

Norbert M. Hien<sup>1</sup>

# Refresherkurs Sonografie der Bewegungsorgane\*

Schultersonografie, Standardebenen, Untersuchungsgang und Funktionstests

## *Refreshing class musculoskeletal ultrasound*

Ultrasound examination of the shoulder, instructional course, standard positions and functional tests

**Zusammenfassung:** Die Sonografie des Schultergelenks hat sich in den letzten 30 Jahren im diagnostischen Spektrum fest etabliert. Sie ist im Gegensatz zum konventionellen Röntgen und den Schnittbildverfahren CT und MRT leichter verfügbar und strahlungsfrei und ermöglicht anschauliche Funktionsuntersuchungen in Echtzeit. Während in der ursprünglich von Crass und Middleton eingeführten und später von Hedtmann weiterentwickelten Sonografie-Methode hauptsächlich in 2 Schnittebenen die Struktur und Funktion der Rotatorenmanschette beurteilt wird, empfiehlt sich heute eine das gesamte Schultergelenk umfassende Untersuchungstechnik mit Abfolge exakt definierter Schnittebenen und manueller Funktionstests bezüglich gezielter Fragestellungen.

Nach Darstellung der Standardebenen und Funktionstests werden anhand der Daten aus 30 Jahren Schultersonografie in Klinik und Praxis und mehr als 100 Fortbildungskursen die sonografischen Beurteilungskriterien und Einteilungen für Veränderungen und Defekte der Rotatorenmanschette, für das humero-akromiale und das humero-coracoidale Impingement und für objektivierbare Instabilitäten vorgestellt.

*Schlüsselwörter:* Sonografie, Ultraschall, Schulter, Labrum glenoidale, Instabilität, Impingement, Rotatorenmanschette, Bizepssehne

### Zitierweise

Hien NM: Refresherkurs Sonografie der Bewegungsorgane. Schulter-sonografie, Standardebenen, Untersuchungsgang und Funktionstests. OUP 2016; 4: 250–256 DOI 10.3238/oup.2016.0250–0256

**Summary:** Over the past 30 years ultrasound has developed to be an established tool in shoulder diagnostics. Compared to conventional radiographs and the cross sectional techniques CT and MRI ultrasound is more easily available, free of radiation and allows real time observation of the joint and its structures during functional tests. While originally the sonographic method first introduced by Crass and Middleton and later modified by Hedtmann primarily focused on the examination of the rotator cuff by using mainly 2 cross sectional views, today it is recommended to examine the whole shoulder joint following a certain course of standard positions, in which specific functions are manually tested and observed. The standard positions, views and functional tests used are demonstrated and sonographic criteria and classifications are presented, based upon the experience of 3 decades of clinical shoulder sonography and more than 100 instructional courses held.

*Keywords:* Sonography, diagnostic ultrasound, shoulder, rotator cuff, impingement, instability, biceps tendon, labrum glenoidale, glenoid brim

### Citation

Hien NM: Refreshing class musculoskeletal ultrasound. Ultrasound examination of the shoulder, instructional course, standard positions and functional tests. OUP 2016; 4: 250–256 DOI 10.3238/oup.2016.0250–0256

<sup>1</sup> Praxis für Orthopädie und Unfallchirurgie, München

\* Vortrag anlässlich der Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden und Unfallchirurgen, Baden-Baden, 2015

## Einleitung

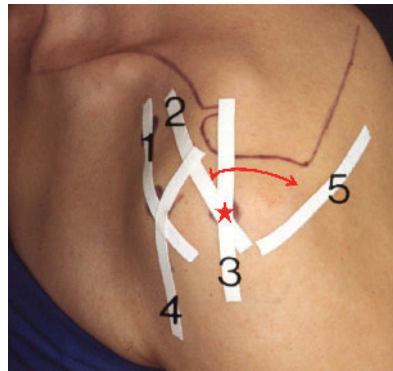
Anfangs wurde sonografisch an der Schulter nur mit wenigen Standardschnitten auf die Untersuchung der Rotatorenmanschette [1, 2, 6, 15] oder auf entzündlich rheumatische Veränderungen fokussiert, bald aber forderte man weitere Ebenen, um Instabilitäten, Bewegungsgewohnheiten und die Veränderungen der langen Bizepssehne zu erfassen [5, 7, 10]. Heute erfordert die qualifizierte Ultraschall-Untersuchung des Schultergelenks einen standardisierten Untersuchungsangang unter Verwendung exakt definierter Standardebenen (Abb. 1) in systematischer Reihenfolge und die genaue Durchführung spezifischer manueller Tests in der jeweiligen Standardebene als Voraussetzung für reproduzierbare Ergebnisse und Messungen [3, 4, 12, 13, 14]. Die grundlegenden Standardschnitte, der Untersuchungsangang und die wichtigsten manuellen Tests werden im Folgenden dargestellt, spezielle Fragestellungen werden von weiteren Autoren abgehandelt.

## Material und Methoden

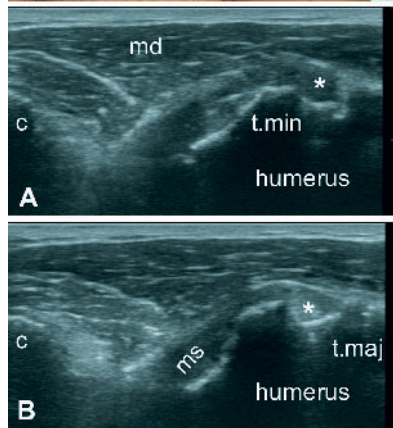
Benötigt wird ein modernes Ultraschallgerät mit hoch auflösender Linearsonde von  $\geq 7,5$  MHz und möglichst großer aktiver Breite zur Verbesserung des Überblicks für bestimmte Fragestellungen. Details der jeweils aktuellen technischen und formalen Vorgaben sind den Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) und der Ultraschall-Vereinbarung der Kassenärztlichen Bundesvereinigung zu entnehmen.

Abbildung 2 zeigt die typische Untersuchungssituation: Hinter dem aufrecht auf einem höhenverstellbaren Rollhocker vor dem Ultraschallgerät sitzenden Patienten sitzt der Untersucher, beide betrachten ein seitenrichtiges Monitorbild. Ein Fußtaster zum Einfrieren des Bilds ist obligat, da die Untersuchung bimanuell erfolgt.

Wir beginnen mit der Ebene 1, transversal von ventral vom Coracoid zum Sulcus intertubercularis (Abb. 3). Die Sonde wird sagittal auf den Humerus aufgesetzt und zum Coracoid hin ausgerichtet. Durch Rotation des Arms wird der Sulcus intertubercularis exakt nach ventral gedreht, das Coracoid beibehalten und auf glatte Konturen geachtet. Die gesunde lange Bizepssehne ist



**Abbildung 1** Schulter-Sonografie Standardebenen Basis: 1 ventraler Querschnitt (transversal, sagittal von ventral), 2 Frontalschnitt durch das coraco-akromiale Fenster (frontal von cranio-lateral vor dem Akromion), 3 Frontalschnitt im Akromionbereich (vom Akromion zum Tub. majus humeri), 4 Längsschnitt über der langen Bizepssehne (im Sulcus intertubercularis), 5 dorsaler Querschnitt (transversal von dorsal) [10].

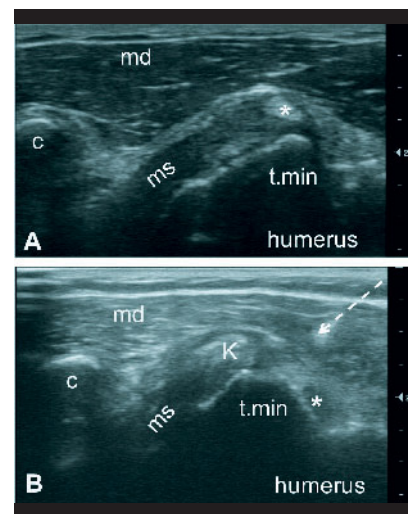


**Abbildung 3** Ebene 1 transversal von ventral vom Coracoid (c) zum Sulcus intertubercularis (\*). **A**) Lange Bizepssehne (\*) hypoechogen, wenn schräg vom Schall getroffen. **B**) Gesunde lange Bizepssehne (\*) echogen, wenn exakt senkrecht vom Schall getroffen.

im Querschnitt schräg getroffen zunächst hypoechogen, exakt sagittal getroffen dagegen hyperechogen. Der Ansatz der Subscapularissehne am Tuberculum minus, das Retinakulum der Bizepssehne (Pulley) und Unregelmäßigkeiten



**Abbildung 2** Die typische Untersuchungssituation: Hinter dem aufrecht auf einem höhenverstellbaren Rollhocker vor dem Ultraschallgerät sitzenden Patienten sitzt der Untersucher, beide betrachten ein seitenrichtiges Monitorbild. Eine Hand führt den Schallkopf, die anderen Hand des Untersuchers den Arm des Patienten.



**Abbildung 4** Ebene 1 transversal von ventral vom Coracoid (c) zum Sulcus intertubercularis (\*). **A**) Lange Bizepssehne (\*) luxiert nach medial über das Tub. minus (t.min) hinaus, der Sulcus ist leer, (ms) Sehne des M. subscapularis. **B**) Kalkdepot (K) Typ Gärtner 1 im Ansatz der Subscapularissehne (ms). Schräg getroffene BS im Sulcus (\*). Punktionsnadel (<---) bei sonografisch kontrollierter Spülung des Kalkdepots.

der Knochenkontur bei degenerativen Anpassungen, Verletzungen und entzündlich rheumatischen Erkrankungen sowie Verkalkungen sind hier in Funktion bei Rotation nachzuweisen und zu lokalisieren (Abb. 4).

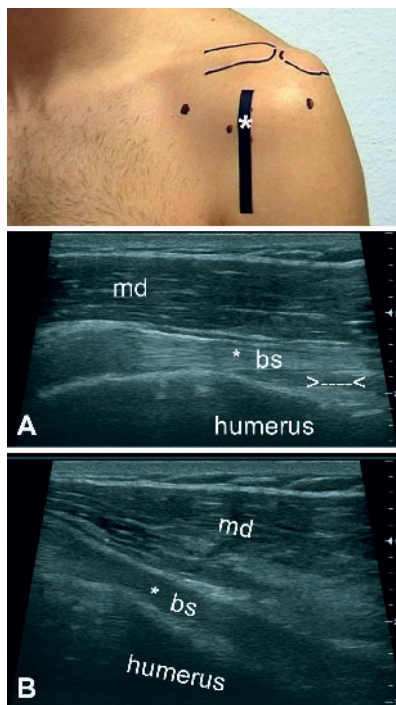
Einteilung des Subakromialsyndroms aufgrund sonografischer Befunde	
Grad 1	Nachweisbares funktionelles humeroakromiales Impingement ohne subakromiale Strukturveränderungen bei typischen Abduktionsbeschwerden und „painful arc“
Grad 2	Strukturelle Veränderungen im subakromialen Raum bei erhaltener Kontinuität der Rotatorenmanschette (RMS)
Grad 3	Tendopathia calcarea im Ansatzbereich der RMS
Grad 4	Kleine Partiailläsion, auch transmural, Verlust der Konvexität der Sehne, ohne wesentliches Funktionsdefizit
Grad 5	Große Partiailläsion, transmural mit breitem Verlust der Konvexität und nicht kompensierbarem Funktionsdefizit
Grad 6	Akromiohumorale Arthrose bei breitem alten Defekt der RMS

Die Einteilung der sonografisch nachweisbaren Instabilität	
Grad 1	monodirektional
Grad 2	bidirektional
Grad 3	multidirektional

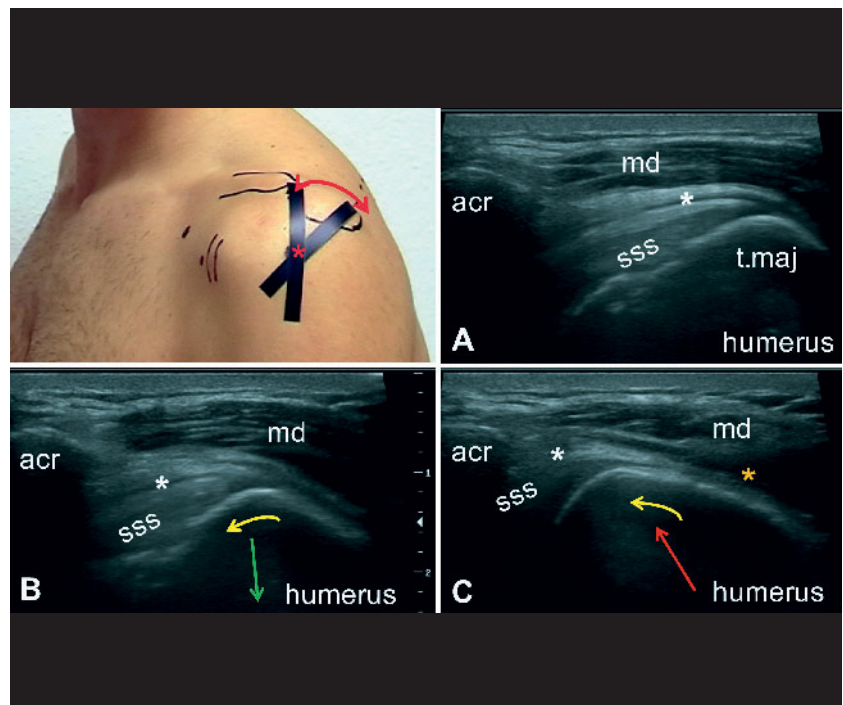
Jeweils ergänzend: a: leicht (= Laxizität), b: schwer (= subluxierbar), c: Z.n. kompletter Luxation

**Tabelle 1**

**Tabelle 2**



**Abbildung 5** Ebene 4 longitudinal von ventral über der langen Bizepssehne (\* bs) im Sulcus intertubercularis, darüber der M. deltoideus (md): **A**) Schallkopf parallel, d.h. senkrecht vom Schall getroffen, stellt sich die gesunde Sehne harmonisch echogen dar, bereits ein geringer Reizerguss oder eine Schleimhautschwellung erscheint distal des Sulcus (>---<). **B**) Schräg getroffen erscheint die Sehne hypoechogen („Schillerverhalten“, Anisotropie).



**Abbildung 6** Ebene 3 frontal (coronar) longitudinal von cranio-lateral vom Akromion (acr) zum Tub. majus humeri (t. maj), darüber der M. deltoideus (md), Tub. majus (\*) exakt nach lateral gedreht, Schallkopf wird um das Tub. majus als Zentrum vom ventralen bis zum dorsalen Akromion (acr) gedreht, um alle Anteile der Supraspinatussehne (sss) faserparallel durchzumustern. **A**) Entspannte Neutralstellung, intakte Supraspinatussehne mit konvexer kranialer Kontur, bis über das Tub. majus reichend. Bursa subacromialis (bs) als hypoechogener Saum zwischen M. deltoideus und Sehne darstellbar. **B**) Kein humeroakromiales Impingement: das Tub. majus wird bei Abduktion primär caudalisiert und dann erst rotiert. Der hypoechogene Saum der Bursa bleibt erhalten. **C**) Humeroakromiales Impingement: das Tub. majus wird bei Abduktion primär cranialisiert und dann beim Rotieren gegen das Akromion gepresst. Der hypoechogene Saum der Bursa (bs) ist medial nicht mehr darstellbar, der Bursa-Inhalt wird nach lateral (b) gedrückt.

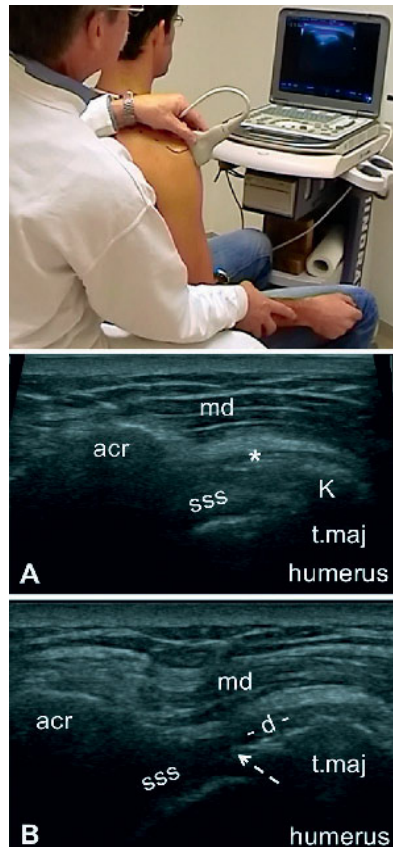
Für die Ebene 4, lange Bizepssehne longitudinal, sagittal von ventral im Sulcus intertubercularis, wird die Sonde um 90° gedreht und zwischen Coracoid und Tuberculum majus über der Sehne auf-

gesetzt und diese nach geringer Korrektur durch Anpassung der Längsskipfung faserparallel echogen dargestellt, bei schrägem Schalleinfall erscheint sie echoarm (Abb. 5).

Es folgt Ebene 3, streng frontal (= coronar) longitudinal von cranio-lateral vom Akromion zum Tub. majus humeri (Abb. 6), das durch Rotation des Arms exakt nach lateral in diese Ebene gedreht

wird. Wird das Tub. majus nicht exakt eingestellt, können Stufen der kranialen Knochenkontur des Humerus fehlinterpretiert werden und die Zuordnung der unterschiedlichen Anteile der Rotatorenmanschette ist erschwert. In dieser Ebene kann anschließend am entspannten Patienten durch Zug am Arm die axillare Stabilität im Glenohumeralgelenk getestet und als Änderung des Abstands vom Akromion zur Humeruskopfkontur gemessen werden. Es folgt die Prüfung des funktionellen humeroakromialen Impingements im aktiven Abduktionstest. Im Idealfall ist zu Beginn der aktiven Abduktion ein Tiefertreten (Caudalisation) des Tub. majus gegenüber dem Akromion zu beobachten, d.h. kein Impingement (Abb. 6B). In den meisten Fällen fehlt diese initiale Caudalisation, der Humerus mit Tub. majus wird primär spontan gegen das Akromion nach kranial geführt und gedreht: funktionelles Impingement 2° (Abb. 6C). In ausgeprägten Fällen ist das Einklemmen der Supraspinatussehne und der Bursa subacromialis deutlich zu erkennen; Flüssigkeit in der Bursa wird dann nach lateral distal ausgepresst. Wenn das Impingement nur bei Abduktion gegen kräftigen Widerstand auftritt, bezeichnen wir dies als funktionelles humeroakromiales Impingement 1° [11, 12]. Strukturelle degenerative Veränderungen der Supraspinatus-Insertion sind hier nachweisbar, z.B. als Heteroechogenität der Sehnentextur, Verlust der Anisotropie bei nicht mehr gesunder Sehne, Querschnittszunahme bei Tenodynamie, Kalzifizierung und Kontinuitätsverlust partiell, transmural oder total mit Verlust der Konvexität („Rabenschnabel“) der kranialen Sehnenkontur (Abb. 7, Tab. 1).

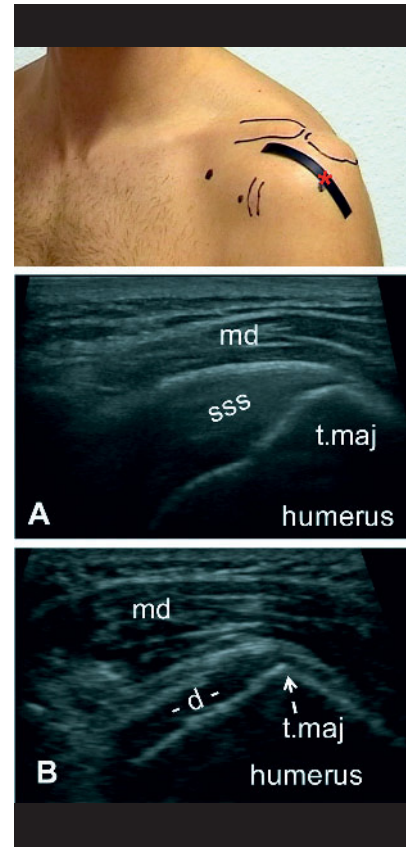
Für die Ebene 2, frontal vor dem Akromion, wird die Schallsonde mit Drehpunkt über dem Tub. majus kranialseitig vor das Akromion gedreht, bis das Akromion verschwindet und die ventrale Supraspinatussehne unmittelbar hinter dem Rotatorenintervall in ihrem Verlauf beurteilt werden kann; Schnitt durch das coracoacromiale Fenster [2, 7, 8] (Abb. 8). Auch in diesen Ebenen wird nach Strukturveränderungen der Sehnenanteile des Rotatorenintervalls, der Bursa und der Knochenkonturen gesucht. Anschließend zurückdrehen zur Ebene 3 im ventralen, zentralen und dorsalen Akromion-Bereich, um den Ansatz der ventralen, mittleren und dorsalen Anteile der Supra-



**Abbildung 7** Ebene 3 frontal (coronar) longitudinal (wie Abb. 6): **A**) Kalkdepot (K) am Ansatz der Supraspinatussehne verdeckt die Tub.-majus-Kontur. Supraspinatussehne heteroechogen, Bursa subacromialis (B<sub>SA</sub>) als hypoechogener Saum darstellbar. **B**) Transmuraler Defekt der Supraspinatussehne mit Verlust der Konvexität, Stufe der kranialen Humeruskopfkontur (--->), Bursa subacromialis nicht darstellbar.

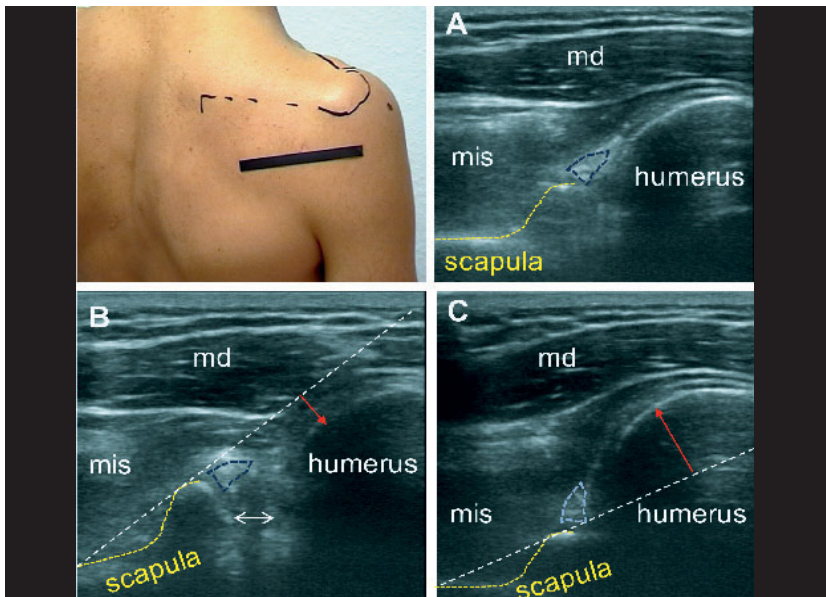
spinatussehne und der ventralen Infra-spinatussehne zu beurteilen (Abb. 6).

In der Ebene 5, transversal sagittal von dorsal, wird der dorsale Glenoidrand mit Labrum glenoidale eingestellt und neu fokussiert. Lateral ist der dorsale Aspekt des Humeruskopfs dargestellt, bei Rotation des Arms wird die Interaktion des Labrums mit der Gelenkfläche des Humeruskopfs beobachtet (Abb. 9A). In maximaler Außenrotation würde sich ein Gelenkerguss oder eine synoviale Reizung am besten darstellen lassen, ebenso Usuren, degenerative Gelenkkrandausziehungen oder Frakturstufen, welche die Außenrotation einschränken können. Eine eventuelle Hill-Sachs-Delle liegt kranial von dieser Ebene.

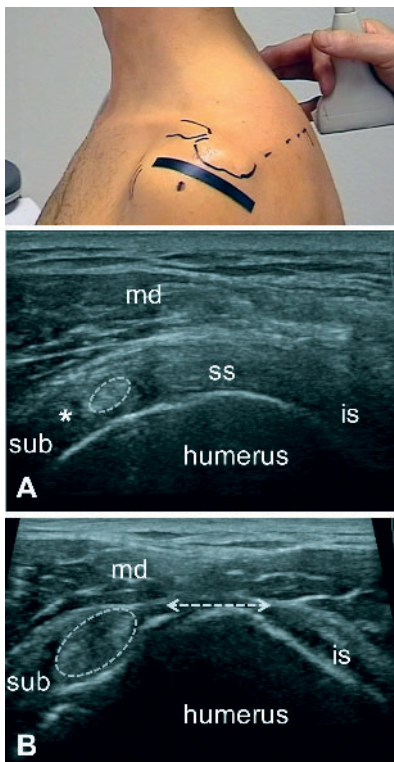


**Abbildung 8** Ebene 2 frontal vor dem Akromion vom Tub. majus durch das coracoacromiale Fenster: **A**) Unauffälliger Befund mit glatter kranialer Kontur des Humerus und rundem Tub. majus. Konvexe Supraspinatussehne (sss), darunter angeschnitten die schräg verlaufende lange Bizepssehne. **B**) Defekt der Supraspinatussehne (-d-), kraniale Kontur des Humerus unregelmäßig. Tub. majus zugespitzt als Ausdruck längerfristiger degenerativer Anpassungen.

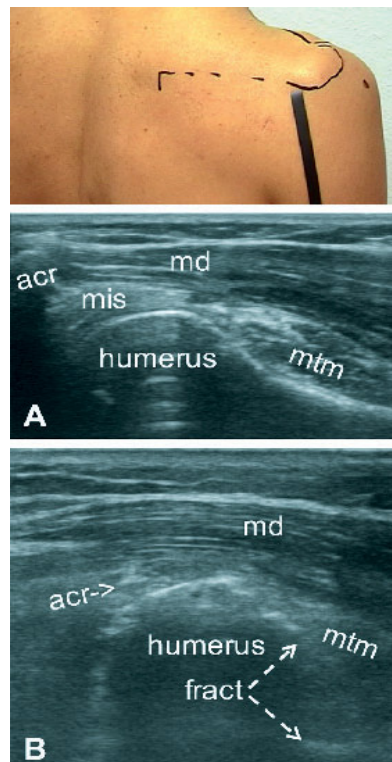
Um die ventro-dorsale Stabilität im Schubladentest zu prüfen, legt der Untersucher die Finger 2–4 flach von ventral auf den Humeruskopf des entspannten Patienten und drückt den Humerus dosiert im Glenoid nach dorsal, der Daumen des Untersuchers hält an der spina scapulae von dorsal dagegen. Bei Instabilität wird die Dislokation des Humeruskopfs gegen das dorsale Labrum beobachtet und im Bedarfsfall gemessen. Anschließend drückt der Untersucher von dorsal mit dem Schallkopf gegen den Humeruskopf des entspannten Patienten, um die Dislokation nach ventral zu bestimmen. Bei Instabilität nach ventral ist die Aufhebung des Gelenkschlusses zwischen Labrum und Gelenk-



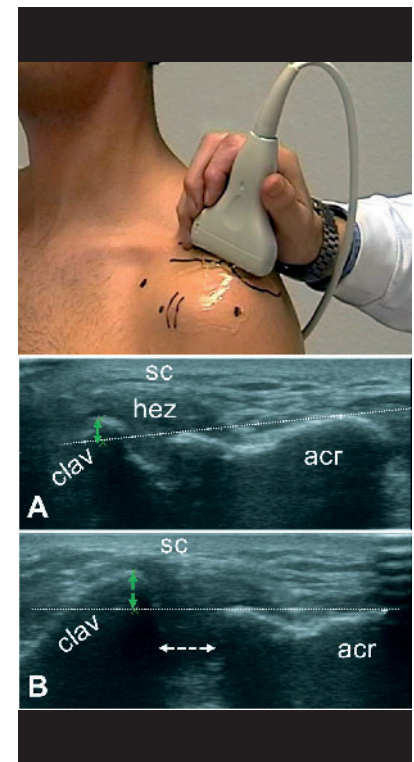
**Abbildung 9** Ebene 5 transversal von dorsal über dem Glenoidrand: **A)** Neutral-Stellung mit Scapulakontur gelb markiert, Labrum (↔) glenoidale an der Humerus-Gelenkfläche anliegend. (md) M. deltoideus, (mis) M. infraspinatus. **B)** Subluxation des Humerus nach ventral im manuellen Schubladentest. (↔) Abstand von der tangential an die Scapulakontur angelegten Hilfslinie (-----). (<->) geöffneter Gelenkraum. **C)** Subluxation des Humerus nach dorsal im manuellen Schubladentest. (↔) Abstand von der tangential an die Scapulakontur angelegten Hilfslinie (-----).



**Abbildung 10** Ebene X sagittal von kranial auf den Humeruskopf, lateral des Akromions (Radmuster): **A)** Normalbefund, zwischen M. deltoideus (md) und Humerus radförmige Kontur der Rotatorenmanschette im Querschnitt: Subscapularissehne (sub), Lig. glenohumerale med. (↔), lange Bizepssehne (○), Sehne Supraspinatus (ss) und Infraspinatus (is). **B)** Breiter Defekt der Supraspinatussehne (<->), Bizepssehne aufgetrieben, heteroechogen mit hypoechogener Begleitzone.



**Abbildung 11** Ebene Y longitudinal von dorsal vom Akromion zum Humerus: **A)** Normalbefund, M. infraspinatus (mis) im Querschnitt zwischen Akromion (acr) und Humeruskopf, caudal davon M. teres minor Querschnitt, glatte Humeruskontur. **B)** w 87], Subcapitale Humerusfraktur (fract) mit Achsenknick nach dorsal bei altem, breitem Defekt der Rotatorenmanschette, (mis) Querschnitt fehlt.



**Abbildung 12** Ebene frontal von kranial über dem AC-Gelenk: **A)** Neutralstellung bzw. Druck von kranial auf die laterale Clavicula (clav): Unter dem Subcutangewebe (sc) hypoechogene Zone (hez) der Bänder über dem AC-Gelenk nach Sturz. 3,5 mm Abstand (<->) des lateralen Clavicula-Endes von der Hilfslinie durch die Kontur des Akromions (acr). **B)** Bei Zug am Arm erhöht sich der Abstand (<->) des lateralen Clavicula-Endes von der Hilfslinie auf 5,5 mm mit Anschlag, (hez) wird flacher, Gelenkspalt und Ring-Down-Artefakt breiter (⚡⚡⚡). AC-Gelenksprengung Typ Tossy 2.

fläche und ein Ring-Down-Artefakt in den Gelenkspalt zu beobachten (Abb. 9B–C, Tab. 2).

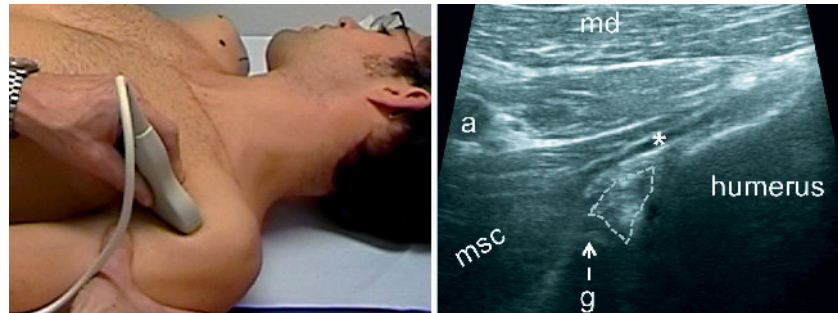
### Ergänzende Ebenen

Ebene X, sagittal von kranial auf den Humeruskopf, „Radmuster“, zur Beurteilung der kranialen Anteile der Rotatorenmanschette, der langen Bizepssehne, des Rotatorenintervalls und des Lig. glenohumerale [7, 8] (Abb. 10). Die Sonde wird medial vom Tub. majus und lateral des Akromions von kranial aufgesetzt, die Rotatorenmanschette somit im Querschnitt erfasst. Für eine optimale Darstellung wird der Schallkopf geringfügig dorsoventral verschoben, um Bizepssehne und Rotatorenmanschette exakt quer zu treffen. Da der Humeruskopf rund und der Abstand der Ebene vom Tub. majus nicht genau definiert ist, sind bei Defekten der Rotatorenmanschette und der langen Bizepssehne in dieser Ebene Fehlinterpretationen nicht auszuschließen.

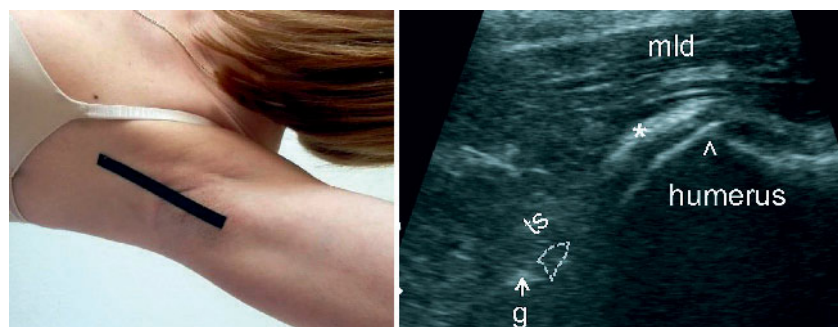
Ebene Y, Humerus longitudinal, sagittal von dorsal, vom Akromion zum dorsalen Humerus [5, 3, 13, 14] zur Beurteilung von z.B. Achsenfehlern nach Frakturen und der dorsalen Anteile der Rotatorenmanschette im Querschnitt (Abb. 11).

Ebene frontal von kranial über dem AC-Gelenk zur Prüfung der Stabilität: Nach Darstellung der geraden kranialen Kontur des Akromions wird zunächst durch Druck auf die laterale Clavicula und anschließend durch Zug am Arm die jeweils erreichbare maximale Auslenkung des lateralen Clavicula-Endes zum Akromion bestimmt und ausgemessen (Abb. 12). Frakturen des lateralen Clavicula-Endes, hypoechogene Zonen (HEZ) nach Distorsionen ohne oder mit Instabilität, degenerative Gelenkkrandausziehungen und Usuren sind nachweisbar [9]. Die Stabilität des AC-Gelenks in dorso-ventraler Richtung kann in ähnlicher Weise in einem sagittalen Schnitt von ventral über dem AC-Gelenk beurteilt werden [3, 4].

Ventraler Pectoralis-Rand-Schnitt, sagittal von ventral am Unterrand des M. pectoralis major in Richtung ventro-caudales Glenoid: In Rückenlage des Patienten wird die Schallsonde etwas in die Tiefe gedrückt. Unter Rotation des Arms kann das ventrale Labrum glenoidale und seine Interaktion mit der Ge-



**Abbildung 13** Ventraler Pectoralis-Rand-Schnitt (Normalbefund): Ventrales Labrum glenoidale (\*) adhaerent am ventralen knöchernen Glenoidrand (g) unter der Verschiebeschicht (■) zwischen M. subscapularis (msc) und Gelenkkapsel; A. axillaris (a).



**Abbildung 14** Axillärer Längsschnitt Ventrales labrum glenoidale (\*) adhaerent am caudalen knöchernen Glenoidrand (g), überlagert vom sehnigen Ursprung des M. trizeps (ts). Zuschärfung des caudalen Humerus-Gelenkkrands (^) als Ausdruck einer beginnenden Omarthrose; Gelenkkapsel (■), M. latissimus dorsi (mld).



**Abbildung 15** Sternoclaviculargelenk Längsschnitt sagittal von ventral: Bei Aufrichtung und Schulterretraktion breiter Gelenkspalt zwischen Sternum und Clavicula, keine Ausziehungen der Gelenkränder. Ventrale Bänder (vvv) durchgehend stabil ohne hypoechogene Zone.

lenkfläche des Humeruskopfs beobachtet und seine Form und Stabilität beurteilt werden (Abb. 13). Labrum- und Bankart-Läsionen sind so nachweisbar, präoperativ wird der Operateur zur Dokumentation auf ein MRT, ggf. mit Kontrastmittel i.a., nicht verzichten wollen.

Der axilläre Längsschnitt (Abb. 14) ermöglicht die Darstellung von Verletzungen und Veränderungen am

caudalen Glenoid und Trizepsursprung und wird besonders von Rheumatologen zur Darstellung von synovialen Veränderungen und Usuren geschätzt [16].

Im transversalen Longitudinalschnitt, sagittal von ventral über dem Sternoclaviculargelenk, lassen sich traumatische, degenerative und entzündliche Veränderungen sowie Instabilitäten des Gelenks erfassen (Abb. 15).

## Ergebnisse

In den letzten 30 Jahren hat sich die Sonografie des Schultergelenks dem in der Untersuchungstechnik Erfahrenen und Geübten zum Goldstandard der funktionsorientierten Schulterdiagnostik entwickelt. Neben den mit hoch auflösenden Geräten sehr gut erkennbaren Strukturveränderungen der Rotatorenmanschette, der Gelenkränder einschließlich des Labrums, der Sehnen, Bänder, Muskulatur und der Schleimhaut in den sonografisch einsehbaren Bereichen, können Gelenkbewegungen und Funktionen, Instabilitäten und Impingement-Phänomene beobachtet und ausgemessen werden [11, 12]. Bei der großen und zunehmenden Anzahl von Menschen mit Schulterbeschwerden kann so in den meisten Fällen zunächst eine weitere kostspielige Schnittbilddiagnostik vermieden und aufgrund der klinisch und sonografisch festgestellten Funktionsstörungen und -defizite eine gezielte und differenzierte konservative Behandlung und die Optimierung der Verhaltensgewohnheiten veranlasst werden. Leider fehlen häufig immer noch vor und nach angeschuldigten Unfallereignissen zeitnah durchgeführte und qualitativ hochwertige Sonografiebefunde der betroffenen Schultern, auf die z.B. gutachterlich Bezug genommen werden könnte.

## Diskussion

Zahlreiche Sonografie-Schnittebenen und Untersuchungstechniken für das Schultergelenk sind beschrieben [3, 5, 7, 10, 13, 14], die hier aufgeführten Ebenen sind mit dem Arbeitskreis Bewegungsorgane der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) konsentiert. Die Sonografie erlaubt im Vergleich zu anderen bildgebenden Verfahren darstellbare Strukturen und Veränderungen unter Sicht direkt in Funktion zu beobachten und zu analysieren. Als Nachteil gilt, dass die Untersuchungsergebnisse abhängig sind von Ausrüstung und Erfahrung des Untersuchers und das eingefrorene Bild nur die Dokumentation eines Artefakt-anfälligen Momenteindrucks in einer begrenzt genau reproduzierbaren Schnittebene erlaubt. Zudem können nicht alle Strukturen dargestellt werden. Daher sind doppelblind randomisierte, prospektive Vergleichsstudien mit Röntgen, CT oder MRT-Untersuchungen nur schwer möglich und finden nur begrenzt Interesse und Akzeptanz. Der im Fachgebiet und in der Sonografie erfahrene Arzt hat mit der Ultraschalldiagnostik jedoch selbst ein potentes bildgebendes Verfahren in der Hand für den verantwortlichen Einsatz bei begrenzten Ressourcen. Präoperativ wird allerdings bislang noch ein Operateur zur eigenen Absicherung nicht auf eine Schnittbilddiagnostik verzichten.

## Schlussfolgerung

Die Schulter-Sonografie erfordert eine das gesamte Schultergelenk umfassende Untersuchungstechnik mit Abfolge exakt definierter Schnittebenen und manueller Funktionstests bezüglich gezielter Fragestellungen:

1. Darstellung erfassbarer Strukturveränderungen in den genannten Standardebenen (Erguss, Schleimhaut, Rotatorenmanschette, Sehnen, Muskulatur, Gelenkränder, Labrum, Raumforderungen etc.)
2. Standardisierte manuelle Funktionstests und ggf. Messung in der Standardebene (Stabilität, Impingement, Bizepssehne).
3. Synopse der objektivierbaren Strukturveränderungen und der Ergebnisse der Funktionstests im Hinblick auf die Therapieoptionen sowohl prä- als auch postoperativ.
4. Sonografisches Monitoring der weiteren Entwicklung und Anpassungen. OUP

**Interessenkonflikt:** Keine angegeben

### Korrespondenzadresse

Dr. med. Norbert M. Hien  
Friedrichshafener Straße 11  
81243 München  
PraxisDrHien@t-online.de

## Literatur

- 1 Crass JR, E.V. Craig, R.C. Thompson, S.B. Feinberg. Ultrasonography of the rotator cuff: surgical correlation. *J. Clin. Ultrasound* 1984; 12: 338–341
- 2 Crass JR. Sonographie der Rotatorenmanschette. In Stuhler T, Feige A (Hrsg) *Ultraschalldiagnostik des Bewegungsapparats*. Berlin: Springer, 1987; 130–140
- 3 Gaulrapp H, Binder C. *Grundkurs Sonographie der Bewegungsorgane*. München: Elsevier Urban & Fischer, 2011; 43–67
- 4 Gaulrapp H, Binder C, Betthäuser A, Lins S: *Schulter*. In Gaulrapp H, Binder C (Hrsg) *Aufbaukurskurs Sonographie der Bewegungsorgane*. München: Elsevier Urban & Fischer, 2011; 35–59
- 5 Harland U, Sattler H. *Ultraschallfibel Orthopädie, Traumatologie, Rheumatologie*. Berlin: Springer, 1991
- 6 Hedtmann A, Weber A, Schleberger R, Fett H. *Ultraschalluntersuchung des Schultergelenks bei der Periarthropathia humeroscapularis*. In Stuhler T, Feige A (Hrsg) *Ultraschalldiagnostik des Bewegungsapparats*. Berlin: Springer, 1987; 147–160
- 7 Hedtmann A, Fett H: *Atlas und Lehrbuch der Schulterultraschallsonographie*. Bücherei des Orthopäden Bd. 52. Stuttgart: Enke, 1991
- 8 Hedtmann A, Fett H: *Sonographie der Rotatorenmanschette*. *Orthopäde* 2002; 31:236–245
- 9 Heers G, Hedtmann A. *Sonographie des Akromioklavikulargelenks*. *Orthopäde* 2002; 31:255–261
- 10 Hien NM, Sedlmeier P, Heltzel W. *Standardschnittebenen zur sonographischen Diagnostik am Schultergelenk*. In Stuhler T, Feige A (Hrsg) *Ultraschalldiagnostik des Bewegungsapparats*. Berlin: Springer, 1987; 141–146
- 11 Hien NM. *Die sonographische Diagnostik des funktionellen akromiohumeralen Impingements und die therapeutischen Konsequenzen*. *Orthopädische Praxis* 2004; 40: 669–674
- 12 Hien NM. *Hüftdysplasie und Subakromialesyndrom, gemeinsame Aspekte zu Ursache und Behandlung*. *Orthopädische Praxis* 2009; 45, 398–402
- 13 Hinzmann J, Kupatz P. *Standardebenen der Sonographie der Bewegungsorgane*. Stuttgart: Thieme, 2012; 5–35
- 14 Konermann W, Gruber G: *Ultraschalldiagnostik der Bewegungsorgane. Schultergelenk*. Stuttgart: Thieme, 2012; 35–53; 132–179.
- 15 Middleton WD, Edelstein G, Reinus WR, Nelson GL, Murphy WA. *Ultrasonography of the rotator cuff: technique and normal anatomy*. *J Ultrasound Med* 1984; 3: 549–551
- 16 Sattler H. *Sonographie bei rheumatischer Omarthritis*. *Orthopäde* 2002; 31:247–249