100%) |         |
| <b>Bradykardie &lt;80SpM</b>  | keine Bradykardie | Anzahl | 305<br>(86,6%) | 47<br>(13,4%) | 359<br>(100%) | p=1,0*  |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 6<br>(85,7%)   | 1<br>(14,3%)  | 7<br>(100%)   |         |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 311<br>(86,6%) | 48<br>(13,4%) | 359<br>(100%) |         |
| <b>Bradykardie &lt;60SpM</b>  | keine Bradykardie | Anzahl | 310<br>(86,6%) | 48<br>(13,4%) | 359<br>(100%) | p=1,0*  |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 1<br>(100%)    | 0             | 1<br>(100%)   |         |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 311<br>(86,6%) | 48<br>(13,4%) | 359<br>(100%) |         |

Die Schwere einer Bradykardie hatte in dieser Arbeit keinen signifikanten Einfluss auf die Notwendigkeit einer Reanimation.

In Tabelle 51 ist die Verteilung der Verlegungsnotwendigkeit bei Bradykardien abgebildet.

Tabelle 51: Häufigkeit der Verlegungsnotwendigkeit in Abhängigkeit von Bradykardien

|                               |                   |        | kindliche Verlegung |                | Gesamt        | p-Werte                                  |
|-------------------------------|-------------------|--------|---------------------|----------------|---------------|--|
|                               |                   |        | nein                | ja             |               |  |
| <b>Bradykardie &lt;100SpM</b> | keine Bradykardie | Anzahl | 174<br>(51,5%)      | 164<br>(48,5%) | 338<br>(100%) | p=0,00<br>RR=0,19<br>CI: 0,05<br>to 0,74 |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 19<br>(90,5%)       | 2<br>(9,5%)    | 21<br>(100%)  |  |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 193<br>(53,8%)      | 166<br>(46,2%) | 359<br>(100%) |  |
| <b>Bradykardie &lt;80SpM</b>  | keine Bradykardie | Anzahl | 188<br>(53,4%)      | 164<br>(46,6%) | 352<br>(100%) | p=0,46*                                  |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 5<br>(71,4%)        | 2<br>(28,6%)   | 7<br>(100%)   |  |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 193<br>(53,8%)      | 166<br>(46,2%) | 359<br>(100%) |  |
| <b>Bradykardie &lt;60SpM</b>  | keine Bradykardie | Anzahl | 192<br>(53,6%)      | 166<br>(46,2%) | 358<br>(100%) | p=1,0*                                   |
|                               | Bradykardie       | Anzahl | 1<br>(100%)         | 0              | 1<br>(100%)   |  |
| <b>Gesamt</b>                 |                   | Anzahl | 193<br>(53,8%)      | 166<br>(46,2%) | 359<br>(100%) |  |

Ohne das Auftreten einer Bradykardie <100SpM mussten mit 48,5% signifikant mehr Kinder verlegt werden als bei einer Bradykardie unter 100 SpM (p=0,00, RR=0,19). Wenn Bradykardien <80 oder <60 SpM auftraten gab es keinen signifikanten Unterschied in der Notwendigkeit einer Verlegung.

#### 4.2.4 Wiederanstieg der Herzfrequenz

Es konnte beobachtet werden, dass in 20,9% der Fälle die fetale Herzfrequenz nach dem Abfall der fetalen Herzfrequenz unter 100 SpM wieder Werte über 100SpM erreichte.

Tabelle 52: Häufigkeit des Wiederanstiegs der fetalen Herzfrequenz im Gesamtkollektiv

|                                       |        | Häufigkeit     |  |
|---------------------------------------|--------|----------------|--|
| <b>Wiederanstieg der Herzfrequenz</b> | nein   | 284<br>(79,1%) |  |
|                                       | ja     | 75<br>(20,9%)  |  |
|                                       | gesamt | 359<br>(100%)  |  |

Hieraus ergab sich die Frage, ob sich ein Wiederanstieg der fetalen Herzfrequenz auf Werte >100 SpM auf das fetale Outcome auswirkt.

##### 4.2.4.1 Azidose

Tabelle 53: Häufigkeiten des Wiederanstiegs der fetalen Herzfrequenzen in Bezug auf die Schwere der Azidose

|                                       |      |        | Grad der Azidose |                     |                    | Gesamt        | p-<br>Werte |
|---------------------------------------|------|--------|------------------|---------------------|--------------------|---------------|-------------|
|                                       |      |        | keine<br>Azidose | moderate<br>Azidose | schwere<br>Azidose |               |             |
| <b>Wiederanstieg der Herzfrequenz</b> | nein | Anzahl | 137<br>(48,8%)   | 121<br>(43,1%)      | 23<br>(8,2%)       | 281<br>(100%) | p=0,25      |
|                                       | ja   | Anzahl | 33<br>(44%)      | 39<br>(52%)         | 3<br>(3%)          | 75<br>(100%)  |             |
| <b>Gesamt</b>                         |      | Anzahl | 170<br>(47,8%)   | 160<br>(44,9%)      | 26<br>(7,3%)       | 356<br>(100%) |             |

Obwohl postnatal häufiger schwere Azidosen zu finden waren, wenn die Herzfrequenz nach einem Abfall nicht wieder auf über 100 SpM anstieg, war der Unterschied nicht signifikant.

#### 4.2.4.2 Base excess

Die Verteilung des BE bei Wiederanstieg der Herzfrequenz über 100SpM ist wie folgt:

Tabelle 54: Häufigkeiten des Wiederanstiegs der fetalen Herzfrequenzen in Bezug auf den Base excess

|                                       |      |        | Base excess    |               | Gesamt        | p-Werte  |
|---------------------------------------|------|--------|----------------|---------------|---------------|--|
|                                       |      |        | > -12          | ≤ -12         |               |  |
| <b>Wiederanstieg der Herzfrequenz</b> | nein | Anzahl | 230<br>(82,7%) | 48<br>(17,3%) | 278<br>(100%) | <b>p=0,0048</b><br><b>RR=2,15</b><br><b>CI: 1 to 4,8</b> |
|                                       | ja   | Anzahl | 69<br>(92%)    | 6<br>(8%)     | 75<br>(100%)  |  |
| <b>Gesamt</b>                         |      | Anzahl | 299<br>(84,7%) | 54<br>(15,3%) | 353<br>(100%) |  |

Ohne Erholung der fetalen Herzfrequenz, war der Base Excess im Nabelarterienblut ca. doppelt so häufig unter -12 mmol/L (17,3% vs. 8%, p=0,0048, RR=2,15) als mit Erholung der Herzfrequenz.

#### 4.2.4.3 APGAR

Die Verteilung der APGAR-Werte bei Wiederanstieg der Herzfrequenz über 100SpM ist in Tabelle 55 dargestellt.

Tabelle 55: Häufigkeit von APGAR-Werten  $\leq 3$  in Abhängigkeit vom Wiederanstieg der fetalen Herzfrequenz

|                                       |      |        | APGAR <sup>1</sup>  |               | Gesamt        | p-<br>Werte |
|---------------------------------------|------|--------|---------------------|---------------|---------------|-------------|
|                                       |      |        | >3                  | $\leq 3$      |               |             |
| <b>Wiederanstieg der Herzfrequenz</b> | nein | Anzahl | 228<br>(80,3%)      | 56<br>(19,7%) | 284<br>(100%) | p=0,47      |
|                                       | ja   | Anzahl | 63<br>(84%)         | 12<br>(16%)   | 75<br>(100%)  |             |
| <b>Gesamt</b>                         |      | Anzahl | 291<br>(81,1%)      | 68<br>(18,9%) | 359<br>(100%) |             |
|                                       |      |        | APGAR <sup>5</sup>  |               | Gesamt        | p-<br>Wert  |
|                                       |      |        | >3                  | $\leq 3$      |               |             |
| <b>Wiederanstieg der Herzfrequenz</b> | nein | Anzahl | 278<br>(97,9%)      | 6<br>(2,1%)   | 284<br>(100%) | p=1,0*      |
|                                       | ja   | Anzahl | 74<br>(98,7%)       | 1<br>(1,3%)   | 75<br>(100%)  |             |
| <b>Gesamt</b>                         |      | Anzahl | 352<br>(98,1%)      | 7<br>(1,9%)   | 359<br>(100%) |             |
|                                       |      |        | APGAR <sup>10</sup> |               | Gesamt        | p-<br>Wert  |
|                                       |      |        | >3                  | $\leq 3$      |               |             |
| <b>Wiederanstieg der Herzfrequenz</b> | nein | Anzahl | 278<br>(97,9%)      | 6<br>(2,1%)   | 284<br>(100%) | p=0,20      |
|                                       | ja   | Anzahl | 75<br>(100%)        | 0             | 75<br>(100%)  |             |
| <b>Gesamt</b>                         |      | Anzahl | 353<br>(98,3%)      | 6<br>(1,7%)   | 359<br>(100%) |             |

Aus der Tabelle geht hervor, dass ein Wiederanstieg der Herzfrequenz für den APGAR-Score nach 1,5 und 10 min keine entscheidende Rolle spielt.

#### 4.2.4.4 Reanimation und Verlegung

Die Notwendigkeit einer postnatalen Reanimation und Verlegung in Bezug auf den Wiederanstieg der Herzfrequenz ist in Tabelle 56 und 57 abgebildet.

Tabelle 56: Häufigkeiten der Reanimationsnotwendigkeit in Abhängigkeit vom Wiederanstieg der fetalen Herzfrequenz

|                                       |      |        | Reanimation    |               | Gesamt        | p-Werte                                |
|---------------------------------------|------|--------|----------------|---------------|---------------|--|
|                                       |      |        | nein           | ja            |               |  |
| <b>Wiederanstieg der Herzfrequenz</b> | nein | Anzahl | 240<br>(84,5%) | 44<br>(15,5%) | 284<br>(100%) | p=0,02*<br>RR=2,9<br>CI: 1,0<br>to 7,8 |
|                                       | ja   | Anzahl | 71<br>(94,7%)  | 4<br>(5,3%)   | 75<br>(100%)  |  |
| <b>Gesamt</b>                         |      | Anzahl | 311<br>(86,6%) | 48<br>(13,4%) | 359<br>(100%) |  |

Wenn ein Wiederanstieg der Herzfrequenz nach dem Abfall ausblieb, mussten die Kinder signifikant häufiger reanimiert werden als bei Erholung der FHF (15,5% vs. 5,3%; p=0,02, RR=2,9). Ein fehlender Wiederanstieg der FHF ist mit einem 2,9-fachen Risiko für eine Reanimation assoziiert.

Tabelle 57: Häufigkeit der Verlegungsnotwendigkeit in Abhängigkeit vom Wiederanstieg der fetalen Herzfrequenz

|                                       |      |        | Verlegung      |                | Gesamt        | p-Werte |
|---------------------------------------|------|--------|----------------|----------------|---------------|---------|
|                                       |      |        | nein           | ja             |               |         |
| <b>Wiederanstieg der Herzfrequenz</b> | nein | Anzahl | 152<br>(53,5%) | 132<br>(46,5%) | 284<br>(100%) | p=0,86  |
|                                       | ja   | Anzahl | 41<br>(54,7%)  | 34<br>(45,3%)  | 75<br>(100%)  |         |
| <b>Gesamt</b>                         |      | Anzahl | 193<br>(53,8%) | 166<br>(46,2%) | 359<br>(100%) |         |

Die Kinder im untersuchten Kollektiv wurden unabhängig von einer Erholung der Herzfrequenz etwa gleich häufig verlegt (p=0,86).

#### 4.2.5 Oszillationsverluste

Der Einfluss von Oszillationen im CTG während des Abfalls der fetalen Herzfrequenz auf das fetale Outcome ist Gegenstand der folgenden Analyse.

Insgesamt zeigten nur 45,4% der Kinder Oszillationen während des Abfalls der Herzfrequenz.

Tabelle 58: Auftreten von Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls

| <b>Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls</b> |                |
|--|----------------|
| <b>nein</b>  | 196<br>(54,6%) |
| <b>ja</b>  | 163<br>(45,4%) |
| <b>gesamt</b>  | 359<br>(100%)  |

##### 4.2.5.1 Azidose

Tabelle 59: Häufigkeiten von Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls in Bezug auf den Grad der Azidose

|  |      |        | <b>Grad der Azidose</b> |                     |                    | <b>Gesamt</b> | <b>p-<br/>Werte</b> |
|--|------|--------|-------------------------|---------------------|--------------------|---------------|---------------------|
|  |      |        | keine<br>Azidose        | moderate<br>Azidose | schwere<br>Azidose |               |                     |
| <b>Oszillation während<br/>des<br/>Herzfrequenzabfalls</b> | Nein | Anzahl | 98<br>(50,5%)           | 80<br>(41,2%)       | 16<br>(8,2%)       | 194<br>(100%) | p=0,29              |
|  | Ja   | Anzahl | 72<br>(44,4%)           | 80<br>(49,4%)       | 10<br>(6,2%)       | 162<br>(100%) |                     |
| <b>Gesamt</b>  |      | Anzahl | 170<br>(47,8%)          | 160<br>(44,9%)      | 26<br>(7,3%)       | 356<br>(100%) |                     |

Kinder mit Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls im CTG hatten seltener eine schwere Azidose nach der Geburt als Kinder ohne Oszillationen (6,2% vs. 8,2%). Jedoch zeigt sich auch, dass Kinder ohne Oszillationen häufiger gar keine Azidose bei der Geburt aufwiesen, als Kinder mit Oszillationen.

Mit  $p=0,29$  konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden.

#### 4.2.5.2 Base excess

Der Einfluss von Oszillationen auf das Auftreten eines Base excess von  $\leq -12$  mmol/L ist in der folgenden Tabelle verdeutlicht.

Tabelle 60: Häufigkeiten von Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls im Parameter Base excess

|   |      |        | Base excess    |               | Gesamt        | p-Werte |
|---|------|--------|----------------|---------------|---------------|---------|
|   |      |        | > -12          | $\leq -12$    |               |         |
| Oszillation während des Herzfrequenzabfalls | nein | Anzahl | 160<br>(83,3%) | 32<br>(16,7%) | 192<br>(100%) | p=0,44  |
|   | ja   | Anzahl | 139<br>(86,3%) | 22<br>(13,7%) | 161<br>(100%) |         |
| Gesamt                                      |      | Anzahl | 299<br>(84,7%) | 54<br>(15,3%) | 353<br>(100%) |         |

Kinder ohne Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls im CTG hatten häufiger einer Base excess von  $\leq -12$  mmol/L als Kinder mit Oszillationen (16,7% vs. 13,7%). Zwischen den Gruppen besteht mit  $p=0,44$  allerdings kein statistisch signifikanter Unterschied.



#### 4.2.5.3 APGAR

Ob das Auftreten von Oszillationen während des fetalen Herzfrequenzabfalls einen Einfluss auf den APGAR-Score hat, wird im Folgenden analysiert.

Tabelle 61: Häufigkeit von APGAR<sup>1</sup>- Werten  $\leq 3$  in Abhängigkeit vom Vorhandensein von Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls

|  |      |        | APGAR <sup>1</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte  |
|--|------|--------|---------------------|---------------|---------------|--|
|  |      |        | >3                  | $\leq 3$      |               |  |
| <b>Oszillation während des Herzfrequenzabfalls</b> | nein | Anzahl | 150<br>(76,5%)      | 46<br>(23,5%) | 196<br>(100%) | <b>p=0,0016</b><br><b>RR=1,7</b><br><b>CI: 1,1 to 2,76</b> |
|  | ja   | Anzahl | 141<br>(86,5%)      | 22<br>(13,5%) | 163<br>(100%) |  |
| <b>Gesamt</b>                                      |      | Anzahl | 291<br>(81,1%)      | 68<br>(18,9%) | 359<br>(100%) |  |
|  |      |        | APGAR <sup>5</sup>  |               | Gesamt        | p-Werte  |
|  |      |        | >3                  | $\leq 3$      |               |  |
| <b>Oszillation während des Herzfrequenzabfalls</b> | nein | Anzahl | 190<br>(96,9%)      | 6<br>(3,1%)   | 196<br>(100%) | <b>p=0,09</b>  |
|  | ja   | Anzahl | 162<br>(99,4%)      | 1<br>(0,6%)   | 163<br>(100%) |  |
| <b>Gesamt</b>                                      |      | Anzahl | 352<br>(98,1%)      | 7<br>(1,9%)   | 359<br>(100%) |  |
|  |      |        | APGAR <sup>10</sup> |               | Gesamt        | p-Werte  |
|  |      |        | >3                  | $\leq 3$      |               |  |
| <b>Oszillation während des Herzfrequenzabfalls</b> | nein | Anzahl | 191<br>(97,4%)      | 5<br>(2,6%)   | 196<br>(100%) | <b>p=0,15</b>  |
|  | ja   | Anzahl | 162<br>(99,4%)      | 1<br>(0,6%)   | 163<br>(100%) |  |
| <b>Gesamt</b>                                      |      | Anzahl | 353<br>(98,3%)      | 6<br>(1,7%)   | 359<br>(100%) |  |

Kinder ohne Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls hatten signifikant häufiger einen APGAR<sup>1</sup>-Score von  $\leq 3$  bei der Geburt als Kinder mit Oszillationen (23,5% vs. 13,5%;  $p=0,0016$ ). Kinder ohne Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls hatten ein 1,7-mal so hohes Risiko für einen APGAR<sup>1</sup>-Score  $\leq 3$  als Kinder mit Oszillationen.

Auch zeigten sich bei Kindern ohne Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls häufiger ein niedrigerer APGAR-Wert nach 5 und 10 Minuten, jedoch besteht mit  $p=0,09$  und  $p=0,15$  kein signifikanter Unterschied.

#### 4.2.5.4 Reanimation und Verlegung

Tabelle 62 und 63 ist die Verteilung der Reanimations- sowie Verlegungsnotwendigkeit bei Oszillationsverlusten zu entnehmen.

Tabelle 62: Häufigkeit einer Reanimationsnotwendigkeit in Abhängigkeit von Oszillationen

|  |      |        | Reanimation    |               | Gesamt        | p-Werte                                 |
|--|------|--------|----------------|---------------|---------------|---|
|  |      |        | nein           | ja            |               |   |
| <b>Oszillation während des Herzfrequenzabfalls</b> | nein | Anzahl | 163<br>(83,2%) | 33<br>(16,8%) | 196<br>(100%) | p=0,034<br>RR=1,8<br>CI: 1,03<br>to 3,2 |
|  | ja   | Anzahl | 148<br>(90,8%) | 15<br>(9,2%)  | 163<br>(100%) |   |
| <b>Gesamt</b>                                      |      | Anzahl | 311<br>(86,6%) | 48<br>(13,4%) | 359<br>(100%) |   |

Kinder ohne Oszillationen während des Abfalls der Herzfrequenz mussten nach der Geburt signifikant häufiger reanimiert werden als Kinder mit Oszillationen (16,8% vs. 9,2%;  $p=0,034$ ). Das relative Risiko beläuft sich auf 1,8.

Tabelle 63: Häufigkeit einer Verlegungsnotwendigkeit in Abhängigkeit von Oszillationen

|  |      |        | Verlegung      |                | Gesamt        | p-Werte                                 |
|--|------|--------|----------------|----------------|---------------|---|
|  |      |        | Nein           | ja             |               |   |
| <b>Oszillation während des Herzfrequenzabfalls</b> | nein | Anzahl | 92<br>(46,9%)  | 104<br>(53,1%) | 196<br>(100%) | p=0,004<br>RR=1,4<br>CI: 1,1<br>to 1,76 |
|  | ja   | Anzahl | 101<br>(62%)   | 62<br>(38%)    | 163<br>(100%) |   |
| <b>Gesamt</b>                                      |      | Anzahl | 193<br>(53,8%) | 16<br>(46,2%)  | 359<br>(100%) |   |

Kinder ohne Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls mussten signifikant häufiger nach der Geburt verlegt werden als Kinder mit Oszillationen (53,1% vs. 38%;  $p=0,004$ ) Das relative Risiko beläuft sich auf  $RR=1,4$ .

### 4.3 Rechtzeitigkeit des Notfallkaiserschnitts

Im nachfolgenden Kapitel wird die Häufigkeitsverteilung einer fetalen Azidose in Bezug auf die einzelnen Indikationssteller abgebildet (vgl. Abbildung 5).

Der Stand der Berufserfahrung der einzelnen Indikationssteller war nicht bekannt. Es handelte sich aber jeweils um Gynäkologen mit Facharztstandard. Um eine annähernd gleiche Bewertungsgrundlage zu schaffen, wurde ein Cut-off bei mindestens 10 gestellten Indikationen des Notfallkaiserschnitts gesetzt.

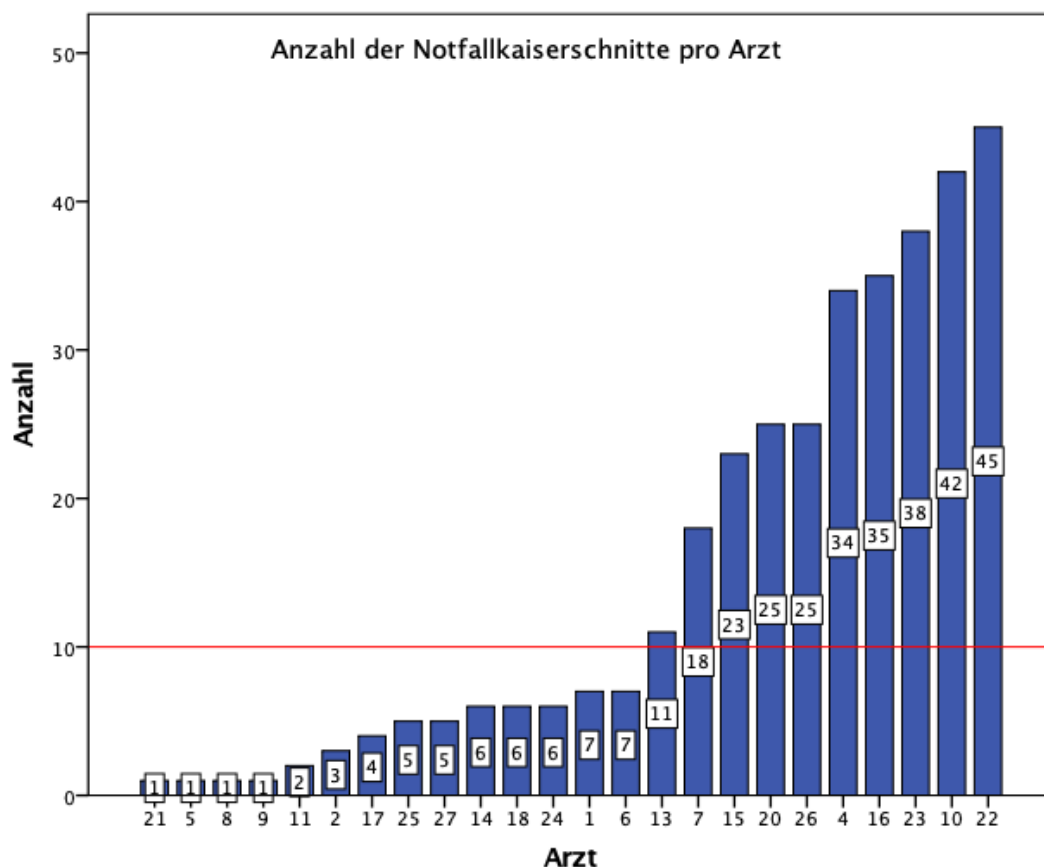


Abbildung 5: Anzahl der Notfallkaiserschnitte pro Arzt

Im untersuchten Zeitraum von 17 Jahren stellten 41,7% der Fachärzte mehr als 10 Indikationen zu einem Notfallkaiserschnitt (10 von 24 Ärzten).

### 4.3.1.1 Azidose

Den Indikationsstellern mit mind. 10 Indikationen des Notfallkaiserschnitts ist in Tabelle 64 die Häufigkeit und der Grad der postnatal gemessenen Nabelschnur-pH-Werte gegenübergestellt.

Tabelle 64: Häufigkeitsverteilung einer Azidose in Bezug auf den Indikationssteller

|               |    | Grad der Azidose |                  |                 | Gesamt       |               |
|---------------|----|------------------|------------------|-----------------|--------------|---------------|
|               |    | keine Azidose    | moderate Azidose | schwere Azidose |              |               |
| Arzt          | 4  | Anzahl           | 14<br>(42,4%)    | 15<br>(45,5%)   | 4<br>(12,1%) | 33<br>(100%)  |
|               | 7  | Anzahl           | 8<br>(44,4%)     | 9<br>(50%)      | 1<br>(5,6%)  | 18<br>(100%)  |
|               | 10 | Anzahl           | 20<br>(47,6%)    | 20<br>(47,6%)   | 2<br>(4,8%)  | 42<br>(100%)  |
|               | 13 | Anzahl           | 6<br>(54,5%)     | 5<br>(45,5%)    | 0            | 11<br>(100%)  |
|               | 15 | Anzahl           | 9<br>(39,1%)     | 12<br>(52,2%)   | 2<br>(8,7%)  | 23<br>(100%)  |
|               | 16 | Anzahl           | 16<br>(45,7%)    | 17<br>(48,6%)   | 2<br>(5,7%)  | 35<br>(100%)  |
|               | 20 | Anzahl           | 11<br>(44%)      | 13<br>(52%)     | 1<br>(4%)    | 25<br>(100%)  |
|               | 22 | Anzahl           | 23<br>(51,1%)    | 19<br>(42,2%)   | 3<br>(6,7%)  | 45<br>(100%)  |
|               | 23 | Anzahl           | 18<br>(47,4%)    | 15<br>(39,5%)   | 5<br>(13,2%) | 38<br>(100%)  |
|               | 26 | Anzahl           | 16<br>(64%)      | 9<br>(36%)      | 0            | 25<br>(100%)  |
| <b>Gesamt</b> |    | Anzahl           | 141<br>(47,8%)   | 134<br>(45,4%)  | 20<br>(6,8%) | 295<br>(100%) |

Die ausgewählten Indikationssteller brachten einen größeren Anteil an Kindern mit einer Form der Azidose<sup>9</sup> zur Welt (154 von 295, 52,2%), 20 davon litten an einer schweren Azidose (20 von 154, 13%). Der Anteil an Kindern ohne Azidose

<sup>9</sup> moderate und schwere Azidose zusammengefasst

schwankte je nach Indikationssteller zwischen 39% und 64%, derer mit einer moderaten Azidose zwischen 36% und 52% und mit einer schweren Azidose zwischen 4% und 13%.

#### 4.3.1.2 APGAR

Nachfolgend ist dem Grad der Azidose das Auftreten eines APGAR<sup>1</sup>-Werts von  $\leq 3$  gegenübergestellt.

Tabelle 65: Grad der Azidose gegenüber APGAR<sup>1</sup>

|                         |                  |                | APGAR <sup>1</sup> |               | Gesamt        | p-Wert        |
|-------------------------|------------------|----------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|
|                         |                  |                | >3                 | $\leq 3$      |               |               |
| <b>Grad der Azidose</b> | keine Azidose    | Anzahl         | 124<br>(87,9%)     | 17<br>(12,1%) | 141<br>(100%) | <b>p=0,00</b> |
|                         | moderate Azidose | Anzahl         | 111<br>(82,8%)     | 23<br>(17,2%) | 134<br>(100%) |               |
|                         | schwere Azidose  | Anzahl         | 9<br>(45%)         | 11<br>(55%)   | 20<br>(100%)  |               |
| <b>Gesamt</b>           | Anzahl           | 244<br>(82,7%) | 51<br>(17,3%)      | 295<br>(100%) |               |               |

Mit steigendem Azidosegrad stieg der jeweilige Anteil an APGAR<sup>1</sup>-Werten  $\leq 3$  signifikant an. Um zu ermitteln, zwischen welchen Azidosegraden dieser Unterschied besteht, wurden die Gruppen einzeln gegeneinander verglichen.

Tabelle 66: Einzelne Azidosegrade gegenüber APGAR<sup>1</sup>

|                         |                  |        | APGAR <sup>1</sup> |               | Gesamt        | p-Werte                               |
|-------------------------|------------------|--------|--------------------|---------------|---------------|---------------------------------------|
|                         |                  |        | >3                 | ≤3            |               |                                       |
| <b>Grad der Azidose</b> | keine Azidose    | Anzahl | 124<br>(87,9%)     | 17<br>(12,1%) | 141<br>(100%) | p=0,23                                |
|                         | moderate Azidose | Anzahl | 111<br>(82,8%)     | 23<br>(17,2%) | 134<br>(100%) |                                       |
| <b>Gesamt</b>           |                  | Anzahl | 235<br>(85,5%)     | 40<br>(14,5%) | 275<br>(100%) |                                       |
|                         |                  |        | APGAR <sup>1</sup> |               | Gesamt        | p-Werte                               |
|                         |                  |        | >3                 | ≤3            |               |                                       |
| <b>Grad der Azidose</b> | moderate Azidose | Anzahl | 111<br>(82,8%)     | 23<br>(17,2%) | 134<br>(100%) | p=0,00<br>RR=3,2<br>CI: 1,8<br>to 5,5 |
|                         | schwere Azidose  | Anzahl | 9<br>(45%)         | 11<br>(55%)   | 20<br>(100%)  |                                       |
| <b>Gesamt</b>           |                  | Anzahl | 120<br>(77,9%)     | 34<br>(22,1%) | 154<br>(100%) |                                       |
|                         |                  |        | APGAR <sup>1</sup> |               | Gesamt        | p-Werte                               |
|                         |                  |        | >3                 | ≤3            |               |                                       |
| <b>Grad der Azidose</b> | keine Azidose    | Anzahl | 124<br>(87,9%)     | 17<br>(12,1%) | 141<br>(100%) | p=0,00<br>RR=4,6<br>CI: 2,5<br>to 8,3 |
|                         | schwere Azidose  | Anzahl | 9<br>(45%)         | 11<br>(55%)   | 20<br>(100%)  |                                       |
| <b>Gesamt</b>           |                  | Anzahl | 133<br>(82,6%)     | 28<br>(17,4%) | 161<br>(100%) |                                       |

Kinder ohne Azidose zeigen seltener einen APGAR<sup>1</sup>-Wert ≤3 als Kinder mit einer moderaten Azidose. Zwischen den Gruppen besteht jedoch keine statistische Signifikanz.

Signifikanz besteht zwischen dem Auftreten einer schweren Azidose und dem Auftreten einer moderaten Azidose (p=0,00, RR=3,2). Das Risiko einen APGAR<sup>1</sup>-Wert ≤3 bei einer schweren Azidose zu haben ist 3-mal höher als bei einer moderaten Azidose.

Verglichen mit der Gruppe ohne Azidose beträgt das relative Risiko in der Gruppe mit einer schweren Azidose 4,6. Das Vorliegen einer schweren Azidose erhöht das Risiko für einen APGAR<sup>1</sup>-Wert ≤3 um ungefähr das 5-fache.

Die nachfolgende Tabelle stellt die verschiedenen Schweregrade einer Azidose dem Auftreten eines APGAR<sup>5</sup>-Wertes <3 gegenüber.

Tabelle 67: Grad der Azidose gegenüber APGAR<sup>5</sup>

|                  |                  |        | APGAR <sup>5</sup> |             | Gesamt        | p-Wert  |
|------------------|------------------|--------|--------------------|-------------|---------------|---------|
|                  |                  |        | >3                 | ≤3          |               |         |
| Grad der Azidose | keine Azidose    | Anzahl | 141<br>(100%)      | 0           | 141<br>(100%) | p=0,001 |
|                  | moderate Azidose | Anzahl | 132<br>(98,5%)     | 2<br>(1,5%) | 134<br>(100%) |         |
|                  | schwere Azidose  | Anzahl | 18<br>(90%)        | 2<br>(10%)  | 20<br>(100%)  |         |
| Gesamt           |                  | Anzahl | 291<br>(98,6%)     | 4<br>(1,4%) | 295<br>(100%) |         |

Der Schweregrad einer Azidose hat einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten eines APGAR<sup>5</sup>-Wertes ≤ 3. In den folgenden Tabellen wurden wieder die einzelnen Schweregrade dem APGAR gegenübergestellt.

Tabelle 68: Einzelne Azidosegrade gegenüber APGAR<sup>5</sup>

|                  |                  |        | APGAR <sup>5</sup> |             | Gesamt        | p-Werte  |
|------------------|------------------|--------|--------------------|-------------|---------------|----------|
|                  |                  |        | >3                 | ≤3          |               |          |
| Grad der Azidose | keine Azidose    | Anzahl | 141<br>(100%)      | 0           | 141<br>(100%) | p=0,24*  |
|                  | moderate Azidose | Anzahl | 132<br>(98,5%)     | 2<br>(1,5%) | 134<br>(100%) |          |
| Gesamt           |                  | Anzahl | 273<br>(99,3%)     | 2<br>(0,7%) | 275<br>(100%) |          |
|                  |                  |        | APGAR <sup>5</sup> |             | Gesamt        | p-Werte  |
|                  |                  |        | >3                 | ≤3          |               |          |
| Grad der Azidose | moderate Azidose | Anzahl | 132<br>(96,5%)     | 2<br>(1,5%) | 134<br>(100%) | p=0,082* |
|                  | schwere Azidose  | Anzahl | 18<br>(90%)        | 2<br>(10%)  | 20<br>(100%)  |          |
| Gesamt           |                  | Anzahl | 150<br>(97,4%)     | 4<br>(2,6%) | 154<br>(100%) |          |
|                  |                  |        | APGAR <sup>5</sup> |             | Gesamt        | p-Werte  |
|                  |                  |        | >3                 | ≤3          |               |          |

|                         |                 |        |                |             |               |  |
|-------------------------|-----------------|--------|----------------|-------------|---------------|--|
| <b>Grad der Azidose</b> | keine Azidose   | Anzahl | 141<br>(100%)  | 0           | 141<br>(100%) | <p>p=0,015*</p> <p>aRR<sup>10</sup>=0,1</p> <p>CI: 0,02 to 0,3</p> |
|                         | schwere Azidose | Anzahl | 18<br>(90%)    | 2<br>(10%)  | 20<br>(100%)  |  |
| <b>Gesamt</b>           |                 | Anzahl | 159<br>(98,8%) | 2<br>(1,2%) | 161<br>(100%) |  |

Statisch bestehen die Unterschiede zwischen Kindern ohne Azidose und schwerer Azidose:

Fehlt eine Azidose reduziert sich das Risiko für einen APGAR<sup>5</sup>-Wert  $\leq 3$  gegenüber der schweren Azidose um den Faktor von 0,1.

In Tabelle 69 sind die verschiedenen Schweregrade der Azidose dem Auftreten eines APGAR<sup>10</sup>-Werts  $\leq 3$  gegenübergestellt.

Tabelle 69: Grad der Azidose gegenüber APGAR<sup>10</sup>

|                         |                  |        | <b>APGAR<sup>10</sup></b> |             | <b>Gesamt</b> | <b>p-Wert</b> |
|-------------------------|------------------|--------|---------------------------|-------------|---------------|---------------|
|                         |                  |        | >3                        | $\leq 3$    |               |               |
| <b>Grad der Azidose</b> | keine Azidose    | Anzahl | 141<br>(100%)             | 0           | 141<br>(100%) | <p>p=0,00</p> |
|                         | moderate Azidose | Anzahl | 133<br>(99,3%)            | 1<br>(0,7%) | 134<br>(100%) |               |
|                         | schwere Azidose  | Anzahl | 18<br>(90%)               | 2<br>(10%)  | 20<br>(100%)  |               |
| <b>Gesamt</b>           |                  | Anzahl | 292<br>(99%)              | 3<br>(1%)   | 295<br>(100%) |               |

Die Häufigkeit eines APGAR<sup>10</sup>-Werts  $\leq 3$  steigt mit zunehmender Schwere der Azidose signifikant. Nachfolgend sind wieder Einzeltestungen vorgenommen worden.

---

<sup>10</sup> absolute Risikoreduktion



Tabelle 70: Einzelne Azidosegrade gegenüber APGAR<sup>10</sup>

|                         |                  |        | APGAR <sup>10</sup> |             | Gesamt        | p-Werte                                |
|-------------------------|------------------|--------|---------------------|-------------|---------------|--|
|                         |                  |        | >3                  | ≤3          |               |  |
| <b>Grad der Azidose</b> | keine Azidose    | Anzahl | 141<br>(100%)       | 0           | 141<br>(100%) | p=0,5*                                 |
|                         | moderate Azidose | Anzahl | 133<br>(99,3%)      | 1<br>(0,7%) | 134<br>(100%) |  |
| <b>Gesamt</b>           |                  | Anzahl | 274<br>(99,6%)      | 1<br>(0,4%) | 275<br>(100%) |  |
|                         |                  |        | APGAR <sup>10</sup> |             | Gesamt        | p-Werte                                |
|                         |                  |        | >3                  | ≤3          |               |  |
| <b>Grad der Azidose</b> | moderate Azidose | Anzahl | 133<br>(99,3%)      | 1<br>(0,7%) | 134<br>(100%) | p=0,045<br>RR=13,4<br>CI:1,2 to 141,1  |
|                         | schwere Azidose  | Anzahl | 18<br>(90%)         | 2<br>(10%)  | 20<br>(100%)  |  |
| <b>Gesamt</b>           |                  | Anzahl | 151<br>(98,1%)      | 3<br>(1,9%) | 154<br>(100%) |  |
|                         |                  |        | APGAR <sup>10</sup> |             | Gesamt        | p-Werte                                |
|                         |                  |        | >3                  | ≤3          |               |  |
| <b>Grad der Azidose</b> | keine Azidose    | Anzahl | 141<br>(100%)       | 0           | 141<br>(100%) | p=0,015<br>aRR: 0,1<br>CI: 0,02 to 0,3 |
|                         | schwere Azidose  | Anzahl | 18<br>(90%)         | 2<br>(10%)  | 20<br>(100%)  |  |
| <b>Gesamt</b>           |                  | Anzahl | 159<br>(98,8%)      | 2<br>(1,2%) | 161<br>(100%) |  |

Werden die Gruppen der Kinder mit einer schweren Azidose und einer moderaten Azidose verglichen, dann besteht ein 13-fach höheres Risiko für einen APGAR<sup>10</sup>-Wert ≤3, wenn eine schwere Azidose vorliegt.

Fehlt eine Azidose reduziert sich das Risiko für einen APGAR<sup>10</sup>-Wert ≤ 3 gegenüber der schweren Azidose um den Faktor von 0,1.

## 5 Diskussion

Kommt es während der Geburt zu Komplikationen, welche sich weder konservativ noch vaginaloperativ beheben lassen, oder akute Gefahr für das Leben der Mutter bzw. des Kindes besteht, wird die Indikation zum Notfallkaiserschnitt gestellt. Diese Situation verlangt von dem beteiligten Team einen hohen Einsatz an Fertigkeiten und schnelles Handeln.

Um eine solche Situation möglichst zu vermeiden, wurden Überwachungsmethoden entwickelt, welche Auskunft über die aktuellen Vitalparameter des Kindes liefern, unter anderem der FIGO-Score.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, diesen etablierten Score im Kollektiv der Notfallkaiserschnitte anzuwenden, sowie eine genauere Differenzierung der CTG-Pathologien hinsichtlich ihrer Schwere durchzuführen. Es wurden Oszillationsverluste während des Herzfrequenzabfalls und der Einfluss des Wiederanstiegs der fetalen Herzfrequenz nach einem Herzfrequenzabfall untersucht. Zudem wurde die Frage eruiert, ob eine Bewertung der Rechtzeitigkeit des Notfallkaiserschnitts anhand des Nabelschnur-pH getroffen werden kann.

In den Jahren 2000 bis 2017 stieg der Anteil der Notfallkaiserschnitte an den Gesamtgeburten der Klinik St. Hedwig Regensburg von 1,1% auf 1,73%. Dies ist einerseits durch die steigende Gesamtgeburtenszahl (2000: 1377 vs. 2017: 3183) zu erklären, andererseits hat die Klinik St. Hedwig als Perinatalzentrum Level 1 ein zur Normalbevölkerung verändertes Risikokollektiv und als solches ein weites Einzugsgebiet.

Von 2000 bis 2017 wurden in Bayern 6.719 Totgeburten registriert, bei einer Gesamtgeburtenszahl von 2.011.811 ergibt sich daraus ein Anteil von 0,34% (54,55). Im hier untersuchten Kollektiv der Notfallkaiserschnitte verstarben 1,4% der Kinder über einen Zeitraum von 17 Jahren. Zu beachten ist, dass hier nur Todesfälle des Notfallkollektivs betrachtet wurden und weitere Todesursachen keinen Einfluss finden. Die erhöhte Rate an Todgeburten erklärt sich auch anhand der absolut kleineren Geburtenszahl der Klinik St. Hedwig im Vergleich zum Bundesland Bayern.

Im Kollektiv waren Todesfälle bedingt durch Pathologien des Uterus (Uterusruptur, parametrane Blutung), eine intrauterine Hypoxie ohne spezifische Ursache und in einem weiteren Fall eine Mekoniumaspiration.

Blutungen im dritten Trimester kommen bei ca. 3-5% der Schwangerschaften vor, sie müssen nicht immer zu lebensbedrohlichen Blutungen der Mutter führen, das Risiko besteht jedoch (56). Kommt es zu einer lebensbedrohlichen Blutung bei der Mutter, besteht auch für den Feten Lebensgefahr.

Laut deutscher Perinatalerhebung 2017 betrug die Rate an Blutungen unter der Geburt <1%, Uterusrupturen kamen mit 0,46% vor. Der Anteil an Kindern welche in Folge einer Komplikation der Plazenta, Nabelschnur oder Eihäuten verstorben sind, betrug 2,11% (10). Der Anteil an Kindern in dieser Arbeit, welche in Folge einer Blutungskomplikation unter der Geburt verstorben sind liegt bei 0,8% (3 von 359).

In zwei Fällen kam es zum kindlichen Tod durch eine fetale Azidose ohne offensichtliche Störung der Plazenta oder anderen Pathologien:

Im ersten Fall wurde die Geburt, termingerecht, aufgrund einer Schwangerschaftshepatose eingeleitet. Das Kind zeigte während der Einleitung nur über einen sehr kurzen Zeitraum Oszillationsverluste und einen Abfall der Baseline. Daraufhin wurde eine Fetalblutanalyse durchgeführt, welche einen pH-Wert von 6,62 ergab. Auch durch den daraufhin durchgeführten Notfallkaiserschnitt konnte das Kind nicht lebend zur Welt gebracht werden. Bei der Obduktion des Kindes wurde ein erhöhtes Lebergewicht festgestellt, weitere Untersuchungen konnten eine Fettsäureoxidationsstörung nicht sicher ausschließen. Es kann angenommen werden, dass sich dieser akute Verlauf durch eine kindliche Stoffwechselstörung entwickelt hat.

Im zweiten Fall wurde die Mutter wegen einer Präeklampsie stationär aufgenommen und aufgrund eines frühen Schwangerschaftsstadiums (28 Schwangerschaftswoche) zunächst eine konservative Therapie mittels Blutdrucksenkung und CTG-Überwachung durchgeführt. Intermittierend zeigten sich suspekte CTG-Muster, bei schlechter Ableitung ergaben die sonografischen Kontrollen eine normale Herzfrequenz. Das CTG normalisierte sich zwischenzeitlich wieder. Im Verlauf zeigte sich jedoch ein silentes CTG mit einem Herzfrequenzabfall. Das Kind wurde mittels Notfallkaiserschnitt entbunden, konnte jedoch nicht wiederbelebt werden.

Der pH-Wert lag bei 6,87. Die Untersuchung der Plazenta wies eine zuvor nicht ersichtliche Plazentainsuffizienz auf sowie zusätzliche Zotteninfarkte.

Hier wird die Schwierigkeit der CTG Interpretation erkennbar. Einerseits belegten Studien, dass ein fetaler Herzfrequenzabfall nicht zwingend mit einer fetalen Minderversorgung/Azidose einhergeht und der Geburtshelfer versuchen kann, eine übereilte Schnittentbindung durch Zuwarten zu verhindern (25,57,58). Andererseits sind doch beide Kinder verstorben.

Einen weiteren Risikofaktor für Komplikationen während der Schwangerschaft stellen mütterliche Vorerkrankungen dar.

Hypertensive Erkrankungen waren in den USA im Zeitraum von 2006 bis 2010 mit 9,4% Ursache für schwangerschaftsassozierte Todesfälle der Mutter (59). Zudem konnte ein Zusammenhang zwischen hypertensiven Schwangerschaftserkrankungen und Frühgeburtlichkeit festgestellt werden, welche wiederum mit einem erhöhten Komplikationsrisiko verbunden ist (60) sowie ein für das Gestationsalter zu geringes Wachstum (61). Auch wurde beschrieben, dass ein HELLP-Syndrom mit einer erhöhten Mortalität des Kindes einhergeht (62).

Als Qualitätsindikator für ein besseres kindliches Outcome und im Rahmen der gesetzlichen Qualitätssicherung als Prozessindikator bei Notfallkaiserschnitten gefordert, dient die Entscheidungs-Entbindungszeit, welche im vorliegenden Kollektiv 7,25 min betrug (63,64).

Damit liegt sie weit unterhalb der von der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe geforderten Maximalzeit von 20 min (65).

Die Notwendigkeit einer möglichst kurzen E-E-Zeit illustrieren folgende Daten:

Im untersuchten Kollektiv erfüllten nur 6,1% der Frauen die laut DGGG geforderten Indikationen zur Geburt in einem Perinatalzentrum Level 1, d.h. nur diese wurden einem bestimmten Risikokollektiv zugeordnet (40). Der überwiegende Anteil des Kollektivs war im Low-Risk Bereich angesiedelt. Das belegt, dass sich Notsituationen vor allem auch bei unauffälligem Schwangerschaftsverlauf entwickeln können, sodass die Entbindung in einem entsprechend ausgestatteten Zentrum mit hohem Qualitätsstandard einer Entbindung in einer kleinen Geburtsstation ohne adäquate

Infrastruktur womöglich vorzuziehen ist. Zahlen aus 2017 zeigen, dass 58% der 689 geburtshilflichen Kliniken in Deutschland weniger als 1000 Geburten und 18% weniger als 500 Geburten pro Jahr zählten. Es kann angenommen werden, dass einerseits durch mangelnde Erfahrung aufgrund geringer Geburtenzahlen, andererseits aufgrund mangelnder Personalausstattung und Infrastruktur, Komplikationen schlechter beherrscht werden können und dadurch eine Gefährdung von Mutter und Kind möglich ist (66). Schon 2006 zeigten David et al., dass es keinen pränatalen Faktor gibt, welcher auf die Notwendigkeit eines Notfallkaiserschnitts hindeutet (67). Dies stützt die Aussage, dass eine Entbindung in einem Perinatalzentrum Level 1 erfolgen sollte.

Ein weiterer Faktor, der noch keinen Eingang in die Leitlinie „Indikationen zur Einweisung von Schwangeren in Krankenhäuser der adäquaten Versorgungsstufe“ (Stand 2008) fand, ist das mütterliche Alter (40). Primär kann nicht pauschal angenommen werden, dass ein höheres mütterliches Alter die Geburt in einem Perinatalzentrum Level 1 bedingt, dennoch sind mit einem erhöhten mütterlichen Alter auch Erkrankungen assoziiert, welche Geburtskomplikationen begünstigen können. So steigt mit zunehmendem mütterlichen Alter das Risiko für einen Hypertonus oder Diabetes, zudem zeigt sich ein erhöhtes Risiko für Blutungskomplikationen unter der Geburt oder einer Entbindung vor der 34. SSW (68–71). Kim et al. 2020 fanden ein erhöhtes Risiko für Notfallkaiserschnittentbindungen aufgrund eines fortgeschrittenen mütterlichen Alters (deutliche Risikozunahme bei einem mütterlichen Alter über 35 Jahren) (72).

Im untersuchten Kollektiv lag das durchschnittliche mütterliche Alter bei 32 +/- 5 Jahren und mit dem Hauptanteil in der Altersspanne zwischen 21 und 34 Jahren. Dies entspricht in etwa der Verteilung des mütterlichen Alters in der Gesamtpopulation der Gebärenden in der Bundesrepublik (2017); hier waren 35,6 % zwischen 30 und 34 Jahren und 39,5% zwischen 18 und 29 Jahren (10). Der Durchschnitt lag bei 31,2 Jahren, im Jahr 1991 lag er noch bei 28 Jahren (6). Dies belegt, dass sich in den letzten Jahrzehnten das durchschnittliche Alter der Mütter und damit ihr Risikoprofil deutlich gewandelt hat.

Mit in das Risikoprofil der Gebärenden fließen ergänzend Vorerkrankungen ein:

Über die Hälfte der Frauen hatte eine körperliche Vorerkrankung, führend im Kollektiv war die Allergie, danach folgte die Adipositas. Eine Adipositas birgt ein höheres Risiko für einen Gestationsdiabetes und dieser wiederum geht unter anderem einher mit einem höheren Risiko für fetale Makrosomie, postnatale Hypoglykämie und Hyperbilirubinämie (27,73,74). In diesem Zusammenhang zeigt sich, dass eine Regulation des Körpergewichts sowie eine adäquate Blutzuckereinstellung während der Schwangerschaft eine Verminderung von Risikofaktoren für mögliche Komplikationen bedeuten. Ein Gestationsdiabetes kann insbesondere auch ein Risikofaktor für fetale Fehlbildungen, einen intrauterinen Fruchttod oder eine erhöhte perinatale Mortalität sein (27,73).

Im untersuchten Kollektiv lag der Anteil eines maternalen Hypertonus bei 3,9% der Vorerkrankungen. Bemerkenswert ist hierbei, dass bei Vorliegen eines Hypertonus die Schwangerschaft häufiger vor der 37. SSW beendet wurde. Dies könnte auf eine, durch einen Hypertonus begünstigte, Endotheldysfunktion der Plazenta hindeuten, wodurch eine vorzeitigen Entbindung nötig werden kann (75–77).

Dies kann sich während der Geburt im CTG widerspiegeln: Das pathologische CTG, klassifiziert anhand des modifizierten FIGO-Scores, war im untersuchten Kollektiv die häufigste Indikation zum Notfallkaiserschnitt. Die führende CTG-Pathologie war dabei eine prolongierte Dezeleration  $<100\text{SpM}$ . Dies deckt sich mit den Zahlen der deutschen Perinatalerhebung 2017. Auch darin war das pathologische CTG mit 62,42% die häufigste Indikation des Notfallkaiserschnitts bei Einlingen (10).

Eine mit einem pathologischen CTG einhergehende Minderversorgung des Feten kann in der Folge Auswirkungen auf den fetalen Stoffwechsel hervorrufen, was sich auch im untersuchten Kollektiv zeigt (27):

Der mittlere Nabelschnur-pH im gesamten Kollektiv betrug  $7,18 \pm 0,12$  und weicht somit ebenfalls von den physiologischen Werten Neugeborener ab ( $7,27 \pm 0,07$ ) (27).

Dieser niedrigere pH-Wert kann die Ursache dafür sein, dass 46,2% der Kinder des untersuchten Kollektivs nach der Geburt verlegt werden mussten; hauptsächlich Kinder, die vor 37 kompletten SSW geboren wurden. Häufigere Verlegungen bei Unreife des Kindes können zum einen auf Anpassungsstörungen beruhen, zum anderen ist zu überlegen, ob dies auf Grundlage einer mangelnden Auswertbarkeit des CTG und damit einer schlechteren Qualität der Überwachung während der

Geburt gründet. Denn sowohl fetale Verhaltenszustände als auch die fetale Reife beeinflussen die Darstellung im CTG (27).

Im gesamten Kollektiv betrug das durchschnittliche Gestationsalter 37 +/- 3 SSW. Dies deckt sich mit den Zahlen aus der Perinatalerhebung 2017, in welcher 90,89% der Kinder zwischen der 37 und 41 Schwangerschaftswoche entbunden wurden (10).

Die Verteilung des Gestationsalters in Bezug auf die FIGO Klassifikation war wie folgt:

Kinder mit einem normalen CTG wurden öfter vor der 37. SSW entbunden. Kinder mit Entbindung zwischen der 37. und 42. SSW hatten häufiger ein pathologisches oder suspektes CTG als ein normales und Kinder, welche nach der 42. SSW entbunden worden waren hatten alle ein pathologisches CTG.

Die Tatsache, dass Kinder mit einem normalen CTG häufiger vor der 37.SSW entbunden wurden kann damit zusammenhängen, dass fetale Herzfrequenzmuster erst nach der 34.SSW durch Scores valide erfasst werden und hier ggf. noch als normal klassifiziert wurden (20).

Nachfolgend werden die in der Einleitung aufgeführten Fragestellungen beleuchtet.

## 5.1 Lässt sich aus dem modifizierten FIGO-Score eine Aussage über den postnatalen kindlichen Zustand treffen?

Die Auswertung des CTGs mit Hilfe des modifizierten FIGO-Scores zeigte, dass 45,5% der Kinder mit einem pathologischen CTG keine Azidose bei der Geburt aufwiesen. Lediglich 7,5% der Kinder mit einem pathologischen FIGO-Score hatten eine schwere Azidose bei der Geburt. Sofern das CTG als normal klassifiziert wurde, hatten 66,7% der Kinder keine Azidose; in einem Fall (11,1%) aber auch eine schwere Azidose. Diese Ergebnisse unterstreichen, dass eine Klassifikation mittels modifiziertem FIGO-Score nicht zwingend Rückschluss auf die fetale Stoffwechsellage zulassen und dazu weitere Zusatzparameter gefunden werden müssen.

Für die Differenzierung zwischen einem suspekten und pathologischen CTG in Bezug auf das Auftreten einer Azidose ist in der vorliegenden Arbeit ein signifikanter Unterschied festgestellt worden:

Kinder, welche ein pathologisches CTG zeigten, hatten nämlich ein 6-fach höheres Risiko für eine moderate Azidose nach der Geburt als Kinder mit einem suspekten CTG. Dies deckt sich mit weiteren Studien, welche belegen, dass ein pathologisches CTG mit einem höheren Risiko einer fetalen Azidose assoziiert ist (21,78–80).

Bezogen auf den APGAR-Score ist ein Rückschluss nicht uneingeschränkt möglich: Sofern ein pathologisches CTG vorlag hatten Kinder signifikant seltener einen APGAR-Wert  $\leq 3$  nach 5 und 10 Minuten, verglichen mit den Kindern, welche ein normales CTG hatten. Eine mögliche Erklärung für diese Ergebnisse könnte das Gestationsalter bieten:

Die Mehrheit der Kinder mit einem pathologischem CTG wurde zwischen der 37 und 42. SSW entbunden und über die Hälfte der Kinder mit normalem CTG vor der 37. SSW. Wie zuvor bereits erläutert, ist bei einem niedrigen Gestationsalter die CTG Interpretation anhand von Scores nur eingeschränkt möglich und zusätzlich sind einige Items des APGAR-Scores (wie z.B. der Muskeltonus) vom Gestationsalter abhängig und Frühgeborene weisen deswegen einen niedrigeren APGAR-Score auf (16,81,82). Es ist auch denkbar, dass sich die Ergebnisse auf Grund der geringen Anzahl an Kindern mit einem normalen CTG (9 gegenüber 337 mit pathologischem CTG) in dieser Gruppe ergab.

In diesen 9 Fällen musste trotz normalem CTG ein Notfallkaiserschnitt durchgeführt werden.

Gründe für einen Notfallkaiserschnitt trotz normalem CTG waren: Nabelschnurvorfälle, ein pathologischer Dopplerbefund, eine unmögliche Geburtslage (Querlage), ein Extremitätenvorfall bei Beckenendlage und eine vorzeitige Plazentalösung. Lediglich das Kind, welches wegen einer vorzeitigen Lösung entbunden wurde, hatte eine schwere Azidose (pH= 6,84). Die restlichen Kinder hatten eine moderate oder gar keine Azidose.

Die aufgeführten Indikationen des Notfallkaiserschnitts können zum Teil erklären, warum Kinder mit einem pathologischen CTG seltener einen niedrigen APGAR-Wert



nach 5 und 10 Minuten hatten. Denn die oben genannten Notsituationen können zu einer Beeinflussung des APGAR-Werts führen, sich zum Zeitpunkt der Indikationsstellung aber noch nicht im CTG wiederfinden. Eine mögliche Manifestation einer vorzeitigen Plazentalösung können vaginale Blutungen sein, die Minderversorgung des Kindes muss aber noch nicht so schwerwiegend sein, dass sich Herzfrequenzabfälle zeigen (27). Diese These stützen die postnatalen Nabelschnur pH-Werte, da nur in einem Fall eine schwere Azidose vorlag.

Für die Notwendigkeit einer Reanimation oder Verlegung im Zusammenhang mit der Klassifikation nach FIGO wurde im untersuchten Kollektiv kein signifikanter Unterschied festgestellt.

Es besteht allerdings eine Einschränkung bei der Interpretation der Ergebnisse, denn der modifizierte FIGO-Score wurde bei der Interpretation aller CTGs angewandt obwohl er nur für die Klassifikation von CTGs nach der 34 SSW zugelassen ist (20). Unreife Feten zeigen allerdings andere Muster im CTG, welche in diesem Score nicht erfasst werden und sich somit die Notwendigkeit für zusätzliche Bewertungskriterien vor allem bei niedrigem Gestationsalter ableiten lässt. (20,83)

Zusammenfassend lässt sich aus den vorliegenden Daten ableiten, dass die CTG-Klassifikation allein mittels modifiziertem FIGO-Score keine verlässliche Vorhersage des fetalen Outcomes zulässt. Hier besteht Übereinstimmung mit den Ergebnissen in den Publikationen von Kundu et al., 2017 und Clark et al., 2017, sowie Ekengård et al., 2021, Gatellier et al., 2020 und Tasnim et al., 2009 (25,57,78,84,85).

## 5.2 Beeinflusst im Falle eines Notfallkaiserschnitts die Schwere einer fetalen Bradykardie/Dezeleration in den letzten 30 min vor der Geburt den postnatalen kindlichen Zustand?

Aus der Differenzierung einer prolongierten Dezeleration und Bradykardie hinsichtlich ihrer Schwere ergaben sich folgende Ergebnisse:

Beim Vergleich der Kinder mit einer moderaten Azidose gegenüber den Kindern ohne Azidose, wiesen die Kinder mit prolongierten Dezelerationen  $<100\text{SpM}$  ein 1,3-mal höheres Risiko für eine moderate Azidose auf als ohne prolongierte Dezeleration.

Die Gegenüberstellung der Kinder ohne Azidose mit Kindern mit einer schweren Azidose ergab ein 5-fach höheres Risiko für eine schwere Azidose, wenn eine Bradykardie  $<80\text{ SpM}$  vorlag.

Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Parer et al., 2006 und Gamboa et al., 2016, welche zeigten, dass die Schwere einer Dezeleration einen negativen Einfluss auf das Ausmaß einer fetalen Azidose hat (86,87).

Paradox ist, dass bei einem Auftreten von prolongierten Dezelerationen  $<80\text{SpM}$  ein geringeres Risiko für einen APGAR<sup>1</sup>-Wert  $\leq 3$  bestand. Ebenfalls lassen prolongierte Dezelerationen mit Herzfrequenzabfällen  $<100\text{SpM}$  und  $<80\text{SpM}$  in Bezug auf die Notwendigkeit einer Verlegung einen protektiven Effekt vermuten. Denn Kinder mit solchen Dezelerationen mussten seltener nach der Geburt auf eine neonatologische Station verlegt werden.

Weiterhin mussten Kinder mit prolongierten Dezelerationen  $<100\text{SpM}$  signifikant seltener reanimiert werden als Kinder ohne solch eine Dezeleration und auch das Auftreten einer Bradykardie  $<100\text{SpM}$  war mit weniger Verlegungen nach der Geburt verbunden.

Diese Ergebnisse überraschen, da Dezelerationen Ausdruck einer fetalen Mangelversorgung sein können und dies mit einem schlechteren Outcome assoziiert sein müsste (15,80,87–89).

Diese, teils nicht erwarteten, Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Betrachtung absoluter Cut off-Werte während der Dezeleration oder Bradykardie keine Vorhersage zum fetalen Outcome erlauben, sondern eher die Betrachtung der Herzfrequenzdynamik notwendig ist, wie es auch in der FIGO-Klassifikation der Fall ist (20). Ergänzend dazu sind bei der hier vorliegenden geringen absoluten Anzahl der Kinder mit Bradykardien die Ergebnisse nur eingeschränkt bewertbar.

Es ist ergänzend darauf hinzuweisen, dass keine Vergleichsgruppe vorlag. In einem nächsten Schritt wäre die Auswertung in Verbindung mit einer Gruppe elektiver Sectiones oder spontaner vaginaler Geburten anzustreben.

### 5.3 Hat ein erneuter Anstieg der FHF nach dem fetalen Herzfrequenzabfall einen Einfluss auf den postnatalen kindlichen Zustand?

Im Kollektiv der Notfallkaiserschnitte ohne Wiederanstieg der fetalen Herzfrequenz (FHF) lagen oft niedrigere Base excess Werte vor und es bestand öfter die Notwendigkeit einer Reanimation. Bei Kindern, welche nach der CTG-Pathologie keinen Wiederanstieg der Herzfrequenz zeigten, war das Risiko für einen Base Excess unter  $-12\text{mmol/l}$  mehr als doppelt so hoch im Vergleich zu Kindern mit Wiederanstieg der Herzfrequenz. Zudem zeigte sich, dass ohne Wiederanstieg der FHF ein 2,9-fach höheres Risiko für eine Reanimation besteht. Dieser Zustand lässt sich pathophysiologisch erklären, denn ein Herzfrequenzabfall kann Ausdruck eines Sauerstoffmangels sein. Hält dieser an, entwickelt sich aus der respiratorischen Azidose eine metabolische, was sich in einem erniedrigten BE widerspiegelt (27).

Die Ergebnisse decken sich mit weiteren Studien, in welchen eine terminale Bradykardie, also ein fehlender Anstieg der fetalen Herzfrequenz vor Beendigung der Aufzeichnung, mit einem schlechteren neurologischen Outcome verbunden ist,

da sie sich meist aufgrund eines akuten Sauerstoffmangels des Kindes entwickelt (27,90,91).

Ein offener Aspekt ist, ob eine spontane Erholung der Herzfrequenz möglich gewesen wäre, dies durch die notfallmäßige Entbindung jedoch verhindert wurde. Chandraharan et al., 2007 legen dar, dass eine Erholung der FHF möglich wäre, sofern eine vorzeitige Lösung, ein Nabelschnurvorfal oder eine Ruptur einer bestehenden Kaiserschnittnarbe ausgeschlossen wurde (92). Andererseits ist zu bedenken, dass eine solche Bradykardie in Folge einer fetalen Dekompensation entstehen kann und somit das frühzeitige Eingreifen rechtfertigt. Ugwumadu empfiehlt die Geburt zu beenden, wenn eine Bradykardie für über 3 min mit einem Herzfrequenzabfall unter 80SpM auftritt (88).

## 5.4 Haben Oszillationsverluste während des Herzfrequenzabfalls einen Einfluss auf den postnatalen kindlichen Zustand?

Die Betrachtung von Oszillationen findet zwar Eingang in den modifizierten FIGO-Score, jedoch nicht gesondert während eines Herzfrequenzabfalls (20). Erfolgte die Auswertung mittels modifizierten FIGO-Score, konnten für die Outcome Parameter APGAR<sup>1</sup>  $\leq 3$ , Reanimation oder der Notwendigkeit einer Verlegung keine signifikanten Ergebnisse gefunden werden. Erst die gesonderte, spezifische Betrachtung der Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls ergab in diesen Bereichen signifikante Ergebnisse:

Ohne Oszillationen ist das Risiko für einen APGAR<sup>1</sup>  $\leq 3$  1,7-mal so hoch, das Risiko für eine Reanimation 1,8-mal höher und das Risiko für eine Verlegung 1,4-mal höher als mit Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls.

Diese Ergebnisse stimmen mit vorausgegangener Literatur überein. Schon 1977 beschrieben Roemer und Heinzl eine Reduktion der Oszillationen bei einem Nabelschnur pH-Wert  $\leq 7,15$ , ähnlich wie Low et al., 1999 (93,94). Hamilton et al., 2012 beschrieben, dass ein Verlust von Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls mit einem negativen fetalen Outcome assoziiert ist, ebenso wie Berlitz et al., 2012, Kazandi et al., 2003 und Matsuda et al., 2003 (79,95–97). Auch Roemer et al., 2004 beschrieben den Zusammenhang von Oszillationsverlusten und dem Auftreten einer schweren fetalen Azidose (98).

Gull et al., 1996 betrachteten, ähnlich wie in der vorliegenden Arbeit, die Oszillationen spezifisch während der fetalen Bradykardie und wiesen eine negative Beziehung zwischen dem Verlust von Oszillationen während der Bradykardie und einem erniedrigten Base excess nach (99).

Die Resultate dieser Arbeit stimmen ebenfalls mit einem Update des FIGO-Scores von 2015 überein, in welchem die spezifische Beurteilung von Oszillationsverlusten während einer Dezeleration  $> 3$  min mit einbezogen werden (21). Dieses Update

fand jedoch noch keinen Eingang in die Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, welche für die Auswertung genutzt wurde (20).

Damit zeigt sich, dass der Verlust von Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls ein hilfreiches zusätzliches Beurteilungskriterium in der CTG Interpretation darstellt.

## 5.5 Kann anhand der postnatalen Blutgasanalyse auf die Rechtzeitigkeit der Indikationsstellung zum Notfallkaiserschnitt rückgeschlossen werden?

Um die individuellen Interpretationsunterschiede in der CTG Bewertung zu verdeutlichen erfolgte der Vergleich der einzelnen Indikationssteller untereinander. Da die Berufserfahrung in diese Bewertung nicht mit einfluss, wurden nur Indikationssteller betrachtet, welche mindestens 10 Indikationen zum Notfallkaiserschnitt stellten. Im untersuchten Zeitraum von 17 Jahren waren es in der Klinik St. Hedwig Regensburg 41,7% der Fachärzte und insgesamt wurden von ihnen 295 Kinder entbunden.

Der Anteil an Notfallkaiserschnitten der Kinder ohne Azidose schwankte dabei je nach Indikationssteller zwischen 40 und 65%, mit schweren Azidosen zwischen 0 und 13%. Die Unterschiede spiegeln die differierende subjektive Einschätzung von CTG-Veränderungen und die variierenden Toleranzgrenzen der verschiedenen Indikationssteller wider.

Von den 295 entbundenen Kindern litten nur 20 (6,8%) an einer schweren, 134 (45,4%) an einer moderaten Azidose und bei 141 (47,8%) lag keine Azidose vor. Dieses Ergebnis weicht bemerkenswert von den Werten der bayerischen Perinatalerhebung 2019 ab (3). Dort hatten 83,3% der entbundenen Kinder einen Nabelarterien-pH zwischen 7,20-7,99. Dieser Unterschied liegt höchstwahrscheinlich an den verschiedenen Kollektiven. Während die Perinatalerhebung alle Geburten bewertete, wurde in der vorliegenden Arbeit nur das Kollektiv der Notfallkaiserschnitte betrachtet.

Postnatal erfolgt neben der Blutgasanalyse aus der Nabelschnur auch die Beurteilung des Neugeborenen anhand des APGAR-Scores. Ob eine fetale Azidose auch mit einem erniedrigten APGAR-Wert einhergeht wurde in dieser Arbeit untersucht:

Für APGAR<sup>1</sup>-Werte ergaben sich folgende Ergebnisse:

- Lag eine schwere Azidose vor, so war das Risiko für einen APGAR<sup>1</sup>-Werts  $\leq 3$  ca. 3-mal höher als bei einer moderaten Azidose
- Das Risiko ist sogar 5-mal höher, wenn die Gruppe mit schwerer Azidose mit der Gruppe ohne Azidose verglichen wird.

Für APGAR<sup>5 und 10</sup>-Werte folgende Ergebnisse:

- Im Gegensatz zur Gruppe ohne Azidose zeigte sich nach 5 und 10 min ein 10%-ig höheres Risiko einen niedrigen APGAR-Wert zu erhalten, wenn eine schwere Azidose vorlag.
- Vergleicht man die Gruppe der Kinder mit schwerer Azidose mit der Gruppe mit moderater Azidose so besteht sogar ein 13-fach höheres Risiko nach 10 min einen APGAR-Wert  $\leq 3$  zu zeigen.

Dass ein niedriger APGAR-Wert nicht immer mit einer Azidose verbunden ist, zeigten Nickelsen und Weber, 1978: Es fanden sich sowohl Kinder mit normwertigem pH-Wert und niedrigen APGAR-Werten als auch Kinder mit normalen APGAR-Werten trotz bestehender Azidose (100). Es ist denkbar, dass sich der niedrige APGAR-Wert durch Gabe von Medikamenten ergeben hat und nicht Folge einer Azidose ist (101). Zu beachten ist, dass bei der Beurteilung des Kindes mittels APGAR-Score auch subjektive Bewertungsunterschiede mit einfließen (102,103).

Die Ergebnisse aus dieser Arbeit decken sich allerdings mit neueren Publikationen. Locatelli et al., 2008 und Ahmadpour-Kacho et al., 2010 beschrieben das Auftreten eines niedrigen APGAR-Werts nach 5 Minuten und einem erniedrigten Nabelschnur pH-Wert (104,105) ebenso Socol et al. 1994 (106). Cnattingius et al., 2020, wies ebenfalls eine Erniedrigung des APGAR-Werts nach 5 Minuten in Verbindung mit einer metabolischen Azidose nach (107).

Diese neueren Publikationen weisen einen negativen Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer fetalen Azidose und dem APGAR-Wert nach. Aufgrund dieser Tatsache erscheint es sinnvoll, einen Rückschluss auf die Rechtzeitigkeit des Notfallkaiserschnitts anhand der Azidose zu ziehen. Dass die Vorhersage der



postnatalen Azidose und damit der Zeitpunkt der Notfallintervention allein anhand des CTGs nicht uneingeschränkt erfolgen kann, haben die Ergebnisse dieser Arbeit gezeigt.

Diese Unstimmigkeiten verdeutlichen das Dilemma des Geburtshelfers mit dem Risiko der fetalen Azidose auf der einen Seite und dem Risiko einer übereilten Schnittentbindung auf der anderen Seite. Auch unterstreicht es, dass anhand einer fetalen Azidose allein nicht die Rechtzeitigkeit eines Notfallkaiserschnitts bemessen werden kann:

- Findet sich nach der Geburt ein normaler pH-Wert, hat der Geburtshelfer die Gefahr für Mutter oder Kind früh genug erkannt und rechtzeitig eingegriffen, bevor sich der pH-Wert erniedrigen konnte.
- Besteht nach der Geburt eine schwere Azidose, hat das Eingreifen des Geburtshelfers eine Verschlechterung des fetalen Zustands oder sogar dessen Tod verhindert.
- Umgekehrt betrachtet kann ein normwertiger pH-Wert des Kindes die Notwendigkeit eines Notfallkaiserschnitts nicht in Frage stellen, da sich die Indikation nicht zwingend im pH-Wert des Kindes widerspiegeln muss, so zum Beispiel bei einer vorzeitigen Plazentalösung.

Es lässt sich folgende Schlussfolgerung ziehen: Da sich die Raten niedriger APGAR-Werte  $\leq 3$  nur im Vergleich der Azidoseklassen, keine Azidose vs. schwere Azidose und moderate Azidose vs. schwere Azidose signifikant unterscheiden, könnte das Ziel bei einer Notfallintervention darin bestehen, den Feten möglichst im Stadium der moderaten Azidose zu entbinden bevor sich eine schwere Azidose mit den folgeschweren klinischen Konsequenzen entwickelt.

## 6 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, weitere Aspekte der CTG-Klassifikation neben dem FIGO-Score zu untersuchen und die fetale Azidose als Indikator der Rechtzeitigkeit des Notfallkaiserschnitts zu beleuchten.

Nach Ausschluss nicht auswertbarer CTGs wurden retrospektive Analysen von 359 CTGs in den letzten 30 min vor einem Notfallkaiserschnitt anhand des modifizierten FIGO-Scores durchgeführt, zusätzlich eine Unterteilung der prolongierten Dezelerationen und Bradykardien hinsichtlich ihrer Schwere in  $<100$ ,  $<80$  und  $<60$  SpM vorgenommen und das Vorhandensein von Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls sowie der Wiederanstieg der fetalen Herzfrequenz nach einem Herzfrequenzabfall bewertet. Als Outcome Parameter dienten der Nabelschnur-pH, der BE, APGAR<sup>1,5,10</sup>-Werte und die Notwendigkeit einer postnatalen Reanimation oder Verlegung auf eine neonatologische Station.

Die Vorhersage des fetalen Outcomes mittels modifizierten FIGO-Score ergab, in Übereinstimmung mit der vorhandenen Literatur, teilweise widersprüchliche Ergebnisse. Ergänzend konnte dargelegt werden, dass es problematisch ist, die Rechtzeitigkeit des Notfallkaiserschnitts allein anhand einer fetalen Azidose zu beurteilen. Für die weitere Klassifikation von prolongierten Dezelerationen und Bradykardien hinsichtlich ihrer Schwere lässt sich im untersuchten Kollektiv kein, klinisch relevanter, zusätzlicher Nutzen ableiten.

Im Gegensatz dazu haben sich Oszillationsverluste während des Herzfrequenzabfalls sowie ein Wiederanstieg der fetalen Herzfrequenz nach dem Herzfrequenzabfall als nützliche Beurteilungskriterien für das kindliche Outcome herauskristallisiert.

Folgerichtig ist es, immer das Zusammenspiel mehrerer Parameter zu berücksichtigen, um einem übereilten Handeln vorzubeugen.

Als Limitation dieser Arbeit ist die relativ kleine Fallzahl von 359 zu nennen. Sollten weitere Untersuchungen durchgeführt werden, ermöglicht dann ggf. eine

multizentrische Studie eine größere Fallzahl. Allerdings beinhaltet eine multizentrische Studie möglicherweise auch zusätzliche Fehlerquellen, welche auf der Inhomogenität der verschiedenen Klinikstrukturen beruhen kann. Weiterhin wurde hier allein das Kollektiv der Notfallkaiserschnitte untersucht, eine Vergleichsgruppe fehlt somit. Der modifizierte FIGO-Score wurde in der vorliegenden Arbeit auch bei solchen CTGs angewandt, welche von Feten <34 SSW stammten. An dieser Stelle ist wie schon beschrieben zu bemerken, dass er für die Beurteilung unreifer Feten nicht zugelassen ist.

Die CTG-Auswertung erfolgte standardisiert anhand des modifizierten FIGO-Scores durch die Promovendin unter Anleitung und Mitbeurteilung durch eine Assistenzärztin der Klinik St. Hedwig in Regensburg gesichtet.

## 7 Literaturverzeichnis

1. Statistisches Bundesamt Deutschland - GENESIS-Online [Internet]. 2020 [zitiert 5. Dezember 2020]. Verfügbar unter: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=2&step=2&titel=Ergebnis&levelid=1607169004391&acceptscookies=false#abreadcrumb>
2. Statistisches Bundesamt Deutschland - GENESIS-Online-Todesursachen [Internet]. 2020 [zitiert 5. Dezember 2020]. Verfügbar unter: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1607169665819&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=23211-0002&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf#abreadcrumb>
3. Jahresauswertung zum Erfassungsjahr 2019 Bayern [Internet]. [zitiert 11. Dezember 2020]. Verfügbar unter: [https://www.baq-bayern.de/media/file/1851.2019\\_161\\_BA\\_Gesamt.pdf](https://www.baq-bayern.de/media/file/1851.2019_161_BA_Gesamt.pdf)
4. Wirtschaft und Statistik. Wirtschaft und Statistik. 2012;28.
5. Wolff F. Kaiserschnitt statt spontane Geburt? gynäkologie + geburtshilfe. 1. April 2017;22(2):52–3.
6. Durchschnittliches Alter der Mutter, Statistisches Bundesamt Deutschland - GENESIS-Online [Internet]. 2021 [zitiert 11. Mai 2021]. Verfügbar unter: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1620721803648&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=12612-0015&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf#abreadcrumb>
7. Langer M. Der Kaiserschnitt – vielleicht der Geburtsmodus des 21. Jahrhunderts. Der Gynäkologe. Oktober 2013;46(10):715–21.

8. Schwenzer T. Forensischer Druck als Sektioindikation – Gefühl oder Evidenz? Der Gynäkologe [Internet]. 19. April 2018 [zitiert 23. Mai 2018]; Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/s00129-018-4232-6>
  
9. Bayerische Arbeitsgemeinschaft für Qualitätssicherung in der stationären Versorgung (BAQ), München, Datenabzug 17.05.2021 um 17:41 Uhr.
  
10. Bundesauswertung zum Erfassungsjahr 2017. 2017;101.
  
11. Yang X-J, Sun S-S. Comparison of maternal and fetal complications in elective and emergency cesarean section: a systematic review and meta-analysis. Arch Gynecol Obstet. September 2017;296(3):503–12.
  
12. Ghazi A, Karim F, Hussain AM, Ali T, Jabbar S. MATERNAL MORBIDITY IN EMERGENCY VERSUS ELECTIVE CAESAREAN SECTION AT TERTIARY CARE HOSPITAL. J Ayub Med Coll Abbottabad. :4.
  
13. Nielsen TF, Hökegård K-H. Postoperative cesarean section morbidity: A prospective study. American Journal of Obstetrics and Gynecology. August 1983;146(8):911–6.
  
14. EBSCOhost | 97677742 | Maternal and Fetal Outcome in Elective versus Emergency Cesarean Section. [Internet]. [zitiert 12. Dezember 2020]. Verfügbar unter: <http://web.a.ebscohost.com/abstract?site=ehost&scope=site&jrnl=00282715&AN=97677742&h=e53f0i4Ff0LDUjjSH7UonQH9Qkh%2fySNUHu2f1G4NkuWJTdO8jpXjsy4fTDjNsMravmlflmNcyPgZNYjkUPP%2fQ%3d%3d&crl=c&resultLocal=ErrCrlNoResults&resultNs=Ehost&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d00282715%26AN%3d97677742>
  
15. Diedrich K, Herausgeber. Gynäkologie und Geburtshilfe: mit 97 Tabellen ; [völlig neu mit Fallquiz]. 2., völlig neu bearb. Aufl. Heidelberg: Springer Medizin; 2007. 677 S. (Springer-Lehrbuch).
  
16. Maier RF, Obladen M, Stiller B, Herausgeber. Neugeborenenintensivmedizin: Evidenz und Erfahrung. 9., überarbeitete Auflage. Berlin: Springer; 2017. 515 S.

17. Kelly et al. - 2017 - Dose-dependent relationship between acidosis at bi.pdf [Internet]. [zitiert 2. Mai 2018]. Verfügbar unter: <http://fn.bmj.com/content/fetalneonatal/early/2017/12/08/archdischild-2017-314034.full.pdf>
  
18. Knutzen et al. - 2015 - The significance of base deficit in acidemic term .pdf [Internet]. [zitiert 2. Mai 2018]. Verfügbar unter: [https://ac.els-cdn.com/S0002937815003324/1-s2.0-S0002937815003324-main.pdf?\\_tid=dab306c1-9911-45d9-9c80-94f2c2915f7d&acdnat=1525283723\\_5b9f7f058acd1863f9a76e93d12f4c54](https://ac.els-cdn.com/S0002937815003324/1-s2.0-S0002937815003324-main.pdf?_tid=dab306c1-9911-45d9-9c80-94f2c2915f7d&acdnat=1525283723_5b9f7f058acd1863f9a76e93d12f4c54)
  
19. Malin GL, Morris RK, Khan KS. Strength of association between umbilical cord pH and perinatal and long term outcomes: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 13. Mai 2010;340(may13 1):c1471–c1471.
  
20. Leitlinie S1\_CTG\_Schwangerschaft\_Geburt\_2014-06.pdf [Internet]. [zitiert 17. September 2017]. Verfügbar unter: [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/015-036l\\_S1\\_CTG\\_Schwangerschaft\\_Geburt\\_2014-06.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/015-036l_S1_CTG_Schwangerschaft_Geburt_2014-06.pdf)
  
21. Ayres-de-Campos D, Spong CY, Chandrharan E. FIGO consensus guidelines on intrapartum fetal monitoring: Cardiotocography. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*. 131(1):13–24.
  
22. Hruban L, Spilka J, Chudáček V, Janků P, Hupčych M, Burša M, u. a. Agreement on intrapartum cardiotocogram recordings between expert obstetricians. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*. 1. August 2015;21(4):694–702.
  
23. Ayres-de-Campos D, Bernardes J, Costa-Pereira A, Pereira-Leite L. Inconsistencies in classification by experts of cardiotocograms and subsequent clinical decision. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*. 1. Dezember 1999;106(12):1307–10.
  
24. Schiermeier S, Westhof G, Leven A, Hatzmann H, Reinhard J. Intra- and Interobserver Variability of Intrapartum Cardiotocography: A Multicenter Study Comparing the FIGO Classification with Computer Analysis Software. *Gynecologic and Obstetric Investigation*. 2011;72(3):169–73.
  
25. Kundu S, Kuehnle E, Schippert C, von Ehr J, Hillemanns P, Staboulidou I. Estimation

of neonatal outcome artery pH value according to CTG interpretation of the last 60 min before delivery: a retrospective study. Can the outcome pH value be predicted? Archives of Gynecology and Obstetrics. November 2017;296(5):897–905.

26. Cahill AG, Caughey AB, Roehl KA, Odibo AO, Macones GA. Terminal Fetal Heart Decelerations and Neonatal Outcomes: Obstetrics & Gynecology. November 2013;122(5):1070–6.

27. Schneider H, Husslein P, Schneider K-TM, Springer-Verlag GmbH, Herausgeber. Die Geburtshilfe: mit 359 Abbildungen und 190 Tabellen. 5. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer; 2016. 1289 S. (Springer Reference Medizin).

28. Goerke K, Valet A, Friedrich M. Kurzlehrbuch Gynäkologie und Geburtshilfe: mit 113 Tabellen. 7. Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer; 2014. 353 S.

29. Pschyrembel Online | Geburt [Internet]. [zitiert 24. Mai 2018]. Verfügbar unter: <https://www.pschyrembel.de/Geburt/K08HT/doc/>

30. Pschyrembel Online | Kaiserschnitt [Internet]. [zitiert 25. Juni 2018]. Verfügbar unter: <https://www.pschyrembel.de/Kaiserschnitt/K0KHD/doc/>

31. Pschyrembel Online | Notfall-Sectio [Internet]. [zitiert 19. Mai 2018]. Verfügbar unter: <https://www.pschyrembel.de/Notfall-Sectio/B0EMP/doc/>

32. Weyerstahl T, Stauber M. Gynäkologie und Geburtshilfe: mit Filmen zu Spontangeburt und sectio online ; + campus.thieme.de. 4., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme; 2013. 732 S. (Duale Reihe).

33. Zur Frage der erlaubten Zeit zwischen Indikationsstellung und Sectio (E-E-Zeit) bei einer Notlage [Internet]. [zitiert 30. Juli 2018]. Verfügbar unter: [https://www.dggg.de/fileadmin/documents/stellungnahmen/archiviert/158\\_Zu\\_Frage\\_der\\_erlaubten\\_Zeit\\_zwischen\\_Indikationsstellung\\_und\\_Sectio\\_E-E-Zeit/158\\_2010.pdf](https://www.dggg.de/fileadmin/documents/stellungnahmen/archiviert/158_Zu_Frage_der_erlaubten_Zeit_zwischen_Indikationsstellung_und_Sectio_E-E-Zeit/158_2010.pdf)

34. Pschyrembel Online | Kardiotokografie [Internet]. [zitiert 29. Mai 2018]. Verfügbar unter: <https://www.pschyrembel.de/Kardiotokografie/K00QE/doc/>

35. Pschyrembel Online | azidose [Internet]. [zitiert 8. Juni 2018]. Verfügbar unter: <https://www.pschyrembel.de/azidose/K03AG/doc/>
36. Apgar V. A Proposal for a New Method of Evaluation of the Newborn Infant: Anesthesia & Analgesia. Mai 2015;120(5):1056–9.
37. Physiologie des Menschen: Mit Pathophysiologie (Springer-Lehrbuch) [Internet]. [zitiert 25. August 2018]. Verfügbar unter: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-01651-6.pdf>
38. GUIDELINES FOR THE USE OF FETAL MONITORING FIGO 1985.
39. Knutzen L, Svirko E, Impey L. The significance of base deficit in acidemic term neonates. American Journal of Obstetrics and Gynecology. September 2015;213(3):373.e1-373.e7.
40. Schneider KTM, Gonser M, Maier R, Pohlandt F, Roll C, Teichmann A, u. a. Indikationen zur Einweisung von Schwangeren in Krankenhäuser der adäquaten Versorgungsstufe. In: Leitlinien Kinder- und Jugendmedizin [Internet]. Elsevier; 2015 [zitiert 15. Juli 2018]. S. B1.1-B1.3. Verfügbar unter: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9783437220616503487>
41. 2016 Jahresauswertung Barmherzige Brüder.pdf.
42. 2015 Jahresauswertung Barmherzige Brüder.pdf.
43. 2014 Jahresauswertung Barmherzige Brüder.pdf.
44. 2013 Jahresauswertung Barmherzige Brüder.pdf.
45. 2012 Jahresauswertung Barmherzige Brüder.pdf.
46. 2011 Jahresauswertung Barmherzige Brüder.pdf.
47. 2010 Jahresauswertung Barmherzige Brüder.pdf.



48. 2009 Jahresauswertung Barmherzige Brüder.pdf.
49. 2008 Jahresauswertung Barmherzige Brüder.pdf.
50. 2007 Jahresauswertung Barmherzige Brüder.pdf.
51. Callies M. 2005 Jahresauswertung Barmherzige Brüder. 2005;70.
52. Callies M. 2006 Jahresauswertung Barmherzige Brüder. 2006;74.
53. 2017 Jahresauswertung Barmherzige Brüder.pdf.
54. Statistisches Bundesamt Deutschland - GENESIS-Online-Totgeborene von 2000 bis 2017 [Internet]. 2021 [zitiert 15. Mai 2021]. Verfügbar unter: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1621090749377&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=12612-0106&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf#abreadcrumb>
55. Statistisches Bundesamt Deutschland - GENESIS-Online- Lebendgeborene [Internet]. 2021 [zitiert 17. Mai 2021]. Verfügbar unter: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1621257271821&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=12612-0100&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf#abreadcrumb>
56. Pluym ID, Han CS. Third-Trimester Bleeding. In: Queenan JT, Spong CY, Lockwood CJ, Herausgeber. Protocols for High-Risk Pregnancies [Internet]. 1. Aufl. Wiley; 2020 [zitiert 21. Januar 2021]. S. 493–505. Verfügbar unter: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119635307.ch48>
57. Clark SL, Hamilton EF, Garite TJ, Timmins A, Warrick PA, Smith S. The limits of electronic fetal heart rate monitoring in the prevention of neonatal metabolic acidemia. *Am J Obstet Gynecol.* Februar 2017;216(2):163.e1-163.e6.

58. Spencer JA. Clinical overview of cardiotocography. *British journal of obstetrics and gynaecology*. 1993;100 Suppl 9:4–7.
59. Creanga AA, Berg CJ, Syverson C, Seed K, Bruce FC, Callaghan WM. Pregnancy-Related Mortality in the United States, 2006–2010. *Obstetrics & Gynecology*. Januar 2015;125(1):5–12.
60. Buchbinder A, Sibai BM, Caritis S, MacPherson C, Hauth J, Lindheimer MD, u. a. Adverse perinatal outcomes are significantly higher in severe gestational hypertension than in mild preeclampsia. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 1. Januar 2002;186(1):66–71.
61. Allen VM, Joseph K, Murphy KE, Magee LA, Ohlsson A. The effect of hypertensive disorders in pregnancy on small for gestational age and stillbirth: a population based study. *BMC Pregnancy and Childbirth*. 6. August 2004;4(1):17.
62. Kim HY, Sohn YS, Lim JH, Kim EH, Kwon JY, Park YW, u. a. Neonatal Outcome after Preterm Delivery in HELLP Syndrome. *Yonsei Med J*. 2006;47(3):393.
63. Heller G, Bauer E, Schill S, Thomas T, Louwen F, Wolff F, u. a. Decision-to-Delivery Time and Perinatal Complications in Emergency Cesarean Section. *Deutsches Aerzteblatt Online [Internet]*. 4. September 2017 [zitiert 15. Mai 2021]; Verfügbar unter: <https://www.aerzteblatt.de/10.3238/arztebl.2017.0589>
64. AQUA\_Beschreibung der Qualitätsindikatoren für das Erfassungsjahr 2014.pdf.
65. Berg D, Ratzel R. „Stellungnahme zur Frage der erlaubten Zeit zwischen Indikationsstellung und Sectio (EE-Zeit) bei einer Notlage“: Erläuterung der DGGG-Stellungnahme zur Leitlinie. *Der Gynäkologe*. Februar 2013;46(2):84–7.
66. Die Probleme mit der Geburtshilfe in Krankenhäusern außerhalb der Zentren.pdf [Internet]. [zitiert 15. Juli 2018]. Verfügbar unter: [http://www.bayerisches-aerzteblatt.de/fileadmin/aerzteblatt/ausgaben/2018/06/einzelpdf/BAB\\_6\\_2018\\_326\\_327.pdf](http://www.bayerisches-aerzteblatt.de/fileadmin/aerzteblatt/ausgaben/2018/06/einzelpdf/BAB_6_2018_326_327.pdf)
67. David C.LagrewMDaMelissa C.BushMDaAnna M.McKeownMDbNancy

G.LagrewRN. Emergent (crash) cesarean delivery: Indications and outcomes [Internet]. [zitiert 1. Juni 2020]. Verfügbar unter: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0002937806003309?token=348E0488173E4C9029E38A6035FFAA24699334D411E90F5DFD3F6D565C669711B6DD7F8F8D28130620EE2B5A4899EB8C>

68. Luke B, Brown MB. Elevated risks of pregnancy complications and adverse outcomes with increasing maternal age. *Human Reproduction*. 1. Mai 2007;22(5):1264–72.

69. Frederiksen LE, Ernst A, Brix N, Braskhøj Lauridsen LL, Roos L, Ramlau-Hansen CH, u. a. Risk of Adverse Pregnancy Outcomes at Advanced Maternal Age. *Obstetrics & Gynecology*. März 2018;131(3):457–63.

70. Londero AP, Rossetti E, Pittini C, Cagnacci A, Driul L. Maternal age and the risk of adverse pregnancy outcomes: a retrospective cohort study. *BMC Pregnancy and Childbirth*. 23. Juli 2019;19(1):261.

71. Maternal age and the risk of gestational diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis of over 120 million participants | Elsevier Enhanced Reader [Internet]. [zitiert 17. Mai 2021]. Verfügbar unter: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0168822719305029?token=8B6614BBE5717992C744EAB98792737EFA796059920BC258E05B74694461CD53876CBB6C052D2FD2604EF52B278D8506&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210517152217>

72. Kim S-Y, Park J-Y, Bak S-E, Jang Y-R, Wie J-H, Ko H-S, u. a. Effect of maternal age on emergency cesarean section. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 1. Dezember 2020;33(23):3969–76.

73. Langer O, Yogev Y, Most O, Xenakis EMJ. Gestational diabetes: The consequences of not treating. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 1. April 2005;192(4):989–97.

74. Gaß P. Adipositas und Schwangerschaft. *Adipositas und Schwangerschaft*. :130.

75. Ness RB, Sibai BM. Shared and disparate components of the pathophysiologies of

fetal growth restriction and preeclampsia. American Journal of Obstetrics and Gynecology. 1. Juli 2006;195(1):40–9.

76. Verlohren S, Herraiz I, Lapaire O, Schlembach D, Moertl M, Zeisler H, u. a. The sFlt-1/PIGF ratio in different types of hypertensive pregnancy disorders and its prognostic potential in preeclamptic patients. American Journal of Obstetrics and Gynecology. 1. Januar 2012;206(1):58.e1-58.e8.

77. Sarka Lisonkova, MD, PhD; K. S. Joseph, MD, PhD. Incidence of preeclampsia: risk factors and outcomes associated with early- versus late-onset disease | Elsevier Enhanced Reader [Internet]. [zitiert 1. Juni 2020]. Verfügbar unter: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0002937813008594?token=67C8603F5A0EA082248EAD2A22C61BFA58D9CE0EBA49E03D4571FA97BE89025AB84D1E7FA7E95E1166C7290D1AD08D37>

78. Tasnim N, Mahmud G, Akram S. Predictive Accuracy of Intrapartum Cardiotocography in Terms of Fetal Acid Base Status at Birth. 2009;19:4.

79. Hamilton E, Warrick P, O’Keeffe D. Variable decelerations: do size and shape matter? The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine. 1. Juni 2012;25(6):648–53.

80. Sheiner E, Hadar A, Hallak M, Katz M, Mazor M, Shoham-Vardi I. Clinical Significance of Fetal Heart Rate Tracings During the Second Stage of Labor. 2001;97(5):6.

81. Catlin EA, Carpenter MW, Brann BS, Mayfield SR, Shaul PW, Goldstein M, u. a. The Apgar score revisited: Influence of gestational age. The Journal of Pediatrics. November 1986;109(5):865–8.

82. Hegyi T, Carbone T, Anwar M, Ostfeld B, Hiatt M, Koons A, u. a. The Apgar Score and Its Components in the Preterm Infant. Pediatrics. 1. Januar 1998;101(1):77–81.

83. Afors K, Chandharan E. Use of Continuous Electronic Fetal Monitoring in a Preterm Fetus: Clinical Dilemmas and Recommendations for Practice [Internet]. Bd. 2011, Journal of Pregnancy. Hindawi; 2011 [zitiert 30. November 2020]. S. e848794. Verfügbar unter: <https://www.hindawi.com/journals/jp/2011/848794/>

84. 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. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*: X. 1. Januar 2021;9:100120.
85. Gatellier M-A, De Jonckheere J, Storme L, Houfflin-Debarge V, Ghesquiere L, Garabedian C. Fetal heart rate variability analysis for neonatal acidosis prediction. *J Clin Monit Comput* [Internet]. 25. Mai 2020 [zitiert 20. Mai 2021]; Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/s10877-020-00535-6>
86. Parer JT, King T, Flanders S, Fox M, Kilpatrick SJ. Fetal acidemia and electronic fetal heart rate patterns: Is there evidence of an association? *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 1. Januar 2006;19(5):289–94.
87. Gamboa SM, Moros ML, Mancho JP, Moros CL, Mateo SC. Deceleration area and fetal acidemia. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*. 2. November 2017;30(21):2578–84.
88. Ugwumadu A. Understanding cardiotocographic patterns associated with intrapartum fetal hypoxia and neurologic injury. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*. August 2013;27(4):509–36.
89. Cahill AG, Tuuli MG, Stout MJ, López JD, Macones GA. A prospective cohort study of fetal heart rate monitoring: deceleration area is predictive of fetal acidemia. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 1. Mai 2018;218(5):523.e1-523.e12.
90. Kodama Y, Sameshima H, Ikeda T, Ikenoue T. Intrapartum fetal heart rate patterns in infants ( $\geq 34$  weeks) with poor neurological outcome. *Early Human Development*. 1. April 2009;85(4):235–8.
91. Chandrharan E. *Handbook of CTG Interpretation: From Patterns to Physiology*. Cambridge University Press; 2017. 257 S.
92. Chandrharan E, Arulkumaran S. Prevention of birth asphyxia: responding appropriately to cardiotocograph (CTG) traces. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics*

& Gynaecology. August 2007;21(4):609–24.

93. Roemer VM, Heinzl S. Zur Frage der Bedeutung der Oszillationsfrequenz in der Cardiotokographie. Arch Gynak. 1. Dezember 1977;223(4):299–313.

94. Low JA, Victory R, Derrick EJ. Predictive value of electronic fetal monitoring for intrapartum fetal asphyxia with metabolic acidosis<sup>11</sup>The authors thank Dr. Joseph L. Pater and Dr. Miu Lam, Department of Community Health and Epidemiology, Queen's University, for advice in the analysis of data. Obstetrics & Gynecology. 1. Februar 1999;93(2):285–91.

95. Berlit S, Welzel G, Tuschy B, Nickol J, Hornemann A, Sütterlin M, u. a. Emergency caesarean section: risk factors for adverse neonatal outcome. Arch Gynecol Obstet. Mai 2013;287(5):901–5.

96. Kazandi M, Sendag F, Akercan F, Terek MC, Gundem G. Different Types of Variable Decelerations and Their Effects to Neonatal Outcome. :5.

97. Matsuda Y, Maeda T, Kouno S. The critical period of non-reassuring fetal heart rate patterns in preterm gestation. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology. 10. Januar 2003;106(1):36–9.

98. Roemer VM. CTG: Mikrofluktuation. Z Geburtshilfe Neonatol. Dezember 2004;208(6):210–9.

99. Gull I, Jaffa AJ, Oren M, Grisaru D, Peyser MR, Lessing JB. Acid accumulation during end-stage bradycardia in term fetuses: how long is too long? BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology. 1996;103(11):1096–101.

100. Nickelsen C, Weber T. Acid-base evaluation of umbilical cord blood: relation to delivery mode and Apgar scores. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology. 1. März 1987;24(3):153–65.

101. Kranke P. Die geburtshilfliche Anästhesie [Internet]. 2018 [zitiert 25. August 2018]. Verfügbar unter: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=>

102. Bharti B, Bharti S. A review of the Apgar score indicated that contextualization was required within the contemporary perinatal and neonatal care framework in different settings. *Journal of Clinical Epidemiology*. 1. Februar 2005;58(2):121–9.
103. O'Donnell CPF, Kamlin COF, Davis PG, Carlin JB, Morley CJ. Interobserver variability of the 5-minute Apgar score. *The Journal of Pediatrics*. 1. Oktober 2006;149(4):486–9.
104. Locatelli A, Incerti M, Ghidini A, Greco M, Villa E, Paterlini G. Factors associated with umbilical artery acidemia in term infants with low Apgar scores at 5min. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. 1. August 2008;139(2):146–50.
105. Ahmadpour-Kacho M, Asnafi N, Javadian M, Hajiahmadi M, Taleghani N. Correlation between Umbilical Cord pH and Apgar Score in High-Risk Pregnancy. *Iran J Pediatr*. Dezember 2010;20(4):401–6.
106. Socol ML, Garcia PM, Riter S. Depressed Apgar scores, acid-base status, and neurologic outcome. *Am J Obstet Gynecol*. April 1994;170(4):991–8; discussion 998-999.
107. Cnattingius S, Johansson S, Razaz N. Associations between metabolic acidosis at birth and reduced Apgar scores within the normal range (7-10): A Swedish cohort study of term non-malformed infants. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*. 2020;34(5):572–80.

## 8 Anhang

### 8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schweregradeinteilung der vorzeitigen Plazentalösung, aus Goerke, *Kurzlehrbuch Gynäkologie und Geburtshilfe*, 7. Auflage 2014 © Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München ..... - 12 -

|   |        |
|---|--------|
| Abbildung 2: prozentuale Verteilung des Gestationsalters bei vorbestehendem Hypertonus der Mutter ..... | - 32 - |
| Abbildung 3: Häufigkeiten der FIGO Klassifikation .....   | - 34 - |
| Abbildung 4: Indikationen des Notfallkaiserschnitts .....   | - 36 - |
| Abbildung 5: Anzahl der Notfallkaiserschnitte pro Arzt .....  | - 73 - |

## 8.2 Tabellenverzeichnis

|  |        |
|--|--------|
| Tabelle 1: pH-Werte, PCO <sub>2</sub> und Base excess (BE) aus dem Fetalblut (FBA) und empfohlenes Vorgehen (mod. nach FIGO) (20)..... | - 14 - |
| Tabelle 2: Alterationen der FHF,(15).....  | - 15 - |
| Tabelle 3: Bewertung des CTGs laut Leitlinie der DGGG(20).....   | - 18 - |
| Tabelle 4: FHF-Klassifikation in normal, suspekt, pathologisch einschl. Handlungsbedarf (20) .....                                     | - 19 - |
| Tabelle 5: Apgar-Schema,(27) .....   | - 20 - |
| Tabelle 6: Übersicht über fetale pH-Werte und deren Definition (15) .....  | - 20 - |
| Tabelle 7: Definition der pH-Werte in der vorliegenden Studie .....  | - 26 - |
| Tabelle 8: Mittelwerte maternale Daten.....  | - 28 - |
| Tabelle 9: Häufigkeiten der maternalen Altersverteilung.....   | - 28 - |
| Tabelle 10: Häufigkeitsverteilung vorausgegangener Schwangerschaften.....  | - 29 - |
| Tabelle 11: Häufigkeitsverteilungen der Parität im Kollektiv .....   | - 29 - |
| Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der Indikation zur Entbindung in einem Perinatalzentrum Level 1 (PNZ) nach DGGG .....                | - 30 - |
| Tabelle 13: vorbestehende, körperliche Erkrankungen der Mutter .....   | - 31 - |
| Tabelle 14: prozentuale Verteilung der im Kollektiv häufigsten Vorerkrankungen -   | 31 -   |
| Tabelle 15: Entwicklung der Geburten- und Notfallkaiserschnittzahlen der Klinik St. Hedwig (41–53).....                                | - 33 - |
| Tabelle 16: Mittelwerte geburtsrelevanter Parameter .....  | - 34 - |
| Tabelle 17: Hauptindikationen der Notsectio bei normalem CTG .....   | - 35 - |
| Tabelle 18: Häufigkeitsverteilung der CTG Parameter.....   | - 35 - |
| Tabelle 19: Häufigkeiten kindlicher Parameter.....   | - 37 - |
| Tabelle 20: Mittelwerte des APGAR, des Nabelschnur-pH und des Base excess im Kollektiv .....   | - 38 - |
| Tabelle 21: durchschnittliche Werte der Kinder nach der Geburt.....  | - 38 - |



|   |        |
|---|--------|
| Tabelle 22: Nabelschnur-pH in Bezug auf das Gestationsalter.....  | - 38 - |
| Tabelle 23: CTG nach FIGO in Bezug zum Gestationsalter .....  | - 39 - |
| Tabelle 24: Häufigkeiten der Gestationsalter der verlegten Kinder.....  | - 39 - |
| Tabelle 25: Häufigkeitsverteilung des CTG nach FIGO und dem Grad der Azidose ...  | - 40 - |
| Tabelle 26: Vergleich der Häufigkeit verschiedener Azidosegrade in Abhängigkeit vom FIGO-score.....                             | - 41 - |
| Tabelle 27: Vergleich der Häufigkeit moderater und keiner Azidose in Abhängigkeit vom FIGO-Score .....                          | - 42 - |
| Tabelle 28: Häufigkeit eines BE $\leq$ -12 mmol/l in Abhängigkeit vom FIGO-Score..  | - 43 - |
| Tabelle 29: Häufigkeit eines APGAR <sup>1</sup> - Werts $\leq$ 3 in Abhängigkeit vom FIGO-Score...                              | - 44 - |
| Tabelle 30: Häufigkeit von APGAR <sup>5</sup> -Werten $\leq$ 3 in Abhängigkeit vom FIGO-score-                                  | 44     |
| -   | -      |
| Tabelle 31: Vergleich der Häufigkeit von APGAR <sup>5</sup> -Werten $\leq$ 3 in Abhängigkeit des jeweiligen FIGO-Scores .....   | - 45 - |
| Tabelle 32 : Häufigkeit eines APGAR <sup>10</sup> - Werts $\leq$ 3 in Abhängigkeit vom FIGO-Score -                             | 46 -   |
| Tabelle 33: Häufigkeit eines APGAR <sup>10</sup> $\leq$ 3 in Abhängigkeit der einzelnen FIGO Kategorien.....                    | - 46 - |
| Tabelle 34: Häufigkeit einer Reanimationsnotwendigkeit in Anhängigkeit vom FIGO-Score.....                                      | - 47 - |
| Tabelle 35: Häufigkeit einer Verlegungsnotwendigkeit in Abhängigkeit vom FIGO-Score.....  | - 48 - |
| Tabelle 36: Häufigkeit verschiedener Azidosegrade in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen.....               | - 49 - |
| Tabelle 37: Häufigkeit der verschiedenen Azidosegrade in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen < 100 SpM..... | - 50 - |
| Tabelle 38: Häufigkeit von Base excess Werten $\leq$ -12mmol/l in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen ..... | - 51 - |
| Tabelle 39: Häufigkeit von APGAR-Werten $\leq$ 3 in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen <100SpM .....       | - 52 - |
| Tabelle 40: Häufigkeit von APGAR-Werten $\leq$ 3 in Abhängigkeit vom Auftreten prolongierter Dezelerationen <80SpM .....        | - 53 - |

|   |        |
|---|--------|
| Tabelle 41: Häufigkeit von APGAR-Werten $\leq 3$ in Abhängigkeit vom Auftreten<br>prolongierter Dezelerationen $<60\text{SpM}$ .....        | - 54 - |
| Tabelle 42: Notwendigkeit einer postnatalen Reanimation bei prolongierten<br>Dezelerationen .....   | - 55 - |
| Tabelle 43: Notwendigkeit einer Verlegung bei prolongierten Dezelerationen.....   | - 56 - |
| Tabelle 44: Häufigkeit verschiedener Azidosegrade in Abhängigkeit vom Auftreten<br>einer Bradykardie .....                                  | - 57 - |
| Tabelle 45: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Azidosegrade in Abhängigkeit<br>vom Auftreten einer Bradykardie $< 80\text{ SpM}$ ..... | - 58 - |
| Tabelle 46: Vorliegen eines BE $\leq -12\text{ mmol/l}$ bei Bradykardien .....  | - 59 - |
| Tabelle 47: Häufigkeitsverteilung der Bradykardien $<100\text{ SpM}$ mit APGAR $\leq 3$ -Werten<br>.....                                    | - 60 - |
| Tabelle 48: Häufigkeitsverteilung der Bradykardien $<80\text{ SpM}$ mit APGAR $\leq 3$ -Werten -<br>61 -                                    |        |
| Tabelle 49: Häufigkeitsverteilung der Bradykardien $<60\text{ SpM}$ mit APGAR $\leq 3$ -Werten -<br>62 -                                    |        |
| Tabelle 50: Häufigkeiten der Reanimationsnotwendigkeit bei Bradykardien .....   | - 63 - |
| Tabelle 51: Häufigkeit der Verlegungsnotwendigkeit in Abhängigkeit von<br>Bradykardien .....  | - 64 - |
| Tabelle 52: Häufigkeit des Wiederanstiegs der fetalen Herzfrequenz im<br>Gesamtkollektiv .....  | - 65 - |
| Tabelle 53: Häufigkeiten des Wiederanstiegs der fetalen Herzfrequenzen in Bezug<br>auf die Schwere der Azidose .....                        | - 65 - |
| Tabelle 54: Häufigkeiten des Wiederanstiegs der fetalen Herzfrequenzen in Bezug<br>auf den Base excess .....                                | - 66 - |
| Tabelle 55: Häufigkeit von APGAR-Werten $\leq 3$ in Abhängigkeit vom Wiederanstieg<br>der fetalen Herzfrequenz.....                         | - 67 - |
| Tabelle 56: Häufigkeiten der Reanimationsnotwendigkeit in Abhängigkeit vom<br>Wiederanstieg der fetalen Herzfrequenz.....                   | - 68 - |
| Tabelle 57: Häufigkeit der Verlegungsnotwendigkeit in Abhängigkeit vom<br>Wiederanstieg der fetalen Herzfrequenz.....                       | - 68 - |
| Tabelle 58: Auftreten von Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls .....   | - 69 - |
| Tabelle 59: Häufigkeiten von Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls in<br>Bezug auf den Grad der Azidose .....                       | - 69 - |

|   |        |
|---|--------|
| Tabelle 60: Häufigkeiten von Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls im Parameter Base excess .....   | - 70 - |
| Tabelle 61: Häufigkeit von APGAR <sup>1</sup> - Werten $\leq 3$ in Abhängigkeit vom Vorhandensein von Oszillationen während des Herzfrequenzabfalls ..... | - 71 - |
| Tabelle 62: Häufigkeit einer Reanimationsnotwendigkeit in Abhängigkeit von Oszillationen.....   | - 72 - |
| Tabelle 63: Häufigkeit einer Verlegungsnotwendigkeit in Abhängigkeit von Oszillationen.....   | - 72 - |
| Tabelle 64: Häufigkeitsverteilung einer Azidose in Bezug auf den Indikationssteller... -  | 74 -   |
| Tabelle 65: Grad der Azidose gegenüber APGAR <sup>1</sup> .....   | - 75 - |
| Tabelle 66: Einzelne Azidosegrade gegenüber APGAR <sup>1</sup> .....  | - 76 - |
| Tabelle 67: Grad der Azidose gegenüber APGAR <sup>5</sup> .....   | - 77 - |
| Tabelle 68: Einzelne Azidosegrade gegenüber APGAR <sup>5</sup> .....  | - 77 - |
| Tabelle 69: Grad der Azidose gegenüber APGAR <sup>10</sup> .....  | - 78 - |
| Tabelle 70: Einzelne Azidosegrade gegenüber APGAR <sup>10</sup> .....   | - 79 - |

## 9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Beteiligten meinen Dank für ihre Mithilfe an dieser Arbeit und die Unterstützung während meines Studiums aussprechen:

Zuerst danke ich Frau Prof. Seelbach-Göbel für die Möglichkeit, diese Arbeit an ihrem Lehrstuhl durchführen zu können, sowie für die Vergabe dieses interessanten Themas. Ihre Anregungen und ihre umfassende Betreuung haben maßgeblich zur Fertigstellung der Arbeit beigetragen.

Mein Dank gilt auch allen Mitarbeitern der Klinik St. Hedwig, insbesondere Frau Dr. Merk und Herrn Dr. Prager, die mir mit Anregungen zur Seite standen. Ich danke Frau Holl für ihre uneingeschränkte Unterstützung und Kommunikation mit der EDV, als ich meine Zugangsdaten vergessen hatte.

Herrn Florian Zeman, M. Sc. der medizinischen Biometrie möchte ich für die unermüdliche Beratung in statistischen Fragen danken.

Besonders möchte ich Herrn Prof. Pfeifer danken, der sich bereit erklärt hat meine Arbeit zu begutachten und zu bewerten.

Frau Viktoria Kimmerling möchte ich danken, die mir nicht nur initial die Idee gab, mich am Lehrstuhl für Frauenheilkunde und Geburtshilfe um ein Dissertationsthema zu bewerben, sondern mir auch während des gesamten Prozesses als exzellente Mitbewohnerin mit Rat, Tat und Wein zu Seite stand.

Insbesondere möchte ich meinen Eltern für die Hilfestellung in schwierigen Momenten während meines Studiums danken, sowie für die stetigen Anregungen und ausführlichen Telefonate im Entstehungsprozess dieser Arbeit. Ohne sie wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Dr. med. univ. Markus Lenglinger danke ich für die unermüdliche Unterstützung in dieser emotional aufreibenden Zeit.

## 10 Selbstständigkeitserklärung

Ich, Antonia Kemmer, geboren am 19.08.1995 in Aschaffenburg, erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe.

Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeit erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ich erkläre, dass mir keine Tatsachen bekannt sind, die mich zur Führung eines akademischen Grades im Sinne des Gesetzes über die Führung akademischer Grade unwürdig erscheinen lassen.