

# **Fehlerbetrachtung zur Geburtsterminberechnung per Ultraschall**

Ulrich Wieland  
Dipl.-Ing. Biomedizintechnik (FH)  
Dipl.-Ing. Informationstechnik  
Objektleiter Biomedizintechnik/IT am DRK-Krankenhaus Lichtenstein

Stand: 23. Juni 2015

## **Zusammenfassung**

Es besteht ein großes Interesse für Schwangere, den voraussichtlichen Geburtstermin zu bestimmen.

Da die Schwangerschaftsdauer individuell jedoch sehr stark streuen kann [17], ist eine genaue Vorhersage des Termins grundsätzlich nicht möglich. Eine Reihe von Einflüssen wirken sich auf die Schwangerschaftsdauer aus, viele davon werden zudem erst im letzten Trimenon wirksam; siehe Tabelle 1.

Aus diesem Grunde gibt es seit ca. 60 Jahren die Bestrebung, wenigstens eine der Variablen, nämlich den genauen Beginn der Schwangerschaft, retrospektiv mit sonografischen Messungen einzugrenzen. Aus dieser Vermessung erfolgt dann eine Hochrechnung auf den voraussichtlichen (geschätzten) Termin.

Die retrospektive Bestimmung des Schwangerschaftsalters mittels Sonografie (Ultraschallbildgebung) beruht dabei auf Berechnungen, die aufgrund natürlicher und individueller Einflüsse sowie technischer und subjektiver Messungenauigkeiten stark fehlerbehaftet sind. Gynäkologen sollten daher voraussetzen, dass das Ergebnis der Terminbestimmung per Ultraschallgerät einer hohen Toleranzbreite und archetypischer Fehlerfortpflanzung unterliegt. Auf Grund dieser Toleranz ist die sonografische Bestimmung des voraussichtlichen Geburtstermins (VGT), wie nachfolgend dargelegt, nur als grobe Abschätzung, nicht jedoch als genaue Festlegung möglich. Die Belastbarkeit einer solchen Terminaussage ist gering, und kann daher nicht für diagnostische Entscheidungen genutzt werden.

Ein Mittelwert wie der errechnete Termin (ET) stellt außerdem keinen Grenzwert dar. Wird dies aber nicht beachtet, könnten folgenschwere Fehlentscheidungen getroffen werden, die u.U. den Straftatbestand der Körperverletzung erfüllen könnten: Die Festlegung von Operationen (Sectio caesarea) oder auch nur von Interventionen (z.B. Geburtseinleitung) allein aufgrund einer Überschreitung des vom Gerät errechneten Termins wäre nicht nur fahrlässig, sondern für Mutter und Kind unter Umständen lebensgefährlich. Bedenklich wäre, wenn ein solcher unsicher geschätzter Mittelwert als Grenzwert für die Erlaubnis oder Bezahlung außerklinischer Geburtshilfe verwendet würde oder Bedingungen - wie z.B. zusätzliche ärztliche Untersuchungen - daran geknüpft würden. Genau dies steht jedoch aktuell in den Verhandlungen des Spitzenverbandes der GKV mit den Hebammenverbänden zur Debatte.

## **Grundlagen**

Auf einem Ultraschallprotokoll gibt es üblicherweise zwei Datumsangaben: „Voraussichtlicher Geburtstermin nach letzter Periode“ = VGT(LP) sowie „voraussichtlicher Geburtstermin nach Ultraschall“ =VGT (AUA) ; Beispiel siehe Bild 1, bzw. „geschätztes Entbindungsdatum nach Ultraschall“ =US-GED. Am Bildschirm werden somit zwei scheinbar eindeutige Datumsangaben genannt, so dass eine Geburt, die nach dem errechneten Termin liegt, häufig als risikobehaftet eingeschätzt wird [16]. Tatsächlich aber sind beide Daten nur statistisch bedingte Aussagen, bestimmt nach empirisch erstellten Normtabellen oder Formeln, die den geschätzten Termin nach der jeweils angewendeten Tabelle ausgeben; siehe Tabelle 2.

Im Folgenden soll zu drei Bereichen der Terminermittlung eine Fehlerbetrachtung angestellt werden, um die tatsächliche Belastbarkeit und Zuverlässigkeit der beiden nach diesen Verfahren errechneten Termine zu verdeutlichen:

1. *Bestimmung des Gestationsalters (GA) nach letzter Periode (LP)*  
 „Gemäß Übereinkunft“ [4] wird anhand der Menstruationsdaten (erster Tag der letzten Regelblutung) ein mutmaßliches Alter der Schwangerschaft, und auf dessen Basis ein voraussichtlicher Geburtstermin mittels der Naegelschen Regel bestimmt.
2. *Biometrie*  
 Biometrie meint in diesem Zusammenhang: Gewinnung von Messwerten aus einem Ultraschallbild. Der Untersuchende muss dabei auf dem Bildschirm mehrere Marker auf Bildbereiche setzen, an denen infolge von Helligkeitsunterschieden eine gesuchte Struktur (z.B. Schläfen, Oberschenkelknochen oder Scheitel des Embryos) erkannt wird. Mittels der Ausmessung dieser Markerabstände oder von nachgezeichneten Schallechos auf dem Bild werden Längenmaße bestimmt.
3. *Berechnung des GA unter Verwendung empirisch ermittelter Formeln.*  
 Geburtshilfliche Normtabellen (Beispiele siehe Tabelle 2) werden auf Basis diverser fetaler Messdaten per Regression gewonnen. Je nachdem, in welchem Schwangerschaftsalter die Messung am Ultraschallbild durchgeführt wird und welche Tabelle dabei ausgewählt wurde, berechnet das Gerät aus solchen Tabellen/Formeln ein geschätztes Fetalgewicht, meist ein geschätztes Fetalalter sowie daraus einen geschätzten Geburtstermin.

## **Fehlerbetrachtung**

### zu 1 – Terminberechnung mittels Anwendung der sogenannten Naegele-Regel = VGT (LP).

- a) Fehler durch Differenzen zwischen angesetztem und tatsächlichem Schwangerschaftsalter.

Der Beginn der Schwangerschaft und damit die genaue Berechnung der Schwangerschaftsdauer sind nicht direkt bestimmbar [5]. Die Zeiten der Follikelreifungsphase, die Zeit zwischen der Ovulation und der Konzeption, sowie die Zeit zwischen Konzeption und Beginn der Zellteilung unterliegen einer großen individuellen Schwankungsbreite [4]. Dessen ungeachtet wird für die Bestimmung des Schwangerschaftsalters nach letzter Periode die Zykluslänge pauschal mit 28 Tagen verabredet [4]. Da sie jedoch bekanntermaßen in einem weiten Bereich sowohl individuell als auch interindividuell schwanken kann (Zyklen zwischen 21 und 35 Tagen werden als normal angesehen [4]), dürfte der tatsächliche Beginn der Schwangerschaft in einem Bereich von mehr als einer Woche um den „gemäß Übereinkunft“ [4] festgelegten Beginn streuen.

Bei Zykluslängen ungleich 28 Tagen könnten Abweichungen des Zeitpunkts des Schwangerschaftsbeginns eigentlich mittels der sogenannten „Erweiterten Naegele-Regel“ berücksichtigt werden. Diese Erweiterung ist aber üblicherweise nicht in den Ultraschallgeräten implementiert [13, 18].

Eine zusätzliche Unsicherheit liegt in der fraglichen Zuverlässigkeit der Angabe des Datums der letzten Periode. Nicht in jedem Falle kann vorausgesetzt werden, dass diese korrekt ist, in der Literatur werden Werte um 20% für fehlerhafte Angaben der Schwangeren genannt [14].

- b) Fehler durch Differenzen zwischen angesetzter und tatsächlicher Dauer der Schwangerschaft.

1990 wurde in einer schwedischen Studie mit 427.581 Einlings-Schwangerschaften [1] festgestellt, dass die tatsächliche durchschnittliche Schwangerschaftsdauer nicht, wie vom Heidelberger Gynäkologen Franz Naegele (1778-1851) ermittelt, 280, sondern 282 Tage (Zentralwert) bzw. 283 Tage beträgt (Modalwert). Auch weitere Studien auf Basis von Hormonbestimmungen [2, 17] kommen zu demselben Ergebnis. Gynäkologen und Hebammen verwendeten somit offenbar seit geraumer Zeit eine um 2 bzw. 3 Tage zu kurze Schwangerschaftsdauer zur Errechnung des geschätzten Geburtstermins.

Bei der Bestimmung des Fetalalters nach LP müssten also mehrere Variablen berücksichtigt werden: ca. 1 bis 2 Tage für die Schwankungsbreite der Zeit zwischen Ovulation und

Konzeption [4] sowie Abweichungen der individuellen Zykluslänge von der per Definition festgelegten Spanne. Ein Ultraschallgerät bezieht diese Variablen typischerweise nicht ein, sondern berechnet nach der einfachen Naegele-Regel [18]. Somit kann der als Berechnungsgrundlage für den Geburtstermin nach (Beginn) der letzten Periode VGT (LP) dienende Startwert (Konzeption) durchaus mit  $\pm 10$  Tagen fehlerbehaftet sein. Wird davon ausgehend daraus der VGT (LP) ermittelt, müssten zudem noch 2 bis 3 Tage des systematischen Fehlers für die Schwangerschaftsdauer berücksichtigt werden – Ultraschallgeräte rechnen aber stets mit 280 Tagen post menstruationem [18].

Zudem repräsentiert der daraus errechnete Termin lediglich das Ergebnis eines statistisch zu definierenden Mittelwerts der Schwangerschaftsdauer. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Schwangerschaftsdauer nichtpathologischer Geburten wie alle biologischen Wachstumsprozesse annähernd einer Normalverteilung unterliegt [3]. Allerdings wird diese in entwickelten Ländern heutzutage meist durch menschliches Handeln beeinflusst. Nur etwa 10 % aller Spitalgeburten der Schweiz 2004 lagen noch außerhalb des – als „termingeboren“ bezeichneten – Zeitraums von 5 Wochen um den ET (37+0 bis 41+6) [3]. Seit 1990 hat sich etwa in den USA die Häufigkeit der Geburten zwischen 40+0 und  $> 42+0$  SSW von 48% auf 33,7% reduziert [12]. JUKIC et al. geben in der bereits erwähnten Studie des National Institute of Environmental Health Sciences dagegen eine Schwankungsbreite für die Dauer nichtpathologischer Schwangerschaften von -23 bis + 17 Tagen um den verlässlich ermittelten Zentralwert herum an [17].

## zu 2 – Biometrie.

Schon beim Festlegen der Messwerte aus dem Ultraschallbild kommt es zu Abweichungen, die keinen geringen Einfluss auf die Ermittlung des mittleren Geburtstermins haben. Da die Laufzeiten der Schallechos von inhomogenen biologischen Strukturen technisch bedingt verfälscht werden, erfolgt die Längenmessung über eine bereits toleranzbehaftete Zeitmessung des Echosignals. Zudem muss bei der Skalierung des Bildschirms mit einer Näherung (Kalibrierung) gearbeitet werden, die ebenfalls und zwangsläufig ungenau ist. Beispielweise beträgt der relative Messfehler eines aktuell genutzten geburtshilflichen SIEMENS-Gerätes (ACUSON S2000 Helix) bei Verwendung des Convex-Schallkopfes mit erweitertem Bildfeld immerhin  $\pm 8\%$  der Distanz oder mindestens 2,5mm, beim Linear-Schallkopf 5% der Distanz oder mindestens 2,5mm. [15]. Bei aktuellen Geräten der Fa. GE liegen die relativen Messfehler bei vergleichbaren Messungen ebenfalls bei  $\pm 7\%$  im 2D-Mode [19].

Insbesondere Umfangsberechnungen verursachen zudem zwangsläufig weitere Differenzen. Der Umfang einer Messfläche wird meist aus zwei Streckenmessungen näherungsweise als Ellipsenumfang berechnet, ungeachtet der tatsächlichen geometrischen Form. Auch bei der Umfahrmethode treten verfahrensbedingte Abweichungen auf; so ist die umfahrene Fläche beim o.g. Gerät mit 6% oder mindestens 1,5cm<sup>2</sup> fehlerbehaftet [15]. Die Messung des BPD oder des AD kann zusätzlich durch lagebedingte Kompression beeinflusst werden [4].

Größer noch sind jedoch die als subjektiv einzustufenden Toleranzen, denen die Untersuchenden unterworfen sind: Es kommt bei der Bildgewinnung auf den verwendeten Schallkopftyp (Abdominal- oder Vaginalschallkopf), die Schallfrequenz, die korrekte Schnittebene, das Bildberechnungsverfahren sowie auf eine korrekte Markerplatzierung an [7]. Eine Markierung der auszumessenden Echostruktur hängt von der Erfahrung des Untersuchenden, der Genauigkeit der Marker-Platzierung und von den technischen Parametern des Ultraschallgerätes ab. Wenn man einen Cursor auf einem mehrere Pixel breiten, meist nur unscharf abgegrenzten Schallecho nicht an der richtigen Stelle setzt oder den Schallkopf nicht genau in der richtigen Ebene oder im richtigen Winkel platziert, entstehen Messfehler von bis zu mehreren Millimetern, was bei den kleinen Strukturen vor allem in den ersten 12 Schwangerschaftswochen terminliche Abweichungen von mehr als einer Woche bei 20% der Fälle ergeben kann [4, 6]. REMPEN weist darauf hin, dass „das Schwangerschaftsalter rechnerisch häufiger über- als unterschätzt“ [wird]. Er warnt insbesondere bei kleinen Messwerten davor, dass dann „bei einer Überschreitung des rechnerischen Termins eine Übertragung zu Unrecht diagnostiziert“ werden könnte [4, S. 338].

### Zu 3 – Statistische Verfahren.

Seit den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden von namhaften Gynäkologen eine Vielzahl von Größen- oder Normtabellen für die Sonografie erstellt. Die Daten wurden zumeist mit den seinerzeit modernen, heute aber veralteten Ultraschallgeräten durch Vermessung von Fetten und/oder durch retrospektiven Vergleich der mittels Ultraschall gewonnenen Messdaten mit dem tatsächlichen Geburts- oder Fetalgewicht gewonnen; siehe Tabelle 2.

Allein im Gerät Voluson 730 der Firma General Electric (GE) sind immerhin 272 solcher Tabellen hinterlegt – ein Hinweis darauf, dass es hier nicht um „Norm“- sondern eher um „Näherungs“-tabellen geht [13].

Die aus fetalen Messdaten mit Hilfe statistischer Methoden bestimmten Formeln entstanden üblicherweise, indem man sonografische und anatomische Messwerte an Fetten „bekanntem“ (oder geschätzten?) Alters ermittelte, „Ausreißer“ entfernte und eine Regressionsfunktion generierte, die dem Trend aller Werte möglichst nahe kam. Die erfolgte Altersbestimmung dürfte jedoch zwangsläufig fehlerbehaftet gewesen sein, da erst in jüngster Zeit Hormonbestimmungen zur Ermittlung des Eintritts der Schwangerschaft genutzt wurden [17]. Mit selbiger lassen sich zumindest der Ovulationstermin und der Nidationstermin per Östrogen/Progesteron-Ratio und die  $\beta$ -hCG-Werte zur Nidationsbestimmung recht genau bestimmen [17].

Selbst bei aktuellen Tabellen, die mittels moderner, genauerer Ultraschallgeräte und unter Nutzung einer Vielzahl von Messparametern erstellt wurden, wird die Bestimmung des Gestationsalters der Probanden in der Regel auf die sonografisch gemessene Schädel-Steiß-Länge im ersten Trimenon zurückgeführt – mithin auf eine biometrische Größe, deren Messung wie erwähnt einer erheblichen Toleranz unterworfen ist [11].

Zudem basiert die daraus resultierende Geburtsterminbestimmung auf einer Hochrechnung anhand der ebenfalls stets zugrunde gelegten herkömmlichen Annahme einer Schwangerschaftsdauer von 280 Tagen post menstruationem (p.m).

Wie erwähnt schwankt die Dauer nichtpathologischer Schwangerschaften (SSD) jedoch individuell in einem Spielraum von ca. fünf bis sechs Wochen, selbst wenn der Konzeptionstermin genau ermittelt werden kann [17].

Nicht unerwähnt sollen bei der Betrachtung der Zuverlässigkeit dieser Tabellen auch die „Rundungsfehler“ infolge von Interpolationen und unterschiedlichen Schrittlängen der Tabellen bleiben.

Eine wichtige, bisher völlig unterschätzte Frage ist zudem, wie und unter welchen Studienbedingungen das zugrunde liegende Datenmaterial, insbesondere die Bestimmung des Gestationsalters, entstand und mit welchen Fehlern es behaftet ist. Gerade wegen der hohen Unsicherheit und wegen der Zweifel an ihrer Zuverlässigkeit und Genauigkeit wurden in der Vergangenheit immer wieder neue Tabellen bzw. Formeln entwickelt oder weitergeführt, die teilweise mit anderen Parametern arbeiten oder aber bestimmte Zeiträume aus der Ermittlung des Schätzwertes ausschließen [7, 13]; siehe Tabelle 2. Letztlich verwendet aber wohl jede Untersucher vermutlich diejenige Tabelle, zu der sie das größte Vertrauen hat – oder aber einfach die, die ihr von Dritten empfohlen bzw. standardmäßig im Gerät hinterlegt wurde.

Die Autoren von Normtabellen selbst weisen in der Regel auf die große Streubreite der Daten für die retrospektive Ermittlung des Schwangerschaftsalters hin: Exemplarisch sei hier das von REMPEN in [4 – S. 339] erwähnte 90%ige Vertrauensintervall für eine Scheitel-Steiß-Länge (SSL) bei 16 mm von  $\pm 5$  Tagen, bei 32mm von  $\pm 6$  Tagen genannt, auf das auch die S1-Leitlinie „Standards zur Ultraschalluntersuchung in der Frühschwangerschaft der DGGG e.V. [16] Bezug nimmt. Wohlgermerkt bezieht sich diese Toleranzangabe ausdrücklich nur auf die dem angegebenen Messwert zugrunde liegende Streuung. Da die Gewinnung des biometrischen Messwertes selbst jedoch nochmals mit mindestens 5 bis 8% fehlerbehaftet ist, kann vermutet werden, dass eine Fehlerfortpflanzung zu einer weit größeren Unsicherheit führt. Selbst wenn diese tatsächlich, wie auf S. 31 der S1-Leitlinie 015/065 der DGGG „Vorgehen bei Terminüberschreitung und Übertragung“ [12] ohne Angabe einer Quelle behauptet wird, nur  $\pm 3$  Tage betrüge, würde sich diese Angabe zudem nicht auf den relativen Fehler der Terminbestimmung, sondern lediglich auf den Startwert beziehen.

Auch bei der Bestimmung des Gestationsalters (GA) mittels Messung des Abdomen-Umfangs differieren die Ergebnisse um Wochen. Erwähnt sei hier die 1991 veröffentlichte Normtabelle nach Merz [14], bei der z.B. bei einem Abdomenumfang von 6,0cm ein GA im Bereich von 11w2d bis 13w5d für das 90%ige Vertrauensintervall angegeben wird. Somit räumt auch die sonografiegestützte GA-Bestimmung über den Abdomen-Umfang vor der 12. SSW bis zu 17 Tage Spielraum für das zu dieser Zeit ermittelte Schwangerschaftsalter ein.

Aus dem Vorgenannten wird deutlich, wie unsicher schon der Startwert für die Terminschätzung ist. Wird zudem die Messung von einem zweiten Arzt, noch dazu mit einem anderen Ultraschallgerät, durchgeführt, kann sich der errechnete Termin allein durch subjektive Einflüsse um mehrere Tage bis sogar Wochen verschieben. Exemplarisch zeigt eine Studie der Universität Erlangen für die sonografisch basierte Gewichtsschätzung eine prozentuale Abweichung je nach Untersuchenden von mindestens 7%, in einer Stichprobe sogar von über 25% [6]. Eine ähnliche Größenordnung bei der Bestimmung des fetalen Gewichts wird auch in einer aktuellen Dissertation der Universität Erlangen über den „Einfluss des Untersuchers auf das geschätzte Fetalgewicht“ gezeigt [7] Es ist davon auszugehen, dass auch die Fehler der auf den gleichen Parametern basierenden sonografiegestützten Terminbestimmungen einer ähnlichen Spannweite unterliegen.

04.06.2015 Seite 1 / 5

Untersuch. Art:

Name: Test      Unters. Arzt: \_\_\_\_\_  
 Pat. ID: 13388-15.06.04.3      Geb. Dat.: \_\_\_\_\_      Überweis. Arzt: \_\_\_\_\_  
 Indikation: \_\_\_\_\_      Geschl.: Weiblich      Sonogr.: \_\_\_\_\_

LP: \_\_\_\_\_      GA(Clin): 20W4T      VGT(GA): 18.10.2015      G: 1      Ab: \_\_\_\_\_  
 Konz. Dat.: 25.01.2015      GA(AUA): 19W5T      VGT(AUA): 24.10.2015      P: \_\_\_\_\_      Ek: \_\_\_\_\_

| EFW (Hadlock) | Wert | Bereich | Alter | Bereich | Wachstum     |
|---------------|------|---------|-------|---------|--------------|
| AU/BPD/FL/KU  | 335g | ± 49g   |       |         | Hansmann N/A |

| 2D Messungen  | AUA                                 | Wert     | m1    | m2 | m3 | Meth.  | Alter | Bereich     | Abw.  |
|---------------|-------------------------------------|----------|-------|----|----|--------|-------|-------------|-------|
| BPD (Merz)    | <input checked="" type="checkbox"/> | 4.20 cm  | 4.20  |    |    | etztes | 18W0T | 16W1T-19W6T | <5.0% |
| OFD (Merz)    | <input checked="" type="checkbox"/> | 6.25 cm  | 6.25  |    |    | avg.   | 20W3T |             | 42.8% |
| KU* (Hadlock) | <input type="checkbox"/>            | 16.57 cm | 16.57 |    |    |        | 19W2T | 17W6T-20W5T | 3.4%  |
| AU (Merz)     | <input checked="" type="checkbox"/> | 15.35 cm | 15.35 |    |    | avg.   | 21W3T | 19W6T-23W0T | 67.8% |
| TAD (Merz)    | <input checked="" type="checkbox"/> | 3.99 cm  | 3.99  |    |    | avg.   | 18W2T |             | <5.0% |
| FL (Merz)     | <input checked="" type="checkbox"/> | 3.22 cm  | 3.22  |    |    | etztes | 20W2T | 18W4T-21W5T | 12.7% |

| 2D Kalkulationen |                    |        |                |
|------------------|--------------------|--------|----------------|
| CI (BPD/OFD)     | 67% (70 - 86%)     | FL/BPD | 77% (GA: OOR)  |
| FL/KU (Hadlock)  | 19% (16 - 20%)     | FL/AU  | 21% (20 - 24%) |
| KU/AU (Campbell) | 1.08 (1.07 - 1.25) |        |                |

**Bild 1:** Beispiel eines Protokollausdrucks des Ultraschallgerätes Voluson 730 Pro der Fa. GE. Auf dem Bild werden die Abweichungen für die gemessenen Größen des [hier anonymisierten] Feten vom Normwert der jeweiligen Tabelle deutlich.

Erschwerend kommt hinzu, dass infolge einer Reihe von Einflussfaktoren die „normale“ Schwangerschaftsdauer beziehungsweise die Größen- und Gewichtsverhältnisse eines „Normalbabies“ individuell stark schwanken - wie es die Biologie bei allen Lebensformen beobachtet und beschreibt; siehe Tabelle 1. All diese Faktoren berücksichtigt ein mit den oben genannten Basisdaten programmiertes Ultraschallgerät ausdrücklich nicht.

## **Schlußfolgerungen**

Geburtstermin-„Berechnungen“ können stets nur statistische Betrachtungen (Schätzungen) sein.

Die dabei zugrundeliegenden sonografischen Terminbestimmungsformeln sollten daher genauer hinterfragt werden.

Insbesondere wäre die Frage einer sehr kritischen Prüfung zu unterziehen, welche fetalen Messungen zur Aufstellung der Gestationsalter-Tabellen geführt haben und welche Kriterien bei der Auswahl der Feten berücksichtigt oder vernachlässigt wurden. Sind z.B. bei der Auswahl der vermessenen Feten Gründe für Frühaborte oder Interruptio, Parität, Alter der Mutter, Rasse, Geschlecht, Ernährung usw. ; siehe Tabelle 1, einbezogen worden? Zudem wäre es entscheidend, wie genau bei der Erstellung der Schätztabellen das Gestationsalter bekannt war und wie es ermittelt wurde.

**Eine exakte Bestimmung des Konzeptionstermins und der tatsächlichen Schwangerschaftsdauer beeinflusst die Qualität von Studien zur mütterlichen und kindlichen Risikoabschätzung infolge von Terminüberschreitungen gravierend.** Jedoch: Selbst mit zeitgemäßen Ultraschallgeräten kann diese genaue Bestimmung wie dargelegt ausdrücklich nicht geleistet werden. Im Gegenteil kann die Belastbarkeit von Risiko-Abschätzungen wie sie z.B. in der S1-Leitlinie 015/065 [12] genannt werden, angesichts der unsicheren Datenlage für die Terminbestimmung durchaus in Zweifel gezogen werden: Diese verlassen sich offensichtlich bei den angeführten Studien stets auf per Ultraschallgerät ermittelte Termine, die wiederum auf sonografisch gewonnenen Normtabellen beruhen – möglicherweise ein Zirkelschluss retrospektiver Studien zur Ermittlung des Risikos infolge Terminüberschreitung.

Der bereits erwähnte alternative Ansatz des National Institute of Environmental Health Sciences in Durham/North Carolina versuchte im Jahre 2012 (nach eigener Aussage erstmalig) mittels Hormonbestimmung die Schwangerschaftsdauer zu bestimmen [17]. Im Gegensatz zur Sonografie scheint dieser Weg zumindest im Ansatz belastbarer zu sein.

Da die Termine am Ultraschallgerät oft ohne Toleranzintervall ausgegeben werden, suggerieren sie eine hohe Genauigkeit – ein verhängnisvoller Irrtum. Werden Ultraschallvermessungen zur Feststellung von Auffälligkeiten und zur Abschätzung des Geburtsgewichts bzw. des ungefähren Geburtstermins verwendet, so sind sie für die Beurteilung einer normalen Schwangerschaft eine gute Unterstützung. Sobald jedoch schwerwiegende Entscheidungen wie geburtshilfliche Interventionen oder Operationen allein aus dieser unsicheren und fehlerbehafteten Termin- oder Gewichtsschätzung abgeleitet werden, ist dies nicht nur ethisch betrachtet fragwürdig, sondern möglicherweise strafrechtlich relevant. Auch eine Nutzung als Schwellenwert zum Ausschluss von außerklinischen Geburten ab ET entbehrt damit einer belastbaren Grundlage, da es bisher keinen evidenzbasierten Nachweis für ein erhöhtes Risiko infolge von Terminüberschreitung gibt. Im Gegenteil würde eine solche Grenzwertfestlegung zum errechneten Termin etwa die Hälfte aller Geburten ausschließen. Jeder geburtshilflich tätige Arzt und jeder Vertreter von Krankenkassen sollte sich bei der Entscheidung für einen Eingriff in die physiologischen Abläufe der geringen Belastbarkeit sonografisch errechneter Termine bewusst sein.

(Anmerkung: Aus Gründen der Lesbarkeit wurde bei Personenbezeichnungen die männliche Form gewählt, es ist jedoch immer die weibliche Form mitgemeint.)

## **Anhang:**

### *Tabelle 1:*

Einige bekannte bzw. diskutierte, bei der sonografischen Terminberechnung nicht berücksichtigte Einflussfaktoren auf fetale Größe und SSD, die den Berechnungsfehler vergrößern können.

- Geschlecht (2 Tage längere Schwangerschaft bei Mädchen!) [7, 12]
- Alter der Mutter (bei Müttern über 35 Jahren 2 Tage kürzere Tragzeit [1])
- Anzahl der Schwangerschaften (Mehrgebärende unter 35 haben eine im Mittel um 2 Tage kürzere Schwangerschaftsdauer (SSD)) [2, 12]
- Jahreszeit (kürzeste Tragzeit im Dezember) [1]
- Rasse (Die in Tabelle 2 genannten Autoren verwendeten zur Erstellung der Tabellen vermutlich meist Feten der europäischen (sog. „kaukasischen“) Rasse. Korrekt wäre es, z.B. für asiatisch stämmige Feten andere Formeln, z.B. Tokyo oder Shinozuka [13], zu nutzen. Bei der kaukasischen Rasse weichen die der Berechnung zugrundeliegenden Maße gelegentlich um mehrere Wochen gegenüber den Größenverhältnissen der asiatischen oder anderer Rassen ab.)
- Erkrankungen des Stoffwechsels, z.B. Diabetes (Kinder sind häufiger makrosom)
- Ernährungsgewohnheiten
- Bewegung der Mutter
- Blutungen nach der 24. Schwangerschaftswoche (SSW) [2]
- Bestimmungstag: Das fetale Wachstum ist keine lineare Funktion, sondern verläuft zeitweise in Schüben, die in den Tabellen nicht unmittelbar berücksichtigt sind.
- Retardierungen (small for gestational age - SGA) und Makrosomien (large for gestational age - LGA) [7]
- Alkohol- und/oder Nikotin-Abusus [12]
- Zustand nach Sectio [1]
- Luftqualität der Umwelt [10]
- Familiäre bzw. genetische Prägung
- Maternaler Body Mass index (BMI) (>35 kann zu längeren SSD führen) [12]
- Niedriger sozioökonomischer Status [12]
- Abstand zwischen Ovulation und Einnistung [17]

### *Tabelle 2:*

Einige Autoren von Regressionsformeln oder Schätztabelle, aus denen der Mittelwert der Terminerwartung bzw. das geschätzte Geburtsgewicht abgelesen werden kann [7, 8, 11, 13]:

- **NAEGELE**, Franz (1830)
- WILLOCKS et al. (1964),
- THOMPSON (1965)
- KOHORN (1967)
- HELLMANN (1967)
- HOLLÄNDER (1972)
- CAMPBELL, WILKIN (1975)
- WARSOFF (1977)
- HANSMANN, (1978)
- SHEPARD (1982)
- MERZ (1988)
- HADLOCK (I bis V) (1985)
- SHINOZUKA (1996)
- HUMBERT (1998) [8]
- SCHILD (m) oder/und (w) (2004)
- REMPEN, Andreas (2001) [8]
- HILBERT, Antonia (2009) [11]

### Tabelle 3:

Messparameter, auf denen die o.g. Tabellen unterschiedlich aufbauen [7]

- BPD – Biparietaler Durchmesser (Kopfdurchmesser Schläfe-Schläfe)
- SSL - Scheitel-Steiß-Länge
- KU/HC - Kopfumfang
- AU/AC - Abdomenumfang
- ATD - transversaler bzw. ASD anterior-posteriore Abdomendurchmesser
- FL – Femurlänge (Oberschenkelknochenlänge)
- HL – Humeruslänge (Oberarmknochenlänge)
- FOD/OFD - Fronto-Occipitaler Durchmesser

### **Literatur**

[1] Bergsjö P, Denman DW, Hoffman HJ, Meirik O. Duration of human singleton pregnancy – a population-based study Acta Obstet Gynecol Scand 1990; 69:197-207  
Abgerufen 5.6.2015 14:05 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2220340>

[2] Gordon C.S. Smith, Use of time to event analysis to estimate the normal duration of human pregnancy Human Reproduction, Vol. 16, No. 7, 1497-1500, July 2001  
© 2001 European Society of Human Reproduction and Embryology ; Abgerufen am 5.6.2015 15:20 <http://humrep.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/16/7/1497>

[3] Neugeborene in Schweizer Spitälern 2004, Resultate zu den Gesundheitsstatistiken in der Schweiz, Eidgenössisches Departement de3s Innern EDI, ISBN 978-3-303-14110-6, 2007  
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/14/22/publ.Document.92385.pdf>  
Abgerufen 22.6.2015 14:00

[4] Bachmann et al, Hrsg. W. Künzel: Klinik der Frauenheilkunde und Geburtshilfe, Bd. 4, Schwangerschaft I, 4. Auflage 2000, ISBN 3-437-21890-5, S. 99, S. 338

[5] Sautter, Thomas: Transvaginalsonografie: Lehrbuch und Lehratlas, 1990, ISBN 3-7773-0899-4, S. 156

[6] Siemer et al, Fetale Gewichtsschätzung in Abhängigkeit von verschiedenen Formeln und Untersuchungen, (Fetal Weight Estimation by Ultrasound: Comparison of 11 Different Formulae and Examiners with Differing Skill Levels.) Ultraschall Med. 2008 Apr.; 29(2): 159-64, Poster zur Studie, Universitätsklinikum Erlangen,

[7] Deuringer, Christine, Verwendung personalisierter Methoden zur fetalen Gewichtsschätzung mittels Ultraschall, Dissertation, Medizinische Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen Nürnberg 2012

[8] Frimmel, Tanja, Verbessert sich die Gewichtsschätzung mit Ultraschall durch Einbeziehung der mütterlichen Größe?, Dissertation, Frauenklinik und Poliklinik der TU München, Klinikum rechts der Isar 2004

[9] Baltzer et al, Praxis der Gynäkologie und Geburtshilfe, 1. Auflage 2004, ISBN 3-13-129151-6, S. 176

[10] David et al, Differences in Birth Weight Associated with the 2008 Beijing Olympic Air Pollution Reduction: Results from a Natural Experiment, Environmental Health Perspectives vom 28.04.2015  
Abgerufen 8.6.2015 18:30, <http://ehp.niehs.nih.gov/1408795/>



- [11] Hilbert, Antonia, Neue Methoden zur fetalen Gewichtsschätzung mittels Ultraschalls, Dissertation, Klinik für Frauenheilkunde der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 2009
- [12] S1-Leitlinie 015/065 der DGGG „Vorgehen bei Terminüberschreitung und Übertragung“, 2014
- [13] General Electric, Technical Publication H48651FE, Direction KTI106019-100, Rev. 4, Voluson 730xxx, 2010
- [14] E.Merz, W.Goldhofer, E.Timor-Tritsch “Ultrasound in Gynecology and Obstetrics” Text book and Atlas, 1991 Georg Thieme Verlag, pp.326
- [15] SIEMENS Medical Solutions USA, Inc., Gebrauchsanweisung Ultraschallsystem ACUSON S2000 Helix, Produktversion 4.0, 2006
- [16] S1-Leitlinie 015/032 der DGGG „Standards zur Ultraschalluntersuchung in der Frühschwangerschaft, 2010
- [17] Jukic et al, National Institute of Environmental Health Sciences, Length of human pregnancy and contributors to its natural variation, 2013, Abgerufen 19.6.2015, <http://humrep.oxfordjournals.org/content/early/2013/08/06/humrep.det297.full.pdf+html>
- [18] Mitteilung des SIMENS Headquarters engineering, per Mail, 23.06.2015
- [19] General Electric, Technical Publication 5661817DDW, Voluson E6,E8, E10 BT16 Advanced Acoustic Output References English, Rev. 1, June 2015