

Zeitschrift:	Schweizer Hebamme : officielle Zeitschrift des Schweizerischen Hebammenverbandes = Sage-femme suisse : journal officiel de l'Association suisse des sages-femmes = Levatrice svizzera : giornale ufficiale dell'Associazione svizzera delle levatrici
Herausgeber:	Schweizerischer Hebammenverband
Band:	74 (1976)
Heft:	7
Artikel:	Einführung in die Cardiotokographie. 3. Teil, die Herzfrequenzmessung
Autor:	Hammacher, K.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-950747

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Aus der Universitäts-Frauenklinik Basel (Prof. O. Käser)

Einführung in die Cardiotokographie

3. Teil: Die Herzfrequenzmessung

von K. Hammacher

Der Begriff *Frequenz* (*F*) bedeutet *Zahl* (*n*) der Ereignisse pro Zeiteinheit (*t*) = $F = \frac{n}{t}$. Es muss also immer angegeben werden, um welches Ereignis es sich handelt und wie häufig es während einer bestimmten Zeit auftritt.

Im Zusammenhang mit der Cardiotokographie wird der Ausdruck Frequenz benutzt zur Beurteilung der Wehen, der Dips bzw. Dezelerationen, der Oszillationen und der Herzaktionen. *Wehenfrequenz* = Zahl der Uteruskontraktionen während 10 Minuten.

Dezelerations- oder Dip-Frequenz = Zahl des Auftretens von Dips bzw. Dezelerationen während 30 Minuten (siehe Teil 2, Fig. 6 unter Floatingline).

Oszillationsfrequenz = Zahl der Herzfrequenzschwankungen = Oszillationen während 1 Minute (siehe Teil 2, Fig. 5).

Fetale Herzfrequenz (FHF) = Zahl der Herzschläge während einer Minute und nun wird es schwierig, da bei der Herzfrequenz die Minute nur als Berechnungsgrundlage für die fetale Herzfrequenz dient. Man spricht auch von instantaner Herzfrequenz, da sich der Minuten-Frequenzwert sofort von Schlag zu Schlag (= beat-to-beat) ändern kann. Wir können sogar sagen, er muss sich von Schlag zu Schlag ändern, wenn es dem Feten intrauterin gut geht, denn dann ist kein FHF-Wert gleich dem darauffolgenden.

Wenn Sie mit dem Stethoskop die Herztöne auszählen, nehmen Sie hierzu in der Regel eine Stoppuhr, zählen während einer Viertelminute die Zahl der Ereignisse = Herztöne = HT und multiplizieren sie mit 4. Angenommen Sie haben 25 Schläge gezählt, so sagen Sie, die Herztöne betragen 100 pro Minute. Diese im klinischen Gebrauch stehende Handhabung ist in zweierlei Hinsicht unkorrekt:

1. zählen Sie nur die Hälfte der Herztöne, denn streng genommen hat jede Herzaktion 2 Herztöne, die als Doppelton (bumm bumm) nur einmal gezählt werden,
2. unterstellen Sie, dass das fetale Herz während dieser Minute 100 mal geschlagen hat, obwohl Sie nur während einer Viertelminute die Zahl der Ereignisse (HT) gezählt haben. Sie bilden aus dem gezählten Wert über 15 Sekunden den 60-Sekundenwert, der dann einem Mittelwert aus 15 Sekunden entspricht.

$$FHF = \frac{60\,000 \text{ msec}}{600 \text{ msec}} = 100 \text{ bpm}$$

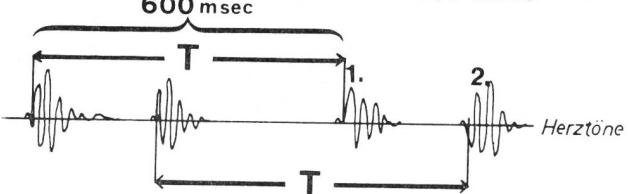


Fig. 7

Im Gegensatz dazu geschieht im Cardiotokographen folgendes:

Auf elektronischer Basis wird die Dauer einer Herzaktion = *T* (= Tempus) zum Beispiel vom 1. zum nächsten 1. oder

vom 2. zum nächsten 2. Herzton gemessen. Siehe Fig. 7. Aus dieser gemessenen Zeit *T* wird von Schlag zu Schlag die instantane Herzfrequenz errechnet. Da *T* nur einen winzigen Bruchteil einer Minute beträgt, benötigen wir zur Errechnung als Kurzzeitmaß Millisekunden = msec. 1 Sekunde hat 1000 msec. Da 1 Minute 60 Sekunden dauert, kann man in gleicher Weise sagen, 1 Minute dauert 60 000 msec. Hat nun beispielsweise der Cardiotokograph für die Zeit vom 1. zum nächsten 1. Herzton 600 msec. gemessen (siehe Fig. 7), so rechnet er

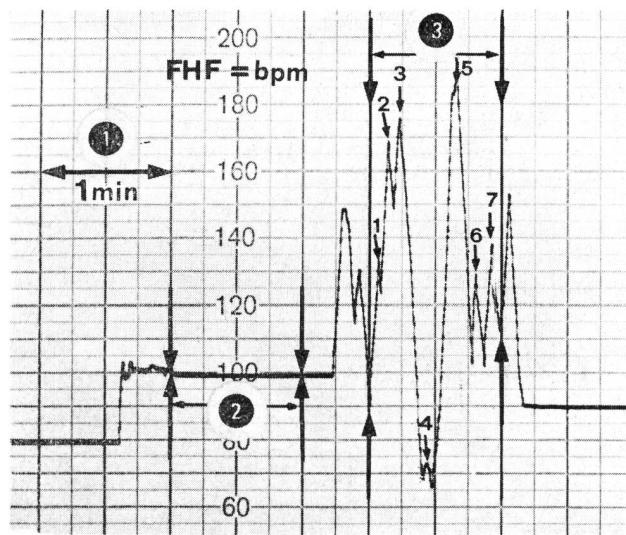


Fig. 8

diese Zeit sofort in den Minutenfrequenzwert um, der einer FHF von 100 entspricht.

Als gleichwertigen Ausdruck für FHF werden Sie immer den Ausdruck bpm finden, der «beats per minute» («Schläge pro Minute») bedeutet. Auf Fig. 7 sehen Sie eine derartige Zeitmessung und die Formel für die Umrechnung in den Minutenfrequenzwert = FHF = bpm.

Fig. 8 zeigt Ihnen die Frequenzdarstellung, wie sie im Cardiotokogramm üblich ist. Unter dem Markierungspunkt 1 ist der Zeitmaßstab wiedergegeben. Er beträgt bei einem konti-

INSTANTANE FOETALE HERZFREQUENZ (FHF)

$$FHF = \frac{60\,000}{T \text{ (msec)}}$$

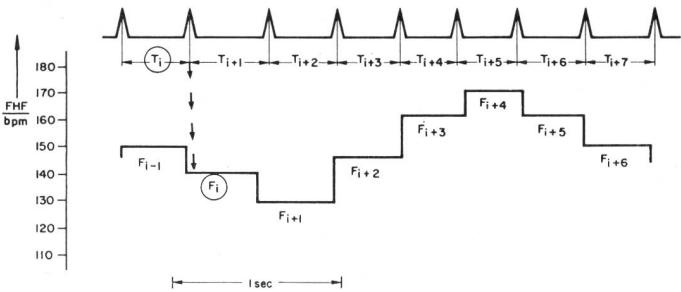


Fig. 9

nuierlichen Registrierpapervorschub 2 cm pro Minute. Über dem Markierungspunkt 2 zwischen den 4 Pfeilen sehen Sie während einer Minute eine gleichbleibende, strichförmige Darstellung einer FHF von 100 bpm. Die für die Registrierung benutzten Impulse wurden künstlich erzeugt, wobei die Zeit

T zwischen zwei Impulsen konstant 600 msec betrug. Für die Registrierung über dem Markierungspunkt 2 kann man sagen: das Herz hat 100 mal in der Minute geschlagen und die Periodendauer T blieb unverändert 600 msec (siehe auch Fig. 7). Sehen wir uns nun die FHF-Werte, die unter dem Markierungspunkt 3 während 1 Minute dargestellt sind, an. Hierbei wurde ebenfalls mit einem elektronischen Impulsgenerator gearbeitet, wobei allerdings jetzt die Periodendauer T während der Minute zwischen den 4 Pfeilen ständig geändert wurde. Zur besseren Erklärung betrachten Sie Fig. 9. Hier sehen Sie in der oberen Reihe eine künstlich erzeugte Impulsfolge. Beachten Sie bitte unten, wie schnell das Papier während einer Sekunde transportiert wird. In der Mitte ist die fetale Herzfrequenz dargestellt, der zugehörige Frequenzmassstab befindet sich am linken Rand. Obschon mit dem blossen Auge kaum sichtbar, ändert sich $T_i = T$ instantan von Schlag zu Schlag.

Die aus den Periodendauern T errechneten instantanen FHF-Werte stellen sich treppenförmig dar und hinken der Zeitmessung um eine Periodendauer nach. Der Zeit T_i entspricht der Frequenzwert F_i , der Zeit T_{i+1} der Frequenzwert F_{i+1} , usw. Würden wir diese Kurve zusammendrücken auf eine Basis von 1 Minute = 2 cm wie in Fig. 8, so stellt sich die stete Änderung der FHF nicht mehr treppenförmig sondern mehr punktförmig dar.

Wir haben also jetzt 2 Formeln für den Ausdruck Frequenz:

$$FHF = \frac{1 \text{ Minute}}{\text{Periodendauer}} = \frac{60\,000 \text{ msec}}{T \text{ in msec}}$$

$$F = \frac{n}{t} = \frac{\text{Zahl der Herzperioden}}{1 \text{ Minute}}$$

wobei F nur der durchschnittlichen = mittleren Herzfrequenz während einer Minute und FHF der instantanen Herzfrequenz entspricht. Zum besseren Verständnis sei mir ein Vergleich erlaubt:

Die Stadt A ist von der Stadt B 60 km entfernt. Wenn Sie für diese Strecke mit Ihrem Auto 60 Minuten brauchen, so sind Sie im Durchschnitt 60 km/Stunde gefahren und haben entsprechend für 1 km etwa durchschnittlich 1 Minute gebraucht. Dieser Wert würde der mittleren Herzfrequenz entsprechen. Würden Sie allerdings von Kilometer zu Kilometer die Zeit messen und daraus die jeweilige Stundengeschwindigkeit errechnen, so erhielten Sie 60 unterschiedliche Einzelwerte von den entsprechend unterschiedlichen Geschwindigkeiten, die Sie bei Ortsdurchfahrten oder auf der Autobahn gefahren sind. Diese Einzelwerte lassen sich in etwa mit der instantanen fetalen Herzfrequenz vergleichen.

Beachten Sie noch einmal die FHF-Darstellung der Fig. 8. Über dem Markierungspunkt 2 bleibt während 1 Minute die instantane Herzfrequenz unverändert gleich 100 bpm. Hingegen sind unter dem Markierungspunkt 3 136 instantane Herzfrequenzwerte aufgezeichnet. Wir haben also eine mittlere Schlagfrequenz von 136 pro min. Die Einzelwerte der instantanen FHF haben sich allerdings 136 mal geändert und schwanken zwischen den Extremwerten 65 und 185 bpm. Beachten Sie die mit kleinen Pfeilen durchnummerierten Frequenzumkehrpunkte. An diesen Gipfelpunkten kann man die Zahl der Herzfrequenzschwankungen = FHF-Oszillationen zählen. Sie beträgt in dieser Minute gleich 7, wir sprechen also von einer Oszillationsfrequenz = 7 pro Minute.

Die Oszillationsfrequenz ist die wichtigste Information über das kindliche Wohlbefinden, die aus dem Cardiotokogramm herausgelesen werden kann. Leider lässt sie sich bei den von der mütterlichen Bauchdecke gewonnenen Ableitungstechniken insbesondere bei Anwendung des Ultraschall-Dopplerverfahrens oft nicht bewerten. Bevor wir auf das EKG und

den Ultraschall eingehen, wollen wir zunächst bei den Herztonen und ihrer Signalverarbeitung bleiben. Wie schon oben erwähnt treten pro Herzperiode = HP 2 Herztonen (HT) auf. Der 1. HT, den man auch als *Anspannungston* bezeichnen kann, entsteht, wenn sich die Herzkammern kontrahieren und das in ihnen befindliche Blut hinauspumpen. Diese Zeit vom Beginn bis zum Ende der Austreibung des Blutes aus dem Herzen bezeichnet man auch als *mechanische Systole* = S. Der 2. HT entsteht, wenn der Druck in der Arteria pulmonalis und der Aorta größer wird als in den Herzkam-

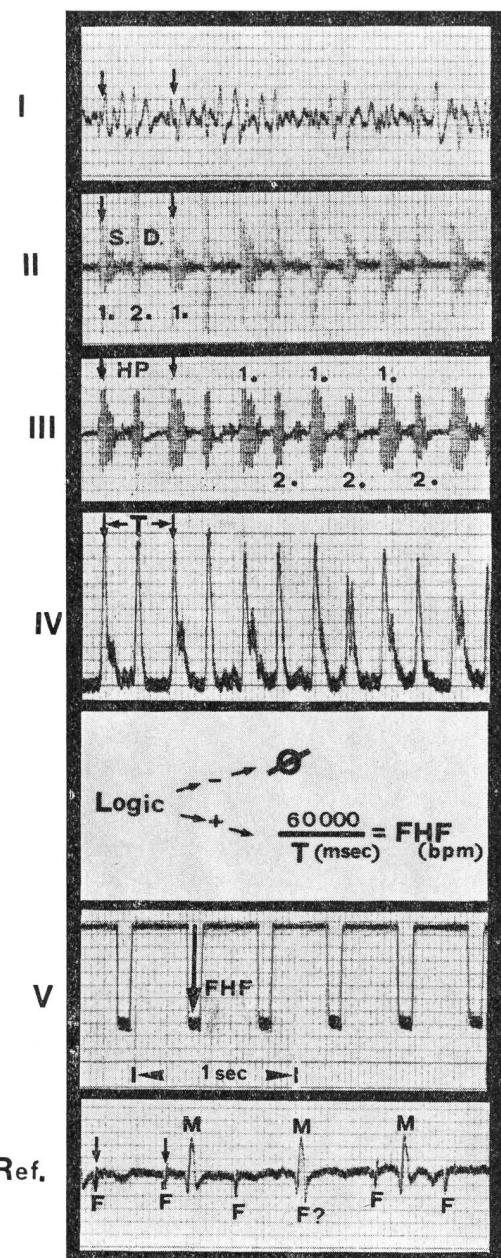


Fig. 10

mern und die Semilunarklappen sich schließen = 2. HT = *Klappenschlusston*. Die Zeit zwischen 2. HT = Klappenschlusston und nächstem 1. HT = Anspannungston wird auch als *mechanische Diastole* = D bezeichnet. Während der mechanischen Diastole erschlafft die Herzkammermuskulatur und von den Vorhöfen her füllen sich die Herzkammern erneut mit Blut. Wir haben also zwei hörbare und über ein Mikrofon von der mütterlichen Bauchdecke her zu gewinnende Signale der fetalen Herztätigkeit.

Zum besseren Verständnis der Arbeitsweise eines Cardiotokographen möchte ich Ihnen nachfolgend die elektronische Signalverarbeitung an Fig. 10 erklären:

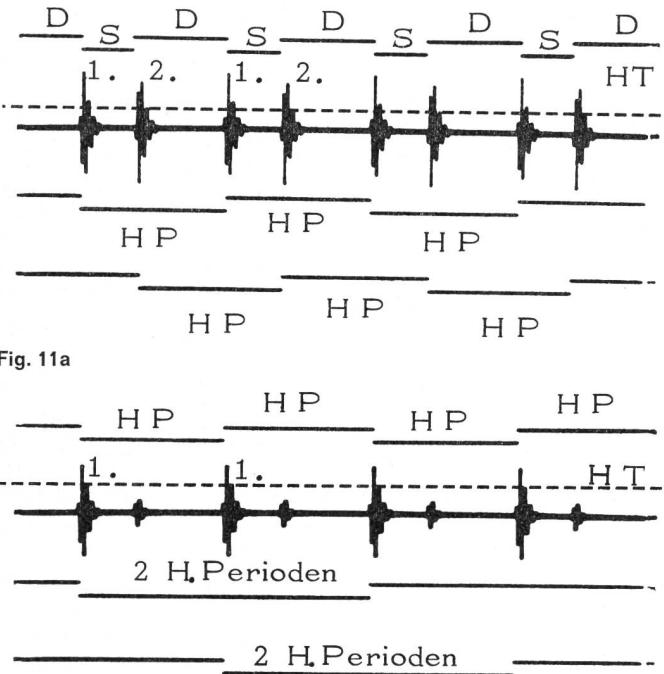


Fig. 11a

Fig. 11b

Bei I sehen Sie die Signale dargestellt wie sie original vom Mikrofon von der mütterlichen Bauchdecke gewonnen und in den Cardiotokographen eingespeist werden. Die beiden Pfeile kennzeichnen die Lage von 2 benachbarten 1. Herztönen,

die eine Herzperiode begrenzen. Dieses Signal ist ohne weitere Aufbereitung nicht zu verwerten. Aus ihm lässt sich aber der Signalzug siehe II herausfiltern. Hier ist nun der 1. und 2. Herztöne deutlich sichtbar. Die Zeit zwischen 1. und 2. HT kennzeichnet die Systole = S und die Zeit zwischen 2. und nächstem 1. HT die Diastole = D. Da aber die Herztöne in ihrer Lautstärke sehr stark schwanken können, werden sie zur weiteren Verarbeitung über einen automatischen Regelverstärker gegeben, der die Herztöne auf eine immer gleiche Lautstärke = Signalamplitude regelt. Siehe III. Diese nun gleichförmig gestalteten Herztone signale werden umgeformt in nur in positiver Richtung ausschlagende Impulse. Siehe IV. Die weitere Verarbeitung erfolgt in Zeit und Frequenz messenden elektronischen Baugruppen, die mit «ja» = + und «nein» = - Aussagen logisch untereinander verknüpft sind. Siehe Fig. 10 «Logic».

In diesem Teil der elektronischen Auswertung werden die ankommenden aus den Herztönen gewonnenen Signale zunächst auf ihre Dauer untersucht. Herztöne haben eine charakteristische Länge, wohingegen Störgeräusche z. B. Darmgeräusche oder Reibegeräusche am Mikrofon länger dauern als ein Herztönen. Dadurch lassen sie sich von Herztönen unterscheiden und von einer weiteren Signalverarbeitung ausschliessen. Neben dieser Möglichkeit der Störsignalerkennung wird der Abstand der einzelnen Herztöne untereinander gemessen. Siehe Fig. 11a obere Reihe. Dieser Zeitmesskreis ermittelt beim Vorliegen des 1. und 2. Herztönes ungleich lange Zeiten für die Systole = S und die Diastole = D. Zwei weitere Zeitmesskanäle messen die Zeit vom 1. zum 1. Herztönen und vom 2. zum 2. Herztönen, die immer etwa gleich lang sein müssen.

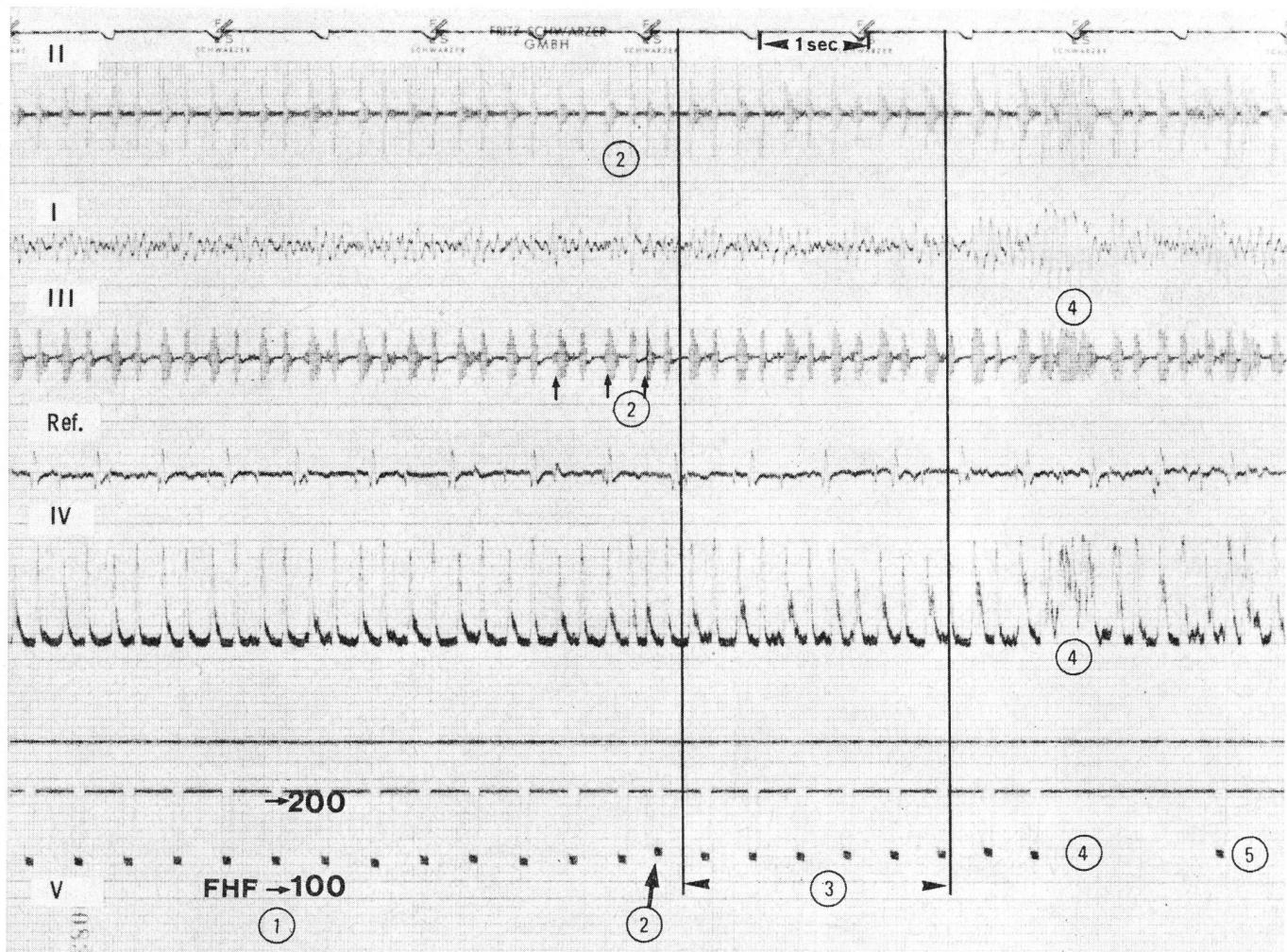


Fig. 12

Diese 3 Zeitmesskanäle sind erforderlich, um

1. Herztonähnliche Störgeräusche erkennen zu können, die rein zufällig auftreten und keine periodische Beziehung wie Herztöne zueinander oder zu Herztönen haben,
2. erlauben sie die Erkennung des Leiserwerdens einer der beiden Herztöne unter eine kritische Schwelle siehe Fig. 11b. Hier ist der 2. Herzton so leise, dass er die kritische Schwelle = gestrichelte Linie nicht erreicht.

Siehe weiter Fig. 11b:

Der oben dargestellte Zeitmesskanal ermittelt nun die Zeiten vom 1. zum nächsten 1. Herzton, die einer Herzperiodendauer entsprechen. Die beiden unteren Messkanäle messen dagegen jetzt die Zeitspanne zweier Herzperioden. Diese 3 Zeitmesskanäle sind logisch miteinander verknüpft, so dass sie immer nur den Wert einer einzelnen Herzperiode an die «Zeit in Herzfrequenz-Umformstufe» weiterleiten. Durch dieses vom Verfasser 1962 entwickelte Zeitvergleichsverfahren, das in angepasster Form auch beim EKG und Ultraschall Anwendung findet, lassen sich Störsignale, die keine periodische Beziehung zueinander oder zu Herzsignalen haben, erkennen und aus der Herzfrequenzregistrierung heraushalten.

Zurück zur Fig. 10, V. Hier ist die zur Herzperiodenmessung verzögerte Herzfrequenzausgabe dargestellt. Der Pfeil kennzeichnet den von der Logic mit «ja» = + akzeptierten Herzfrequenzwert. Dieser Einzelwert wird beim Cardiotokographen über einen Speicher solange gehalten, bis innerhalb von 3 Sekunden ein neuer Wert gebildet wurde. Liegen während 3 Sekunden in der Logic nur Störsignale an, so wird die Registrierung solange unterbrochen, bis ein neuer Herzfrequenzwert die Logic mit der Information «ja» passiert hat. In der unteren Reihe ist als Referenz zur Signalverarbeitung und Herzfrequenzausgabe das zugehörige, gleichzeitig gewonnene abdominale EKG dargestellt. F kennzeichnet die fetalen und M die mütterlichen R = Zacken.

In Fig. 12 sehen Sie die über 6 Schreibkanäle erfolgte Originalregistrierung, aus der die Abbildungen der Fig. 10 entnommen wurden. Der Ausschnitt von Fig. 10 entspricht dem bei

Markierungspunkt 3 gekennzeichneten Teilstück. Beim Markierungspunkt 1 ist der FHF-Massstab angegeben, bei den 3 Markierungspunkten 2 ist eine deutlich verkürzte Herzperiode erkennbar, die einem deutlich höheren FHF-Wert entspricht. Bei den Markierungspunkten 4 ist ein Störgeräusch den Herztönen überlagert, das von der Logic erkannt wurde und aus der Herzfrequenzregistrierung eliminiert bleibt. Beim Markierungspunkt 5 ist der erste Herzfrequenzwert nach Auftreten der Störung dargestellt, der die Logic mit der Information «ja» passieren konnte.

Verzeihen Sie bitte diese etwas ausführliche Darstellung der Herzfrequenzmessung und Störsignalunterdrückung in diesem Kapitel. Sie erscheinen mir aber notwendig, um

1. den Begriff der instantanen fetalen Herzfrequenz klar zu machen, und
2. um zu verdeutlichen, dass, wenn der Cardiotokograph im Frequenzregistrierkanal keine oder nur wenige Werte zur Registrierung frei gibt, dieses auf einer schlechten Qualität der Herzsignale beruht.

Im folgenden Kapitel wird die Herzfrequenzregistrierung auf der Basis des EKG's und des Ultraschall-Dopplerverfahrens dargestellt werden.

Verzagen Sie nicht! Ohne Kenntnis der technischen Hintergründe der Cardiotokographie erscheint mir eine erfolgreiche Anwendung nicht gewährleistet.

PD Dr. med. K. Hammacher, Universitäts-Frauenklinik,
4000 Basel.
(Fortsetzung folgt)

Hebammen-Fortbildungskurs im Kanton Bern

Hebammen, die irrtümlicherweise nicht zum Wiederholungskurs aufgeboten worden sind, werden gebeten, dies der Kantonalen Gesundheitsdirektion, Rathausgasse 1, 3011 Bern (Büro Kantonsarzt), **unverzüglich** mitzuteilen.

Ferner bittet die Gesundheitsdirektion des Kantons Bern alle Hebammen dringend, jede Namens- und Adressänderung unbedingt sofort zu melden.

Schweiz. Hebammenverband

Offizielle Adressen

Präsidentin:

Sr. Elisabeth Stucki
Kant. Frauenspital, Gyn.
3012 Bern
Tel. 031 23 03 33

Vize-Präsidentin:

Frau Etter-Keller
Wallenried
1784 Courtepin

Aktuarin:

Sr. Elisabeth-Krähenbühl
Lindenhofspital
Bremgartenstrasse 117
30112 Bern

Kassierin:

Sr. Martina Hasler
Frauenspital
Schanzenecckstrasse 1
3012 Bern

Beisitzerin:

Sr. Lotti Brühlhart
Hôpital cantonal
1700 Fribourg

Zentralvorstand

Jubilarin

Sektion Solothurn

Im Juli sind es genau 50 Jahre her, dass
Frau Hedwig Rudolf-von Rohr, 4703
Kestenholz, das Diplom als Hebammme in
Basel erworben hat.

Wir gratulieren herzlich und wünschen
der Jubilarin alles Gute.

Eintritte

Sektion Aargau:

Sr. Duck-Jae Chang, 5034 Suhr

Sektion Zug:

Sr. Jgnazia Baneter, 6300 Zug
Sr. Christel Brandenburger, 6300 Zug

Sektion Zürich:

Frau Sonja Lüscher-Fröhlich,
8422 Pfungen
Frau Elisabeth Rossini-Wittwer,
8116 Würenlos
Sr. Hilda Müller, 8000 Zürich

Sr. Kathrin Frehner, 8000 Zürich
Sr. Marianne Bohl, 8000 Zürich

Wir heissen Sie alle herzlich willkommen
im SHV.

Uebertritt

Sr. Hedi Elsner, von Sektion Bern in
Sektion Vaud.

Todesfälle

Sektion Baselland:

Frl. Emma Hofer, Hölstein, geb. 1883

Sektion Zug:

Frl. Louise Rösli, Gerliswil, geb. 1904

Den Trauerfamilien sprechen wir unser
herzliches Beileid aus.

Für den Zentralvorstand E. Krähenbühl

Die Buchdruckerei
der «Schweizer Hebamme»
hat das Domizil gewechselt.

Neue Anschrift:

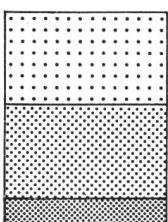
Werder AG
Bernstrasse 89, 3122 Kehrsatz/Bern
Telefon 031/54 55 33



Nidina – für die ideale Lösung eines praktischen Problems: *Adaptation und Sättigung*

Mit Nidina erhält der Säugling eine **ausgewogene** und zugleich **sättigende** Nahrung. Eine weitgehende Anpassung an die Muttermilch erfolgt durch:

- Kaseinreduktion (Verwendung von Molke und Zusatz von ultra-filtriertem Laktalbumin)
- Adaptation der Fette (Mischung von Milchfett und Pflanzenölen, reich an essentiellen Fettsäuren)



Kalorienverteilung von Nidina: Indikationen:

43,7 % Fette
(Milchfette, Pflanzenöle)

44,7 % Kohlenhydrate
(Laktose, Saccharose, Stärke)

11,6 % Eiweiss

- Niedriger Mineralsalzgehalt durch Entmineralisierung der Molke in doppelten Ionenaustauschsäulen

Zudem gibt der Zusatz von Maisschleim (1,5 %) Nidina eine sämige Konsistenz ohne Kohlenhydratüberschuss (dadurch langanhaltende Sättigung und ruhiger Schlaf).

Packungsgrösse

Milchnahrung für den gesunden Säugling von der Geburt an. Anfangsdosierung 14 %, d. h. 14 g Pulver auf 90 ml Wasser (100 ml = 71,5 Kal.)

Für das grössere Kind wird die Dosierung auf 15 % gesteigert (100 ml = 77 Kal.)

Praktisches Etui zu 600 g mit 2 hermetisch verschlossenen Innenbeuteln zu je 300 g

Nidina ist glutenfrei wie alle Nestlé-Säuglings-Milchnahrungen

Nestlé