

30-year anniversary of ultrasound: Clinical use of 3D ultrasound in obstetrics and gynecology (1989–2019)

30-jähriges Ultraschalljubiläum: Klinischer Einsatz der 3D-Sonografie in Gynäkologie und Geburtshilfe (1989–2019)



Prof. Dr. Eberhard Merz



Prof. Dr. Rabih Chaoui

Correspondence

Prof. Dr. Eberhard Merz
Center for Ultrasound and Prenatal Medicine,
Steinbacher Hohl 2–26, 60488 Frankfurt/Main, Germany
Tel.: ++49/69/76 01 35 79
Fax: ++49/69/76 01 36 13
ultraschallzentrum-frankfurt@web.de

Prof. Dr. Rabih Chaoui
Center for Prenatal Diagnosis and Human Genetics,
Friedrichstrasse 147, 10117 Berlin, Germany
chaoui@feindiagnostik.de

Bibliography

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0868-3760>
Published online: 2019
Ultraschall in Med 2019; 40: 288–291
© Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York
ISSN 0172-4614

When the first commercial 3D ultrasound device (Combison 330, Kretztechnik, Zipf, Austria) became available in 1989 (► **Fig. 1**) [1], no one could have predicted just how important 3D ultrasound would become. While only the multiplanar mode with visualization of three orthogonal image planes was initially available, various imaging modes have been developed in the last three decades [2–11] allowing a wide range of imaging options in comparison to 2D ultrasound. Today, anatomical structures can be visualized with almost photographic quality (► **Fig. 2a, b**) [12–16]. The rapid advances in the field of computer technology and the design of special 3D probes have undoubtedly played an important role in this process [2, 7]. However, all of these developments were only possible as a result of the vision of individual ultrasound companies, the dedicated work of engineers, and the ongoing collaboration between developers and users of 3D ultrasound in the clinical routine.

Nonetheless, the diagnostic potential of 3D/4D ultrasound has still not yet been recognized in many countries and the method is only used in prenatal imaging to produce nice images of fetal faces or as baby TV for parents-to-be [17, 18].

Of course, there is a learning curve involved in being able to effectively utilize all that 3D ultrasound has to offer. Precise control of image planes, surface images of outer and inner surfaces, transparent images, 3D display of vessels in fetuses and tumors, the ability to perform virtual examination of stored volumes

[7, 11] not requiring the patient to be present, and loss-free long-term storage of volumes [2, 11] represent such major advantages that experienced ultrasound examiners can't imagine being without 3D ultrasound.

Of course, many diagnoses can also be made using 2D ultrasound. However, areas of interest can only be visualized on individual image planes. In contrast, 3D ultrasound offers not only simultaneous visualization of multiple image planes as in CT and MRI but also the demonstration of reconstructed image planes that cannot be visualized or can only be visualized less effectively with conventional 2D ultrasound. Moreover, 3D ultrasound allows the 3D display of structures that can be assessed more clearly in rotation mode and using movable light sources [11]. 3D images are also easier for patients to understand than individual sectional planes.

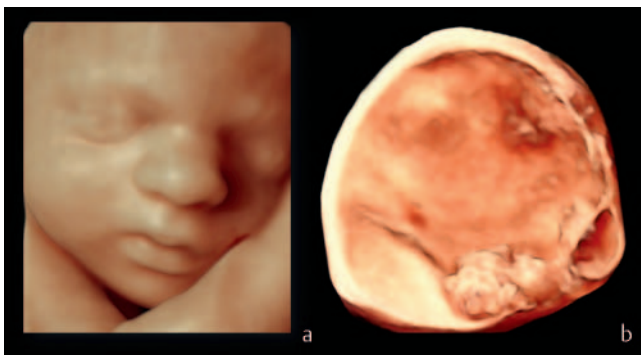
3D ultrasound also has major advantages for ultrasound training [7, 11]. A volume containing a fetal abnormality or a tumor can be copied multiple times and loaded on numerous external workstations. As a result, multiple examiners can examine a volume with identical content at the same time.

Finally, stored volumes are also suitable for data transfer via the Internet in order to obtain a second opinion from an expert. Telemedicine is important particularly in countries without close access to a specialized center.



► **Fig. 1** First commercially available 3D ultrasound system in 1989: Combison 330 (Kretztechnik, Austria).

► **Abb. 1** Erstes kommerziell erhältliches 3D-Ultraschallgerät, das 1989 auf den Markt kam: Combison 330 (Kretztechnik, Österreich).



► **Fig. 2** Present quality of 3D images. **a** HDlive demonstration of a fetal face at 35 weeks of gestation. **b** HDlive demonstration of a cystic borderline tumor of the ovary with papillary projections originating from the bottom of the inner wall of the cystic tumor.

► **Abb. 2** Heutige Qualität der 3D-Ultraschallbilder. **a** HDlive-Oberflächendemonstration eines fetalen Gesichts mit 35 Schwangerschaftswochen. **b** HDlive-Oberflächendemonstration eines zystischen Borderline-Tumors des Ovars mit papillären Wandstrukturen am Boden der Zystenwand.

All in all, 3D ultrasound currently offers so many advantages that, apart from the higher price of these ultrasound devices, it is difficult to understand why it is often used only on a very basis.

The 3rd World Congress on 3D/4D Ultrasound in Gynecology and Obstetrics that was just held March 21 – 23, 2019 in Dubrovnik, Croatia (► **Fig. 3, 4**) showed that interest in 3D/4D ultrasound continues

3rd World Congress on 3D Ultrasound in Obstetrics and Gynecology

Presidents:
Eberhard Merz (Germany) and Asim Kurjak (Croatia)

REGISTER NOW!
www.dubrovnik3dcongress2019.com

March 21-23, 2019 – Dubrovnik, Croatia

Ian Donald Inter-University School of Ultrasound in Medicine
in cooperation with
DEGUM – German Society of Ultrasound in Medicine
Fetal Medicine Foundation Germany
Croatian Association for Ultrasound in Medicine Ian Donald
International Academy of Perinatal Medicine
World Association of Perinatal Medicine

► **Fig. 3** Announcement of the 3rd World Congress on 3D Ultrasound in Obstetrics and Gynecology.

► **Abb. 3** Ankündigung des 3. Weltkongresses für 3D-Ultraschall in Gynäkologie und Geburtshilfe.

to increase. 80 presentations by 42 speakers from around the world provided the participants from more than 50 countries with a comprehensive overview of the current applications of 3D ultrasound in prenatal and gynecological imaging as well as in breast imaging.

Cheaper ultrasound devices and faster matrix array probes as well as more intensive training are needed to allow increased use of 3D/4D ultrasound in the daily routine and to allow the technique to be able to be utilized to its fullest potential. Moreover, standardization of image presentation [19] as well as of the nomenclature for the various imaging modes is needed [20]. Finally, the ability to exchange volumes between the different ultrasound companies would be highly advantageous.

30-jähriges Ultraschalljubiläum: Klinischer Einsatz der 3D-Sonografie in Gynäkologie und Geburtshilfe (1989 – 2019)

Als 1989 das erste kommerzielle 3D-Ultraschallgerät (Combison 330, Kretztechnik, Zipf, Österreich) auf den Markt kam (► **Abb. 1**) [1], konnte kaum jemand ahnen, dass sich die



► **Fig. 4** Program cover of the 3rd World Congress on 3D/4D Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, March 21 – 23, 2019, Dubrovnik, Croatia.

► **Abb. 4** Vorderseite des Programmheftes zum 3. Weltkongress für 3D/4D-Sonographie in Gynäkologie und Geburtshilfe, der vom 21. bis zum 23.3.2019 in Dubrovnik, Kroatien, stattfand.

3D-Sonografie zu einem solchen Erfolgskonzept entwickeln würde. Während in der Anfangsphase nur der multiplanare Modus mit der Abbildung der drei senkrecht aufeinander stehenden Bildebenen zur Verfügung stand, konnten im Laufe der letzten drei Jahrzehnte unterschiedliche Darstellungsmodi entwickelt werden [2 – 11], die im Vergleich zur 2D-Sonografie eine enorme Abbildungsvielfalt ermöglichen und anatomische Strukturen heute in nahezu fotografischer Abbildungsqualität zur Darstellung bringen (► **Abb. 2a, b**) [12 – 16]. Ohne Zweifel spielen dabei auch die rasanten Fortschritte in der Computertechnologie und die Konstruktion spezieller 3D-Schallköpfe eine wichtige Rolle [2, 7]. All diese Entwicklungen waren jedoch nur durch die Weitsicht einzelner Ultraschallfirmen, dem engagierten Einsatz von Ingenieuren und der stetigen Interaktion zwischen Entwicklern und 3D-Anwendern im klinischen Alltag möglich.

Dennoch wird nach wie vor in vielen Ländern das diagnostische Potential, das in der 3D/4D-Sonografie steckt, bislang immer noch nicht erkannt und das Verfahren lediglich in der pränatalen Diag-

nostik zur Herstellung netter Gesichtsbilder des Ungeborenen oder als Baby-TV für die werdenden Eltern verwendet [17, 18].

Natürlich bedarf es einer Lernkurve, um das gesamte Potential der 3D-Sonografie ausnutzen zu können. Die exakte Kontrolle der Bildebenen, die Oberflächendarstellung von äußeren und inneren Oberflächen, die Transparenzdarstellungen, die räumliche Darstellung von Gefäßen beim Feten und bei Tumoren, wie auch die Möglichkeit der virtuellen Untersuchung von gespeicherten Volumina [7, 11], bei der die Patientin nicht anwesend sein muss, und die verlustfreie Langzeitspeicherung von Volumina [2, 11], stellen dabei so große Vorteile dar, dass der erfahrene Ultraschall-untersucher die 3D-Sonografie nicht mehr missen möchte.

Natürlich können auch viele Diagnosen mit Hilfe der 2D-Sonografie gestellt werden. Die Darstellung von Auffälligkeiten gelingt allerdings immer nur in einzelnen Bildebenen. Die 3D-Sonografie bietet hingegen nicht nur die gleichzeitige Darstellung mehrerer Bildebenen wie beim CT und MRT, sondern auch die Demonstration von rekonstruierten Bildebenen, die sich mit der herkömmlichen 2D-Sonografie nicht oder weniger gut darstellen lassen. Hinzu kommt die räumliche Darstellung von Strukturen, die sich im Rotationsmodus wie auch in der Anwendung von beweglichen Lichtquellen [11] noch deutlicher beurteilen lassen. Räumliche Bilder sind auch für die Patientinnen wesentlich besser verständlich als einzelne Schnittebenen.

Für die sonografische Ausbildung bietet die 3D-Sonografie ebenfalls große Vorteile [7, 11]. Ein Volumen, in dem eine fetale Fehlbildung oder ein Tumor abgespeichert ist, kann mehrmals kopiert und an mehreren externen Workstations geladen werden. Damit können mehrere Untersucher ein Volumen mit identischem Inhalt gleichzeitig untersuchen.

Letztlich bieten sich gespeicherte Volumina auch noch für den Datentransfer via Internet zu einem Zentrum an, um sich eine Zweitmeinung durch einen Experten einzuholen. Telemedizin ist vor allem in Ländern, in denen ein weiterführendes Zentrum in großer Entfernung liegt, von großer Bedeutung.

Alles in allem bietet die 3D-Sonografie heute so viele Vorteile, dass es – abgesehen vom höheren Preis dieser Ultraschallgeräte – kaum nachvollziehbar ist, dass diese Technik bei vielen nur in sehr begrenztem Umfang zum Einsatz kommt.

Der 3. Weltkongress über 3D/4D-Ultraschall in Gynäkologie und Geburtshilfe, der gerade vom 21. – 23.3.2019 in Dubrovnik, Kroatien, stattgefunden hat (► **Abb. 3, 4**), hat gezeigt, dass weiterhin ein wachsendes Interesse an der 3D/4D-Sonografie besteht. Bei 80 Vorträgen von 42 Referenten aus der ganzen Welt konnten sich die Teilnehmer aus mehr als 50 Ländern einen umfassenden Überblick über den aktuellen Einsatz der 3D-Sonografie in der pränatalen und gynäkologischen Diagnostik wie auch in der Mammadiagnostik verschaffen.

Damit die 3D/4D-Sonografie in der täglichen Routine noch mehr angewandt wird und auch das breite Spektrum dieser Technik voll genutzt werden kann, bedarf es zukünftig nicht nur günstigerer Ultraschallgeräte und schneller Matrixsonden, sondern auch einer weiteren intensiven Ausbildung. Anzustreben ist außerdem neben der einheitlichen Standardisierung bei der Bild-darstellung [19] auch eine gemeinsame Nomenklatur für die unterschiedlichen Darstellungsmodi [20]. Letztlich wäre auch die Austauschbarkeit von Volumina zwischen den verschiedenen Ultraschallfirmen von großem Nutzen.

References

- [1] Kirbach D, Whittingham TA. 3D ultrasound – the Kretztechnik Voluson® approach. *Eur J Ultrasound* 1994; 1: 85–89
- [2] Merz E, Abramowicz JS. 3D/4D ultrasound in prenatal diagnosis: is it time for routine use? *Clin Obstet Gynecol* 2012; 55: 336–351
- [3] Devore GR, Falkensammer P, Sklansky MS et al. Spatiotemporal image correlation (STIC): new technology for evaluation of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 380–387
- [4] Chaoui R, Heling KS. New developments in fetal heart scanning: three- and four-dimensional fetal echocardiography. *Semin Fetal Neonatal Med* 2005; 10: 567–577
- [5] Benoit B, Chaoui R. Three-dimensional ultrasound with maximal mode rendering: a novel technique for the diagnosis of bilateral or unilateral absence or hypoplasia of nasal bones in second-trimester screening for Down syndrome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 25: 19–24
- [6] Kurjak A, Miskovic B, Stanojevic M et al. New scoring system for fetal neurobehaviour assessed by three- and four-dimensional sonography. *J Perinat Med* 2008; 36: 73–81
- [7] Merz E. 25 years of 3D ultrasound in prenatal diagnosis (1989–2014). *Ultraschall in Med* 2015; 36: 2–8
- [8] Pooh RK. “See-through fashion” in prenatal diagnostic imaging. *Donald School J Ultrasound Obstet Gynecol* 2015; 9: 111
- [9] Hata T, AboEllail MA, Sajapala S et al. HDlive Silhouette mode with spatiotemporal image correlation for assessment of the fetal heart. *J Ultrasound Med* 2016; 35: n1489–1495
- [10] DeVore GR, Satou G, Sklansky M. 4D fetal echocardiography – an update. *Echocardiography* 2017; 34: 1788–1798
- [11] Merz E, Kurjak A. 1989–2019: 30 Years of 3D Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. *Donald School J Ultrasound Obstet Gynecol* 2018; 12: 1–5
- [12] Merz E, Pashaj S. Advantages of 3D ultrasound in the assessment of fetal abnormalities. *J Perinat Med* 2017; 45: 643–650
- [13] Pashaj S, Merz E. Detection of fetal corpus callosum abnormalities by means of 3D ultrasound. *Ultraschall in Med* 2016; 37: 185–194
- [14] Merz E. Physiological umbilical herniation—a distinctive sonographic feature in the embryonic stage. *Ultraschall in Med* 2017; 38: 123–124
- [15] Merz E, Pashaj S. True or false umbilical cord knot? Differentiation via 3D/4D color Doppler ultrasound. *Ultraschall in Med* 2018; 39: 127–128
- [16] Salihagić-Kadić A, Kurjak A. Cognitive function of the fetus. *Ultraschall in Med* 2018; 39: 181–189
- [17] EFSUMB Newsletter. Statement on the Use of Diagnostic Ultrasound for Producing Souvenir Images or Recordings in Pregnancy. *Ultraschall in Med* 2007; 28: 100
- [18] Merz E. 3D/4D-Ultrasound in Obstetrics – Baby TV without Diagnostics? *Ultraschall in Med* 2008; 29: 156–158
- [19] Merz E, Benoit B, Blass HG et al. Standardization of three-dimensional images in obstetrics and gynecology: consensus statement. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 29: 697–703
- [20] Deng J. Nomenclature of three-dimensional and four-dimensional ultrasound in obstetrics, gynecology, and fetal echocardiography. In: Merz E, Kurjak A, (eds) *Donald School Textbook: Current status of clinical use of 3D/4D ultrasound in obstetrics and gynecology*. New Delhi – London – Panama: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2019: 61–74