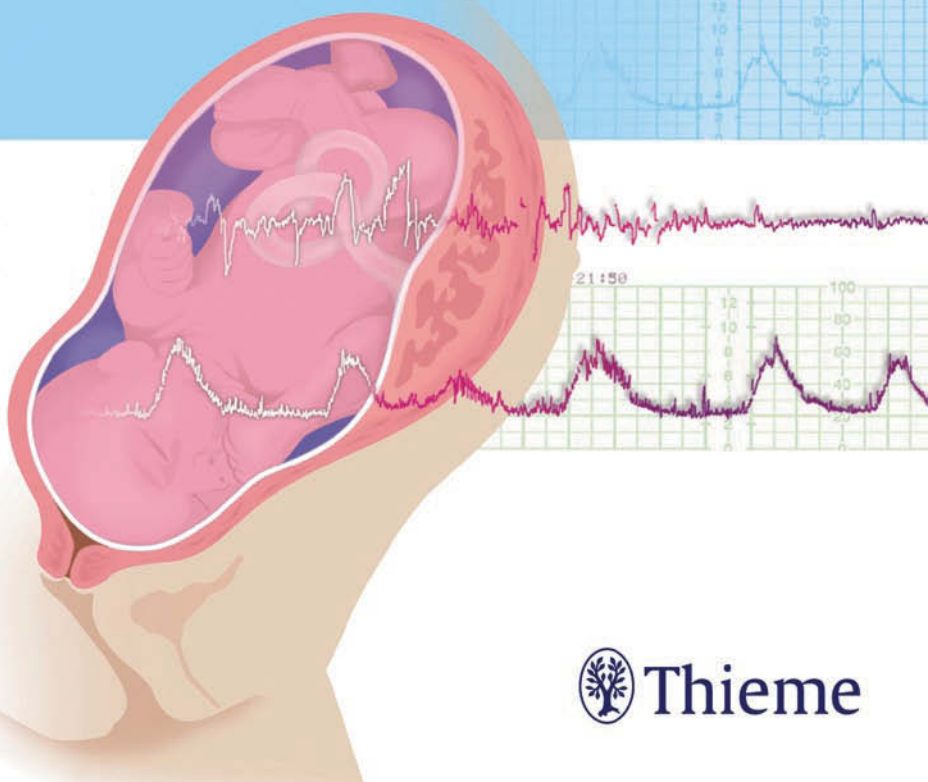


CTG-Praxis

Grundlagen und klinische Anwendung der Kardiotokografie

Stephan Schmidt

Unter Mitarbeit der Hebamme
Ulrike Kopf-Löchel



Thieme

CTG-Praxis

**Grundlagen und klinische Anwendung
der Kardiotokografie**

Stephan Schmidt, Ulrike Kopf-Löchel

90 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

© 2014 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
Deutschland
Telefon: +49/(0)711/8931-0
Unsere Homepage: www.thieme.de

Zeichnungen: Christiane und Dr. Michael von Solodkow, Neckargemünd; medionet Publishing Services Ltd., Berlin
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlaggrafik: Martina Berge, Bad König
Satz: medionet Publishing Services Ltd., Berlin
gesetzt aus 3B2
Druck: LEGO S.p.A, Vicenza

ISBN 978-3-13-169961-9 1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-169971-8
eISBN (epub) 978-3-13-1762016

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers. Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer**, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Geleitwort

Das vorliegende Buch von Stephan Schmidt widmet sich dem Komplex der modernen Überwachung des Feten sub partu.

Historisch betrachtet kommt diesem Gebiet eine wichtige Bedeutung zu. Es handelt sich nämlich, wie die beiden britischen Pädiater Dobbs und Gairdner es seinerzeit festgestellt haben, um den Beginn einer neuen Medizin, der „Fœtal Medicine“. Hierbei stellte die Überwachung des Feten den ersten wichtigen Schritt dar. Mit der Einführung der Fetalblutanalyse zu Beginn der 60er Jahre wurde der Fet neben der Mutter zum richtigen neuen Patienten; vorher war über seinen Zustand kaum etwas feststellbar. Rund acht Jahre später folgte dann die Kardiotokografie als nächste wichtige Errungenschaft. Durch sie konnte eine sichere Überwachung des Feten gewährleistet werden.

Nach unseren eigenen, von Anbeginn gesammelten und mehrfach publizierten Erkenntnissen ist sie – nach wie vor – die Methode der Wahl für eine kontinuierliche und sichere Überwachung des Feten sub partu.

Ihre wichtigsten Vorteile sind, dass bei normalen CTG-Befunden die O₂-Versorgung des Feten mit großer Sicherheit gewährleistet ist. Ferner ist sie auch eine zuverlässige Selektionsmethode, da so gut wie jede intrauterine hypoxische Störung zu suspekten Herzschlagfrequenzmustern führt. Wichtig ist, dass sie auch einen frühen Hinweis auf hypoxische Gefahren bietet.

Ein entscheidender Nachteil der Kardiotokografie ist allerdings, dass bei suspekten oder „pathologischen“ Herzschlagfrequenzmustern keine für klinische Belange ausreichende diagnostische Sicherheit besteht, ob eine Hypoxiegefahr tatsächlich existiert oder nicht, und welches Ausmaß diese gegebenenfalls hat. Will man eine einwandfreie Geburtsmedizin betreiben, kann man sich nicht allein auf die kardiotokografischen Befunde verlassen. Bei dem heutigen Stand des Wissens klinisch erfahrener Experten bietet sich deshalb in Fällen mit nicht normalen Herzschlagfrequenzmustern als beste Lösung an, die Kardiotokografie mit der Fetalblutanalyse kombiniert einzusetzen. Das entspricht auch etwa dem Tenor der entsprechenden aktuellen Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe.

Das hier vorliegende Buch „CTG-Praxis“ trägt zu einer klinisch kompetenten Nutzung der Kardiotokografie in der modernen Geburtsmedizin bei und stellt damit eine Bereicherung besonders für den praktischen Anwender dar.

Die im Buch an Hand der zu Grunde liegenden umfangreichen wissenschaftlichen Literatur ins Detail gehenden Einschätzungen der Kardiotokografie, aber auch der physiologischen und pathophysiologischen Umfelder sowie der zusätzlichen innovativen Methoden regen den klinischen Nutzer an, die neuzeitliche Überwachung des Feten sub partu entsprechend kritisch zu betrachten.

Der Inhalt des Buches mag auch dazu beitragen, Fehlentwicklungen im Bereich der Überwachung des Feten besser zu erkennen und zu vermeiden.

Die Kardiotokografie ist seit ihrer Einführung in die breite Routine Ende der 60er Jahre – zum Teil auch bis heute – von zahlreichen Geburtshelfern falsch eingeschätzt worden, oft auch durch unprofessionelles Stellen der Pauschal-diagnose „pathologisches CTG“ – dies ohne die erforderliche Abklärung, ob konkrete Gefahr tatsächlich besteht oder nicht – missbraucht worden. Das hat die Methode in Misskredit gebracht und hat zu negativen Folgen für Mütter und Kinder (z.B. zu zahlreichen völlig überflüssigen Schnittentbindungen) geführt. Diese bedauerliche Entwicklung ist auch ein Indiz dafür, dass eine Reihe von Geburtshelfern – bedingt durch ihre Fortschrittsgläubigkeit – den Tücken des unbewältigten technischen Neubesitzes nicht gewachsen waren und auch noch nicht sind.

Die heute zunehmend genutzte Bewertung von CTG's durch Computerassistenten ist zwar sehr zu begrüßen, sie hilft die subjektive Fehleinschätzung von Befunden zu reduzieren; dabei muss man sich aber dennoch im Klaren sein – worauf wir von Anbeginn hingewiesen haben –, dass es kaum jemals möglich sein wird, biochemische Komplikationen wie sie die intrauterine Hypoxie darstellt, allein mit bio-physikalischen Methoden wie der Kardiotokografie ebenso genau und zuverlässig zu bewerten.

Auch die Vielzahl der Scores, mit deren Hilfe die Kardiotokografie klinisch besser nutzbar gemacht werden sollte, zeigt, wie frustrierend der Versuch war, mit biophysikalischem Ansatz im biochemischen Bereich ausreichend zuverlässig Diagnosen stellen zu wollen.

Dem vielschichtigen Buch „CTG-Praxis“ ist eine breite Akzeptanz und eine erfolgreiche klinisch-praktische Nutzung zu wünschen.

Berlin, im Oktober 2013

Prof. Dr. med. Erich Saling
Gründungspräsident und Ehrenvorsitzender
der Deutschen Gesellschaft für Perinatale Medizin

Vorwort

Die Kardiotokographie wird als Überwachungsmethode des Feten während der Schwangerschaft und der meisten Geburten eingesetzt.

Sowohl die Überwachung von Risikoschwangerschaften als auch der Einsatz während der Geburt zeigen einen evidenzbasierten Nutzen im Sinne der Minderung der Morbidität und Mortalität der Kinder.

Der Nutzen einer kontinuierlichen Registrierung von fetaler Herzfrequenz und Wehentätigkeit ist im klinischen Alltag abhängig vom Ausbildungsstand der Hebammen und Ärzte in Bezug auf die Analyse und Wertung der Kardiotokogramme.

Ziel dieses Taschenkurzlehrbuchs ist es, eine Basis der CTG-Ausbildung darzustellen, um den Nutzen der Kardiotokografie in der Schwangerenvorsorge, sowie während der Geburt zu optimieren.

Dieses Lehrbuch basiert auf den im Georg Thieme Verlag in der Vergangenheit erschienenen Standardlehrbüchern zur Kardiotokografie, herausgegeben von Wolfgang Fischer.

Das später von Klaus Goeschen im Georg Thieme Verlag veröffentlichte Kurzlehrbuch zur Kardiotokografie hat weite Verbreitung gefunden. Es stammt aus dem Institut von Professor Erich Saling und vermittelt das Wissen seiner Klinik, insbesondere auch die Interpretation der fetalen Herzfrequenzmuster auf Basis der Physiologie und Pathophysiologie des Feten durch Evaluation des Fetalbluts mit der Saling-Technik.

Seit der sechsten Auflage sind nunmehr nicht nur viele Jahre vergangen, vielmehr fällt in diesen Zeitraum die Standardisierung der kardiotokografischen Praxis durch eine von K.T.M. Schneider federführend erarbeitete Leitlinie zur „Anwendung der Kardiotokografie während Schwangerschaft und Geburt“. Die Festlegungen dieser modifizierten FIGO-Leitlinie sollen durch dieses Lehrbuch weitere Verbreitung finden.

Meine Kenntnisse als Mitautor der Leitlinie, in der betont wird, dass für die kardiotokografische Interpretation das Verständnis der Physiologie und Pathophysiologie eine wesentliche Voraussetzung darstellt, sind in dieses neue Taschenlehrbuch zur Kardiotokografie eingeflossen.

Um pathophysiologische Aspekte in dieses Kurzlehrbuch einzuarbeiten, konnte ich auf meine Erfahrungen als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Perinatale Medizin bei Professor Erich Saling, als „Fellow“ im Institut von Professor Abraham Rudolph in den USA sowie die Publikationen der perinatologischen Arbeitsgruppen von Renate und Albert Huch, Wolfgang Künzel und Heiner Wulf im deutschsprachigen Raum zurückgreifen.

Meine Intention und Hoffnung als Autor der CTG-Praxis ist, dass dieses praxisbezogene, auf wissenschaftlichen Erkenntnissen zu Physiologie und Pathophysiologie beruhende Lehrbuch hilft, die Interpretation und Anwendung der Kardiotokografie zu optimieren.

Die Überwachung von Schwangerschaft und Geburt ist eine gemeinsame Aufgabe von Hebammen und Ärzten. Deshalb richtet sich dieses Lehrbuch nicht nur an Ärzte, sondern auch an Hebammen.

Die Perspektive der Hebammen wurde bewusst in dieses Lehrbuch aufgenommen in Form von Kommentaren der Leitenden Hebamme des Marburger Kreißsaals.

Gemeinsam wünschen wir beim Studium dieses Buches, das ein steter Begleiter im Alltag sein soll, einen Erkenntnisgewinn zum Nutzen der uns anvertrauten Schwangeren und Gebärenden.

Prof. Dr. Stephan Schmidt
Direktor der Klinik für Geburtshilfe
und Perinatalmedizin
Marburg 2013

Ltd. Hebamme Ulrike Kopf-Löchel

Abkürzungen

AA	Arachidonsäure
ACOG	American College of Obstetricians and Gynecologists
AFI	Fruchtwasserindex
AIS	Amnioninfektionssyndrom
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
CTG	Kardiotikogramm
DAG	Diacylglycerol
ECG	fetales Elektrokardiogramm
E-E-Zeit	Entschluss-Entwicklungs-Zeit = Zeitspanne vom Entschluss zum Notfallkaiserschnitt bis zur Geburt des Kindes
EKG	Elektrokardiogramm
EL	Evidenz-Level
ET	Entbindungstermin
FBA	Fetalblutanalyse
FHF	fetale Herzfrequenz
FIGO	International Federation of Gynecology and Obstetrics
HEPE	Hessische Perinatalerhebung
HZV	Herzzeitvolumen
IUFT	intrauteriner Fruchttod
K-CTG	Kinetokardiotokogramm
KZD	Kopf-Zervix-Druck
LA	linker Vorhof
LV	linke Kammer
MBU	Mikroblutuntersuchung
ME	Montevideo-Einheit
OBT	Oxytocin-Belastungstest
pCO₂	Kohlendioxidpartialdruck
ptcCO₂	transkutaner Kohlendioxidpartialdruck
PDA	Periduralanästhesie
pO₂	Sauerstoffpartialdruck
ptcO₂	transkutaner Sauerstoffpartialdruck
PROM	vorzeitiger Blasensprung am Termin
SpM	Schläge pro Minute
NIRS	Nah-Infrarot-Spektroskopie
RA	rechter Vorhof
RCOG UK	Royal College of Obstetricians and Gynecologists, United Kingdom
RV	rechte Kammer

SaO₂	arterielle Sauerstoffsättigung
SpO₂	Sauerstoffsättigung
SSW	Schwangerschaftswoche
STAN	ST-Strecken-Analyse
STV	Short Time Variation, Kurzzeitvariation
TORCH	Toxoplasmose, other infectious microorganisms, Rubella, Cytomegalie, Herpes-simplex-Virus
UA	Arteria umbilicalis
UV	Vena umbilicalis
VO₂	Sauerstoffverbrauch
ZNS	Zentralnervensystem

Anschriften

Prof. Dr. med. Schmidt, Stephan
Klinikum der Philipps-Universität Marburg
Klinik für Geburtshilfe und Perinatalmedizin
Baldingerstr.
35043 Marburg

Kopf-Löchel, Ulrike
Klinikum der Philipps-Universität Marburg
Klinik für Geburtshilfe und Perinatalmedizin
Baldingerstr.
35043 Marburg

Inhaltsverzeichnis

1	Fetale Überwachung	20
1.1	Technik	20
1.2	Befunde.....	21
1.3	Ziele	22
2	Kardiotokografie	26
2.1	Evidenzbasierte Nutzung.....	26
2.2	Indikation	27
2.2.1	Kardiotokografie während der Geburt	29
2.2.2	Fetalblutanalyse	30
2.3	Konsequenzen aus CTG-Befunden.....	30
2.3.1	Konservative Behandlung.....	31
2.3.2	Operative Behandlung	31
2.3.3	Internationale Empfehlungen.....	32
3	Fetale Physiologie	33
3.1	Kennzeichen des fetalen Kreislaufs.....	34
3.2	Fetales Herz.....	36
3.2.1	Erregungsbildung und Frequenz.....	37
3.3	Nabelschnurkreislauf	39
3.3.1	Druckerhöhung durch Uteruskontraktion.....	40
3.3.2	Nabelschnurkompression	40
4	Maternale Physiologie	44
4.1	Mütterlicher Plazentarkreislauf	44
4.2	Vena-cava-Kompressionssyndrom	45

4.3	Weitere Störungen der Uterusperfusion	46
5	Technische Grundlagen des CTG	48
5.1	Historie	48
5.2	Technische Details	50
5.3	Kinetogramm	52
5.4	Einflussfaktoren	53
6	Fetale Herzfrequenz	56
6.1	Phänomenologie	56
6.1.1	Basalfrequenz	56
6.1.2	Oszillation	57
6.1.3	Akzelerationen	58
6.1.4	Dezelerationen	58
6.1.5	Sinusoidaler Verlauf	59
6.1.6	Kurzzeitvariation	59
6.2	Diagnostische Hilfsmittel	60
6.2.1	Computerisierte Auswertung	60
6.2.2	Wehenbelastungstest	62
6.2.3	Fetale Stimulation	63
7	Tokografie	64
7.1	Messtechniken	64
7.2	Physiologie der Wehe	66
7.3	Uterusmotilität	67
7.4	Wehentypen	69
8	Pathologie der Uterusmotilität	71
8.1	Pathologie	71
8.2	Medikamentöse Modulation	73

8.2.1	Oxytocin.	73
8.2.2	Prostaglandine	76
8.3	Medikamentöse Hemmung der Uterusmotilität	76
8.4	Intrauterine Reanimation	79
9	Definitionen als Basis der CTG-Befundung	80
9.1	Basalfrequenz	80
9.2	Tachykardie	82
9.3	Bradykardie	84
9.3.1	Fetale Ursachen	84
9.3.2	Maternale Ursachen	85
9.4	Dezelerationen	85
9.4.1	Frühe Dezeleration – Dip I	86
9.4.2	Späte Dezeleration – Dip II	87
9.4.3	Variable Dezeleration	88
9.4.4	Spikes – Dip 0.	91
9.4.5	Prolongierte Dezeleration.	91
9.5	Akzelerationen	91
9.6	Oszillation	92
9.6.1	Kurzzeitvariation	92
9.6.2	Oszillationsfrequenz.	93
9.6.3	Bandbreite, Oszillationsamplitude	94
9.7	Sinusoidaler Verlauf	95
9.8	Serielle CTG-Veränderung	96
10	CTG- Score-Systeme	97
10.1	Kubli-Score.	97
10.2	Hammacher-Score	98
10.3	Fischer-Score	98

10.4	Künzel-Score	98
10.5	FIGO-Score, AWMF-Score	98
10.5.1	Bedeutung	98
10.5.2	Klassifikation	99
	Grundfrequenz	100
	Bandbreite, Fluktuation	100
	Akzeleration	101
	Dezeleration	101
	Sinusoidales Muster	102
10.5.3	Klassifizierungsschemata	102
11	Dokumentation	107
12	Klinische Wertigkeit	109
12.1	Antepartuale Kardiotokografie	109
12.2	Ergänzende Doppler-Sonografie	110
12.3	Oxytocin-Belastungstest	110
12.4	Stimulationstest	111
12.5	Biophysikalisches Profil	112
12.6	Kinetokardiotokografie (K-CTG)	113
12.7	Admission-Test	113
12.8	Subpartuale CTG-Registrierung	113
13	Fetalblutanalyse	116
13.1	Physiologie des fetalen Gasaustauschs	116
13.1.1	Sauerstofftransfer	117
13.1.2	Kohlendioxidtransfer	118
13.2	Indikationen	121
13.3	Kontraindikationen	122

13.4	Praktische Hinweise zur Durchführung	122
13.5	Nachteile und Gefahren	127
13.6	Klinischer Nutzen	127
13.7	Wertigkeit der Fetalblutanalyse	128
14	Zusätzliche innovative Methoden	129
14.1	Subpartuale transkutane fetale Blutgasmessung	129
14.1.1	Transkutaner Sauerstoffpartialdruck	129
14.1.2	Transkutaner Kohlendioxidpartialdruck	130
14.2	Pulsoxymetrie	131
14.2.1	Evidenzanalyse	132
14.3	ST-Strecken-Analyse	132
14.3.1	Evidenzanalyse	133
14.4	Bedeutung für den Klinikalltag	134
15	Erwartungen an das fetale Monitoring	136
15.1	Erhöhung der Sicherheit	136
15.1.1	Dawes-Redmann-Kriterien	136
15.1.2	Q-CTG nach Römer	137
15.1.3	Online-Analyse per FIGO-Schema	137
15.2	Perspektiven	137
15.2.1	Nah-Infrarot-Laser-Spektroskopie	138
15.2.2	Juristisches Risikomanagement	139
16	CTG-Atlas	140
16.1	Fall 1	141
16.2	Fall 2	144

16.3	Fall 3	146
16.4	Fall 4	149
16.5	Fall 5	152
16.6	Fall 6	155
16.7	Fall 7	158
16.8	Fall 8	161
16.9	Fall 9	164
16.10	Fall 10	167
16.11	Fall 11	169
16.12	Fall 12	172
16.13	Fall 13	174
16.14	Fall 14	177
16.15	Fall 15	179
16.16	Fall 16	181
16.17	Fall 17	183
16.18	Fall 18	185
16.19	Fall 19	187
16.20	Fall 20	189
16.21	Fall 21	192
16.22	Fall 22	194

17	Behandlungspfade	196
17.1	Klinikstruktur	196
17.2	Fetales Monitoring	198
17.3	Geburtsmanagement	199
17.4	Aufnahmekardiotokogramm	200
17.5	Behandlungspfad: Bradykardie	201
17.6	Behandlungspfad: Tachykardie	203
17.7	Behandlungspfad: späte Dezelerationen	205
17.8	Behandlungspfad: variable Dezelerationen	207
17.9	Behandlungspfad: silente Oszillation	209
17.10	Behandlungspfad: sinusoidales CTG	211
17.11	Behandlungspfad: hyperaktive oder hypertone Wehentätigkeit	213
18	Anhang	216
19	Literatur	219
	Sachverzeichnis	225

1 Fetale Überwachung

Kardiotokografie – CTG – ist die kontinuierliche Aufzeichnung der fetalen Herzfrequenz und der Wehentätigkeit (► Abb. 1.1).

1.1 Technik

Die fetale Herzfrequenz wird mit der Dopplertechnik abgeleitet und in Schlägen pro Minute (SpM) gemessen. Die Aufzeichnung ist über eine Autokorrelation der-Schlag-zu-Schlag-Registrierung angenähert. Die Wehentätigkeit der Mutter wird durch externe Tokografie über einen Druckaufnehmer registriert [1], [5], [32], [94], [105], [110], [125].

Mittels Kardiotokografie lassen sich potenzielle Gefahrensituationen des Fetus frühzeitig identifizieren. Durch rechtzeitige Beseitigung der Gefahr kann die Reaktionskaskade bis zum fetalen Schocksyndrom unterbrochen und die

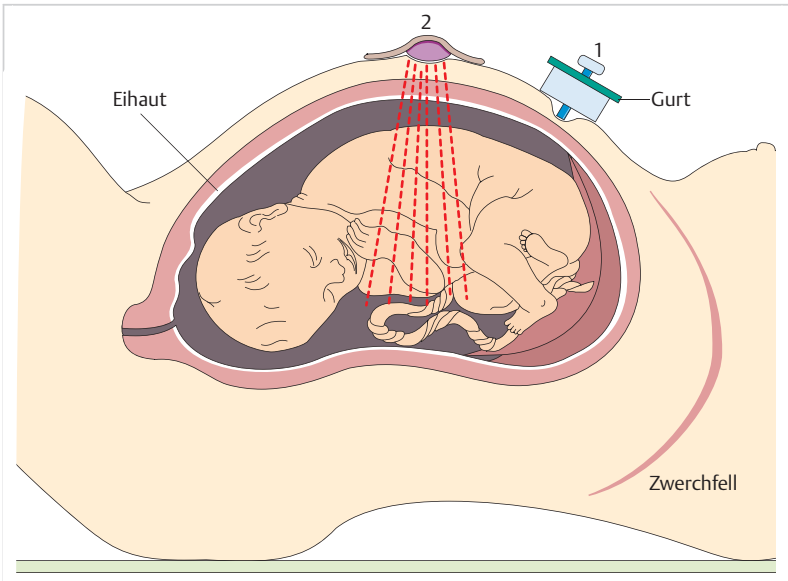


Abb. 1.1 Schema der Ableitung eines Kardiotokogramms (CTG). Durch externe Ableitung der fetalen Herzfrequenz (2) mit dem Doppler-Ultraschall-Verfahren und der Wehenregistrierung (1) durch externe Tokografie, ist ein noninvasives Vorgehen möglich (Quelle: [108]).

Geburt von Kindern mit Asphyxie vermieden werden (► Abb. 1.1, ► Abb. 1.2, ► Abb. 1.3) [1], [9], [31], [91].

1.2 Befunde

Ein **guter Zustand des Feten** wird im CTG angezeigt durch eine normale Basalfrequenz des kindlichen Herzens mit einer Variabilität und Kurzzeitschwankungen im Rahmen der hämodynamischen Regulationen. Ein reaktives CTG zeigt Akzelerationen nach Kindsbewegungen. (► Abb. 1.2)

Bei **Störungen der fetalen Versorgung** entsteht ein auffälliges Herzfrequenzmuster: Es kommt zum Abfall oder Anstieg der Basalfrequenz, kompensatorischen Frequenzveränderungen und eingeschränkter Variabilität (► Abb. 1.3).

Ein Kind mit „**Asphyxie**“ wird aufgrund eines fetalen Schocks ohne klinisch nachweisbaren Puls geboren [23], [54], [118], [127], [133]. Dieser Zustand des Neugeborenen ist selten (<1% der Geburten) und tritt als Ergebnis einer progredienten intrauterinen Versorgungsstörung auf [23], [87], [104], [109], [120], [122], [130].

Im Zentrum der kardiokografischen Überwachung steht die Vermeidung des „**Fetal Distress**“ [1], [13], [56], [72]. Dabei kommt es zu einer Minderung des Sauerstoffpartialdrucks im Gewebe (fetale Hypoxie) und im arteriellen Blut des Kindes (Hypoxämie), verbunden mit einem Anstieg des Kohlendioxidpartialdrucks (Hyperkapnie). Zudem steigt Laktat in Blut und Gewebe an. Die Pufferkapazität des Blutes kann aufgebraucht werden; man spricht von einem ne-

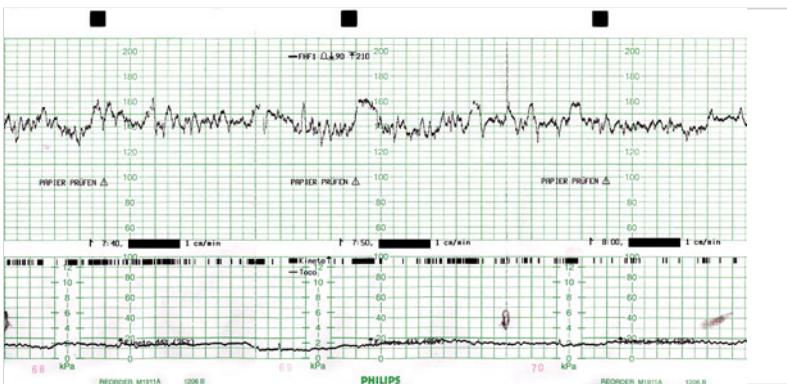


Abb. 1.2 Normalbefund eines Kardiotokogramms. Bei regelrechter Basalfrequenz und undulatorischer Oszillation ist das CTG bei den im Kinotogramm dargestellten Kindsbewegungen reaktiv – es zeigt Akzelerationen der Herzfrequenz.

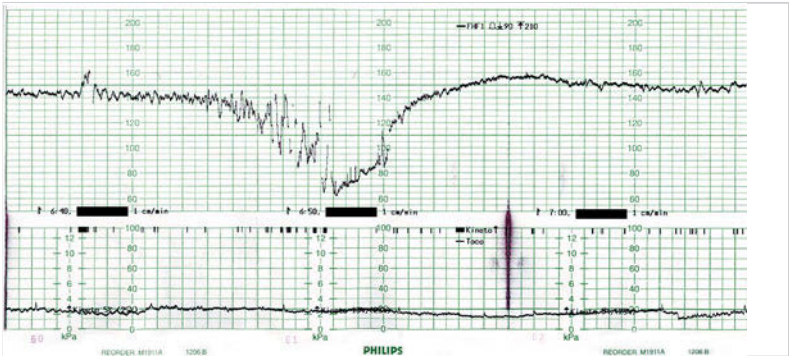


Abb. 1.3 Kardiotokogramm bei Störung der fetalen Versorgung. Abfall der Basalfrequenz, Bradykardie, Änderungen der Oszillation, suspektes saltatorisches und pathologisches silentes Muster. Nach der Störung tritt eine kompensatorische Frequenzbeschleunigung auf. Beachte die reduzierte Dauer der Kindsbewegungen im Kinetogramm.

gativen Base-Exzess. Schließlich ist die intrazelluläre Oxygenierung gestört, der Redoxstatus ist reduziert und das oxygenierte Zytochrom aa3 fällt ab bis es zum Zelltod (Apoptose) kommt (► Abb. 1.4) [43].

1.3 Ziele

Das Ziel der kardiotokografischen Überwachung ist, während der Geburt potenziell gefährdete Feten in einer frühen Phase der Versorgungsstörung zu identifizieren. Wird in einem solchen Fall rechtzeitig gehandelt und gegebenenfalls eine operative Entbindung durchgeführt, kann erwartet werden, dass das Kind nicht beeinträchtigt wird (► Abb. 1.5) [46], [126], [142].

Die Hypoxietoleranz des Fetus ist im Vergleich zum geborenen Kind hoch: Relativ lang anhaltende, insbesondere partielle Störungen können ohne zellulären Schaden toleriert werden. Der Fetus besitzt die Fähigkeit, sich der intrauterinen Versorgungsstörung durch eine hämodynamische Reaktion, die **Sauerstoffsparschaltung** anzupassen (► Abb. 1.6) [115].

Bei ausgeprägter Laktatanreicherung mit Werten über 20 mmol/l ist jedoch mit einer bleibenden Hirnschädigung zu rechnen. Folgen können sein [23], [87]:

- Organversagen
- Enzephalopathie
- Zerebralparese
- perinataler Tod des Fetus durch Hypoxie