Universitätsklinikum Ulm
Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Wolfgang Janni

Auswirkungen eines eintägigen CTG-Trainings in physiologischer CTG-Interpretation auf die intrapartale Betreuung an der Universitätsfrauenklinik Ulm: eine retrospektive Auswertung

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Ulm

Eingereicht von Anna Katharina Sophia Lindner
Geboren in Regensburg, geb. Höllein

2025

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Frank Reister

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Sebastian Schmid

Tag der Promotion: 21.05.2026

Für meine Familie, Marco und mich

Inhaltsverzeichnis

I Abkürzungsverzeichnis III

1 Einleitung 1

1.1 Überwachung unter der Geburt 1

1.1.1 Das Kardiotokogramm 3

1.1.2 Die fetale Mikroblutuntersuchung 4

1.1.3 Evidenzlage zum CTG 6

1.1.4 Evidenzlage zur MBU 13

1.2 Change-Management 15

1.2.1 Change-Management in Kliniken 15

1.2.2 Change-Management in dieser Arbeit 16

1.3 Hintergrund und Fragestellung 17

1.3.1 Die physiologische CTG-Interpretation 17

1.3.2 Fragestellung 19

2 Material und Methoden 20

2.1 „CTG-Masterclass“ im November 2019 20

2.1.1 Aufbau und Inhalte 20

2.2 Untersuchungskollektiv 21

2.2.1 Einschlusskriterien 21

2.2.2 Ausschlusskriterien 21

2.2.3 Beobachtungszeitraum 21

2.2.4 Datenerhebung 22

2.3 Statistische Auswertungsverfahren 25

3 Ergebnisse 26

3.1 Beschreibung des Untersuchungskollektivs 26

3.2 Deskriptive Statistik 27

3.2.1 Alter bei Geburt 28

3.2.2 Parität bei Geburt 30

3.2.3 Schwangerschaftswoche bei Geburt 32

3.2.4 BMI-Verteilung (BMI vor Schwangerschaft) 34

3.3 Outcomeparameter des Untersuchungskollektivs 36

3.3.1 Verteilung des Geburtsmodus 36

3.3.2 MBU-Rate 38

3.3.3 Fetomaternales Outcome in dem Untersuchungskollektiv 40

3.4 Outcomeparameter der Subgruppenanalyse: Vergleiche von Studien- und Kontrollgruppe 42

3.4.1 Indikation zur operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs 42
3.4.2 Verteilung des Geburtsmodus operativer Entbindungen auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs 43
3.4.3 MBU-Rate bei operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTG 44
3.4.4 Fetale Outcome-Parameter nach operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTG 44
3.4.5 Maternales Outcome nach operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTG 45
3.5 Ausblick: Reduktion der Durchführung einer MBU über 29 Monate nach dem CTG-Training 46
4 Diskussion 48
4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse 48
4.2 Change-Management 48
4.3 Studienkohorte 50
4.4 Verteilung der Entbindungsmodi: Untersuchungskollektiv im Vergleich zur Studien- und Kontrollgruppe 51
4.5 Subgruppenanalyse: Indikationsrate zur operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs 52
4.6 MBU-Rate des Untersuchungskollektivs im Vergleich zur Studien- und Kontrollgruppe 53
4.7 Zweckdienlichkeit der MBU 54
4.8 Fetale und maternale Outcome-Parameter im Untersuchungskollektiv im Vergleich zur Studien- und Kontrollgruppe 56
4.9 Aktuelle Datenlage zur CTG-Interpretation 57
4.10 Limitation der Studie 58
4.11 Schlussfolgerung und Ausblick 60
5 Zusammenfassung 61
6 Literaturverzeichnis 63
7 Tabellenverzeichnis 69
8 Abbildungsverzeichnis 70
Danksagung 71
Lebenslauf 72

I Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ACOG	American College of Obstetricians and Gynecologists
BMI	Body Mass Index
CTG	Kardiotokogramm
DGGG	Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe
DGHW	Deutsche Gesellschaft für Hebammenwissenschaft
EKG	Elektrokardiogramm
FHF	fetale Herzfrequenz
FIGO	Fédération Internationale de Gynécologie et Obstétrique
FKS	Fetale Kopfhautstimulation
Hb	Hämoglobin
HIE	hypoxisch-ischämischen Enzephalopathie
IUFT	intrauteriner Fruchttod
KSE	Kopfschwartenelektrode
MBU	Fetale Mikroblutuntersuchung
NHS	National Health Service
NICE	National Institute for Health and Care Excellence
NICU	Neugeborenenintensivstation
PCI	physiologische CTG-Interpretation
RANZCOG	Royal Australian and New Zealand College of Obstetricians and Gynaecologists
RCOG	Royal Collage of Obstetrics and Gynaecologists
SOGC	Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada
SOP	Standardarbeitsanweisungen
SPP	Spontangeburt/Spontanpartus
SpM	Schläge-pro-Minute
SSW	Schwangerschaftswoche
STAN	Fetale EKG
VE	Vakuumextraktion

1 Einleitung

1.1 Überwachung unter der Geburt

Der Geburtsprozess ist bis ins Detail entwickelt und optimiert. Die Physiologie und Mechanik dieses Prozesses sind so dabei komplex, dass die Anzahl der reibungslosen Geburten ohne mütterliche oder fetale Beeinträchtigungen durchaus bemerkenswert ist. Auch wenn eine Geburt im Prinzip einfach verlaufen kann, wird diese mit einem Marathonlauf für Mutter und Kind verglichen, mit dem Ziel eines gesunden Kindes und einer gesunden Mutter. Mit diesem Anspruch und dessen einhergehenden Herausforderungen sind die Geburtshelferinnen und -helfer tagtäglich konfrontiert. [12]

In den vergangenen 50 Jahren sind viele Fortschritte zur Verbesserung der maternalen und fetalen geburtshilflichen Versorgung gemacht worden. Jedoch ist unser Verständnis des Gesamtprozesses noch immer nicht vollständig und es verbleibt einiges an Potential, um dieses zu verbessern und die Wahrscheinlichkeit einer problemlosen Geburt für Mutter und Kind zu erhöhen. [14]

Gerade in der heutigen evidenzbasierten Medizin ist es ebenso wichtig, die Wünsche der Frau mit einzubeziehen [9] . Unter Geburt ist das Wohlbefinden von Mutter und Kind zu überwachen und sicher zu stellen. Intrapartal entstehende Risikofaktoren wie Infektionen, Geburtsstillstand oder Dystokien aber auch vorbestehende Risikofaktoren wie Plazentasitz, fetomaternales Missverhältnis, Wachstumsrestriktion können das Wohlbefinden beider Menschen beeinflussen. [1]

Unerwartete Komplikationen können während der Wehen auch bei Patientinnen auftreten, welche zuvor kein erkennbar erhöhtes Risiko mitbrachten oder dem Kollektiv mit geringem Risiko zugeordnet wurden und somit zu Interventionen bei Niedrig-Risiko-Frauen führen. Eine Studie von 1999 zeigte, dass nur 8,2% aller Frauen in einem Niedrig-Risiko-Kollektiv eine Geburt ohne invasive Intervention (wie z.B.: internes Kardiotokogramm (CTG) über Kopfschwartenelektrode (KSE), fetale Mikroblutuntersuchung (MBU), medikamentöse Zervixreifung, Geburtseinleitung, Wehenmittel sub partu, vaginal-operative Entbindung, Sectio, Episiotomie und Anästhesien) erleben. [60]

Deshalb müssen Geburtskliniken dafür sorgen, dass geschultes Personal sowie geeignete Einrichtungen und Equipment zur bestmöglichen Überwachung aber auch für ein reibungsloses Komplikationsmanagement vorhanden sind. [4]

Zur fetalen Überwachung unter der Geburt gehören die intermittierende Auskultation der fetalen Herztöne, das CTG, die MBU, das fetale Elektrokardiogramm (EKG) STAN, die Pulsoxymetrie zur Messung der intrapartalen fetalen Sauerstoffsättigung und der Ultraschall (transvaginal oder abdominal) [1] . Hierbei sollte die Abgrenzbarkeit der fetalen zu den maternalen Herztönen stets gegeben sein. [40]

Zur standardmäßigen Überwachung in Deutschland ist das CTG die allgemein verbreitete Methode. Die strukturierte intermittierende Auskultation ist nur bei Geburten mit einem niedrigen Risiko empfohlen, wenn die Voraussetzungen der kompetenten Fertigkeit der intermittierenden Auskultation, die Gewährleistung einer eins-zu-eins-Betreuung und die Vollständigkeit der Dokumentation über fetale Herztöne sowie geburtshilfliche Befunde gegeben sind. [1]

Eine MBU wird dann empfohlen, wenn in der CTG-Aufzeichnung auffällige Befunde, die auf eine Hypoxie hinweisen können, auftreten. Das Ziel ist dabei die Messung des kindlichen pH-Wertes und des Laktats. [39]

Das fetale EKG (STAN) kann mittels Kopfschwartenelektrode oder abdominaler EKG-Ableitung erfolgen. Jedoch ist auf Grund nicht eindeutiger Evidenzlage hierzu keine Empfehlung durch die Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (DGGG) sowie die Deutsche Gesellschaft für Hebammenwissenschaft (DGHW) gegeben [1, 39] . Die fetale Sauerstoffsättigung wird über Lichtsonden gemessen, aber ähnlich zum STAN gibt es hierzu keine ausreichende Evidenz, sodass hierfür ebenfalls kein standardmäßiger Einsatz empfohlen werden kann [1, 31] .

Der intrapartale Ultraschall wird zum einen notfallmäßig zur akuten Herztonsuche, zum anderen bei unklarem Geburtsfortschritt und als Hilfestellung zur Entscheidungsfindung einer Vaginaloperativen Entbindung angewendet [29] .

Insgesamt bleibt die Standardüberwachung in den meisten Kreißsälen Deutschlands das CTG, bei Auffälligkeiten oder zur Entscheidungsfindung wird der Ultraschall und die MBU herangezogen [1, 22] .

1.1.1 Das Kardiotokogramm

Gemäß der deutschen S3-Leitlinie sollte die fetale Herzfrequenz (FHF) sowie der maternale Puls bei der Aufnahme zur Geburt überwacht werden.

Das CTG registriert gleichzeitig die fetalen Herztöne, die mütterliche Uterusaktivität sowie die maternale Herzfrequenz. Dies erfolgt in der Regel über eine externe Ableitung über die maternale Bauchwand, bei welcher die fetale Herzfrequenz mit einem Dopplersignal abgeleitet und dann der Schlag-zu-Schlag-Abstand in Schläge-pro-Minute (SpM) hochgerechnet wird. Dies ergibt die momentane Herzfrequenz und wird in SpM angegeben. Die Uterusaktivität – gleichzusetzen mit der Wehentätigkeit – wird aufgezeichnet, indem über eine Druckmessung die Änderung der Bauchspannung während einer Wehe bestimmt wird. [22]

Das CTG ist zur fetalen Herztonüberwachung fester Bestandteil der intrapartalen Überwachung von Mutter und Kind. In einem Niedrig-Risiko-Kollektiv kann dies mittels intermittierender Auskultation und maternaler Palpation erfolgen. [1]

Können die Voraussetzungen für die intermittierende Auskultation (siehe Kapitel 1.1) nicht erfüllt werden, und v.a. bei Vorliegen von Risikofaktoren, wird in Deutschland insbesondere das kontinuierliche CTG-Monitoring während der aktiven Wehen eingesetzt. Zu den Risikofaktoren zählen erhöhter maternaler Puls (> 120 SpM), erhöhte maternale Temperatur (> 38 °C), der V.a. auf ein Amnioninfektionssyndrom, eine frische vaginale Blutung, Anzeichen für Schwangerschaftsinduzierten Hypertonus oder eine Präeklampsie, die protrahierte Geburt, Dauerkontraktionen (> 60 sec.) oder die Anwendung eines Kontraktionsmittels (Oxytocin-Tropf). [1]

Mit der Einführung des CTGs in den 1970er Jahren ging die Hoffnung einer Verbesserung der fetalen Herztonableitung unter der Geburt und damit eine Senkung der neonatalen Morbidität durch Verhinderung von Asphyxien und Azidosen einher [7] . Mit dieser kontinuierlichen Methode wurde die intermittierende Auskultation weitestgehend abgelöst. Durch frühzeitiges Erkennen eines Sauerstoffmangels, sollte das fetale Überleben verbessert werden [45] .

Seit den 80er Jahren entstanden verschiedene Leitlinien, welche die Interpretation einheitlich machen sollten. Maßgeblich prägend hierfür waren die Empfehlungen des „American College of Obstetricians and Gynecologists“ (ACOG) sowie der „Fédération Internationale de Gynécologie et Obstétrique“ (FIGO) [2, 4].

1.1.2 Die fetale Mikroblutuntersuchung

Im Jahre 1961 entwickelte Erich Saling zusammen mit seinem Kollegen Kurt Damaschke ein neues Vorgehen, zur Messung der Sauerstoffsättigung des Feten bereits im Mutterleib unter der Geburt. Erich Saling hat die MBU zur intermittierenden Auskultation als Zusatzuntersuchung entwickelt. Diese Entwicklung geschah circa sechs Jahre vor der Entwicklung und Anwendung des kontinuierlichen CTGs. Während das CTG eine kontinuierliche Überwachung unter der Geburt darstellt, ist die MBU eine additive Untersuchung des fetalen Zustandes in bestimmten Situationen. [55, 56]

Die MBU ist analog der FIGO-Leitlinie oder auch der deutschen Leitlinie zur „Vaginalen Geburt am Termin“ dann empfohlen, sobald sich im CTG ein suspekter oder pathologischer Befund zeigt (siehe Tabelle 2) oder die Interpretation für das betreuende Personal erschwert oder nicht möglich ist. [1, 4]

Hierfür wird mit einem Amnioskop oder Spekulum das fetale Köpfchen eingestellt. Dies ist erst nach eröffneter Fruchtblase und ab einer Mindestweite des Muttermunds von zwei bis drei cm möglich. Nach Desinfektion und Reinigung des Skalps wird mit einer Lanzette ein kleiner, 2mm tiefer Einschnitt am fetalen Skalp durchgeführt und die austretenden Blutstropfen über eine Glaskapillare aufgezogen. Durch Benetzen des Skalps vor Inzision mit einem sterilen Paraffinöl wird die Oberflächenspannung verändert und fördert dadurch die Tropfenbildung des austretenden Blutes. Anschließend wird die Inzisionsstelle mit einem Stieltupfer komprimiert. [22]

Die Blutprobe kann an einem pH-Meter ausgewertet und der momentane pH-Wert sowie das Laktat im kindlichen Blut bestimmt werden. Analog der S3-Leitlinie ist entweder das Laktat oder der pH-Wert zu messen. In [1] wurde die in Tabelle 1 dargestellte Beurteilung der Laktat- und pH-Werte festgelegt.

Tabelle 1: Interpretationsempfehlung zur Beurteilung der in einer fetalen Mikroblutuntersuchung (MBU) gemessenen Laktat- und pH-Werte aus der S3-Leitlinie „Vaginale Geburt am Termin". [1]

Empfehlung mit Empfehlungsgrad A aus der S3-Leitlinie „Vaginale Geburt am Termin"		
Das Ergebnis der Fetalblutprobe soll mittels folgender Klassifikation bewertet werden:		
Laktat (mmol/l)	**pH**	**Beurteilung**
≤ 4,1	≥ 7,25	Normal
4,2 – 4,8	7,21 – 7,24	Grenzwertig
≥ 4,9	≤ 7,20	Pathologisch

Überwiegend wird in der Literatur und in deutschen Geburtskliniken als Entscheidungsgrundlage der in der MBU gemessene pH-Wert verwendet [1, 22, 28].

Ein gemessener pH-Wert ≥ 7,25 wird als normal eingestuft; es besteht vorerst kein Handlungsbedarf. Jedoch sollte bei weiterhin auffälligem CTG-Muster nach spätestens 60 Minuten eine erneute MBU empfohlen werden. [1]

Liegt der pH-Wert zwischen 7,20 und 7,25, besteht eine fetale Präazidose und eine kontinuierliche Überwachung mittels CTG, Behebung der reversiblen Ursachen für die Präazidose sowie die Wiederholung der MBU bei Zunahme der CTG-Veränderungen sind notwendig. Ist der gemessene pH-Wert ≤ 7,20 ist eine sofortige Entbindung per Sectio oder vaginal-operativ anzustreben. [1, 28]

Es gibt jedoch auch die Möglichkeit, das gemessene Laktat als Entscheidungsgrundlage zu verwenden. Daten, welche das fetale Outcome mit dem gemessenen Laktat und pH vergleichen, zeigen die Laktatmessung als ein empfindlicheres Diagnoseinstrument als die Bestimmung des pH-Wertes, um entweder einen Apgar-Score < 4 nach 5 Minuten oder eine moderate bis schwere hypoxisch-ischämische Enzephalopathie (HIE) vorherzusagen. [30]

Bei bis zu knapp 30% der MBU-Proben stimmen die Ergebnisse der pH-Werte nicht mit den Laktatwerten überein, d.h. die pH- und Laktat-Werte der gleichen Messung differierten in der Zugehörigkeit zur Kategorie normal, grenzwertig oder pathologisch. Faktoren, die mit dieser Diskordanz einhergingen, waren z.B. Mekonium im Fruchtwasser, MBU-Entnahme bei Muttermund vollständig dilatiert und Mehrfach-MBU-Entnahme. [47]

Ein geeigneter Grenzwert für die Laktatkonzentration im fetalen Kopfhautblut als Indikator für eine fetale Asphyxie könnte bei 4,8 mmol/L liegen [30].

1.1.3 Evidenzlage zum CTG

1.1.3.1 Internationale Leitlinien

In Amerika wird die Interpretation des CTGs auf Basis der Empfehlung des ACOG Practice Bulletin (Clinical management guidlines for obstetrician-gynecologists – klinische Management Empfehlungen) durchgeführt. Hierbei werden die CTG-Muster dreistufig eingeteilt [2] :

- *Kategorie I = normal*: die Grundfrequenz liegt zwischen 110 – 160 SpM. Es zeigt sich eine normale Oszillationsfrequenz, keine späten oder variablen Dezelerationen, gegebenenfalls sind aber frühe Dezelerationen und Akzelerationen vorhanden oder nicht.
- *Kategorie II = unklar*: es liegen Abweichungen von Kategorie I aber noch keine abnormalen Muster aus Kategorie III vor. Es können vorkommen:
    - Bradykardien ohne Oszillationsverlust
    - Fetale Tachykardie
    - eingeschränkte Oszillationsamplitude
    - Eingeengte Oszillation ohne rezidivierende Dezelerationen
    - Fehlen induzierter Akzelerationen (nach fetaler Kopfhautstimulation (FKS))
    - Rezidivierende variable Dezelerationen bei normaler Oszillationsfrequenz
    - Längere Dezelerationen von mehr als 2 Minuten, aber weniger als 10 Minuten
    - Wiederkehrende späte Dezelerationen mit eingeschränkter Oszillation
    - Variable Dezelerationen mit weiteren Merkmalen wie langsame Rückkehr zur Grundfrequenz, tachykarder Kompensation oder „Schultern“
- *Kategorie III = abnormal:* ein sinusförmiges Muster oder eine fehlende Oszillation plus eines der folgenden Merkmale:
    - Wiederkehrende späte Dezelerationen
    - Wiederkehrende variable Dezelerationen
    - Bradykardie

In Kanada wird anhand der intrapartalen Konsensus-Leitlinie der „Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada“ (SOGC) die Interpretation des CTGs durchgeführt. Die Empfehlungen basieren auf AGOC, NICE und des „National Health Service“ (NHS). Hier wird das CTG ebenfalls in drei Kategorien eingeteilt [17] :

- *Normal:* hier liegt kein Hinweis auf eine fetale Kompromittierung vor. Es zeichnet eine normale Uterine Wehentätigkeit auf (≤ 5 Kontraktionen in 10 Minuten), die Grundfrequenz ist zwischen 110 – 160 SpM und es liegt eine regelrechte Oszillationsamplitude zwischen 6 und 25 SpM vor. Akzelerationen können, müssen aber nicht spontan auftreten. Ebenso können Akzelerationen nach Skalp Stimulation aber keine Dezelerationen auftreten oder auch nur frühe unkomplizierte Dezelerationen.
- *Atypisch:* hier zeigt der Fet eine physiologische Reaktion auf den Geburtsstress. Es liegt eine Tachysystolie vor (> 5 Kontraktionen in 10 Minuten), die Grundfrequenz ist abgesunken auf 100 – 110 SpM oder angestiegen > 160 SpM für 30-80 Minuten, die Grundfrequenz ist angestiegen oder ist unregelmäßig wechselnd. Die Oszillation ist ≤ 5 SpM für 40-80 Minuten, es kommen selbst nach Skalp Stimulation keine Akzelerationen vor. Es können sich repetitive unkomplizierte Dezelerationen, vereinzelte komplizierte Dezelerationen, intermittierende späte Dezelerationen oder vereinzelte prolongierte Dezelerationen ≥ 2 aber < 3 Minuten zeigen.
- *Abnormal:* hier kann beim Fet bereits eine Kompromittierung vorliegen. Hier liegt eine Tachysystolie vor, die Grundfrequenz ist < 100 SpM oder > 160 SpM oder es kann keine Grundfrequenz festgelegt werden. Die Oszillation ist < 5 für 80 Minuten oder > 25 SpM für 10 Minuten oder Sinusoidal. Hier liegen keine Akzelerationen mehr vor, aber Dezelerationen mit folgenden möglichen Mustern: repetitiv komplizierte Dezelerationen, wiederholt späte Dezelerationen oder auch einmalige verlängerte Dezeleration ≥ 3 Minuten aber <10 Minuten.

In Neuseeland und Australien wird anhand des „Royal Australian and New Zealand College of Obstetricians and Gynaecologists“ (RANZCOG) die Empfehlungen zur CTG-Interpretation gegeben. Diese gliedern die CTG-Muster in normal, abnormal mit Empfehlung zur erneuten Evaluation der Geburts-Situation oder abnormal mit sofortiger Entbindungsindikation. [48]

- *Normal*: hier ist das CTG-Muster mit einer geringen Wahrscheinlichkeit einer fetalen Beeinträchtigung verbunden und weist folgende Merkmale auf: Grundfrequenz zwischen 110 – 160 SpM, dabei eine Oszillationsfrequenz zwischen 6 und 25 SpM. Zudem liegen Akzelerationen vor und es zeigen sich keine Dezelerationen.
- *Abnormal ohne fetale Beeinträchtigung:* eine fetale Beeinträchtigung ist unwahrscheinlich, wenn nur einzelne Auffälligkeiten isoliert auftreten: Absinken der

Grundfrequenz auf zwischen 100 – 110 SpM, Oszillationsfrequenz zwischen 3 – 5 SpM, das Fehlen von Akzelerationen, Auftreten von frühen Dezelerationen oder unkomplizierte variable Dezelerationen.

- *Abnormal mit Möglichkeit einer signifikanten fetalen Beeinträchtigung:* hier soll auf Grund der Möglichkeit des Vorliegens einer signifikanten fetalen Beeinträchtigung reversible Ursachen behoben und sonst eine weitere Diagnostik eingeleitet werden: bei Vorliegen einer fetalen Tachykardie > 160 SpM, einer steigenden Grundfrequenz oder dem Auftreten von komplizierten variablen, späten oder verlängerten (1,5 – 5 Minuten) Dezelerationen.
- *Abnormal mit hoher Wahrscheinlichkeit einer signifikanten fetalen Beeinträchtigung:* hier soll auf Grund der hohen Wahrscheinlichkeit einer signifikanten fetalen Beeinträchtigung eine sofortige Handlung oder Entbindung durchgeführt werden: Auftreten einer fetalen Bradykardie > 5 Minuten, Oszillationsverlust < 3 SpM, sinusoidales Muster oder komplizierte oder späte Dezelerationen mit Oszillationsverlust.

In England wird gemäß der Leitlinie des „National Institute for Health and Care Excellence“ (NICE) die CTG-Interpretation empfohlen. Die NICE-Leitlinie hat ihre Empfehlungen auf Basis der physiologischen CTG-Interpretation (PCI) von Prof. Chandraharan angepasst (siehe Kapitel 1.3.1). Hier wird anhand von 4 Merkmalen (Kontraktionen, fetale Grundfrequenz, Oszillationsamplitude, Dezelerationen) das CTG als weiß, gelb oder rot (was einen zunehmenden Grad an Besorgnis anzeigt) bildhaft markiert. Um das CTG endgültig in normal (keine gelben oder roten Auffälligkeiten), suspekt (eine gelbe Auffälligkeit) oder pathologisch (eine rote oder ≥ 2 gelbe Auffälligkeiten) zu klassifizieren wird zudem das Vorhandensein von Akzelerationen mit einbezogen. [40]

- *Weiße CTG-Merkmale:*
  - Wehen: < 5 Kontraktionen in 10 Minuten
  - stabile Grundfrequenz von 110 – 160 SpM
  - Oszillation zwischen 5 – 25 SpM
  - Keine, frühe oder unkomplizierte variable Dezelerationen
- *Gelbe CTG-Merkmale:*
  - Wehen: ≥ 5 Kontraktionen in 10 Minuten
  - Grundfrequenz-Anstieg um ≥ 20 SpM zur Ausgangsfrequenz

- Grundfrequenz zwischen 100 – 109 SpM
- Unklare Grundfrequenz
- Oszillation < 5 SpM für 30 – 50 Minuten oder > 25 SpM für max. 10 Minuten
- repetitive variable komplizierte Dezelerationen weniger als 30 Minuten oder variable komplizierte Dezelerationen für mehr als 30 Minuten oder repetitive späte Dezelerationen für weniger als 30 Minuten

Komplizierte Dezeleration sind wie folgt definiert: > 60 Sekunden Dauer, Oszillationsverlust, nur langsame Rückkehr zur vorangegangenen Grundfrequenz oder Verlust der zuvor vorhandenen Schulterbildung.

- *Rote CTG-Merkmale:*
  - Grundfrequenz < 100 SpM oder > 160 SpM
  - Oszillation < 5 SpM für mehr als 50 Minuten oder > 25 SpM für mehr als 10 Minuten oder sinusoidales Muster
  - repetitive variable, komplizierte Dezelerationen über mehr als 30 Minuten oder repetitive späte Dezelerationen über mehr als 30 Minuten oder akute Bradykardie oder eine einzelne verlängerte Dezeleration von ≥ 3 Minuten

Akzelerationen:

- das Vorhandensein von Akzelerationen auch bei reduzierter Oszillation ist ein Zeichen, dass keine fetale Kompromittierung vorliegt
- das Fehlen von Akzelerationen bei einem sonst als normal klassifizierten CTG weist im Gegensatz hierzu nicht auf eine fetale Azidose hin

1.1.3.2 Deutsche Leitlinie

Bisher ist in Deutschland die Interpretation des CTGs nach der FIGO-Leitlinie mit entsprechendem Verweis in der S3-Leitlinie „Vaginale Geburt am Termin“ Standard. Die FIGO-Leitlinie wurde in den 1980er Jahren entwickelt und zuletzt 2015 aktualisiert. Das intrapartale CTG wird in normale, suspekte und pathologische Muster kategorisiert und je nach Einteilung werden verschiedene Handlungsanweisungen vorgegeben (siehe Tabelle 2). Beurteilt wird hier die Baseline, also die Grundfrequenz, welche der Fet über die Dauer des CTGs einhält. Eine Dezeleration ist definiert als ein Abfall der fetalen Grundfrequenz von über 15 SpM über mindestens 15 Sekunden. Eine

Akzeleration ist definiert als ein Anstieg der fetalen Grundfrequenz von über 15 SpM über mindestens 15 Sekunden. [1]

Tabelle 2: FIGO Score zur Beurteilung eines Kardiotokogramms (CTG) aus der S3-Leitlinie „Vaginale Geburt am Termin" [1]

<table>
<tr><td colspan="4">Klassifikation der fetalen Herzfrequenz nach FIGO aus der S3-Leitlinie „Vaginale Geburt am Termin"</td></tr>
<tr><td></td><td>Normal</td><td>Suspekt</td><td>Pathologisch</td></tr>
<tr><td>Baseline</td><td>110 – 160 SpM</td><td rowspan="3">es fehlt ein normales Merkmal, es liegt aber kein pathologisches Merkmal vor</td><td>< 100 SpM</td></tr>
<tr><td>Oszillation</td><td>5 – 25 SpM</td><td>eingeschränkte oder erhöhte Oszillation, sinusoidales Muster</td></tr>
<tr><td>Dezelerationen</td><td>keine repetitiven* Dezelerationen</td><td>repetitive späte oder prolongierte Dezelerationen > 30 Minuten (bei reduzierter Oszillation > 20 Minuten), Prolongierte Dezeleration > 5 Minuten</td></tr>
<tr><td>Interpretation</td><td>keine Hypoxie / Azidose</td><td>Hypoxie / Azidose unwahrscheinlich</td><td>Hohes Risiko für Hypoxie / Azidose</td></tr>
<tr><td>Klinisches Management</td><td>keine Intervention erforderlich</td><td>Konservative Maß-nahmen: Korrektur reversibler Ursachen, engmaschige Überwachung, weitere Diagnostik</td><td>Konservative und / oder invasive Maßnahmen: Sofortige Korrektur reversibler Ursachen, weitere Diagnostik oder (falls nicht möglich) rasche Entbindung</td></tr>
<tr><td colspan="4">*Dezelerationen gelten als repetitiv, wenn sie mit > 50 % der Kontraktionen auftreten. Das Fehlen von Akzelerationen während der Geburt ist von unklarer Bedeutung.</td></tr>
</table>

Wie in Tabelle 2 dargestellt, gilt eine Grundfrequenz zwischen 110 – 160 SpM, eine Oszillationsamplitude zwischen 5 – 25 SpM und das Fehlen von Dezelerationen nach der FIGO-Leitlinie als *normal*. Hier zeigt der Fet keine Anzeichen für eine Hypoxie oder Azidose.
Als *suspekt* gilt ein CTG, wenn eines der normalen Parameter fehlt. Dies bedeutet eine niedrige Wahrscheinlichkeit für eine Hypoxie und reversible Ursachen hierfür sollen geändert werden, wie zum Beispiel Umlagerung der Frau, Sauerstoffgabe, weitere CTG-Überwachung (siehe Tabelle 2).
Bei *pathologischen* Veränderungen wie einer Grundfrequenz unter 100 oder über 160 SpM, einer Oszillationsamplitude < 5 oder > 25 SpM oder verschiedene Arten von Dezelerationen liegt eine

hohe Wahrscheinlichkeit für eine fetale Hypoxie vor. Analog Tabelle 2 wird hier zur sofortigen Handlung aufgerufen, entweder durch Behebung reversibler Ursachen, zusätzlichen Methoden zur Beurteilung der fetalen Oxygenierung wie z.B. durch eine MBU oder, falls dies nicht möglich ist, die sofortige Entbindung. [1, 4]

1.1.3.3 Evidenz und Datenlage

Die Sectiorate lag bei Einführung des CTGs 1967 in Deutschland bei ca. 3,3 %. Diese hat sich von 15,3 % im Jahr 1991 bis ins Jahr 2023 auf 32,6 % verdoppelt [15] , die Rate der instrumentellen vaginalen Entbindungen, wie Vakuumextraktionen (VE) oder Zangengeburten auf derzeit 6,9 % erhöht [1] .

Die Sensitivität des CTGs für eine Hypoxieentstehung liegt zwischen 80 – 91 %. Jedoch ist die Spezifität des CTGs nur zwischen 9 und 63 % angegeben. Hier zeigen sich oft falsch-positive Befunde. In nur etwa 15 – 20 % der als pathologisch klassifizierten CTGs zeigen sich Azidosen bei Geburt. Der negative Vorhersagewert ist dagegen mit 80 bis 96 % sehr hoch. [18, 62]

Desweiteren wurde in einer Studie von Larma et al. erarbeitet, dass das CTG mit nur 66,7% einen geringen positiven Vorhersagewert für die Entwicklung einer intrapartalen Hypoxie aufweist [21, 32] . Circa 40 bis 60% der Feten mit einem abnormalen CTG zeigen Anzeichen für eine metabolische Azidose [7] , zudem ist die Intra- und Interobserver-Variabilität enorm hoch [16] .

Eine skandinavische Studie zeigte bei der Klassifizierung anhand FIGO und dem anschließend klinischen Management von intrapartalen CTGs, die als nicht eindeutig interpretiert wurden und eine Indikation zur MBU gegeben war, eine schlechte Inter-Observer-Variabilität und eine mittelmäßige Intra-Observer-Variabilität. [53]

Die ACOG-Empfehlungen beschreiben ebenfalls eine hohe Inter- und Intra-Observer-Variabilität. In nur 22 % der Fälle stimmten Geburtshelfer bei Interpretation derselben CTGs im Abstand von zwei Monaten überein. In einer anderen Studie interpretierten fünf Gynäkologen unabhängig voneinander 150 CTGs und zeigten in nur 29 % Übereinstimmung in der Interpretation. [2, 41]

Eine aktualisierte Cochrane Analyse aus dem Jahr 2017 zeigte, dass es seit der Etablierung des CTGs unter Geburt und der Anwendung der FIGO-Guidelines weder zu einer Reduktion neonataler Mortalität noch zu einer Verhinderung von infantilen Zerebralparesen gekommen ist. In Anbetracht der Ergebnisse empfehlen die Autoren der Cochrane-Analyse, Frauen darüber aufzuklären, dass die Anwendung eines CTGs während der Geburt mit einer erhöhten

Wahrscheinlichkeit für eine Sectio caesarea oder eine vaginale operative Entbindung verbunden ist. [3]

Berichte einer englischen Perinatal-Statistik über Geburten von reifen Neugeborenen zwischen 2016 und 2021 in England zeigen, dass 29 % der perinatalen Todesfälle und schweren hypoxisch-ischämischen Hirnschäden auf CTG-Fehlinterpretationen zurückzuführen waren. [49, 57]

Ein weiteres Programm des NHS in England ist das "Early Notification scheme", ein nationales Register zur frühzeitigen Meldung von Neugeborenen mit potenziell schweren hypoxisch-ischämischen Hirnschäden nach einer Geburt. Aus dem letzten Bericht des NHS geht hervor, dass bei 70 % der Babys, die mit einer Hirnschädigung geboren wurden, Probleme mit der fetalen Überwachung in irgendeiner Form auftraten. Daran hatten in 63 % der Fälle mehrere Probleme Anteil. Meistens war dies die Verzögerung der Reaktion auf ein suspektes bzw. pathologisches CTG, auf eine abnormale fetale Herzfrequenz bei der intermittierenden Auskultation, die Verzögerung zur Eskalation in der Geburtsbetreuung oder die falsche Interpretation des CTGs. [38]

In ähnlicher Weise wurden in einer landesweiten deskriptiven Studie in Schweden schwerwiegende Asphyxie-bedingte Folgen bei Neugeborenen erfasst, die ab der 33. Schwangerschaftswoche (SSW) geboren wurden. In 71 % der Fälle wurden die Anzeichen einer entstehenden fetalen Asphyxie nicht beachtet. [8]

Eine europäische Studie untersuchte, ob das Wissen über das fetale Outcome die retrospektive Interpretation des CTGs und die anschließenden Managementempfehlungen beeinflusst. Den Geburtshelfern von sieben europäischen Universitätskliniken wurden online CTGs zur Interpretation vorgelegt und diese gebeten eine Handlungsempfehlung analog der NICE-Leitlinie abzugeben. 75 % der Teilnehmer wurden zwei Monate später gebeten, dieselben CTGs noch einmal zu interpretieren, diesmal mit Informationen über den pH-Wert aus der Nabelschnurarterie des Neugeborenen. Es zeigte sich, dass die Geburtshelfer bei zusätzlicher Information über ein ungünstiges fetales Outcome das CTG als deutlich pathologischer interpretierten und invasivere Handlungsempfehlungen abgaben. [51]

Heterogene Scores über Jahre in verschiedenen Ländern machen einen Vergleich schwer und es kann kein eindeutiger Score als der Gold-Standard empfohlen werden. Diese Zahlen regen dazu an, die CTG-Interpretation anhand einer Mustererkennung gemäß der FIGO-Richtlinie zu hinterfragen und diese zu überarbeiten. Das physiologische Verständnis über den fetalen Organismus und seine Reaktion auf hypoxischen Stress sowie das gesamte klinische Bild mit

maternalen Grunderkrankungen, Schwangerschafts-assoziierten Erkrankungen oder fetalen Entwicklungsstörungen werden nicht ausreichend berücksichtigt. [45, 52]
Dies führt zu einer hohen falsch-positiven Rate, was sich in der genannten Zunahme unnötiger Interventionen, insbesondere bei der MBU, niederschlagen kann, ohne eine Verbesserung des neonatalen Outcomes zu erzielen. [45]

1.1.4 Evidenzlage zur MBU

1.1.4.1 Internationale Daten

In der Leitlinie der ACOG gibt es nur eine sanfte Empfehlung zur Durchführung einer MBU:
Wenn das CTG einer Kategorie III zugeordnet wird, kann eine MBU durchgeführt werden. Jedoch ist zu betonen, dass die Stimulation des fetalen Skalps (FKS), die weniger invasiv ist, ähnliche Informationen über die Wahrscheinlichkeit einer fetalen Azidose liefert wie der pH-Wert der Kopfhaut. [2]
Die Empfehlung der SOGC ist eine MBU durchzuführen, wenn ein atypisches oder abnormales CTG-Muster vorliegt und intrauterine Reanimationsversuche nicht erfolgreich waren, eine unklare Interpretation herrscht oder eine FKS zu keiner fetalen Herztonbeschleunigung geführt hat. [17]
Nach den Empfehlungen von RANZCOG soll in Kliniken mit CTG-Dauerüberwachung auch die Möglichkeit der Durchführung einer MBU gegeben sein. Diese soll durchgeführt werden, wenn der Fet unklare CTG-Veränderungen zeigt und eine MBU zu keiner unnötigen Verzögerung der Geburt führt. [48]
Die NICE-Guideline hat die Empfehlung zur MBU zurückgenommen, da es aktuelle Hinweise gibt, dass die MBU das fetomaternale Outcome im Vergleich zum CTG allein oder im Vergleich zum CTG in Kombination mit FKS nicht verbessert. In der NICE Guideline wird vorerst noch auf den Abschluss einer Studie verwiesen, in welcher die FKS mit der MBU verglichen wird. [36, 40]

1.1.4.2 Deutsche Daten

In der deutschen Leitlinie „Vaginale Geburt am Termin“ ist die CTG-Interpretation nach dem FIGO-Score empfohlen, jedoch steht zudem beschrieben, dass begleitende beeinflussende

maternale Faktoren (wie Vitalparameter, subjektives Empfinden, Medikamenteneinnahme, Wehenfrequenz) und fetale Faktoren (wie blutiges oder grünes Fruchtwasser, Geburtsfortschritt, MBU-Werte) zu berücksichtigen sind. Die MBU wird sowohl bei erschwerter oder unklarer Interpretation eines CTG-Musters als auch bei Vorliegen eines suspekten oder pathologischen Befunds im CTG empfohlen. [1]

Weiter steht in der FIGO-Leitlinie beschrieben, dass bei fehlendem Hinweis eines pathologisches CTG auf ein schweres oder akutes Ereignis sofortige Maßnahmen ergriffen oder die sofortige Entbindung angestrebt werden soll. Hier wird keine MBU mehr empfohlen, da diese eine weitere Verzögerung der Entbindung verursachen kann. [64]

1.1.4.3 Evidenz und Risiken der MBU

Daten zeigen, dass die MBU weder mit einer Verringerung der instrumentellen vaginalen Entbindung korreliert noch zu einer verbesserten langfristigen neonatalen Morbidität beiträgt [3, 13] . In einer Studie von Dumler et al. zeigte sich, dass nur ¼ der peripartal entstandenen Azidosen durch ein pathologisches CTG angekündigt wurden, und deshalb vorher gar keine MBU in Erwägung gezogen wurde [18] .

Weiters wird sogar deutlich auf den Zeitverzug hingewiesen, welcher durch die Durchführung einer MBU im klinischen Alltag entsteht, bevor die Entscheidung zur Entbindung gestellt wird [40] .

Tuffnell et al. zeigte in einer Studie mit 100 durchgeführten MBUs, dass die Zeit der Durchführung einer MBU von der Entscheidung zur MBU bis zum Testergebnis im Median bei 18 Minuten lag. In 39,5 % lag die Zeit sogar über 20 Minuten und in 9 % über 30 Minuten von der Entscheidung bis zum Testergebnis. [63]

Im Jahr 2010 veröffentlichte eine weitere Arbeitsgruppe aus England, dass sich die MBU nicht als Goldstandard zur Diagnostik einer fetalen Hypoxie oder Azidose eignet. Auf Basis einer umfassenden Literaturrecherche wurde dargelegt, dass sich kein signifikanter Unterschied des pH-Wertes aus der Nabelschnurarterie bei einer Spontangeburt (SPP) zeigte, wenn eine MBU zusätzlich zum CTG durchgeführt wurde statt nur einem CTG ohne MBU. [33]

Ein Literatur-Review aus den Niederlanden berichtete zudem über die seltenen, aber möglichen Komplikationen einer MBU, die jedem Geburtshelfer allgegenwärtig sein sollten. In einem Fall zeigte sich postpartal die MBU-Inzision tief am Rand der hinteren Fontanelle, welche 4 Schichten

durchtrennt hatte, inklusive der Dura Mater und der Arachnoidea Mater. In diesem Fall kam es zum Liquor-Leck auf Grund einer MBU, der MBU pH lag bei 7,31. [58]
Im selben Review wurde von 23 Fällen exzessiver fetaler Blutungen aus der MBU-Inzisionsstelle berichtet, wovon sechs Fälle auf einer vorher nicht bekannten fetalen Blutgerinnungsstörung basierten, von denen drei Feten postpartal verstarben. Zu betonen ist, dass bei zwei dieser drei Feten die Gerinnungsstörung zu Blutungen in verschiedenen Organen führte und sie deshalb verstarben. [35]
In vier dokumentierten Fällen wurden Skalpabszesse nach einer MBU beschrieben. Bei einem davon wurde E. coli isoliert, welcher sich auch maternal angesiedelt hatte, sodass der Übertragungsweg am ehesten die MBU-Durchführung gewesen scheint. [66]
In weit zurück liegenden Fällen (vor 1973) wurde zudem auch von abgebrochenen Skalpellen mit Verbleib im fetalen Skalp beschrieben. [54]
Bereits im Eid des Hippokrates, aber auch aktuelleren Deklarationen des Weltärztebundes, sind Ärztinnen und Ärzte dazu angehalten, den Kranken und Patientinnen keinen Schaden zuzufügen. Die MBU-Komplikationsrate liegt zwischen 0,4 und 6 % und fällt somit insgesamt gering aus. Jedoch ist nicht zu vergessen, dass schwerwiegende Komplikationen beschrieben sind. [5, 35]

1.2 Change-Management

1.2.1 Change-Management in Kliniken

Die Einführung einer neuen Methode in ein laufendes System erfordert Zeit und präzise geplante Vorbereitung und ist eine anspruchsvolle Aufgabe.
Um die Einführung einer Neuerung in ein laufendes System bestmöglich zu gestalten, haben verschiedene Studien gezeigt, dass ein mehrstufiges Konzept wirksam ist. Die genannten Schritte sind: primär die Problemerkennung und Unterstützung zur Verbesserung dessen von Anfang an. Weiters das Studieren, Entwerfen und Planen eines guten Umstellungsprozesses, zudem die Bereitschaft zur Beteiligung an der Umsetzung unter der Berücksichtigung der Anforderungen der Führungskräfte, sowie letztlich die finale Umsetzung, Bewertung der Umsetzung mit regelmäßiger Rückmeldung und Stabilisierung der neuen Methode. [61, 67]
Änderungen der Standardarbeitsanweisungen (SOP) und des klinischen Managements bringen Unsicherheit mit sich und können Ängste auslösen. Zudem gibt es typische Barrieren wie

fehlende Ressourcen (Zeit, Personal, Budget), unzureichende Kommunikation und Widerstand aufgrund von Unsicherheit oder Überforderung [23] .

Dies ist gefährlich, da Unsicherheit und Überforderung zu Fehlentscheidungen führen können, die gerade in einer Abteilung wie der Geburtshilfe, in der Entscheidungen das Leben eines ungeborenen Kindes und seiner Familie betreffen, verheerend sein können.

William Bridges richtet den Fokus stärker auf die individuelle Ebene des Wandels. Er versteht Veränderung in Gesundheitsorganisationen als einen persönlichen Übergangsprozess, bei dem Individuen eine alte Identität hinter sich lassen und schrittweise eine neue Rolle und Selbstwahrnehmung entwickeln müssen. Dieser Übergang vollzieht sich in drei Phasen: dem Loslassen, einer neutralen Zwischenphase der Neuorientierung und schließlich dem Neubeginn. [10]

Nach John Kotter umfasst Change-Management im Gesundheitssystem sowohl eine emotionale als auch eine situative Dimension. Die Strategien zur erfolgreichen Bewältigung beider Aspekte sind in seinem achtstufigen Veränderungsmodell verankert. Dieses reicht von der Schaffung eines Dringlichkeitsbewusstseins, dem Aufbau eines schlagkräftigen Führungsteams und der Entwicklung einer überzeugenden Vision über die kommunikative Verankerung der Veränderung und die Beseitigung von Handlungshindernissen bis hin zur Generierung kurzfristiger Erfolge, der Vermeidung von Rückschritten und der nachhaltigen Verankerung des Wandels. [10]

1.2.2 Change-Management in dieser Arbeit

Diese Arbeit befasst sich mit der Auswirkung eines eintägigen CTG-Trainings auf unsere klinischen Arbeitsabläufe in der Geburtshilfe, sowie den Einfluss dadurch auf fetomaternale Outcome-Parameter unter und nach Geburt (siehe 1.3.2). In dem Beobachtungszeitraum dieser Arbeit kam es noch zu keiner Umstellung unserer SOPs. Die Arbeit dient vielmehr der Grundlage und Re-Evaluation, ob CTG-Trainings – und folglich damit einhergehenden Änderungen der SOPs – keinen Schaden an Mutter und Kind bedingen und somit ethisch vertretbar umgesetzt werden können. Weiters ist dies die Grundlage für zukünftige Arbeiten zu diesem wichtigen Thema und soll zeigen, ob die Weiterbildung in der PCI fortzusetzen und die Umsetzung in der geburtshilflichen Abteilung mit einem präzise definierten Change-Management zu planen ist.

1.3 Hintergrund und Fragestellung

Ein umfassenderes Verständnis der fetalen Hypoxieentstehung und des fetalen kardiozirkulatorischen Kompensationsmechanismus von Stress unter der Geburt analog der PCI, führt zu einer höheren Sicherheit in der Einschätzung des fetalen Zustandes unter der Geburt.

1.3.1 Die physiologische CTG-Interpretation

Die PCI ist in den 2000ern stark durch Prof. Edwin Chandraharan inauguriert worden. Prof. Chandraharan ist Direktor der Global Academy of Medical Education & Training in London, welcher sich als Ziel gesetzt hat, dass jeder Fet ohne abwendbaren Schaden durch eine CTG Missinterpretation geboren wird. Durch CTG-Fehlinterpretationen können fetale Stresssituationen unerkannt bleiben und in einer Hypoxie, Azidose oder im schlimmsten Fall einem hypoxischem Hirnschaden resultieren.
Basierend auf einem tiefgreifenden Verständnis der physiologischen Prozesse im fetalen Kreislauf und den fetalen Kompensationsmechanismen auf hypoxischen Stress, hat die PCI das Ziel, den Stress des Feten im CTG zu erkennen, zu verstehen und zu reduzieren. Der Vorteil gegenüber einer reinen Mustererkennung besteht darin, dass Anpassungen in der Geburtsbetreuung auf Basis des klinischen Kontextes wie Schwangerschaftskomplikationen, mütterliche Begleiterkrankungen, Schwangerschaftsalter, Verdacht auf Chorioamnionitis, Mekonium etc. durchgeführt werden, da ein vollständiges klinisches Bild vorliegt. [45]

Seither wurde in den meisten britischen Krankenhäusern aufgrund eines raschen Rückgangs der Rate an HIE Grad 2 und 3 um 75% innerhalb 6 Jahren die PCI eingeführt [57] . Auf dieser Grundlage hat das NICE seine Leitlinien angepasst, indem es sich der Physiologie zuwandte, um die fetalen Herztonmuster besser zu interpretieren und keine FBS mehr empfiehlt [40, 57] .
Seit 2021 wird vom *Royal Collage of Obstetrics and Gynaecologists* (RCOG) die PCI der FIGO- und NICE- Guidelines gleichgestellt. Prof. Chandraharan bietet seit Jahren internationale CTG-Schulungen als „CTG-Masterclass“ an.

1.3.1.1 Fetale Kardioregulation

Die PCI zielt darauf ab, hypoxische Schäden und Asphyxie während der Geburt zu verhindern, indem die Prinzipien der fetalen Physiologie verstanden werden. Ein Fet verfügt über mehrere Kompensationsmechanismen, um auf einen reduzierten Sauerstoffgehalt zu reagieren. Durch die Aktivierung der Barorezeptoren und Chemorezeptoren wird die fetale Herzfrequenz angepasst, und ein Katecholaminschub kann systemische Reaktionen auslösen, um die Sauerstoffaufnahme zu optimieren und eine Übersäuerung bis zu einem gewissen Grad zu kompensieren. Ist dieser Grad überschritten, ist ein Anstieg der Azidose zu beobachten. [12]

Mechanischer Stress wie Kopf- und Nabelschnurkompression und hypoxischer Stress wie utero-plazentare Insuffizienz beeinträchtigen den Feten während der Wehen. Durch die systemischen Reaktionsmechanismen, wie zum Beispiel Verlangsamung der Herzfrequenz in Zeiten geringerer Sauerstoffzufuhr oder Katecholaminausschüttung zur Erhöhung der Herzleistung, wird eine Kompensation des Stresses versucht. Dies lässt sich auf dem CTG als Dezelerationen bzw. als Anstieg der fetalen Grundfrequenz erkennen. [28]

Der Wechsel zwischen verschiedenen Verhaltenszuständen, wie dem Schlaf-Wach-Rhythmus, oder zwischen Aktivität und Ruhephase, nennt sich „Cycling“. Wenn der Fet zwischen verschiedenen Verhaltenszuständen wechseln kann, ist dies ein Kennzeichen für die neurologische Reaktionsfähigkeit des Feten und somit das Fehlen einer Hypoxie/Azidose. Je nach Zeit und Entstehung werden verschiedene Arten von Hypoxie unterschieden: akute, subakute, sich allmählich entwickelnde und chronische Hypoxie. [11]

Das Antizipieren des nächsten Dekompensationsschrittes des Feten und dann das rechtzeitige Treffen einer Entscheidung, ob eine Intervention zur Verringerung des Stress notwendig ist oder nicht, bilden das Hauptziel der PCI [12] .

1.3.1.2 Klinisches Bild

Es soll das gesamte klinische Bild der individuellen Situationen von Mutter und Fet mitberücksichtigt werden. Daten wie Schwangerschaftsalter, vorgeburtliche Ereignisse, frühere CTG-Aufzeichnungen, die aktuelle klinische Situation (z. B. Blutungen, hyperfrequente Wehen) und die aktuelle Fähigkeit und Reserven des Feten zur Kompensation der zusätzlichen Belastung sollten immer in die Entscheidungsfindung während der Betreuung unter der Geburt mit einfließen. Je nach Situation sind verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Umstände

möglich. Hierzu müssen reversible von irreversiblen Stresssituationen unterschieden werden. Reversible Ursachen können korrigiert werden, wie zum Beispiel die Reduktion der hyperfrequenten Wehen durch Wehenhemmung, Aufhebung der aortokavalen Kompression durch Umlagerung der Frau oder Stabilisierung einer plötzlichen mütterlichen Hypotonie durch Flüssigkeits- oder Medikamentengabe. Irreversible Ursachen sind akute geburtshilfliche Notfallsituationen, wie beispielsweise ein Nabelschnurvorfall, eine vorzeitige Plazentalösung oder eine Uterusruptur und erfordern eine sofortige Entbindung. [11]

1.3.2 Fragestellung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Auswirkungen eines eintägigen CTG-Trainings auf das intrapartale Management zu untersuchen. Konkret soll beantwortet werden, ob eine solche kurze Schulungsmaßnahme unbeabsichtigt zu Unsicherheiten führen oder die Handlungsschritte in der täglichen Praxis verändern könnte, und ob sich folge dessen Veränderungen an den Raten der Mikroblutuntersuchungen, eiligen sekundären Sectiones oder operativ vaginalen Entbindungen auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTG zeigen.

Als sekundäre Ziele sind Vergleiche von neonatalen und maternalen Parameter zwischen den beiden Zeitintervallen (vor und nach dem CTG-Training) angestellt worden, ob sich das eintägige CTG-Training auf die Standard-Arbeitsanweisungen auswirkt, ohne dass sich das fetale Outcome – bestimmt durch Apgar-Wert, Nabelschnurarterien-pH-Wert und Anzahl der Tage auf der Neugeborenenintensivstation (NICU) – verschlechtert. Ebenso soll untersucht werden, ob sich das zusätzliche Wissen zum fetalen Organismus positiv auf das maternale Outcome auswirkt.

2 Material und Methoden

2.1 „CTG-Masterclass“ im November 2019

Im November 2019 fand die erste „CTG-Masterclass“ an der Universitätsfrauenklinik Ulm unter Leitung durch Prof. Edwin Chandraharan statt, welcher durch seine Kollegin Dr. Mareike Bolten unterstützt wurde. Prof Chandraharan war zu dieser Zeit der Leiter der Sektion Geburtshilfe am St. George’s University Hospital in London. Er und Dr. Bolten sind Mitglieder der Fakultät der physiologischen CTG-Masterclass aus Großbritannien. Am 04. und 05. November 2019 konnten alle Geburtshelferinnen/-helfer und Hebammen der Universitätsfrauenklinik Ulm jeweils einen Tag an der CTG-Fortbildung teilnehmen. Hier nahmen jeweils 40 Ärztinnen und Ärzte, sowie 29 Hebamme teil.
Nach der CTG-Schulung wurde weiterhin die intrapartale CTG-Interpretation anhand des FIGO-Scores durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte keine konkrete Änderung an den klinischen Abläufen und unserer SOPs, jedoch sollte sich das Verständnis für das Verhalten der fetalen Herzfrequenz im CTG-Muster vertiefen.

2.1.1 Aufbau und Inhalte

Die Fortbildung im November 2019 bestand aus einem acht-stündigem Kurs über die PCI. An diesen zwei Tagen wurde das gesamte geburtshilfliche Team der Universitätsfrauenklinik Ulm unterrichtet. Die „CTG-Masterclass“ adressierte dabei die folgenden Fachthemen:

- Freund oder Feind - ist das CTG die richtige fetale Überwachung?
- Forensische Aspekte bei der Überwachung der fetalen Herzfrequenz
- Paradigmenwechsel – von der "Mustererkennung" zur physiologischen CTG-Interpretation
- Grundlegende Lehre über die fetale Oxygenierung im fetalen Kreislauf und Verständnis der fetalen Herzfrequenz hinter den CTG-Mustern
- Verschiedene pathologische CTG-Muster: Sinusoidales und saltatorisches CTG, sowie der Einsatz des CTG bei einem Frühgeborenen
- Differenzierung der verschiedenen Arten der intrapartalen Hypoxie: Dekompensations- und Kompensationszeichen im CTG durch den Feten

- Einbeziehung des gesamten klinischen Bildes einschließlich individueller Bedingungen von Mutter und Kind in die CTG-Beurteilung: Mekonium, Chorionamnionitis und die Verwendung von Oxytocin
- Interaktive Falldiskussion mit Fällen aus Ulm und London

2.2 Untersuchungskollektiv

2.2.1 Einschlusskriterien

Da sich die CTG-Schulung auf CTG-Veränderungen konzentrierte, liegt der Fokus der Untersuchungen dieser Arbeit auf intrapartalen Interventionen aufgrund eines suspekten oder pathologischen CTGs.
Das Untersuchungskollektiv dieser Studie umfasst alle Geburten, die zwischen dem 04.05.2019 und dem 05.05.2020 stattfanden. In das Untersuchungskollektiv wurden alle Einlingsschwangere ab der 37+0 SSW aufgenommen, welche einen SPP anstrebten. In einer Subgruppenanalyse wurde untersucht, wenn ein suspektes oder pathologisches CTG zu einer ungeplanten operativen Entbindung führte. Zu ungeplanten operativen Entbindungen zählten in dieser Zeitperiode VE, Not- oder eilige Sectiones oder sekundäre Sectiones.

2.2.2 Ausschlusskriterien

Alle Geburten, die durch eine geplante primäre Sectio oder einer vaginal-operativen Geburtsbeendigungen auf Grund eines nicht CTG-bezogenen Entbindungsgrundes beendet wurden, wurden vom Untersuchungskollektiv ausgeschlossen. Weiters wurden Schwangere mit einem antepartalen intrauterinen Fruchttod (IUFT) ausgeschlossen.

2.2.3 Beobachtungszeitraum

Um kurzfristige Veränderungen im intrapartalen Management nach der „CTG-Masterclass“ zu beschreiben, wurde ein Beobachtungszeitraum von sechs Monaten vor und nach der Schulung gewählt. Das Gesamtkollektiv dieser Studie umfasst daher alle Geburten zwischen dem 04.05.2019 und dem 05.05.2020.

Für weitergehende Untersuchungen wurde in Vorbereitung dieser Arbeit ein Zeitraum von 29 Monaten vor und nach dem Training bei der Ethikkommission beantragt und ausgewertet. Da jedoch circa zehn Monate nach der ersten „CTG-Masterclass“ weitere niederschwellige CTG-Schulungen und nach 24 Monaten die nächste „CTG-Masterclass“ stattfanden und das Personal einer gewissen Fluktuation unterlag, wurde der erweiterte Zeitraum wieder verworfen.
In der Subgruppenanalyse werden zur *Studiengruppe* alle Schwangere des Untersuchungskollektivs innerhalb der sechs Monate nach dem Training und zur *Kontrollgruppe* alle Schwangere des Untersuchungskollektivs innerhalb der sechs Monate vor dem Training zusammengefasst.

2.2.4 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgt anhand des Patientendokumentationssystems ViewPoint™ von „GE HealthCare“, welches an der Universitätsfrauenklinik Ulm zur Geburtendokumentation verwendet wird. Die Studie wurde nach positiven Ethikvotum (Referenznummer 506/21) durch die Ethikkommission der Universität Ulm durchgeführt. Die Datenerhebung und -auswertung erfolgten in Übereinstimmung mit den Grundsätzen der Deklaration von Helsinki.
Zur Ermittlung der genannten Subgruppenanalyse wurde die Variable „Indikation zur operativen Entbindung“ mit einer Filterung bei Indikation auf „suspektes/pathologisches CTG“ verwendet. Die vollständige Datenbasis enthält unter anderem die folgenden Parameter, welche aus ViewPoint™ in eine Tabelle in Microsoft Excel® übertragen wurden:

- Basisdaten wie Alter der Schwangeren, Gravida und Para, sowie die SSW bei Geburt (Tabelle 3).
- Angaben zum Geburtsmodus sowie zur Durchführung einer MBU
- für das neonatale Outcome: der Nabelschnurarterien-pH-Wert bei der Geburt, die Apgar-Werte sowie die Aufnahme in die neonatale Intensivstation
- für das mütterliches Outcome die postpartale Anämie (Hb-Wert postpartal < 10g/dl), sowie ein erhöhter maternaler Blutverlust (> 1000 ml).

Tabelle 3: Übersicht über die erfassten Daten aus dem gewonnenen Kollektiv:
Es wurden Basisdaten aller Frauen, sowie peripartale, fetale und postpartale maternale Daten, wie in dieser Tabelle gezeigt, erhoben.

Basisdaten	Alter
	Parität
	Schwangerschaftswoche
	Body-Mass-Index
Peripartale Daten	Geburtsmodus
	Durchführung einer MBU
postpartale Daten fetal	Nabelschnurarterien-pH-Wert
	5-Minuten-Apgar
	Aufnahme auf die neonatale Intensivstation
postpartale Daten maternal	Anämie (Hb-Wert < 10,0 g/dl)
	Mütterlicher Blutverlust unter Geburt (> 1000ml)

Wichtig zu wissen ist, dass in der aktuellen Version von ViewPoint^{TM} eine Dokumentation der PCI nicht vorgesehen und daher nicht möglich ist. Es gibt die Möglichkeit zur Dokumentation eines suspekten oder pathologischen CTGs als allgemeines Entbindungsrisiko „Geburtsrisiken“ ohne zeitliche Korrelation, ob dies zur stationären Aufnahme führte, ein Grund zur Geburtseinleitung, in der Eröffnungsphase oder in der Austrittsphase war (siehe Abbildung 1).

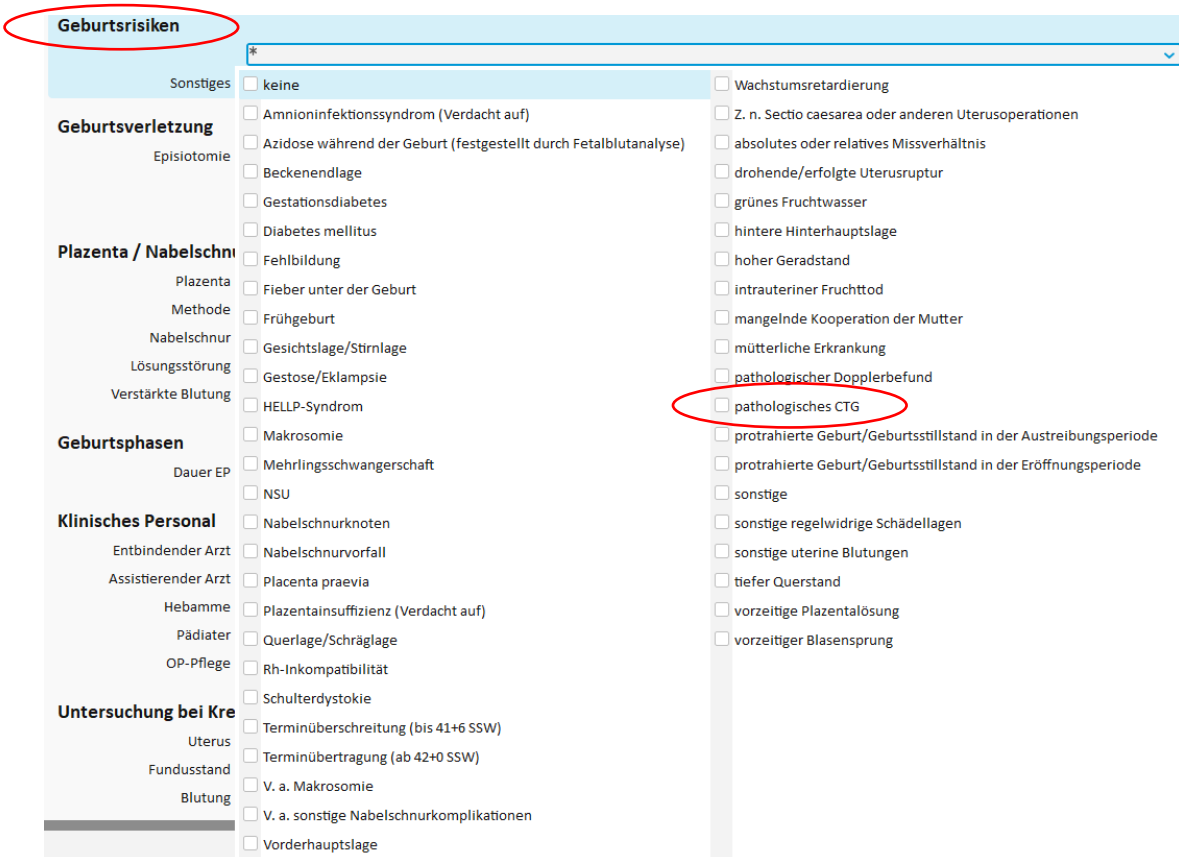


Abbildung 1: Allgemeine Geburtsrisiken in ViewPoint™ bei denen das pathologische Kardiotokogramm (CTG) dokumentiert werden kann, aber ohne zeitliche Korrelation ob als Aufnahme- oder Einleitungsgrund, in der Eröffnungs- oder Austrittsphase.

Lediglich zur operativen Entbindung kann ein suspektes oder pathologisches CTG als Indikation zur operativen Entbindung dokumentiert werden. Es gibt keine Möglichkeit einen SPP trotz suspekten oder pathologischen CTGs zu dokumentieren. In ViewPoint™ kann lediglich ein Spontanpartus mit oder ohne Risiken beschrieben werden, ohne eine Möglichkeit diese Risiken weiter im Detail zu erfassen (siehe Abbildung 2).

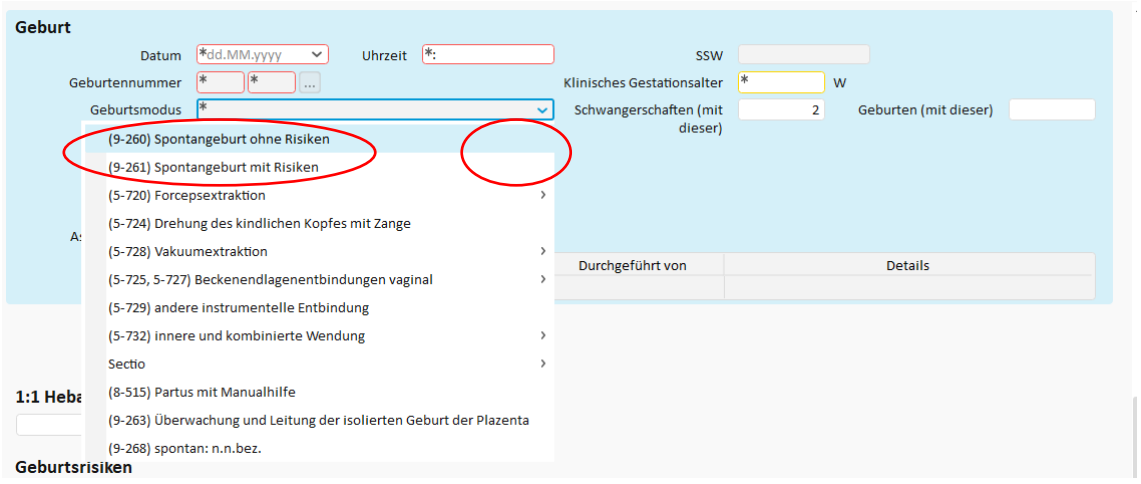


Abbildung 2: Angabe des Geburtsmodus Spontangeburt mit oder ohne Risiken ohne weitere Filterungsmöglichkeit, diese Risiken weiter im Detail zu erfassen.

Diese Einschränkungen haben die Auswertung deutlich erschwert und aufgrund dessen wurde die Subgruppe anhand der Variable „Indikation zur operativen Entbindung“ mit einer Filterung auf „suspektes/pathologisches CTG“ erstellt. Es konnten aufgrund der beschriebenen Limitationen keine Vergleiche im Untersuchungskollektiv allgemein zum Spontanpartus mit suspekten/pathologischen CTG in der Austrittsphase gemacht werden.

2.3 Statistische Auswertungsverfahren

Die statistischen Auswertungen der Datenbasis erfolgten mit *IBM® SPSS® Statistics*, Version 29 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Die Darstellung und Interpretation der Daten erfolgen anhand deskriptiver Statistiken, Häufigkeitstabellen und ausgewählten Grafiken. Durch die Statistik-Software werden je Variable Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung und Interquartilenbereiche berechnet.

Zur Ermittlung des kategorialen Zusammenhangs der untersuchten Variablen zur gewählten Gruppenbildung auf Zeitbasis vor und nach der CTG-Schulung (Studien- und Kontrollgruppe) kommen verschiedene Methoden zum Einsatz. Alle Tests wurden zweiseitig durchgeführt, das heißt, es wurde auf Unterschiede in beide Richtungen geprüft. Ein p-Wert $< 0{,}05$ wurde als statistisch signifikant gewertet. Eine Korrektur des Signifikanzniveaus für multiples Testen erfolgte nicht.

Für den statistischen Vergleich der Häufigkeiten und Verteilungen zwischen den beiden Zeiträumen kam in erster Linie der Chi-Quadrat-Test zur Anwendung. Falls jedoch die erwartete Häufigkeit in einer oder mehreren Zellen einer 2×2-Kontingenztafel ≤ 5 betrug, wurde stattdessen der exakte Fisher-Test durchgeführt.

Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine retrospektive und explorative Pilotstudie handelt, wurde auf eine vorab durchgeführte Fallzahlkalkulation bewusst verzichtet.

3 Ergebnisse

3.1 Beschreibung des Untersuchungskollektivs

In den zwölf Monaten um das CTG-Training wurden vom 04.05.2019 bis 03.11.2019 und vom 06.11.2019 bis 05.05.2020 insgesamt 3316 Geburten dokumentiert. Wie in Abbildung 3 dargestellt, erfüllen aus diesem Gesamtkollektiv 2307 Fälle die Einschlusskriterien nach Kapitel 2.2.1: Einlingsschwangere mit Anstreben eines Spontanpartus, ab der 37+0 SSW, exklusive der geplanten primären Sectiones und antepartalem IUFT. Das Untersuchungskollektiv teilt sich in die 1257 Geburten vor dem CTG-Training und 1050 Geburten nach dem CTG-Training.
Innerhalb des Untersuchungskollektiv wiesen insgesamt 286 Geburten eine Indikation zur operativen Entbindung aufgrund eines suspekten oder pathologischen CTGs auf. Entsprechend ergibt sich die Kontrollgruppe mit 131 Frauen vor dem CTG-Training und die Studiengruppe mit 155 Frauen nach dem CTG-Training (siehe Abbildung 3).

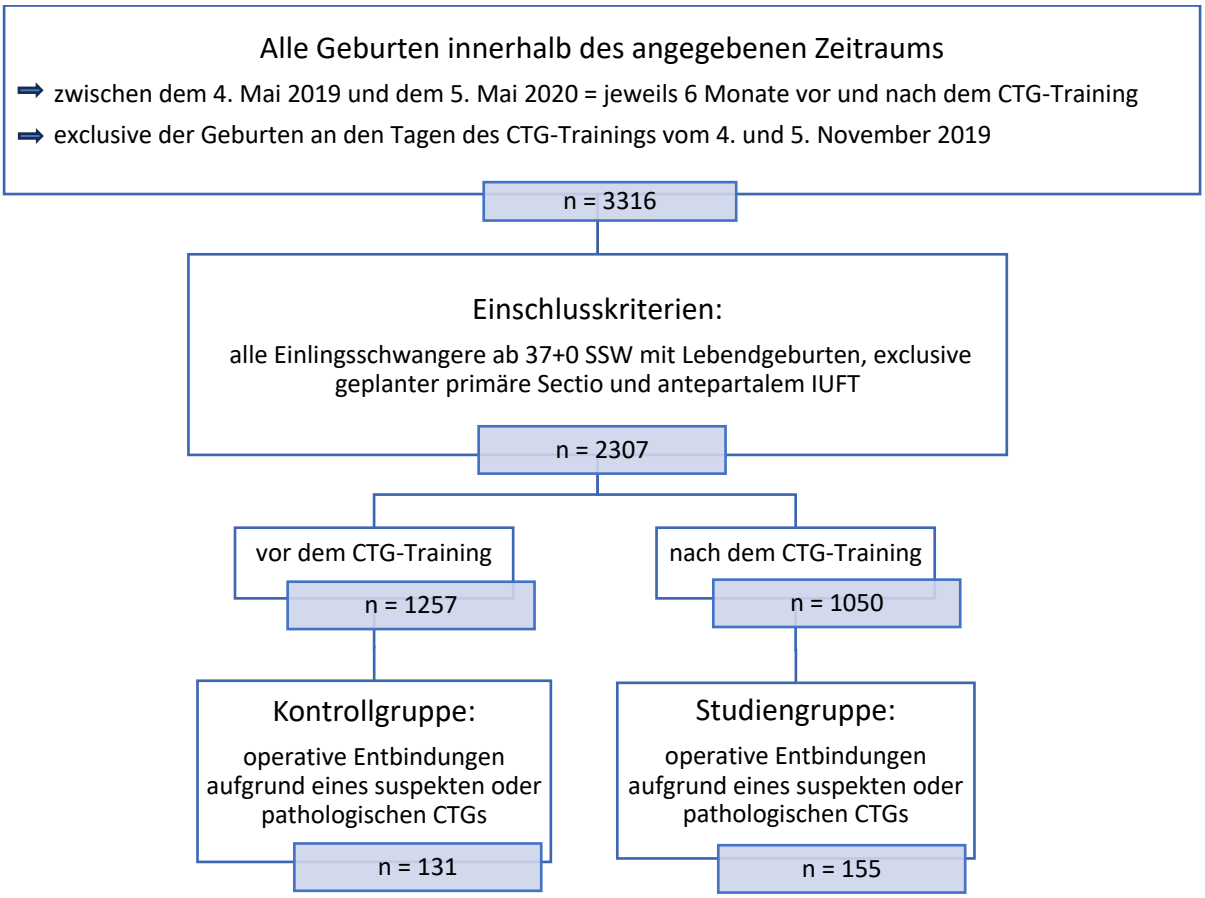


Abbildung 3: Flowchart zur Beschreibung des Untersuchungskollektivs („n" = Anzahl der Fälle):
Alle Geburten zwischen dem 04.05.2019 und dem 05.05.2020, exklusive der Geburten am Tag des Kardiotokogramm-Trainings (CTG-Trainings) vom 4. und 5. November 2019 (n = 3316). Untersuchungskollektiv mit Filterung nach Einschlusskriterien: Einlingsschwangere, ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW), exklusive der geplanten primären Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) (n = 2307). Als Studien- und Kontrollgruppe ergeben sich die Fälle, welche eine operative Entbindung aufgrund eines suspekten oder pathologischen CTGs vor dem CTG-Training (Kontrollgruppe, n = 131) und nach dem CTG-Training (Studiengruppe, n = 155) erhielten.

Die folgenden Basisdaten wurden nicht statistisch ausgewertet, sondern dienen dem Überblick über das Gesamtkollektiv.

3.2 Deskriptive Statistik

Für die deskriptive Statistik des Untersuchungskollektivs werden das Alter, die Parität, das Gestationsalter und der maternale Body-Mass-Index (BMI) ausgewertet und dargestellt. Hierfür findet insbesondere der Median, das Minimum und das Maximum Anwendung.

3.2.1 Alter bei Geburt

3.2.1.1 Untersuchungskollektiv

Von den 2307 Schwangeren des Untersuchungskollektivs, welche einen Einling ab der 37+0 SSW geboren haben (ohne primäre Sectiones, antepartalen IUFTs) fallen 1257 Geburten in die Zeit vor dem CTG-Training und 1050 Geburten in die Zeit nach dem CTG-Training. Vor dem CTG-Training lag der Median des Alters bei Geburt bei 32 Jahren, die jüngste Patientin war 16 Jahre, die älteste Patientin 48 Jahre alt. Nach dem CTG-Training lag der Median des Alters bei Geburt bei 32 Jahren, die jüngste Patientin war 15 Jahre, die älteste Patientin 49 Jahre alt (siehe Abbildung 4). Obwohl insgesamt eine leicht größere Anzahl von Schwangerschaften vor dem CTG-Training dokumentiert wurde, ist die Altersverteilung vor und nach dem CTG-Training vergleichbar.

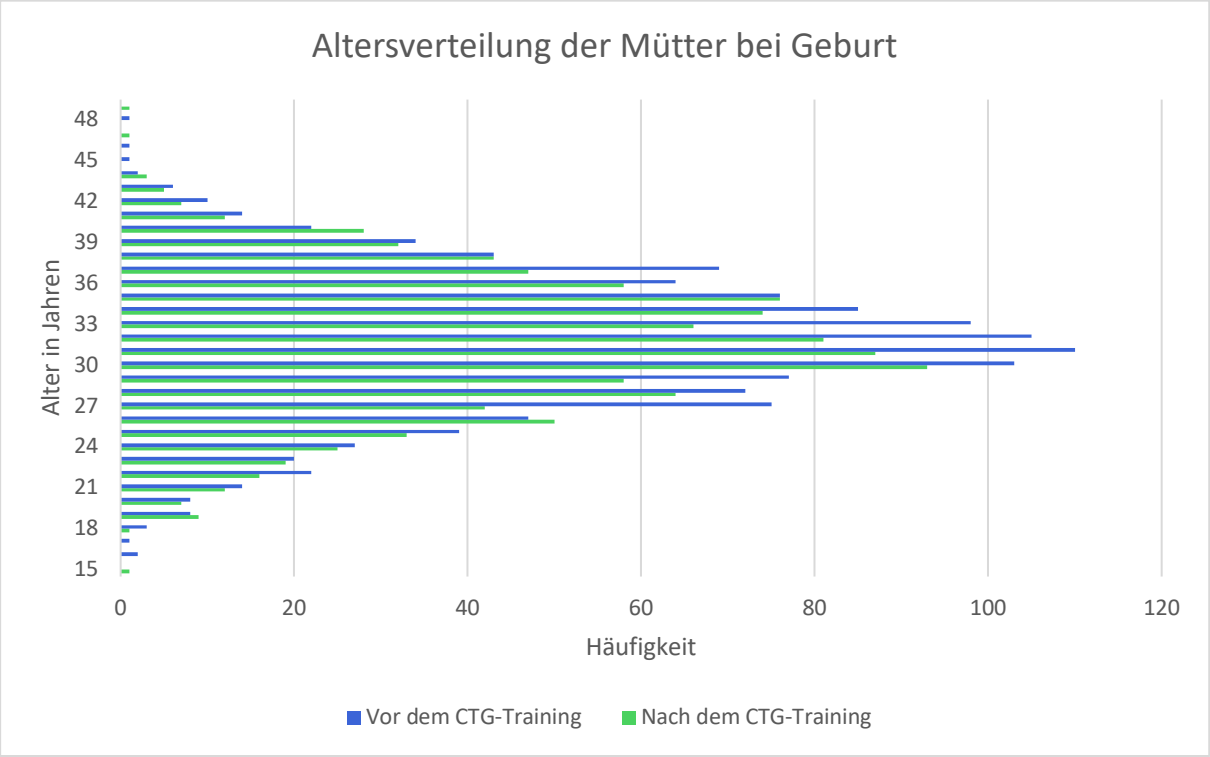


Abbildung 4: Altersverteilung der Mütter bei Geburt im Untersuchungskollektiv:
Altersverteilung aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) sechs Monate vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training), Median sowohl vor als auch nach dem CTG-Training bei 32 Jahren.

3.2.1.2 Studien- und Kontrollgruppe

In der Studien- und Kontrollgruppe haben insgesamt 286 Geburten eine Indikation zur operativen Entbindung aufgrund eines suspekten oder pathologischen CTGs erhalten: in der Kontrollgruppe

befinden sich 131 Frauen in den sechs Monaten vor dem CTG-Training und in der Studiengruppe 155 Frauen in den sechs Monaten nach dem CTG-Training. In der Kontrollgruppe (n = 131) lag der Median des Alters bei Geburt bei 31 Jahren, die jüngste Patientin war 19 Jahre, die älteste 46 Jahre alt. In der Studiengruppe (n=155) lag der Median des Alters bei Geburt bei 31 Jahren, die jüngste Patientin war 19 Jahre, die älteste 44 Jahre alt. (siehe Abbildung 5)

Der qualitative Vergleich der beiden Altersverteilung zeigt lokale Unterschiede wie beispielsweise für 29- und 35-jährige Patientinnen, aber insgesamt ein vergleichbares Bild.

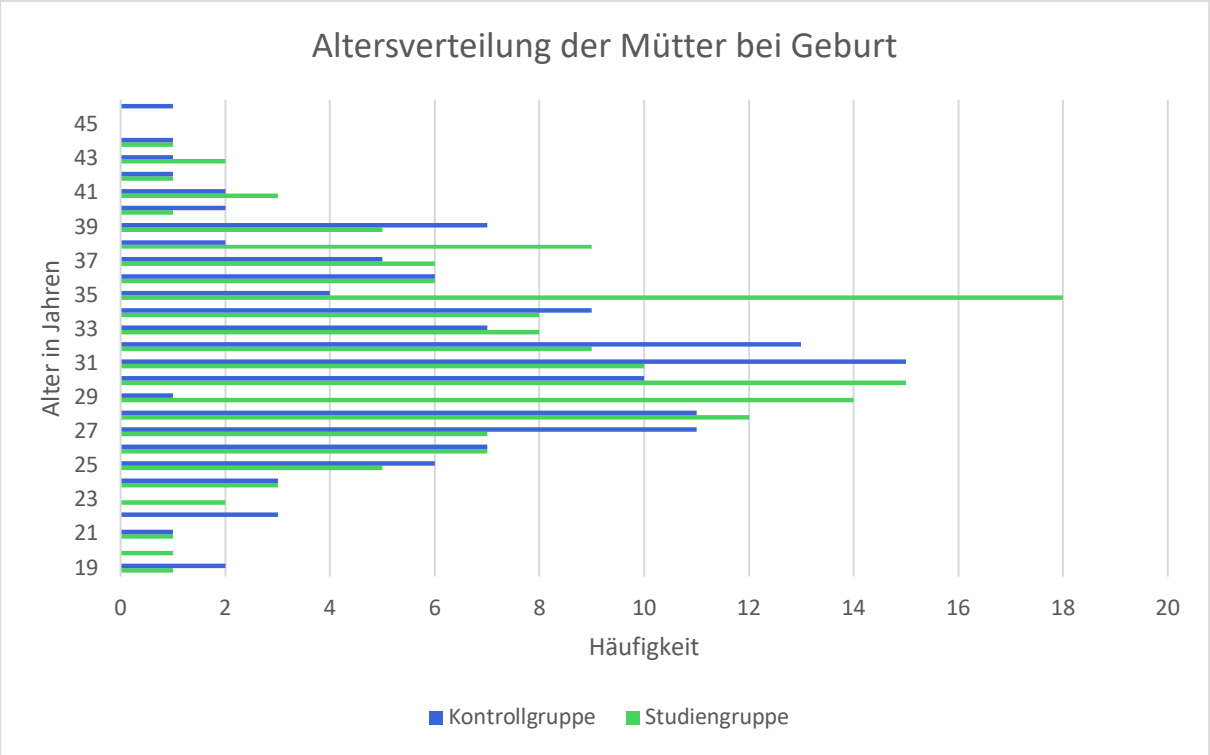


Abbildung 5: Altersverteilung der Mütter unter der Geburt in der Studien- und Kontrollgruppe:
Altersverteilung aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) sechs Monate vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training), die auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs eine operative Geburtsbeendigung erhalten haben, Median sowohl in der Kontroll- als auch der Studiengruppe bei 31 Jahren.

3.2.2 Parität bei Geburt

3.2.2.1 Untersuchungskollektiv

Für den Zeitraum vor dem CTG-Training liegt der Median der Parität bei 2, die minimale Parität lag bei 0. Dieser Ausreißer kann nur ein Dokumentationsfehler und sollte ebenfalls 1 sein. Die maximale Parität liegt bei 7. Die Studiengruppe (nach dem CTG-Training) weist einen Median der Parität von 2 auf, die minimale Parität liegt bei 1, die maximale Parität bei 8 (siehe Abbildung 6). Die Verteilungen sind qualitativ sehr vergleichbar.

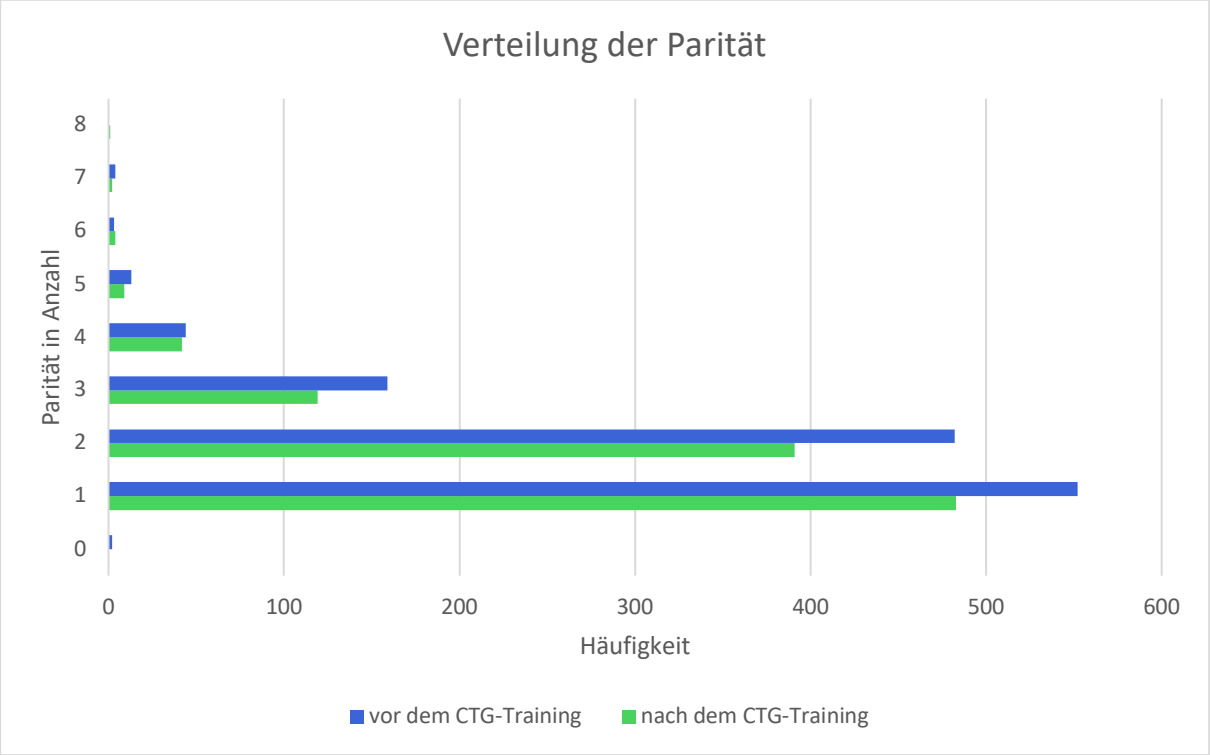


Abbildung 6: Verteilung der Parität im Untersuchungskollektiv:
Paritäts-Verteilung aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) sechs Monate vor und nach dem CTG-Training, der Median lag sowohl vor als auch nach dem CTG-Training bei 2.

3.2.2.2 Studien- und Kontrollgruppe

Der Median der Parität der Kontrollgruppe (n = 131) liegt bei 1, die minimale Parität schließt den bereits genannten Dokumentationsfehler ein und liegt daher ebenfalls bei 0, sollte aber 1 sein. Die maximale Parität liegt bei 7. In der Studiengruppe (n=155) liegt der Median der Parität ebenfalls bei 1, die minimale Parität bei 1 und die maximale Parität bei 4. (siehe Abbildung 7) Die Verteilung ist hier ebenfalls vergleichbar.

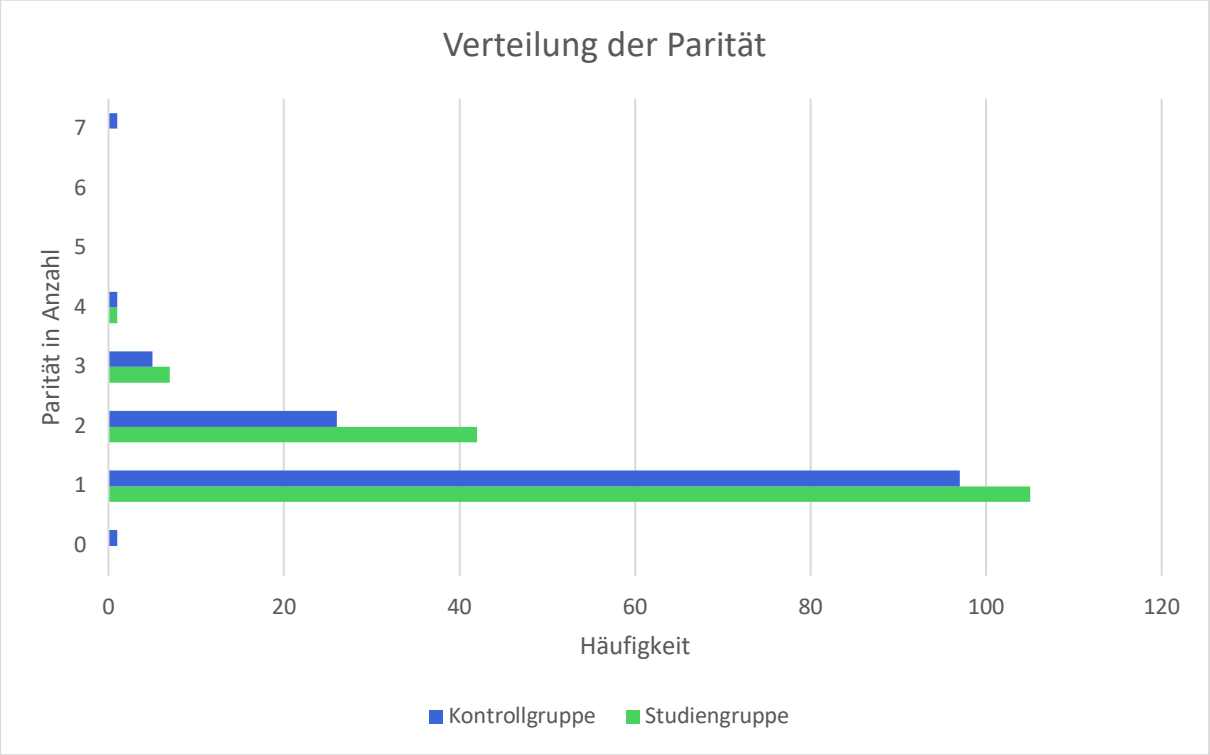


Abbildung 7: Verteilung der Parität in der Studien- und Kontrollgruppe:
Paritäts-Verteilung aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) sechs Monate vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training), die auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs eine operative Geburtsbeendigung erhalten haben, der Median lag sowohl in der Studiengruppe als auch in der Kontrollgruppe bei 1.

3.2.3 Schwangerschaftswoche bei Geburt

Die SSW wird in vollen Wochen angegeben, beispielhaft wird die Angabe „39+5 SSW“ zu einer „40. SSW“.

3.2.3.1 Untersuchungskollektiv

Vor dem CTG-Training liegt der Median der SSW bei der 40. SSW, die minimale SSW liegt bei 38. SSW, die maximale bei 43. SSW. Nach dem CTG-Training liegt der Median der SSW ebenfalls bei der 40. SSW, die minimale SSW liegt bei 38. SSW, die maximale bei 43. SSW. (siehe Abbildung 8)

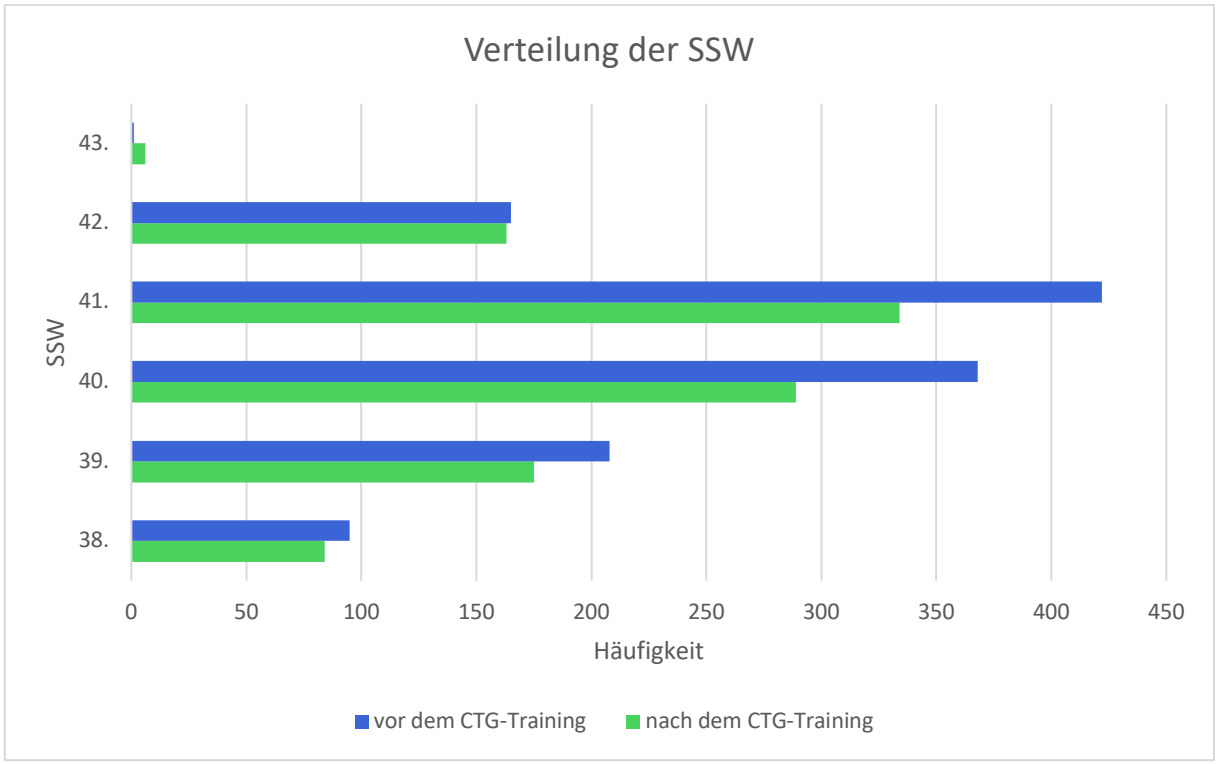


Abbildung 8: Verteilung der Schwangerschaftswoche (SSW) bei Geburt im Untersuchungskollektiv:
SSW-Verteilung aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 SSW exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) sechs Monate vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training), der Median lag sowohl vor als auch nach dem CTG-Training bei der 40. SSW.

3.2.3.2 Studien- und Kontrollgruppe

Der Median der SSW der Kontrollgruppe liegt bei der 41. SSW, die minimale SSW liegt bei der 38. SSW, die maximale bei 42. SSW. In der Studiengruppe liegt der Median der SSW ebenfalls bei der 41. SSW, die minimale SSW liegt bei 38. SSW, die maximale bei 43. SSW (siehe Abbildung 9).

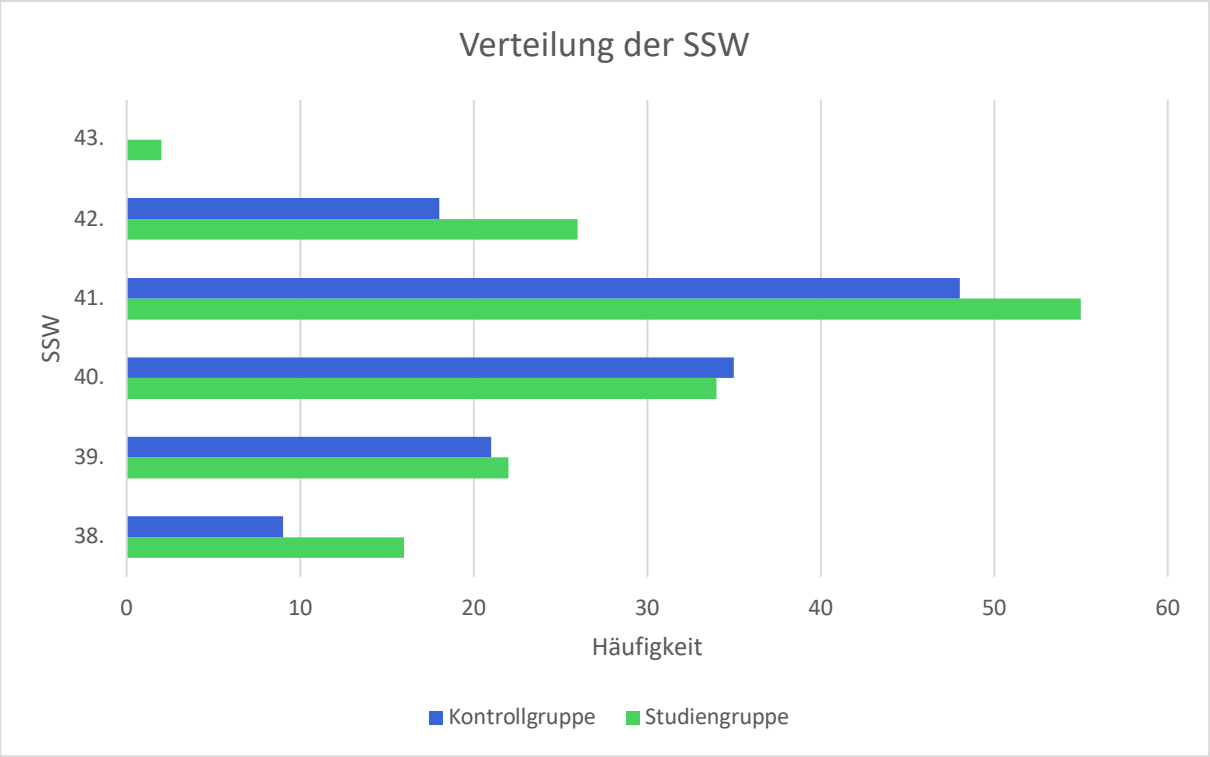


Abbildung 9: Verteilung der Schwangerschaftswoche (SSW) bei Geburt in der Studien- und Kontrollgruppe: SSW-Verteilung Verteilung aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 SSW exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) sechs Monate vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training), die auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs eine operative Geburtsbeendigung erhalten haben. Die Mehrheit war in der 41. SSW (n = 103).

3.2.4 BMI-Verteilung (BMI vor Schwangerschaft)

Es wird der BMI in kg/m^2 vor Eintritt der Schwangerschaft untersucht. Dieser sollte im Mutterpass dokumentiert sein und kann daher in ViewPoint^{TM} übertragen werden.

3.2.4.1 Untersuchungskollektiv

Vor dem CTG-Training liegt der Median des BMI bei 23,4 kg/m^2, der minimale BMI liegt bei 16,2 kg/m^2, der maximale BMI liegt bei 53,7 kg/m^2. Nach dem CTG-Training liegt der Median des BMI bei 23,8 kg/m^2, der minimale BMI bei 14,3 kg/m^2, der maximale BMI bei 52,7 kg/m^2. (siehe Abbildung 10)

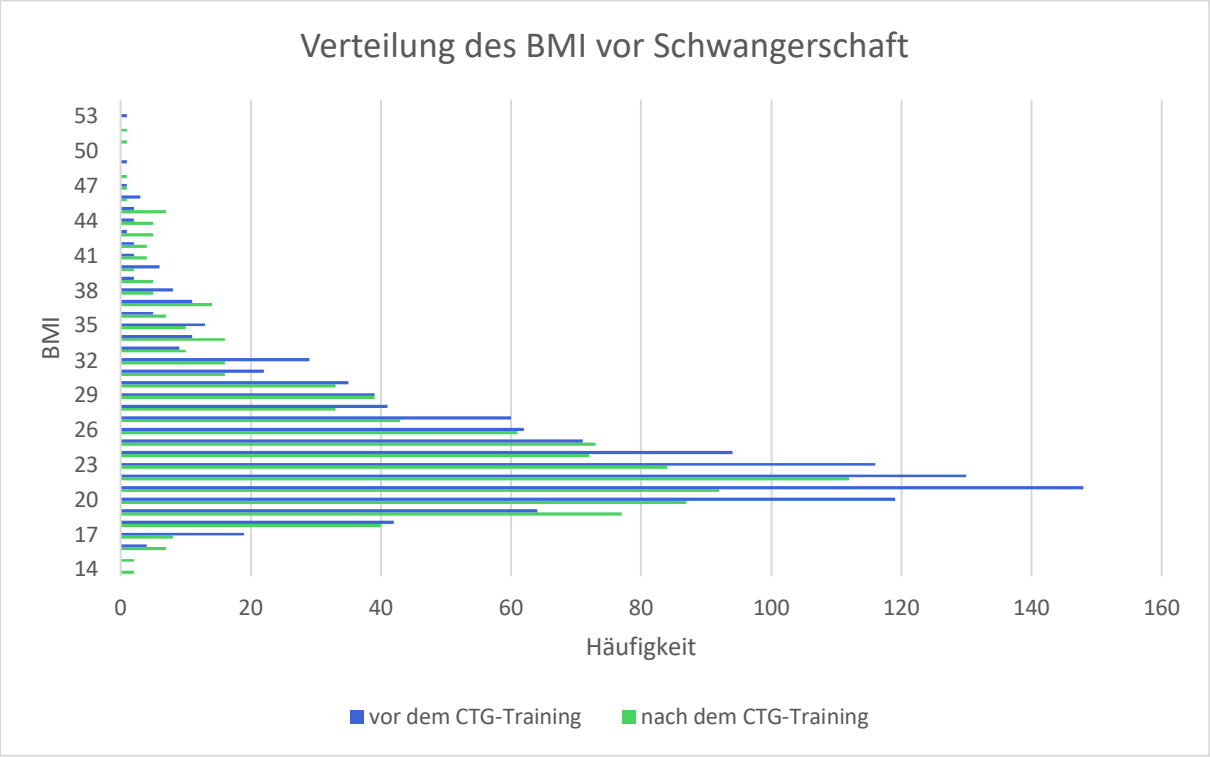


Abbildung 10: Verteilung des Body-Mass-Index (BMI) vor der Schwangerschaft im Untersuchungskollektiv: BMI-Verteilung aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) sechs Monate vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training), der Median ist vor als auch nach dem CTG-Training ähnlich (23,4 kg/m² vorher zu 23,8 kg/m² nachher).

3.2.4.2 Studien- und Kontrollgruppe

In der Kontrollgruppe liegt der Median des BMI bei 22,9 kg/m^2, der minimale BMI liegt bei 17 kg/m^2, der maximale BMI bei 53,7 kg/m^2. In der Studiengruppe liegt der Median des BMI bei 24,8 kg/m^2, der minimale BMI liegt bei 17,4 kg/m^2, der maximale BMI bei 51,1 kg/m^2 (siehe Abbildung 11).

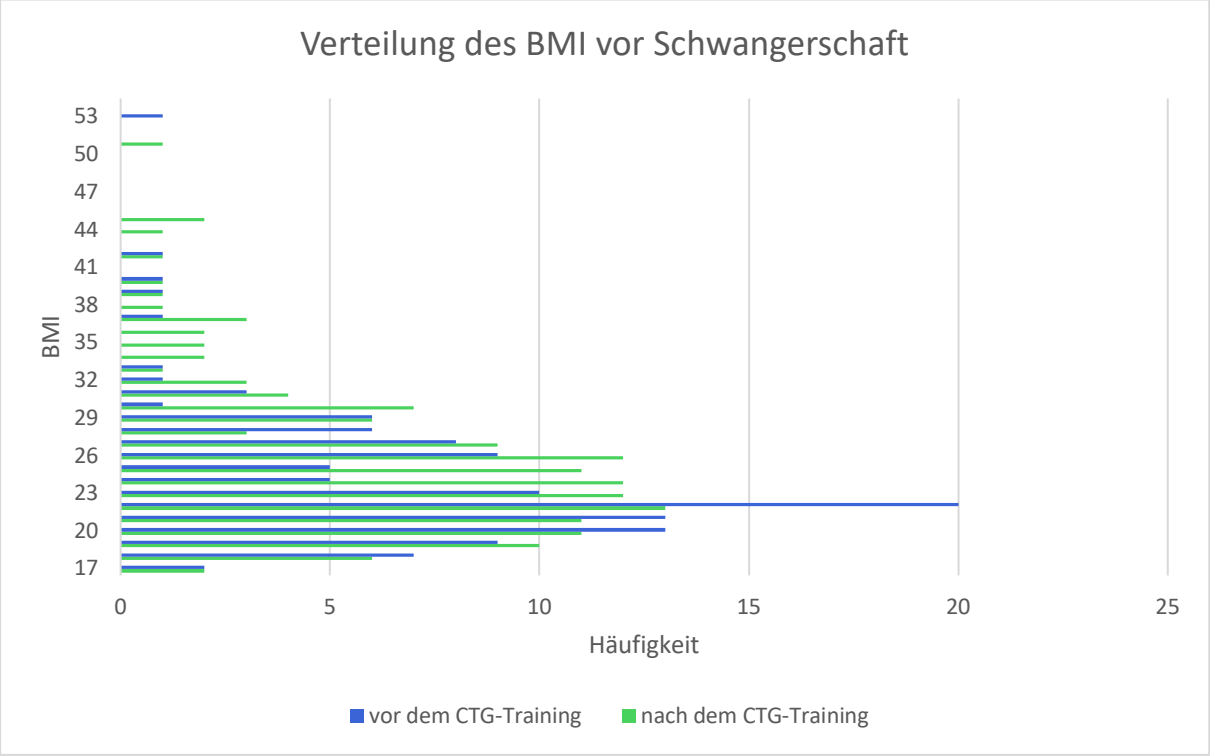


Abbildung 11: Verteilung des Body-Mass-Index (BMI) vor der Schwangerschaft in der Studien- und Kontrollgruppe: BMI-Verteilung aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) sechs Monate vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training), die auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs eine operative Geburtsbeendigung erhalten haben.

3.3 Outcomeparameter des Untersuchungskollektivs

Im Folgenden werden die Parameter zu allen Einlingsschwangeren mit einer Lebendgeburt ab der 37+0 SSW exklusive primär geplanter Sectiones und antepartaler IUFTs, die einen SPP anstrebten, ausgewertet. Dies ergab für den gesamten Zeitraum n = 2307, 1257 in den sechs Monaten vor und 1050 in den sechs Monaten nach dem CTG-Training. Für die Bestimmung der fetomaternalen Outcome-Parameter des Untersuchungskollektivs werden die Verteilungen der Zeiträume vor und nach dem CTG-Training verglichen.

3.3.1 Verteilung des Geburtsmodus

Das Grundrisiko der Frauen bei einem angestrebten SPP beider Populationen scheint analog der deskriptiven Analyse vor und nach dem Training ähnlich. Die Änderung der Verteilung des Geburtsmodus ist im Vergleich vor zu nach dem Training statistisch signifikant (p = 0,016; Tabelle 4). Tabelle 4 zeigt auch, dass nach dem CTG-Training insgesamt mehr VE (9,8% vorher zu 13,9% nachher) und weniger SPP (73,4% vorher zu 71,4% nachher), bei relativ gleichbleibenden eiligen und Notsectiones (1,9% vorher zu 1,6% nachher) sowie sekundären Sectiones (14,9% vorher zu 13,0% nachher) zu beobachten sind.

Tabelle 4: Verteilung der Geburtsmodi vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training) im Untersuchungskollektiv (aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) (n = 2307, 1257 sechs Monate vor und 1050 sechs Monate nach dem Training):
Die Änderung der Verteilung des Geburtsmodus ist statistisch signifikant (p = 0,016).

Untersuchungskollektiv	**6 Monate vor dem CTG-Training n = 1257**	**6 Monate nach dem CTG-Training n = 1050**	**p-Wert der Verteilung**
Geburtsmodusverteilung			0,016
Vakuumextraktion	123 (9,8%)	146 (13,9%)	
Eilige/Notsectio	24 (1,9%)	17 (1,6%)	
Sekundäre Sectio	187 (14,9%)	137 (13,0%)	
Spontanpartus	923 (73,4%)	750 (71,4%)	

In der Tabelle 5 ist anteilig zu jedem Geburtsmodus aus Tabelle 4 angegeben, welcher Anteil der Geburten eine Indikation zur operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs aufwiesen oder ob spontan entbunden wurde, obwohl das CTG intrapartal (ohne zeitlichen Zusammenhang) als suspekt oder pathologisch dokumentiert wurde.

Es zeigen sich insgesamt weniger SPP, aber anteilig davon mehr SPP trotz suspekten oder pathologischen CTG nach dem Training (11,8% vorher zu 13,1% nachher). Zudem wurden bei suspekten oder pathologischen CTG anteilig mehr VEs durchgeführt (59,3% vorher zu 65,8% nachher). Die Raten der sekundären, eiligen Sectiones oder Notsectiones indiziert bei suspekten oder pathologischen CTG sind diskret angestiegen (siehe Tabelle 5), hiervon ist die sekundäre Sectio auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs statistisch signifikant erhöht nach dem Training.

Tabelle 5: Verhältnisse aller Geburtsmodi vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training) im Untersuchungskollektiv (aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) (n = 2307, 1257 sechs Monate vor und 1050 sechs Monate nach dem CTG-Training): Vergleich CTG suspekt/pathologisch zu nicht suspekt/pathologisch

Geburtsmodus	**6 Monate vor dem CTG-Training n = 1257**	**6 Monate nach dem CTG-Training n = 1050**	**p-Wert**
Vakuumextraktion (n = 269)			0,276
CTG susp./path.	73 (59,3%)	96 (65,8%)	
CTG nicht susp./path.	50 (40,7%)	50 (34,2%)	
Eilige/Notsectio (n = 41)			0,350
CTG susp./path.	12 (50,0%)	11 (64,7%)	
CTG nicht susp./path.	12 (50,0%)	6 (35,3%)	
Sekundäre Sectio (n = 324)			0,041
CTG susp./path.	46 (24,6%)	48 (35,0%)	
CTG nicht susp./path.	141 (75,4%)	89 (65,0%)	
Spontanpartus (n = 1673)			0,437
CTG susp./path.	109 (11,8%)	98 (13,1%)	
CTG nicht susp./path.	814 (88,2%)	652 (86,9%)	

Weiters zeigt sich, dass insgesamt bei 493 (21,4%) der 2307 Entbindungen ein suspektes/pathologisches CTG beobachtet wurde. Hiervon wurden nach der Schulung die CTGs signifikant häufiger als suspekt/pathologisch eingestuft als vor der Schulung (240 von 1257, 19,1% vorher zu 253 von 1050, 24,1% nachher; p = 0,004; siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Verhältnis aller Geburten in Abhängigkeit von Kardiotokogramm (CTG) suspekt/pathologisch (n = 2307, 1257 sechs Monate vor und 1050 sechs Monate nach dem CTG-Training), sowie Verhältnisse aller ungeplanten operativen Entbindungen bei CTG suspekt/pathologisch zu nicht suspekt/pathologisch (n = 634, 334 sechs Monate vor und 300 sechs Monate nach dem CTG-Training). Die Verhältnisse sind jeweils statistisch signifikant (p = 0,004 und p = 0,002).

Geburtsmodus	**6 Monate vor dem CTG-Training n = 1257**	**6 Monate nach dem CTG-Training n = 1050**	**p-Wert**
Alle Geburten (SPP, VE, sek./eilige/Notsectiones; n = 2307)			0,004
CTG susp./path.	240 (19,1%)	253 (24,1%)	
CTG nicht susp./path.	1017 (81,9%)	797 (75,9%)	
Alle ungeplanten operativen Entbindungen (VE, sek./eilige/Notsectiones; n = 634)			0,002
CTG susp./path.	131 (39,2%)	155 (51,7%)	
CTG nicht susp./path.	203 (60,8%)	145 (48,3%)	

In Tabelle 6 dargestellt sieht man, dass unter Ausschluss aller Spontangeburten der Anteil aller VEs, eiligen/Notsectiones sowie sekundären Sectiones, die auf Grund von suspekten oder pathologischen CTG ausgelöst wurden, von 39,2% (131 von 334) auf 51,7% (155 von 300) nach der Schulung signifikant anstieg (p = 0,002).

3.3.2 MBU-Rate

Die MBU-Rate zeigt sich für die beiden Gruppen des Untersuchungskollektivs vergleichbar (4,7% zu 4,8%, p = 0,936; siehe Tabelle 7). Anteilig hiervon wurden laut dem Dokumentationssystem ViewPoint™ nicht alle MBUs auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs durchgeführt: nach filtern nach MBU bei susp./patholog. CTG sind widererwarten lediglich 48 von 59 vor dem CTG-Training und 34 von 50 nach dem CTG-Training deswegen durchgeführt worden. Dies ist nicht plausibel. Laut S3-Leitlinie „Vaginale Geburt am Termin“ ist die Indikation für eine MBU ein suspektes oder pathologisches CTG (siehe auch Kapitel 1.1.2). Diese Diskrepanz kann auf Probleme bei der Eingabe im Dokumentationssystem ViewPoint™ oder menschliche Fehler zurückzuführen sein. Eine Übersicht über die Fälle mit MBUs unklarer Indikation (11 vorher und 16 nach dem CTG-Training) ist in Tabelle 8 dargestellt, hierfür wurden jeweils für den einzelnen Fall das Geburtenprotokoll gesichtet.

Tabelle 7: Rate an fetaler Mikroblutuntersuchungen (MBU) vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training) im Untersuchungskollektiv
(aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) (n = 2307, 1257 sechs Monate vor und 1050 sechs Monate nach dem Training): Der Vergleich der MBU-Rate vorher (n=59) zu nachher (n=50) war statistisch nicht signifikant (p = 0,936).

Zeitraum	**MBU durchgeführt (%)**	**p-Wert (n = 2307)**
6 Monate vor dem CTG-Training (n = 1257)	59 (4,7%)	0,936
6 Monate nach dem CTG-Training (n = 1050)	50 (4,8%)	

Nach Sichten der Geburtenprotokolle der 27 Fälle, bei denen eine MBU durchgeführt worden ist, ohne im ViewPoint™ dokumentierten suspekten oder pathologischen CTG, hat sich eine in Tabelle 8 dargestellte Verteilung ergeben:

Tabelle 8: Durchgeführte fetale Mikroblutuntersuchungen (MBU) im Untersuchungskollektiv ohne in ViewPoint™ kodierten suspekten oder pathologischen Kardiotokogramm (CTG):
11 MBUs sechs Monate vor und 16 MBUs sechs Monate nach dem CTG-Training.

Zeitraum und Anzahl an MBU ohne in ViewPoint™ kodierten susp./patholog. CTG	**susp. / patholog. CTG laut Geburtenprotokoll**	**Kein auffälliges CTG laut Geburtenprotokoll**
6 Monate vor dem CTG-Training: n = 11	11	-
6 Monate nach dem CTG-Training: n = 16	15	1

Wie in Tabelle 8 ersichtlich, war bei 26 von 27 Fällen ebenfalls das CTG der Grund zur Durchführung einer MBU: in der Zeit vor dem CTG-Training hatten 11 von 11 durchgeführten MBUs die Indikation „suspektes oder pathologisches CTG“. In der Zeit nach dem CTG-Training war bei 15 von 16 Fällen ebenfalls die Indikation zur MBU „suspektes oder pathologisches CTG“. Nur einmal wurde im Geburtenprotokoll kein auffälliges CTG dokumentiert, dennoch eine MBU ohne weitere Dokumentation durchgeführt. Dass dies nicht im Geburtendokumentationssystem ViewPoint™ dokumentiert wurde, kann hier auf menschliche Fehler zurückzuführen sein.
Anzumerken ist, dass bei der Durchsicht der 27 Geburtenprotokolle nicht alle nach der MBU spontan entbunden wurden. Von den 11 Fällen in den sechs Monaten vor dem CTG-Training haben anschließend nach der MBU-Durchführung neun spontan geboren, eine eine sekundäre Sectio und eine eine VE erhalten. Sechs Monate nach dem CTG-Training haben sechs von den 16 Fällen spontan geboren, drei eine sekundäre Sectio, eine eine Notsectio und drei eine VE erhalten. Die dokumentierten Indikationen für die operative Entbindung war nie das suspekte

oder pathologische CTG, sondern ein Geburtsstillstand in der Austrittsphase, außer bei der Notsectio, hier war es der V.a. eine vorzeitige Plazentalösung.

3.3.3 Fetomaternales Outcome in dem Untersuchungskollektiv

Um zu zeigen, dass ein auffälliges CTG nach dem Training nicht fehlinterpretiert, die spontane vaginale Geburt weiter angestrebt und dann ein schlechteres fetomaternales Outcome erzielt wurde, vergleicht Tabelle 9 die fetalen und maternalen Outcome-Parameter der beiden Gruppen des Untersuchungskollektivs.

Tabelle 9: Fetomaternales Outcome vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training) im Untersuchungskollektiv: Fetales sowie maternales Outcome aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) (n = 2307; 1257 sechs Monate vor und 1050 sechs Monate nach dem Training) blieb durchgehend gleich, es zeigte sich keinerlei statistisch signifikanter Unterschied vor und nach dem CTG-Training.

Fetomaternales Outcome	**6 Monate vor dem CTG-Training (n = 1257)**	**6 Monate nach dem CTG-Training (n = 1050)**	**p-Wert* (n = 2307)**
5-Minuten-Apgar ≥ 7	1237 (98,4%)	1036 (98,7%)	0,906
Nabelschnurarterien-pH-Wert < 7,10	45 (3,6%)	39 (3,7%)	0,946
Nabelschnurarterien-pH-Wert ≥7,10	1208 (96,1%)	1006 (95,8%)	
Aufnahme auf die NICU	161 (12,8%)	125 (11,9%)	0,512
Maternale Anämie (Hb-Wert < 10,0 g/dl)	274 (21,8%)	245 (23,3%)	0,379
Maternaler Blutverlust unter Geburt > 1000 ml	25 (2,0%)	18 (1,7%)	0,627

*ohne fehlende berechnet

Aus Tabelle 9 lassen sich durchweg stabile fetomaternale Outcome-Parameter erkennen. Der 5-Minuten-Apgar-Wert liegt vor und nach dem CTG-Training weitgehend ≥ 7 (98,3% vorher zu 98,7 % nachher; p = 0,906). Die Verteilung der Nabelschnurarterien-pH-Werte im Vergleich vor und nach dem CTG-Training bleibt für beide Variablenklassen stabil (pH < 7,10 oder pH ≥ 7,10; p = 0,946). Die Aufnahme auf die NICU zeigt sich im Vergleich vor und nach dem CTG-Training statistisch nicht signifikant verändert (12,8% zu 11,9%; p = 0,512).

Für das maternale Outcome wurde die postpartale Anämie verglichen. Deutschlandweit gilt hier ein Hb-Wert nach Geburt < 10,0 g/dl als auffällig, sowie ein erhöhter Blutverlust unter Geburt als

Risikofaktor. Die statistische Auswertung der beiden Gruppen des Untersuchungskollektivs zeigt hier ebenfalls keinen wesentlichen Unterschied (21,8 % zu 23,3 % mit p = 0,379; sowie 2,0% zu 1,7% mit p = 0,627). Tabelle 9 zeigt somit durchwegs ein vergleichbares fetomaternales Outcome vor zu nach dem CTG-Training.

3.4 Outcomeparameter der Subgruppenanalyse: Vergleiche von Studien- und Kontrollgruppe

3.4.1 Indikation zur operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs

Die Studien- und Kontrollgruppe zusammen umfassen insgesamt 286 von 2307 Fällen (12,4 %). Hier waren die Einschlusskriterien mit Einlingsschwangeren ab der 37+0 SSW exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem IUFT erfüllt und auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs wurde eine operative Entbindung durchgeführt. Die Kontrollgruppe inkludiert 131 Fälle (= vor der CTG-Schulung) und die Studiengruppe 155 Fälle (= nach der Schulung).

Wie in Abbildung 12 dargestellt, zeigt sich auf Basis der Gesamtzahl des Untersuchungskollektivs in der Studiengruppe ein signifikanter Anstieg des Anteils aller Fälle, die die Indikation zur operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs erhielten (131 von 1257 vorher zu 155 von 1050 nachher; entspricht 10,4 % zu 14,8 %; p = 0,0016).

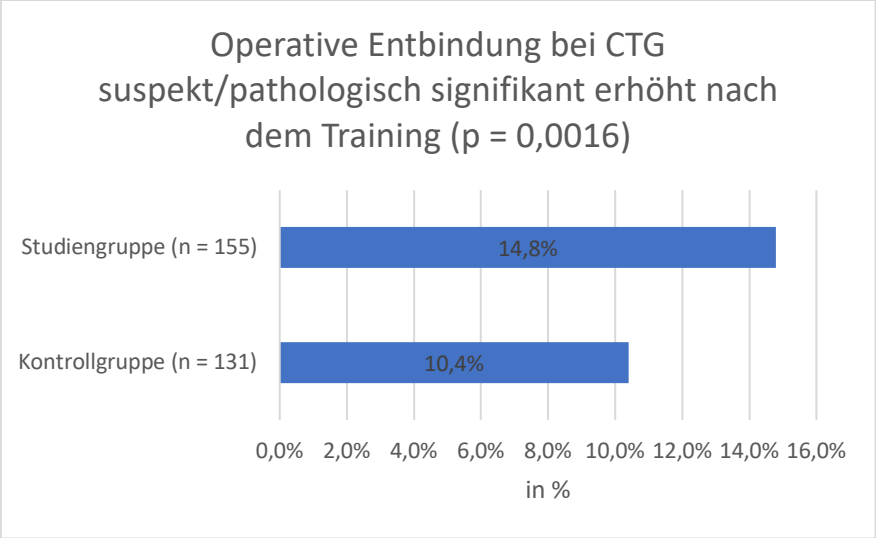


Abbildung 12: Operative Entbindungen auf Grund „Kardiotokogramm (CTG) suspekt oder pathologisch“ vor und nach dem CTG-Training:
Es zeigt sich nach dem Training in der Studiengruppe eine signifikante Steigerung in der Indikation zur operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs (p = 0,0016).

In diesem Kapitel werden die operativen Entbindungen des Untersuchungskollektivs vor und nach dem CTG-Training aufgrund eines suspekten oder pathologischen CTGs verglichen, dies entspricht dem Vergleich der Kontroll- und Studiengruppe.

Zudem wird, insofern es zur operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs kam, die Durchführung einer vorherigen MBU sowie fetale als auch maternale Parameter der Gruppen verglichen.

3.4.2 Verteilung des Geburtsmodus operativer Entbindungen auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs

Die Änderung in der Verteilung der operativen Entbindungen zwischen Studien- und Kontrollgruppe weist insgesamt keine statistische Signifikanz auf (p = 0,546, siehe Tabelle 10). Es zeigt sich ein nicht-signifikanter Rückgang an eiligen und Notsectiones von 9,2 % auf 7,1 %. Ebenfalls kam es nach dem CTG-Training zu einer höheren Rate an VEs mit einem leichten Anstieg von 55,7 % auf 61,9 %. Gleichzeitig ist ein Rückgang der sekundären Sectiones (von 35,1 % auf 31,0 %) nach dem CTG-Training zu erkennen. Dabei muss beachtet werden, dass der Vergleich des einzelnen Entbindungsmodus nur qualitativ ohne Angabe der statistischen Signifikanz gemacht werden kann, da diese nur für die Gesamtverteilung der Entbindungsmodi angegeben werden kann.
Jedoch ist der Rückgang von sekundären, eiligen und Notsectiones in der Studiengruppe klinisch nicht irrelevant zu werten.

Tabelle 10: Operative Entbindungsmodi, wenn das „Kardiotokogramm (CTG) suspekt oder pathologisch" interpretiert wurde: Hier dargestellt ist die Verteilung der verschiedenen operativen Entbindungsmodi sechs Monate vor und nach dem CTG-Training und ob es eine statistische Abhängigkeit gibt. Die Änderung der Verteilung der operativen Entbindungen, wenn das CTG suspekt oder pathologisch ist, ist relativ gleich.

Operative Entbindungsmodi, wenn CTG suspekt oder pathologisch	**Kontrollgruppe: vor dem CTG-Training (n=131)**	**Studiengruppe: nach dem CTG-Training (n=155)**	**p-Wert**
vaginal-operative Entbindung	73 (55,7%)	96 (61,9%)	0,546
eilige/Notsectio	12 (9,2%)	11 (7,1%)	
sekundäre Sectio	46 (35,1%)	48 (31,0%)	

3.4.3 MBU-Rate bei operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTG

In der Studiengruppe (n=155) wurden in 28 Fällen eine MBU vor anschließender operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs durchgeführt, in der Kontrollgruppe (n=131) in 37 Fällen. Dies ist ein signifikanter Rückgang der MBU-Rate vor einer operativen Entbindung auf Grund des suspekten oder pathologischen CTGs (28,2% vorher zu 18,1% nachher; p= 0,041; siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Rate an fetaler Mikroblutuntersuchungen (MBU) vor operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen Kardiotokogramms (CTG):
Es zeigt sich ein signifikanter Rückgang an MBUs in der Studiengruppe innerhalb sechs Monaten nach dem CTG-Training (p = 0,041)

MBU	**6 Monate vor dem CTG-Training**	**6 Monate nach dem CTG-Training**	**p-Wert**
MBU im Untersuchungskollektiv (n = 2307)	59 (4,7%)	50 (4,8%)	0,936
MBU vor anschließender operativer Entbindung wenn CTG susp./pathologisch	37 (28,2%)	28 (18,1%)	0,041

3.4.4 Fetale Outcome-Parameter nach operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTG

Die fetalen Outcome-Parameter zeigen sich im Vergleich von Kontroll- und Studiengruppe unverändert. Wie in Tabelle 12 aufgelistet, bleibt der 5-Minuten Apgar-Wert ≥ 7 über Kontroll- und Studiengruppe nahezu gleich (95,4% vorher zu 95,5% nachher; p = 0,979). Ebenso zeigt sich, dass die Verteilungen der Nabelschnurarterien-pH-Werte keiner statistisch signifikanten Änderungen unterliegen (p = 1,000). Auch die Aufnahme auf die NICU hat sich im Vergleich der beiden Gruppen nicht statistisch signifikant verändert (26,0% zu 23,9%; p = 0,685; siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Fetale Outcome-Parameter nach operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen Kardiotokogramm (CTG):
Das fetale Outcome nach einer operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones und antepartalem intrauterinen Fruchttod (IUFT) blieb sechs Monate vor und nach dem Training durchgehend gleich, es zeigt sich keinerlei statistische Signifikanz.

Fetale Outcome-Parameter nach operativer Entbindung bei CTG suspekt oder pathologisch	**Kontrollgruppe: vor dem CTG-Training 04.05.2019 – 03.11.2019 (n=131)**	**Studiengruppe: nach dem CTG-Training 06.11.2019 – 05.05.2020 (n=155)**	**p-Wert***
5-min-Apgar ≥ 7	125 (95,4%)	148 (95,5%)	0,979
Nabelschnurarterien-pH-Wert < 7,10	11 (8,4%)	13 (8,4%)	1,000
Nabelschnurarterien-pH-Wert ≥ 7,10	120 (91,6%)	142 (91,6%)	
Aufnahme auf die NICU	34 (26,0%)	37 (23,9%)	0,685

*ohne fehlende berechnet

3.4.5 Maternales Outcome nach operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTG

Das maternale Outcome, gemessen als maternale Anämie mit einem postpartalen Hb-Wert unter 10,0 g/dl sowie ein erhöhter Blutverlust mit über 1000 ml, zeigt gemäß Tabelle 13 im Vergleich von Kontroll- und Studiengruppe keine statistisch signifikante Veränderung.

Tabelle 13: Maternales Outcome nach operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen Kardiotokogramm (CTG):
Das maternale Outcome (Hämoglobin-Wert (Hb-Wert) < 10,0 g/dl, mütterlicher Blutverlust > 1000 ml) nach einer operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs aller Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) exklusive primär geplanter Sectiones blieb sechs Monate vor und nach dem Training unverändert.

Maternaler Outcome-Parameter nach operativer Entbindung bei CTG suspekt oder pathologisch	**Kontrollgruppe: vor dem CTG-Training 04.05.2019 – 03.11.2019 (n=131)**	**Studiengruppe: nach dem CTG-Training 06.11.2019 – 05.05.2020 (n=155)**	**p-Wert***
Anämie mit Hb-Wert < 10,0 g/dl	48 (36,6%)	48 (31,0%)	0,311
Mütterlicher Blutverlust > 1000 ml	2 (1,5%)	5 (3,2%)	0,459

*ohne fehlende berechnet

3.5 Ausblick: Reduktion der Durchführung einer MBU über 29 Monate nach dem CTG-Training

Wie im Kapitel 2.2.3 zum Beobachtungszeitraum bereits erläutert, wird in dieser Arbeit hauptsächlich mit einem Beobachtungszeitraum von sechs Monaten vor und nach dem CTG-Training gearbeitet. In diesem Zeitraum sollten kurzfristige Veränderungen im intrapartalen Management nach der CTG-Masterclass besser zu erkennen sein.

Wie beschrieben sind erweiterte Beobachtungszeiträume mit jeweils 12 und 29 Monaten ebenfalls ausgewertet worden, jedoch können die Ergebnisse aufgrund weiterer niederschwelliger CTG-Schulungen in Pandemie-konformen Kleingruppen nicht auf eine einzige CTG-Masterclass zurückgeführt werden.

24 Monate nach der ersten Schulung und mit der Lockerung der Pandemie-Richtlinien erfolgte die nächste große CTG-Masterclass im Oktober 2021. Zudem unterlag das Personal im Jahreswechsel 2021/2022 einer größeren Fluktuation. Insgesamt sind die Randbedingungen daher zu variabel für die Analyse der Ergebnisse mit dem Fokus auf den Beitrag eines einzigen CTG-Trainings.

Abbildung 13 zeigt die MBU-Rate in % aller Geburten pro Jahr für eine erweiterte Datenbasis mit einem Beobachtungszeitraum 29 Monate vor und nach dem CTG-Training mit Markierung der durchgeführten CTG-Schulungen. Mit den hellgrünen Pfeilen sind die zwei großen CTG-Trainings an der Universitätsfrauenklinik markiert. Der erste Pfeil zeigt die CTG-Masterclass im November 2019, der zweite Pfeil zeigt die CTG-Masterclass im Oktober 2021.

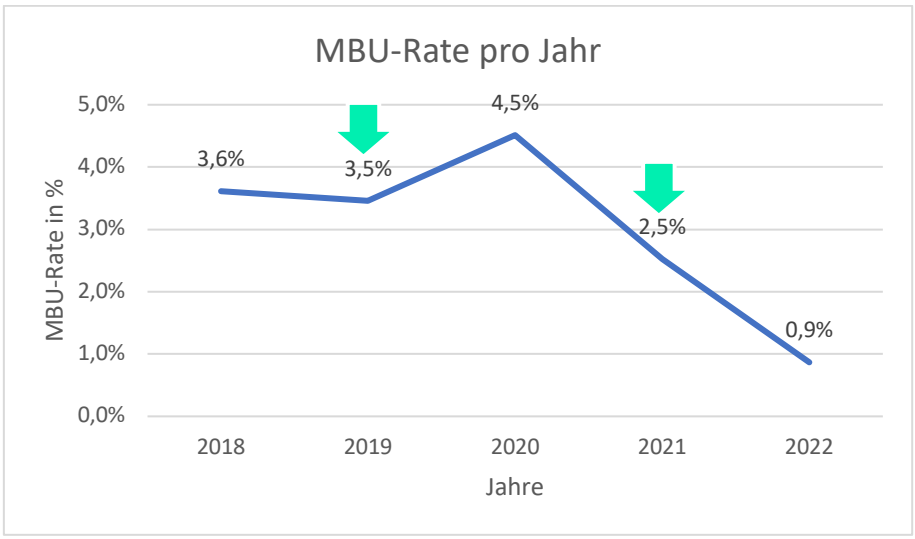


Abbildung 13: Rate an fetaler Mikroblutuntersuchungen (MBU) in % über die Jahre 2018 – 2022
Diese Abbildung zeigt die MBU-Rate in % aller Geburten pro Jahr in der Universitätsfrauenklinik Ulm. Mit den hellgrünen Pfeilen sind die zwei großen Kardiotokogramm-Trainings (CTG-Trainings) an der Universitätsfrauenklinik markiert. Der erste Pfeil zeigt die erste CTG-Masterclass im November 2019, der zweite Pfeil zeigt die zweite CTG-Masterclass im Oktober 2021.

Es zeigt sich nach der CTG-Schulung im Jahr 2019 eine temporäre Reduktion der MBU-Rate (3,5% zu 3,6% im Vorjahr 2018). Anschließend steigt die MBU-Rate erneut an (4,5% in 2020) um ab dem Jahr 2021 deutlich auf 2,5% abzusinken. Seit der zweiten CTG-Masterclass im Oktober 2021 sank die MBU-Rate weiter auf Werte unter 1%.

4 Diskussion

4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde die PCI zum ersten Mal in einem deutschen Krankenhaus mit dem Plan der Einführung dieser Interpretationsweise geschult.

Angesichts des grundlegenden methodischen Wechsels in der CTG-Interpretation, den die Einführung der PCI verursacht, wäre eine initiale Verschlechterung der fetomaternalen Outcomes nach einer kurzen, eintägigen Schulung durchaus als berechtigte Befürchtung anzusehen gewesen. Entgegen dieser Annahme zeigen unsere Daten jedoch, dass die intensive eintägige Schulung der PCI keine messbare Verschlechterung der kurzfristigen fetomaternalen Outcomes zur Folge hatte.

Das mediane mütterliche Alter, die Parität, der BMI sowie die SSW bei Geburt waren in beiden Gruppen vergleichbar. Darüber hinaus verringerte sich die Rate an vor einer operativen Entbindung durchgeführten MBU signifikant von 28,2 % auf 18,1 % innerhalb von sechs Monaten nach der Schulung. Sowohl in der Gesamtkohorte als auch in der Subgruppenanalyse der operativen Entbindungen aufgrund eines suspekten oder pathologischen CTG blieben die neonatalen wie auch die maternalen Parameter in den sechs Monaten nach der Schulung stabil. Nicht statistisch signifikant, jedoch klinisch relevant, zeigte sich zudem ein Trend zu einer Abnahme der Aufnahmeraten auf die NICU nach der Schulung. Der Gesamtanteil an Fällen mit suspektem oder pathologischem CTG-Muster stieg hingegen statistisch signifikant von 19,1 % auf 24,1 % nach der Schulung an. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Befunden der Subgruppenanalyse, die einen signifikanten Anstieg des Anteils jener Fälle zeigte, bei denen aufgrund eines suspekten oder pathologischen CTGs eine operative Entbindung indiziert wurde (10,4 % zu 14,8 %; p = 0,0016).

4.2 Change-Management

Modifikationen von SOPs sowie Anpassungen des klinischen Managements gehen häufig mit einem erhöhten Maß an Unsicherheit einher und können bei dem Personal Besorgnis oder Ängste auslösen [23]. Mehrere Studien belegen, dass die erfolgreiche Implementierung veränderter SOPs typischerweise einen mehrstufigen, schrittweise aufgebauten Ablauf erfordert

[23, 67]. Die Integration neuer Verfahren in bestehende klinische Abläufe stellt dabei einen komplexen und zeitintensiven Prozess dar, der sorgfältige Vorbereitung und Planung voraussetzt. Zu den in der Literatur beschriebenen Phasen zählen die Identifikation des Problems und die initiale Unterstützung, die explorative Analyse, die konzeptionelle Ausarbeitung und Planung, die aktive Partizipation während der Implementierung unter Berücksichtigung der Anforderungen und Vorgaben des Managements sowie schließlich die eigentliche Umsetzung, die Evaluation, regelmäßiges Feedback und die nachhaltige Stabilisierung der veränderten Prozesse. [61, 67]
Andererseits gibt es typische Barrieren wie fehlende Ressourcen (Zeit, Personal, Budget), unzureichende Kommunikation und Widerstand aufgrund von Unsicherheit oder Überforderung [23].

Die zeitnahe Implementierung neu erworbener Kenntnisse und Fertigkeiten, insbesondere nach eintägigen Schulungsveranstaltungen, kann mit einem erhöhten Risiko für anfängliche Fehlanwendungen einhergehen. In der Folge besteht die Möglichkeit, dass sich diese initialen Unsicherheiten, Überforderung und Interpretationsfehler negativ auf die Qualität der klinischen Entscheidungsfindung und somit auf das patientenbezogene Outcome auswirken. Dies kann insbesondere in einem hochdynamischen Fachbereich wie der Geburtshilfe, in dem zeitkritische Entscheidungen mit potenziell erheblichem Risiko getroffen werden müssen, gravierende Konsequenzen nach sich ziehen.

Es ist daher anzunehmen, dass sich die fetomaternalen Outcome-Parameter nach einem eintägigen CTG-Training initial verschlechtern könnten. Die vorliegenden Ergebnisse legen nahe, dass bereits ein eintägiges intensives CTG-Training zu einer Veränderung der geburtshilflichen Interventionsmuster, insbesondere der Entbindungsmodi, führen kann, während sich die neonatale Morbidität und Mortalität bislang nicht signifikant verändern.
Die vorliegende Untersuchung stellt einen bedeutsamen Beitrag zur wissenschaftlichen Evidenzlage dar, da es sich, nach aktuellem Kenntnisstand, um eine der ersten publizierten Studien handelt die die Auswirkungen der Implementierung der PCI auf die Wahl der Entbindungsmodi sowie auf fetale Outcome-Parameter in einem deutschen Perinatalzentrum der Versorgungsstufe I systematisch analysiert. Sie schafft damit eine wichtige Grundlage zu diesem klinisch hochrelevanten Themenkomplex für weiterführende Forschung zur Implementierung und zu den Auswirkungen der PCI auf Entbindungsmodi, geburtshilfliche

Interventionen sowie fetale und neonatale Outcome-Parameter in Deutschland. Wie in Kapitel 1.2.2 erläutert, wurde im Beobachtungszeitraum der vorliegenden Untersuchung noch keine Modifikation der bestehenden SOPs durchgeführt. Vielmehr dient die Studie der empirischen Fundierung und Evaluation der Frage, inwieweit CTG-Schulungen und potenziell daraus resultierende Anpassungen der SOPs ohne nachteilige Auswirkungen auf maternale oder fetale Outcomes implementiert werden können und somit die Umsetzung aus ethischer Perspektive verantwortbar erscheint.

4.3 Studienkohorte

Die Studienkohorte wurde sorgfältig ausgewählt und konzentrierte sich auf Einlingsschwangere mit einem Gestationsalter ab 37+0 Schwangerschaftswochen. Zudem wurden nur Geburten eingeschlossen, bei denen die Frauen eine spontane vaginale Entbindung angestrebt haben, um eine einigermaßen vergleichbare Gruppe zu gewährleisten. Primär elektiv durchgeführte Sectiones wurden bewusst ausgeschlossen, da die CTG-Schulung diese Rate zum Zeitpunkt 2019/2020 noch nicht wesentlich beeinflussen sollte. Angesichts des grundlegenden konzeptionellen Paradigmenwechsels, den die Einführung der PCI mit sich bringt – nämlich die Abkehr von einer rein musterorientierten Interpretation hin zu einem vertieften Verständnis der fetalen Kompensationsmechanismen – erscheint es jedoch naheliegend, künftig auch primäre Sectiones nach Umstellung auf die PCI einzubeziehen. Denn hierbei wird berücksichtigt, ob der Fet überhaupt „fit for labour“ ist, also ob ihm der Weg einer spontanen Geburt zugemutet werden kann oder nicht [12]. Zum Zeitpunkt der eintägigen Schulung war diese Entscheidung jedoch noch nicht getroffen, sodass dies in der vorliegenden Analyse unberücksichtigt bleiben musste. Darüber hinaus wurden auch antepartale intrauterine Fruchttode ausgeschlossen.

Die Fälle, die aufgrund eines suspekten oder pathologischen CTGs zu einer ungeplanten operativen Entbindung führten, wurden nach möglichen Veränderungen der Geburtsmodi, der MBU-Rate und der fetalen oder mütterlichen Ergebnisse untersucht.

Wie in Kapitel 2.2.4 erläutert, kann im Patientendokumentationssystem ViewPoint^{TM} kein Spontanpartus trotz suspekten oder pathologischen CTGs dokumentiert werden. Zum Geburtsmodus selbst kann lediglich bei operativer Entbindung ein suspektes oder pathologisches

CTG als Indikation zur operativen Entbindung genannt werden. Ein Spontanpartus kann mit oder ohne Risiken beschrieben werden, jedoch fehlt eine weitere Möglichkeit zur Beschreibung oder Klassifizierung des Risikos. Um zu zeigen, dass die Geburten vor und nach dem CTG-Training vergleichbar waren und nicht fälschlicherweise CTGs als nicht pathologisch dokumentiert, aber schlechtere fetale Outcomes erzielt wurden, wurde in der Auswertung zuerst das Untersuchungskollektiv analysiert (siehe Kapitel 3.3). Enthalten waren alle Einlingsschwangere ab der 37+0 SSW exklusive primär geplanter Sectiones sowie antepartaler IUFTs, welche einen Spontanpartus anstrebten. Weiters wurde in Kapitel 3.4 in einer Subgruppenanalyse die Auswertung der Studien- und Kontrollgruppe beschrieben. Aus dem Untersuchungskollektiv wurden Einlingsschwangere ab der 37+0 SSW exklusive primär geplanter Sectiones und antepartaler IUFTs herausgefiltert, welche auf Grund von suspekten oder pathologischen CTGs eine operative Entbindung erhielten.

4.4 Verteilung der Entbindungsmodi: Untersuchungskollektiv im Vergleich zur Studien- und Kontrollgruppe

Im Untersuchungskollektiv veränderte sich die Verteilung aller Entbindungsarten durch die CTG-Schulung signifikant (siehe Tabelle 4).

Während die FIGO-Leitlinie bei einem pathologischen CTG meist eine MBU oder eine schnelle Entbindung empfiehlt, zielt die PCI darauf ab, den hypoxischen Stress für den Fet zu reduzieren und die Geburt eher zu verlangsamen. Dies kann durch einen Lagerungswechsel, die Unterbrechung des aktiven Pressens oder durch eine Reduzierung der Wehenfrequenz (Reduktion der Oxytocin-Infusion, Beginn einer Tokolyse) erfolgen. Dadurch erhält der Fet Zeit sich zu erholen und langsam weiter dem Geburtskanal anzupassen, was eine operativ vaginale Entbindung anstelle einer Sectio ermöglicht. Dies könnte eine Erklärung für den Anstieg der Vakuumextraktionen in der Studiengruppe sein, von 55,7% vor dem CTG-Training im Vergleich zu 61,9 % danach (siehe Tabelle 10). Dies ist im Untersuchungskollektiv ebenfalls erkennbar (9,8% vorher zu 13,9% nachher; siehe Tabelle 4).

Die Rate der sekundären, eiligen oder Notsectiones blieb im Vergleich der Studien- zur Kontrollgruppe als auch im Untersuchungskollektiv relativ gleich (siehe Tabelle 4). Hier kann lediglich eine angedeutete Reduktion der intrapartalen Kaiserschnitte auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs, sowohl bei den eiligen/Notsectiones als auch den sekundären

Sectiones (jeweils entsprechend 9,2% zu 7,1% und 35,1% zu 31% vor zu nach dem CTG-Training; siehe Tabelle 10) dargestellt werden.

Daten aus britischen Krankenhäusern zeigen ebenso einen Rückgang der operativen Entbindungen nach Einführung der PCI [57].

Nach der Schulung gab es weniger spontane vaginale Entbindungen (73,4% zu 71,4%), im Verhältnis dazu jedoch mehr spontane Entbindungen mit dokumentiertem suspekten oder pathologischen CTG unter der Geburt (11,8% zu 13,1% nach dem CTG-Training, siehe Tabelle 5). Zwar kann der Zeitpunkt des suspekten oder pathologischen CTGs nicht nachvollzogen werden, insgesamt ist aber anzunehmen, dass sowohl in der Eröffnungs- als auch Austrittsphase das CTG besser verstanden und die vaginale Geburt weiter angestrebt wurde. Dies weist auf ein besseres Verständnis der verschiedenen Arten fetaler Hypoxie – wie akute, subakute, langsam entstehende und chronische Hypoxie – hin, die sich hinter dem als suspekt oder pathologisch dokumentierten CTG verbergen. Das Fehlen dieser Unterscheidungen im Dokumentationssystem ViewPoint^{TM} kann zu einer höheren Häufigkeit der Einstufung des CTGs als suspekt/pathologisch (19,1% zu 24,1% Tabelle 6) beitragen und die Verteilung aller Entbindungsarten proportional beeinflussen (Tabelle 4).

4.5 Subgruppenanalyse: Indikationsrate zur operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs

Die Indikation zur operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs stieg zwischen der Kontroll- und der Studiengruppe von 10,4% auf 14,7% signifikant an. Dieser Anstieg wird auf eine erhöhte Sensibilisierung für fetale Herzfrequenzmuster nach einem intensivierten CTG-Training zurückgeführt. Möglicherweise spiegeln sich auch hier erneut die Einschränkungen des Dokumentationssystems ViewPoint^{TM} wider, welche eine Unterscheidung der verschiedenen Arten der fetalen Hypoxie nicht zulässt. Es ist durchaus vorstellbar, dass ein suspektes oder pathologisches CTG als Entbindungsindikation dokumentiert wurde, obwohl eine physiologische Antwort und eine gute Kompensation des Feten vorlagen.

Zudem führt die Vorstellung eines neuen Interpretationsansatzes von CTGs auch zu einer gewissen Unsicherheit innerhalb des Teams, was ebenfalls zu einer vermehrten Indikation vaginal operativer Entbindungen führen kann, da die noch vorhandene Unsicherheit doch zur

Einstufung des CTGs als suspekt oder pathologisch führt und eine operative Entbindung verfolgt wird.

An dieser Stelle bedarf es weiterer Studien, um zu untersuchen, ob diese erhöhte Indikation zur operativen Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs im Laufe der Zeit nachlässt.

Nach Parveen et al. zeigt sich bereits zwei Jahre nach Einführung der PCI ein Rückgang der allgemeinen Sectiones aber auch der Notsectiones (29% und 19% auf jeweils 22,3% und 12,3 %) [43]. Eine Studie von Jonsson et al. aus 2022 vergleicht die Rate an operativen Entbindungen nach Einführung der PCI 2017. Hier zeigte sich deutlich ein Rückgang der operativen Entbindungen (VE oder Sectiones) nach der Einführung der PCI ($p < 0,001$). [27]

4.6 MBU-Rate des Untersuchungskollektivs im Vergleich zur Studien- und Kontrollgruppe

Im Untersuchungskollektiv wurde die MBU-Rate durch das CTG-Training nicht verändert (4,7 % vor und 4,8 % nach dem CTG-Training).

Im Gegensatz zu den Empfehlungen der FIGO-Leitlinie wurden - zumindest laut Dokumentationssystem - nicht alle MBUs aufgrund eines suspekten oder pathologischen CTGs durchgeführt. Nur bei 48 von 59 MBUs vor und 34 von 50 MBUs nach dem CTG-Training wurde ein suspektes oder pathologisches CTG während der Geburt dokumentiert. Dies ist unplausibel und wurde deshalb separat durch Sichtung der einzelnen Geburtenprotokolle aufgearbeitet (siehe Tabelle 8). Bei der detaillierten Sichtung der Geburtsprotokolle der 11 MBUs vor und 16 MBUs nach dem CTG-Training zeigte sich, dass sowohl die 11 vorher und 15 von 16 MBUs nachher auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs durchgeführt wurden. Nur bei einer MBU in der Gruppe nach dem CTG-Training war aus dem Geburtenprotokoll nicht ersichtlich, warum diese durchgeführt wurde. Somit wurden 59 von 59 MBUs vor und 49 von 50 MBUs nach dem CTG-Training auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs durchgeführt.

Eines der markantesten Ergebnisse ist der bemerkenswerte Rückgang der Durchführung einer MBU vor einer operativen Entbindung, und zwar von 28,2 % vor auf 18,1 % nach dem CTG-Training (siehe Tabelle 11). Dies ist der Fall, obwohl unsere SOPs nicht weiter geändert wurden. Es wird vermutet, dass dieser Rückgang auf ein besseres Verständnis der Veränderungen im CTG

und damit der fetalen Herzfrequenzregulierung unter Geburt zurückzuführen ist und die bessere Einschätzung des fetalen Zustandes mittels MBU nicht mehr für notwendig erachtet wurde, bevor operativ entbunden und damit ein möglicher Zeitverzug bis zur Entbindung verhindert wurde.

Eine zeitlich erweiterte Analyse, welche den Beobachtungszeitraum auf 12 Monate vor und nach dem CTG-Training vergrößerte, zeigte einen erneuten Anstieg der gesamten MBU-Rate während der ersten 10 Monate nach der CTG-Masterclass (von 3,5% auf 4,5%, vergleiche Abbildung 13). Dieser Anstieg fiel mit dem Ausbruch der Covid-Pandemie zusammen, in dessen Zeit keine Fortbildungen auf Grund von Infektionsschutz stattfanden. Nach Wiederaufnahme der klinikinternen Fortbildungen sank die MBU-Rate wiederum auf 2,5%. In der Zeit nach der darauffolgenden großen CTG-Masterclass im Oktober 2021 fiel die MBU-Rate erneut weiter deutlich ab und bleibt seitdem auf einem niedrigen Niveau von etwa 1% (Abbildung 13). Dies korreliert gut mit den regelmäßigen wöchentlichen Fortbildungen, welche Januar 2022 bis Januar 2024 online stattfanden.
Insgesamt verdeutlich diese Analyse eingehend, dass regelmäßiges Training und das Auffrischen der Inhalte für die vollständige Etablierung einer neuen Methode als Standardverfahren entscheidend sind. Infolge des verbesserten Verständnisses der Interpretation der fetalen Herzfrequenz wird sowohl von den Geburtshelfern als auch den Hebammen nahezu keine Notwendigkeit mehr für die Durchführung von MBUs gesehen.

4.7 Zweckdienlichkeit der MBU

Zu Beginn der 2000er gab es kontroverse Diskussionen über die Sinnhaftigkeit der Durchführung von MBUs, nachdem in der hessischen Perinatalerhebung retrospektiv Geburten von 1990 bis 2000 ausgewertet wurden. Eine Studiengruppe mit pathologisch eingestuftem CTG und durchgeführter MBU wurde mit einer Kontrollgruppe ohne durchgeführte MBU verglichen. Als Vergleichsparameter diente das neonatalen Outcome. [59]
Die Auswertung ergab ein signifikant besseres neonatales Outcome in der Gruppe mit MBUs. In dieser Gruppe lag deutlich seltener ein Apgar-Wert < 7 ($p < 0,05$) und ebenso selten ein 5-Minuten-Apgar-Wert < 7 ($p < 0,05$) vor. Insbesondere der 5-Minuten-Apgar-Wert, welcher zur

Prognose des fetalen Outcomes verwendet wird, spricht mit einem Wert größer als 7 für ein gutes fetales Outcome.
Zudem zeigte sich ein signifikant höherer Prozentsatz von Nabelschnurarterien-pH zwischen 7,10 – 7,19 ($p < 0,05$) und eine Tendenz zu weniger fetalen Azidosen (Nabelschnurarterien-pH < 7,00) mit einem Unterschied von 0,4% bis 0,6% ($p = 0,09$). Darüber hinaus hatte die Gruppe ohne MBU ein höheres Risiko für die Verlegung auf die neonatale Intensivstation mit einer Rate von 7,4 % im Vergleich zu 5,9 % ($p < 0,05$). [34]

Es ist kritisch zu hinterfragen, dass der Grenzwert eines in der MBU gemessenen pH-Wertes, bei welchem eine sofortige Entbindung anzustreben ist, noch immer bei pH < 7,20 liegt. Diese Entscheidungsschwelle für eine operative Intervention basiert auf einer Studienkohorte von lediglich 67 Säuglingen aus dem Jahr 1968, von welchen nur 37 Zeichen fetalen Geburtsstress und anschließend einen Geburts-pH < 7,25 zeigten. Damals wurde davon ausgegangen, dass ein fetaler pH-Wert bei der Geburt von weniger als 7,25 auf eine Asphyxie hindeutet. [6]
Darauffolgende Studien mit einer viel größeren Anzahl von Probanden kamen zu dem Schluss, dass ein pH-Wert < 7,20 nicht mit einem schlechten neonatalen Ergebnis assoziiert ist (n=15.000) [24] .
Weiters ist bekannt, dass Saling die MBU zur intermittierenden Auskultation entwickelt hat und nicht zum CTG selbst. Die erste MBU wurde 1961 und das erste CTG wurde 1968 durchgeführt. Zudem ist bekannt, dass trotz länger anhaltender auffälliger fetalen HTs gesunde Neugeborene mit guten pH- und Apgar-Werten geboren wurden. [13]

Ein weiterer Kritikpunkt der MBU ist die Kohärenz der pH-Werte. In einer prospektiven Beobachtungsstudie von O'Brien et al. wurden zwei direkt aufeinander folgende MBU-Proben bei 293 Feten analysiert. In 43 % der Proben derselben Feten wurde eine signifikante Abweichung festgestellt. In 16 % zeigte sich die Differenz sogar so ausgeprägt, dass in einem der beiden Messungen der pH-Grenzwert, bei dem eine sofortige Geburtsbeendigung empfohlen ist, überschritten wurde und in der anderen nicht. [42]
Dieses Ergebnis lässt an der Zuverlässigkeit der durch die MBU gewonnenen pH-Werte zweifeln. Weiters bewertete ein umfassender Cochrane-Review die Effektivität und die Risiken der MBU mit Messung des fetalen Laktats während der Wehen und kam zu dem Schluss, dass es keine Evidenz für die Effektivität der Messung von fetalem Laktat des Kopfhautbluts in Bezug auf

Verbesserung der Raten an sekundären Sectiones, instrumentellen vaginalen Geburten oder des neonatalen Outcome gibt [13, 19].

Zudem hat aufgrund mangelnder Daten und begrenzter Evidenz die NICE-Guideline in ihrer letzten Fassung von Dezember 2022 keine Empfehlungen zur Durchführung der MBU ausgesprochen [40]. Die Fetal Intrapartum Randomised Scalp Stimulation Trial-Studie (= FIRSST-Studie), eine gerade frisch veröffentliche Studie, vergleicht die FKS mit der MBU im Hinblick auf mütterliche und fetale Ergebnisse. Die multizentrische randomisiert-kontrollierte Parallelgruppenstudie hat insgesamt 534 Frauen für den Vergleich eingeschlossen und das ursprünglich geplante Rekrutierungsziel von 2500 weit verfehlt. Davon erhielten 124 ein Verfahren zur Feststellung des Wohlbefindens des Feten, wovon wiederum insgesamt 43 randomisiert werden konnten. Die Rate an sekundären Sectiones war in der Gruppe der FKS geringer, bei statistisch nicht-signifikanten Unterschieden im fetomaternalen Outcome. Aufgrund der begrenzten Fallzahl lassen sich belastbare Aussagen zur Überlegenheit der FKS gegenüber der MBU als Verfahren zur Beurteilung des fetalen Wohlbefindens unter Wehen nur eingeschränkt treffen. Dennoch war eine klinische Präferenz zugunsten der FKS erkennbar, wenngleich derzeit belastbare Evidenz zur Validierung dieses Verfahrens noch aussteht. [65]

4.8 Fetale und maternale Outcome-Parameter im Untersuchungskollektiv im Vergleich zur Studien- und Kontrollgruppe

Die CTG-Schulung hatte keine Auswirkungen auf die fetomaternalen Outcome-Parameter in der Subgruppenanalyse (vgl. Tabelle 12). Dies inkludierte die prädiktiven Parameter wie den 5-Minuten-Apgar-Wert, die Aufnahme auf die NICU, den maternalen intraparten Blutverlust und den postpartalen maternalen Hämoglobinwert.

Die fetomaternalen Ergebnisparameter in dem Untersuchungskollektiv blieben ebenfalls stabil und waren nicht statistisch signifikant verändert (siehe Tabelle 9). Jedoch ist eine klinische Relevanz, wenn durch die PCI die Aufnahme auf die NICU im Untersuchungskollektiv um 0,9% und in der Subgruppenanalyse um 2,1 % reduziert werden konnte, keinesfalls auszuschließen. Jeder einzelne Fet, der anschließend fit genug ist, um bei der Mutter zu verbleiben, ist ein Zugewinn.

Durch die stabilen Werte wird deutlich, dass es nach dem CTG-Training keine fälschlich als „normal“ bewerteten CTG-Interpretationen gab. Dies wäre zum Beispiel die Weiterverfolgung einer spontanen vaginalen Geburt mit einem möglichen schlechteren fetalen Outcome, obwohl Zeichen der fetalen Hypoxie vorlagen. Ein Versagen bei der CTG-Interpretation nach dem eintägigen Training oder eine Verzerrung der Ergebnisse ist auf Basis der Ergebnisse als unwahrscheinlich zu bewerten.

Die Verteilung der Nabelschnurarterien-pH-Werte, einschließlich der Azidose, wies keine statistisch signifikanten Unterschiede auf. Da es sich nur um ein 8-stündiges Training und eine kleine Stichprobe handelte, waren keine Auswirkungen der CTG-Schulung auf die Azidoserate zu erwarten.

4.9 Aktuelle Datenlage zur CTG-Interpretation

Es ist bekannt, dass die derzeitigen CTG-Scores einen geringen positiven Vorhersagewert für die Entwicklung einer intrapartalen Hypoxie haben. Gleichzeitig haben die gängigen CTG-Scores eine hohe Falsch-Positiv-Rate. Nelson et al. berichteten über eine Falsch-Positiv-Rate beim Nachweis einer Azidose von bis zu 99 %, während andere Autoren von Raten von 40-60 % berichten [21, 37].

Jüngste Veröffentlichungen, in denen der FIGO-Score mit anderen nationalen Scoring-Systemen verglichen wurde, zeigten, dass der FIGO-Score bei der Erkennung einer fetalen Azidose deutlich schlechter abschneidet und in nur 23 % der Fälle die Azidose erkennt [20].

Del Pozo et al. zeigten, dass die PCI die höchste Sensitivität bei der Vorhersage einer neonatalen Azidose aufweist [46]. Darüber hinaus erkennt die PCI normale Schwankungen der fetalen Herzfrequenz und betont, dass nicht alle fetalen Herztonveränderungen zwangsläufig auf eine fetale Notlage hinweisen. Dieser Ansatz dient dazu, das Risiko falsch-positiver Interpretationen für fetale Notlagen zu verringern und dadurch ungerechtfertigte Interventionen zu reduzieren, die sich sowohl auf die Mutter als auch auf den Fet negativ auswirken könnten [11]. Frühere Studien haben gezeigt, dass intensivierte CTG-Trainings zu einer erhöhten Sensitivität und Spezifität führen, begleitet von einer signifikanten Verringerung der Intra- und Interobserver-Variabilität [16, 44, 50].

In Großbritannien ist die PCI seit 2018 der FIGO-Interpretation gleichgestellt, validiert und etabliert [11]. Die NICE-Leitlinie wurde beträchtlich überarbeitet und an die PCI angepasst und gibt stets die Handlungsempfehlung zur Berücksichtigung des klinischen fetomaternalen Gesamtbildes [40]

Als Paradebeispiel gelten die Erfahrungen am St. George's University Hospital in London, wo die Einführung der PCI zu einem bemerkenswerten Rückgang der Raten an HIE bereits innerhalb eines Jahres von 14 Fällen pro Jahr im Jahre 2017 auf 7 Fälle pro Jahr im Jahre 2018 und anschließend weiter auf nur drei Fälle pro Jahr im Jahre 2020 führte [50, 57] . Dies war ein anspruchsvolles Vorhaben, das zahlreiche wiederholende CTG-Masterclasses und jahrelange Trainings umfasste. Eine Änderung der Denk- und Arbeitsweise erfordert ein diszipliniertes Programm und unermüdliches Engagement.

Dies ist für eine Etablierung eines ähnlichen Vorgehens in Deutschland nicht anders zu erwarten. Der FIGO-Score ist international angesehen und wird in Deutschland analog der S3-Leitlinie „Vaginale Geburt am Termin“ als Goldstandard zur CTG-Interpretation beschrieben. Eine Umstellung auf einen neuen Interpretationsansatz wird nur mit viel Aufklärung, regelmäßigen Fortbildungen, Feedback und multizentrischem Austausch möglich.

Die schwere Asphyxie mit nachfolgender hypoxisch-ischämischer Enzephalopathie (HIE) tritt in Deutschland bei Lebendgeborenen ab 22+0 SSW mit einer Häufigkeit von etwa 0,7 % auf [26] . Daten aus England zur perinatalen Asphyxie bei Reifgeborenen (≥ 37+0 SSW), die mit einer HIE assoziiert ist, berichten Inzidenzen von rund 1 – 2 pro 1.000 Geburten (0,1 – 0,2 %) [49] . Vergleichbare nationale Daten liegen derzeit nicht vor, da bislang kein offizielles HIE-Register in Deutschland existiert. Somit kann aktuell auch keine bundesweite Aussage getroffen werden, was eine Umstellung des CTG-Interpretationsansatzes auf die HIE-Rate bewirken könnte. In den derzeit an unserer Klinik durchgeführten, longitudinal angelegten Studien wird dieser Outcome-Parameter systematisch erfasst und berücksichtigt.

4.10 Limitation der Studie

Diese Studie bezieht sich auf eine eintägige CTG-Schulung mit einer Dauer von 8 Stunden. Aufgrund der geringen zu erwartenden Zeitdauer der Wirkung der Studie kann nur ein kurzfristiges Intervall vor und nach dem CTG-Training evaluiert werden. Zwar sind ab dem Zeitpunkt der Schulung regelmäßige Gespräche und Kleinschulungen über die PCI geführt

worden, diese individuellen Vertiefungen sind jedoch retrospektiv nicht messbar. Allerdings ist hier zu erwarten, dass das Personal für physiologische CTG-Veränderungen unter der Geburt sensibilisiert wurde, jedoch sind so subtile Einflüsse nicht messbar. Weiters wurden die geburtshilflichen SOPs nicht verändert.

Das Geburtendokumentationssystem ViewPoint™ unterscheidet nur zwischen suspekt/pathologisch und normalem CTG. Es kann nicht dokumentiert werden, ob das CTG beispielsweise auffällige Muster zeigt, der Fet aber noch gut kompensiert ist. Ob die jeweiligen Dokumentationsverantwortlichen in einem solch komplexeren Fall nun die Option „suspekt/pathologisch“ oder „normal“ gewählt haben, ist leider individuell und nicht nachvollziehbar.

Generell sind die Nutzung der Dokumentationssoftware und der Umgang mit Unzulänglichkeiten der Software entscheidende Punkte für die Aussagekraft der erhobenen Daten. Sehr deutlich wird dies bei der Beobachtung, dass nur bei zwei Drittel der durchgeführten MBUs ein suspektes oder pathologisches CTG dokumentiert wurde, obwohl dies die einzige valide Indikation für die Durchführung einer MBU ist. Bei weiterer Aufarbeitung dieser Diskrepanz, zeigt sich das nahezu alle MBUs bis auf eine auf Grund eines suspekten oder pathologischen CTGs durchgeführt wurden.

Ebenso einschränkend in den Möglichkeiten von ViewPoint™ ist, dass nur für den Fall einer operativen Entbindung ein suspektes oder pathologisches CTG als Indikation genannt werden kann. Für einen SPP ist nur möglich, diesen mit oder ohne Risiken zu kennzeichnen. Diese unspezifischen und wenig flexiblen Dokumentationsmöglichkeiten führen dazu, dass Vergleiche eines suspekten/pathologischen CTG über die verschiedenen Entbindungsarten – vor allem der Vergleich zwischen SPP und operativer Entbindung bei pathologischen CTG – nicht möglich sind.

In dieser Arbeit wurde analysiert, ob eine eintägige CTG-Schulung bereits zu Veränderungen in der intrapartalen Betreuung und Entscheidungsfindung führt, ohne das fetomaternale Outcome zu verschlechtern. Die Reduktion der MBU-Rate vor einer operativen Entbindung konnte ohne Verschlechterung der fetalen Outcome-Parameter, wie Apgar-Wert, Nabelschnurarterien-pH-Wert und Verlegung auf die NICU nachgewiesen werden. Jedoch zeigt sich nach einer eintägigen Schulung bislang auch kein verbessertes fetomaternales Outcome.

Hochinteressant wäre auch eine Untersuchung der Dokumentation, die sich möglicherweise durch die PCI geändert hat.

4.11 Schlussfolgerung und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass das bessere Verständnis der Physiologie der fetalen Kardioregulation und die Berücksichtigung des ganzheitlichen klinischen Bildes mit maternalen und fetalen Faktoren durch die Geburtshelferinnen und -helfer erstrebenswert ist. So wird die Anzahl durchgeführter MBUs vor einer operativen Entbindung – und das damit einhergehende Risiko und etwaigen Zeitverzug zu einer klinischen Entscheidung – reduziert. Bislang zeigen sich hierunter keine Verschlechterung des fetomaternalen Outcomes.

Die Ergebnisse der FIRSST-Study deuten an, dass eine FKS gegenüber der MBU gleichwertig oder sogar von Vorteil ist, wenngleich die begrenzte Fallzahl keine belastbare Aussage zulässt. In der zuvor durchgeführten Machbarkeitsstudie mit einer kleinen Kohorte zeigte die FKS bereits einen Vorteil gegenüber der MBU [25, 65] . In England zeigt sich bereits ein deutlicher Rückgang an der Durchführung der MBU bis hin zur gänzlichen Abschaffung an einigen Kliniken [57].

Umstellung auf PCI analog zur Umsetzung in England

In unserer Abteilung wurde nach der ersten CTG-Schulung im November 2019 die CTG-Interpretation analog FIGO sowie das bisherige intrapartale Management beibehalten. Allerdings wurde das Personal für physiologische CTG-Veränderungen unter der Geburt sensibilisiert.

Eine umfassende Überarbeitung und Innovation eines jeden CTG-Interpretationsprozesses erfordern ebenso eine sorgfältige Vorbereitung wie eine durchdachte Planung. Um dieses Ziel zu erreichen und einen reibungslosen Übergang zu ermöglichen, wurde eine Arbeitsgruppe für die PCI eingerichtet. In der Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe des Universitätsklinikums Ulm fand im Mai 2022 die Kick-Off Veranstaltung zur Integration der PCI statt.

Zur möglichst erfolgreichen Etablierung der PCI wurden während der regulären Arbeitszeit fortlaufend niedrigschwellige Feedbackgespräche sowie ein kontinuierliches Training zur Stabilisierung der vermittelten Inhalte implementiert. In zukünftigen, bestätigend angelegten Studien soll untersucht werden, inwieweit sich die Einführung der PCI innerhalb unserer klinischen Struktur langfristig auf fetomaternale Outcome-Parameter auswirkt. Erste Auswertungen der bislang erhobenen Daten weisen bereits auf signifikante Verbesserungen in einzelnen Bereichen hin.

5 Zusammenfassung

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine der ersten Studien in Deutschland zum Training der physiologiebasierten Interpretation von Kardiotokogrammen (CTG) in einem deutschen Perinatalzentrum der höchsten Versorgungsstufe (Level I).

Die Veränderung bestehender Standardarbeitsanweisungen (SOP) in der intrapartalen Betreuung stellt insbesondere im Bereich der CTG-Interpretation eine erhebliche Herausforderung dar, da hier etablierte Routinen hinterfragt und modifiziert werden müssen. Die physiologische CTG-Interpretation (PCI) markiert einen Paradigmenwechsel, der sich von der klassischen, vorwiegend schematischen Mustererkennung hin zu einer differenzierten, Physiologie-fundierten Beurteilung der fetalen Kompensationsmechanismen unter der Belastung von Wehen entwickelt und dabei auch individuelle maternale und fetale Faktoren berücksichtigt. Das Prinzip der PCI hat in deren Ursprungsland England bereits zu einer klinisch relevanten Senkung der neonatalen HIE-Rate geführt, bei gleichzeitiger Senkung der geburtshilflich-operativen Interventionsrate. Auf Grund dieser Erfahrungen wurde bei uns ein eintägiges PCI-Schulungsprogramm durch die „UK Faculty of Physiological CTG Masterclasses“ durchgeführt.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Einfluss dieser kurzen eintägigen Schulung auf das klinische Handeln sowie auf maternale und neonatale Outcome-Parameter in einem deutschen Perinatalzentrum der Versorgungsstufe I zu untersuchen. Die retrospektive Analyse verglich geburtshilfliche Interventionen und neonatale Ergebnisse innerhalb von jeweils sechs Monaten vor und nach der CTG-Schulung an Einlingsschwangeren ab der 37+0 Schwangerschaftswoche (SSW) unter Ausschluss elektiver primärer Sectiones und antepartaler intrauteriner Fruchttode (IUFT).

Die Ergebnisse zeigen signifikante Veränderungen in den Entbindungsmodi: Nach der Schulung kam es zu einer Zunahme von Vakuumextraktionen (VE) bei gleichzeitiger Reduktion der Spontanpartus (SPP) sowie sekundärer Sectiones und Notsectiones. Zudem wurden CTG-Befunde postinterventionell signifikant häufiger als suspekt oder pathologisch eingestuft, was auf eine erhöhte Achtsamkeit nach dem Training hindeutet. In der Subgruppenanalyse von Fällen mit CTG-bedingten operativen Entbindungen, zeigte sich eine signifikante Reduktion der präoperativen fetalen Mikroblutuntersuchung (MBU), ohne dass sich die Rate an MBU in der Gesamtkohorte oder die neonatalen Outcome-Parameter statistisch signifikant veränderten.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass bereits kurze, interprofessionelle PCI-Schulungsmaßnahmen zu einer veränderten klinischen Entscheidungsfindung im intrapartalen Management führen können, ohne dabei das unmittelbare fetale Outcome zu verschlechtern. Perspektivisch könnte die PCI somit nicht nur zur Reduktion invasiver Diagnostik beitragen, sondern bietet das PCI-Konzept das Potenzial, in deutsche, klinische Leitlinien integriert und als Bestandteil der geburtshilflichen Routinepraxis auf Kreißsälen etabliert zu werden, mit dem Ziel, das neonatale Outcome weiter zu verbessern. Weitere prospektive und multizentrische Studien sind erforderlich, um die langfristigen Auswirkungen auf maternale und neonatale Morbidität und Mortalität umfassend zu evaluieren.

6 Literaturverzeichnis

1. Abou-Dakn M, Schäfers R, Peterwerth N, Louwen F (2020) S3-Leitlinie Vaginale Geburt am Termin, Berlin

2. ACOG (2009) Practice Bulletin No. 106: Intrapartum fetal heart rate monitoring: nomenclature, interpretation, and general management principles. Obstet Gynecol 114:192–202. doi: 10.1097/aog.0b013e3181aef106

3. Alfirevic Z, Devane D, Gyte GML, Cuthbert A (2017) Continuous cardiotocography (CTG) as a form of electronic fetal monitoring (EFM) for fetal assessment during labour. Cochrane Database Syst Rev 2017 Feb 3;2(2):CD006066 2017. doi: 10.1002/14651858.cd006066.pub3

4. Ayres-De-Campos D, Spong CY, Chandraharan E (2015) FIGO consensus guidelines on intrapartum fetal monitoring: Cardiotocography. Int J Gynaecol Obstet 131:13–24. doi: 10.1016/j.ijgo.2015.06.020

5. Balfour HH, Block SH, Bowe ET, James LS (1970) Complications of fetal blood sampling. Am J Obstet Gynecol 107:288–294. doi: 10.1016/0002-9378(70)90599-5

6. Beard RW (1968) The effect of fetal blood sampling on caesarean section for fetal distress. BJOG: Int J Obstet Gynaecol 75:1291–1295. doi: 10.1111/j.1471-0528.1968.tb02940.x

7. Beard RW, Filshie GM, Knight CA, Roberts GM (1971) The significance of the changes in the continuous fetal heart rate in the first stage of labour. J Obstet Gynaecol Br Commonw 78:865–881. doi: 10.1111/j.1471-0528.1971.tb00198.x

8. Berglund S, Grunewald C, Pettersson H, Cnattingius S (2008) Severe asphyxia due to delivery-related malpractice in Sweden 1990–2005. BJOG: Int J Obstet Gynaecol 115:316–323. doi: 10.1111/j.1471-0528.2007.01602.x

9. BMG (2017) Nationales Gesundheitsziel. Gesundheit rund um die Geburt. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Gesundheit/Broschueren/Nationales_Gesundheitsziel_Gesundheit_rund_um_die_Geburt.pdf. Accessed 24 Aug 2025

10. Campbell RJ (2020) Change Management in Health Care. Health Care Manag (Frederick) 39:50–65. doi: 10.1097/hcm.0000000000000290

11. Chandrahan E, Evans S-A, Krueger D, Pereira S, Skivens S, Zaima A (2018) Physiological CTG Interpretation. Intrapartum Fetal Monitoring Guideline, UK

12. Chandraharan E (2017) Perils of CTG Misinterpretation. In: Handbook of CTG Interpretation: From Patterns to Physiology. Cambridge: Cambridge University Press; pp 2-4

13. Chandraharan E, Wiberg N (2014) Fetal scalp blood sampling during labor: An appraisal of the physiological basis and scientific evidence. Acta Obstet Gynecol Scand 93:544–547. doi: 10.1111/aogs.12416

14. Cohen WR, Friedman EA (2021) Clinical evaluation of labor: an evidence- and experience-based approach. J Périnat Med 49:241–253. doi: 10.1515/jpm-2020-0256

15. DESTATIS Fast ein Drittel aller Geburten im Jahr 2023 durch Kaiserschnitt. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2025/05/PD25_N024_23.html?templateQueryString=kaiserschnitt. Accessed 5 Mai 2025

16. Donker DK, Geijn HP van, Hasman A (1993) Interobserver variation in the assessment of fetal heart rate recordings. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 52:21–28. doi: 10.1016/0028-2243(93)90220-7

17. Dore S, Ehman W (2020) No. 396-Fetal Health Surveillance: Intrapartum Consensus Guideline. J Obstet Gynaecol Can 42:316-348.e9. doi: 10.1016/j.jogc.2019.05.007

18. Dumler EA, Gnirs J, Kolben M, Schneider KTM (1993) Anwendbarkeit und Relevanz der fetalen Skalpblutanalyse. Gynäkologisch-geburtshilfliche Rundsch 33:155–156. doi: 10.1159/000272200

19. East CE, Leader LR, Sheehan P, Henshall NE, Colditz PB, Lau R (2015) Intrapartum fetal scalp lactate sampling for fetal assessment in the presence of a non-reassuring fetal heart rate trace. Cochrane Database Syst Rev 2015:CD006174. doi: 10.1002/14651858.cd006174.pub3

20. Ekengård F, Cardell M, Herbst A (2021) Low sensitivity of the new FIGO classification system for electronic fetal monitoring to identify fetal acidosis in the second stage of labor. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol: X 9:100120. doi: 10.1016/j.eurox.2020.100120

21. Farquhar CM, Armstrong S, Masson V, Thompson JMD, Sadler L (2020) Clinician Identification of Birth Asphyxia Using Intrapartum Cardiotocography among Neonates with and without Encephalopathy in New Zealand. JAMA Network Open 3:1–11. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.21363

22. Gnirs JL, Schneider KTM, Kühnert M, Schiermeier S (2022) Geburtsüberwachung. Die Geburtshilfe Springer Reference Medizin Springer, Berlin, Heidelberg

23. Grol R, Wensing M, Eccles M (2005) Part I : Principles of the Implementation of Change in: Improving Patient Care: The Implementation of Change in Clinical Practice. 2020 John Wiley & Sons Ltd., pp 1-86

24. Helwig JT, Parer JT, Kilpatrick SJ, Laros RK (1996) Umbilical cord blood acid-base state: What is normal? Am J Obstet Gynecol 174:1807–1814. doi: 10.1016/s0002-9378(96)70214-4

25. Hughes O, Murphy DJ (2022) Comparing second-line tests to assess fetal wellbeing in Labor: a feasibility study and pilot randomized controlled trial. J Matern Fetal Neonatal Med 35:91–99. doi: 10.1080/14767058.2020.1712704

26. IQTIG Bundesauswertung Perinatalmedizin: Neonatologie (Erfassungsjahr 2021). https://iqtig.org/downloads/auswertung/2021/pmneo/DeQS_PM-NEO_2021_BUAW_V01_2022-06-30.pdf. Accessed 24 Aug 2025

27. Jonsson M, Söderling J, Ladfors L, Nordström L, Nilsson M, Algovik M, Norman M, Holzmann M (2022) Implementation of a revised classification for intrapartum fetal heart rate monitoring and association to birth outcome: A national cohort study. Acta Obstet Gynecol Scand 101:183–192. doi: 10.1111/aogs.14296

28. Kainer F (2016) Diagnostische Verfahren unter der Geburt. In: Facharztwissen Geburtsmedizin. Elsevier GmbH, München, pp 133-145

29. ’Kohls F, ’Brodowski L, ’Kuehnle E, ’Kniebusch N, Kalache K ’Djaffar, ’Weichert A (2017) Intrapartum Translabial Ultrasound: A Systematic Analysis of The Fetal Head Station in The First Stage of Labor. Z Geburtshilfe Neonatol 222:19–24. doi: 10.1055/s-0043-122242

30. Kruger K, Hallberg B, Blennow M, Kublickas M, Westgren M (1999) Predictive value of fetal scalp blood lactate concentration and pH as markers of neurologic disability. Am J Obstet Gynecol 181:1072–1078. doi: 10.1016/s0002-9378(99)70083-9

31. Künzel W (2000) Stellenwert des Kardiotokogramms in der heutigen Geburtshilfe. Geburtshilfe Frauenheilkd 60:280–289

32. Larma JD, Silva AM, Holcroft CJ, Thompson RE, Donohue PK, Graham EM (2007) Intrapartum electronic fetal heart rate monitoring and the identification of metabolic acidosis and hypoxic-ischemic encephalopathy. Am J Obstet Gynecol 197:301.e1-301.e8. doi: 10.1016/j.ajog.2007.06.053

33. Mahendru AA, Lees CC (2011) Is intrapartum fetal blood sampling a gold standard diagnostic tool for fetal distress? Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 156:137–139. doi: 10.1016/j.ejogrb.2010.12.044

34. Misselwitz B (2005) Einfluss der Fetalblutanalyse auf die Prozess-und Ergebnisqualität in der Perinatalmedizin. Medizinische Dissertation, Philipps-Universität Marburg

35. Modanlou H, Smith E, Paul RH, Hon EH (1973) Complications of fetal blood sampling during labor. The pediatrician should always be informed when scalp samples have been taken. Clin Pediatr (Phila) 12:603–606. doi: 10.1177/000992287301201109

36. Murphy D (2020) Fetal Scalp Stimulation (FSS) versus Fetal Blood Sampling (FBS) to assess fetal well-being in labour - a multi-centre randomised controlled trial. https://www.isrctn.com/ISRCTN13295826. Accessed 24 Aug 2025

37. Nelson KB, Dambrosia JM, Ting TY, Grether JK (1996) Uncertain Value of Electronic Fetal Monitoring in Predicting Cerebral Palsy. N Engl J Med 334:613–619. doi: 10.1056/nejm199603073341001

38. NHS The Early Notification scheme progress report: collaboration and improved experience for families. https://resolution.nhs.uk/wp-content/uploads/2019/09/NHS-Resolution-Early-Notification-report.pdf. Accessed 22 Aug 2024

39. NICE (2023) Intrapartum Care. Care of healthy woman and their babies during childbirth. https://www.nice.org.uk/guidance/ng235. Accessed 16 Dez 2024

40. NICE Fetal monitoring in labour NICE guideline. www.nice.org.uk/guidance/ng229. Accessed 10 Okt 2024

41. Nielsen PV, Stigsby B, Nickelsen C, Nim J (1987) Intra- and inter-observer variability in the assessment of intrapartum cardiotocograms. Acta Obstet Gynecol Scand 66:421–424. doi: 10.3109/00016348709022046

42. O'Brien YM, Murphy DJ (2013) The reliability of foetal blood sampling as a test of foetal acidosis in labour. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 167:142–145. doi: 10.1016/j.ejogrb.2012.11.016

43. Parveen S, Rzyska E, Pilkington L, Chandraharan E (2021) The Impact of Physiological Interpretation of Cardiotocogram (CTG) in Conjunction with Fetal ECG (STAN) on Intrapartum Emergency Caesarean Sections. Glob J Reprod Med 8:555738. doi: 10.19080/gjorm.2021.08.555738

44. Pereira S, Chandraharan E (2017) Recognition of chronic hypoxia and pre-existing foetal injury on the cardiotocograph (CTG): Urgent need to think beyond the guidelines. Porto Biomed J 2:124–129. doi: 10.1016/j.pbj.2017.01.004

45. Pinas A, Chandraharan E (2016) Continuous cardiotocography during labour: Analysis, classification and management. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol 30:33–47. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2015.03.022

46. Pozo CZ del, Ezquerro MC, Mejía I, Martínez-Berganza ED de T, Esteban LM, Alonso AR, Larraz BC, García MA, Cornudella RS (2022) Diagnostic capacity and interobserver variability in FIGO, ACOG, NICE and Chandraharan cardiotocographic guidelines to predict neonatal acidemia. J Matern Fetal Neonatal Med 35:8498–8506. doi: 10.1080/14767058.2021.1986479

47. Prouhèze A, Girault A, Barrois M, Lepercq J, Goffinet F, Ray CL (2021) Fetal scalp blood sampling: Do pH and lactates provide the same information? J Gynecol Obstet Hum Reprod 50:101964. doi: 10.1016/j.jogoh.2020.101964

48. Ranzcog (2022) Intrapartum Fetal Surveillance - Clinical Guideline – Fourth Edition 2019. https://ranzcog.edu.au/wp-content/uploads/Intrapartum-Fetal-Surveillance.pdf. Accessed 20 Nov 2024

49. RCOG Each Baby Counts - 2020 final progress report. https://www.rcog.org.uk/media/a4eg2xnm/ebc-2020-final-progress-report.pdf. Accessed 24 Mai 2024

50. Reeves K, Scully R, Dutta A, Bullen-Bell R, Singh M, Chandraharan E (2021) Training and support on Physiological CTG Interpretation : Does it reduce the hypoxic encephalopathy (HIE) rate? Mid and South Essex NHS Foundation Trust, Essex, UK

51. Reif P, Schott S, Boyon C, Richter J, Kavšek G, Timoh KN, Haas J, Pateisky P, Griesbacher A, Lang U, Ayres-de-Campos D (2016) Does knowledge of fetal outcome influence the interpretation of intrapartum cardiotocography and subsequent clinical management? A multicentre European study. BJOG 123:2208–2217. doi: 10.1111/1471-0528.13882

52. Renzo GCD, Conry JA, Blake J, DeFrancesco MS, DeNicola N, Martin JN, McCue KA, Richmond D, Shah A, Sutton P, Woodruff TJ, Poel SZ van der, Giudice LC (2017) International Federation of Gynecology and Obstetrics opinion on reproductive health impacts of exposure to toxic environmental chemicals. Int J Gynecol Obstet 131:219–225. doi: 10.1016/j.ijgo.2015.09.002

53. Rhöse S, Heinis AMF, Vandenbussche F, Drongelen JV, Dillen JV (2014) Inter- and intra-observer agreement of non-reassuring cardiotocography analysis and subsequent clinical management. Acta Obstet Gynecol Scand 93:596–602. doi: 10.1111/aogs.12371

54. Roberts HR, Whitehouse WL (1969) Broken blade in foetal blood sampling. Br Méd J 2:510. doi: 10.1136/bmj.2.5655.510

55. Saling E (1962) Neues Vorgehen zur Untersuchung des Kindes unter der Geburt (Einführung, Technik, Grundlagen). Arch Gynäk 197:108–122

56. Saling E, Damaschke K (1961) Neue Mikro-Schnell-Methode zur Messung des Blutsauerstoffes auf elektrochemischem Wege. Klin Wochenschr 39:305–306

57. Samyraju M, Ledger S, Chandraharan Edwin (2021) Introduction of the Physiological CTG Interpretation & Hypoxia in Labour (HIL) Tool, and its Incorporation into a Software Programme: Impact on Perinatal Outcomes. Glob J Reprod Med 8:1–8. doi: 10.19080/gjorm.2021.08.555737

58. Schaap TP, Moormann KA, Becker JH, Westerhuis ME, Evers A, Brouwers HA, Schuitemaker NW, Visser GH, Kwee A (2011) Cerebrospinal fluid leakage, an uncommon complication of fetal blood sampling: a case report and review of the literature. Obstet Gynecol Surv 66:42–46. doi: 10.1097/ogx.0b013e318213e644

59. Schmidt S, Misselwitz B, Künzel W (2005) Optimiert die Fetalblutanalyse die Qualität der geburtshilflichen Versorgung? Geburtshilfe Frauenheilkd 65:368–373. doi: 10.1055/s-2005-837594

60. Schwarz CM (2008) Entwicklung der geburtshilflichen Versorgung-am Beispiel geburtshilflicher Interventionsraten 1984-1999 in Niedersachsen. doi: 10.14279/depositonce-1992

61. Solow M, Perry TE (2023) Change Management and Health Care Culture. Anesthesiol Clin 41(4):693-705 41:693–705. doi: 10.1016/j.anclin.2023.05.001

62. Steer PJ, Eigbe F, Lissauer TJ, Beard RW (1989) Interrelationships among abnormal cardiotocograms in labor, meconium staining of the amniotic fluid, arterial cord blood pH, and Apgar scores. Obstet Gynecol 74:715–721

63. Tuffnell D, Haw W, Wilkinson K (2006) How long does a fetal scalp blood sample take? BJOG 113:332–334. doi: 10.1111/j.1471-0528.2006.00859.x

64. Visser GH, Ayres-de-Campos D, Panel FIFMEC (2015) FIGO consensus guidelines on intrapartum fetal monitoring: Adjunctive technologies. Int J Gynecol Obstet 131:25–29. doi: 10.1016/j.ijgo.2015.06.021

65. Yambasu S, Boland F, O'Donoghue K, Curran C, Shahabuddin Y, Cotter A, Gaffney G, Devane D, Molloy EJ, Murphy DJ (2025) Digital Foetal Scalp Stimulation Versus Foetal Blood Sampling to Assess Foetal Well-Being in Labour: A Multicentre Randomised Controlled Trial. BJOG: Int J Obstet Gynaecol 132:557–564. doi: 10.1111/1471-0528.18068

66. Young DC, Gray JH, Luther ER, Peddle LJ (1980) Fetal scalp blood pH sampling: Its value in an active obstetric unit. Am J Obstet Gynecol 136:276–281. doi: 10.1016/0002-9378(80)90850-9

67. Yousefi M, Mashhadi L, Akbarisari A, Ebrahimi Z (2022) Change Management in Hospitals: A Framework Analysis. Stud Health Technol Inform 299:262–268. doi: 10.3233/shti220995

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Interpretationsempfehlung zur Beurteilung der in einer fetalen Mikroblutuntersuchung (MBU) gemessenen Laktat- und pH-Werte aus der S3-Leitlinie „Vaginale Geburt am Termin“. [1] 5

Tabelle 2: FIGO Score zur Beurteilung eines Kardiotokogramms (CTG) aus der S3-Leitlinie „Vaginale Geburt am Termin“ [1] 10

Tabelle 3: Übersicht über die erfassten Daten aus dem gewonnenen Kollektiv: 23

Tabelle 4: Verteilung der Geburtsmodi vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training) im Untersuchungskollektiv 36

Tabelle 5: Verhältnisse aller Geburtsmodi vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training) im Untersuchungskollektiv 37

Tabelle 6: Verhältnis aller Geburten in Abhängigkeit von Kardiotokogramm (CTG) suspekt/pathologisch 38

Tabelle 7: Rate an fetaler Mikroblutuntersuchungen (MBU) vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training) im Untersuchungskollektiv 39

Tabelle 8: Durchgeführte fetale Mikroblutuntersuchungen (MBU) im Untersuchungskollektiv ohne in ViewPoint™ kodierten suspekten oder pathologischen Kardiotokogramm (CTG): 39

Tabelle 9: Fetomaternales Outcome vor und nach dem Kardiotokogramm-Training (CTG-Training) im Untersuchungskollektiv: 40

Tabelle 10: Operative Entbindungsmodi, wenn das „Kardiotokogramm (CTG) suspekt oder pathologisch“ interpretiert wurde: 43

Tabelle 11: Rate an fetaler Mikroblutuntersuchungen (MBU) vor operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen Kardiotokogramms (CTG): 44

Tabelle 12: Fetale Outcome-Parameter nach operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen Kardiotokogramm (CTG): 45

Tabelle 13: Maternales Outcome nach operativer Entbindung auf Grund eines suspekten oder pathologischen Kardiotokogramm (CTG): 45

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Allgemeine Geburtsrisiken in ViewPoint™ bei denen das pathologische Kardiotokogramm (CTG) dokumentiert werden kann, aber ohne zeitliche Korrelation ob als Aufnahme- oder Einleitungsgrund, in der Eröffnungs- oder Austrittsphase. 24
Abbildung 2: Angabe des Geburtsmodus Spontangeburt mit oder ohne Risiken ohne weitere Filterungsmöglichkeit, diese Risiken weiter im Detail zu erfassen. 24
Abbildung 3: Flowchart zur Beschreibung des Untersuchungskollektivs („n“ = Anzahl der Fälle): 27
Abbildung 4: Altersverteilung der Mütter bei Geburt im Untersuchungskollektiv: 28
Abbildung 5: Altersverteilung der Mütter unter der Geburt in der Studien- und Kontrollgruppe: 29
Abbildung 6: Verteilung der Parität im Untersuchungskollektiv: 30
Abbildung 7: Verteilung der Parität in der Studien- und Kontrollgruppe: 31
Abbildung 8: Verteilung der Schwangerschaftswoche (SSW) bei Geburt im Untersuchungskollektiv: 32
Abbildung 9: Verteilung der Schwangerschaftswoche (SSW) bei Geburt in der Studien- und Kontrollgruppe: 33
Abbildung 10: Verteilung des Body-Mass-Index (BMI) vor der Schwangerschaft im Untersuchungskollektiv: 34
Abbildung 11: Verteilung des Body-Mass-Index (BMI) vor der Schwangerschaft in der Studien- und Kontrollgruppe: 35
Abbildung 12: Operative Entbindungen auf Grund „Kardiotokogramm (CTG) suspekt oder pathologisch“ vor und nach dem CTG-Training: 42
Abbildung 13: Rate an fetaler Mikroblutuntersuchungen (MBU) in % über die Jahre 2018 – 2022 47

Danksagung

Aus Datenschutzgründen ist dieser Dissertation keine Danksagung beigefügt.

Lebenslauf

Aus Datenschutzgründen ist dieser Dissertation kein Lebenslauf beigefügt.

Aus Datenschutzgründen ist dieser Dissertation kein Lebenslauf beigefügt.