Aus der Frauenklinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. med. H. G. Bender

Untersuchungen zur Qualität der fetalen Herzfrequenzregistrierung: Vergleich antepartaler Registrierungen aus den Jahren 1972 und 1998.

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Gabriele Kaschner

2003

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

gez.: Univ.-Prof. Dr. med. dent. Wolfgang H.-M. Raab
Dekan

Referent: Univ.-Prof. Dr. Morgenstern

Korreferent: Prof. Dr. Albrecht

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

1.1 Entwicklung der Kardiotokographie 1

1.2 Bedeutung und Grenzen der Kardiotokographie 2

1.3 Die antepartale Kardiotokographie 4

1.4 Klinischer Stellenwert eines CTG-Scores 6

2 Wissenschaftliche Grundlagen und Fragestellung 9

3 Material und Methode 12

3.1 Material 12

3.2 Methode 14

4 Ergebnisse 17

4.1 Allgemeine Darstellung des geburtshilflichen Kollektives aus dem Jahre 1972 17

4.2 Allgemeine Darstellung des geburtshilflichen Kollektives aus dem Jahre 1998 22

4.3 Vergleich der Ergebnisse ermittelt mit der Phonokardiotokographie und der Ultrasonokardiotokographie 27

5 Diskussion 45

6 Zusammenfassung 55

7 Literaturverzeichnis 57

8 Anhang 66

9 Diagrammverzeichnis 71

10 Tabellenverzeichnis 72

1 Einleitung

1.1 Entwicklung der Kardiotokographie

Die Anfänge der geburtshilflichen Auskultation können auf das Jahr 1766 zurückgeführt werden. 1818 beschrieb der Genfer Chirurg *Mayor* erstmals die Auskultation der fetalen Herztöne mit einem Stethoskop. Im Jahre 1821 berichtete der französische Arzt *Le Jumeau de Kergaradec* vor der Académie de Médicine in Paris über diese Möglichkeit der Kontrolle des fetalen Zustandes [19, 26, 67, 94]. Bis zum routinemäßigen Einsatz der Kardiotokographie zum Ende der sechziger Jahre des 20. Jahrhunderts wurden immer wieder neue Versuche unternommen, die fetalen Herztöne hör-, sicht- und registrierbar zu machen. Basierend auf den Erkenntnissen von *Mayor* und *Le Jumeau de Kergaradec* stellte *von Winckel* 1893 Regeln zur Beurteilung fetaler Herztöne auf und leitete davon Indikationen zur operativen Geburtsbeendigung ab, die bis in die sechziger Jahre des 20. Jahrhunderts ihre Bedeutung behielten.

Die intermittierende Auskultation der fetalen Herztöne mit einem modifizierten Pinard-Hörrohr blieb bis Mitte der sechziger Jahre des 20. Jahrhunderts die anerkannte Methode zur Herztonkontrolle. Ziel der zahlreichen Bemühungen war es, eine geeignete Methode zur kontinuierlichen Herztonaufzeichnung zu finden. Durch erhebliche technische Mängel und Umständlichkeiten in der Anwendung konnte keine der zahlreichen Erfindungen den Eintritt in die klinische Routineüberwachung finden. Dazu zählte auch die Phonokardiographie von *Pestalozza* 1892. *Hon* und *Hess* gingen 1957 bei ihren Überlegungen zur graphischen Darstellung der fetalen Herzfrequenz vom abdominal abgeleiteten fetalen Elektokardiogramm aus, das erstmals von *Cremer* 1906 dargestellte wurde. 1961 gelang *Hon* und *Wohlgemuth* erstmalig die Registrierung der fetalen Schlag-zu-Schlag-Herzfrequenz über das abdominal abgeleitete fetale Elektrokardiogramm. Zur klinischen Routineüberwachung eignete sich die Methode erst, nachdem *Hon* 1963 die transvaginal zu applizierende fetale Kopfschwartenelektrode einführte und damit ein Tabu in der damaligen Geburtshilfe brach. Durch die Entwicklung des Zeitvergleiches zwischen den aufeinanderfolgenden ersten und zweiten Herztönen und der daraus resultierenden Ausschaltung von Störimpulsen schaffte *Hammacher* 1962 die Grundlage die fetale Herzfrequenz aus dem Herzschall auf der Schlag-zu-Schlag-Basis aufzuzeichnen.

Der erste Ansatz der externen Tokographie geht auf *Schäffer* 1896 zurück. In den folgenden Jahren wurde das Interesse an einer kontinuierlichen, externen Wehenaufzeichnung vor allem

durch die Arbeiten von *Rech* 1934 vertieft. Die interne Wehenregistrierung mit der intrauterin-extraamnialen Ballonmethode ist auf *Schatz* im Jahre 1872 zurückzuführen.

Basierend auf den fundamentalen Studien von *Caldeyro-Barcia, Hammacher* und *Hon* [8, 18, 19, 28, 29, 38, 39, 78] wurde letztendlich die externe, simultane phonokardiotokographische Dauerüberwachung der fetalen Herzfrequenz und der Uterusmotilität möglich. *Hammacher* entwickelte einen Transducer, der das Herzschallmikrophon und den äußeren Wehenmesser kombiniert enthielt [75]. Zum Ende der sechziger Jahre des 20. Jahrhunderts wurde die Kardiotokographie in die geburtshilfliche Routine eingeführt. Zur simultanen Registrierung der fetalen Herzfrequenz und der Uterusmotilität können heute die Phonokardiotokographie, die Ultrasonokardiotokographie und die abdominale fetale Elektrokardiotokographie eingesetzt werden.

1.2 Bedeutung und Grenzen der Kardiotokographie

Die Aufgabe der modernen Geburtshilfe besteht darin, alle möglichen Risiken für Mutter und Kind vor der Schwangerschaft, im Verlauf der Schwangerschaft, unter der Geburt sowie nach der Geburt so früh wie möglich zu erkennen [95].

Die elektronische, monitorisierte Überwachung des Fetus gilt in der heutigen geburtshilflichen Routine nicht nur als eine Screeningmethode, sondern auch als eine effektive standardisierte Überwachungsmethode und ist zentraler Bestandteil der ante- und intrapartalen Überwachung des Feten [4, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 32, 67, 68, 71, 82, 85, 88, 94]. Die Kardiotokographie bietet gegenüber der stichprobenartigen Erfassung der fetalen Herzfrequenz zwei wesentliche Vorzüge. Zum einen erlaubt die Schlag-zu-Schlag- oder beat-to-beat- Registrierung der Kardiotokographen die Hochrechnung der Minutenfrequenz aus dem Zeitintervall zwischen zwei Herzaktionen und macht so die kontinuierliche graphische Registrierung der fetalen Herzfrequenz möglich. Sie ermöglicht dem Geburtshelfer die Beurteilung des aktuellen intrauterinen Zustandes des Feten. Zum anderen wird es möglich durch die simultane Aufzeichnung der fetalen Herzfrequenz und der Uterusmotilität das Verhalten der Herzfrequenz unter wehenabhängiger Belastung zu beurteilen, die über eine plazentare Minderdurchblutung zu einer vorübergehenden Hypoxie führen kann [19]. Mit der Erfassung einer einzelnen fetalen Herz-Kreislauf-Größe kann der intrauterine Zustand des Feten zuverlässig beurteilt werden [18, 19, 65, 80, 82, 89]. Ein fetaler Sauerstoffmangel bewirkt typische Veränderungen der Basalfrequenz und charakteristische Herzfrequenzalterationen [13, 14, 19, 23, 53,

54, 83, 85]. Durch den Nachweis von Variationen der fetalen Herzfrequenz ist es möglich, chronische fetale Hypoxämien aufzudecken und den Beginn einer metabolischen Azidose mit eventuell letalen Folgen für das Neugeborene frühzeitig antepartal anzuzeigen [10, 36, 18]. Die Nomenklatur zur Beurteilung von fetalen Herzfrequenzveränderungen geht auf die Arbeitsgruppen um *Caldeyro-Barcia* [8], *Hammacher* [27] und *Hon* [38] zurück. Da sich der intrauterine Fruchttod durch charakteristische pathologische Veränderungen im Kardiotokogramm darstellt, ist ein großer Teil der antepartalen und die Mehrheit der subpartalen Todesfälle vorhersagbar oder durch entsprechendes Vorgehen zu intervenieren [13, 14, 19, 23, 51, 53, 54, 83, 85].

Nach Einführung der Kardiotokographie in die klinische Routine zum Ende der sechziger Jahre des 20. Jahrhunderts sank die perinatale Mortalität erstmals unter 2% [1, 2, 19, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 32, 34, 36, 39, 41, 49, 51, 62, 65, 67, 68, 71, 82, 85, 94]. Die Senkung der perinatalen Morbidität und Mortalität ist zurückzuführen auf das Zusammenwirken der verbesserten Intensivüberwachung des Feten während der Schwangerschaft und unter der Geburt sowie der optimierten Neugeborenenreanimation und des neonatalen Intensive-Care [36]. Die Voraussetzung für eine dauerhafte Senkung der perinatalen Morbidität und Mortalität war der breite Einsatz der Kardiotokographie vor allem in der Spätschwangerschaft und nach stationärer Aufnahme der Gravida sowie die Kombination mit weiteren geburtshilflichen Überwachungsmethoden [19, 23, 30, 72, 79, 80, 89]. Obwohl die Kardiotokographie in der geburtshilflichen Routine einen hohen Stellenwert hat, ergibt sich das klinische Handeln nicht allein aus dem kardiotokographischen Befund. Das Kardiotokogramm stellt in Verbindung mit klinischen Befunden, blutchemischen, biophysikalischen und hormonanalytischen Befunden die Grundlage geburtshilflicher Entscheidungen dar [19, 23, 30, 72, 79, 80, 89]. Nur der komplexe Einsatz aller geburtshilflich verfügbaren diagnostischen Verfahren ermöglicht die frühzeitige Hypoxiediagnostik [10, 19, 23, 33, 36, 49, 80].

Voraussetzung für die optimale klinische Nutzung der Kardiotokographie ist neben ihrem breiten geburtshilflichen Einsatz die sichere Interpretation kardiotokographischer Muster, um harmlose Herzfrequenzmuster von bedrohlichen abzugrenzen sowie die Aufmerksamkeit und Kontrolle der laufenden kardiotokographischen Registrierungen. Mangelnde Übung und Erfahrung des Untersuchers [4, 5, 6, 9, 10, 14, 56, 57, 58, 63, 72, 74, 86, 88, 93] sowie zunehmende Registrierstörungen [19, 73, 84, 88] während der kardiotokographischen Überwachung führen zu Fehlinterpretationen, und es steigt das Risiko, relevante Herzfrequenzalterationen zu übersehen, so dass die Effektivität der Methode sinkt [19, 23, 45].

1.3 Die antepartale Kardiotokographie

Die elektronische Registrierung der fetalen Herzfrequenz vor Geburtsbeginn gehört in der heutigen Geburtshilfe zu den Standardüberwachungsmethoden in der Spätschwangerschaft. Diese Methodik wurde erstmals von *Hammacher* und *Hon* und ihren Mitarbeitern durchgeführt und beschrieben [19, 41]. *Hammacher* ermöglichte die Einführung der antepartalen Kardiotokographie in die geburtshilfliche Routinediagnostik [27, 41]. Ziel war es, eine Überwachungsmethode zu schaffen, die bei jeder Gebärenden eingesetzt werden konnte zur Aufdeckung einer fetalen Gefährdung infolge einer utero-feto-plazentaren Insuffizienz. Der Einsatz der Kardiotokographie zur Schwangerschaftsüberwachung führte sowohl bei Risikoschwangerschaften als auch bei risikofreien Schwangerschaften zur Reduktion der perinatalen Mortalität [23, 25].

Die häufigen und langzeitlichen Kontrollen des fetalen Zustandes durch das antepartale Kardiotokogramm ermöglichen bei allen Formen der utero-feto-plazentaren Insuffizienz und vor allem bei drohender Frühgeburt zu entscheiden, ab welchem Zeitpunkt das intrauterine Verbleiben eines Feten als nicht mehr sinnvoll erachtet wird und die Schwangerschaft beendet werden sollte. Als zeitliche Grenze für den Beginn der kardiotokographischen Überwachung im antepartalen Zeitraum ergibt sich die 24. Schwangerschaftswoche, um die sinnvolle Überwachung eines lebensfähigen Kindes zu gewährleisten [23].

Zur Bewertung des antepartalen Kardiotokogramms sollten die am besten untersuchten, pathophysiologisch erklärbaren und auf ihre klinische Relevanz hin überprüften Kriterien in einem semiquantitativen oder quantitativen Bewertungsschema zusammengefasst werden. Dadurch wird eine qualitative Beurteilung des fetalen Zustandes ermöglicht [12, 18, 19].

Für die antepartale Kardiotokographie sind kurzfristige Änderungen der fetalen Herzfrequenz in ihrer Prognose am wichtigsten, daher sollten die Oszillationsamplitude und Oszillationsfrequenz möglichst exakt dargestellt werden [41, 74]. Beurteilt werden im antepartalen wie auch im intrapartalen Kardiotokogramm die basale Herzfrequenz bezüglich ihres Niveaus, ihrer Oszillationsfrequenz und ihrer Oszillationsamplitude. Das Kardiotokogramm wird auf das Auftreten von periodischen oder sporadischen Herzfrequenzalterationen (Akzelerationen/Dezelerationen) hin untersucht. Akzelerationen im antepartalen Kardiotokogramm gelten als prognostisch günstiges Zeichen, vor allem wenn sie in Verbindung mit Kindsbewegungen auftreten. Sie sind Ausdruck einer ausreichenden vitalen kardio-vaskulären Kompensationsfähigkeit [18, 32, 42, 55, 64, 72, 81]. Verschiedene Untersuchungsgruppen wiesen den Zusam-

menhang zwischen einem sogenannten „reaktivem“ Kardiotokogramm und einer intakten feto-maternalen Einheit und einer ausreichenden Plazentafunktion nach und wiesen auf dessen prognostische Aussagefähigkeit hin [66, 68, 81, 87]. Das Auftreten von Akzelerationen wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Zu erwähnen sind vor allem fetale Asphyxie, Inaktivität, Ruhephasen, Unreife und zentralwirksame Medikamente [19, 23, 55, 87].

Die Interpretation der antepartalen Herzfrequenzregistrierungen wird durch oftmals fehlende Kontraktionen und fehlende wehenabhängige Dezelerationen erschwert [23]. Zwischen der antepartalen Herzfrequenzaufzeichnung, die den aktuellen intrauterinen Zustand des Feten darstellt, und der Bewertung des Neugeborenenzustandes liegt der Geburtsvorgang mit all seinen Komplikationsmöglichkeiten, so dass das antepartale Kardiotokogramm keinen Rückschluss auf den postpartalen Zustand zulässt [65, 82, 92, 93].

Um Variabilitäten der fetalen Herzfrequenz, eventuelle präpathologische oder pathologische fetale Herzfrequenzveränderungen oder normale fetale Ruhepausen zu erfassen und voneinander abzugrenzen, ist eine Registrierdauer von mindestens 30 Minuten erforderlich [15, 19, 23, 30]. Die antepartale Kardiotokographie kann in zwei Modifikationen durchgeführt werden, als Kardiotokographie ohne Belastung (Nonstreßtest) und als Kardiotokographie mit Belastung (körperliche Belastung der Schwangeren oder pharmakologische/mechanische Weheninduktion). Antepartal ist die Kardiotokographie auf die externe Signalableitung beschränkt. Zur Registrierung der fetalen Herzfrequenz können die Phonokardiotokographie, die Ultrasonokardiotokographie und die abdominale fetale Elektrokardiotokographie eingesetzt werden. Bei der Phonokardiotokographie als Weiterentwicklung der konventionellen Auskultation werden die fetalen Herztöne über ein geeignetes empfindliches Mikrophon von der mütterlichen Bauchdecke abgeleitet. Die empfindlichen Schallaufnehmer reagieren auf alle vom Feten, der Mutter und der Umwelt ausgehenden Geräusche. Unter Verwendung des Zeitvergleichs nach *Hammacher* wird die präzise Registrierung der fetalen Signale und folglich eine getreue Wiedergabe der instantanen fetalen Herzfrequenz möglich.

Die Ultrasonokardiotokographie basiert auf dem Ultraschall-Doppler-Verfahren. Es wird kein vom Fetus direkt ausgesandtes biophysikalisches Signal verwendet, sondern primär wird ein Impuls apparativ erzeugt, der sekundär vom Fetus verändert wird. Die ausgesandten Ultraschallstrahlen werden an bewegten Grenzflächen entsprechend der Bewegungsrichtung des beschallten Objektes zum Empfänger reflektiert. Es resultieren Frequenzalterationen, die zur Erfassung der fetalen Herzaktionen benutzt werden. Verwendet werden in der geburtshilflichen Routine breitstrahlende Transducer mit Signalverarbeitung über autokorrelierende Kar-

diotokographen. Die Autokorrelationsmethode ist ein mathematisches Verfahren, das Periodizitäten, das heißt gleichartige Komplexe in einer zeitlichen Abfolge, aufdeckt. Bei breitstrahlenden Transducern ist der zum Feten einstrahlende Ultraschallkegel aufgefächert, um zu sichern, dass das fetale Herz auch bei größeren Bewegungen des Feten weiterhin vom Ultraschallkegel erfasst wird.

Das technisch aufwendigste Verfahren zur externen Ableitung der fetalen Herzfrequenz ist die abdominale fetale Elektrokardiotokographie, die sich aber in der klinischen Routine nicht etablieren konnte. Das Rohsignal dieser Methode bildet die R-Zacke des fetalen EKG. Durch die definierte Dauer einer Herzperiode als Abstand zwischen zwei R-Zacken besteht die Möglichkeit der instantanen Herzfrequenzregistrierung. Die Ableitung des fetalen EKG erfolgt über drei Elektroden, von denen zwei als Messelektroden und eine als Erdungselektrode dienen. Durch besondere elektronische Schaltungen wird das mitabgeleitete materne EKG ausgeblendet, und die kleineren fetalen R-Zacken werden als Triggerimpuls verwendet.

1.4 Klinischer Stellenwert eines CTG-Scores

Neben ihrer subpartalen Routineanwendung hat die Kardiotokographie eine entscheidende Bedeutung für die Überwachung der Spätschwangerschaft, so dass für den praktisch tätigen Geburtshelfer der Bedarf an einem aussagekräftigen CTG-Score sowohl für das antepartale als auch das intrapartale Kardiotokogramm besteht. Die Charakterisierung der Herzfrequenzveränderungen erforderte spezielle Begriffe zur Beschreibung der verschiedenen kardiotokographischen Merkmale. Die Nomenklatur der Beurteilungskriterien geht auf die Arbeitsgruppen um *Caldeyro-Barcia* [8], *Hammacher* [27] und *Hon* [38] zurück.

Die Auswertung der Herzfrequenzregistrierungen erfolgt in den meisten geburtshilflichen Abteilungen noch immer überwiegend visuell. Eine Schwierigkeit der visuellen Beurteilung von Herzfrequenzmustern ist der subjektive Einfluss. Verschiedene Arbeiten [4, 5, 6, 9, 10, 14, 56, 57, 58, 63, 72, 74, 86, 88, 93] haben sich mit den Schwierigkeiten der Interpretation von Herzfrequenzmustern befasst. Bei der Auswertung von Kardiotokogrammen hinsichtlich einer fetalen Gefährdung werden zum Teil erhebliche Unterschiede zwischen verschiedenen Geburtshelfern und bei wiederholter Begutachtung durch die gleichen Untersucher gefunden. Die Untersuchungen zeigten, dass selbst Experten auffällige Herzfrequenzmuster unterschiedlich bewerteten. Differierende Meinungen zeigen sich auch im sich anschließenden geburtshilflichen Procedere. Dabei reicht das geburtshilfliche Vorgehen von einer abwarten-

den Haltung über eine fetale Evaluation bis hin zur operativen Entbindung. In verschiedenen Studien [6, 57, 63] konnte eine unzureichende Korrelation zwischen antepartal als auffällig interpretierten Herzfrequenzmustern und dem Neugeborenenzustand aufgezeigt werden.

Obwohl in verschiedenen Untersuchungen [9, 10, 11, 14, 44, 47, 58] nachgewiesen wurde, dass die computergestützte Herzfrequenzanalyse objektivere und genauere Informationen über den fetalen Zustand liefert als die visuelle Kardiotokogrammauswertung, konnte sie sich nicht als geburtshilfliche Routinemethode etablieren.

Durch feste Bewertungskriterien und numerische Erfassung qualitativer Veränderungen tragen Bewertungsschemata dazu bei, subjektive Einflüsse bei der Auswertung zu reduzieren und Vergleichsmöglichkeiten der klinischen Befunde zu schaffen. Ein Punkteschema erleichtert nicht nur die Beurteilung kardiotokographischer Muster und die Erfassung klinischer Befunde, sondern es ermöglicht auch eine Systematisierung der Beurteilung für statistische wissenschaftliche Auswertungen. Die Quantifizierung der Herzfrequenzveränderungen setzt eine systematische Analyse und Beurteilung des Kurvenmaterials voraus und ermöglicht postpartal die Korrelation mit anderen numerischen Werten, z.B. Nabelschnurarterien- und Nabelschnurvenen-pH-Werte, Apgar-Werte [23]. Das weitere therapeutische Vorgehen lässt sich aus dem Bewertungsergebnis ableiten. Zur Bewertung von Kardiotokogrammen sollten die am besten untersuchten, pathophysiologisch erklärbaren und auf ihre klinische Relevanz hin überprüften Kriterien in einem semiquantitativen oder quantitativen Bewertungsschema zusammengefasst werden [12, 18, 19].

Im Laufe der Zeit wurden zahlreiche Punktesysteme zur Bewertung kardiotokographischer Muster entwickelt, die entweder ausschließlich auf die antepartale Kardiotokographie anwendbar sind, oder die Beurteilung sowohl des antepartalen als auch des intrapartalen Zustandes des Fetus ermöglichen [3, 8, 18, 28, 32, 37, 48, 50, 51, 52, 53, 59, 64, 70, 90, 91, 92, 93]. In der geburtshilflichen Routine haben vor allem drei Bewertungsschemata ihren Einsatz gefunden:

- *Hammacher*-Score
- Beurteilungsschema nach *Kubli*
- *Fischer*-Score

Die verschiedenen Bewertungsschemata sind ähnlich aufgebaut. Allen gemeinsam ist die Punktezuordnung zu normalen und verdächtigen Merkmalen, die zu einem Gesamtergebnis

addiert werden. Die bewerteten Kriterien der Herzfrequenzvariabilität sind zwar untereinander nicht gleichwertig, aber durch die Bewertung mehrerer Kriterien ergänzen sich die einzelnen Merkmale in ihrer Bewertung und gleichen die Punktzahl aus [18]. Ab einer bestimmten Punktzahl ist von einer fetalen Gefährdung auszugehen und entsprechend geburtshilflich vorzugehen.

2 Wissenschaftliche Grundlagen und Fragestellung

Das geburtshilfliche Datenmaterial dieser Untersuchung sollte hinsichtlich der Fragestellung zur Qualität der antepartalen fetalen Herzfrequenzregistrierung analysiert werden. Dargestellt werden sollte, wie qualitativ die in der gegenwärtigen Geburtshilfe eingesetzte Ultrasonokardiotokographie, basierend auf dem Ultraschall-Doppler-Verfahren, die fetalen Herzaktionen erfasst, elektronisch verarbeitet und auf der beat-to-beat-Basis graphisch wiedergibt und inwieweit sich Registrierausfälle und Fehlregistrierungen auf die Registrierqualität, Interpretierbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse der antepartalen Kardiotokographie auswirken im Vergleich zur antepartalen Überwachung des Feten mit der Phonokardiotokographie im Jahre 1972. Untersucht werden sollte, ob die technische Qualität der beiden verschiedenen Impulsaufnahmeverfahren eine sichere klinische Beurteilung der Kurvenverläufe zuließ und ob die Kardiotokographie in Verbindung mit zusätzlichen fetalen Überwachungsmethoden weiterhin die Grundlage geburtshilflicher Entscheidungen darstellen kann [19, 23, 30, 72, 79, 80, 89].

Die Periodendauer ist das Zeitintervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Herzaktionen. Durch Schwankungen des Sympathikus- und Vagotonus unterliegt sie ständigen Veränderungen. Während mit der stichprobenartigen Auskultation diese Variationen nicht wahrgenommen werden können, berücksichtigen die in der modernen Geburtshilfe verwendeten Kardiotokographen die unterschiedlichen Abstände zwischen zwei Herzaktionen. Die Hochrechnung der momentanen (instantanen) Herzfrequenz aus dem zeitlichen Abstand zwischen zwei Herzaktionen errechnen die Kardiotokographen nach der Formel:

$$\text{fetale Herzfrequenz (FHF)} = \frac{60.000\ \text{ms}}{\text{Periodendauer}\,[\text{ms}]}$$

Die Berechnung der momentanen (instantanen) Herzfrequenz wird als beat-to-beat- oder Schlag-zu-Schlag-Registrierung bezeichnet. Sie ermöglicht die kontinuierliche graphische Darstellung der fetalen Herzfrequenz. Die instantane Herzfrequenzregistrierung setzt ein möglichst ungestörtes, konstantes und definiertes Signal voraus. Anderenfalls resultieren ungenaue Herzfrequenzregistrierungen mit schlechter Registrierqualität, deren Interpretation erschwert oder unmöglich wird. Die einzelnen Methoden zur Erfassung der fetalen Herzfrequenz zeichnen sich durch unterschiedliche Signal-/Rausch-Verhältnisse aus. Eine Inkonstanz

der fetalen Signale und eine gestörte Signalaufbereitung weisen besonders die Methoden der externen Herzfrequenzableitung auf.
Die Registrierung der fetalen Herzfrequenz kann erfolgen über:

- Herzschall (Phonokardiographie)
- Herzbewegungen (Ultrasonokardiographie)
- elektrische Herzaktionspotentiale (Elektrokardiographie)

Der erste Schritt der elektronischen Verarbeitung fetaler Signale besteht in der Filterung und Verstärkung eingehender Rohsignale, wodurch Störsignale weitgehend eliminiert und Nutzsignale verstärkt werden. In der sich anschließenden Triggerung werden die Rohsignale durch elektrische Impulse ersetzt. Aus der Inkonstanz der Ausgangssignale resultieren Triggerunsicherheiten, die in die Herzfrequenzberechnung miteinbezogen werden, zu charakteristischen Kurvenverläufen führen und die Interpretation beeinflussen. Vor der kontinuierlichen graphischen Herzfrequenzdarstellung werden die Signale nochmals geprüft und Störsignale eliminiert. Die in den Kardiotokographen integrierte Logik dient dem Frequenzvergleich und prüft, ob die einzelnen Messwerte die vorgegebenen Grenzwerte einhalten. Messwerte, die außerhalb der vorgegebenen Grenzen liegen, werden ignoriert. Als Referenzwert für den nächsten akzeptablen Messwert gilt der zuletzt angenommene Frequenzwert, der über drei Sekunden gehalten wird. Wird innerhalb des 3-Sekunden-Intervalls kein akzeptables Signal registriert, hebt der Schreibstift ab („pen-lift“) und die Herzfrequenzaufzeichnung wird unterbrochen. Messwerte, die alle beschriebenen Instanzen passiert haben, werden kontinuierlich graphisch dargestellt. Durch Messung der Periodendauer, dem Zeitintervall zwischen zwei Herzaktionen, setzt sich die Herzfrequenzkurve aus einer Vielzahl von einzelnen Messwerten zusammen. Dies erklärt die Variabilität des kardiotokographischen Materials sowie die Störanfälligkeit der Methode.

Die klinische Brauchbarkeit und Leistungsfähigkeit dieser fetalen Überwachungsmethode wird bestimmt von der Qualität der Herzfrequenzaufzeichnung, die aus der Qualität der eingehenden Signale und deren elektronischer Verarbeitung resultiert. Dem Geburtshelfer ist die exakte Diagnosestellung nur aus einem gut interpretierbaren Kurvenmaterial möglich [19, 23, 30, 73, 83, 84, 88]. Eine unkritische visuelle Beurteilung des Kardiotokogramms kann bei geringen technischen Mängeln, z.B. Triggerunsicherheiten, zu Fehlinterpretationen führen, woraus Fehlentscheidungen des weiteren geburtshilflichen Vorgehens resultieren können [19, 23, 45]. Die Qualität der Herzfrequenzkurven wird beeinflusst durch eine unzureichende Auf-

nahme und Aufbereitung der fetalen Signale sowie Schwächen der Berechnungsalgorithmen. Nicht erfasste fetale Signale, vom Auswertealgorithmus nicht erkannte Signale oder ein zu großer zeitlicher Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Herzaktionen können zu Registrierausfällen führen oder zur Beibehaltung des zuletzt vom Kardiotokographen akzeptierten Wertes über drei Sekunden, so dass ein horizontaler Kurvenverlauf resultiert [61]. Wird innerhalb des 3-Sekunden-Intervalls kein akzeptables Signal registriert, hebt der Schreibstift ab („pen-lift“) und die Herzfrequenzaufzeichnung wird unterbrochen. Häufige 3-Sekunden-Arrests und „pen-lifts“ lassen keine zuverlässige Kurvenbeurteilung zu [19, 23, 30].

Die technische Qualität der Signalaufnehmer sowie deren Plazierung beeinflussen die Qualität der Rohsignale. Für eine bessere Signalableitung bei der externen Kardiotokographie wird die Plazierung der Signalaufnehmer unter akustischer Kontrolle empfohlen. Die Registrierqualität des kardiotokographischen Materials wird nicht nur von der Methode zur Herzfrequenzableitung, der Qualität der eingehenden Signale und deren elektronischer Verarbeitung bestimmt, sondern auch Störungen der graphischen Darstellung, wie ein verschmutzter Schreiber, falsch gefaltetes Papier, ein defekter Papiertransport oder ein zu heiß eingestellter Thermoschreiber, können die Ursache für eine verminderte Qualität der Herzfrequenzregistrierung sein. Neben technischen Schwierigkeiten der Signalaufzeichnung sind auch Ursachen von Registrierstörungen zu berücksichtigen, die den Feten oder die Gravida betreffen. Besonders bei adipösen Patientinnen ist die Signalaufnahme über den Transducer erschwert. Unruhige Patientinnen, starke Wehentätigkeit, verminderte Compliance der Gravida und starke Kindsbewegungen beeinflussen die Registrierqualität. Neben dem Gestationsalter können eine Vorderwandplazenta, ein Hydramnion, die Registrierung in Seitenlage, ungünstige Kindslagen, die simultane Registrierung der mütterlichen und kindlichen Herzfrequenz sowie Bedienungsfehler, mangelnde Sorgfalt und Aufmerksamkeit des geburtshilflich tätigen Personals während der Aufzeichnung zu schlechten Ergebnissen der kardiotokographischen Überwachung führen [7, 19, 23, 27, 30, 33, 41, 45, 46, 61, 72, 75].

3 Material und Methode

3.1 Material

In der vorliegenden Arbeit wurden aus dem Jahre 1972 von 53 Patientinnen der Frauenklinik der Universität Düsseldorf 129 antepartale Kardiotokogramme, abgeleitet mit der Phonokardiotokographie zwischen der 35. und 42. Schwangerschaftswoche, sowie aus dem Jahre 1998 von 53 Patientinnen der geburtshilflichen Abteilung des Hospitals zum Heiligen Geist in Kempen 176 antepartale Kardiotokogramme, abgeleitet mit der Ultrasonokardiotokographie zwischen der 37. und 42. Schwangerschaftswoche, hinsichtlich der Fragestellung zur Qualität der antepartalen fetalen Herzfrequenzregistrierung retrospektiv analysiert. In beiden Untersuchungsgruppen handelte es sich ausschließlich um risikofreie Schwangerschaften.

Zwischen der Aufzeichnung der antepartalen Kardiotokogramme und der Entbindung lagen im Untersuchungskollektiv aus dem Jahre 1972 durchschnittlich 22 Stunden sowie 18 Stunden in der Vergleichsgruppe aus dem Jahre 1998. Der vorgeburtliche Abschnitt endete entweder mit der beginnenden Eröffnungsperiode oder mit der Lagerung der Gravida im Kreißsaal bei bereits fortgeschrittener Geburt, bei auffälligem Aufnahmekardiotokogramm oder zur Geburtseinleitung. Vom Zeitpunkt der Lagerung im Kreißsaal bis zur Geburt erfolgte eine kontinuierliche kardiotokographische Überwachung des Feten. Die Anzahl antepartal registrierter Kardiotokogramme vom Zeitpunkt der stationären Aufnahme bis zur Lagerung im Kreißsaal wurde für die Patientinnen individuell abgestimmt.

Die für die Untersuchung relevanten Patientendaten der beiden Untersuchungszeiträume wurden den Originalunterlagen entnommen und in den für diese Arbeit erstellten, standardisierten Erhebungsbogen übernommen (siehe Seite 68-70). Die Erhebung der Patientendaten erfolgte aus der Dokumentation im Patientenaufnahmebogen, im Geburtenprotokoll und im Perinatologischen Erhebungsbogen. Bei der Aufnahme der Gravida wurden vom Geburtshelfer oder von der Hebamme das Datum und die Uhrzeit, Angaben zur Gravidität und zur Parität, der errechnete Geburtstermin, das Gestationsalter, Angaben zum Wehenverhalten und zu einem eventuell eingetretenen Blasensprung und die Kindslage dokumentiert. Die Aufnahmedokumentation beinhaltete außerdem Angaben zu familiären Risikofaktoren sowie zu Schwangerschafts- und Geburtsrisiken. Angaben zum Körpergewicht der Gravida bei der Aufnahme waren in beiden Untersuchungsgruppen nicht dokumentiert. Die Aufnahmeroutine umfasste die kardiotokographische Registrierung. Im Geburtenprotokoll wurden das Geburtsdatum und

die Uhrzeit, die Art der Geburtsbeendigung und die Indikation bei operativer Geburtsbeendigung erfasst. Angaben zur Art des Blasensprungs, zum Fruchtwasseraussehen, zur Kindslage, zu einer eventuell vorliegenden Nabelschnurumschlingung, zur Geburtsanalgesie oder Anästhesie wurden im Geburtenprotokoll dokumentiert. Zur Beurteilung des postpartalen Vitalitätszustandes des Neugeborenen wurden der Apgar-Wert nach der ersten, fünften und zehnten Minute, der Nabelschnurarterien-und Nabelschnurvenen-pH sowie der Reifegrad des Neugeborenen hinzugezogen. Die Auswertung der Kardiotokogramme erfolgte ohne Kenntnis der jeweiligen klinischen Situation und ohne Kenntnis des postpartalen Zustandes des Neugeborenen.

Die Bewertung der Kardiotokogramme nach dem *Hammacher*-Score erfolgte erst in dieser Untersuchung. Weder das Kurvenmaterial noch die Patientenakten aus den beiden Untersuchungszeiträumen enthielten Angaben über eine Bewertung der Kardiotokogramme nach einem Score durch den Geburtshelfer oder die Hebamme.

Bei der Auswertung des Kurvenmaterials fielen in beiden Untersuchungskollektiven die verkürzten Registrierzeiten der Kardiotokogramme auf. Die Bewertungsgrenze der kardiotokographischen Aufzeichnungen wurde daher auf 24 Minuten gesenkt, obwohl die Anwendung des *Hammacher*-Scores eine Registierdauer von mindestens 30 Minuten voraussetzt.

Da die Patientenauswahl bei der Datenerhebung in beiden Vergleichsgruppen zufällig aus einem Gesamtkollektiv erfolgte, wurden keine Patienten aus der Untersuchung ausgeschlossen. In der Analyse unberücksichtigt blieben Kardiotokogramme mit einer Registrierdauer unter 24 Minuten, da eine zuverlässige Beurteilung der Herzfrequenzkurve nicht möglich war. Außerdem wurden Registrierungen, bei denen die Ableitung der fetalen Herzfrequenz nicht möglich war, und vollständig überhitzte Herzfrequenzaufzeichnungen nicht in die Untersuchung aufgenommen, da sie keine eindeutige quantitative Bewertung der Registrierausfälle und Bewertung der Herzfrequenzkurve zuließen. Ein Ausschluss von kardiotokographischem Untersuchungsmaterial erfolgte lediglich aufgrund dieser Kriterien, nicht aber weil die Dokumentation der Patientendaten unvollständig war.

3.2 Methode

Bei den zur Überwachung der fetalen Herzfrequenz eingesetzten Kardiotokographen handelte es sich ausschließlich um Geräte der Firma Hewlett-Packard. Die ursprüngliche Idee, in dieser Arbeit Kardiotokogramme hinsichtlich der Fragestellung zu analysieren, die mit Kardiotokographen mindestens drei verschiedener Gerätehersteller aufgezeichnet wurden, scheiterte an der Tatsache, dass in den geburtshilflichen Abteilungen der ausgewählten Krankenhäuser ausschließlich Kardiotokographen der Firma Hewlett-Packard verwendet wurden. Die Nachfrage in den geburtshilflichen Abteilungen umliegender Krankenhäuser verlief ebenfalls erfolglos.

Die kardiotokographische Überwachung im Kollektiv aus dem Jahre 1972 wurde mit Fetalmonitoren vom Typ HP 8020A durchgeführt, wobei die Ableitung der fetalen Herzfrequenz über die Phonokardiotokographie erfolgte. Die Herzfrequenzaufzeichnungen im Untersuchungskollektiv aus dem Jahre 1998 wurden überwiegend mit Autokorrelationskardiotokographen vom Typ HP 8040A erstellt. Ein Teil der Kardiotokogramme aus diesem Kollektiv wurde mit Autokorrelationskardiotokographen vom Typ HP Serie 50 IX aufgezeichnet. Die Ableitung der fetalen Signale erfolgte über die Ultrasonokardiotokographie, basierend auf dem Ultraschall-Doppler-Verfahren.

Alle in der Untersuchung eingesetzten Kardiotokographen registrierten die fetale Herzfrequenz auf der Schlag-zu-Schlag-Basis, wobei die kardiotokographische Ableitung extern (indirekt) über die mütterliche Bauchdecke erfolgte. Die Herzfrequenzregistrierungen wurden in linker Halbseitenlage oder in halbsitzender Position durchgeführt. Die Vorschubgeschwindigkeit des Registrierpapiers betrug bei allen in der Untersuchung eingesetzten Kardiotokographen 1 cm/Minute. Das Registrierpapier aus dem Jahre 1972 zeigte eine deutlich schlechtere Qualität.

Zur Beurteilung des fetalen Zustandes wurden die Kardiotokogramme zunächst entsprechend der drei Kriterien des *Hammacher*-Scores (siehe Seite 66) visuell beurteilt. Die Interpretation der Herzfrequenzaufzeichnungen und Punkteverteilung hinsichtlich des Verhaltens von Baseline, Floatingline und Fluktuation (Oszillation) ermöglichte die Abgrenzung normaler, suspekter, präpathologischer und pathologischer Zustände voneinander und somit eine zuverlässige Beurteilung des fetalen Befindens.

Hinsichtlich der Fragestellung zur Qualität der antepartalen fetalen Herzfrequenzregistrierung wurden quantitativ alle Registrierausfälle und manifeste Fehlregistrierungen, bedingt durch 3-

Sekunden-Arrests, „pen-lifts“, „Sternenhimmel“ oder Jitter während der Herzfrequenzregistrierung, erfasst und auf die gesamte Registrierdauer des Kardiotokogramms bezogen. Untersucht wurde, ob eine einwandfreie beat-to-beat-Registrierung vorlag und der Oszillationstyp einwandfrei zu beurteilen war. Mangelhafte Abschnitte der fetalen Herzfrequenzkurve bei gerätebedingten Mängeln sowie bei gestörter Signalaufnahme und Signalverarbeitung wurden quantitativ als Fehler erfasst. Die Bestimmung quantitativer Bewertungskriterien ermöglichte die Erfassung qualitativer Veränderungen des kardiotokographischen Materials. Die systematische Analyse der einzelnen Kardiotokogramme umfasste die Bestimmung der Anzahl und Dauer der Registrierausfälle in den Kardiotokogrammen. Die systematische Bestimmung von Beginn und Ende jeder Registrierstörung ermöglichte die Verteilung der Registrierausfälle im Verlauf der kardiotokographischen Aufzeichnung zu beurteilen. Ein weiteres Untersuchungskriterium stellte die Aufzeichnungsdauer der Kardiotokogramme dar, die in die Qualitätsbeurteilung der Registrierungen miteinbezogen wurde.

Die weitere Analyse hinsichtlich der Registrierqualität des kardiotokographischen Materials erfolgte nach der folgenden Formel [73]:

$$\frac{Dauer\ der\ Fehlregistrierungen\ (Minuten) * 100}{Gesamtregistrierdauer\ des\ Kardiotokogramms\ (Minuten)} = \Pr ozent - Fehlerzeit$$

Um den Einfluss verkürzter Registrierzeiten auf die Interpretierbarkeit des kardiotokographischen Materials zu überprüfen, wurden die fehlenden Registrierzeiten bei Herzfrequenzaufzeichnungen unter 30 Minuten Länge in die Bewertung der Registrierqualitäten einbezogen.

Die weitere Analyse hinsichtlich der Registrierqualität und Registrierdauer des kardiotokographischen Materials erfolgte nach der folgenden Formel [73]:

$$\frac{\left(\begin{array}{c} Dauer\ der\ Fehl - \\ registrierungen\ (Minuten) \end{array} + \begin{array}{c} fehlende\ \mathrm{Re}gistrier - \\ zeit\ (Minuten) \end{array} \right) * 100}{Gesamtregistrierdauer\ des\ Kardiotokogramms\ (Minuten)} = \Pr ozent - Gesamtfehlerzeit$$

Die Prozent-Fehlerzeiten als Maß der technischen Qualität der Herzfrequenzkurven bestimmen die Interpretierbarkeit des kardiotokographischen Materials. In Anlehnung an die Bewertung der klinischen Brauchbarkeit und Interpretierbarkeit von Herzfrequenzregistrierungen nach *Rüttgers* [73] wurde die Registrierqualität in vier Qualitätsgrade unterteilt, wobei in der vorliegenden Arbeit Kardiotokogramme mit Registrierausfällen und Fehlregistrierungen von mindestens 30% als nicht mehr interpretierbar galten.

Die folgenden Qualitätsgrade wurden für das kardiotokographische Material vergeben:

- „sehr gut“: Fehlerzeit < 5%
- „gut“: Fehlerzeit ≥ 5% < 15%
- „schlecht“: Fehlerzeit ≥ 15% < 30%
- „nicht auswertbar“: Fehlerzeit ≥ 30%

Die aus den Originalakten stammenden Patientendaten und die Daten aus der Analyse der Kardiotokogramme hinsichtlich der Fragestellung wurden in ein Datenbankprogramm eingegeben, aufgearbeitet und in Form einer beschreibenden Statistik dargestellt.

Folgende Berechnungsverfahren und statistische Prüfverfahren wurden angewendet:

- Berechnung der Mittelwerte (MW)
- Berechnung der Mediane
- Berechnung der Standardabweichungen (SD)
- Student-t-Test

4 Ergebnisse

Vor dem Hintergrund der unterschiedlichen geburtshilflichen Situation in den beiden Untersuchungszeiträumen und dem unterschiedlichen technischen Entwicklungsstand auf dem Gebiet der elektronischen Überwachung des Feten ist es sinnvoll, die beiden Kollektive zunächst einzeln vorzustellen. Zur weiteren Auswertung der erfassten Daten hinsichtlich der Fragestellung der Arbeit werden die beiden Untersuchungskollektive miteinander verglichen.

4.1 Allgemeine Darstellung des geburtshilflichen Kollektives aus dem Jahre 1972

Im Jahre 1972 erfolgten in der Frauenklinik der Universität Düsseldorf 1176 Geburten. Als statistische Grundlage der Untersuchung dienten die antepartal registrierten Kardiotokogramme von 53 Patientinnen, aufgezeichnet über die Phonokardiotokographie. Die antepartalen Kardiotokogramme wurden hinsichtlich der Fragestellung zur Qualität der antepartalen fetalen Herzfrequenzregistrierung ausgewertet. Da die Patientenauswahl bei der Datenerhebung in diesem Untersuchungszeitraum zufällig aus einem Gesamtkollektiv erfolgte, wurden keine Patienten aus der Studie ausgeschlossen. Im vorliegenden Untersuchungskollektiv wurden bei 53 stationären Patientinnen 175 Kardiotokogramme antepartal registriert, von denen 129 Kardiotokogramme hinsichtlich der Fragestellung ausgewertet werden konnten (73,7%). Der Ausschluss des Kurvenmaterials erfolgte entsprechend der in der Tabelle 1 aufgeführten Kriterien, nicht aber weil die Dokumentation der Patientendaten unvollständig war.

Angaben	**Anzahl**	**Prozentualer Anteil (%)**
Registrierdauer < 24 Minuten	39	22,3%
Registrierung der fetalen Herzfrequenz nicht möglich	6	3,4%
Vollständig überhitzte Aufzeichungen	1	0,6%

Tabelle 1: Ausschlusskriterien der Kardiotokogramme

Eine allgemeine Übersicht über das zugrunde liegende Patientenkollektiv zeigt die Tabelle 2.

Kriterium	**Anzahl**	**Prozentualer Anteil (%)**
Gesamtzahl analysierter Patientinnen	53	100,0%
Gesamtzahl analysierter Geburten	53	100,0%
Gesamtzahl aufgezeichneter Kardiotokogramme	175	100,0%
Gesamtzahl analysierter Kardiotokogramme	129	73,7%
Gestationsalter ≤ 37 Wochen	3	5,7%
Erstparae	28	52,8%
Mehrparae	25	47,2%
Einzelschwangerschaften	53	100,0%
1-Minuten-Apgar < 8	5	9,4%

Tabelle 2: Allgemeine Ergebnisse

Das Untersuchungskollektiv enthielt ausschließlich Einzelschwangerschaften, wobei der Anteil der Erstparae (52,8%) und Mehrparae (47,2%) etwa gleich groß war aber keine Vielparae vorlagen. Bei der Beurteilung des postpartalen Vitalitätszustandes fiel mit 9,4% der Anteil der Neugeborenen mit einem pathologischen 1-Minuten-Apgar-Wert < 8 auf. Der Anteil der Frühgeburten lag bei 5,7%.

Das Gestationsalter bei stationärer Aufnahme verteilte sich zwischen der 35. und 42. Schwangerschaftswoche. Durchschnittlich wurden die Patientinnen in der 40. Schwangerschaftswoche (SD= 1,3) zur Entbindung aufgenommen.

Schwangerschaftswochen	**Anzahl**	**Prozentualer Anteil (%)**
35 bis 37	3	5,7%
38 bis 42	46	86,8%
fehlende Angabe	4	7,5%

Tabelle 3: Verteilung des Gestationsalters bei der Aufnahme

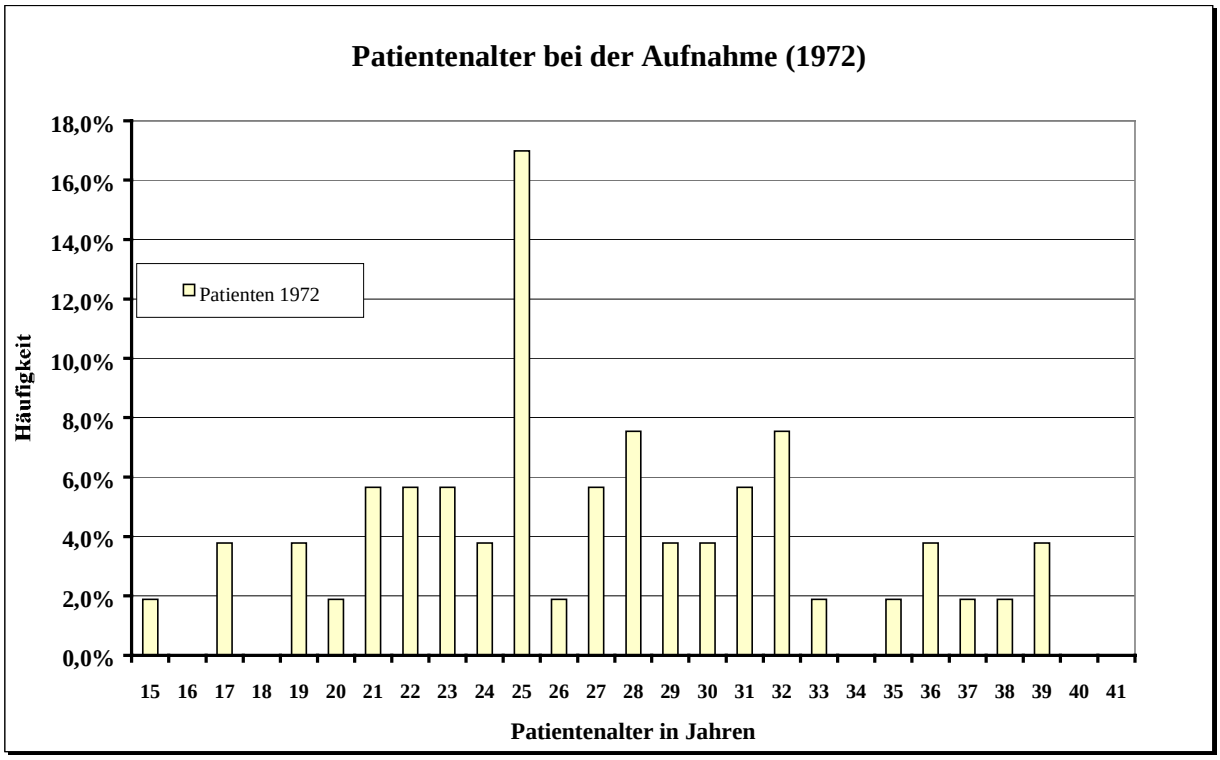


Diagramm 1: Patientenalter bei der Aufnahme

Das Patientenalter zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme verteilte sich im untersuchten Kollektiv zwischen 15 (1,9%) und 39 (3,8%) Jahren. Die Frauen wurden durchschnittlich mit 27 Jahren (SD= 5,8) zur Entbindung aufgenommen.

Eine unvollständige Dokumentation wies das vorliegende Untersuchungskollektiv lediglich hinsichtlich des Gestationsalters und des errechneten Geburtstermins auf. Bei 7,5% der Patientinnen fehlte die Angabe des Gestationsalters und des errechneten Geburtstermins. Zur Beurteilung des postpartalen Vitalitätszustandes gehörte in diesem Zeitraum noch nicht die Bestimmung des Nabelschnurarterien- und Nabelschnurvenen-pHs (siehe Patientenkollektiv aus dem Jahre 1998). Die unvollständige Dokumentation der Patientendaten hatte weder Einfluss auf die Auswahl der in die Untersuchung aufgenommenen Patientinnen noch auf die Auswertung der Kardiotokogramme. Bei der Auswertung des Kurvenmaterials war die Unvollständigkeit der Patientendaten nicht bekannt. Die Kriterien, die zum Ausschluss von Kurvenmaterial bei der Datenerhebung führten, zeigt die Tabelle 1.

Die folgenden Diagramme zeigen die Verteilung der Merkmale Fruchtwasseraussehen, Art der Geburtsbeendigung und Nabelschnurumschlingungen im vorliegenden Kollektiv.

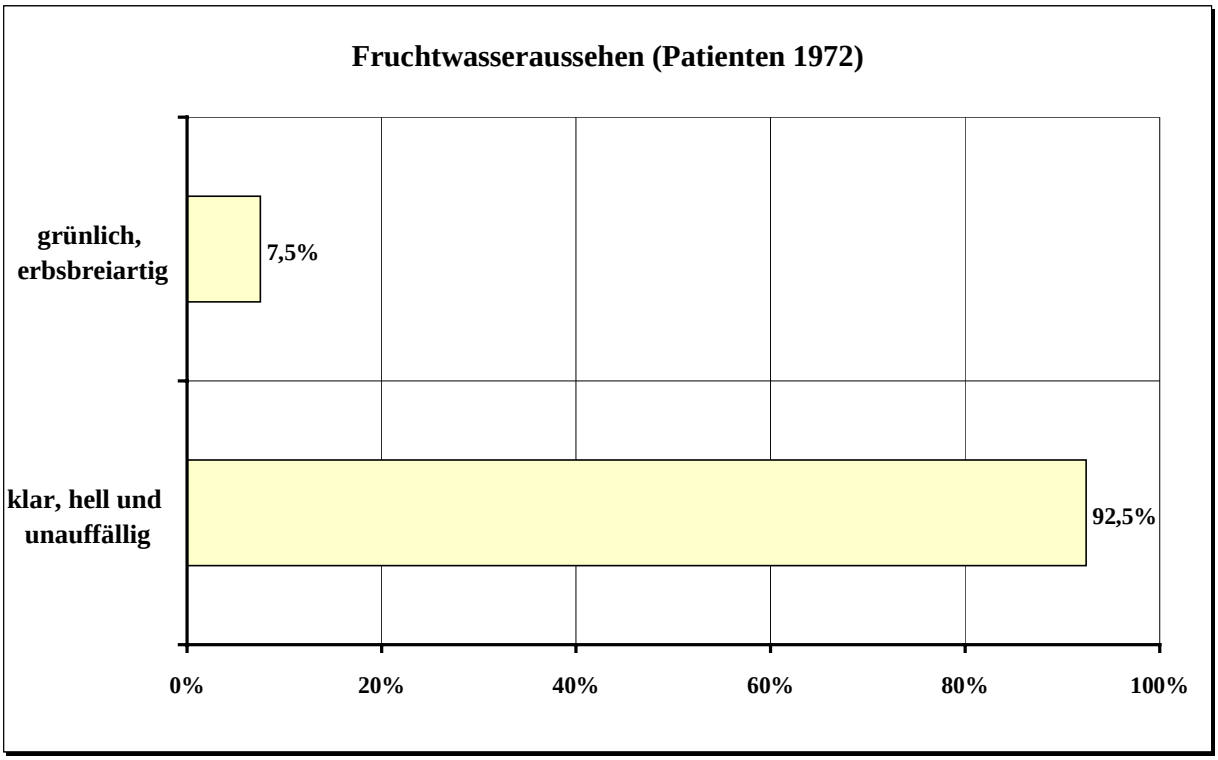


Diagramm 2: Angaben zum Fruchtwasseraussehen

Bei der Mehrzahl der Patientinnen zeigte das Fruchtwasser eine klare, helle und unauffällige Farbe (92,5%).

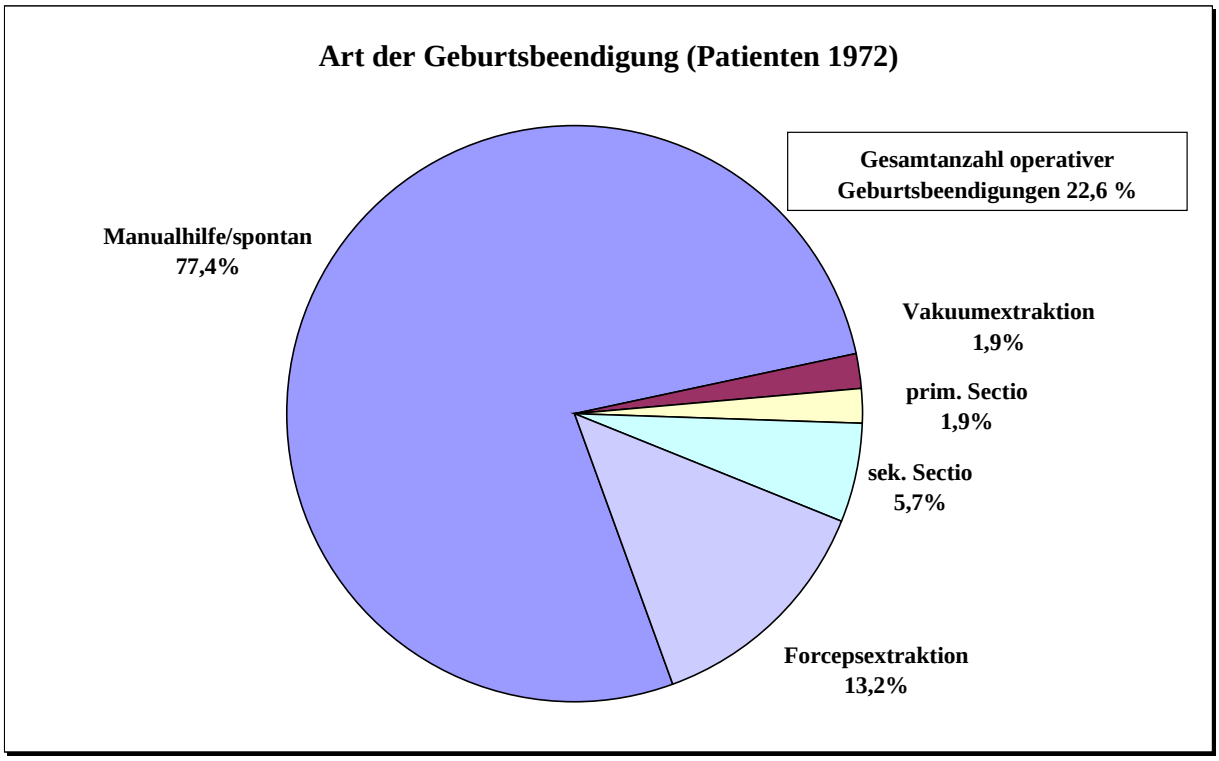


Diagramm 3: Art der Geburtsbeendigung

Die Mehrzahl der Schwangerschaften (77,4%) wurde spontan oder durch Manualhilfe beendet. 5,7% der Patientinnen wurden durch eine sekundäre Sectio caesarea entbunden, wobei die Indikation zur Sectio in keinem Fall infolge eines auffälligen Kardiotokogramms gestellt wurde. 13,2% der Schwangerschaft wurden vaginal-operativ durch eine Forzepsextraktion und 1,9% durch eine Vakuumextraktion beendet.

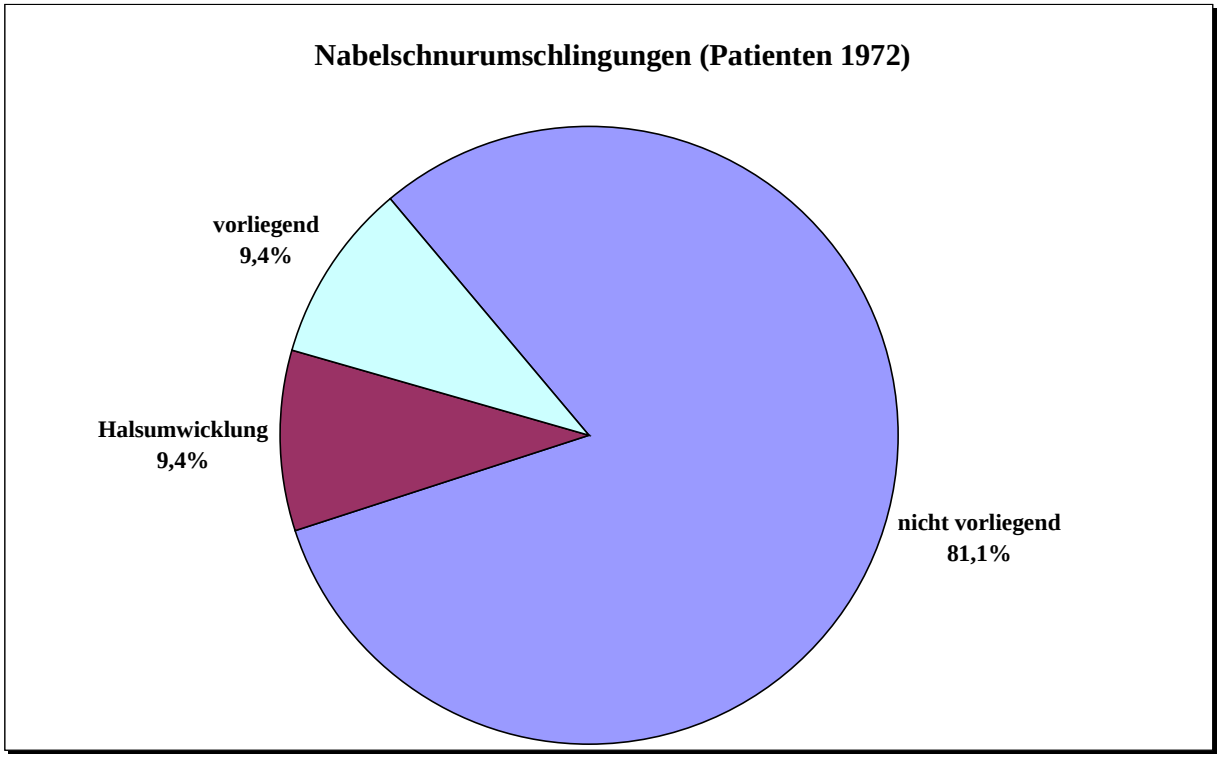


Diagramm 4: Angaben zu den Nabelschnurumschlingungen

Insgesamt 18,9% der Neugeborenen zeigten Nabelschnurkomplikationen, wobei 9,4% der Neugeborenen eine Nabelschnurumschlingung um den Hals aufwiesen und bei 9,4% die Lokalisation der Nabelschnurumschlingung nicht angegeben war.

4.2 Allgemeine Darstellung des geburtshilflichen Kollektives aus dem Jahre 1998

Im Jahre 1998 erfolgten in der geburtshilflichen Abteilung des Hospitals zum Heiligen Geist in Kempen 784 Geburten. Als statistische Grundlage der Untersuchung dienten die antepartal registrierten Kardiotokogramme von 53 Patientinnen, aufgezeichnet über die Ultrasonokardiotokographie, basierend auf dem Ultraschall-Doppler-Verfahren. Die Herzfrequenzkurven wurden hinsichtlich der Fragestellung zur Qualität der antepartalen fetalen Herzfrequenzregistrierung ausgewertet. Da die Patientenauswahl bei der Datenerhebung zufällig aus einem Gesamtkollektiv erfolgte, wurden keine Patienten aus der Studie ausgeschlossen. Im vorliegenden Untersuchungskollektiv waren alle 176 antepartal aufgezeichneten Kardiotokogramme der 53 in die Studie aufgenommenen Patientinnen verwertbar.

Eine allgemeine Übersicht über das zugrunde liegende Patientenkollektiv zeigt die Tabelle 4.

Kriterium	**Anzahl**	**Prozentualer Anteil (%)**
Gesamtzahl analysierter Patientinnen	53	100,0%
Gesamtzahl analysierter Geburten	53	100,0%
Gesamtzahl aufgezeichneter Kardiotokogramme	176	100,0%
Gesamtzahl analysierter Kardiotokogramme	176	100,0%
Gestationsalter $\leq$ 37 Wochen	4	7,5%
Erstparae	28	52,8%
Mehrparae	22	41,5%
fehlende Angabe	3	5,7%
Einzelschwangerschaften	53	100,0%
1-Minuten-Apgar < 8	5	9,4%
fehlende Angabe	2	3,8%
Nabelschnurarterien-pH <7,20	2	3,8%
fehlende Angabe	4	7,5%

Tabelle 4: Allgemeine Ergebnisse

Es handelte sich ausschließlich um Einzelschwangerschaften. Beim Vergleich der Patientendaten fiel der relativ hohe Anteil Erstparae (52,8%) im Verhältnis zu den Mehrparae (41,5%) auf. Das Untersuchungskollektiv wies keine Vielparae auf. Bei 5,7% der Patientinnen fehlten die Angaben zur Parität. Bei der Beurteilung des postpartalen Vitalitätszustandes fiel mit 9,4% der Anteil der Neugeborenen mit einem pathologischen 1-Minuten-Apgar-Wert < 8 auf.

Bei 3,8% war die Dokumentation diesbezüglich unvollständig. Der Anteil der Neugeborenen mit einem Nabelschnurarterien-pH < 7,20 war mit 3,8% sehr niedrig. Wegen fehlender Dokumentation konnte bei 7,5% diesbezüglich keine Aussage gemacht werden. Der Anteil der Frühgeburten lag bei 7,5%.

Das Gestationsalter bei stationärer Aufnahme verteilte sich zwischen der 37. und 42. Schwangerschaftswoche. Durchschnittlich wurden die Patientinnen in der 40. Schwangerschaftswoche (SD= 1,4) zur Entbindung aufgenommen.

Schwangerschaftswochen	**Anzahl**	**Prozentualer Anteil (%)**
35 bis 37	4	7,5%
38 bis 42	49	92,5%

Tabelle 5: Verteilung des Gestationsalters bei der Aufnahme

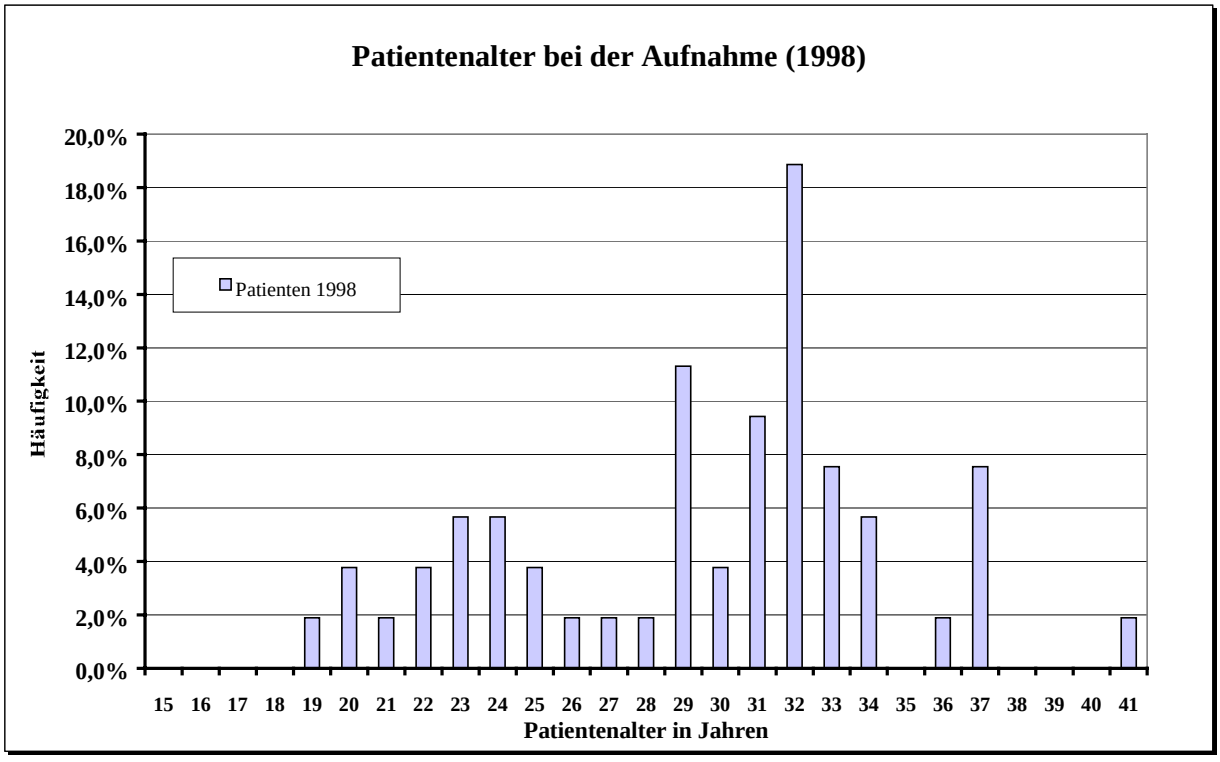


Diagramm 5: Patientenalter bei der Aufnahme

Das Patientenalter zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme verteilte sich im untersuchten Kollektiv zwischen 19 (1,9%) und 41 (1,9%) Jahren. Die Frauen wurden durchschnittlich mit 30 Jahren (SD= 5,1) zur Entbindung aufgenommen.

unvollständige Patientendaten	Anzahl	Prozentualer Anteil (%)
Parität	3	5,7 %
Gravidität	8	15,1 %
Apgar-Werte (nach 1, 5 und 10 Minuten)	2	3,8 %
Nabelschnurarterien-pH und Nabelschnurvenen-pH	4	7,5 %
Atmung	3	5,7 %

Tabelle 6: Unvollständige Patientendaten

Die zum Teil unvollständige Dokumentation der Patientendaten hatte weder Einfluss auf die Auswahl der in die Untersuchung aufgenommenen Patientinnen noch bei der Auswertung der Kardiotokogramme. Bei der Auswertung des Kurvenmaterials war die Unvollständigkeit der Patientendaten nicht bekannt. Die Kriterien, die zum Ausschluss von Kurvenmaterial bei der Datenerhebung führten, wurden bereits im Kapitel 3 „Material und Methode“ erläutert.

Die folgenden Diagramme zeigen die Verteilung der Merkmale Fruchtwasseraussehen, Art der Geburtsbeendigung und Nabelschnurumschlingungen im vorliegenden Kollektiv.

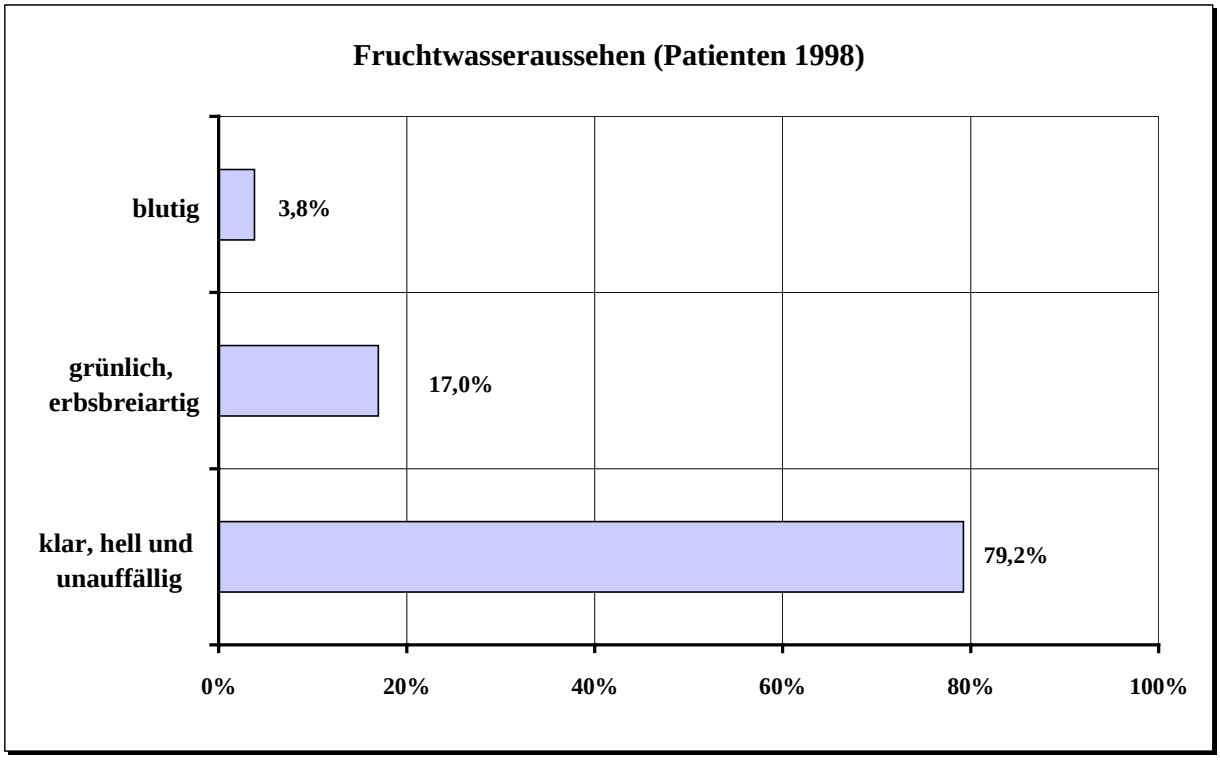


Diagramm 6: Angaben zum Fruchtwasseraussehen

Bei der Mehrzahl der Patientinnen zeigte das Fruchtwasser eine klare, helle und unauffällige Farbe (79,2%).

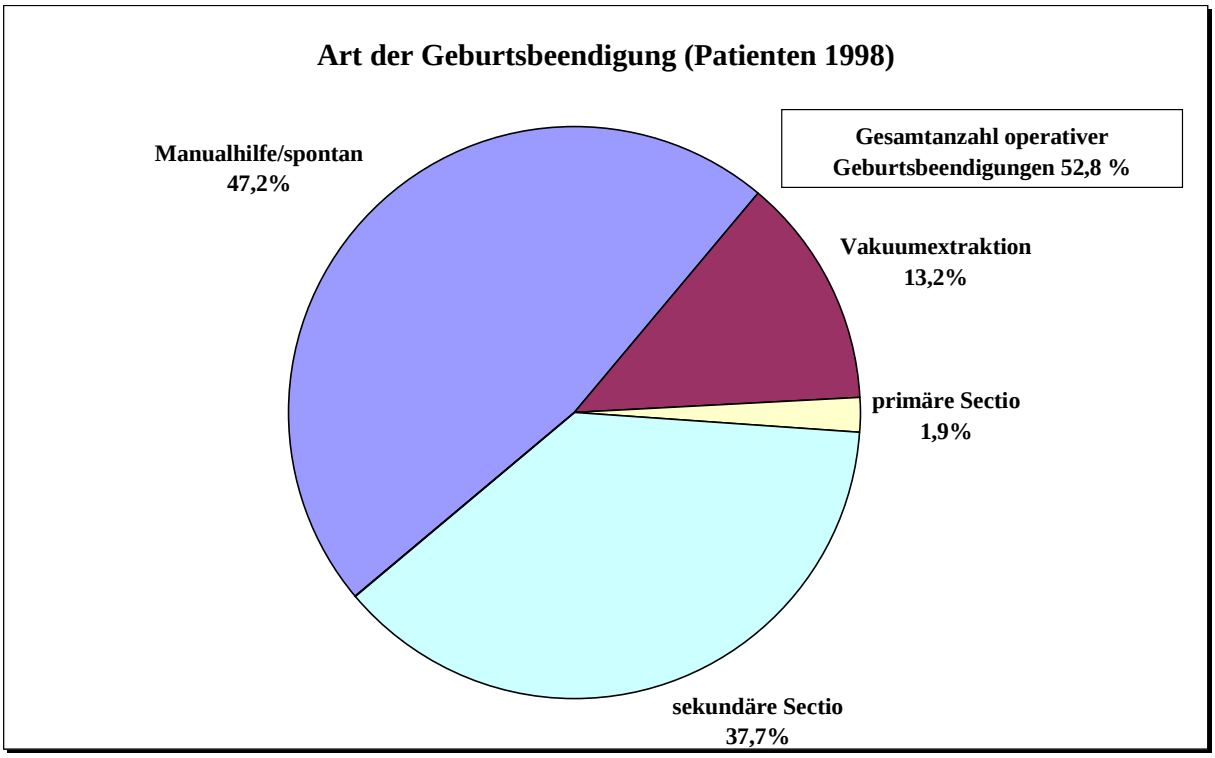


Diagramm 7: Art der Geburtsbeendigung

Lediglich 47,2% der Schwangerschaften wurden spontan oder durch Manualhilfe beendet. Auffallend ist der hohe Anteil der Schnittentbindungen. 37,7% der Patientinnen wurden durch eine sekundäre Sectio caesarea entbunden, wobei die Indikation zur Sectio bei 7,5% der Patientinnen ausschließlich infolge eines auffälligen Kardiotokogramms gestellt wurde. 13,2% der Schwangerschaften wurden vaginal-operativ durch eine Vakuumextraktion beendet. Bei 1,9% der Patientinnen wurde eine primäre Sectio durchgeführt aufgrund einer Beckenendlage mit vollkommener Fußlage.

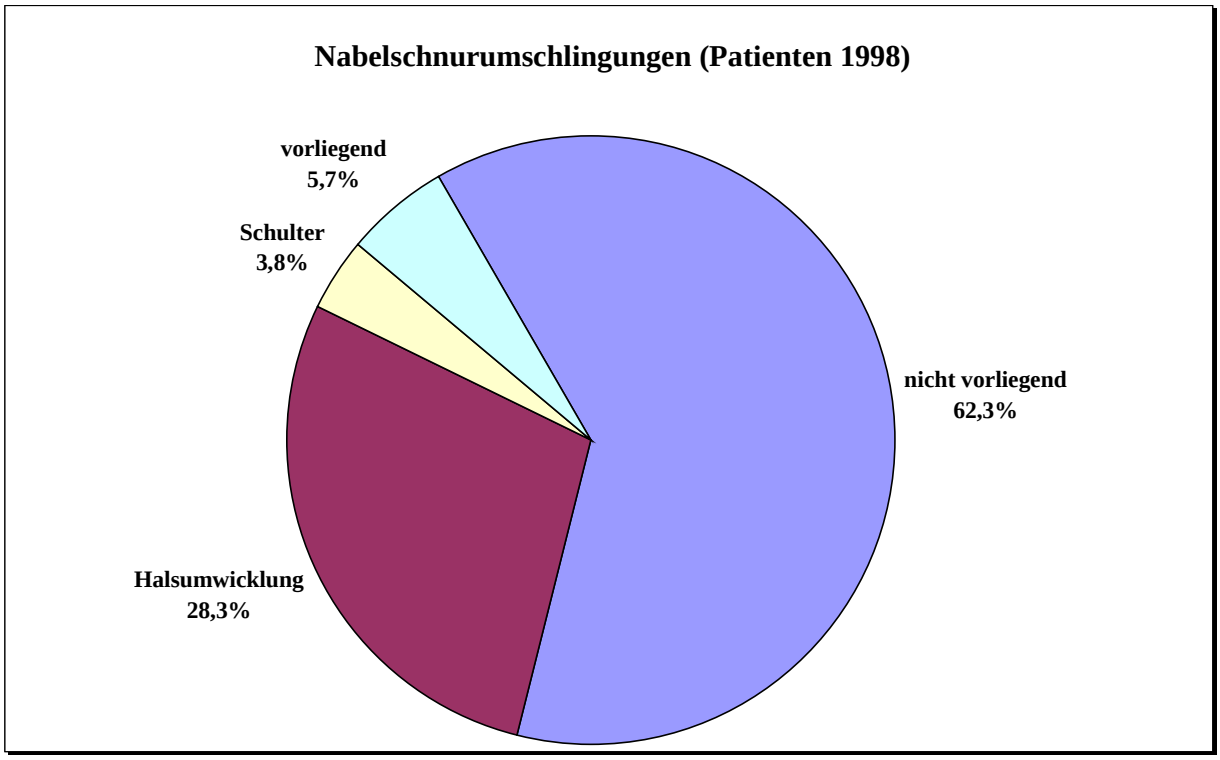


Diagramm 8: Angaben zu den Nabelschnurumschlingungen

Insgesamt 37,7% der Neugeborenen zeigten Nabelschnurkomplikationen, wobei 28,3% der Neugeborenen eine Nabelschnurumschlingung um den Hals aufwiesen. In den übrigen Fällen war die Nabelschnurumschlingung entweder nicht am Hals lokalisiert (3,8%) oder ihre Lokalisation war nicht angegeben (5,7%).

4.3 Vergleich der Ergebnisse ermittelt mit der Phonokardiotokographie und der Ultrasonokardiotokographie

Nach einer getrennten allgemeinen Darstellung der einzelnen Kollektive werden zur weiteren Auswertung der erfassten Daten im Hinblick auf die Fragestellung der Arbeit die beiden Untersuchungskollektive miteinander verglichen. Die Grundlage der statistischen Auswertung bildeten in beiden Kollektiven die antepartal registrierten Kardiotokogramme von jeweils 53 Patientinnen. 129 Kardiotokogramme aus dem Jahre 1972, abgeleitet über die Phonokardiotokographie zwischen der 35. und 42. Schwangerschaftswoche, wurden einem Vergleichskollektiv mit 176 Kardiotokogrammen aus dem Jahre 1998 gegenübergestellt, wobei die fetalen Signale zwischen der 37. und 42. Schwangerschaftswoche über die Ultrasonokardiotokographie unter Ausnutzung des Ultraschall-Doppler-Verfahrens abgeleitet wurden. Das kardiotokographische Material wurden hinsichtlich der Fragestellung zur Qualität der antepartalen fetalen Herzfrequenzregistrierung der beiden Impulsaufnahmeverfahren ausgewertet.

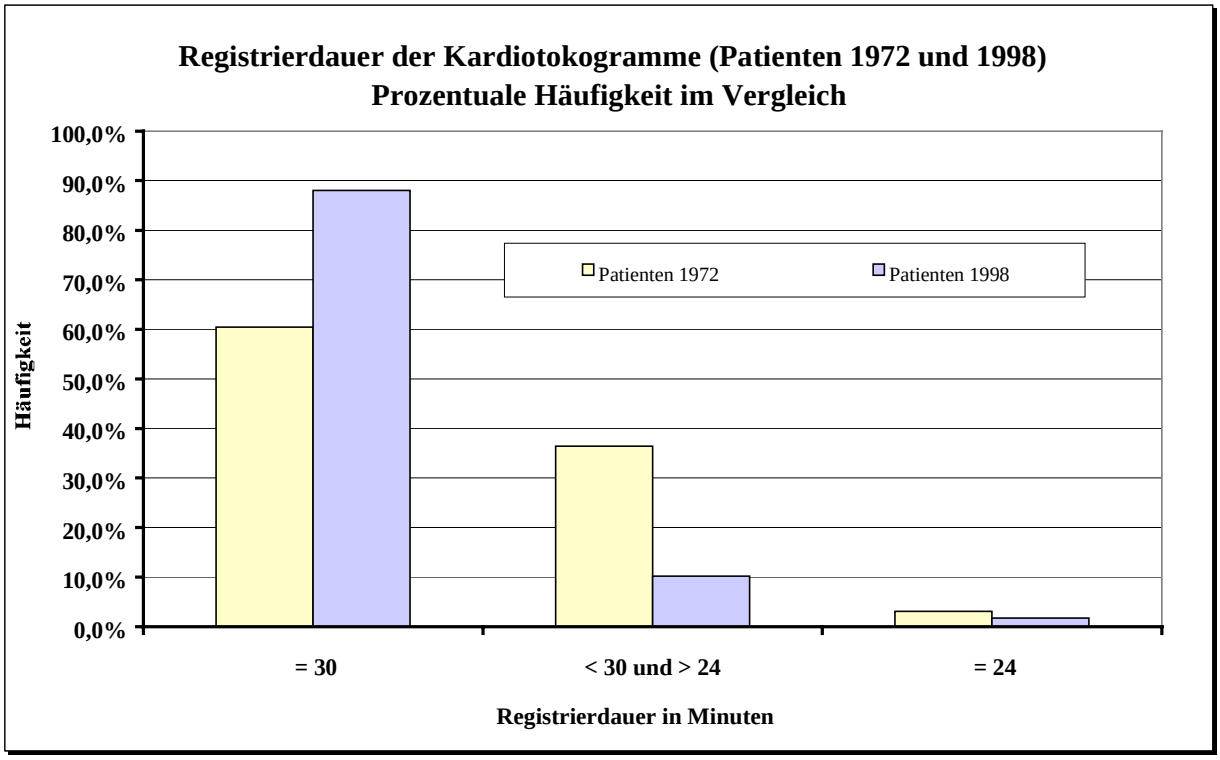


Diagramm 9: Registrierdauer der Kardiotokogramme (Patienten 1972/1998)

In beiden Untersuchungsgruppen wurde die Mehrzahl der Kardiotokogramme über 30 Minuten aufgezeichnet. Während in der Untersuchungsgruppe aus dem Jahre 1998 alle antepartal aufgezeichneten Kardiotokogramme in der Untersuchung berücksichtigt werden konnten, mussten im Vergleichskollektiv 22,3% der Herzfrequenzaufzeichnungen aus der Bewertung

ausgeschlossen werden infolge einer Registrierlänge unter 24 Minuten (siehe Tabelle 1). Die durchschnittliche Registrierdauer der analysierten antepartalen Kardiotokogramme war mit 30 Minuten (SD= 1,2) in der ultrasonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe und 29 Minuten (SD= 1,9) in der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe vergleichbar. Auffallend war, dass der Anteil der Kardiotokogramme mit einer Registrierdauer von mindestens 24 Minuten und weniger als 30 Minuten im Kollektiv von 1972 mit 39,5% mehr als dreimal so groß war wie in der Vergleichsgruppe mit 11,9%. Da der *Hammacher*-Score definiert ist für Kardiotokogramme mit einer Registrierlänge von mindestens 30 Minuten, wäre dieses kardiotokographische Material im engeren Sinne nicht auszuwerten gewesen (siehe Kapitel 3).

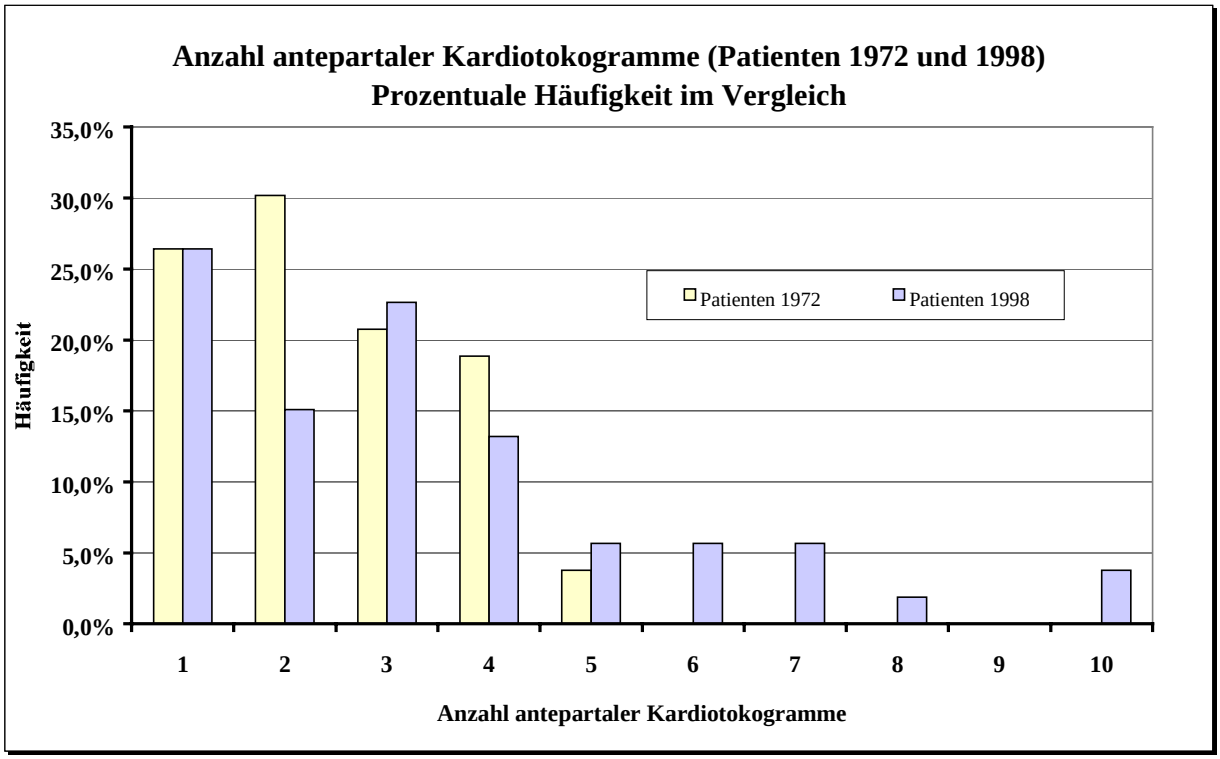


Diagramm 10: Anzahl antepartaler Kardiotokogramme (Patienten 1972/1998)

Die Anzahl antepartaler Herzfrequenzregistrierungen vom Zeitpunkt der stationären Aufnahme bis zur Lagerung der Gebärenden im Kreißsaal war für die einzelnen Patientinnen in den beiden Untersuchungskollektiven sehr unterschiedlich. Die Intensität der kardiotokographischen Überwachung wurde individuell abgestimmt. Mit zunehmender Dauer bis zur Lagerung der Gebärenden im Kreißsaal wurden zusätzliche Herzfrequenzregistrierungen durchgeführt. In der Untersuchungsgruppe aus dem Jahre 1972 resultierte die Anzahl antepartaler Kardiotokogramme zusätzlich aus dem Ausschluss von kardiotokographischen Material entsprechend

der definierten Kriterien (siehe Kapitel 3). Dagegen waren in der Vergleichsgruppe aus dem Jahre 1998 alle antepartal aufgezeichneten Kardiotokogramme verwertbar.

Im Untersuchungskollektiv aus dem Jahre 1998 variierte die Anzahl antepartaler Kardiotokogramme zwischen einer einzelnen Herzfrequenzregistrierung, dem Aufnahmekardiotokogramm (26,4%) und zehn antepartalen Herzfrequenzregistrierungen (3,8%). Bei der Mehrzahl der Patientinnen wurde neben dem subpartalen Kardiotokogramm antepartal lediglich das Aufnahmekardiotokogramm aufgezeichnet (26,4%). Durchschnittlich wurden bei den Patientinnen bis zur Lagerung im Kreißsaal drei Kardiotokogramme (SD= 2,1) geschrieben. Durch Ausschluss von Kurvenmaterial entsprechend der definierten Kriterien (siehe Kapitel 3), variierte in der Vergleichsgruppe aus dem Jahre 1972 die Anzahl antepartaler Kardiotokogramme zwischen einer (26,4%) und fünf Aufzeichnungen (3,8%). Bei 26,4% der Patientinnen wurde neben dem subpartalen Kardiotokogramm antepartal ausschließlich das Aufnahmekardiotokogramm aufgezeichnet oder es war lediglich ein antepartal aufgezeichnetes Kardiotokogramm verwertbar. Bei der Mehrzahl der Patientinnen waren zwei antepartale Kardiotokogramme zu bewerten (30,2%). Durchschnittlich waren bei den Patientinnen zwei Kardiotokogramme (SD= 1,1) aus dem antepartalen Zeitraum zu bewerten.

Die antepartal registrierten Kardiotokogramme beider Kollektive wurden nach dem von *Hammacher* (1974) entwickelten Beurteilungsschema ausgewertet (siehe Seite 66).

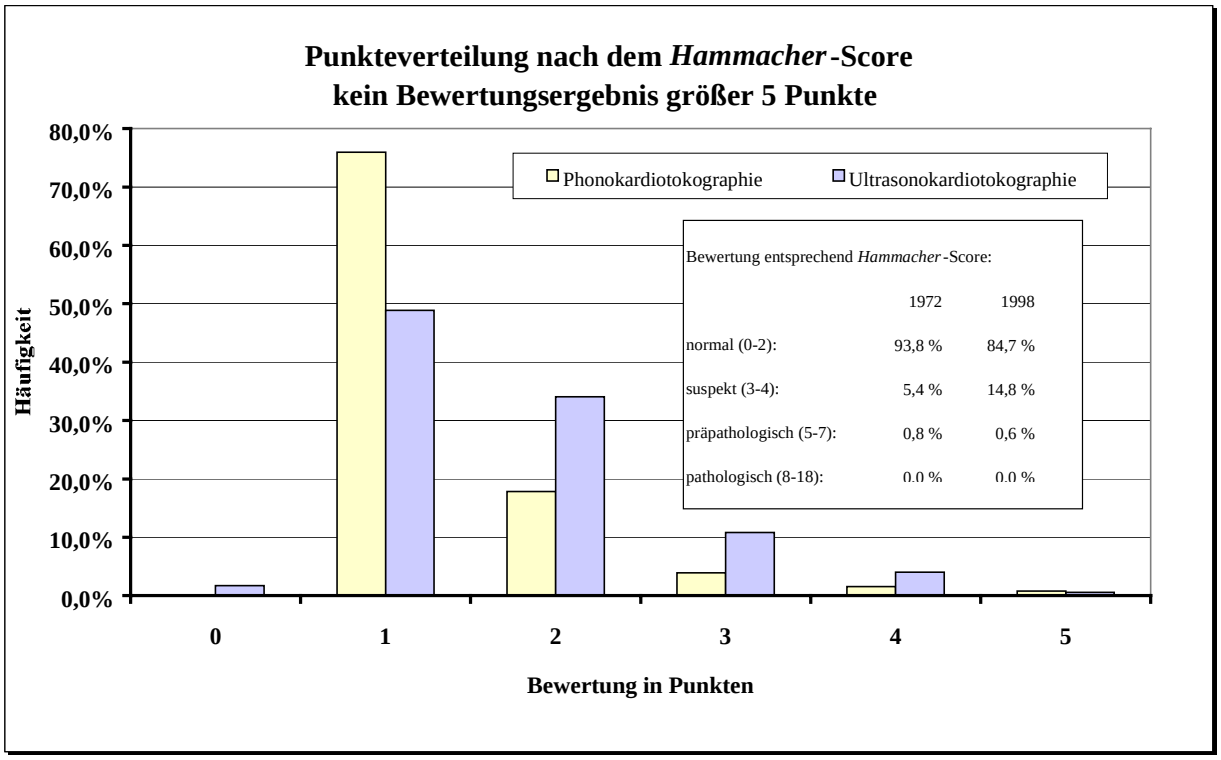


Diagramm 11: Punkteverteilung nach dem *Hammacher*-Score (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie)

Mit 93,8% in der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe und 84,7% in der ultrasonokardiotokographischen Vergleichsgruppe wurde die Mehrzahl der Kardiotokogramme nach dem zugrunde liegenden Bewertungsschema nach *Hammacher* als „normal“ bewertet. In beiden Kollektiven wurde die Mehrzahl der Kardiotokogramme mit einem Punkt bewertet, wobei der Anteil im phonokardiotokographischen Untersuchungskollektiv mit 76% deutlich größer war gegenüber 48,9% im ultrasonokardiotokographischen Vergleichskollektiv. Mit 34,1% wurden etwa doppelt so viele ultrasonokardiotokographische Herzfrequenzregistrierungen mit zwei Punkten bewertet wie phonokardiotokographische Herzfrequenzregistrierungen mit 17,8%. Es fiel auf, dass in der ultrasonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe mit 14,8% etwa dreimal so viele Kardiotokogramme als „suspekt“ bewertet wurden wie in der phonokardiotokographischen Vergleichsgruppe mit 5,4%. Die höchste Bewertung war in beiden Kollektiven fünf Punkte und wurde bei 0,8% der phonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen und bei 0,6% der ultrasonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen vergeben. Die Kardiotokogramme waren als „präpathologisch“ zu bewerten. Die

niedrigste Bewertung null Punkte wurde nur im ultrasonokardiotokographischen Kollektiv bei 1,7% der Kardiotokogramme vergeben.

Zur Untersuchung der Registrierqualität wurden quantitativ alle Registrierausfälle und manifeste Fehlregistrierungen, bedingt durch 3-Sekunden-Arrests, „pen-lifts“, „Sternenhimmel“ oder Jitter während der Aufzeichnung, erfasst und auf die gesamte Registrierdauer der Herzfrequenzkurven bezogen. Auffallend war die unterschiedliche Gesamtanzahl der Registrierausfälle in den beiden Untersuchungskollektiven. Das ultrasonokardiotokographische Kurvenmaterial aus dem Jahre 1998 wies in 176 antepartalen Kardiotokogrammen insgesamt 484 Registrierausfälle auf, während das phonokardiotokographische Kurvenmaterial aus dem Jahre 1972 in 129 antepartalen Kardiotokogrammen 1100 Registrierausfälle enthielt.

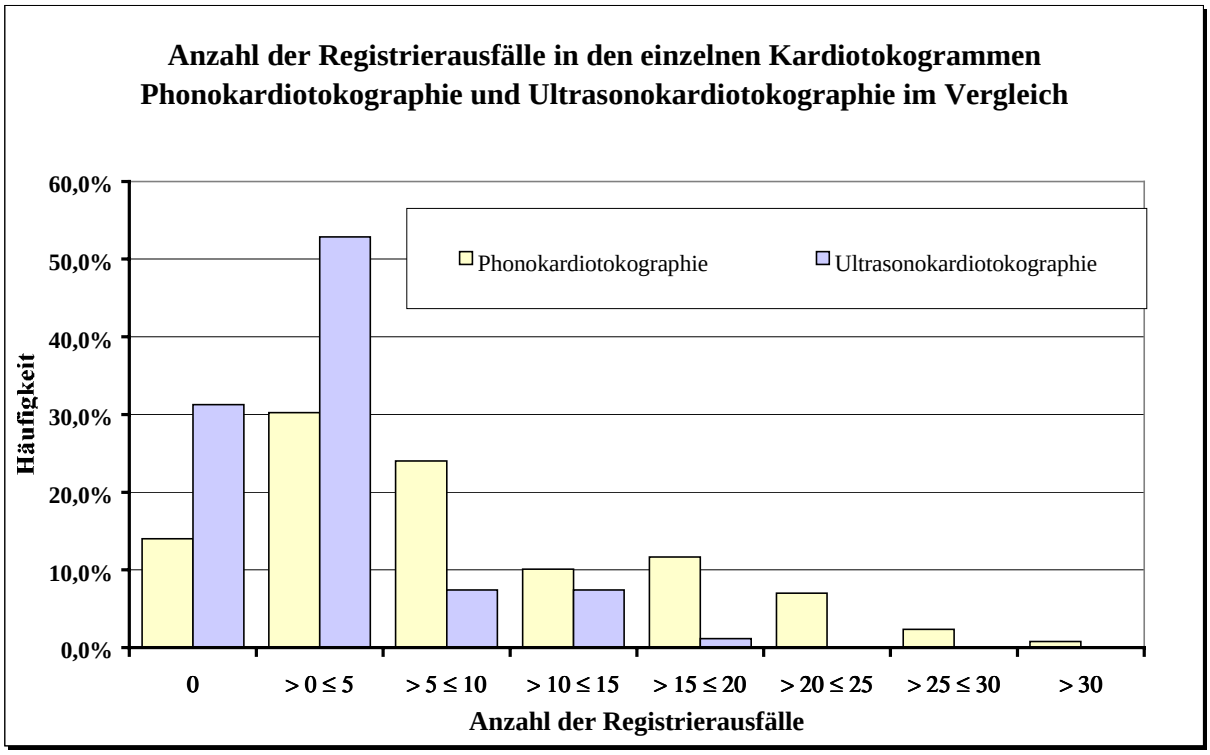


Diagramm 12: Anzahl der Registrierausfälle in den einzelnen Kardiotokogrammen (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie)

Ein Drittel (31,3%) des ultrasonokardiotokographischen Kurvenmaterials konnte störungsfrei aufgezeichnet werden, während im phonokardiotokographischen Vergleichskollektiv dieser Anteil 14% betrug. Mehr als die Hälfte (54%) der ultrasonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen sowie ein Viertel (26,4%) der phonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen wiesen höchstens einen Registrierausfall im Verlauf der Herzfrequenzregistrierung auf. Bis zu fünf Registrierausfälle im Kurvenverlauf zeigten 52,8% der ultrasonokardiotokographischen Herzfrequenzkurven und 30,2% der phonokardiotokographischen

Herzfrequenzkurven. Im ultrasonokardiotokographischen Kurvenmaterial war 18 die höchste Anzahl von Registrierausfällen und trat insgesamt einmal (0,6%) auf, während in der phonokardiotokographischen Vergleichsgruppe die höchste Anzahl von Registrierausfällen mit 32 etwa doppelt so groß war und ebenfalls einmal (0,8%) vertreten war. Durchschnittlich traten im phonokardiotokographischen Material acht Registrierausfälle (SD= 6,4) im Verlauf der Herzfrequenzregistrierung auf. Damit traten durchschnittlich doppelt so viele Registrierausfälle im Kurvenverlauf auf wie in der ultrasonokardiotokographischen Vergleichsgruppe mit durchschnittlich vier Registrierausfällen (SD= 3,6) im Kurvenverlauf.

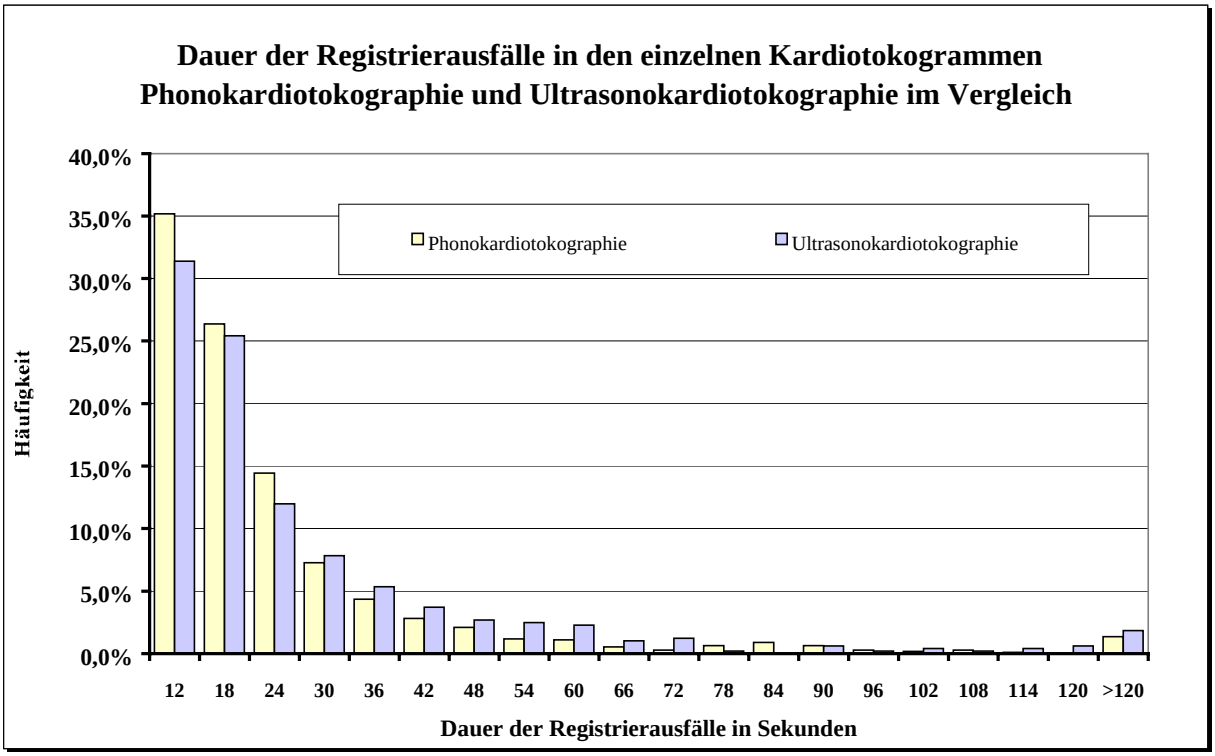


Diagramm 13: Dauer der Registrierausfälle in den einzelnen Kardiotokogrammen (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie)

In der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe wies der größte Registrierausfall eine Länge von 510 Sekunden oder 8,5 Minuten auf. Dies entsprach einem Registrierausfall von 28,3% bei einer Gesamtregistrierdauer von 30 Minuten und war einmal (0,8%) vertreten. Im ultrasonokardiotokographischen Kollektiv hatte der größte Registrierausfall eine Länge von 228 Sekunden oder 3,8 Minuten. Hierbei betrug der Registrierausfall 12,7% bei einer Gesamtregistrierdauer von 30 Minuten und trat einmal (0,6%) auf. Bei ¾ der ultrasonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen hatten die Registrierausfälle eine Länge von höchstens 30 Sekunden. Bei der Herzfrequenzregistrierung mit der Phonokardiotokographie waren es 83,3% der Kardiotokogramme. Der Anteil der Herzfrequenzregistrierungen mit ei-

nem Registrierausfall über 120 Sekunden oder zwei Minuten Länge war in den Untersuchungsgruppen mit 1,9% (Ultrasonokardiotokographie) und 1,4% (Phonokardiotokographie) vergleichbar. Die durchschnittliche Dauer der Registrierausfälle während der Herzfrequenzregistrierung unterschied sich in den Vergleichsgruppen mit 26 Sekunden (SD= 29,5; Phonokardiotokographie) und 29 Sekunden (SD= 27,4; Ultrasonokardiotokographie) nur gering.

Registrierintervall in Minuten	**Ultrasonokardiotokographie**		**Phonokardiotokographie**	
≤10	169	34,9%	456	41,5%
>10 ≤20	151	31,2%	344	31,3%
>20 ≤30	164	33,9%	300	27,3%
Summe	484	100,0%	1100	100,0%

Tabelle 7: Verteilung der Registrierausfälle im Verlauf der Herzfrequenzregistrierungen bei Unterteilung der Herzfrequenzkurven in 10-Minuten-Intervalle (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie)

Registrierintervall in Minuten	**Ultrasonokardiotokographie**		**Phonokardiotokographie**	
≤1	14	2,9%	75	6,8%
≤2	36	7,4%	117	10,6%
≤3	58	12,0%	160	14,5%
≤4	70	14,5%	198	18,0%
≤5	83	17,1%	240	21,8%
≤15	236	48,8%	642	58,4%

Tabelle 8: Verteilung der Registrierausfälle zu Beginn und in der ersten Hälfte der Herzfrequenzregistrierungen (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie)

Im Gegensatz zur Vergleichsgruppe trat bei den phonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen die Mehrzahl (58,4%) der Registrierausfälle in den ersten 15 Registrierminuten auf. Die Unterteilung der Herzfrequenzkurven in 10-Minuten-Intervalle zeigte bei der Registrierung mit der Ultrasonokardiotokographie eine gleichmäßige Verteilung der Registrierausfälle innerhalb der einzelnen Kurvenabschnitte. In der Vergleichsgruppe traten die Registrierausfälle vor allem innerhalb der ersten 10 Aufzeichnungsminuten auf (41,5%). Zur weiteren Beurteilung der Registrierausfälle wurde ihr Auftreten zu Beginn der Herzfrequenz-

registrierungen, das heißt in den ersten Aufzeichnungsminuten, untersucht. In beiden Untersuchungsgruppen trat etwa ein Fünftel der Registrierausfälle im Verlauf der ersten fünf Aufzeichnungsminuten auf. Der Anteil der Registrierausfälle zu Beginn der Aufzeichnung, bedingt durch eventuelle Fehler in der Anwendung der Kardiotokographie, im Sinne von falsch positionierten Transducern, war in beiden Untersuchungsgruppen sehr gering.

Als Maß der technischen Qualität des kardiotokographischen Materials wurden in beiden Untersuchungskollektiven die mittleren Prozent-Fehlerzeiten der Kardiotokogramme jeder Patientin nach der im Kapitel 3 „Material und Methode“ dargestellten Formel bestimmt. Für jede Patientin wurde der mittlere Qualitätsgrad der Herzfrequenzaufzeichnungen bestimmt. Kurvenverläufe mit mindestens 30% Fehlregistrierungen galten als nicht mehr interpretierbar.

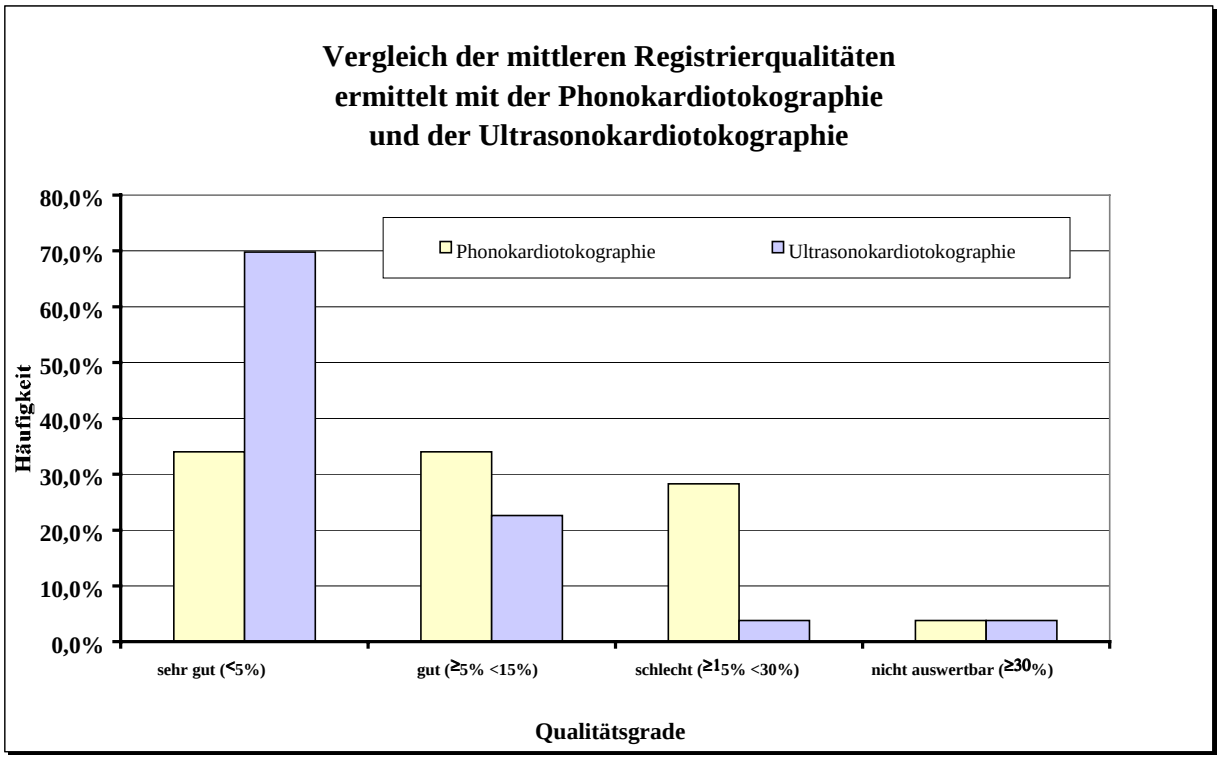


Diagramm 14: Vergleich der mittleren Registrierqualitäten (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie)

Basierend auf den mittleren Prozent-Fehlerzeiten der Herzfrequenzregistrierungen jeder Patientin wurden die mittleren Registrierqualitäten des kardiotokographischen Materials beider Untersuchungskollektive beurteilt. Dabei fiel die gleichmäßige Verteilung des phonokardiotokographischen Kurvenmaterials auf die Qualitätsgrade „sehr gut“ bis „schlecht“ auf, während die ultrasonokardiotokographischen Aufzeichnungen eine klare Abstufung von technisch „sehr guten“ zu „nicht auswertbaren“ Herzfrequenzregistrierungen zeigten. Zwischen der 37.

und 42. Schwangerschaftswoche war der Anteil der „sehr guten“ Registrierungen in der ultrasonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe mit 69,8% doppelt so groß wie in der phonokardiotokographischen Vergleichsgruppe zwischen der 35. und 42. Schwangerschaftswoche mit 34%. Der Anteil störungsfrei aufgezeichneter Kardiotokogramme war in der ultrasonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe mit 15,1% viermal so groß wie in der phonokardiotokographischen Vergleichsgruppe mit 3,8%. Mit der Phonokardiotokographie ließen sich 67,9% „sehr gute“ bis „gute“ Herzfrequenzregistrierungen mit im ganzen einwandfrei beurteilbaren Kurvenverläufen ableiten. Mit der Ultrasonokardiotokographie konnten 92,5% „sehr gute“ bis „gute“ Registrierungen mit im ganzen einwandfrei zu beurteilenden Kurvenverläufen abgeleitet werden. 28,3% der phonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen wiesen eine „schlechte“ Registrierqualität auf gegenüber 3,8% der ultrasonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen. In beiden Untersuchungsgruppen waren jeweils 3,8% der Herzfrequenzaufzeichnungen „nicht auswertbar“. Mit 32,1% wies das phonokardiotokographische Kollektiv viermal mehr „schlechte“ bis „nicht auswertbare“ Herzfrequenzregistrierung auf als in der ultrasonokardiotokographischen Vergleichsgruppe (7,5%). Der Kurvenverlauf dieser Registrierungen war nur zum Teil oder gar nicht interpretierbar.

Die mittlere Prozent-Fehlerzeit bei der Impulsaufnahme mit der Phonokardiotokographie war größer als bei der Impulsaufnahme mit der Ultrasonokardiotokographie. In der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe betrug die mittlere Prozent-Fehlerzeit 11% (Median 9,2%). Die mittlere Prozent-Fehlerzeit betrug im ultrasonokardiotokographischen Untersuchungskollektiv 5,4 % (Median 2,7%). Die Standardabweichung der Prozent-Fehlerzeiten war bei der Impulsaufnahme mit der Phonokardiotokographie mit 8,8 größer gegenüber 8,4 bei der Impulsaufnahme mit der Ultrasonokardiotokographie. Die Ergebnisse der Phonokardiotokographie, aufgezeichnet zwischen der 35. und 42. Schwangerschaftswoche, waren im Vergleich zur Ultrasonokardiotokographie, aufgezeichnet zwischen der 37. und 42. Schwangerschaftswoche, signifikant schlechter (Student-t-Test).

Bei der Auswertung des Kurvenmaterials fielen die zum Teil sehr verkürzten Registrierzeiten auf. Um den Einfluss verkürzter Registrierzeiten auf die Interpretierbarkeit des kardiotokographischen Materials zu überprüfen, wurden die fehlenden Registrierzeiten bei Herzfrequenzaufzeichnungen unter 30 Minuten Länge in die Bewertung der Registrierqualitäten einbezogen.

In beiden Untersuchungsgruppen wurden die mittleren Prozent-Gesamtfehlerzeiten der Kardiotokogramme jeder Patientin unter Berücksichtigung von Registrierausfällen einschließlich fehlender Registrierzeiten bei Herzfrequenzaufzeichnungen unter 30 Minuten Länge nach der im Kapitel 3 „Material und Methode“ dargestellten Formel bestimmt. Für jede Patientin wurde der mittlere Qualitätsgrad der Herzfrequenzaufzeichnungen bestimmt. Kurvenverläufe mit mindestens 30% Gesamtfehlerzeit galten als nicht mehr interpretierbar.

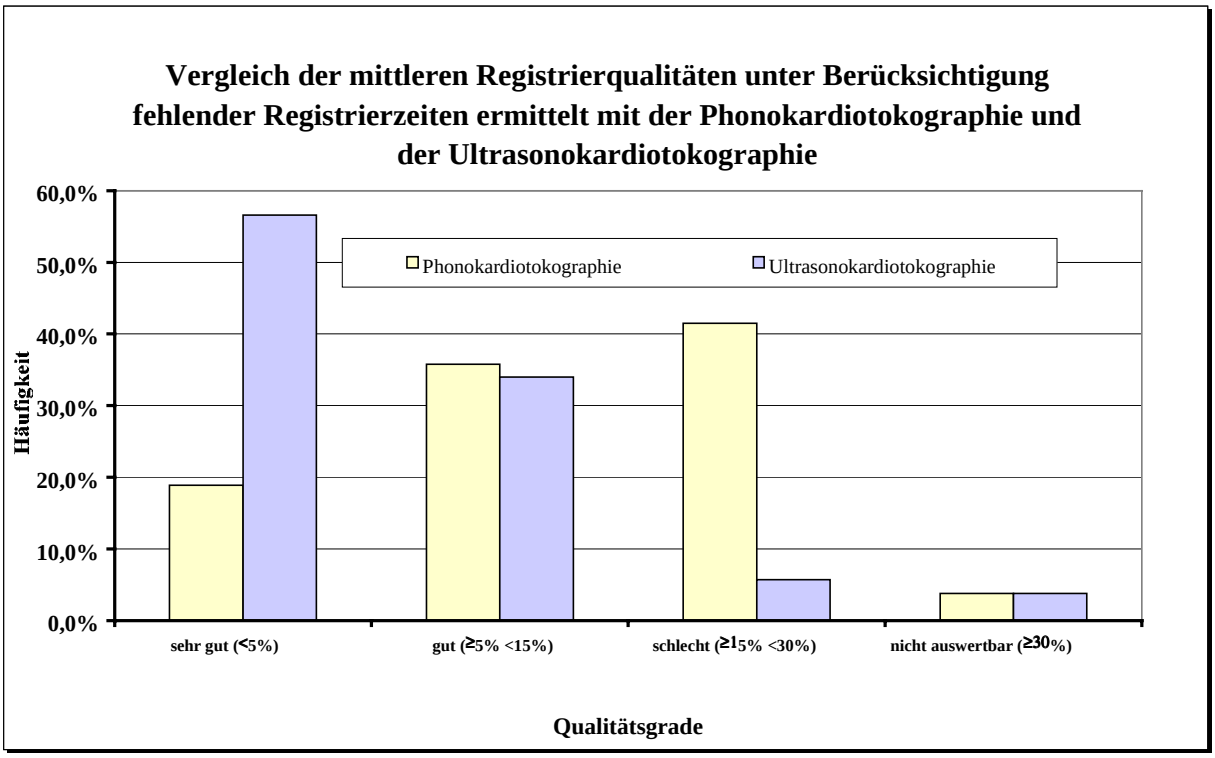


Diagramm 15: Vergleich der mittleren Registrierqualitäten unter Berücksichtigung fehlender Registrierzeiten (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie)

Basierend auf den mittleren Prozent-Gesamtfehlerzeiten der Herzfrequenzregistrierungen jeder Patientin wurden die mittleren Registrierqualitäten des kardiotokographischen Materials beider Untersuchungskollektive beurteilt. Die ultrasonokardiotokographischen Aufzeichnungen zeigten eine klare Abstufung von „sehr guten“ zu „nicht auswertbaren“ Herzfrequenzregistrierungen. Unter Berücksichtigung fehlender Registrierzeiten kam es in beiden Untersu-

chungsgruppen zu einer Abnahme des „sehr guten“ Kurvenmaterials und zu einer Zunahme des „guten“ und „schlechten“ Kurvenmaterials. Mit 56,6% wiesen dreimal so viele ultrasonokardiotokographische Herzfrequenzregistrierungen eine „sehr gute“ Registrierqualität auf wie phonokardiotokographische Herzfrequenzregistrierungen mit 18,9%. In der ultrasonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe war der Anteil der Kardiotokogramme mit einer störungsfreien 30-minütigen Aufzeichnungsdauer mit 15,1% etwa viermal so hoch wie in der phonokardiotokographischen Vergleichsgruppe mit 3,8%. Mit der Phonokardiotokographie wurden 54,7% „sehr gute“ bis „gute“ Kardiotokogramme mit einem im ganzen einwandfrei beurteilbaren Kurvenverlauf aufgezeichnet. Mit der Ultrasonokardiotokographie konnten 90,6% „sehr gute“ bis „gute“ Kardiotokogramme abgeleitet werden. Auffallend war in der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe mit 41,5% ein erhöhter Anteil „schlechter“ Registrierungen gegenüber der ultrasonokardiotokographischen Gruppe mit 5,6%. In beiden Untersuchungskollektiven blieb der Anteil „nicht auswertbarer“ Aufzeichnungen mit jeweils 3,8% unverändert. Mit 45,3% wies das phonokardiotokographische Kollektiv etwa fünfmal so viele „schlechte“ bis „nicht auswertbare“ Herzfrequenzregistrierungen auf wie im Vergleichskollektiv mit 9,4 %. Die Interpretation der Kurvenverläufe war nur teilweise oder gar nicht möglich.

Der Vergleich der mittleren kardiotokographischen Registrierqualitäten unter Berücksichtigung fehlender Registrierzeiten bei Herzfrequenzaufzeichnungen unter 30 Minuten zeigte vor allem in der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe eine Verminderung „sehr guter“ Herzfrequenzregistrierungen von 34% auf 18,9% sowie eine Zunahme „guter“ Herzfrequenzregistrierungen von 34% auf 35,8% und eine Zunahme „schlechter“ Herzfrequenzregistrierungen mit nur teilweise interpretierbaren Kurvenverläufen von 28,3% auf 41,5%. Im ultrasonokardiotokographischen Vergleichskollektiv waren die Veränderungen nicht so ausgeprägt.

Registrierqualitäten	normal (0-2)		suspekt (3-4)		präpathologisch (5-7)	
sehr gut (< 5%)	45	37,2%	5	71,4%	1	100,0%
gut (≥ 5% < 15%)	37	30,6%	2	28,6%	0	0,0%
schlecht (≥ 15% < 30%)	22	18,2%	0	0,0%	0	0,0%
nicht auswertbar (≥ 30%)	17	14,0%	0	0,0%	0	0,0%
Gesamtanzahl	**121**	**100,0%**	**7**	**100,0%**	**1**	**100,0%**

Tabelle 9: Registrierqualitäten und Bewertungen nach dem *Hammacher*-Score im Vergleich bei 129 analysierten Kardiotokogrammen (Phonokardiotokographie)

Registrierqualitäten	normal (0-2)		suspekt (3-4)		präpathologisch (5-7)	
sehr gut (< 5%)	110	73,8%	20	76,9%	1	100,0%
gut (≥ 5% < 15%)	26	17,4%	2	7,7%	0	0,0%
schlecht (≥ 15% < 30%)	10	6,7%	4	15,4%	0	0,0%
nicht auswertbar (≥ 30%)	3	2,0%	0	0,0%	0	0,0%
Gesamtanzahl	**149**	**100,0%**	**26**	**100,0%**	**1**	**100,0%**

Tabelle 10: Registrierqualitäten und Bewertungen nach dem *Hammacher*-Score im Vergleich bei 176 analysierten Kardiotokogrammen (Ultrasonokardiotokographie)

Die Tabellen zeigen die prozentualen Verteilungen der Bewertungen nach dem *Hammacher*-Score in Bezug auf die Registrierqualitäten der einzelnen Kardiotokogramme. In der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe ließen 32,2% der nach dem zugrunde liegenden Bewertungsschema nach *Hammacher* als „normal“ bewerteten Kardiotokogramme bei „schlechter“ bis „nicht auswertbarer“ Registrierqualität infolge von Registrierausfällen von mindestens 15% keine zuverlässige Kurvenbewertung zu. In der ultrasonokardiotokographischen Vergleichsgruppe war bei 8,7% der als „normal“ bewerteten Kardiotokogramme bei „schlechter“ bis „nicht auswertbarer“ Registrierqualität keine zuverlässige Kurvenbewertung möglich. Auffallend war, dass im phonokardiotokographischen Untersuchungskollektiv 14% der nach dem *Hammacher*-Score als „normal“ bewerteten Kardiotokogramme bedingt durch Registrierausfälle von mindestens 30% als „nicht auswertbar“ galten. Im ultrasonokardiotokographischen Vergleichskollektiv galten 2% der als „normal“ bewerteten Kardiotokogramme hinsichtlich der Registrierqualität als „nicht auswertbar“. Beide Kollektive enthielten ein

„präpathologisches“ Kardiotokogramm, das jeweils eine technisch „sehr gute“ Registrierung aufwies.

Art der Geburtsbeendigung	Registrierqualitäten							
	sehr gut (<5%)		gut (≥5% <15%)		schlecht (≥15% <30)		nicht auswertbar (≥30%)	
spontan/Manualhilfe	15	83,3%	14	77,8%	10	66,7%	2	100,0%
sekundäre Sectio	1	5,6%	1	5,6%	1	6,7%	0	0,0%
primäre Sectio	0	0,0%	0	0,0%	1	6,7%	0	0,0%
Vakuumextraktion	1	5,6%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Forcepsextraktion	1	5,6%	3	16,7%	3	20,0%	0	0,0%
Gesamtanzahl	**18**	**100,0%**	**18**	**100,0%**	**15**	**100,0%**	**2**	**100,0%**

Tabelle 11: Mittlere Registrierqualitäten und Art der Geburtsbeendigung im Vergleich (Phonokardiotokographie)

Art der Geburtsbeendigung	Registrierqualitäten							
	sehr gut (<5%)		gut (≥5% <15%)		schlecht (≥15% <30)		nicht auswertbar (≥30%)	
spontan/Manualhilfe	17	45,9%	6	50,0%	0	0,0%	2	100,0%
sekundäre Sectio	13	35,1%	5	41,7%	2	100,0%	0	0,0%
primäre Sectio	0	0,0%	1	8,3%	0	0,0%	0	0,0%
Vakuumextraktion	7	18,9%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Forcepsextraktion	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Gesamtanzahl	**37**	**100,0%**	**12**	**100,0%**	**2**	**100,0%**	**2**	**100,0%**

Tabelle 12: Mittlere Registrierqualitäten und Art der Geburtsbeendigung im Vergleich (Ultrasonokardiotokographie)

Die Tabellen zeigen die pozentualen Verteilungen der mittleren kardiotokographischen Registrierqualitäten in Bezug auf die Art der Geburtsbeendigung. Im phonokardiotokographischen Untersuchungskollektiv wurde bei 6,7% der Patientinnen mit „schlechten“ Herzfrequenzregistrierungen eine sekundäre Sectio durchgeführt. Mit 66,7% wurde die Mehrheit der Patientinnen mit „schlechten“ Herzfrequenzregistrierungen spontan oder durch Manualhilfe entbunden. In beiden Untersuchungskollektiven wurden alle Patientinnen mit „nicht auswertbaren“ Herzfrequenzregistrierungen spontan oder durch Manualhilfe entbunden. Im ultrasonokardiotokographischen Vergleichskollektiv wurden alle Patientinnen mit „schlechten“ Herzfrequenzregistrierungen durch eine sekundäre Sectio entbunden. Auffallend war, dass im ultrasonokardiotokographischen Untersuchungskollektiv 45,9% der Patientinnen mit „sehr

guten“ Herzfrequenzregistrierungen spontan oder durch Manualhilfe entbunden wurden und bei 35,1% eine sekundäre Sectio durchgeführt wurde, während im phonokardiotokographischen Vergleichskollektiv 83,3% der Patientinnen mit „sehr guten“ Registrierungen spontan oder durch Manualhilfe entbunden wurden und bei 5,6% eine sekundäre Sectio durchgeführt wurde.

Gestationsalter	**Registrierqualität**							
	sehr gut (<5%)		**gut (≥5% <15%)**		**schlecht (≥15% <30%)**		**nicht auswertbar (≥30%)**	
35. - 37. Schwangerschaftswoche	1	5,6%	2	11,1%	0	0,0%	0	0,0%
38. - 42. Schwangerschaftswoche	16	88,9%	14	77,8%	14	93,3%	2	100,0%
fehlende Angabe	1	5,6%	2	11,1%	1	6,7%	0	0,0%
Gesamtanzahl	18	100,0%	18	100,0%	15	100,0%	2	100,0%
mittleres Gestationsalter [in Wochen]	40		40		40		40	

Tabelle 13: Mittlere Registrierqualitäten und Gestationsalter im Vergleich (Phonokardiotokographie)

Gestationsalter	**Registrierqualität**							
	sehr gut (<5%)		**gut (≥5% <15%)**		**schlecht (≥15% <30%)**		**nicht auswertbar (≥30%)**	
35. - 37. Schwangerschaftswoche	1	2,7%	1	8,3%	0	0,0%	2	100,0%
38. - 42. Schwangerschaftswoche	36	97,3%	11	91,7%	2	100,0%	0	0,0%
Gesamtanzahl	37	100,0%	12	100,0%	2	100,0%	2	100,0%
mittleres Gestationsalter [in Wochen]	40		40		40		37	

Tabelle 14: Mittlere Registrierqualitäten und Gestationsalter im Vergleich (Ultrasonokardiotokographie)

Die Tabellen zeigen die prozentualen Verteilungen der mittleren kardiotokographischen Registrierqualitäten in Bezug auf das Gestationsalter. Mit der Ultrasonokardiotokographie wurden 97,3% der „sehr guten“ Herzfrequenzkurven zwischen der 38. und 42. Schwangerschaftswoche (MW= 40, SD= 1,2) aufgezeichnet. 95,9% der Herzfrequenzkurven der 38. bis 42. Schwangerschaftswoche (MW= 40, SD= 1,3) wiesen „gute“ bis „sehr gute“ Registrierqualitäten mit im ganzen einwandfrei zu beurteilenden Kurvenverläufen auf. Mit der Phonokardiotokographie wurden 88,9% der „sehr guten“ Herzfrequenzregistrierungen zwischen der 38. und 42. Schwangerschaftswoche (MW= 40, SD= 1,1) aufgezeichnet. 83,3% der Herzfrequenzkurven der 38. bis 42. Schwangerschaftswoche (MW= 40, SD= 1,3) wiesen „gute“ bis „sehr gute“ Registrierqualitäten mit im ganzen einwandfrei zu beurteilenden Kurvenverläufen auf. Bei 7,5% der Patientinnen aus der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe war das Gestationsalter zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme nicht dokumentiert, wäh-

rend im ultrasonokardiotokographischen Vergleichskollektiv die Dokumentation des Gestationsalters bei allen Patientinnen vollständig war (siehe Tabelle 3 und 5). Auffallend war, dass in der ultrasonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe alle als „nicht auswertbar“ beurteilten Kardiotokogramme zwischen der 35. und 37. Schwangerschaftswoche (MW= 37) aufgezeichnet wurden. In der phonokardiotokographischen Vergleichsgruppe dagegen wurden alle „nicht auswertbaren“ Herzfrequenzkurven zwischen der 38. und 42. Schwangerschaftswoche aufgezeichnet (MW= 40).

Registrierqualitäten	Geburtsgewicht in Gramm
sehr gut (<5%)	1990 - 4150
gut (≥5% <15%)	2650 - 4150
schlecht (≥15% <30%)	1660 - 4680
nicht auswertbar (≥30%)	2560 - 3900

Tabelle 15: Mittlere Registrierqualitäten und Geburtsgewicht im Vergleich (Phonokardiotokographie)

Registrierqualitäten	Geburtsgewicht in Gramm
sehr gut (<5%)	1850 - 4370
gut (≥5% <15%)	2170 - 4300
schlecht (≥15% <30%)	1950 - 3890
nicht auswertbar (≥30%)	2740 - 2790

Tabelle 16: Mittlere Registrierqualitäten und Geburtsgewicht im Vergleich (Ultrasonokardiotokographie)

In der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe schwankte das Geburtsgewicht zwischen 1660 Gramm und 4680 Gramm (MW= 3315 Gramm). Im ultrasonokardiotokographischen Vergleichskollektiv war das Geburtsgewicht vergleichbar verteilt zwischen 1850 Gramm und 4370 Gramm (MW= 3377 Gramm). In der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe wiesen 3,8% der Neugeborenen ein Geburtsgewicht unter 2500 Gramm auf. Die entsprechenden antepartal abgeleiteten Herzfrequenzkurven zeigten „sehr gute“ und „schlechte“ mittlere Registrierqualitäten. In der Vergleichsgruppe wiesen mit 7,5% doppelt so

viele Neugeborene ein Geburtsgewicht unter 2500 Gramm auf. Die entsprechenden antepartal aufgezeichneten Kardiotokogramme zeigten „sehr gute“ bis „schlechte“ mittlere Registrierqualitäten. Es fiel auf, dass die phonokardiotokographisch abgeleiteten antepartalen Kardiotokogramme der beiden Neugeborenen mit dem jeweils niedrigsten und dem höchsten Geburtsgewicht (1660 Gramm, 4680 Gramm) „schlechte“ mittlere Registrierqualitäten aufwiesen. Die antepartal mit der Ultrasonokardiotokographie abgeleiteten Herzfrequenzkurven der beiden Neugeborenen mit dem jeweils niedrigsten und dem höchsten Geburtsgewicht (1850 Gramm, 4370 Gramm) dagegen zeigten „sehr gute“ mittlere Registrierqualitäten.

Anzahl antepartaler Kardiotokogramme	35. - 37. Schwanger-schaftswoche		38. - 42. Schwanger-schaftswoche		Schwangerschafts-woche nicht angegeben	
1	0	0,0%	13	28,3%	1	25,0%
2	1	33,3%	12	26,1%	3	75,0%
3	1	33,3%	10	21,7%	0	0,0%
4	0	0,0%	10	21,7%	0	0,0%
5	1	33,3%	1	2,2%	0	0,0%
Gesamtanzahl	3	100,0%	46	100,0%	4	100,0%

Tabelle 17: Anzahl antepartaler Kardiotokogramme und Gestationsalter im Vergleich (Phonokardiotokographie)

Anzahl antepartaler Kardiotokogramme	35. - 37. Schwanger-schaftswoche		38. - 42. Schwanger-schaftswoche	
1	2	50,0%	12	24,5%
2	0	0,0%	8	16,3%
3	1	25,0%	11	22,4%
4	0	0,0%	7	14,3%
5	0	0,0%	3	6,1%
6	0	0,0%	3	6,1%
7	1	25,0%	2	4,1%
8	0	0,0%	1	2,0%
9	0	0,0%	0	0,0%
10	0	0,0%	2	4,1%
Gesamtanzahl	4	100,0%	49	100,0%

Tabelle 18: Anzahl antepartaler Kardiotokogramme und Gestationsalter im Vergleich (Ultrasonokardiotokographie)

Die Tabellen zeigen die prozentualen Verteilungen der Anzahl kardiotokographischer Registrierungen in Bezug auf das Gestationsalter. In beiden Untersuchungsgruppen wurde die Mehrzahl der Kardiotokogramme zwischen der 38. und 42. Schwangerschaftswoche aufgezeichnet. Bei 7,5% der Patientinnen der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe war das Gestationsalter nicht dokumentiert (siehe Tabelle 3). Die Anzahl antepartaler Herzfrequenzregistrierungen vom Zeitpunkt der stationären Aufnahme bis zur Lagerung der Gebärenden im Kreißsaal variierte in der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe zwischen einer und fünf Herzfrequenzregistrierungen, während in der ultrasonokardiotokographi-

schen Vergleichsgruppe antepartal bis zu zehn Herzfrequenzregistrierungen durchgeführt wurden (siehe Diagramm 10). In der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe wurde bei 28,3% der Patientinnen mit einem Gestationsalter zwischen der 38. und 42. Schwangerschaftswoche aber bei keiner Patientin der 35. bis 37. Schwangerschaftswoche neben dem subpartalen Kardiotokogramm antepartal lediglich das Aufnahmekardiotokogramm aufgezeichnet oder es war entsprechend der Ausschlusskriterien (siehe Kapitel 3) nur ein antepartal aufgezeichnetes Kardiotokogramm auswertbar. Bei 33,3% der Patientinnen der 35. bis 37. Schwangerschaftswoche und 2,2% der Patientinnen der 38. bis 42. Schwangerschaftswoche wurden antepartal fünf Herzfrequenzregistrierungen durchgeführt oder es waren fünf antepartal aufgezeichnete Kardiotokogramme auswertbar. In der ultrasonokardiotokographischen Vergleichsgruppe wurde bei 50% der Patientinnen mit einem Gestationsalter zwischen der 35. und 37. Schwangerschaftswoche und bei 24,5% der Patientinnen der 38. bis 42. Schwangerschaftswoche neben dem subpartalen Kardiotokogramm antepartal lediglich das Aufnahmekardiotokogramm aufgezeichnet. Bei 4,1% der Patientinnen der 38. bis 42. Schwangerschaftswoche wurden antepartal zehn Herzfrequenzregistrierungen durchgeführt aber bei keiner Patientin der 35. bis 37. Schwangerschaftswoche.

5 Diskussion

In der vorliegenden retrospektiven Untersuchung wurde das geburtshilfliche Datenmaterial hinsichtlich der Qualität der antepartalen fetalen Herzfrequenzregistrierung analysiert. Dargestellt werden sollte, wie qualitativ die in der modernen Geburtshilfe eingesetzte Ultrasonokardiotokographie, basierend auf dem Ultraschall-Doppler-Verfahren, die fetalen Herzaktionen erfasst, elektronisch verarbeitet und auf der beat-to-beat-Basis graphisch wiedergibt, und inwieweit Registrierausfälle und Fehlregistrierungen die Registrierqualität, Interpretierbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse der antepartalen Kardiotokographie beeinträchtigen im Vergleich zur antepartalen Überwachung des Feten mit der Phonokardiotokographie im Jahre 1972. Untersucht wurde, ob die technische Qualität der beiden verschiedenen Impulsaufnahmeverfahren eine sichere klinische Beurteilung der Kurvenverläufe zuließ und ob die Kardiotokographie in Verbindung mit zusätzlichen fetalen Überwachungsmethoden weiterhin die Grundlage geburtshilflicher Entscheidungen darstellen kann [19, 23, 30, 72, 79, 80, 89].

Die Qualität der Herzfrequenzkurven wird beeinflusst durch eine unzureichende Aufnahme und Aufbereitung der fetalen Signale sowie Schwächen der Berechnungsalgorithmen. Nicht erfasste fetale Signale, vom Auswertealgorithmus nicht erkannte Signale oder ein zu großer zeitlicher Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Herzaktionen können zu Registrierausfällen führen oder zur Beibehaltung des zuletzt vom Kardiotokographen akzeptierten Wertes über drei Sekunden, so dass ein horizontaler Kurvenverlauf resultiert [61]. Wird innerhalb des 3-Sekunden-Intervalls kein akzeptables Signal registriert, hebt der Schreibstift ab („pen-lift“) und die Herzfrequenzaufzeichnung wird unterbrochen. Häufige 3-Sekunden-Arrests und „pen-lifts“ lassen keine zuverlässige Kurvenbeurteilung zu [19, 23, 30].

Die Registrierqualität der ultrasonokardiotokographischen Registrierungen war zwischen der 37. und 42. Schwangerschaftswoche deutlich besser. Bei der Impulsaufnahme mit der Ultrasonokardiotokographie waren 69,8% „sehr gute“ und 22,6% „gute“ Kardiotokogramme abzuleiten, so dass insgesamt 92,5% der Kardiotokogramme bei „sehr guter“ bis „guter“ Registrierqualität einen im ganzen einwandfrei zu beurteilenden Kurvenverlauf aufwiesen. Bei 3,8% der Kardiotokogramme war bei „schlechter“ Registrierqualität der Kurvenverlauf nur zum Teil beurteilbar und 3,8% der Kardiotokogramme waren „nicht auswertbar“. Mit der Phonokardiotokographie konnten zwischen der 35. und 42. Schwangerschaftswoche 34% „sehr gute“ und 34% „gute“ Kardiotokogramme abgeleitet werden, so dass insgesamt 67,9% der Kardiotokogramme bei „sehr guter“ bis „guter“ Registrierqualität einen im ganzen einwandfrei zu

beurteilenden Kurvenverlauf aufwiesen. Bei 28,3% der Kardiotokogramme war bei „schlechter“ Registrierqualität der Kurvenverlauf nur zum Teil beurteilbar und 3,8% der Kardiotokogramme waren „nicht auswertbar“. Eine optimale Registrierqualität ohne Registrierausfälle, das heißt, eine beat-to-beat-Registrierung während der gesamten Herzfrequenzaufzeichnung, wiesen 3,8% der phonokardiotokographischen Registrierungen und 15,1% der ultrasonokardiotokographischen Registrierungen auf.

Die mittlere Prozent-Fehlerzeit war bei der Impulsaufnahme mit der Phonokardiotokographie größer als bei der Impulsaufnahme mit der Ultrasonokardiotokographie. In der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe betrug die mittlere Prozent-Fehlerzeit 11% (Median 9,2%). In der ultrasonokardiotokographischen Vergleichsgruppe betrug die mittlere Prozent-Fehlerzeit 5,4 % (Median 2,7%). Die Standardabweichung der Prozent-Fehlerzeiten war bei der Impulsaufnahme mit der Phonokardiotokographie größer als mit der Ultrasonokardiotokographie. Sie betrug im phonokardiotokographischen Untersuchungskollektiv 8,8 gegenüber 8,4 im ultrasonokardiotokographischen Untersuchungskollektiv. Diese Tatsache lässt sich dadurch erklären, dass in Abhängigkeit von der Methode zur Erfassung der einzelnen fetalen Herzaktionen das abgeleitete Signal mit unterschiedlicher Schwierigkeit auf der Schlag-zu-Schlag-Basis elektronisch verarbeitet wird. Die verschiedenen Impulsaufnahmeverfahren der externen Herzfrequenzableitung, die Phonokardiotokographie, die Ultrasonokardiotokographie, basierend auf dem 1972 eingeführten Ultraschall-Doppler-Verfahren, und die abdominale fetale Elektrokardiotokographie, zeigen eine kompliziertere elektronische Signalverarbeitung als bei der internen Signalableitung. Bei der Phonokardiotokographie werden die fetalen Herztöne über ein geeignetes, empfindliches Mikrophon von der mütterlichen Bauchdecke abgeleitet, wobei die Schallaufnehmer empfindlich auf Störgeräusche reagieren. Zu schwache fetale Signale bei verstärkten Störpotentialen können die Ursache für nicht oder nur teilweise interpretierbare Herzfrequenzkurven sein. Mit der Ultrasonokardiotokographie lassen sich in der Regel auch unter ungünstigen Bedingungen durch Nachjustieren des Transducers Registrierqualitäten erzielen, die eine zuverlässige Interpretation der Kardiotokogramme erlauben.

Die Ergebnisse der phonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen, aufgezeichnet zwischen der 35. und 42. Schwangerschaftswoche, waren im Vergleich zu den Ergebnissen der ultrasonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen, aufgezeichnet zwischen der 37. und 42. Schwangerschaftswoche, signifikant schlechter (Student-t-Test).

Die vorliegenden Ergebnisse sind vergleichbar mit den Ergebnissen in der Literatur. *Jauer* und Mitarbeitern [41] fanden mit der Phonokardiotokographie bei 74 antepartalen Registrierung zwischen der 34. und 41. Schwangerschaftswoche 77% technisch gute, 23% mäßige Registrierungen und in keinem Fall eine schlechte Herzfrequenzdarstellung. *Rüttgers* und *Kubli* [75] erhielten unter Verwendung der Phonokardiotokographie bei 408 Herzfrequenzaufzeichnungen in der Eröffnungsperiode 11% nicht auswertbare und 38% zum Teil schlechte Registrierungen. Bei 51% lagen gute bis sehr gute Herzfrequenzdarstellungen vor. *Hickl* nennt für die phonokardiotokographische Überwachung in der Eröffnungsperiode eine Erfolgsquote von 80% [35, 75]. *Goeschen* gibt die Erfolgsquote für die fetale Überwachung mit der Phonokardiotokographie ab der 25. Schwangerschaftswoche mit 70% an [23].

Jauer und Mitarbeiter [41] erhielten in ihrer Untersuchung zur Registrierqualität der Ultrasonokardiotokographie zwischen der 34. und 41. Schwangerschaftswoche bei 74 antepartalen Registrierungen 84% gute und 16% mäßige Herzfrequenzaufzeichnungen. Keine Registrierung wurde von ihnen als schlecht bewertet. *Klöck* und Mitarbeiter [45] ermittelten mit der Ultrasonokardiotokographie zwischen der 36. und 41. Schwangerschaftswoche 73% klinisch brauchbare Registrierungen. Zwischen der 38. und 41. Schwangerschaftswoche waren 79% der Kurvenverläufe gut interpretierbar.

Unterschiede zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Studien zur Registrierqualität von Kardiotokogrammen resultieren aus der unterschiedlichen Definition der einzelnen Bewertungskategorien, durch eine Selektion von Patienten und Kardiotokogrammen sowie durch fehlende Angaben zu den Untersuchungskollektiven. In einigen Studien wurden die Fälle aus der Untersuchung ausgeschlossen, bei denen infolge ungünstiger Bedingungen eine Registrierung nur schlecht möglich war [75]. In der vorliegenden Arbeit blieben in der Analyse unberücksichtigt Kardiotokogramme mit einer Registrierdauer unter 24 Minuten, vollständig überhitzte Herzfrequenzregistrierungen sowie Registrierungen, bei denen die Ableitung der fetalen Herzfrequenz nicht möglich war. Die verschiedenen Untersuchungsergebnisse sind infolge der häufig verschiedenen Untersuchungskollektive und der vorausgehenden Selektion des Untersuchungsmaterials daher nur bedingt miteinander vergleichbar. Die Unterschiede bei der quantitativen Erfassung von Registrierausfällen und Fehlregistrierungen in den einzelnen Studien erlauben nur eingeschränkt den Vergleich der Ergebnisse zur Registrierqualität. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Dauer der Registrierausfälle und Fehlregistrierungen quantitativ erfasst, auf die Gesamtregistrierdauer des Kardiotokogramms bezogen und als Maß der technischen Qualität die Prozent-Fehlerzeit bestimmt. Entgegen der Empfehlung von

Rüttgers [73] wurde der Qualitätsgrad „schlecht“ für Registrierausfälle zwischen 15% und 30% anstatt zwischen 15% und 50% vergeben. Die Bewertungsgrenze der Kardiotokogramme wurde bei 30% anstatt bei 50% Registrierausfällen und Fehlregistrierungen festgelegt. Einer Senkung der Bewertungsgrenze für die Herzfrequenzkurven lag die Überlegung zugrunde, dass bei einer 30-minütigen kardiotokographischen Aufzeichnung mit einem Registrierausfall von 30% oder mehr mindestens neun Minuten vorliegen, in denen der Geburtshelfer den fetalen Zustand nicht beurteilen kann und wesentliche Informationen über die intrauterine Sauerstoffversorgung verloren gehen.

Verschiedene Untersuchungen zeigten, dass bei den verschiedenen Impulsaufnahmeverfahren die Zuverlässigkeit und Interpretierbarkeit der antepartalen Herzfrequenzregistrierungen den unterschiedlichen Schwangerschaftswochen zeitlich differenziert zuzuordnen sind [7, 19, 23, 41, 45, 73, 75, 76]. Der Anwendungszeitraum der Phonokardiotokographie ist auch in der heutigen Geburtshilfe vor allem die Spätschwangerschaft und die frühe Eröffnungsperiode. Gute Kurvenqualitäten lassen sich ab der 25. Schwangerschaftswoche erzielen. Schlechte Registrierqualitäten sind zurückzuführen auf adipöse Bauchdecken, das Vorliegen einer Vorderwandplazenta, starke Kindsbewegungen, mangelnde Kooperation der Patientin und Registrierungen in der Seitenlage [7, 19, 23, 27, 30, 33, 41, 45, 46, 72, 75]. Die Aufzeichnung der fetalen Herzfrequenz mit der Ultraschallkardiotokographie ist bereits ab der neunten Schwangerschaftswoche möglich. Zur routinemäßigen Überwachung in der Schwangerschaft wird sie ab der 24. Schwangerschaftswoche eingesetzt. Die Registrierqualität wird beeinträchtigt durch starke Kindsbewegungen, Wehentätigkeit sowie durch unruhige und adipöse Patientinnen [19, 23, 30, 41, 45, 72].

Klöck und Mitarbeiter [45] zeigten in ihrer Untersuchung, dass sich die Schreibqualität bei der ultrasonokardiotokographischen Signalaufnahme im Verlauf der Herzfrequenzregistrierung verschlechterte, so dass Nachjustierungen des Transducers notwendig wurden. Die Tatsache lässt sich durch fetale Lageänderungen während der Herzfrequenzaufzeichnung erklären. Durch kindliche Bewegungen verlässt das fetale Herz den Schallkegel, wodurch sich die optimalen Ableitstellen auf der mütterlichen Bauchdecke ändern. Die Nachjustierungen betrafen vor allem die Schmalstrahltransducer [19, 23, 41, 45]. Nach der 26. Schwangerschaftswoche blieb mit 46% die Frequenz von Nachjustierungen unverändert. Eine optimale Stabilisierung des Schallaufnehmers war auch am Ende der Schwangerschaft nicht erreichbar [45]. Die Registrierungen mit der Ultrasonokardiotokographie zeigten eine kontinuierliche Qualitätsverbesserung mit zunehmender Schwangerschaftsdauer [41, 45]. Die verbesserten Registrierer-

gebnisse lassen sich zum einen auf die zunehmende Stabilisierung der fetalen Lage gegen Ende der Schwangerschaft zurückführen, zum anderen auf die an Größe zunehmenden, das Ultraschallsignal reflektierenden Herzstrukturen. Die prozentuale Verteilung der mittleren kardiotokographischen Registrierqualitäten in Bezug auf das Gestationsalter zeigte, dass in der vorliegenden Arbeit mit 83,3% in der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe und 95,9% in der ultrasonokardiotokographischen Vergleichsgruppe die Mehrzahl der Kardiotokogramme mit „sehr guten“ bis „guten“ Registrierqualitäten und im ganzen einwandfrei zu beurteilenden Kurvenverläufen zwischen der 38. und 42. Schwangerschaftswoche abgeleitet wurden. Die Anzahl antepartaler Herzfrequenzregistrierungen vom Zeitpunkt der stationären Aufnahme bis zur Lagerung der Gebärenden im Kreißsaal variierte in beiden Untersuchungsgruppen. Es wurde untersucht, ob ein Zusammenhang bestand zwischen der Anzahl antepartaler Herzfrequenzregistrierungen und dem Gestationsalter, der aber in beiden Untersuchungskollektiven nicht nachzuweisen war.

Die Herzfrequenzregistrierungen sollten in halbsitzender Position oder in Seitenlage durchgeführt werden, da es bei Aufzeichnungen in Rückenlage zu einer möglichen Kompression der Vena cava inferior durch den schwangeren Uterus kommen kann mit nachfolgendem Abfall des Herzminutenvolumens (Vena-cava-Kompressionssyndrom). Untersuchungen zeigten, dass 28-43% der Schwangeren über Beschwerden in der Rückenlage klagten und von 5-17% die Rückenlage vollständig abgelehnt wurde [23]. Eine zusätzliche Belastung der Gravida stellten die großen und schweren Signalaufnehmer bei der Phonokardiotokographie dar, die häufig zur Ablehnung dieser fetalen Überwachungsmethode führten [75]. Die Einstellung der Gebärenden zur Kardiotokographie ist für die Qualität der Herzfrequenzaufzeichnungen von Bedeutung. Verschiedene Untersuchungen zeigten, dass mit zunehmender Aufklärung und zunehmendem Informationsstand zur elektronischen fetalen Überwachung die Gebärenden ruhiger werden und sich die Registrierqualität der Herzfrequenzkurven verbessert [21, 31, 40, 60, 69].

Die Qualität der Herzfrequenzregistrierungen wird entscheidend mitbestimmt von der Erfahrung und der Aufmerksamkeit des geburtshilflich tätigen Personals. Ohne die sorgfältige Ausrichtung des Transducers sowie die Kontrolle und Korrektur der Transducerposition während der Registrierung fielen die Registrierergebnisse der fetalen Überwachungskurven schlechter aus [19, 23, 41, 45, 72]. Um zu überprüfen, ob die Registrierstörungen auf eventuelle Fehler in der Anwendung der Kardiotokographie im Sinne von nicht ordnungsgemäßer Plazierung der Transducer zurückzuführen waren, wurde in der vorliegenden Arbeit die Verteilung der

Registrierausfälle im Verlauf der Herzfrequenzkurve untersucht. Insgesamt war in beiden Untersuchungskollektiven der Anteil der Fehlregistrierungen in den ersten Aufzeichnungsminuten zu gering, um einen Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Auftreten der Registrierstörungen im Kurvenverlauf und schlecht positionierten Schallaufnehmern zu erkennen. Durchschnittlich traten in den phonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen acht Registrierausfälle (SD= 6,4) auf mit einer durchschnittlichen Dauer von 26 Sekunden (SD= 29,5), gegenüber durchschnittlich vier Registrierausfällen (SD= 3,6) in den ultrasonokardiotokographischen Herzfrequenzregistrierungen mit einer durchschnittlichen Dauer von 29 Sekunden (SD= 27,4).

Die prozentuale Verteilung der mittleren kardiotokographischen Registrierqualitäten in Bezug auf die Art der Geburtsbeendigung zeigte, dass in beiden Untersuchungskollektiven alle Patientinnen mit „nicht auswertbaren“ Herzfrequenzregistrierungen spontan oder durch Manualhilfe entbunden wurden. Ein Zusammenhang zwischen den mittleren kardiotokographischen Registrierqualitäten und der Art der Geburtsbeendigung war in beiden Kollektiven nicht erkennbar. Der Vergleich der mittleren kardiotokographischen Registrierqualitäten und des Geburtsgewichts ließ weder im phonokardiotokographischen noch im ultrasonokardiotokographischen Untersuchungskollektiv einen Zusammenhang erkennen.

Wie aus tierexperimentellen Untersuchungen über den Regelmechanismus der Herzfrequenz und der Sauerstoffabhängigkeit in Bezug auf Änderungen des kardiotokographischen Musters bekannt ist, erfordert die Auswertung antepartaler Kardiotokogramme eine Registrierdauer von mindestens 30 Minuten, um Variabilitäten der fetalen Herzfrequenz, präpathologische oder pathologische fetale Herzfrequenzveränderungen oder normale fetale Ruhepausen zu erfassen und voneinander abzugrenzen [19, 23, 30, 93]. Die allgemein gültigen CTG-Scores sind ausgelegt für Kardiotokogramme mit einer Aufzeichnungdauer von mindestens 30 Minuten. Zur quantitativen Bewertung der Herzfrequenzaufzeichnungen wurde in dieser Arbeit der *Hammacher*-Score herangezogen. Bei der Untersuchung des Kurvenmaterials fielen in beiden Kollektiven die zum Teil erheblich verkürzten Registrierzeiten der Kardiotokogramme auf. Obwohl die Anwendung des *Hammacher*-Scores neben der Signalaufnahme auf der Schlag-zu-Schlag-Basis eine mindestens 30-minütige Registrierdauer voraussetzt [19, 23, 28, 29, 30], wurde in dieser Arbeit die Bewertungsgrenze der Kardiotokogramme auf 24 Minuten gesenkt. Infolge einer Registrierdauer unter 24 Minuten konnten 22,3% der phonokardiotokographischen Herzfrequenzaufzeichnungen nicht in der Bewertung berücksichtigt werden. 60,5% der phonokardiotokographisch abgeleiteten Herzfrequenzregistrierungen und 88,1%

der ultrasonokardiotokographisch abgeleiteten Herzfrequenzregistrierungen wurden über 30 Minuten aufgezeichnet. Streng genommen wären 39,5% der phonokardiotokographischen Aufzeichnungen aus dem Jahre 1972 und 11,9% der ultrasonokardiotokographischen Aufzeichnungen aus dem Jahre 1998 infolge einer Registrierdauer von mindestens 24 Minuten und weniger als 30 Minuten nach dem *Hammacher*-Score nicht zu bewerten gewesen.

Neben Registrierausfällen und Fehlregistrierungen beeinflusst die Registrierdauer die Qualität und Interpretierbarkeit des kardiotokographischen Materials. Der Vergleich der mittleren kardiotokographischen Registrierqualitäten unter Berücksichtigung fehlender Registrierzeiten bei Herzfrequenzaufzeichnungen unter 30 Minuten zeigte vor allem in der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe eine Verminderung „sehr guter“ Herzfrequenzregistrierungen von 34% auf 18,9%, eine Zunahme „guter“ Herzfrequenzregistrierungen von 34% auf 35,8% sowie eine Zunahme „schlechter“ Herzfrequenzregistrierungen mit nur teilweise interpretierbaren Kurvenverläufen von 28,3% auf 41,5%. Im ultrasonokardiotokographischen Vergleichskollektiv waren die Veränderungen nicht so ausgeprägt, da lediglich 11,9% der in die Bewertung einbezogenen Kardiotokogramme eine Registrierdauer unter 30 Minuten aufwiesen, während in der phonokardiotokographischen Vergleichsgruppe dieser Anteil mit 39,5% etwa dreimal so groß war.

Die verkürzten Registrierzeiten können nicht ausschließlich auf ungünstige Registrierbedingungen und noch bestehende technische Defizite der Methode zurückzuführen gewesen sein, da bei erheblichen Registrierstörungen die Herzfrequenzaufzeichnung frühzeitig unterbrochen worden wäre. Die verkürzten Registrierzeiten werden eher auf das geburtshilfliche Personal zurückzuführen gewesen sein, wobei die Erfahrung und Routine einen wesentlichen Einfluss haben.

Die prozentuale Verteilung der Bewertungen der einzelnen Herzfrequenzregistrierungen nach dem *Hammacher*-Score in Bezug auf die Registrierqualitäten der einzelnen Herzfrequenzregistrierungen zeigte, dass bei der Bewertung der Kardiotokogramme nach einem Punkteschema die Registrierqualitäten berücksichtigt werden sollten. In der phonokardiotokographischen Untersuchungsgruppe ließen 32,2% der nach dem *Hammacher*-Score als „normal“ bewerteten Herzfrequenzaufzeichnungen infolge von Registrierausfällen von mindestens 15% keine zuverlässige Kurvenbewertung zu und 14% waren „nicht auswertbar“. In der ultrasonokardiotokographischen Vergleichsgruppe war bei 8,7% der als „normal“ bewerteten Herzfrequenzaufzeichnungen bedingt durch Registrierausfälle von mindestens 15% keine zuverlässige Kur-

venbewertung möglich und 2% waren „nicht auswertbar“. Insgesamt wurden 93,8% der phonokardiotokographisch abgeleiteten Herzfrequenzkurven und 84,7% der ultrasonokardiotokographisch abgeleiteten Herzfrequenzkurven nach dem zugrunde liegenden *Hammacher*-Score als „normal“ bewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Registrierqualität der Kardiotokogramme als Maß für Registrierausfälle und Fehlregistrierungen in die Bewertung von kardiotokographischem Material nach einem Punkteschema einbezogen werden sollte. Eine gestörte Herzfrequenzaufzeichnung infolge zahlreicher Registrierausfälle und Fehlregistrierungen erlaubt keine zuverlässige Beurteilung der Herzfrequenzoszillationen und damit keinen Rückschluss auf das fetale Befinden.

Der Grad der Auswertbarkeit von Herzfrequenzkurven infolge von Registrierausfällen oder Fehlregistrierungen wird in keinem CTG-Score berücksichtigt. Der *Hammacher*-Score enthält das Merkmal „Oszillationstyp nicht auswertbar“ aufgrund technischer Mängel, für das drei Punkte vergeben werden. Das Kardiotokogramm wird mindestens als „suspekt“ bewertet und sollte wiederholt werden. Das Merkmal erlaubt aber keine Quantifizierung der Registrierausfälle oder manifesten Fehlregistrierungen. Für die Hebamme und den Geburtshelfer besteht keine Möglichkeit die Registrierausfälle im Kardiotokogramm quantitativ oder qualitativ mit einem Bewertungsschema zu erfassen. Das geburtshilflich tätige Personal muss entscheiden die Registrierung zu wiederholen, wenn keine zuverlässige Interpretation der Herzfrequenzkurve möglich ist. Von großer Bedeutung ist dabei die Erfahrung der Hebamme und des Geburtshelfers, das Ausmaß des Qualitätsverlusts einzuschätzen und abzuschätzen, inwieweit die Herzfrequenzoszillationen zuverlässig beurteilt werden können und Rückschlüsse auf das fetale Befinden zulassen. Im Vordergrund steht weiterhin die Anwesenheit und Erfahrung des geburtshilflichen Personals, und weiterhin ist es die Aufgabe des tätigen Geburtshelfers, das Kardiotokogramm zu interpretieren und schließlich die klinische Konsequenz zu ziehen.

Zur Abklärung auffälliger kardiotokographischer Muster, bei unzureichendem Informationsgehalt des Kardiotokogramms oder bei verminderter Registrierqualität der Herzfrequenzkurve wird seit einigen Jahren zunehmend die Dopplersonographie eingesetzt. Mit dieser Methode können zusätzliche Informationen über die Gesamtsituation des fetalen Kreislaufs gewonnen werden. In Einzelfällen kann die Dringlichkeit des geburtshilflichen Vorgehens aus der Kombination der Kardiotokographie und der Dopplersonographie bestimmt werden [23, 43]. Da die Dopplersonographie, wie die Kardiotokographie auch, ein indirektes Verfahren ist, sind Fehlinterpretationen nicht auszuschließen [23].

Mit der kardiotokographischen Überwachung kann durch die Erfassung einer einzelnen fetalen Herz-Kreislauf-Größe der fetale Zustand zuverlässig beurteilt werden [18, 19, 65, 80, 82, 89]. In Verbindung mit zusätzlichen biophysikalischen, biochemischen und hormonanalytischen Überwachungsmethoden des Feten ermöglicht die Kardiotokographie die frühzeitige Hypoxiediagnostik [10, 19, 23, 33, 36, 43, 80]. Um Fehlinterpretationen und unnötige geburtshilfliche Interventionen zu vermeiden, ist es erforderlich, die Merkmale der Herzfrequenzkurven auf der Basis physiologischer, pathophysiologischer und technischer Zusammenhänge zu beurteilen [12, 19, 23, 45]. Eine möglichst exakte Interpretation des intrauterinen Zustandes des Feten setzt einen einwandfreien Kurvenverlauf voraus. Das Ziel der kardiotokographischen Überwachung ist die Registrierung technisch einwandfreier Kurvenverläufe mit Registrierung der fetalen Herzfrequenz auf der Schlag-zu-Schlag-Basis sowie die graphische Darstellung einer störungsfreien Überwachungskurve [19, 23, 30, 73, 83, 84, 88].

Die Registrierqualität des kardiotokographischen Materials ist abhängig von der Methode zur Herzfrequenzableitung, der Qualität und der Plazierung der Signalaufnehmer, der Qualität eingehender Signale und deren elektronischer Verarbeitung, von Störungen der graphischen Darstellung, ungünstigen Ableitungsbedingungen sowie von der Erfahrung und Aufmerksamkeit des geburtshilflich tätigen Personals [7, 19, 23, 27, 30, 41, 45, 46, 61, 72, 75].

Obwohl mit der Phonokardiotokographie und der abdominalen fetalen Elektrokardiotokographie die fetalen Signale am besten abzuleiten sind und obwohl die Ultrasonokardiotokographie eine sorgfältige Ausrichtung des Transducers voraussetzt und Korrekturen der Transducerposition während der Registrierung notwendig werden können, hat sich die Ultrasonokardiotokographie wegen ihrer unkomplizierten Handhabung als Standardmethode in der geburtshilflichen Routine etabliert [23]. In der Regel ermöglicht sie auch unter ungünstigen Bedingungen die Ableitung der fetalen Herzfrequenz. Verwendet werden breitstrahlende Transducer mit Signalverarbeitung über autokorrelierende Kardiotokographen. Dabei ist der zum Feten einstrahlende Ultraschallkegel aufgefächert, um zu sichern, dass das fetale Herz auch bei größeren Bewegungen des Feten weiterhin vom Ultraschallkegel erfasst wird. In einer Untersuchung zur simultanen Registrierung der fetalen Herzfrequenz und der Uteruskontraktionen mit einem kombinierten Transducer zeigte sich eine verbesserte Registrierqualität [96]. Die Einführung der Autokorrelationsmethode bei der Ultraschallbreitstrahl-Registrierung Anfang der achtziger Jahre des 20. Jahrhunderts hat zu einer deutlichen Verbesserung der kardiotokographischen Registrierqualität beigetragen, so dass Registrierausfälle und Fehlregistrierungen seltener auftreten [23]. Auch wenn die Ultrasonokardiotokographie,

basierend auf dem Ultraschall-Doppler-Verfahren, gegenwärtig noch technische Defizite aufweist, hat sie insgesamt eine Qualität erreicht, die ihren breiten Einsatz antepartal als Screeningmethode und standardisierte Überwachungsmethode rechtfertigt und sie weiterhin als die notwendige Grundlage geburtshilflicher Entscheidungen zulässt [19, 23, 30, 72, 79, 80, 89]. Trotz des Fortschritts und der zunehmenden Sicherheit auf dem Gebiet der präpartalen Diagnostik darf letztendlich die begrenzte Aussagekraft dieser fetalen Überwachungsmethode nicht vernachlässigt werden [23, 39, 82]. Ein zukünftiger Ansatz zur fetalen Überwachung könnte die Kombination der Phonokardiotokographie mit der Signalverarbeitung über die Autokorrelation sein. Der fetale Zustand wäre noch zuverlässiger beurteilbar, da neben der Periodendauer die Systolen- und Diastolendauer als fetale Herz-Kreislauf-Größen erfasst werden. Die schweren Mikrophone könnten jedoch zu einer Ablehnung dieser fetalen Überwachungsmethode führen.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden aus dem Jahre 1972 von 53 Patientinnen der Frauenklinik der Universität Düsseldorf 129 antepartale Kardiotokogramme, abgeleitet mit der Phonokardiotokographie zwischen der 35. und 42. Schwangerschaftswoche, sowie aus dem Jahre 1998 von 53 Patientinnen der geburtshilflichen Abteilung des Hospitals zum Heiligen Geist in Kempen 176 antepartale Kardiotokogramme, abgeleitet mit der Ultrasonokardiotokographie zwischen der 37. und 42. Schwangerschaftswoche, hinsichtlich der Fragestellung zur Qualität der antepartalen fetalen Herzfrequenzregistrierung retrospektiv analysiert. In einer vergleichenden Analyse wurde dargestellt, wie qualitativ die in der gegenwärtigen Geburtshilfe eingesetzte Ultrasonokardiotokographie, basierend auf dem Ultraschall-Doppler-Verfahren, und die im Jahre 1972 eingesetzte Phonokardiotokographie die fetalen Herzaktionen erfassten, elektronisch verarbeiteten und auf der beat-to-beat-Basis graphisch wiedergaben. Untersucht wurde, inwieweit sich Registrierausfälle und Fehlregistrierungen auf die Registrierqualität, Interpretierbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse der antepartalen Kardiotokographie auswirkten. Zur Untersuchung der Registrierqualität wurden quantitativ alle Registrierausfälle und manifeste Fehlregistrierungen erfasst und auf die gesamte Registrierdauer des Kardiotokogramms bezogen.

Bei der Impulsaufnahme mit der Phonokardiotokographie konnten 34% „sehr gute“, 34% „gute“, 28,3% „schlechte“ und 3,8% „nicht auswertbare“ Kardiotokogramme abgeleitet werden gegenüber 69,8% „sehr guten“, 22,6% „guten“, 3,8% „schlechten“ und 3,8% „nicht auswertbaren“ Kardiotokogrammen bei der Impulsaufnahme mit der Ultrasonokardiotokographie. Die Ergebnisse der phonokardiotokographischen Registrierungen waren im Vergleich zu den Ergebnissen der ultrasonokardiotokographischen Registrierungen signifikant schlechter.

Die Qualität der Herzfrequenzregistrierungen bestimmt die diagnostische Potenz und den Stellenwert der Kardiotokographie in der pränatalen Diagnostik. Eine möglichst exakte Interpretation des intrauterinen Zustandes des Feten setzt einen technisch einwandfreien Kurvenverlauf voraus mit Registrierung der fetalen Herzfrequenz auf der beat-to-beat-Basis sowie die graphische Darstellung einer störungsfreien Überwachungskurve. Auch wenn die Ultrasonokardiotokographie mit dem Ultraschall-Doppler-Verfahren gegenwärtig noch technische Defizite aufweist, hat sie eine Qualität erreicht, die ihren breiten Einsatz antepartal als Screeningmethode und standardisierte Überwachungsmethode rechtfertigt und sie weiterhin in Verbindung mit zusätzlichen biophysikalischen, biochemischen und hormonanalytischen fe-

talen Überwachungsmethoden als notwendige Grundlage geburtshilflicher Entscheidungen zulässt. Ein zukünftiger Ansatz zur fetalen Überwachung könnte die Kombination der Phonokardiotokographie mit der Signalverarbeitung über die Autokorrelation sein, um den fetalen Zustand noch zuverlässiger beurteilen zu können.

7 Literaturverzeichnis

1. Albrecht, H.: In: Hickl, E.-J., Albrecht, H., Kloos, K.F., Riegel, K., Runnebaum, B.: Objektivierbarkeit, Aussage und Stellenwert antepartaler Überwachungsmethoden. Perinatale Medizin, Band VII, 8. dt. Kongreß, Berlin 1977, S. 298, Hrsg. J. W. Dudenhausen, Saling, E.. Thieme, Stuttgart 1978.

2. Baer, S. and Vetter, K.: Sub partu monitoring of the fetus by cardiotocography and fetal blood analysis. J. Perinat.: Med. 16 (1988) 411-416.

3. Barrada, M.J., Edwards, L.E., und Hakanson, E.I.: Antepartum fetal testing. II The acceleration/constant ratio: A non stress test. Amer. J. Obstet. & Gynecol. 134 (1979) 538-543.

4. Barrett, J.F.R., Jarvis, G.J., MacDonald, H.N., Buchan, P.C., Tyrrell, S.N., Lilford, R.J.: Inconsistencies in clinical decisions in obstetrics. Lancet 336 (1990) 549-551.

5. Beaulieu, M.-D., Fabia, J., Leduc, B., Brisson, J., Bastide, A., Blouin, D., Gauthier, R.J., Lalonde, A.: The reproducibility of intrapartum cardiotocogram assessment. CMA Journal 127 (1982) 214-216.

6. Bernardes, J., Costa-Pereira, A., Ayres-de-Campos, D., van Geijn, H.P., Pereira-Leite, L.: Evaluation of interobserver agreement of cardiotocograms. Intern. Journal of Gynecology & Obstetrics 57 (1997) 33-37.

7. Breuker, K.-H., Khalili-Brunklaus, D., Bolte, A.: Das abdominale fetale EKG zur prä- und subpartualen Herzfrequenzanalyse. Arch. Gynäk. 221 (1976) 211-235.

8. Caldeyro-Barcia, R., Mendez-Bauer, C., Poseiro, J.J., Excarcena, L.A., Pose, S.V., Bieniarz, J., Arnt, I.C., Gulin, L., Althabe, O.: Control of human fetal heart rate during labor. In: The Heart and Circulation in the Newborn and Infant (ed. D.E. Cassels). Grune & Stratton, New York (1966).

9. Cheng, L.C., Gibb, D.M.F., Ajayi, R.A., Soothill, P. W.: A comparison between computerised (mean range) and clinical visual cardiotocographic assessment. British Journal of Obstetrics and Gynaecology (1992), Vol. 99, 817-820.

10. Dawes, G.S., et al.: Improvements in computerized fetal heart rate analysis antepartum. J. Perinat. Med. 24 (1996) 25-36.

11. Dawes, G.S., Moulden, M., Redman, C.W.G.: The advantages of computerized fetal heart rate analysis. J. Perinatal Med 19 (1991) 19-45.

12. Eichhorn K.-H., Seewald H.-J., Michels W., Krause W.: Subpartuale Untersuchungen von CTG-Score und transkutanem Sauerstoffdruck bei hypertrophen und eutrophen Feten (Aus dem Forschungsprojekt „Perinatologie“ der ehem. DDR). Z. Geburtsh. und Perinat. 190 (1986) 250-255.

13. Emmen, L., Huisjes, H.J., Aarnoudse, J.G., Visser, G.H.A., Okken, A.: Antepartum diagnosis of the “terminal“ fetal state by cardiotocography. British Journal of Obstetrics and Gynaecology Vol. 82 No. 5 (1975) 353-359.

14. Farmakides, G., Weiner, Z.: Computerized Analysis of the Fetal Heart Rate. Clinical Obstetrics and Gynecology Vol. 38 Number 1 (1995) 112-120.

15. FIGO News. Guidelines for the use of fetal monitoring. Int. J. Gynecol Obstet 25 (1987) 159-167.

16. FIGO News. Intrapartum surveillance: recommendations on current practice and overview of new developments. Int. J. Gynecol. Obstet. 49 (1995) 213-221.

17. FIGO News. Report of the FIGO Study Group on the Assessment of New Technology. Evaluation and standardization of fetal monitoring. Int. J. of Gynecol & Obstet. 59 (1997) 169-173.

18. Fischer, W.M., Stude, J., und Brandt, H.: Ein Vorschlag zur Beurteilung des antepartualen Kardiotokogramms. Z. Geburtsh. u. Perinatol. 180 (1976) 117-123.

19. Fischer, W.M.: Kardiotokographie. Thieme Verlag Stuttgart 2. Auflage (1976).

20. Gagnon, R., Campbell, K., Hunse, C., Patrick, J.: Patterns of human fetal heart rate accelerations from 26 weeks to term. Amer. J. Obstet. Gynec. 157 (1987) 743-748.

21. Garcia, J., Corry, M., MacDonald, D., Elbourne, D., Grant, A.: Mothers´ views of continuous electronic fetal heart monitoring and intermittent auscultation in a randomized controlled trial. Birth 12:2 (1985) 79-87.

22. Gellen, J.J., Gergely, Gy., Herner, A., Zalanyi, S.: Die Wirkung der apparativen Überwachung während der Geburt auf die fetale und mütterliche Morbidität sowie auf die perinatale Sterblichkeit. Zbl. Gynäkol. 103 (1981) 624-630.

23. Goeschen, K.: Kardiotokographie-Praxis. Thieme Verlag Stuttgart 5. Auflage (1997).

24. Goeschen, K.: Wertigkeit des ante- und intrapartualen CTG. 105. Tagung Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe 1991, 51-58 (Abstract).

25. Goeschen, K.: Interpretation und Konsequenzen der Kardiotokographie (CTG). Arch. Gynecol. Obstet. 250 (1991) 609-614.

26. Gültekin-Zootzmann, B.: The history of monitoring the human fetus. J. Perinat. Med. 3 (1975) 135-144.

27. Hammacher K.: Die kontinuierliche elektronische Überwachung der fetalen Herztätigkeit vor und während der Geburt. In: Käser, O., Friedberg, V., Ober, K.G., Thomson, K., Zander, J., Gynäkologie und Geburtshilfe, Bd. II, Thieme Verlag, Stuttgart (1967) S.793-803.

28. Hammacher, K., Bruen Del Re, R., Gaudenz, R., De Grandi, P., und Richter, R.: Kardiotokographischer Nachweis einer fetalen Gefährdung mit einem CTG-Score. Gynäkol. Rundschau 14 (1974) 61-63.

29. Hammacher, K., Werners, P.H.: Über die Auswertung und Dokumentation von CTG-Ergebnissen. Gynaecologia 166 (5) (1968) 410-423.

30. Hammacher, K.: Einführung in die Cardiotokographie - Ein Kurs für Hebammen. (1977).

31. Hansen, P.K., Smith, S.F., Nim, J., Neldam, S., Osler, M.: Maternal attitudes to fetal monitoring. Europ J. Obstet. Gynec. Reprod. Biol. 20 (1985) 43- 51.

32. Heinrich, J.: Kardiotokographische Diagnostik in der Schwangerschaft. Zbl. Gynäkol. 102 (1980) 1337-1349.

33. Heinrich, J.: Zur Problematik der Kardiotokographie: Zentralblatt für Gynäkologie (1969) Heft 38.

34. Hellegers, A.E.: Fetal monitoring and neonatal death rates. New Engl. J. Med. 299 (1978) 357.

35. Hickl, E.-J.: Die Überwachung der Risikoschwangerschaft (Übersicht). Gynäkologe 7 (1974) 2.

36. Hochuli et al.: Modern intensive monitoring in obstetrics.: J. Perinat. Med. 4 (1976) 75-84.

37. Hodr, J.: Relationship between vaginal cytotypes, monitored foetal heart sounds and changes of uterine contraction in the diagnostics and treatment of placental insufficiency. Ceskoslov. Gynekol. 39 (1974) 360.

38. Hon, E.H.: An atlas of fetal heart rate patterns. Harty Press Inc., New Haven (1968).

39. Issel, E.P., Bollmann,R., Prenzlau P.: Die Aussagekraft der modernen fetalen Überwachungsmethoden bei der Entscheidung zu dringlichen geburtshilflichen Operationen. Zbl. Gynäk. 97 (1975) 1409-1416.

40. Jackson, J.E., Vaughan, M., Black, P., D´Souza, S.W.: Psychological aspects of fetal monitoring: maternal reaction to the position of the monitor and staff behaviour. J. Psychosom. Obstet. Gynaecol. 2-2 (1983) 97-102.

41. Jauer, P.-Chr., Heinrich, J., Koepcke, E., Hopp, H. und Seidenschnur, G.: Vergleichende Untersuchungen zur Frage der Wertigkeit der Impulsaufnahmeverfahren der vorgeburtlichen Kardiotokographie. Zbl. Gynäk. 98 (1976) 990-997.

42. Junge, H.D.: Grundlagen der kardiotokographischen Überwachung während Schwangerschaft und Geburt. Med. Klin. 70 (86) (1975) 791-797.

43. Jörn, H., Fendel, H., Funk, A.: Die Wertigkeit von Doppler-Ultraschalluntersuchungen im Rahmen des geburtshilflichen Managements bei unerwarteten Befunden im Kardiotokogramm. Geburtsh. u. Frauenheilk. 53 (1993) 49-55.

44. Keith, R.D.F., Beckley, S., Garibaldi, J.M., Westgate, J.A., Ifeachor, E.C., Greene, K.R.: A multicentre comparative study of 17 experts and an intelligent computer system for managing labour using the cardiotocogram. Br. J. Obstet. Gynaecol. 102 (1995) 688-700.

45. Klöck, F.K., Hartmer, L.: Die Kardiotokographie mit dem externen fetalen EKG im Vergleich zur Ultraschallkardiotokographie. Z. Geburtsh. u. Perinat. 181 (1977) 178-188.

46. Klöck, F.K., Jung, H.: Die kontinuierliche Registrierung der fetalen Herzfrequenz mittels der elektrischen Impulsabnahme. Geburtsh. und Frauenheilk. 29 (1969) 617-626.

47. Krause, W., Thumulla, C., Gstöttner, H., Herrmann, A., Michels, W.: Rechenautomatische CTG-Analyse versus visuelle CTG-Analyse (Ergebnisse einer internationalen multizentrischen Studie). Geburtsh. u. Frauenheilk. 48 (1988) 389-396.

48. Krebs, H.-B., Peters, R.E.: Clinical application of a scoring system for evaluation of antepartum fetal heart rate monitoring. Am J Obstet Gynecol 130 (1978) 765.

49. Kubli, F.: Fetale Gefahrenzustände und ihre Diagnose. 1. Aufl. Stuttgart 1966.

50. Kubli, F.: Measurement of placental function. In: Perinatal Medicine. Hrsg.: Huntingford, P. I., Beard, R. W., Hytten, F. E., und Scopes, J. W. Basel: S. Karger 1971, S.23.

51. Kubli, F., Rüttgers, H.: Probleme und Bedeutung der kardiotokographischen Überwachung des Feten. Geburtsh. u. Frauenheilk. 34 (1974) 1-20.

52. Kubli, F., Rüttgers, H.: Semiquantitative evaluation of antepartum fetal heart rate. Int. J. Gyneacol Obstet 10 (1972) 180.

53. Kubli, F., Rüttgers, H., Haller, U., Bogdan, C., Ramzin, M.: Die antepartale fetale Herzfrequenz. II. Verhalten von Grundfrequenz, Fluktuation und Dezelerationen bei antepartalem Fruchttod. Z. Geburtsh. Perinat. 176 (1972) 309-323.

54. Langer, O., Sonnendecker, E.W.W., Jacobson, M.J.: Categorization of terminal fetal heart-rate patterns in antepartum cardiotocography. British Journal of Obstetrics and Gynaecology Vol. 89 (1982) 179-185.

55. Lenstrup, C.: Predictive value of a single unstressed antepartum cardiotocogram in apparently uncomplicated pregnancy. Introduction of a new cardiotocography score. Acta Obstet. Gynecol. Scand. 61 (1982) 177-182.

56. Lidegaard, O., Bottcher, L.M., Weber, T.: Description, evaluation and clinical decision making according to various fetal heart rate patterns. Acta. Obstet. Gynecol. Scand. 71 (1992) 48-53.

57. Lotgering, F.K., Wallenburg, H.C.G., Schouten ,H.J.A.: Interobserver and intraobserver variation in the assessment of antepartum cardiotocograms. Am. J. Obstet. Gynecol. (1982) 144 701-705.

58. Lösche, P.: Möglichkeiten und Grenzen der computergestützten Kardiotokogrammanalyse. Zentralbl. Gynäkol.119 (1997) 423-427.

59. Lyons, E.R., Bylsma-Howell, M., Shamsi, S., Towell, M.E.: A scoring system for nonstressed antepartum fetal heart rate monitoring. Am J Obstet Gynecol 133 (1979) 242.

60. Molfese, V., Sunshine, P., Bennett, A.: Reaction of women to intrapartum fetal monitoring. Obstet Gynecol 59 (1982) 705-709.

61. Morgenstern, J., Abels, T., Hollbrügge, P., Somville, Th., Weis, G., Westhues, D., Wolf, P.: CTG-Geräte Test 1993.

62. Neutra, R.R., Fienberg, S.E., Greenland, S., und Friedman, E.A.: Effect of fetal monitoring on neonatal death rates. New Engl. J. Med. 299 (1978) 324.

63. Nielsen, P.V., Stigsby, B., Nickelsen, C., Nim, J.: Intra- and interobserver variability in the assessment of intrapartum cardiotocograms. Acta. Obstet. Gynecol. Scand. 66 (1987) 421-424.

64. Pearson, J.F., Weaver, J.B.: A six-point scoring system for antenatal cardiotocographs. Br. J. Obstet. Gynaecol. 85 (5) (1978) 321-327.

65. Petersheim, H., Niedner, W., Schmidt, D.: Beitrag zur antepartalen kardiotokographischen Überwachung der Risikoschwangerschaft. Zbl. Gynäkol. 103 (1981) 328-333.

66. Peters, F.D., Schlotter, C.M.: Akzelerationsverhalten im antepartalen Kardiotokogramm und Neugeborenenzustand. Geburtsh. u. Frauenheilk. 47 (1987) 193-196.

67. Porst, S.: Zur Geschichte der fetalen Herztonaufzeichnung in Deutschland. Aus: Zur Geschichte der Gynäkologie und Geburtshilfe. Hsgb. L. Beck. Springer Verlag Berlin Heidelberg (1986) 119-132.

68. Quaas, L., Siebers, J.W., Hillemanns, H.G.: Wertigkeit des antepartalen Kardiotokogramms bei Risikoschwangerschaften- Vergleichende Beurteilung des Non-Streß-Testes und des Oxytocin-Belastungstestes. Z. Geburtsh. u. Perinat. 189 (1985) 173-178.

69. Ringler, M., Huber, J.C., Reinold E.: Das Kardiotokogramm im Erleben der Frau: Hilfe für ein schöneres Geburtserlebnis oder technologisches Schreckgespenst? Z. Geburtsh. u. Perinat. 185 (1981) 236-239.

70. Roemer, V. M. und Heinzl, S.: Zur Frage der Oszillationsfrequenz in der Cardiotokographie. Arch. Gynäkol. 223 (1977) 299-313.

71. Rossavik, I.K.: The predictive value of Cardiotocography. Annales Chirurgiae et Gynaecologiae 69: (1980) 75-78.

72. Rüttgers, H.: Kritische Bilanz der ante- und intrapartalen Kardiotokographie. Gynäkologe 7 (1974) 13-25.

73. Rüttgers, H.: Technik, Registrierprinzipien und Registrierfehler von Kardiotokographen. In: Kardiotokographie. (Herausg. W.M. Fischer) Thieme Verlag Stuttgart 2. Auflage (1976).

74. Rüttgers, H., Kubli, F., Haller, U., Bachmann, M., Grunder E.: Die antepartale Herzfrequenz. I. Verhalten von Grundfrequenz, Fluktuation und Dezelerationen in der ungestörten Schwangerschaft. Z. Geburtsh. Perinat. 176 (1972) 294-308.

75. Rüttgers, H., Kubli, F.: Kontinuierliche Registrierung von fetaler Herzfrequenz bei gleichzeitiger Wehenschreibung. II. Probleme der Instrumentierung. Gynäkologe 2 (1969) 82-89.

76. Rüttgers, H., Meyer-Menk, W., Stagel, A., Spangler, W., Kubli, F.: Instantane fetale Herzfrequenzregistrierung über das abdominale EKG. Gynäk. Rdsch. 14 (1974) 79-80.

77. Saling, E.: Die Überbewertung der Kardiotokographie und die negativen klinischen Auswirkungen. In: Dudenhausen J.W., E. Saling (eds): Perinatale Medizin, Bd 10 Thieme, Stuttgart (1984).

78. Saling, E.: Elektronische und biochemische Überwachung des Feten unter der Geburt. Bull. Soc. roy. belge Gynee. Obstet 38 (1968) 289.

79. Saling, E.: Introduction and clinical aspects of biochemical monitoring of the fetus. J. Perinat. Med. 16 (1988) 23.

80. Schmidt, S., Gorissen, S., Eilers, H., Decleer, W., Krebs, D.: Laserspektroskopie- Ein neues Verfahren zur Überwachung des Feten. Geburtsh. u. Frauenheilk. 50 (1990) 344-348.

81. Schmidt, W., Hara, K., Cseh, I.: Fetale Bewegungsaktivität und Akzelerationen im CTG. Geburtsh. u. Frauenheilk. 43 (1983) 548-551.

82. Schröck, A.: Wertigkeit und Aussagekraft geburtshilflicher Überwachungsmethoden. (1988).

83. Schuhmann, R., Halberstadt, E.: Antepartale Kardiotokographie. Neuere Aspekte. Medwelt 34 (1983) 383-389.

84. Searle, J.R., Devoe, L.D., Phillips, M.C., Searle, N.S.: Computerized analysis of resting fetal heart rate tracings. Obstet.Gynecol. 71 (1988) 407-411.

85. Solum, T.and Sjöberg, N.-O.: Antenatal cardiotocography and intrauterine death. Acta Obstet. Gynecol. Scand. 59: (1980) 481-487.

86. Todros, T., Preve, C.U., Plazzotta, C., Biolcati, M., Lombardo, P.: Fetal heart rate tracings: observers versus computer assessment. European J. of Obstet. & Gynecol. and Reproductive Biology 68 (1996) 83-86.

87. Trimbos, J.B., Keirse, M.J.N.C.: Significance of antepartum cardiotocography in normal pregnancy. British Journal of Obstetrics and Gynaecology 85 (1978) 907-913.

88. Troeger, C., Briese, V., Müller, H.: Zur Validität der Kardiotokographie bei Nabelschnurkomplikationen. Zentralblatt für Gynäkologie 121 (1999) 233-238.

89. van Geijn, H.P.: Developments in CTG analysis. Bailliere's Clin Obstet Gynaecol 10 (1996) 185-209.

90. Visser, G.H.A., Huisjes, H.J.: The meaning of the normal and pathologic antepartum cardiotocogram (CTG). Fifth European Congress of Perinatal Medicine, Sweden (1976).

91. Wilken, H.-P., Hackel, B. und Wilken, H.: Klinische Erfahrungen mit dem antenatalen CTG-Auswertungsverfahren nach Fischer, Hammacher, Hodr und Kubli. III. Mitteilung: Score nach Hodr. Zbl. Gynäkol. 102 (1980) 655-658.

92. Wilken, H.-P., Hackel, B. und Wilken, H.: Klinische Erfahrungen mit den antepartalen CTG-Auswerteverfahren nach Fischer, Hammacher, Hodr und Kubli. IV. Mitteilung: Score nach Kubli. Zbl. Gynäkol. 102 (1980) 909-914.

93. Wilken, H.P., Ketscher, K.D., Zacharias K.: Klinische Erfahrungen mit dem „CTG-Score“ nach Hammacher. Zbl. Gynäkol. 99 (1977) 1120-1123.

94. Wulf, K.-H.: History of fetal heart rate monitoring. Fetal heart rate monitoring. Ed. by W. Künzel. Springer Verlag Berlin Heidelberg (1985) 3-15.

95. Zander, J.: Heutige Geburtshilfe: Ungeteilte Aufmerksamkeit für Mutter und Kind. Therapeutische Umschau, Band 38 (1981) Heft 10, 940-943.

96. Morgenstern, J.: Computer-controlled devices in peri- and neonatology. In: Cosmi, E.V., Di Renzo, G.C.: Current progress in perinatal medicine. The Proceedings of the 2nd World Congress of Perinatal Medicine, Rome and Florence, 19-24 September, 1993.

8 Anhang

Punkte	Baseline (BL) *		Floatingline (FL) *		Fluktuation = Oszillationstyp (OT) *	
6	61	>90 % BL kongruent mit FL bei 100 % 0a		und / oder	67	
		(kein Atropin etc.)	63	100 % FL kongruent mit 100 % 0a-IIIa		
5	51	<80 > 10 min	53	100 % Dip II	57	>90 % 0a-IIIa (Weckversuch negativ)
4	41	<80 > 3 min	43	≥ 2 schwere variable Dez.	47	>60 % 0a-IIIa
3	31	>180 > 30 min	35	≥ 5 variable Dez.	38	OT nicht auswertbar
			34	1 schwere variable Dez.	37	>30 % 0a-IIIa
			33	Dip II (?)		
2	22	>180 > 10 min	25	≥ 5 Dip 0	28	>50 % IIIb-IIIc
	21	<100 > 10 min	24	≥ 5 Dip 1	27	>90 % 0b-0c
			23	≥ 2 variable Dez.		
1	12	>160 > 10 min	16	≥ 3 Dip 0	17	<50 % IIb
	11	<120 > 10 min	15	≥ 3 Dip 1		
			14	1 variable Dez.		
			13	Vena-cava-Syndrom		
0	01	120 - 160	04	≤ 2 Dip 0	07	>50 % IIb
			03	≤ 2 Dip 1		

(***** = Identifikationszahl für jedes Merkmal)

CTG-Score:	normal	suspekt	präpathologisch	pathologisch
	0	3	5	8
	1	4	6	9
	2		7	10
				11
				≥ 12

Tabelle 19: *Hammacher*-Score. Score, der die Merkmale Baseline, Floatingline und Fluktuation berücksichtigt zur Auswertung von 30 CTG-Minuten. Aus: Goeschen, K.: Kardiotokographie-Praxis. Thieme Verlag Stuttgart 5. Auflage (1997).

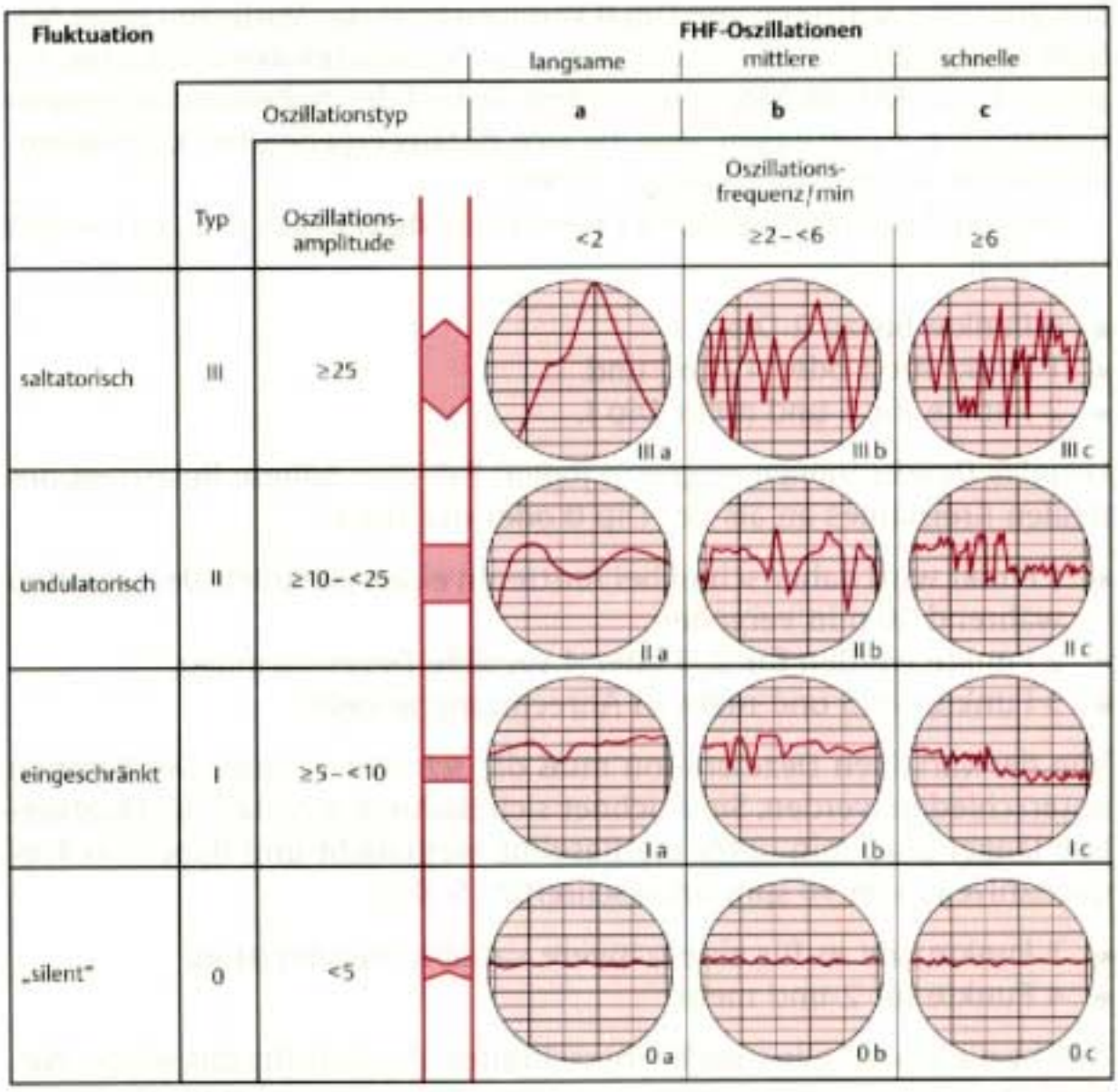


Diagramm 16: Kriterien zur Vergabe der Punkte für die Fluktuation (nach *Hammacher*). Aus: Goeschen, K.: Kardiotokographie-Praxis. Thieme Verlag Stuttgart 5. Auflage (1997).

I. Gravida und Schwangerschaft

Aufnahmedatum:

Aufnahmeuhrzeit:

Parität:

Gravidität:

Gestationsalter:

errechneter Geburtstermin:

Aufnahme: a) vor dem Termin
b) am Termin
c) fragliche Übertragung

Wehen: a) keine
b) regelmäßig alle ..... Minuten
c) unregelmäßig
d) vorzeitig

Blasensprung:
a) Uhrzeit:
b) nicht beobachtet
c) fraglich
d) vorzeitig

Kindslage:
a) Schädellage
b) Beckenendlage

Risikofaktoren:
a) Schwangerschaft
b) Geburt
c) familiär

Bemerkungen:

Tabelle 20: Patientenauswertebogen Teil I

II. Geburt

Entbindung

a) spontan

b) nach Einleitung

Geburtsart

a) Manualhilfe

b) primäre Sectio

c) sekundäre Sectio

d) Vakuumextraktion

e) Forzepsextraktion

Indikation bei vaginal-operativer Entbindung/Sectio caesarea

Blasensprung:

a) spontan

b) gesprengt

Fruchtwasser:

a) unauffällig

b) auffällig

Kindslage

Geburtsanalgesie/Anaesthesie

Bemerkungen.

Tabelle 21: Patientenauswertebogen Teil II

III. Kind

Geschlecht

a) weiblich

b) männlich

Gewicht (g)

Größe (cm)

Nabelschnurarterien-und Nabelschnurvenen-pH

Apgar-Score

a) nach einer Minute:

b) nach fünf Minuten:

c) nach zehn Minuten:

Neugeborenenstatus

a) reif

b) unreif

c) übertragen

Nabelschnurumschlingung

a) beobachtet

b) nicht beobachtet

Bemerkungen:

Tabelle 22: Patientenauswertebogen Teil III

9 Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Patientenalter bei der Aufnahme 19

Diagramm 2: Angaben zum Fruchtwasseraussehen 20

Diagramm 3: Art der Geburtsbeendigung 20

Diagramm 4: Angaben zu den Nabelschnurumschlingungen 21

Diagramm 5: Patientenalter bei der Aufnahme 23

Diagramm 6: Angaben zum Fruchtwasseraussehen 24

Diagramm 7: Art der Geburtsbeendigung 25

Diagramm 8: Angaben zu den Nabelschnurumschlingungen 26

Diagramm 9: Registrierdauer der Kardiotokogramme (Patienten 1972/1998) 27

Diagramm 10: Anzahl antepartaler Kardiotokogramme (Patienten 1972/1998) 28

Diagramm 11: Punkteverteilung nach dem *Hammacher*-Score (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie) 30

Diagramm 12: Anzahl der Registrierausfälle in den einzelnen Kardiotokogrammen (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie) 31

Diagramm 13: Dauer der Registrierausfälle in den einzelnen Kardiotokogrammen (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie) 32

Diagramm 14: Vergleich der mittleren Registrierqualitäten (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie) 34

Diagramm 15: Vergleich der mittleren Registrierqualitäten unter Berücksichtigung fehlender Registrierzeiten (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie) 36

Diagramm 16: Kriterien zur Vergabe der Punkte für die Fluktuation (nach *Hammacher*). Aus: Goeschen, K.: Kardiotokographie-Praxis. Thieme Verlag Stuttgart 5. Auflage (1997). 67

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausschlusskriterien der Kardiotokogramme 17

Tabelle 2: Allgemeine Ergebnisse 18

Tabelle 3: Verteilung des Gestationsalters bei der Aufnahme 18

Tabelle 4: Allgemeine Ergebnisse 22

Tabelle 5: Verteilung des Gestationsalters bei der Aufnahme 23

Tabelle 6: Unvollständige Patientendaten 24

Tabelle 7: Verteilung der Registrierausfälle im Verlauf der Herzfrequenzregistrierungen bei Unterteilung der Herzfrequenzkurven in 10-Minuten-Intervalle (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie) 33

Tabelle 8: Verteilung der Registrierausfälle zu Beginn und in der ersten Hälfte der Herzfrequenzregistrierungen (Phonokardiotokographie/Ultrasonokardiotokographie) 33

Tabelle 9: Registrierqualitäten und Bewertungen nach dem *Hammacher*-Score im Vergleich bei 129 analysierten Kardiotokogrammen (Phonokardiotokographie) 38

Tabelle 10: Registrierqualitäten und Bewertungen nach dem *Hammacher*-Score im Vergleich bei 176 analysierten Kardiotokogrammen (Ultrasonokardiotokographie) 38

Tabelle 11: Mittlere Registrierqualitäten und Art der Geburtsbeendigung im Vergleich (Phonokardiotokographie) 39

Tabelle 12: Mittlere Registrierqualitäten und Art der Geburtsbeendigung im Vergleich (Ultrasonokardiotokographie) 39

Tabelle 13: Mittlere Registrierqualitäten und Gestationsalter im Vergleich (Phonokardiotokographie) 40

Tabelle 14: Mittlere Registrierqualitäten und Gestationsalter im Vergleich (Ultrasonokardiotokographie) 40

Tabelle 15: Mittlere Registrierqualitäten und Geburtsgewicht im Vergleich (Phonokardiotokographie) 41

Tabelle 16: Mittlere Registrierqualitäten und Geburtsgewicht im Vergleich (Ultrasonokardiotokographie) 41

Tabelle 17: Anzahl antepartaler Kardiotokogramme und Gestationsalter im Vergleich (Phonokardiotokographie) 43

Tabelle 18: Anzahl antepartaler Kardiotokogramme und Gestationsalter im Vergleich (Ultrasonokardiotokographie) 43

Tabelle 19: *Hammacher*-Score. Score, der die Merkmale Baseline, Floatingline und Fluktuation berücksichtigt zur Auswertung von 30 CTG-Minuten. Aus: Goeschen, K.: Kardiotokographie-Praxis. Thieme Verlag Stuttgart 5. Auflage (1997). 66

Tabelle 20: Patientenauswertebogen Teil I 68

Tabelle 21: Patientenauswertebogen Teil II 69

Tabelle 22: Patientenauswertebogen Teil III 70

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. rer. nat. Morgenstern für die Überlassung des Themas dieser Arbeit sowie seiner Unterstützung.

Mein weiterer Dank gilt der geburtshilfichen Abteilung des Hospitals zum Heiligen Geist in Kempen für die Unterstützung bei der Datenerhebung.

Ganz besonders danke ich meinen Eltern, die mir dieses Studium ermöglicht haben.

Lebenslauf

Name:	Gabriele Kaschner
Geburtsdatum:	16. Januar 1973
Geburtsort:	Viersen
Eltern:	Ingrid Kaschner, geb. Püll Erhard Kaschner
Schule:	1979 - 1983 Grundschule St. Remigius, Viersen 1983 - 1992 Gymnasium an der Löh, Viersen
Ausbildung:	1992 - 1994 Lehranstalt für technische Assistenten in der Medizin, Düsseldorf
berufliche Tätigkeit:	Oktober 1994 - März 1995 Tätigkeit als Medizinisch technische Assistentin im Hospital zum Heiligen Geist, Kempen
Studium:	Beginn 1995 Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf
	Mai 2002 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
	Seit August 2002 Ärztin im Praktikum im Evangelischen Krankenhaus Bethesda, Mönchengladbach

Abstract

Gabriele Kaschner

Untersuchungen zur Qualität der fetalen Herzfrequenzregistrierung: Vergleich antepartaler Registrierungen aus den Jahren 1972 und 1998.

In der vorliegenden Arbeit wurden aus dem Jahre 1972 von 53 Patientinnen der Frauenklinik der Universität Düsseldorf (leitender Arzt: Prof. Dr. med. Beck) 129 antepartale Kardiotokogramme, abgeleitet mit der Phonokardiotokographie zwischen der 35. und 42. Schwangerschaftswoche, sowie aus dem Jahre 1998 von 53 Patientinnen der geburtshilflichen Abteilung des Hospitals zum Heiligen Geist in Kempen (leitender Arzt: Dr. med. Mertens) 176 antepartale Kardiotokogramme, abgeleitet mit der Ultrasonokardiotokographie zwischen der 37. und 42. Schwangerschaftswoche, hinsichtlich der Fragestellung zur Qualität der antepartalen fetalen Herzfrequenzregistrierung retrospektiv analysiert. In einer vergleichenden Analyse wurde dargestellt, wie qualitativ die in der gegenwärtigen Geburtshilfe eingesetzte Ultrasonokardiotokographie, basierend auf dem Ultraschall-Doppler-Verfahren, und die im Jahre 1972 eingesetzte Phonokardiotokographie die fetalen Herzaktionen erfassten, elektronisch verarbeiteten und auf der beat-to-beat-Basis graphisch wiedergaben. Untersucht wurde, inwieweit sich Registrierausfälle und Fehlregistrierungen auf die Registrierqualität, Interpretierbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse der antepartalen Kardiotokographie auswirkten. Die Ergebnisse der phonokardiotokographischen Registrierungen waren im Vergleich zu den Ergebnissen der ultrasonokardiotokographischen Registrierungen signifikant schlechter.

Die Qualität der Herzfrequenzregistrierungen bestimmt die diagnostische Potenz und den Stellenwert der Kardiotokographie in der pränatalen Diagnostik. Eine möglichst exakte Interpretation des intrauterinen Zustandes des Feten setzt einen technisch einwandfreien Kurvenverlauf voraus mit Registrierung der fetalen Herzfrequenz auf der beat-to-beat-Basis sowie die graphische Darstellung einer störungsfreien Überwachungskurve. Auch wenn die Ultrasonokardiotokographie mit dem Ultraschall-Doppler-Verfahren gegenwärtig noch technische Defizite aufweist, hat sie eine Qualität erreicht, die ihren breiten Einsatz antepartal als Screeningmethode und standardisierte Überwachungsmethode rechtfertigt und sie weiterhin in Verbindung mit zusätzlichen fetalen Überwachungsmethoden als notwendige Grundlage geburtshilflicher Entscheidungen zulässt. Ein zukünftiger Ansatz zur fetalen Überwachung könnte die Kombination der Phonokardiotokographie mit der Signalverarbeitung über die Autokorrelation sein, um den fetalen Zustand noch zuverlässiger beurteilen zu können.

Prof. Dr. rer. nat. J. Morgenstern