

Journal für

Klinische Endokrinologie und Stoffwechsel

Kardiovaskuläre Endokrinologie • Adipositas • Endokrine Onkologie • Andrologie • Schilddrüse • Neuroendokrinologie • Pädiatrische Endokrinologie • Diabetes • Mineralstoffwechsel & Knochen • Nebenniere • Gynäkologische Endokrinologie

Aktueller Stand der B-Bild-Schilddrüsenonographie

Nagele W, Nagele J

*Journal für Klinische Endokrinologie und Stoffwechsel - Austrian
Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism 2009; 2 (4), 7-14*



Homepage:

www.kup.at/klinendokrinologie

Online-Datenbank mit Autoren- und Stichwortsuche

Offizielles Organ der



Österreichischen Gesellschaft für
Endokrinologie und Stoffwechsel

Member of the



Indexed in EMBASE/Scopus

Austrian Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism
Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

Aktueller Stand der B-Bild-Schilddrüsenultrasonographie

W. Nagele, J. Nagele

Kurzfassung: Knapp die Hälfte der erwachsenen Population weist Schilddrüsenpathologien auf. Die häufigsten Befunde sind Strumaknoten, Immunthyreopathien und Autonomien. Die Sensitivität zur Dignitätsbeurteilung von fokalen Veränderungen bei Kombination von B-Bild- und Dopplerkriterien ist hoch, kann jedoch durch die Feinnadelbiopsie noch deutlich gesteigert werden. Die Sonographie macht besonderen Sinn, um bei Vorhandensein mehrerer Knoten herauszufiltern, welche Knoten durch die Feinnadelbiopsie weiter untersucht werden sollten. Zweifellos ist Ultraschall neben der Laboruntersuchung die Screeningmethode der Wahl, ebenso unangetastet bleibt der Stellenwert in der Nachsorge von morphologischen Veränderungen. Durch Verbesserung der Ultraschalltechnologie und stetigen Anstieg von evidenzbasierten Daten ist Ultraschall zunehmend in der Lage, den Einsatz von Szintigraphie, CT, PET-CT und MRT zu minimieren. Die Szintigraphie hat jedenfalls

bei fokalen Veränderungen < 10 mm keinen Stellenwert. Die Szintigraphie hat auch bei Veränderungen > 10 mm im Vergleich zu früher einen eingeschränkten Stellenwert, in manchen Fällen kann die Darstellung einer Mehrspeicherung bei fokalen Autonomien hilfreich sein. Neben der klassischen Sonographie werden künftig vermehrt neuere Techniken, wie Elastographie, Kontrastmitteleinsatz, Grauwertanalyse, B-Flow (bzw. E-Flow), 3D-Sonographie und möglicherweise auch die räumliche Verbundsonographie zum Einsatz gebracht werden.

Abstract: B-Mode Sonography of the Thyroid Gland. Almost half of the adult population has thyroid disorders. Most common findings are thyroid nodules, autoimmune disorders, and autonomous thyroid diseases. The combination of B-mode and Doppler mode sonographies provides high sensitivity (evaluation of the dignity) in the diagnosis of focal thyroid disorders. Sen-

sitivity can be raised by using fine needle aspiration. If there are more thyroid focal lesions, ultrasound is able to distinguish between suspect and insuspect lesions to select the right nodule for fine needle aspiration. Certainly, ultrasound and laboratory tests are the first line examinations of the thyroid gland. Sonography is also the main method in the aftercare of focal thyroid lesions. Technical progress and the increase of evidence-based sonographic publications are able to reduce the use of scintigraphy, PET-CT, and MRT. Scintigraphy is not useful in cases of thyroid focal lesions < 10 mm. Since ultrasound has become a routine examination, even bigger thyroid nodules do not require scintigraphy at any rate. New techniques like elastography, contrast-enhanced sonography, grey scale analysis, b-flow (e-flow), three-dimensional sonography, and, possibly, compound spatial sonography will attain more diagnostic importance. **J Klin Endokrinol Stoffw 2009; 2 (4): 7–14.**

■ Einleitung

Die Anfänge der Ultraschallnutzung gehen auf militärische Entwicklungen zurück, physikalische Grundlage war die Entdeckung des piezoelektrischen Effektes durch die Gebrüder Curie. 1942 wurde Ultraschall erstmals diagnostisch vom österreichischen Neurologen Karl Dussik (1908–1968) zur Darstellung des Ventrikelsystems benutzt [1]. Seit damals hat sich der diagnostische Ultraschall aufgrund der Leistungssteigerung mikroelektronischer Elemente, Konstruktion von elektronischen Schallköpfen mit Arraytechnologie und verbesserten Softwarelösungen zu einem Standardwerkzeug in der Schilddrüsendiagnostik entwickelt. Moderne Schallköpfe arbeiten mit Frequenzen bis 17 MHz. Die Anwendung des diagnostischen Ultraschalls für die medizinische Bildgebung kann als ungefährlich eingestuft werden [2–6]. Kavitations- und Temperatureffekte wurden ausreichend studiert. Der Schilddrüsenultraschall dient der morphologischen Diagnostik bzw. dem Ausschluss von pathologisch-anatomischen Störungen, seit Einführung der Dopplertechnik auch der Funktionsdiagnostik der Schilddrüse.

■ Ultraschallanatomie (Abb. 1, 2)

Befunderhebung

Je spezifischer die Fragestellung, desto mehr Detailinformation ist aus dem Ultraschallbild herauszulesen. Vor jeder Ultraschalluntersuchung ist eine eingehende Anamnese, Inspektion und Palpation unumgänglich. Falls sie von einem

Aus der Ordination Dr. Nagele, Reißeck

Korrespondenzadresse: Dr. med. Werner Nagele, A-9815 Reißeck, Unterkolbnitz 50; E-Mail: jmw.nagele@aon.at

Radiologen durchgeführt wird, sollten die relevanten Vorinformationen auf der Zuweisung vermerkt sein. Empirisch hat sich die Untersuchung im Liegen mit Nackenrolle als Goldstandard etabliert. Eine standardisierte Geräteeinstellung (B-Bild und Doppler) ist Grundvoraussetzung für die Konstanz von Erst- und Kontrollbefunden – besonders, wenn mehrere Untersucher am selben Gerät arbeiten (Tab. 1).

Echogenität

Die Echogenität fokaler Veränderungen wird mit der Echogenität des normalen Schilddrüsenparenchyms desselben Patienten, die Echogenität des Parenchyms mit folgenden Merkmalen verglichen: Die Halsmuskulatur definiert die echoarme Schilddrüse, Bindegewebe oder die Submandibularisdrüse echonormales Schilddrüsenparenchym. Naturgemäß besteht in der Beurteilung eine ausgesprochen hohe Intra- und Interobservervariabilität, objektive Messmethoden (Histogramm – Grauwertanalyse) haben sich im Routineeinsatz nicht durchgesetzt, wären jedoch sehr effizient [7]. Die Echogenitätsbeurteilung ist für die Evaluierung des Outcomes nach Radiojodtherapie eine hilfreiche Methode [8–12]. Hinreichend gesichert ist die Assoziation von Echoarmut mit dem Auftreten von Immunthyreopathien [13, 14]. Die Sensitivität der echoarmen Schilddrüse für Immunthyreopathie ist höher als die der Serum-Antikörper [7, 15, 16]. Sogar das Ausmaß der Autoimmunerkrankung der Schilddrüse kann durch den Grad der Hypoechogenität erfasst werden [17].

Volumen

Bei den meisten Geräten existiert ein Algorithmus, um das Schilddrüsenvolumen durch Eingabe von Länge x Breite x Tiefe je Lappen berechnen zu lassen (nach Grundlage des Rotationsellipsoids). Die Volumina beider Lappen werden ad-

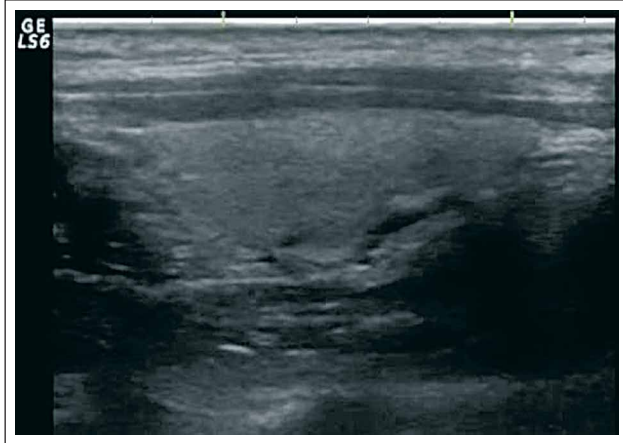


Abbildung 1: Ultraschallanatomie im Längsschnitt

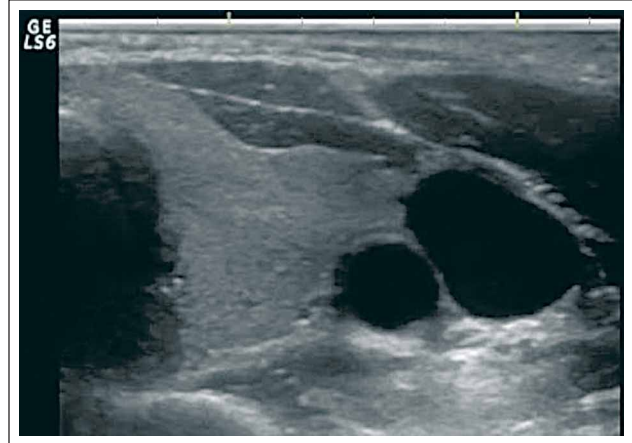


Abbildung 2: Ultraschallanatomie im Querschnitt

Tabelle 1: Diese Details sollten in einem Ultraschallbefund Erwähnung finden

- Organkontur
- Größe (Volumenangabe)
- Gewebetextur (homogen, inhomogen, echoreich, echnormal, echoarm)
- Durchblutungsintensität des Parenchyms (Farbdopplermodus)
- Blutfluss (Fließgeschwindigkeit) der A. thyroidea superior und inferior
- Beschreibung von intrathyreoidalen Pathologien (zumindest in 2 Ebenen)
- Lokalisationsangaben (kraniales, mittleres und kaudales Drittel, medial/lateral, ventral/dorsal)
- Topographische Beziehung zu großen Gefäßen, Trachea, Ösophagus
- Mögliche extrathyreoidale Pathologien (Lymphknoten, Zysten, Epithelkörperchen)

diert. Fehlt der Algorithmus im Gerät, reicht die Näherungsformel: Länge × Breite × Tiefe × 0,5. Erhöhte Intra- und Interobservervariabilität sind nicht verwunderlich, da schon kleine Messfehler mit der 3. Potenz hochgerechnet werden und die Schilddrüsenlappen nie die ideale Form des Rotationselipsoids besitzen [18, 19]. 3D-Volumetrie reduziert die Messungenauigkeit, steht jedoch selten zur Verfügung und erfordert einen höheren Zeitaufwand [20]. In Jodmangelgebieten gilt als obere Normgrenze für das Schilddrüsenvolumen: 25 ml beim Mann, 18 ml bei der Frau (Tab. 2) [21–23]. Zum Grenzwert, ab dem man von einer Verkleinerung des Schilddrüsenvolumens spricht, gibt es in der Literatur widersprüchliche Aussagen. Folgende Schätzwerte sind nicht validiert, jedoch für die tägliche Praxis durchaus brauchbar: Mann > 12 ml, Frau > 10 ml.

Durchblutung

Der Blutfluss in den zuführenden Schilddrüsenarterien kann mit guten Geräten problemlos als „peak systolic velocity“ (PSV, systolische Spitzengeschwindigkeit) gemessen werden und beträgt beim gesunden Organ 20–40 cm/s. Erhöhte Geschwindigkeiten sind klassisch beim Mb. Basedow. Die Messung erfolgt mit einem möglichst kleinen Messfenster im PW-Doppler. Für den Ungeübten macht das Auffinden der zuführenden Arterien Probleme: Die A. thyroidea superior findet man im Parasagittalschnitt unmittelbar nach dem Abgang aus der A. carotis externa direkt am oberen Schilddrüsenpol, sie

Tabelle 2: Größennormwerte der WHO. Aus [22].

Männer	< 25 ml
Frauen	< 18 ml
6–10-Jährige	< 8 ml
11–14-Jährige	< 10 ml
15–18-Jährige	< 15 ml

verläuft dorsal der vorderen Kapsel nach kaudal. Die A. thyroidea inferior entspringt aus dem Truncus thyroecervicalis und wird ideal im Transversalschnitt dargestellt: Dorsal von der A. carotis communis befindet sich ein quer verlaufendes Gefäß, welches von lateral nach medial in Richtung unterer Pol des jeweiligen Schilddrüsenlappens zieht (Abb. 3, 4). Neben Color Flow, PW-Doppler und Power-Doppler kommen neuerdings auch B-Flow bzw. E-Flow zum Einsatz. Mit dieser Technik kann Blutfluss farbig dargestellt werden, ohne dass dabei die Dopplertechnik zum Einsatz kommt. Die aufeinanderfolgenden B-Bilder werden mittels Software verglichen, Ortsveränderungen von Reflektoren (Blutkörperchen) können dargestellt werden. Technisch könnte das Verfahren mit der Subtraktionsangiographie verglichen werden, da Echosignale voneinander subtrahiert werden. Der Vorteil der Methode liegt in der sehr guten Darstellbarkeit von Blutflüssen in Gefäßen bei gleichzeitig hoher B-Bildauflösung von Gefäßwänden und der fehlenden Winkelabhängigkeit. Nachteilig wirken sich Artefakte bei starker Pulsation arteriosklerotisch veränderter Gefäße und die reduzierte Gewebeeindringtiefe aus. Das seit 2008 bekannte „B-flow twinkling sign“ könnte die speziellen Durchblutungsverhältnisse im papillären Schilddrüsenkarzinom mit Mikroverkalkungen noch besser hervorheben [24]. Dabei handelt es sich um rasch aufblitzende B-Flow-Spots in der unmittelbaren Umgebung von Mikrokalk (letzterer hat bekanntlich die höchste sonographische Sensitivität in der Erkennung von Schilddrüsenkarzinomen).

Kontrastmittelsonographie

Ultraschallkontrastmittel sind je nach Firma unterschiedlich zusammengesetzt. Im Prinzip bestehen sie aus Gasparkeln, die durch eine Hülle oder ein Trägermaterial stabilisiert werden. Die Gaspartikel führen zu einem höheren Anteil an gestreuten und reflektierten Ultraschallimpulsen, besonders in Gefäßen mit niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten. Bis

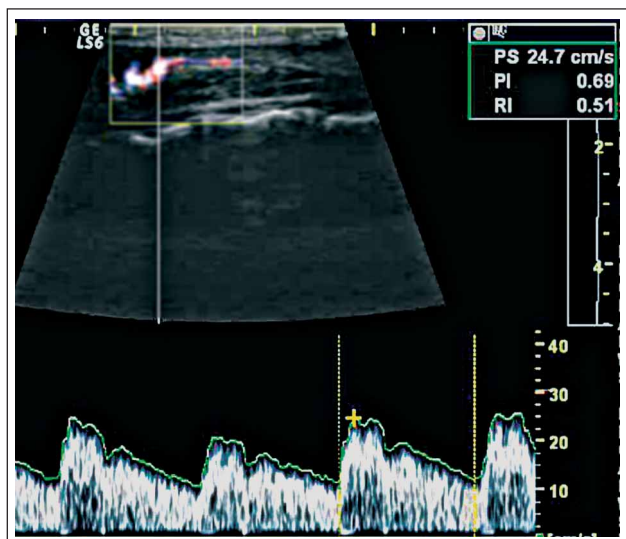


Abbildung 3: A. thyreoidea superior im PW-Doppler

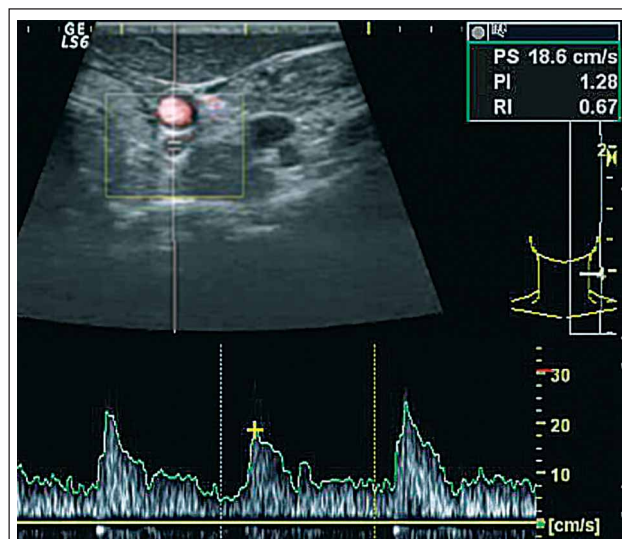


Abbildung 4: A. thyreoidea inferior im PW-Doppler

jetzt gibt es nur wenige Arbeiten, welche über den Einsatz von Kontrastmitteln bei der Sonographie von Schilddrüsenknoten berichten [25–29]. Eine diagnostisch verwertbare Signifikanz der Ergebnisse fehlt bis dato. Im Gegensatz dazu könnte die kontrastmittelgestützte Sonographie von Epithelkörperchenadenomen, welche im Farbdoppler keinen typischen ausgeprägten Flow zeigen, eine wertvolle Ergänzung sein [27]. Einschränkungen dieser Methode liegen im hohen Preis des Kontrastmittels und in der verlängerten Untersuchungszeit. Weitere Studien müssen abgewartet werden, um den Stellenwert der Kontrastmittelsonographie einschätzen zu können.

Räumliche Verbundsonographie

Bei dieser neuen Methode werden gleichzeitig mehrere Sonogramme aus verschiedenen Blickwinkeln in Echtzeit angefertigt. Der Vorteil der Methode besteht in geringeren Bildartefakten und einer verbesserten Rauschunterdrückung. Die Methode steckt noch in den Kinderschuhen, zukünftige evidenzbasierte Daten müssen abgewartet werden [30, 31].

Elastographie

Elastographie ist eine neue Form der Gewebedichtemessung. Wenige Arbeiten sind auf diesem Gebiet veröffentlicht worden, Vorteile der Methode sind im direkten Vergleich mit der konventionellen B-Bild-Technik in der Malignomdiagnostik von Schilddrüsenknoten berichtet worden [32–35]. Dabei zeigten benigne Knoten durchwegs geringe und maligne Knoten bevorzugt höhergradige Gewebehärte. Der große Vorteil dieser Methode liegt in der raschen Untersuchungszeit, leider steht die Methode in der Routine kaum zur Verfügung.

Struma diffusa

Die Struma (Struma diffusa, endemischer Kropf) ist in erster Linie jodmangelbedingt und definiert als Vergrößerung des Volumens über den Normalbereich (oberer Volumengrenzwert bei Frauen: 18 ml, bei Männern: 25 ml). Die Referenzdaten wurden aus Gebieten mit ausreichender Jodversorgung gewonnen. Dabei wurde der Mittelwert berechnet (± 3 -fache Standardabweichung). Das Schilddrüsengewebe ist von homogener echonormaler Textur. Die Kapsel ist zart, die Topographie zu den benachbarten Halsstrukturen gestört. Je nach

symmetrischem oder asymmetrischem Befund liegt die Trachea median oder lateralisiert, häufig wird der Ösophagus nach links lateral verdrängt und komprimiert. Typisch ist eine obere venöse Einflusstauung, häufig mit einem Stasephänomen verbunden (verlangsamter Blutfluss mit Flüssigkeitsschlieren) [36]. Wichtig ist der Schallkopfschwenk nach kaudal, um retrosternale Strumaanteile beurteilen zu können. Seit der gesetzlichen Jodsalzprophylaxe in Österreich (seit 1963 mit 10 mg/kg und seit 1990 mit 20 mg/kg Speisesalz) [37–39] ist die Struma diffusa stark rückläufig. Differenzialdiagnose der diffus vergrößerten Schilddrüse: Mb. Basedow (in der Regel deutlich echoärmer), Hashimoto-Thyreoiditis mit Struma diffusa, sehr selten Amyloidose (echoreicher als der endemische Kropf).

■ Sonographie von Schilddrüsenknoten

Schilddrüsenautonomie

Die klassische Einteilung der Autonomien erfolgt in disseminiert, unifokal oder multifokal. Es scheint, dass die disseminierten und fokalen Formen vollkommen unterschiedlichen Entitäten zugeordnet werden müssen. Ursächlich lassen sich in der Mehrzahl fokaler autonomer Schilddrüsenbezirke Mutationen des TSH-Rezeptors (Rezeptoraktivierung) nachweisen [40–43]. Zumindest ein Teil der disseminierten Formen konnte bislang durch Verwendung sensitiver Assays in die Gruppe der immunogenen Hyperthyreose (Mb. Basedow) eingeordnet werden [44–46]. Trotz der unterschiedlichen Entitäten möchten wir die klassische Einteilung in dieser Beschreibung weiterführen. Die disseminierte Form ist gekennzeichnet durch homogenes echonormales Parenchym. Die PSV in den oberen und unteren Schilddrüsenarterien ist häufig über der Norm liegend (> 40 cm/s), dies unterstreicht die mögliche immunogene Genese, Werte wie beim klassischen Mb. Basedow kommen jedoch nicht vor. Nicht selten ist die PSV nicht erhöht.

Fokale Autonomieknoten sind häufig echoarm, haben einen noch echoärmeren Randsaum (bedingt durch erhöhte Gefäßdichte), häufig bestehen Regressionszeichen wie Verkalkung oder Zystenbildung. Ohne Dopplersonographie gelingt die Unterscheidung zwischen Strumaknoten und Autonomieknoten

Tabelle 3: Wertigkeit der Ultraschallkriterien für die Beurteilung von Schilddrüsenknoten. Aus [61].

Merkmal	Sensitivität	Spezifität
Mikrokalk	26–59 %	85–95 %
Fehlen des Halos	17–77 %	38–85 %
Unregelmäßiger Rand	bis 55 %	bis 79 %
Echoarmut	26–87 %	43–94 %
Großer Tiefendurchmesser	bis 32 %	bis 92 %
Gesteigerter intranodaler Blutfluss	54–74 %	78–80 %

nicht. Wichtigstes Dopplerkriterium ist die erhöhte PSV (PW-Doppler im Randsaum) im Vergleich zum restlichen Parenchym [13, 47–51].

Strumaknoten

Die meisten Schilddrüsenknoten treten als Inzidentalome (zufällig entdeckte Knoten) auf. Gute Geräte erlauben die Erfassung kleinster Knötchen bis zu einem Millimeter. Die Prävalenz von Schilddrüsenknoten bei Adults liegt bei zumindest 30–50 % in Endemiegebieten, die Epidemiologie des Schilddrüsenkarzinoms in klinischen Studien beträgt < 5–10 % (Prävalenz: 5 Karzinome bei 100.000 Einwohnern) [52–54]. Die Prävalenz der Knoten steigt mit dem Alter.

Je geringer die Notwendigkeit der Szintigraphie, desto geringer sind Strahlenbelastung und Untersuchungskosten [55, 56]. Leider war es bislang nicht möglich, durch ein einzelnes B-Bild-Kriterium eine ausreichend hohe Sensitivität für das Auffinden eines Schilddrüsenkarzinoms zu erlangen. Das sig-

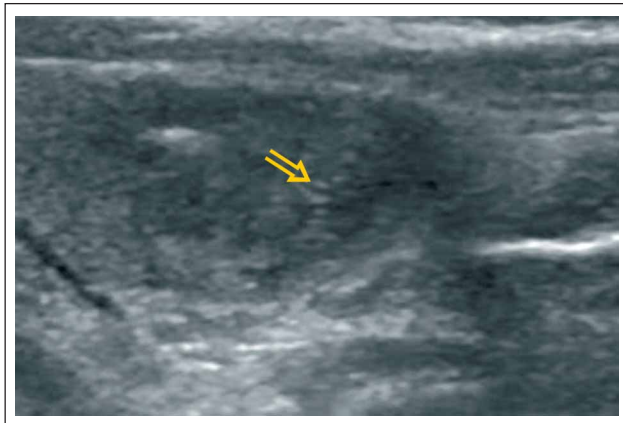


Abbildung 5: Mehrfach Mikrokalk in einem echonormalen Schilddrüsenknoten

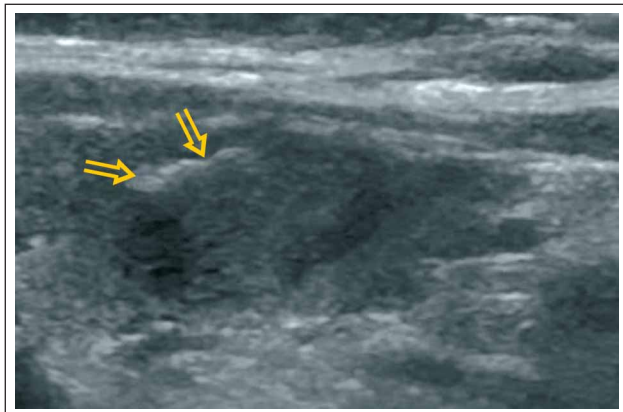


Abbildung 6: Schollige Verkalkung in einem echonormalen Schilddrüsenknoten

nifikanteste Einzelmerkmal eines malignen Knotens ist die Mikrokalzifizierung. Kein anderes B-Bild-Merkmal hat einen ähnlich hohen Karzinomvorhersagewert. Mehrere Studien belegen eine gesteigerte Sensitivität durch Kombination von mehreren verschiedenen B-Bild-Kriterien [57–60]. Diese Kriterien sind neben dem Mikrokalk die Echoarmut, ein irregulärer Rand oder Kapseldurchbruch, das Fehlen eines Halos und pathologischer Lymphknoten (Tab. 3).

Kalkeinlagerungen:

1. Mikrokalk wird histologisch durch Psammomkörper repräsentiert und kann in allen Entitäten von Schilddrüsenkarzinomen vorkommen (papillär, follikulär, anaplastisch). Sonographisch hat Mikrokalk keine dorsale Schallabschwächung und ist *per definitionem* < 2 mm. Mikrokalzifikation ist einer der sensitivsten Marker für ein papilläres Schilddrüsenkarzinom (Spezifität bis zu 95 %). Positiv ist hier die geringe Interobservervariabilität (Abb. 5).
2. Grobschollige Verkalkungen hingegen sind typisch für ein medulläres Karzinom [62] – typisch mit Schallschatten.
3. Ringförmige Verkalkung wird am häufigsten bei benignen multinodösen Strumen, sehr selten bei Malignomen gesehen.
4. Große plattenartige oder spikulaartige Verkalkungen können in gutartigen und bösartigen Knoten gleichermaßen auftreten (Abb. 6).

Der „Halo“ ist bedingt durch eine fibröse Pseudokapsel um den Knoten, durch komprimiertes Schilddrüsenparenchym oder durch inflammatorisches Gewebe (Abb. 7). Wenn der Halo die gesamte Zirkumferenz des Knotens umfasst, besteht eine 95 %-Sensitivität für die Gutartigkeit des Knotens [63]. Nichtsdestoweniger können bis zu einem Viertel aller papillären Schilddrüsenkarzinome einen partiellen oder vollständigen Halo aufweisen [60].

Die Malignomsensitivität eines unscharfen Knotenrandes beträgt > 90 %. Die Malignitätswahrscheinlichkeit steigt, wenn die Unschärfe > 50 % des gesamten Knotenumfanges ausmacht. 3D-Dünnschichtoberflächen-Rendering ist eine zusätzliche Option, anhand der Knotenoberfläche (gelappt, unregelmäßig) Karzinome zu detektieren [64].

Ist der Knoten mehr tief als breit, besteht eine 93 %-Sensitivität für ein Malignom [58], gutartige Knoten sind meist von geringerer Konsistenz und werden abgeflacht.

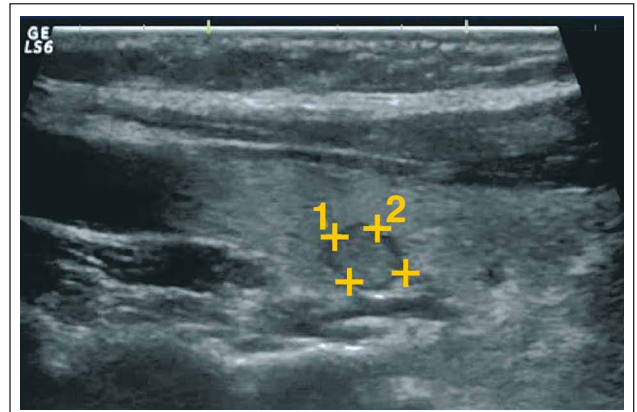


Abbildung 7: Knoten mit Halo

Ein echoarmer Knoten hat in Kombination mit der Solidität eine Sensitivität von 87 % für die Detektion eines malignen Knotens, die Spezifität ist leider jedoch < 27 % [61].

Als häufigster Fehler wird beim Vorhandensein mehrerer Knoten bei der Feinnadelpunktion automatisch der größte Knoten punktiert, was ja auch nicht ganz unlogisch erscheint. Die Knotengröße allein ist jedoch kein Risikofaktor für Karzinome [32, 65]. Knoten > 40 mm könnten eine leicht erhöhte Sensitivität für Karzinome haben, zumal auch die Rate an falsch negativen Punktionsergebnissen in großen Knoten höher ist [66].

Die althergebrachte Meinung „Je mehr Knoten in einer Schilddrüse, desto höher die Wahrscheinlichkeit für ein Karzinom“ ist falsch. Die Karzinomhäufigkeit in solitären Knoten bzw. in multinodösen Strumen dürfte sich kaum unterscheiden [67–70].

Knotenwachstum in einem angemessenen Beobachtungszeitraum ist ein verdächtiges Zeichen auf Malignität [71, 72]. Eine ca. 15–30%ige Größenzunahme in 5 Jahren ist akzeptabel, bei ausgeprägterem Wachstum sollte eine Feinnadelpunktion angestrebt werden [73, 74].

Halophänomen und Echogenität zeigten die geringste Sensitivität zur Unterscheidung zwischen gutartigen und bösartigen Knoten. Zystische Knotenveränderungen sind in der Regel ein Hinweis für Gutartigkeit, selten kann die Zystenbildung Folge eines malignen Zellzerfalls sein. Ein „kalzifizierter Knoten innerhalb einer Zyste“ hat eine sehr hohe Sensitivität für ein papilläres Schilddrüsenkarzinom [75].

Die Anzahl erkannter Mikrokarzinome (*per definitionem* < 10 mm) ist den vergangenen Jahren gestiegen [76, 77]. Die Gründe dafür dürften sein: (a) Häufig durchgeführte Routineultraschallsonographien, sodass die Anzahl an Zufallsbefunden stark gestiegen ist, (b) die sorgfältigere histologische Aufarbeitung der Präparate in mm-Schichten sowie (c) die erhöhte Punktionseffektivität der Untersucher. Da auch Mikrokarzinome einen aggressiven Verlauf nehmen können, sollte auch bei kleinen, sonographisch suspekten Knoten die Feinnadelpunktion erwogen werden [78–81].

Risikofaktoren für das Auftreten von Schilddrüsenkarzinomen sind: Bestrahlung im Kopf-Hals-Bereich (besonders bei Kindern), männliches Geschlecht, Alter < 20 und > 60 Jahre sowie eine positive Familienanamnese. Übereinkunft besteht dahingehend, dass suspekten Knoten vor ihrer chirurgischen Therapie feinnadelpunktiert werden sollten [61].

Nicht unerwähnt bleiben sollte der zunehmende Stellenwert der Dopplersonographie bei der Beurteilung von Strumaknoten, um Malignitätskriterien hervorzuheben [82–84]. Die meisten Daten gibt es für das papilläre Schilddrüsenkarzinom. Rein perinodale Durchblutung im Farbdoppler ist ein guter Prädiktor für Benignität. Verstärkter Blutfluss im Zentrum des Knotens hingegen erhöht die Malignitätswahrscheinlichkeit. Der Widerstandsindex (unabhängig vom Beschallungswinkel) scheint in malignen Knoten höher zu liegen als in benignen – möglicherweise bedingt durch höhere Stenosie-

rungen in neovaskularisiertem Gewebe. Die vorgeschlagenen Cut-off-Werte liegen zwischen 0,45 und 0,75. Durch die Bestimmung der „peak systolic velocity“ wurde ebenfalls versucht, Cut-off-Werte zu definieren – Grundtenor ist, dass maligne eine höhere PSV als gutartige Knoten haben. Zum Thema Dopplersonographie und Strumaknoten gibt es leider noch sehr viele widersprüchliche Studienergebnisse [85–88], sodass es momentan zu früh ist, von einem Durchbruch in der dopplersonographischen Diagnostik von Schilddrüsenknoten sprechen zu können.

Sonographie der Epithelkörperchen

Normal große Epithelkörperchen sind ca. $6 \times 4 \times 2$ mm und könnten mit modernen hochfrequenten Schallköpfen dargestellt werden, wenn sie nicht die gleiche Echogenität im Vergleich zum gesunden Schilddrüsenparenchym (aufgrund des geringen Fettgehalts) hätten. Pathologisch veränderte Epithelkörperchen (Hyperplasie, Adenome, selten Karzinome) können sonographisch deutlich besser dargestellt werden, da deren Fettgehalt größer ist – auch dann, wenn sie kaum größer sind als gesunde Epithelkörperchen. Schwierigkeiten in der Darstellung gibt es, wenn Adenome dorsal des Ösophagus, der Trachea oder retrosternal liegen. Bevorzugt im Transversalschnitt sichtbar, liegen sie im Bereich der hinteren Schilddrüsenkapsel. Epithelkörperchenadenome sind typischerweise echoarm (im Vergleich zum Schilddrüsenparenchym), homogen und längsoval, beim sekundären Hyperparathyreoidismus bei Niereninsuffizienz imponieren sie variabel: Oft kommen mehrere echoarme kugelige Anteile im selben Epithelkörperchen vor. Selten imponieren krankhafte Epithelkörperchen zystisch [89]. Typischerweise liegt eine hohe Durchblutungsintensität vor (höher als in nicht autonomen Schilddrüsenknoten), die mittels PW-Doppler gemessen wird. Auf der betroffenen Seite, wo Adenome lokalisiert sind, ist die „peak systolic velocity“ von A. thyroidea superior et inferior gegenüber der Normalseite erhöht [90–94]. Adenome < 15 mm zeigen oft keine erhöhte Durchblutungsintensität. Die kontrastmittelgestützte Sonographie hat in der jüngeren Vergangenheit einen größeren Stellenwert bekommen, viele Zentren verwenden diese Technik bereits zum Auffinden von Epithelkörperchenpathologien. Im niedergelassenen Bereich ist der Preis der Kontrastmittel noch die größte Hürde.

Lymphknotenmetastasen bei Schilddrüsenkarzinomen

19,4 % aller Schilddrüsenkarzinome haben Lymphknotenmetastasen [36]. Lymphknotenmetastasen treten beim papillären Karzinom auf, beim follikulären Karzinom ist eine Lymphknotenbesiedelung selten. Neben der Beurteilung der Schilddrüse sollte ein routinemäßiger Blick auf extrathyreoidale Strukturen immer angestrebt werden. Gesunde Lymphknoten sind gestreckt oval (Breite zu Länge: < 0,5), Lymphome oder Lymphknotenmetastasen nehmen mehr kugelige Form an, deren Verhältnis Breite zu Länge deutlich > 0,5 liegt [95, 96]. Als Pitfall gelten gesunde submandibuläre und parotideale Lymphknoten, die ebenfalls rundlich sein können. Normale Lymphknoten sind zentral echoreich und peripher echoarm. Metastatische Lymphknoten verlieren anfangs ihren echoarmen Kortex, bei weiterer Infiltration werden sie echokomplex, zystisch oder verkalken. Echoreiche Lymphknoten haben 100 % Spezifität, jedoch nur 46 % Sensitivität für das Erkennen von Metastasen.

Subakute Thyreoiditis de Quervain

Häufig ist bereits der Kontakt des Schallkopfes mit der Halsregion schmerzhaft. Anamnese, klinische Beschwerden („Halsschmerzen“, Unterkiefer- oder Ohrenscherzen, Fieber, allgemeines Krankheitsgefühl, Hemdkragen wird bereits als unangenehm empfunden) und Labor (erhöhtes BSG, eventuell erhöhtes CRP) sind wichtiger als jede bildgebende Untersuchung. Palpatorisch fällt häufig die erhöhte Konsistenz auf. Die Sonographie sollte lediglich der Bestätigung der Verdachtsdiagnose dienen. Andernfalls werden häufig die typischen echoarmen Areale als Schilddrüsenknoten fehlgedeutet und die Patienten laufen oft beschwerdevolle Monate im Kreis, bis die Diagnose gestellt wird.

Das Volumen der Schilddrüse ist meistens vergrößert, ein oder mehrere echoarme Areale (zur Konfluenz neigend) sind uni- oder bilateral in der Schilddrüse verteilt und weisen ein landkartenartiges Begrenzungsmuster mit teilweise unscharfer Berandung auf [97, 98]. Dadurch kann sich der sonographische Karzinomausschluss als schwierig erweisen, im Zweifelsfall wird die Feinnadelpunktion Antwort geben. Im Zuge der Behandlung ändern sich die Areale rasch, sie werden kleiner und sind beim behandelten besser abgrenzbar. Im Doppler ist kaum eine Durchblutung dieser Areale messbar [99]. Nach erfolgter Behandlung sind die Areale vom normalen Schilddrüsenparenchym nicht mehr zu unterscheiden.

Chronische Autoimmunthyreoiditis vom Typ Hashimoto

Die asymptomatische atrophe Form ist die häufigste Variante. Es imponiert eine nicht druckdolente, verkleinerte, echoarme, mehr oder weniger inhomogene Schilddrüse mit teilweise kleinzystischen Binnenstrukturen. Die hypertrophe Form (Hashimoto-Thyreoiditis im engeren Sinne) ist durch Vergrößerung des Organs gekennzeichnet [100–102]. Hier imponiert eine vergrößerte inhomogene Schilddrüse, die Schilddrüsenhormone können im Zuge einer Destruktionshyperthyreose erhöht sein. Im Farbdoppler ist anfangs oft vermehrt eine diffuse Durchblutung zu beobachten. Geht die hypertrophe Form in die atrophe Form über, ist im Farbdoppler nur eine geringe Durchblutung nachzuweisen. Im Gegensatz zum Mb. Basedow ist der Blutfluss der oberen und unteren Schilddrüsenarterien nicht beschleunigt (< 40 cm/s). Die postpartale Thyreoiditis zeigt gegenüber der atrophischen Form der chronischen Autoimmunthyreoiditis keine Unterschiede, diagnostisch entscheidend ist die Anamnese.

Autoimmunthyreopathie vom Typ Basedow

In der Regel ist das Schilddrüsenvolumen leicht vergrößert, als besonderes Merkmal ist der Tiefendurchmesser häufig größer als der Querdurchmesser. Die Echogenität ist erniedrigt (selten echonormal), häufiger ist das echoarme Parenchym inhomogen als homogen. Mit dem B-Bild lässt sich zumindest die Immunthyreopathie erkennen. Zur Differenzierung zwischen Hashimoto-Thyreoiditis und Mb. Basedow hat sich als Goldstandard die Dopplersonographie etabliert. Im Farbdoppler lassen sich die deutlich erhöhte Gefäßdichte und der erhöhte Blutfluss als „thyroid inferno“ darstellen. Voraussetzung für das Erkennen der erhöhten Durchblutung mit dem Farbdoppler („color flow mapping“) ist eine standardisierte Einstellung des Ultraschallgerätes. Durch Messung der „peak

systolic velocity“ in den A. thy. sup. et inf. (bei der gesunden Schilddrüse < 40 cm/s) mit dem PW-Doppler kann die Diagnose Mb. Basedow zuverlässig und schnell gesichert werden [103, 104]. Spitzengeschwindigkeiten > 200 cm/s sind beim Mb. Basedow keine Seltenheit. Unter thyreostatischer Therapie wird die Schilddrüse rasch kleiner, homogener und auch echoreicher. Ändern sich die B-Bild-Parameter nicht, spricht dies für ein fehlendes Ansprechen der thyreostatischen Therapie bzw. ein Rezidiv. Die Hyperthyreose factitia lässt sich durch die Dopplermethode vom Mb. Basedow leicht unterscheiden, da hier die erhöhte Durchblutung fehlt und da die Höhe der Durchblutung nicht mit den Serumschilddrüsenhormonwerten korreliert [105, 106].

Relevanz für die Praxis

Die volle Ausschöpfung der ultraschalltechnischen Möglichkeiten zur Verbesserung der Diagnostik ist nur durch Kombination mehrerer B-Bildkriterien und Doppler, eventuell zusätzlich durch Verwendung moderner Techniken wie Elastographie, Kontrastmitteleinsatz und Grauwertanalyse, möglich. Zur Dignitätsbeurteilung von Knoten sollte folgenden Kriterien besonderes Augenmerk geschenkt werden: Mikrokalk, unscharfe Randbegrenzung, fehlender Halo, Echoarmut, vergrößerter Tiefendurchmesser und erhöhte intranodale Durchblutung. Durch Kombination dieser Kriterien kann der Prozentsatz von übersehenen Karzinomen von 20 % auf 2 % gesenkt werden [107]. Die diagnostische Wertigkeit der Feinnadelpunktion liegt derzeit noch höher als die der Sonographie, sodass suspekte Knoten einer Feinnadelpunktion zugeführt werden müssen. Bei der Diagnostik von Funktionsstörungen der Schilddrüse ist mit moderner Sonographie-gerätetechnik häufig die Szintigraphie nicht mehr erforderlich. Labor, B-Bild und die Doppleranwendung reichen zur Diagnosesicherung.

Literatur:

- Dussik KT. The ultrasonic field as a medical tool. *Am J Phys Med* 1954; 33: 5–20.
- Martin AO, Madsen EL, Dyer AR, White L, Bouck NP, Sabbagha RE, Hermanoff M, Chen JM, Ludtke LJ. Sister chromatid exchange analysis of human cells exposed to diagnostic levels of ultrasound. *J Ultrasound Med* 1991; 10: 665–70.
- Todoroviz LJ. [The effect of ultrasound in biology]. *Srp Arh Celok Lek* 1998; 126: 316–8.
- Jenne J. Cavitations in biological tissues. *Ultraschall Med* 2001; 22: 200–7.
- Hershkovitz R, Sheiner E, Mazor M. Ultrasound in obstetrics: a review of safety. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2002; 101: 15–8.
- Abramowicz JS, Barnett SB, Duck FA, Edmonds PD, Hynynen KH, Ziskin MC. Fetal thermal effects of diagnostic ultrasound. *J Ultrasound Med* 2008; 27: 541–59.
- Mazziotti G, Sorvillo F, Iorio S, Carbone A, Romeo A, Piscopo M, Capuano S, Capuano E, Amato G, Carella C. Grey-scale analysis allows a quantitative evaluation of thyroid echogenicity in the patients with Hashimoto's thyroiditis. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2003; 59: 223–9.
- Baldini M, Castagnone D, Rivolta R, Meroni L, Pappalera M, Cantalamessa L. Thyroid vascularization by color doppler ultrasonography in Graves' disease. Changes related to different phases and to the long-term outcome of the disease. *Thyroid* 1997; 7: 823–8.
- Markovic V, Eterovic D. Thyroid echogenicity predicts outcome of radioiodine therapy in patients with Graves' disease. *J Clin Endocrinol Metab* 2007; 92: 3547–52.
- Schiemann U, Gellner R, Riemann B, Schierbaum G, Menzel J, Domschke W, Hengst K. Standardized grey scale ultrasonography in Graves' disease: correlation to autoimmune activity. *Eur J Endocrinol* 1999; 141: 332–6.
- Vitti P, Rago T, Mancusi F, Pallini S, Tonacchera M, Santini F, Chiovato L, Marcolli C, Pinchera A. Thyroid hypoechogenic pattern at ultrasonography as a tool for predicting recurrence of hyperthyroidism after medical treatment in patients with Graves' disease. *Acta Endocrinol (Copenh)* 1992; 126: 128–31.
- Espinasse P, Desuzingues C, Cercassi JC. Measurements of an index of echogenicity in some thyroid diseases. *J Clin Ultrasound* 1984; 12: 33–6.
- Erdoğan MF, Anil C, Cesur M, Başkal N, Erdoğan G. Color flow Doppler sonography for the etiologic diagnosis of hyperthyroidism. *Thyroid* 2007; 17: 223–8.

14. Swaenepoel L, Demeester-Mirkine N, Sacre R, Jonckheer MH, van Geertruyden J. Ultrasound examination of the thyroid. *Rofa* 1982; 137: 12–7.
15. Raber W, Gessl A, Nowotny P, Vierhapper H. Thyroid ultrasound versus antithyroid peroxidase antibody determination: a cohort study of four hundred fifty-one subjects. *Thyroid* 2002; 12: 725–31.
16. Schiemann U, Avenhaus W, Konturek JW, Gellner R, Hengst K, Gross M. Relationship of clinical features and laboratory parameters to thyroid echogenicity measured by standardized grey scale ultrasonography in patients with Hashimoto's thyroiditis. *Med Sci Monit* 2003; 9: MT13–MT17.
17. Loy M, Cianchetti ME, Cardia F, Melis A, Boi F, Mariotti S. Correlation of computerized gray-scale sonographic findings with thyroid function and thyroid autoimmune activity in patients with Hashimoto's thyroiditis. *J Clin Ultrasound* 2004; 32: 136–40.
18. Schlögl S, Andermann P, Luster M, Reiners C, Lassmann M. A novel thyroid phantom for ultrasound volumetry: determination of intraobserver and interobserver variability. *Thyroid* 2006; 16: 41–6.
19. Sheikh M, Doi SA, Sinan T, Al-Shoumer KA. Technical observations on the assessment of thyroid volume by palpation and ultrasonography. *J Ultrasound Med* 2004; 23: 261–6.
20. Andermann P, Schlögl S, Mäder U, Luster M, Lassmann M, Reiners C. Intra- and interobserver variability of thyroid volume measurements in healthy adults by 2D versus 3D ultrasound. *Nuklearmedizin* 2007; 46: 1–7.
21. Delange F, Benker G, Caron P, Eber O, Ott W, Peter F, Podoba J, Simescu M, Szybinsky Z, Vertongen F, Vitti P, Wiersinga W, Zamrazil V. Thyroid volume and urinary iodine in European schoolchildren: standardization of values for assessment of iodine deficiency. *Eur J Endocrinol* 1997; 136: 180–7.
22. Recommended normative values for thyroid volume in children aged 6–15 years. World Health Organization & International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders. *Bull World Health Organ* 1997; 75: 95–7.
23. Foo LC, Zulfiqar A, Nafikudin M, Fadzil MT, Asmah AS. Local versus WHO/International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders-recommended thyroid volume reference in the assessment of iodine deficiency disorders. *Eur J Endocrinol* 1999; 140: 491–7.
24. Brunese L, Romeo A, Iorio S, Napolitano G, Fucili S, Zeppa P, Vallone G, Lombardi G, Bellastella A, Biondi B, Sodano A. Thyroid B-flow twinkling sign: a new feature of papillary cancer. *Eur J Endocrinol* 2008; 159: 447–51.
25. Bartolotta TV, Midiri M, Galia M, Runza G, Attard M, Savoia G, Lagalla R, Cardinale AE. Qualitative and quantitative evaluation of solitary thyroid nodules with contrast-enhanced ultrasound: initial results. *Eur Radiol* 2006; 16: 2234–41.
26. Argalia G, De Bernardis S, Mariani D, Abbattista T, Taccaliti A, Ricciardelli L, Faragona S, Gusella PM, Giuseppetti GM. Ultrasonographic contrast agent: evaluation of time-intensity curves in the characterisation of solitary thyroid nodules. *Radiol Med (Torino)* 2002; 103: 407–13.
27. Mazzeo S, Caramella D, Marcocci C, Lonzi S, Cambi L, Miccoli P, Pinchera A, Bartolozzi C. Contrast-enhanced color Doppler ultrasonography in suspected parathyroid lesions. *Acta Radiol* 2000; 41: 412–6.
28. Appetecchia M, Bacaro D, Brigida R, Milardi D, Bianchi A, Solivetti F. Second generation ultrasonographic contrast agents in the diagnosis of neoplastic thyroid nodules. *J Exp Clin Cancer Res* 2006; 25: 325–30.
29. Kawauchi A, Hashimoto Y, Kamiya K, Hattori H, Kusano M. Contrast echo imaging on the breast and thyroid cancers. *Nippon Rinsho* 1998; 56: 1049–54.
30. Bartolotta TV, Midiri M, Runza G, Galia M, Taibbi A, Damiani L, Palermo Patera G, Lagalla R. Incidentally discovered thyroid nodules: incidence, and greyscale and colour Doppler pattern in an adult population screened by real-time compound spatial sonography. *Radiol Med* 2006; 111: 989–98.
31. Shapiro RS, Simpson WL, Rausch DL, Yeh HC. Compound spatial sonography of the thyroid gland: evaluation of freedom from artifacts and of nodule conspicuity. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 177: 1195–8.
32. Rago T, Santini F, Scutari M, Pinchera A, Vitti P. Elastography: new developments in ultrasound for predicting malignancy in thyroid nodules. *J Clin Endocrinol Metab* 2007; 92: 2917–22.
33. Bae U, Dighe M, Dubinsky T, Minoshima S, Shamdasani V, Kim Y. Ultrasound thyroid elastography using carotid artery pulsation: preliminary study. *J Ultrasound Med* 2007; 26: 797–805.
34. Rubaltelli L, Corradin S, Dorigo A, Stabillito M, Tregnaghi A, Borsato S, Stramare R. Differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules at elastosonography. *Ultraschall Med* 2009; 30: 175–9.
35. Hong Y, Liu X, Li Z, Zhang X, Chen M, Luo Z. Real-time ultrasound elastography in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *J Ultrasound Med* 2009; 28: 861–7.
36. Schmidt KJ, Lindner H, Bungartz A, Hofer VC, Diehl K. [Mechanical and functional complications in endemic struma]. *MMW Munch Med Wochenschr* 1976; 118: 7–12.
37. Eber O. Development of preventive iodine administration in Austria. *Wien Klin Wochenschr* 1998; 110: 733–7.
38. Tiran B, Karpf E, Tiran A, Lax S, Langsteger W, Eber O, Lorenz O. [Iodine content of thyroid tissue in the Styrian population]. *Acta Med Austriaca* 1993; 20: 6–8.
39. Eber O, Wawschinek O, Langsteger W, Lind P, Klimga G, Petek W, Schubert B. Iodine supplementation in the province of Styria. *Wien Med Wochenschr* 1990; 140: 241–4.
40. Kraemer S, Rothe K, Pfäeffle R, Fuehrer-Sakel D, Tili H, Muensterer DJ. Activating TSH-receptor mutation (Met453Thr) as a cause of adenomatous non-autoimmune hyperthyroidism in a 3-year-old boy. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2009; 22: 269–74.
41. Claus M, Maier J, Paschke R, Kujat C, Stumvoll M, Führer D. Novel thyrotropin receptor germline mutation (Ile568Val) in a Saxonian family with hereditary nonautoimmune hyperthyroidism. *Thyroid* 2005; 15: 1089–94.
42. Corvilain B. The natural history of thyroid autonomy and hot nodules. *Ann Endocrinol (Paris)* 2003; 64: 17–22.
43. Wallaschofski H, Müller D, Georgi P, Paschke R. Induction of TSH-receptor antibodies in patients with toxic multinodular goitre by radioiodine treatment. *Horm Metab Res* 2002; 34: 36–9.
44. Meller J, Jauho A, Hüfner M, Gratz S, Becker W. Disseminated thyroid autonomy or Graves' disease: reevaluation by a second generation TSH receptor antibody assay. *Thyroid* 2000; 10: 1073–9.
45. Meller J, Siefker U, Hamann A, Hüfner M. Incidence of radioiodine induced Graves' disease in patients with multinodular toxic goiter. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2006; 114: 235–9.
46. Wallaschofski H, Kuwert T, Lohmann T. TSH-receptor autoantibodies – differentiation of hyperthyroidism between Graves' disease and toxic multinodular goitre. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2004; 112: 171–4.
47. Boi F, Loy M, Piga M, Serra A, Atzeni F, Mariotti S. The usefulness of conventional and echo colour Doppler sonography in the differential diagnosis of toxic multinodular goitres. *Eur J Endocrinol* 2000; 143: 339–46.
48. Bogazzi F, Bartalena L, Brogioni S, Burelli A, Manetti L, Tanda ML, Gasperi M, Martino E. Thyroid vascularity and blood flow are not dependent on serum thyroid hormone levels: studies in vivo by color flow doppler sonography. *Eur J Endocrinol* 1999; 140: 452–6.
49. Reschke K, Klose S, Köpf D, Lehnert H. Role of ultrasound in the diagnosis of thyroid autonomy. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 1998; 106 (Suppl 4): S42–S44.
50. Kurita S, Sakurai M, Kita Y, Ota T, Ando H, Kaneko S, Takamura T. Measurement of thyroid blood flow area is useful for diagnosing the cause of thyrotoxicosis. *Thyroid* 2005; 15: 1249–52.
51. Saleh A, Cohnen M, Fürst G, Godehardt E, Mödder U, Feldkamp J. Differential diagnosis of hyperthyroidism: Doppler sonographic quantification of thyroid blood flow distinguishes between Graves' disease and diffuse toxic goiter. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2002; 110: 32–6.
52. Neuhold N, Kaiser H, Kaserer K. Epidemiologie des Schilddrüsenkarzinoms – bis zu 10,5 % beim latentem Schilddrüsenkarzinom in Autopsiestudien. Latent carcinoma of the thyroid in Austria: a systematic autopsy study. *Endocr Pathol* 2001; 12: 23–31.
53. Amodio F, Carbone M, Rossi E, Brunese L, Pisano G, Iorio S, Benincasa G, Vallone G. An update of B-mode echography in the characterization of nodular thyroid diseases. An echographic study comparing 7.5 and 13 MHz probes. *Radiol Med (Torino)* 1999; 98: 178–82.
54. Hammer M, Wortsman J, Folse R. Cancer in cystic lesions of the thyroid. *Arch Surg* 1982; 117: 1020–3.
55. Rago T, Vitti P, Chiovato L, Mazzeo S, De Liperi A, Miccoli P, Viacava P, Bogazzi F, Martino E, Pinchera A. Role of conventional ultrasonography and color flow-doppler sonography in predicting malignancy in "cold" thyroid nodules. *Eur J Endocrinol* 1998; 138: 41–6.
56. Kountakis SE, Skoulas IG, Maillard AA. The radiologic work-up in thyroid surgery: fine-needle biopsy versus scintigraphy and ultrasound. *Ear Nose Throat J* 2002; 81: 151–4.
57. Gritzmann N, Koischwitz D, Rettenbacher T. Sonography of the thyroid and parathyroid glands. *Radiol Clin North Am* 2000; 38: 1131–45.
58. Kim EK, Park CS, Chung WY, Oh KK, Kim DI, Lee JT, Yoo HS. New sonographic criteria for recommending fine-needle aspiration biopsy of nonpalpable solid nodules of the thyroid. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 178: 687–91.
59. Koike E, Noguchi S, Yamashita H, Murakami T, Ohshima A, Kawamoto H, Yamashita H. Ultrasonographic characteristics of thyroid nodules: prediction of malignancy. *Arch Surg* 2001; 136: 334–7.
60. Chan BK, Desser TS, McDougall IR, Weigel RJ, Jeffrey RB Jr. Common and uncommon sonographic features of papillary thyroid carcinoma. *J Ultrasound Med* 2003; 22: 1083–90.
61. Frates MC, Benson CB, Charboneau JW, Cibas ES, Clark OH, Coleman BG, Cronan JJ, Doubilet PM, Evans DB, Goellner JR, Hay ID, Hertzberg BS, Intenzo CM, Jeffrey RB, Langer JE, Larsen PR, Mandel SJ, Middleton WD, Reading CC, Sherman SI, Tessler FN. Management of thyroid nodules detected at US: Society of Radiologists in Ultrasound consensus conference statement. *Ultrasound Q* 2006; 22: 231–40.
62. Takahashi S, Fukuda H, Nomura N, Kishimoto H, Kim T, Kobayashi T. Thyroid nodules: re-evaluation with ultrasound. *J Clin Ultrasound* 1995; 23: 179–84.
63. Lu C, Chang TC, Hsiao YL, Kuo MS. Ultrasonographic findings of papillary thyroid carcinoma and their relation to pathological changes. *J Formos Med Assoc* 1994; 93: 933–8.
64. Slapa RZ, Slowinska-Szrednicka J, Szopinski KT, Jakubowski W. Gray-scale three-dimensional sonography of thyroid nodules: feasibility of the method and preliminary studies. *Eur Radiol* 2006; 16: 428–36.
65. McHenry CR, Huh ES, Machekano RN. Is nodule size an independent predictor of thyroid malignancy? *Surgery* 2008; 144: 1062–8.
66. Stang MT, Carty SE. Recent developments in predicting thyroid malignancy. *Curr Opin Oncol* 2009; 21: 11–7.
67. Sachmechi I, Miller E, Varatharajah R, Chernys A, Carroll Z, Kissin E, Rosner F. Thyroid carcinoma in single cold nodules and in cold nodules of multinodular goiters. *Endocr Pract* 2000; 6: 5–7.
68. Gandolfi PP, Frisina A, Raffa M, Renda F, Rocchetti O, Ruggeri C, Tombolini A. The incidence of thyroid carcinoma in multinodular goiter: retrospective analysis. *Acta Biomed* 2004; 75: 114–7.
69. Abu-Eshy SA, Khan AR, Khan GM, al-Humaidi MA, al-Shehri MY, Malatani TS. Thyroid malignancy in multinodular goitre and solitary nodule. *J R Coll Surg Edinb* 1995; 40: 310–2.
70. McCall A, Jarosz H, Lawrence AM, Paloyan E. The incidence of thyroid carcinoma in solitary cold nodules and in multinodular goiters. *Surgery* 1986; 100: 1128–32.
71. Alexander EK, Hurwitz S, Heering JP, Benson CB, Frates MC, Doubilet PM, Cibas ES, Larsen PR, Margosee E. Natural history of benign solid and cystic thyroid nodules. *Ann Intern Med* 2003; 138: 315–8.
72. Brander AE, Viikinkoski VP, Nickels JL, Kivisaari LM. Importance of thyroid abnormalities detected at US screening: a 5-year follow-up. *Radiology* 2000; 215: 801–6.
73. Quadbeck B, Pruellage J, Roggenbuck U, Hirche H, Janssen OE, Mann K, Hoermann R. Long-term follow-up of thyroid nodule growth. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2002; 110: 348–54.
74. Mikosch P, Gallowitsch HJ, Kresnik E, Lind P. Preoperative assessment of thyroid nodules in an endemic goiter region – possibilities and limitations. *Wien Med Wochenschr* 2001; 151: 278–87.
75. Hatahu H, Kasagi K, Yamamoto K, Kubo S, Higuchi K, Hidaka A, Misaki T, Iida Y, Sakahara H, Yamabe H, Endo K, Konishi J. Undifferentiated carcinoma of the thyroid gland: sonographic findings. *Clin Radiol* 1992; 45: 307–10.
76. Lin JD. Increased incidence of papillary thyroid microcarcinoma with decreased tumor size of thyroid cancer. *Med Oncol* 2009 [Epub ahead of print].
77. Park YJ, Kim YA, Lee YJ, Kim SH, Park SY, Kim KW, Chung JK, Youn YK, Kim KH, Park DJ, Cho BY. Papillary microcarcinoma in comparison with larger papillary thyroid carcinoma in BRAF(V600E) mutation, clinicopathological features, and immunohistochemical findings. *Head Neck* 2009 [Epub ahead of print].
78. Arora N, Turbendian HK, Kato MA, Moo TA, Zarnegar R, Fahey TJ 3rd. Papillary thyroid carcinoma and microcarcinoma: is there a need to distinguish the two? *Thyroid* 2009; 19: 473–7.

79. Ito Y, Uruno T, Takamura Y, Miya A, Kobayashi K, Matsuzuka F, Kuma K, Miyauchi A. Papillary microcarcinomas of the thyroid with preoperatively detectable lymph node metastasis show significantly higher aggressive characteristics on immunohistochemical examination. *Oncology* 2005; 68: 87–96.
80. Gharib H, Papini E, Paschke R. Thyroid nodules: a review of current guidelines, practices, and prospects. *Eur J Endocrinol* 2008; 159: 493–505.
81. Cohen JI, Salter KD; American Thyroid Association. Thyroid disorders: evaluation and management of thyroid nodules. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2008; 20: 431–43.
82. Cerbone G, Spiezia S, Colao A, Di Sarno A, Assanti AP, Lucci R, Siciliani M, Lombardi G, Fenzi G. Power Doppler improves the diagnostic accuracy of color Doppler ultrasonography in cold thyroid nodules: follow-up results. *Horm Res* 1999; 52: 19–24.
83. De Nicola H, Szejnfeld J, Logullo AF, Wolosker AM, Souza LR, Chiferi V Jr. Flow pattern and vascular resistive index as predictors of malignancy risk in thyroid follicular neoplasms. *J Ultrasound Med* 2005; 24: 897–904.
84. Chammas MC, Gerhard R, de Oliveira IR, Widman A, de Barros N, Durazzo M, Ferraz A, Cerri GG. Thyroid nodules: evaluation with power Doppler and duplex Doppler ultrasound. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 132: 874–82.
85. Holden A. The role of colour and duplex Doppler ultrasound in the assessment of thyroid nodules. *Australas Radiol* 1995; 39: 343–9.
86. Shimamoto K, Endo T, Ishigaki T, Sakuma S, Makino N. Thyroid nodules: evaluation with color Doppler ultrasonography. *J Ultrasound Med* 1993; 12: 673–8.
87. Pacella CM, Guglielmi R, Fabbrini R, Bianchini A, Rinaldi R, Panunzi C, Pacella S, Crescenzi A, Papini E. Papillary carcinoma in small hypoechoic thyroid nodules: predictive value of echo color Doppler evaluation. Preliminary results. *J Exp Clin Cancer Res* 1998; 17: 127–8.
88. Bianeck-Bodzak A, Zaleski K, Studniarek M, Mechlińska-Baczkowska J. Color Doppler sonography in malignancy of thyroid nodules. *J Ultrasound Med* 2003; 22: 758.
89. Kitaoka M. Ultrasonographic diagnosis of parathyroid glands and percutaneous ethanol injection therapy. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18: iii27–iii30.
90. Varsamidis K, Varsamidou E, Mavropoulos G. Color Doppler sonography in the detection of parathyroid adenomas. *Head Neck* 1999; 21: 648–51.
91. Lane MJ, Desser TS, Weigel RJ, Jeffrey RB Jr. Use of color and power Doppler sonography to identify feeding arteries associated with parathyroid adenomas. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 171: 819–23.
92. Mazzeo S, Caramella D, Lencioni R, Viacava P, De Liperi A, Naccarato AG, Armillotta N, Marocchi C, Miccoli P, Bartolozzi C. Usefulness of echo-color Doppler in differentiating parathyroid lesions from other cervical masses. *Eur Radiol* 1997; 7: 90–5.
93. Zhang JX, Li JC, Cai S. Ultrasonographic study on primary hyperparathyroidism: evaluation of B-mode and color Doppler ultrasonography in localization. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 1994; 74: 598–601, 645.
94. Ueno E, Tohno E, Tsunoda-Shimizu H, Hirano M. Current status of ultrasound examination of the superficial organs (breast and thyroid). *Rinsho Byori* 1993; 41: 15–25.
95. Lee K, Kawata R, Nishikawa S, Yoshimura K, Takenaka H. Diagnostic criteria of ultrasonographic examination for lateral node metastasis of papillary thyroid carcinoma. *Acta Otolaryngol* 2009; 27: 1–6.
96. Fish SA, Langer JE, Mandel SJ. Sonographic imaging of thyroid nodules and cervical lymph nodes. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2008; 37: 401–17, ix.
97. Park SY, Kim EK, Kim MJ, Kim BM, Oh KK, Hong SW, Park CS. Ultrasonographic characteristics of subacute granulomatous thyroiditis. *Korean J Radiol* 2006; 7: 229–34.
98. Kunz A, Blank W, Braun B. De Quervain's subacute thyroiditis – colour Doppler sonography findings. *Ultraschall Med* 2005; 26: 102–6.
99. Gessl A. Lesions in subacute Quervain's thyroiditis are not hypervascularized. *Med Klin (Munich)* 2008; 103: 681.
100. Zieleznik W, Peszel-Barlik M, Sieron A. Ultrasonographic imaging in the early phase of Hashimoto disease. *Wiad Lek* 2000; 53: 518–21.
101. Yeh HC, Futterweit W, Gilbert P. Micronodulation: ultrasonographic sign of Hashimoto thyroiditis. *J Ultrasound Med* 1996; 15: 813–9.
102. Set PA, Oleszczuk-Raschke K, von Lengerke JH, Brämsswig J. Sonographic features of Hashimoto thyroiditis in childhood. *Clin Radiol* 1996; 51: 167–9.
103. Morosini PP, Simonella G, Mancini V, Argalia G, Lucarelli F, Montironi R, Diamanti L, Suraci V. Color Doppler sonography patterns related to histological findings in Graves' disease. *Thyroid* 1998; 8: 577–82.
104. Sponza M, Fabris B, Bertolotto M, Ricci C, Armini L. Role of Doppler color ultrasonography and of flowmetric analysis in the diagnosis and follow-up of Grave's disease. *Radiol Med* 1997; 93: 405–9.
105. Bogazzi F, Bartalena L, Vitti P, Rago T, Brogioni S, Martino E. Color flow Doppler sonography in thyrotoxicosis factitia. *J Endocrinol Invest* 1996; 19: 603–6.
106. Bogazzi F, Bartalena L, Brogioni S, Burelli A, Manetti L, Tanda ML, Gasperi M, Martino E. Thyroid vascularity and blood flow are not dependent on serum thyroid hormone levels: studies in vivo by color flow doppler sonography. *Eur J Endocrinol* 1999; 140: 452–6.
107. Cappelli C, Castellano M, Pirola I, Cumetti D, Agosti B, Gandossi E, Agabiti Rosei E. The predictive value of ultrasound findings in the management of thyroid nodules. *QJM* 2007; 100: 29–35.



Dr. med. Werner Nagele

Medizinstudium in Graz, Arzt für Allgemeinmedizin und Facharztausbildung für Innere Medizin im LKH Laas mit Schilddrüsenambulanz (Kärnten). Seit 2006 in einer Kassenarztpraxis im Möltal (Kärnten) tätig.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

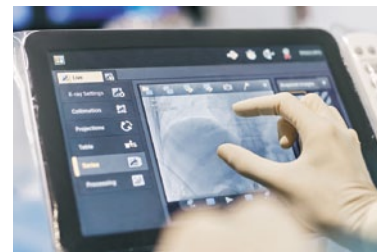
[Medizintechnik-Produkte](#)



Neues CRTD Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)