

Hochauflösende Sonographie der Haut

8.1 Einleitung

Die Ultraschalldiagnostik von Haut, Subkutis und Lymphknoten ist in der Dermatologie eine junge diagnostische Methode. Sie wurde 1995 in die Weiterbildungsordnung aufgenommen. In der Ultraschallvereinbarung ist für die Untersuchung der Haut ein hochauflösendes 20-MHz-Ultraschallgerät und für die Sonographie der Subkutis und der Lymphknoten 7,5- bis 10-MHz-Sonden vorgegeben.

Letztere finden weit verbreiteten Einsatz in der Onkologie, hier speziell für die Primärdiagnostik und Nachsorge bei Patienten mit malignem Melanom. Weitere Indikationen sind unklare Weichteiltumoren und in Kombination mit der Farbduplexsonographie die Beurteilung von vaskulären Fehl- und Neubildungen sowie Fragestellungen der Andrologie und Angiologie.

Zur definitiven Beurteilung von Fehl- und Neubildungen der Haut ist nach der klinischen Inspektion und Palpation die histologische Untersuchung einer Hautbiopsie oft unverzichtbar.

Als nichtinvasives, schnittbildgebendes Verfahren liefert die hochauflösende Sonographie mit 20 MHz wesentliche Informationen zur Struktur der Dermis und Subkutis vor einem operativen Eingriff (Tumordickenmessung) und eignet sich zur Verlaufsbeurteilung bei Erkrankungen des kollagenen Bindegewebes der Haut.

Die Entwicklung begann 1979 um Alexander u. Miller mit Untersuchungen zur Hautdickenmessung im gepulsten Ultraschall (A-Bild). Grundlegende Arbeiten zur B-Bild-Sonographie der Haut mit den ersten 20-MHz-Prototypen folgten in den nächsten 10 Jahren in England, Frankreich, Dänemark, Deutschland und Japan. Zwei kommerziell produzierte 20-MHz-Geräte konnten sich im klinischen Einsatz etablieren: Das Gerät Dermascan C (Cortex Technology, Hadsund, Dänemark) und der DUB 20 (Taberna pro medicum, Lüneburg, Deutschland). Beide Geräte arbeiten nach dem Prinzip eines mechanischen Scanners, in dem eine Stiftsonde motorgetrieben in einer Wasservorlaufstrecke über die zu untersuchende

Hautregion hin und her bewegt wird. Das zweidimensionale B-Bild (Brightness-Mode) wird computer-gestützt aus den Signalamplituden der einzelnen Ultraschalllinien beim Abfahren der Untersuchungsregion aufgebaut (Abb. 148 a). Zur besseren Diskriminierung werden die Grauwerte des B-Bildes mit einer Falschfarbenskala emuliert.

Horizontale Schnitte einer interessierenden Region werden als C-Bild rechnergestützt erstellt. Optional sind 3-D-Rekonstruktion und weitere Sonden mit 30 und 50 MHz erhältlich.

Die Arbeitsgruppe um Hoffmann u. El Gammal in Bochum entwickelte in den letzten Jahren noch höher auflösende Ultraschallgeräte mit 100 und 150 MHz. Sie ermöglichen erstmals die Differenzierung verschiedener Schichten der Epidermis im Schnittbild. Der klinische Nutzen dieser Laborprototypen wird derzeit evaluiert.

8.2 Ultraschallanatomie der Haut in der 20-MHz-Sonographie

Bei einer axialen Auflösung von etwa 80 μm und einer lateralen Auflösung von 200 μm können Strukturen der Haut und Subkutis bis zu einer Tiefe von maximal 1 cm dargestellt werden.

Die gesunde Haut zeigt ein echoreiches Eingangsecho, das durch die hohe Impedanzdifferenz zwischen der Wasservorlaufstrecke und der Epidermis entsteht. Die Breite des Eintrittsechos korreliert nicht mit der Dicke der Epidermis. Strukturelle Prozesse in der Epidermis können nicht differenziert werden.

Das Korium kommt als echoreiches Band, in der Dicke abhängig von der Körperregion, zur Darstellung. Die Echogenität ist durch die Struktur, die Dichte, die räumliche Anordnung und Spannung des kollagenen Bindegewebes bedingt. Druck und Zug während einer Untersuchung verändern die Echogenität eindrucksvoll.

Das subkutane Fettgewebe ist durch Echoarmut bis Echoleere gekennzeichnet. Bindegewebessepten verlaufen in der echoarmen Subkutis parallel bis schräg zum Korium als reflexgebende Strukturen. Die Mus-

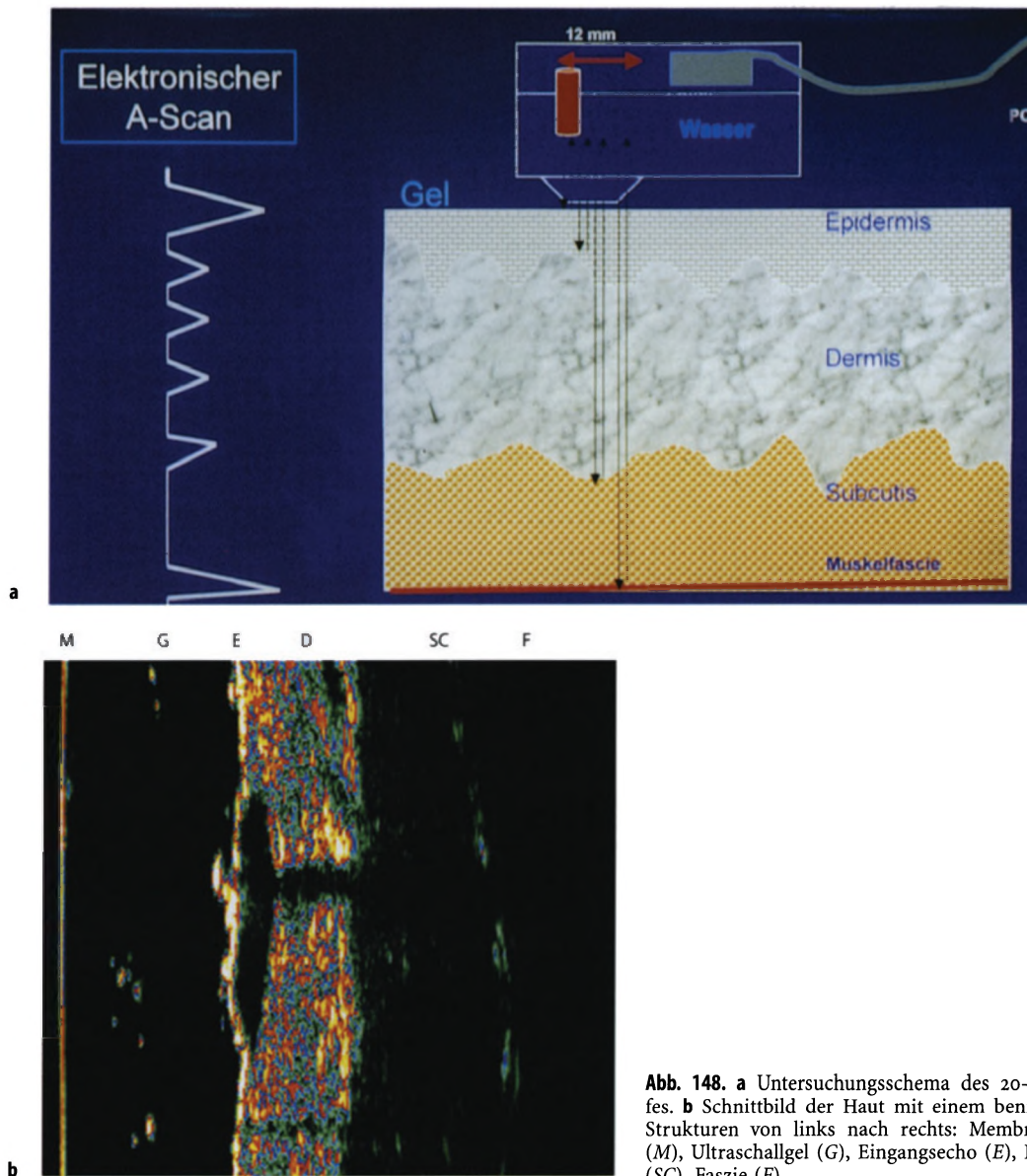


Abb. 148. a Untersuchungsschema des 20-MHz-Ultraschallkopfes. b Schnittbild der Haut mit einem benignen Pigmentnävus. Strukturen von links nach rechts: Membran des Schallkopfes (M), Ultraschallgel (G), Eingangsecho (E), Dermis (D), Subkutis (SC), Faszie (F)

kelfaszien imponieren sonographisch als echoreiche lineare Schichten. Sie sind aufgrund der begrenzten Eindringtiefe des Schalls nicht immer darstellbar (Abb. 148 b).

Die Adnexen der Haut wie Haarfollikel und Talgdrüsen erscheinen im sonographischen Bild als echolose, scharf begrenzte Strukturen, die in einem Winkel von $30\text{--}50^\circ$ vom Eingangsecho durch das Korium bis zur Subkutis ziehen.

Multiple Faktoren wie körperliche Ruhe, Lagewechsel, Temperatur, Tageszeit und hormonelle Einflüsse (Menstruationszyklus) beeinflussen die Dickenmessung der Haut, vorwiegend durch Variation des Flüssigkeitsgehaltes im Interstitium. Deshalb sollten vergleichende Untersuchungen zum Verlauf stets unter identischen Bedingungen stattfinden.

8.3 Untersuchung

Für eine optimale Bildqualität des Sonogramms wird die schallkopfintegrierte Vorlaufstrecke mit destilliertem Wasser gefüllt. Heute sind die kommerziellen Geräte mit einer austauschbaren μm -dünnen Membran verschlossen, was den Patientenkomfort wesentlich verbessert und die Bildqualität durch Dämpfung des Schalls an der Membran nur minimal beeinträchtigt.

Die Untersuchung der Patienten erfolgt in der Regel in liegender Position. Dabei sollte der Schallkopf ohne Druck im Ultraschallgel auf der Haut schwebend balanciert werden, um Artefakte durch Scherkräfte am kollagenen Fasernetz zu vermeiden.

Das Untersuchungsfenster der 20-MHz-Sonde ist 12 mm schmal. Größere Tumoren können nur segmentiert in mehrere Bilder dargestellt werden. Alle sonographischen Befunde werden in 2 zueinander senkrecht stehenden Schnittebenen dokumentiert. Bei pathologischen Befunden ist der Vergleich zur kontralateralen, gesunden Seite aufschlussreich.

Die Befundung erfolgt nach Vermessung der dargestellten Strukturen und beschreibt die wesentlichen Kriterien (s. Abb. 148 b):

- Lokalisation,
- Schnittebene,
- Eingangsecho (E),
- Echogenität des Koriums (K), der Subkutis (SC) und ggf. der Muskelfaszie (F),
- Tumorform, laterale und dorsale Abgrenzbarkeit,
- Vorhandensein und Verteilung von Binnenechos,
- Vorhandensein und Ausprägung von diagnostisch wichtigen Bildartefakten wie Schallschatten oder Schallverstärkung.

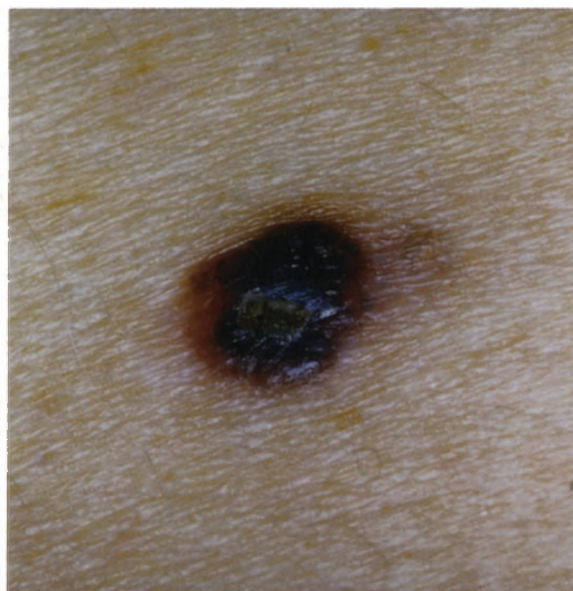
Die Dokumentation des sonographischen Befundes erfolgt mittels Farbausdruck. Die Datenspeicherung im Computer ermöglicht die digitale Verarbeitung der Befunde.

8.4 Tumoren im Ultraschallbild

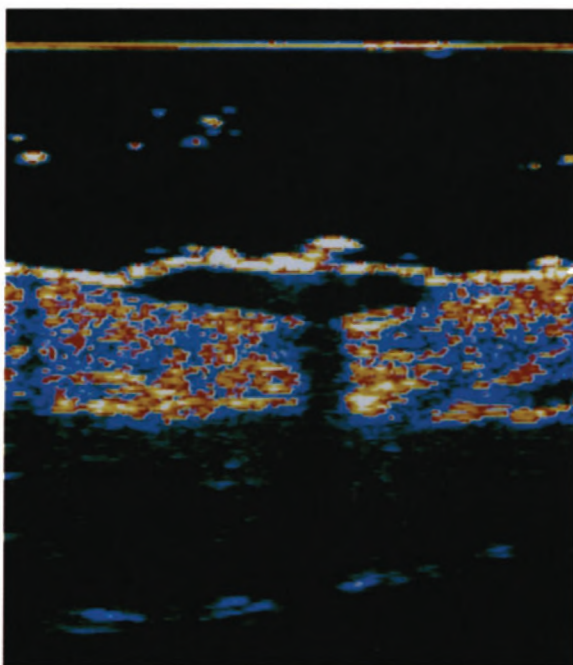
Die meisten benignen und malignen Tumoren der Haut stellen sich im 20-MHz-Ultraschallbild innerhalb des echoreichen Koriums spindelförmig bis oval, selten kreisförmig, und meist als echoarme bis echoleere Raumforderung dar. Das Eingangsecho ist inhomogen. Die meisten Tumoren sind seitlich und zur Tiefe abgrenzbar (Abb. 149–151). Überschreitet ihre Dicke die Dermis-Subkutis-Grenze, ist eine Abgrenzung der Tumorbasis im umliegenden ebenfalls echoarmen Fettgewebe nicht möglich. Eine differentialdiagnostische Abgrenzung der Tumoren untereinander ist nach sonomorphologischen Kriterien *nicht* möglich.

Im Vergleich von sonometrischer und histometrischer Tumordicke ist bei den meisten Tumoren eine geringe Überschätzung in der Sonometrie vorhanden. Ursache ist das sonographisch nicht abgrenzbare, weil ebenfalls echoarme subtumorale Begleitinfiltrat aus entzündlichen Zellen. Eine seltener anzutreffende sonometrische Unterschätzung der Tumordicke kann durch nicht detektierbare dünne Tumorstränge begründet werden, deren Dicke unterhalb des Auflösungsvermögens des Schallkopfes liegt.

Nach einer aktuell publizierten Multizenterstudie zum malignen Melanom beträgt die Korrelation zwischen sonographischer und histologischer Tumordicke $r=0,97$; die nach klinischer Palpation geschätzte



a



b

Abb. 149. a Malignes Melanom der Rückenhaut, histometrische Tumordicke 0,85 mm. **b** 20-MHz-Bild des Melanoms: Echoarmer, spindelförmiger Tumor in der oberen Dermis. Im Bereich der aufliegenden zentralen Kruste ist das Eingangsecho unregelmäßig verbreitert. Die Kruste führt zur dorsalen Schallauslöschung. Sonometrische Tumordicke 0,88 mm

Tumordicke wurde mit einer schlechteren Korrelation $r=0,59$ zur Histologie evaluiert.

Die sekundären Ultraschallphänomene können diagnostische Hinweise bieten: Hyperkeratosen oder Hornperlen in Tumoren z.B. in einer Verruca seborea, einem Plattenepithelkarzinom oder Angiokeratom verursachen neben einem ausgeprägten Eintrittsecho oft einen partiellen oder totalen Schall-

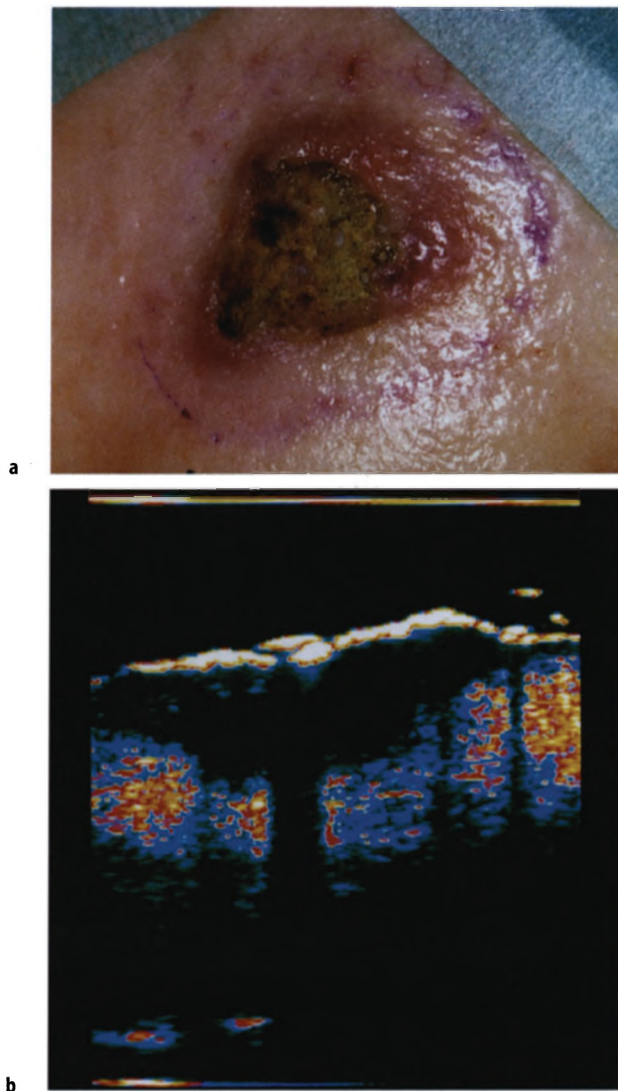


Abb. 150. a Plattenepithelkarzinom an der Stirn. b 20-MHz-Bild des Tumors: Echoarmer, wannenförmiger Tumor mit Ausdehnung in die untere Dermis. Im Bereich der aufliegenden zentralen Kruste ist das Eingangsecho unregelmäßig verbreitert. Die Kruste führt zur dorsalen Schallauslöschung. Die seitliche Begrenzung kann aufgrund der Tumorausdehnung und der aktinischen Elastose nicht sicher abgegrenzt werden

schatten. Im Gegensatz dazu können noduläre oder adenoid-zystisch differenzierte Basaliome eine sub-tumorale Schallverstärkung aufweisen.

In aktinisch geschädigter Haut der Kopf-Hals-Region ist die Ultraschallanatomie verändert. Die aktinische Elastose korreliert mit einem echoarmen Band unter dem Eingangsecho. Die Abgrenzung kutaner Tumoren in lateraler Ausdehnung wird erschwert. Eine Verbesserung kann durch manuelles Spannen der Haut erreicht werden: die Echogenität des kollagenen Fasernetzes in der Elastose steigt bei unveränderter Echogenität des Tumors, der somit besser abgrenzbar wird.

8.5 Entzündliche Dermatosen im Ultraschallbild

Die 20-MHz-Sonographie hat sich zur Hautdicken- und Hautdichtemessung vor Therapiebeginn und im Therapieverlauf bei entzündlichen Dermatosen bewährt. Der sonographische Befund der Sklerodermie zeigt im entzündlichen Stadium ein verbreitertes und echovermindertes Korium, während im sklerotischen Stadium der Sklerodermie ein sehr echoreiches und verbreitertes Korium zur Darstellung kommt. Bei Faszienbeteiligung erkennt man eine Zunahme der Faszienstärke. Ein verbreitertes, echoreiches Korium findet man ebenfalls bei kutanen Strahlenfibrosen und bei der chronischen Graft-versus-Host-Erkrankung.

Bei Ekzemen, Psoriasis vulgaris und Lichen ruber planus besteht ein echoarmes Band im oberen Korium als Korrelat der Infiltration mit entzündlichen Zellen. Die klinisch meist eindrucksvollere Besserung zeigt sich im Ultraschall als Verschmälerung bzw. Rückbildung des echoarmen Bandes. Die atrophogene Potenz topischer Glukokortikoide an der Haut kann im 20-MHz-Bild vergleichend dokumentiert werden.

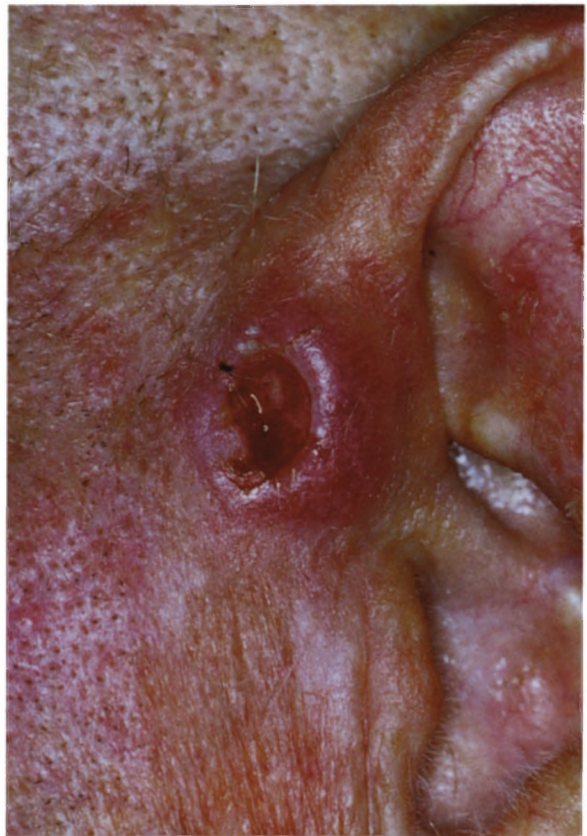
8.6 Klinischer Stellenwert und Grenzen der Methode

Die Hauptindikation der hochfrequenten Sonographie ist die Darstellung von Tumoren der Haut. Besonders beim malignen Melanom stellt die präoperative Sonometrie der vertikalen Tumordicke ein wichtiges Entscheidungskriterium für den zu wählenden Sicherheitsabstand bei der Exzision des Tumors dar (s. Abb. 149 a,b). Klinisch okkulte Satellitenmetastasen in der Dermis können dabei entdeckt werden.

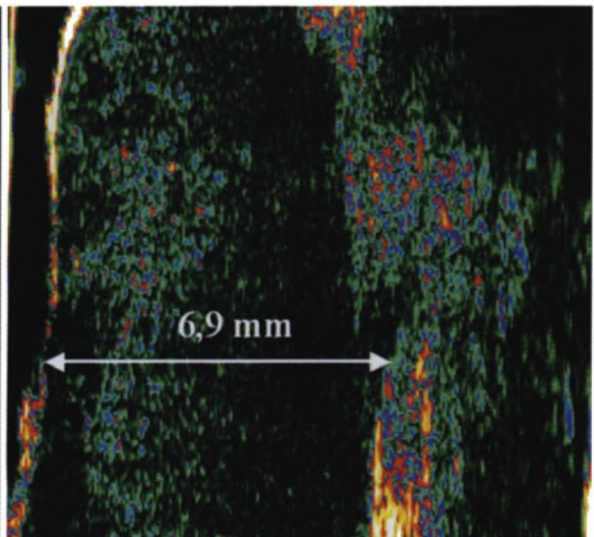
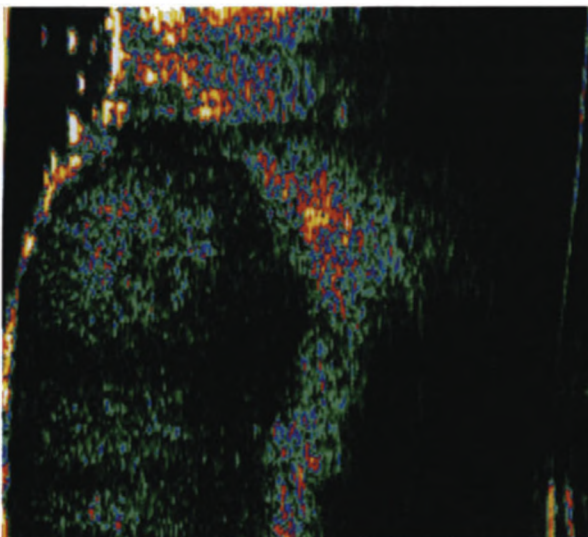
Die Invasionstiefe eines Basalioms oder Plattenepithelkarzinoms am Ohr oder an der Nase kann zuverlässig dargestellt werden. Eine nachweisbare Tumorausdehnung bis dicht an oder in den Knorpel verbessert die präoperative Planung unter Berücksichtigung ästhetischer Aspekte dieser Region (s. Abb. 151 a,b). Die leichte Überschätzung der Tumordickenmessung im Ultraschall aufgrund des subtumoralen entzündlichen Begleitinfiltrats wurde oben bereits erörtert.

Bei einem sklerodermiformen Basaliom ist der solide Tumoranteil gut abgrenzbar, wogegen filiforme Ausläufer aus wenigen Zellverbänden auch in der 50- und 100-MHz-Sonographie nicht entdeckt werden. Weiterhin können die meisten benignen Tumoren der Dermis, z.B. seborrhoische Keratosen, Histiocytozytome und dermale Naevi (s. Abb. 148 b), abgebildet werden. Der diagnostische Nutzen gegenüber der klinischen Untersuchung ist gering. Eine differentialdiagnostische Abgrenzung zwischen einem benignen Pigment-

Abb. 151. a Plattenepithelkarzinom am ventralen Helixrand.
b 20-MHz-Bild des Tumors: Echoarm begrenzter, walzenförmiger Tumor mit multiplen echogenen Binnenstrukturen und Ausdehnung in die untere Dermis. Es fand sich kein Hinweis auf Infiltration in den tiefer liegenden, echoarmen Knorpel der Helix. Die Größe des Tumors erfordert mehrere Bildsegmente in einer Reihe. Links Tumorrand, rechts Tumorzentrum



a



b

nävus und einem malignen Melanom ist sonomorphologisch nicht möglich.

Bei Säuglingen und Kleinkindern kann die sonographisch bestimmte Dicke von kutanen Hämangiomen in den sog. Problemlokalisationen (Auge, Nase, Genitale) eine wertvolle Information zur Therapieplanung sein. Bei klinischem Verdacht oder zum Ausschluss einer kutan-subkutanen Ausdehnung ist die Untersuchung mit 7,5- bis 15-MHz-Sonden sinnvoller,

da die Beurteilung der Vaskularisation in der farb-kodierten Duplexsonographie eine bessere Einschätzung der Therapieindikation erlaubt.

Bei entzündlichen Hauterkrankungen wie Kollagenosen, Strahlenfibrosen und Ekzemen liefert die 20-MHz-Sonographie die notwendigen Schnittbilder für Verlaufskontrollen mit Hautdicken- und Elastizitätsmessungen.