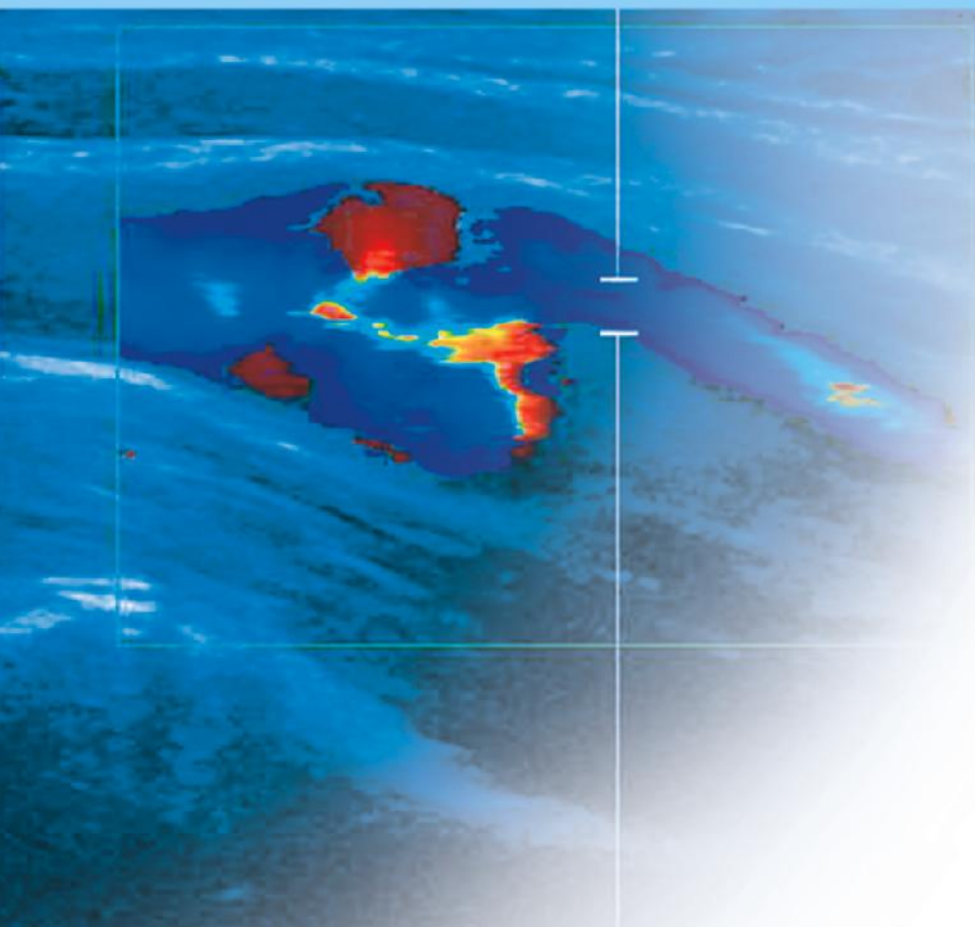
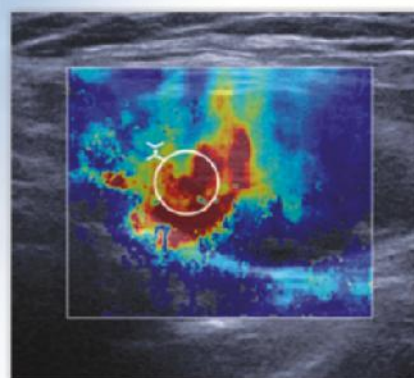
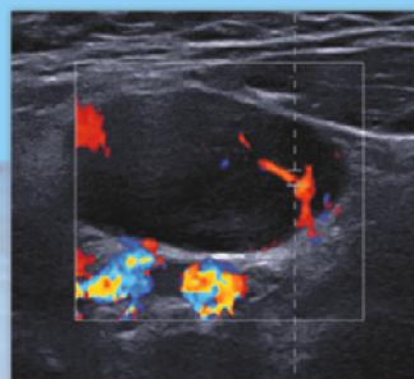


# Ultraschalldiagnostik Kopf-Hals

Hans-Jürgen Welkoborsky  
Peter Jecker  
Jan Maurer  
Wolf Jürgen Mann

2., unveränderte Auflage

 Online-Version in der eRef







# Ultraschalldiagnostik Kopf – Hals

Hans-Jürgen Welkoborsky  
Peter Jecker  
Jan Maurer  
Wolf Jürgen Mann

2., unveränderte Auflage

293 Abbildungen

Georg Thieme Verlag  
Stuttgart • New York

*Bibliografische Information  
der Deutschen Nationalbibliothek*

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

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter:  
[www.thieme.de/service/feedback.html](http://www.thieme.de/service/feedback.html)

1. Auflage 2013  
1. russische Auflage 2015

© 2013, 2018 Georg Thieme Verlag KG  
Rüdigerstraße 14  
70469 Stuttgart  
Deutschland  
Telefon: +49/(0)711/8931-0  
Unsere Homepage: [www.thieme.de](http://www.thieme.de)

Printed in Germany

Zeichnungen: Roland Geyer, Weilerswist  
Umschlaggestaltung: Thieme Gruppe  
Umschlaggrafik: Martina Berge, Bad König unter Verwendung einer  
Abbildung von © Jürgen Fälchle - Fotolia.com  
Redaktion: Dr. Doris Kliem, Urbach  
Satz: Druckhaus Götz GmbH, Ludwigsburg  
gesetzt aus Arbortext APP V9.1 Unicode  
Druck: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau

DOI 10.1055/b-006-149391

ISBN 978-3-13-242483-8

Auch erhältlich als E-Book:  
eISBN (PDF) 978-3-13-242484-5  
eISBN (ePub) 978-3-13-242485-2

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

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

Geschützte Warennamen (Marken) werden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt. Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

# Vorwort

Die Ultraschalldiagnostik ist unverzichtbarer Bestandteil der Diagnostik von Erkrankungen im Kopf-Hals-Bereich. Das Indikationsspektrum erstreckt sich von der differenzialdiagnostischen Abklärung von Raumforderungen der Hals- und Gesichteweichteile, der Speicheldrüsen, der Schilddrüse bis zu den Nasennebenhöhlen. Präoperativ eingesetzt bringt sie dem Operateur wichtige Informationen zur Operationsplanung und hilft Infiltrationen von großen Gefäßen durch einen malignen Tumor zu erkennen. In der Onkologie wird die Sonografie zum Screening des Halses bei malignen Tumoren zur Erkennung von Lymphknotenmetastasen eingesetzt.

Neue Technologien wie das Tissue Harmonic Imaging, die Endosonografie oder Mehrfrequenzschallköpfe haben zu wahren Quantensprüngen in der Sonografie geführt und erlauben heute eine sehr differenzierte Darstellung von Geweben. Der Einsatz von Kontrastverstärkern bringt wichtige differenzialdiagnostische Informationen in der Dignitäts- und Artdiagnose von pathologischen Veränderungen. Schließlich eignet sich die Sonografie zum Therapiemonitoring bei Chemo- oder Strahlentherapie sowie in der Tumornachsorge zur Erkennung von Rezidiven. Sie ist integraler Bestandteil der Weiterbildungsordnungen zum Facharzt.

Bei vielen Erkrankungen des Kopf-Hals-Bereichs besitzt die Sonografie eine gleich hohe oder noch höhere Sensitivität als andere moderne bildgebende Verfahren bei gleichzeitig geringster Patientenbelastung und höchster Kosteneffizienz.

Im Jahr 1997 haben die Autoren mit dem im Georg Thieme Verlag erschienenen „Kompendium Ultraschall im Kopf-Hals-Bereich“ ein Buch publiziert, in dem die gesamte Ultraschalldiagnostik zum damaligen Stand der Technik übersichtsartig dargestellt wurde. Das vorliegende Werk stellt eine Weiterentwicklung und Aktualisierung dar.

Der Inhalt des vorliegenden Buches orientiert sich didaktisch an den Erfahrungen, die die Autoren durch die seit vielen Jahren an der Universitäts-HNO-Klinik Mainz

und auf der Jahresversammlung der American Academy of Otolaryngology, Head and Neck Surgery durchgeführten Ultraschallkurse gewonnen haben. So wird die Ultraschalldiagnostik inklusive der Farb-Doppler-Sonografie der gesamten Kopf-Hals-Region übersichtsartig dargestellt, wobei besonderer Wert auf die Beschreibung der Ultraschallbefunde vor dem Hintergrund der Ultraschallanatomie und der Schallkopfposition gelegt wurde. Um dem dynamischen Charakter der sonografischen Untersuchung Rechnung zu tragen, wurden zahlreiche Videos eingefügt, mit denen der Leser den Untersuchungsablauf und die typischen Befunde bei häufigen Erkrankungen nachvollziehen kann. Besonderes Augenmerk wurde auf die neuen Entwicklungen der Sonografie und auf die interventionelle Sonografie gelegt, denen jeweils ein eigenes Kapitel gewidmet wurde.

So soll das Buch sowohl dem Anfänger, der sich mit der Ultraschalldiagnostik vertraut machen und diese erlernen will, eine Orientierung sein, als auch dem Fortgeschrittenen eine Möglichkeit zur Aktualisierung seines Wissens geben. Ein Auszug aus der „Vereinbarung von Qualitätssicherungsmaßnahmen nach § 135 Abs.2 SGB V zur Ultraschalldiagnostik (Ultraschall Vereinbarung) vom 31.10.2008 in der Fassung vom 25.05.2012“ ist im Anhang wiedergegeben.

Unser besonderer Dank gilt Herrn Dr. Christian Urbanowicz, Frau Susanne Huiss M. A. und Frau Dr. Doris Kliem vom Georg Thieme Verlag für die Umsetzung und technische Realisierung des Projekts, sowie den Mitarbeitern unserer Kliniken für die Hilfestellung bei der Sammlung der zahlreichen Ultraschallbefunde.

Hannover/Bad Salzungen/Koblenz/Mainz

*Hans-Jürgen Welkoborsky*

*Peter Jecker*

*Jan Maurer*

*Wolf Jürgen Mann*

# Anschriften

**Jecker, Peter, Prof. Dr. med.**  
Klinikum Bad Salzungen GmbH  
Klinik für HNO-Heilkunde  
Lindigallee 3  
36433 Bad Salzungen

**Mann, Wolf Jürgen, Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h. c.**  
JGU Universitätsklinik Mainz  
HNO-Klinik  
Langenbeckstraße 1  
55131 Mainz

**Maurer, Jan, Prof. Dr. med.**  
Katholisches Klinikum Koblenz – Montabaur  
Klinik für HNO-Kopf-Hals und Schädelbasischirurgie  
Rudolf-Virchow-Straße 7  
56073 Koblenz

**Welkoborsky, Hans-Jürgen, Prof. Dr. med.**  
KRH – Klinikum Nordstadt Hannover  
HNO-Klinik  
Regionale plastische Chirurgie  
Haltenhoffstraße 41  
30167 Hannover

# Abkürzungen

<b>A., Aa.</b>	Arteria, Arteriae
<b>ALT-Lappen</b>	Anterior lateral Thigh Flap
<b>A-Mode</b>	Amplitudenmodus
<b>B-Mode</b>	Helligkeitsmodus
<b>CEA</b>	karzinoembryonales Antigen
<b>CEUS</b>	Contrast-enhanced Ultrasonography, kontrastverstärkte Ultraschalluntersuchung
<b>CT</b>	Computertomografie/-tomogramm
<b>CUP-Syndrom</b>	Cancer of unknown Primary
<b>DGC</b>	Depth Gain Compensation
<b>IA-CEUS</b>	intraduktale kontrastverstärkte Sonografie, Intraductally applied Contrast-enhanced Ultrasound
<b>Lig., Ligg.</b>	Ligamentum, Ligamenta
<b>M., Mm.</b>	Musculus, musculi
<b>M-Mode</b>	Motion-Modus
<b>MRT</b>	Magnetresonanztomografie/-tomogramm
<b>N., Nn.</b>	Nervus, Nervi
<b>PRF</b>	Pulsrepetitionsfrequenz
<b>R., Rr.</b>	Ramus, Rami
<b>SRI</b>	Speckle Reduction Imaging
<b>TGC</b>	Time-compensated Gain
<b>THI</b>	Tissue harmonic Imaging
<b>TRAK</b>	Thyreotropinrezeptor-Autoantikörper
<b>TSH</b>	thyreoideastimulierendes Hormon



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Geschichte der Ultraschalldiagnostik im Kopf-Hals-Bereich .....</b>	<b>13</b>
	<i>W. Mann</i>	
<b>2</b>	<b>Physikalische Grundlagen der Ultraschalldiagnostik .....</b>	<b>18</b>
	<i>H. Welkoborsky</i>	
<b>2.1</b>	<b>Schall, Ultraschall und Schallfeldgrößen .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Impuls und Echo .....</b>	<b>18</b>
2.2.1	Schallgeschwindigkeit .....	18
2.2.2	Schalldämpfung .....	19
<b>2.3</b>	<b>Akustische Impedanz .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>Reflexion und Streuung .....</b>	<b>20</b>
2.4.1	Reflexion .....	20
2.4.2	Streuung .....	20
<b>2.5</b>	<b>Impulsgenerierung und Echoempfang ..</b>	<b>20</b>
2.5.1	Piezoelektrischer Effekt .....	21
2.5.2	Auflösung .....	22
	Axiale Auflösung .....	22
	Laterale Auflösung .....	22
2.5.3	Fokussierung des Schallstrahls und Schallköpfe .....	23
2.5.4	Impulsgenerierung und Preprocessing ..	24
	Time-Gain-Compensation .....	24
	Tissue harmonic Imaging .....	25
2.5.5	Postprocessing und Dokumentation .....	25
<b>2.6</b>	<b>Grundlagen einzelner Scanner-Typen ..</b>	<b>26</b>
2.6.1	A-Mode .....	26
2.6.2	B-Mode .....	26
2.6.3	M-Mode .....	26
2.6.4	Doppler- und Farb-Doppler-Ultraschalluntersuchung .....	28
	Doppler-Sonografie .....	29
	Farb-Doppler-Sonografie .....	30
2.6.5	Ultraschalluntersuchung mit Kontrastverstärkern .....	30
2.6.6	Elastografie .....	31
2.6.7	3D-/4D-Ultraschall .....	31
	3D-Ultraschall .....	31
	4D-Ultraschall .....	32
<b>2.7</b>	<b>Artefakte .....</b>	<b>32</b>
2.7.1	Schatten .....	32
2.7.2	Beugung .....	32
2.7.3	Rückwandverstärkung .....	33
2.7.4	Wiederholungsechos .....	33
2.7.5	Elektronisches Rauschen .....	33
2.7.6	Fokusartefakte .....	34
	Literatur .....	34
<b>3</b>	<b>Normalbefunde der Ultraschalluntersuchung des Halses und der Speicheldrüsen .....</b>	<b>36</b>
	<i>P. Jecker</i>	
<b>3.1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2</b>	<b>Grundeinstellungen .....</b>	<b>36</b>
<b>3.3</b>	<b>Untersuchung der lateralen Halsregion ..</b>	<b>36</b>
<b>3.4</b>	<b>Untersuchung der ventralen Halsregion .....</b>	<b>40</b>
<b>3.5</b>	<b>Untersuchung von Mundbodenregion, Zunge, Tonsillen und Submandibularregion .....</b>	<b>41</b>
<b>3.6</b>	<b>Untersuchung der Glandula-parotis- und Wangenregion .....</b>	<b>43</b>
<b>3.7</b>	<b>Doppler-Ultraschalluntersuchung der großen Halsarterien .....</b>	<b>45</b>

<b>4</b>	<b>Ultraschalluntersuchung bei Erkrankungen der Halsweichteile und der Halslymphknoten</b> .....	47			
	<i>P. Jecker</i>				
<b>4.1</b>	<b>Raumforderungen der Halsweichteile</b> .	47	<b>4.2.2</b>	Chronische Lymphadenopathie. ....	56
4.1.1	Halszysten .....	47	<b>4.2.3</b>	Akut-entzündlich veränderter Lymphknoten. ....	58
4.1.2	Dermoide und Atherome .....	48	<b>4.2.4</b>	Lymphknotenmetastasen eines Plattenepithelkarzinoms. ....	58
4.1.3	Ektopes Schilddrüsengewebe .....	48	<b>4.2.5</b>	Maligne Lymphome .....	61
4.1.4	Lipome .....	49	<b>4.2.6</b>	Ultraschalluntersuchung der Halslymphknoten mit CEUS und Elastografie .....	62
4.1.5	Paragangliome .....	50		Kontrastverstärkte Ultraschalluntersuchung ...	62
4.1.6	Neurinome .....	51		Elastografie .....	62
4.1.7	Hämangiome und Lymphangiome .....	51	<b>4.3</b>	<b>Posttherapeutische Besonderheiten in der Ultraschalldiagnostik der Halsweichteile</b> .....	63
4.1.8	Halsabszess. ....	52		Literatur .....	66
4.1.9	Hämatome und Serome .....	54			
<b>4.2</b>	<b>Raumforderungen der Halslymphknoten</b> .....	54			
4.2.1	Darstellung der Lymphknotenarchitektur im Ultraschall. ....	55			
<b>5</b>	<b>Ultraschalluntersuchung bei Erkrankungen des oberen Aerodigestivtrakts</b> .....	68			
	<i>P. Jecker</i>				
<b>5.1</b>	<b>Primärtumoren des oberen Aerodigestivtrakts – Möglichkeiten und Grenzen der Ultraschalluntersuchung</b> .....	68	<b>5.4</b>	<b>Raumforderungen der Epiglottis, der Vallekelregion und der lateralen Pharynxwand</b> .....	72
<b>5.2</b>	<b>Raumforderungen des Mundvorhofs, der Mundhöhle und der Tonsille</b> .....	68	<b>5.5</b>	<b>Raumforderungen des Larynx</b> .....	73
<b>5.3</b>	<b>Raumforderungen der Zunge und des Zungengrunds</b> .....	70	<b>5.6</b>	<b>Raumforderungen des Hypopharynx und des Ösophagus</b> .....	75
				Literatur .....	77
<b>6</b>	<b>Ultraschalluntersuchung bei Erkrankungen des Mundbodens und der Tonsillen</b> .....	78			
	<i>H. Welkoborsky</i>				
<b>6.1</b>	<b>Einführung</b> .....	78	<b>6.3</b>	<b>Tumoren des Mundbodens, der Tonsillen und des Zungengrunds</b> .....	80
<b>6.2</b>	<b>Entzündliche Erkrankungen der Zunge und der Gaumentonsillen</b> .....	78	<b>6.3.1</b>	Benigne Tumoren .....	81
			<b>6.3.2</b>	Maligne Tumoren .....	81
				Literatur .....	82

<b>7</b>	<b>Ultraschalluntersuchung von Tumoren mit Beziehung zu den großen Halsgefäßen und bei Erkrankungen der Gefäße .....</b>	<b>83</b>		
	<i>H. Welkoborsky</i>			
<b>7.1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>83</b>	<b>7.3</b>	<b>Tumoren des Glomus caroticum.....</b>
<b>7.2</b>	<b>Methodische Grundlagen .....</b>	<b>83</b>	<b>7.4</b>	<b>Andere Erkrankungen der großen Halsgefäße .....</b>
7.2.1	Ultraschallkriterien der Gefäßinfiltration durch Tumoren .....	83	7.4.1	Atherosklerose der Arteria carotis .....
7.2.2	Dynamische Sonopalpation .....	83	7.4.2	Aneurysma der Arteria carotis .....
7.2.3	Transkranielle Doppler-Ultraschalluntersuchung mit Kompressionstest .....	85	7.4.3	Thrombose der Vena jugularis interna....
				Literatur .....
<b>8</b>	<b>Ultraschalluntersuchung bei Erkrankungen der Kopfspeicheldrüsen .....</b>	<b>94</b>		
	<i>H. Welkoborsky</i>			
<b>8.1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>94</b>	<b>8.5</b>	<b>Tumoren der Speicheldrüsen.....</b>
<b>8.2</b>	<b>Untersuchungstechnik .....</b>	<b>94</b>	8.5.1	Pleomorphe Adenome .....
<b>8.3</b>	<b>Entzündliche Erkrankungen.....</b>	<b>94</b>	8.5.2	Monomorphe Adenome .....
8.3.1	Akute Sialadenitis .....	94	8.5.3	Maligne Tumoren .....
8.3.2	Chronische Entzündung.....	95	8.5.4	Pseudotumoren der Speicheldrüsen .....
8.3.3	Sialadenosen .....	98		Parotiszysten.....
8.3.4	Lymphadenitis .....	98		Ranula.....
<b>8.4</b>	<b>Sialolithiasis .....</b>	<b>99</b>		Musculus-masseter-Hypertrophie .....
				Hämangiome .....
				Präaurikuläre Raumforderungen .....
				Literatur .....
<b>9</b>	<b>Ultraschalluntersuchung bei Erkrankungen der Schilddrüse .....</b>	<b>110</b>		
	<i>J. Maurer</i>			
<b>9.1</b>	<b>Anatomie der Schilddrüse .....</b>	<b>110</b>	<b>9.4</b>	<b>Schilddrüsenzyste.....</b>
<b>9.2</b>	<b>Methodische Grundlagen .....</b>	<b>110</b>	<b>9.5</b>	<b>Schilddrüsentumoren .....</b>
9.2.1	Untersuchungstechnik und Normalbefund .....	110	9.5.1	Schilddrüsenadenome .....
9.2.2	Untersuchungskriterien im Ultraschall ...	112	9.5.2	Struma maligna .....
<b>9.3</b>	<b>Schilddrüsenenerkrankungen .....</b>	<b>112</b>		Literatur .....
9.3.1	Struma .....	112		
	Struma diffusa.....	112		
	Struma nodosa .....	113		
9.3.2	Entzündliche und autoimmune Schilddrüsenenerkrankungen .....	115		

<b>10</b>	<b>Ultraschalluntersuchung bei Erkrankungen der Nasennebenhöhlen, der Gesichtswichteile, der Orbita und der knöchernen Strukturen des Gesichts ...</b>	121		
	<i>P. Jecker</i>			
<b>10.1</b>	<b>Einführung</b> .....	121	<b>10.3</b>	<b>Raumforderungen der Nasennebenhöhlen</b> .....
<b>10.2</b>	<b>Ultraschalluntersuchung der Nasennebenhöhlen</b> .....	122	<b>10.4</b>	<b>Frakturdiagnostik des Gesichtsschädels</b> .....
10.2.1	A-Mode-Ultraschalluntersuchung der Nasennebenhöhlen .....	122	10.4.1	Nasenbeinfrakturen .....
10.2.2	B-Mode-Ultraschalluntersuchung der Nasennebenhöhlen .....	124	10.4.2	Orbitafrakturen .....
			10.4.3	Sonstige Frakturen .....
				Literatur .....
<b>11</b>	<b>Interventioneller Ultraschall</b> .....	132		
	<i>H. Welkoborsky</i>			
<b>11.1</b>	<b>Einführung</b> .....	132	<b>11.6</b>	<b>Ultraschallkontrollierte Entfernung von Speicheldrüsenkonkrementen</b> ....
<b>11.2</b>	<b>Ultraschallgesteuerte Feinnadelpunktion</b> .....	132	<b>11.7</b>	<b>Ultraschallkontrollierte Gefäßpunktionen</b> .....
<b>11.3</b>	<b>Ultraschallkontrollierte Punktion bzw. Entlastung von Abszessen und Zysten</b> .	135	<b>11.8</b>	<b>Intraoperativer Ultraschall</b> .....
<b>11.4</b>	<b>Ultraschallkontrollierte Injektionen von Botulinumtoxin</b> .....	135		Literatur .....
<b>11.5</b>	<b>Ultraschalluntersuchung mit Kontrastverstärkern</b> .....	136		
<b>12</b>	<b>Ausblick: neue Entwicklungen der Ultraschalldiagnostik</b> .....	141		
	<i>H. Welkoborsky</i>			
<b>12.1</b>	<b>Einführung</b> .....	141	<b>12.5</b>	<b>3D-Ultraschall</b> .....
<b>12.2</b>	<b>Computerisierte Auswertung von Ultraschalluntersuchungen</b> .....	141	<b>12.6</b>	<b>Targeting-Ultraschall und Molecular Imaging</b> .....
<b>12.3</b>	<b>Image Fusion</b> .....	141		Literatur .....
<b>12.4</b>	<b>Intraoperativer Ultraschall (Navigation)</b> .....	142		
<b>13</b>	<b>Anhang</b> .....	146		
	<i>P. Jecker</i>			
<b>13.1</b>	<b>Vereinbarung von Qualitätssicherungsmaßnahmen nach § 135 Abs. 2 SGB V zur Ultraschalldiagnostik (Ultraschall-Vereinbarung)</b> .....	146	<b>13.1.2</b>	<b>B Anforderungen an die fachliche Befähigung</b> .....
13.1.1	A Allgemeine Bestimmungen .....	146		§ 4 Erwerb der fachlichen Befähigung nach der Weiterbildungsordnung .....
	§ 1 Inhalt .....	146		§ 5 Erwerb der fachlichen Befähigung in der ständigen Tätigkeit .....
	§ 2 Begriffsbestimmungen .....	146		§ 6 Erwerb der fachlichen Befähigung durch Ultraschallkurse .....
	§ 3 Genehmigung .....	146		

§ 7 Erwerb der fachlichen Befähigung durch eine computergestützte Fortbildung i. V. m. Ultraschallkursen. ....	147		
§ 8 Qualifikation der Ausbilder. ....	148		
<b>13.1.3 C Anforderungen an die apparative Ausstattung. ....</b>	<b>148</b>		
§ 9 Apparative Ausstattung. ....	148		
<b>13.1.4 D Auflagen. ....</b>	<b>149</b>		
§ 10 Ärztliche Dokumentation. ....	149		
§ 11 Überprüfung der ärztlichen Dokumentation. ....	149		
§ 13 Konstanzprüfung. ....	149		
<b>13.1.5 E Verfahren. ....</b>	<b>150</b>		
§ 14 Genehmigungsverfahren. ....	150		
<b>13.1.6 F Schlussbestimmungen. ....</b>	<b>151</b>		
§ 15 Auswertungen. ....	151		
§ 16 Übergangsregelung. ....	151		
		<b>13.2 Anlage I zur Ultraschallvereinbarung ..</b>	<b>152</b>
		13.2.1 Anwendungsbereich 3: Kopf und Hals. ....	152
		AB 3.1 Nasennebenhöhlen: A- und/oder B-Modus. ....	152
		AB 3.2 Gesichts- und Halsweichteile (einschl. Speicheldrüsen): B-Modus. ....	152
		AB 3.3 Schilddrüse: B-Modus. ....	152
		13.2.2 Anwendungsbereich 20: Doppler – Gefäße	152
		AB 20.1 CW-Doppler – extrakranielle hirnersorgende Gefäße. ....	152
		AB 20.6 Duplex-Verfahren – extrakranielle hirnersorgende Gefäße. ....	152
		<b>13.3 Anlage III zur Ultraschallvereinbarung .</b>	<b>152</b>
		<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>155</b>

# 1 Geschichte der Ultraschalldiagnostik im Kopf-Hals-Bereich

W. Mann

Die Geschichte der Ultraschalldiagnostik im Kopf-Hals-Bereich ist weniger als 100 Jahre alt und basiert auf dem Pioniergeist und der engen Zusammenarbeit von Physikern und Medizinern [30] [62], die nach einer Methode suchten, nicht invasiv Strukturen im Körperinneren darzustellen. Ihren Ursprung nehmend von dem Echolotverfahren, aus der Materialprüfung und militärischen Applikationen, entstand in enger Kooperation zwischen medizintechnischen Firmen und Forschern verschiedenster medizinischer Fachrichtungen ein diagnostisches Verfahren, das aus der heutigen modernen Medizin nicht mehr wegzudenken ist [11] [23]. Dabei waren es vor allem die Gynäkologie, die Radiologie, die Neurologie und die Innere Medizin, die gerätebedingt eine Vorreiterfunktion innehatten [3] [4] [5] [13] [15] [16] [17] [28] [35] [42] [43] [58] [60] [72]. Mit zunehmender Verkleinerung der Schallköpfe und Erweiterung des Frequenzspektrums der zur Verfügung stehenden Ultraschallköpfe hielt diese Technik Einzug in heutzutage jede medizinische Fachdisziplin.

Während die Anfänge der medizinischen Anwendungen und Entwicklungen vor den 40er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts diesseits und jenseits des Atlantiks stattfanden, waren die ersten, anekdotischen Berichte über die diagnostische Anwendung von Ultraschall im Kopf-Hals-Bereich in den 1960er-Jahren des letzten Jahrhunderts in Deutschland und Japan zu finden [21] [37] [38] [39] [40]. Nach einer Dekade der Vergessenheit dauerte es bis Mitte der 1970er-Jahre, bis, bedingt durch die erneute intensiviertere Kooperation zwischen Industrie und Medizin, der Versuch unternommen wurde, diese Technik auch in die Untersuchung des Kopf-Hals-Bereichs einzuführen [1] [9] [19] [24] [45]. Einer problemlosen Einführung des Verfahrens stand entgegen, dass vonseiten der Industrie nur Geräte zur Verfügung standen, die einen breiteren Markt in der Gynäkologie und der Inneren Medizin gefunden hatten. Hier galt es, tiefer liegende Strukturen des Körpers mit relativ niederfrequenten Schallköpfen darzustellen, die sich aber für die Abbildung oberflächennaher Strukturen bei teilweise schwierigen Ankopplungsverhältnissen nicht eigneten. Insofern war es nicht erstaunlich, dass zunächst das A-Mode-Verfahren mit seinen kleinen Schallköpfen sowohl in Deutschland und Österreich als auch in der Schweiz zum Einsatz kam, um danach in Skandinavien Einzug zu halten [46] [47] [48] [49] [51] [61] [64] [67] [71]. Einer universellen Verbreitung stand zunächst auch entgegen, dass dieses bildgebende Verfahren als solches von der akademischen Welt der Universitäten nicht als hehre Wissenschaft erachtet wurde, bis die erhebliche klinische Relevanz zu-

nächst in anderen Fachgebieten, vor allem in der täglichen Praxis der Patientenversorgung, erkannt wurde und auch bei den Kopf-Hals-Disziplinen Anerkennung fand.

Es waren wiederum verschiedene Faktoren, die der Ultraschalldiagnostik im Kopf-Hals-Bereich ihren endgültigen Durchbruch ermöglichten. Neben technischen Weiterentwicklungen war dies die Gründung nationaler sowie internationaler interdisziplinärer Ultraschallgesellschaften, wie der Trinationalen Gesellschaft deutscher, österreichischer und schweizerischer Ultraschallanwender, der Europäischen Gesellschaft, der amerikanischen Gesellschaft AIUM (American Institute of Ultrasound in Medicine), und schließlich des Weltverbands. Unter diesem wissenschaftlichen Dach war damit der internationale Austausch der Anwender verschiedenster Fachgebiete plötzlich möglich. Während auf der internationalen Tagung der DEGUM (Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin) in Davos 1979 gerade 1 Vortrag zu dem Thema Ultraschall vor 15 Zuschauern gehalten wurde, waren es 2001 bei der entsprechenden Tagung bereits 30 Beiträge. Ein weiterer Meilenstein in der Verbreitung war der erste interdisziplinäre Kongress, der sich ausschließlich mit der Ultraschalldiagnostik im Kopf-Hals-Bereich beschäftigte und der 1983 in Freiburg mit 250 internationalen Teilnehmern aus allen Fachdisziplinen stattfand. Dem schloss sich 1984 die erste Monografie mit dem Titel „Ultraschall im Kopf-Hals-Bereich“ [50] an. Vorausgegangen war bereits eine Monografie von Lutz aus dem Jahr 1978 [44] über die Ultraschalldiagnostik in der Inneren Medizin. Während in den folgenden 1980er-Jahren nur einige Spezialisten, wie Bruneton in Frankreich [6], Janert in Schweden [31], Revonta in Finnland [63], Mann in Deutschland [50] [53] und Gritzmann in Österreich [26] sowie Baatenburg de Jong [2] und Chodosh [7], sich intensiver mit der Thematik beschäftigten, war in den 1990er-Jahren eine explosionsartige Entwicklung publizatorischer Aktivität international zu beobachten, auf die im Weiteren noch eingegangen werden soll. In diesem Zeitraum erschienen weitere Monografien von Hell und Mitarbeitern [27] sowie von Mann, Welkoborsky und Maurer [56] zu diesem Thema.

Voraussetzung für die Etablierung eines Verfahrens in der täglichen Praxis waren aber eine systematische Ausbildung, die Aufnahme in den Ausbildungskatalog der entsprechenden Fachdisziplinen und die Codierung in einem Entgeltsystem für ärztliche Leistungen. Während zunächst ein Kurssystem nach Richtlinien der nationalen Ultraschallgesellschaften Basis für die Qualifikation zum Ultraschalluntersucher war und noch ist, erwarben ein-

zelne Institutionen Qualifikationen, diese Untersuchungsmethode als Teil des Facharztkurrikulums vorzuhalten.

In diesem Zusammenhang sei mir ein persönlicher Exkurs erlaubt. Es war 1971, als ich das Privileg hatte, im Rahmen meiner chirurgischen Ausbildung am Medical College of Ohio in Toledo bei Prof. Freimanis, einem damals bekannten Radiologen und Ultraschaller, eine Rotation durchzuführen. Herr Prof. Freimanis hatte zwar keine Erfahrung in der Ultraschalldiagnostik im Kopf-Hals-Bereich, ermutigte mich aber, diesen Weg weiter zu verfolgen. Bei meiner Rückkehr nach Freiburg 1973 fand ich die Publikationen von Gilbricht und Heidelberg aus der Dresdener Klinik aus dem Jahre 1968 [21] und von Kitamura und Kanecko aus Japan aus dem Jahre 1965 [39]. Beide Autorengruppen untersuchten die Möglichkeit, Erkrankungen des Nasennebenhöhlensystems mittels A-Mode zu diagnostizieren. Zu der damaligen Zeit beschäftigten sich der Leiter der Freiburger Neurologischen Klinik Herr Prof. Jung und seine Mitarbeiter, die allesamt bekannte Spezialisten auf dem Gebiet des Ultraschalls wurden, intensiv mit den diagnostischen Möglichkeiten dieser Technik für das neurologische Fachgebiet. Die Unterstützung des dort tätigen Ingenieurs Herrn Dipl. Ing. Kapp (► Abb. 1.1) und der hergestellte Kontakt mit Herrn Dipl. Ing. Kretz von der Fa. Kretztechnik in Zipf in Österreich (► Abb. 1.2 und ► Abb. 1.3) und Herrn Dipl. Ing. Sanner von der Fa. ATMOS in Lenzkirch (► Abb. 1.4) bestätigten mich darin, den eingeschlagenen Weg fortzuführen und Mitte der 1970er-Jahre die ersten Vorträge und Publikationen zu veröffentlichen. Im Jahre 1992 führte ich erstmals beim amerikanischen Academy Meeting zusammen mit meinen Kollegen Amedee (New Orleans) und Gluckman (Cincinnati) den ersten Ultraschallkurs für Hals-Nasen-Ohren-Ärzte in den Vereinigten Staaten durch, der ähnlich bescheidene Resonanz wie der erste Vortrag auf dem DEGUM-Treffen in Davos 1979 fand. Aufgrund der mangelnden Resonanz wurde dieser Kurs in den Folgejahren nicht mehr angeboten. Die ersten Publi-

kationen zusammen mit diesen Autoren in einer Fachzeitschrift in den USA erfolgten in den Jahren 1992–1994 [20] [22] [25] [54] [55], und es waren Protagonisten unseres Fachgebiets, wie Soffermann und Orloff, die sich nach Besuchen in Hongkong, Regensburg und Mainz in den USA für die Verbreitung dieser Methode in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde einsetzten. Sie zählen heute zu den

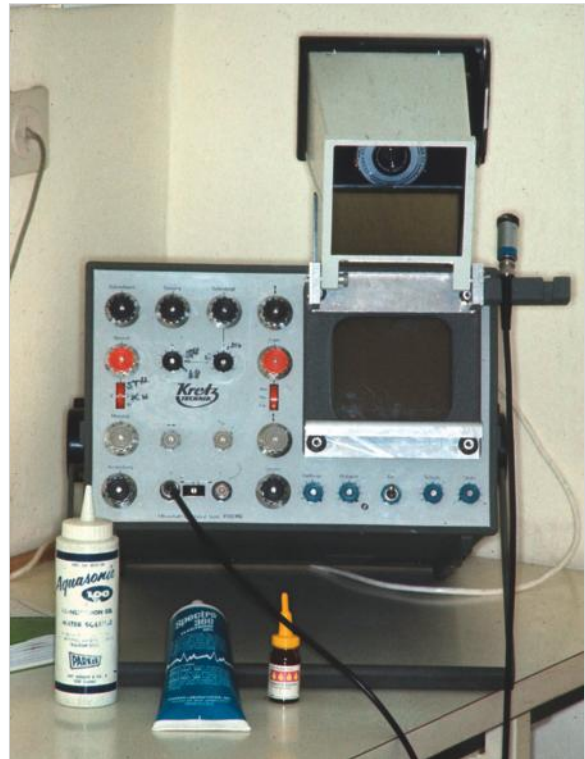


Abb. 1.2 A-Mode-Sonografiegerät zur Untersuchung der Nasennebenhöhlen im Jahre 1974. Verwendet wurden ein 5-MHz-Schallkopf und ein Gerät der Fa. Kretztechnik (Zipf, Österreich).

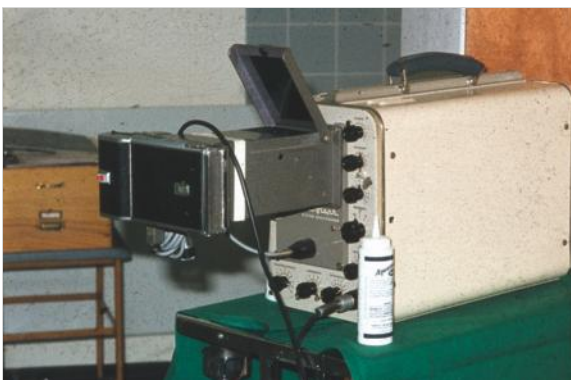


Abb. 1.1 Echograf aus dem Jahre 1973. Echograf der Fa. Kranzbühler (Solingen) zu ersten Versuchen der Nasennebenhöhlendiagnostik mit 3,5-MHz-Schallkopf im A-Mode-Bild. (Foto: mit freundlicher Genehmigung von Dipl.-Ing. Kapp)



Abb. 1.3 B-Mode-Sonografie im Jahre 1975. Erste Versuche des Compound-Scanning mittels B-Mode-Gerät der Fa. Kretztechnik (Zipf, Österreich) mit einem 5-MHz-Schallkopf. (Foto: Fr. Strecker, damalige Fotografin der HNO-Klinik der Universität Mainz)





Abb. 1.4 Spezielles A-Mode-Sonografiergerät zur Untersuchung der Nasennebenhöhlen im Jahre 1975. Verwendet wurden ein Gerät der Fa. ATMOS (Lenzkirch) und 5-MHz-Schallköpfe.

ausgewiesenen Experten auf diesem Gebiet. Prof. Orloff führt seit Jahren zusammen mit Prof. Welkoborsky Ultraschallkurse durch, u. a. bei den jährlichen Kongressen der amerikanischen Academy, und veröffentlichte zusammen mit europäischen Kollegen, u. a. Jecker, Welkoborsky und Van Den Brekel, 2008 die erste US-amerikanische Monografie mit dem Titel „Head and Neck Ultrasonography“ [59]. Auf diese Weise schloss sich ein Kreis, der in Toledo (Ohio) begann und in San Francisco endet, wo Prof. Orloff zurzeit lehrt. Diese anekdotische und persönliche Geschichte der Ultraschalldiagnostik im Kopf-Hals-Bereich tritt aber vor der breiten Entwicklung des Ultraschalls in der Medizin und im Besonderen im Kopf-Hals-Bereich in den Hintergrund [18].

Basierend auf dem piezoelektrischen Effekt, entdeckt durch die Brüder Curie (zitiert in [62]) waren es in der medizinischen Anwendung von Ultraschall zunächst Gohr und Wedekind, die 1940 die ersten Versuche einer Größen- und Formbestimmung innerer Organe mit dem Echoverfahren unternahmen [23]. Kurz darauf wurden von Dussik erstmals diagnostische Untersuchungen mit dem Durchschallverfahren unternommen [13]. Während dieses Verfahren 1952 wieder verlassen wurde, waren es vorwiegend neurologische Fragestellungen zur Diagnostik intrakranieller Befunde, die in den Jahren 1950–1965 Ultraschallapplikationen beschrieben [35] [43] [72]. Erstmals 1947 berichtete Keidel [36] über die Anwendung von Ultraschall zur Diagnostik von Nasennebenhöhlen-erkrankungen, ein möglicher Anwendungsbereich, der dann bis in die 1960er-Jahre wieder vergessen wurde. Gilbricht und Heidelberg nahmen dieses Verfahren zur Nasennebenhöhlendiagnostik im Jahre 1968 [21], Kitamura und Kaneko in den Jahren 1965 und 1969 [39] [40] wieder auf, bis 1975 eine Reihe von eigenen Publikationen zu diesem Thema folgte [46] [47] [52].

Entscheidende Impulse erfuhr die Ultraschalldiagnostik in der medizinischen Anwendung durch die Entwicklung in der Gynäkologie und hier vor allem in der Perina-

tologie [28] [42] [72], in der Ophthalmologie zwischen 1956 und 1991 [4] [58] [60] sowie in der Kardiologie und Onkologie zwischen 1955 und 1963 [3] [15] [16] [38]. Es waren Holms und Howry, die 1963 erstmals ein Compoundscan-Verfahren beschrieben, das an in einem Wasserbad platzierten Patienten durchgeführt wurde [29], und Donald, der 1963 erstmals das sog. Contactscanning prüfte [10]. Bereits vorher hatten Howry und Bliss 1952 über die Untersuchung abdominalen Befunde berichtet [30]. Im Jahre 1972 beschrieben die Australier Kossoff und Garrett (zitiert in [42]) das sog. Graubildverfahren, das eine Gewebedifferenzierung erlaubte [8]. Die Anwendung des Ultraschalls begann sich in den 70er- und 80er-Jahren des letzten Jahrhunderts von den Organen der großen Körperhöhlen hin zu den Halsweichteilen zu entwickeln, inklusive der Zahnheilkunde [1] [5] [6] [7] [8] [24] [37] [45] [47] [64] [67]. Es folgten die ersten Monografien über Ultraschall im Kopf-Hals-Bereich [27] [50].

Fortschritte in der Gerätetechnik sowie die Entwicklung neuer Substanzen und Untersuchungsmethoden hielten, wie in der Gesamtmedizin, auch in der Ultraschalldiagnostik der Kopf-Hals-Region Einzug [12] [14] [33] [34] [55] [57] [61] [65] [66] [69] [70]. Für mehr und mehr klinisch relevante, bislang nur unsicher oder schwer zu diagnostizierende Entitäten wurde die Möglichkeit des Einsatzes der Ultraschalldiagnostik unterstützt, und die Zahl der international publizierten Artikel wurde fast unübersehbar. Eine Übersicht hierzu ist in den Beiträgen von Jecker und Welkoborsky in der Monografie von Orloff zu finden [59].

Neben den rein diagnostischen ultrasonografischen Verfahren hat sich die Ultraschalldiagnostik im Laufe der Jahre auch zu einem chirurgischen Hilfsmittel in der Kopf-Hals-Chirurgie weiterentwickelt. Ausgehend von ultraschallgesteuerten Punktionen abdominalen Organe und der Schilddrüse hat sich die ultraschallgesteuerte Feinnadelbiopsie in der Diagnostik und Nachsorge von Kopf-Hals-Tumoren bewährt [2] [41]. Darüber hinaus bewährte sich die sterile, intraoperative ultrasonografische Lokalisation nicht palpabler Läsionen im Operationssitus, und sie hilft, minimal-invasive chirurgische Techniken im Kopf-Hals-Bereich zu unterstützen [68]. Fast 70 Jahre Ultraschalldiagnostik im Kopf-Hals-Bereich, beginnend mit der Untersuchung von Keidel im Jahre 1947 [36] bis zum heutigen Tag, haben eine rasante Entwicklung nachvollzogen, die in der Gesamtmedizin zu beobachten war und die aus der heutigen akademischen und klinischen Medizin nicht mehr wegzudenken ist.

## Literatur

- [1] Abramson DH, Abramson AL, Coleman DJ. Ultrasonics in Otolaryngology. Arch Otolaryngol 1972; 96: 146–148
- [2] Baatenburg de Jong RJ, Rongen RJ, DeLong PC et al. Screening for lymph nodes in the neck with ultrasound. Clin Otolaryngol 1988; 13: 5–9
- [3] Bannaski H, Fischer KH. Neue diagnostische Möglichkeiten des Ultraschall-Impulsechoverfahrens. Med Klein 1958; 53: 51–57