

Funktionelle Anatomie

Grundlagen sportlicher Leistung und Bewegung

Bearbeitet von
Hans-Joachim Appell, Christiane Stang-Voss, N Battermann

überarbeitet 2008. Taschenbuch. xii, 180 S. Paperback
ISBN 978 3 540 74862 5
Format (B x L): 19,1 x 23,5 cm
Gewicht: 380 g

[Weitere Fachgebiete > Sport, Tourismus, Freizeit > Sport, Sportwissenschaft > Sportmedizin, Medikamentenmissbrauch & Doping Test](#)

Zu [Inhaltsverzeichnis](#)

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung bech-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

3.2 Obere Extremität

Lernziele

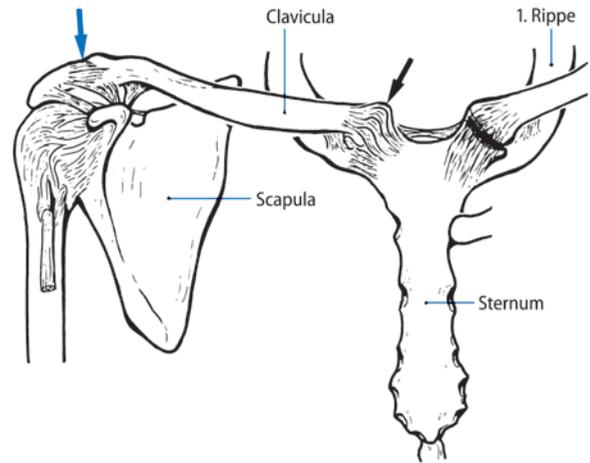
In diesem Abschnitt werden der Schultergürtel und der Arm behandelt. Sie sollen erkennen, dass die bewegliche Konstruktion des Schultergürtels im Dienste der Beweglichkeit und Reichweite von Arm- und Handbewegungen steht. Von besonderer funktioneller Bedeutung ist außerdem das Zusammenwirken von Schultergürtel und Schultergelenk über vielfältige Muskelsysteme. Die Muskeln dieser Region sind auch unter dem Gesichtspunkt zu betrachten, dass sie einerseits den Schultergürtel gegen den Rumpf sichern, andererseits den Rumpf im Schultergürtel (z. B. Hang) tragen können.

3

3.2.1 Schultergürtel und Schultergelenk

Die Skelettelemente des Schultergürtels vermitteln die Verbindung der oberen Extremität zum Rumpf. Im Vergleich zum Beckengürtel, der als Verbindung zum Bein eine starre und hoch belastbare Einheit mit der Wirbelsäule bildet, stellt der Schultergürtel eine in hohem Maße bewegliche Konstruktion dar, die mit dem Rumpfskelett nur zum Brustbein hin gelenkig verbunden ist. Seine Anteile sind das Schlüsselbein (*Clavicula*) und das Schulterblatt (*Scapula*), welches die Pfanne des Schultergelenk für die Aufnahme des Oberarms trägt (■ Abb. 3.29). Nach hinten ist der Schultergürtel offen; er stellt also keinen knöchernen Ring dar wie der Beckengürtel. Die Verbindung zur Wirbelsäule wird durch Muskelzüge hergestellt. Sie haben in all den Sportarten eine große funktionelle Bedeutung, bei denen eine Kraftübertragung von der oberen Extremität auf den Rumpf oder umgekehrt erfolgt (z. B. Turnen, Rudern, Schwimmen). Der größte Teil dieser Muskeln setzt am Schulterblatt an, dessen Gestalt dieser Anforderung Rechnung trägt.

Das **Schlüsselbein** ist in einem inneren Gelenk (*Art. sternoclavicularis*) mit dem Brustbein verbunden, in einem äußeren Gelenk (*Art. acromioclavicularis*) mit dem Schulterblatt (■ Abb. 3.29). Beide Gelenke sind funktionell Kugelgelenke. Im Sternoklavikulargelenk ist ein Discus aus Faserknorpel eingefügt, um die Inkongruenz der Gelenkflächen auszugleichen. Da sich über dieses Gelenk der Schultergürtel mit der Klavikula am Sternum gewissermaßen abstützt, ist es durch zahlreiche Bänder gesichert,



■ **Abb. 3.29.** Schultergürtel; inneres und äußeres Schlüsselbeingelenk sind durch Pfeile gekennzeichnet

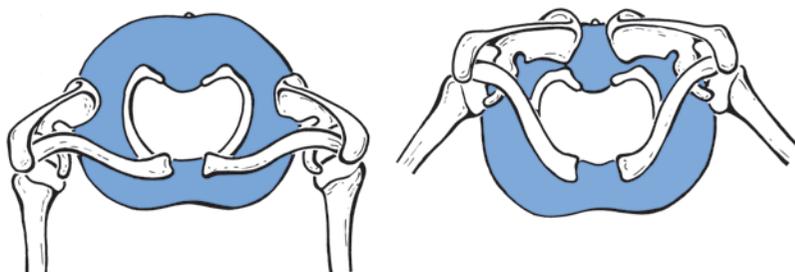
welche zwischen Schlüsselbein und Brustbein (*Lig. sternoclavicularis*), zwischen beiden Schlüsselbeinen (*Lig. interclavicularis*) sowie zwischen Schlüsselbein und der 1. Rippe (*Lig. costoclavicularis*) ausgespannt sind. Das S-förmig gebogene Schlüsselbein ist auf seiner gesamten Länge gut unter der Haut tastbar, und seine Bewegungen können demnach empfunden werden. Es beschreibt bei den Bewegungen der Schulter (nach vorne und hinten, oben und unten) einen Kegelmantel, dessen Spitze im inneren Schlüsselbeingelenk liegt. Über die gelenkige Verbindung im äußeren Schlüsselbeingelenk wird das Schulterblatt dabei mitbewegt, wobei es sich gleitend am Rumpf verschiebt.

Praxis

Bei Stürzen auf die Schulter ist häufig das äußere Schlüsselbeingelenk (auch als Schulterreckgelenk bezeichnet) betroffen. Dabei wird der Schultergürtel in unterschiedlichem Ausmaß instabil, je nachdem, ob einzelne oder mehrere Bänder dieses Gelenks gerissen sind oder sogar die Klavikula frakturiert ist.

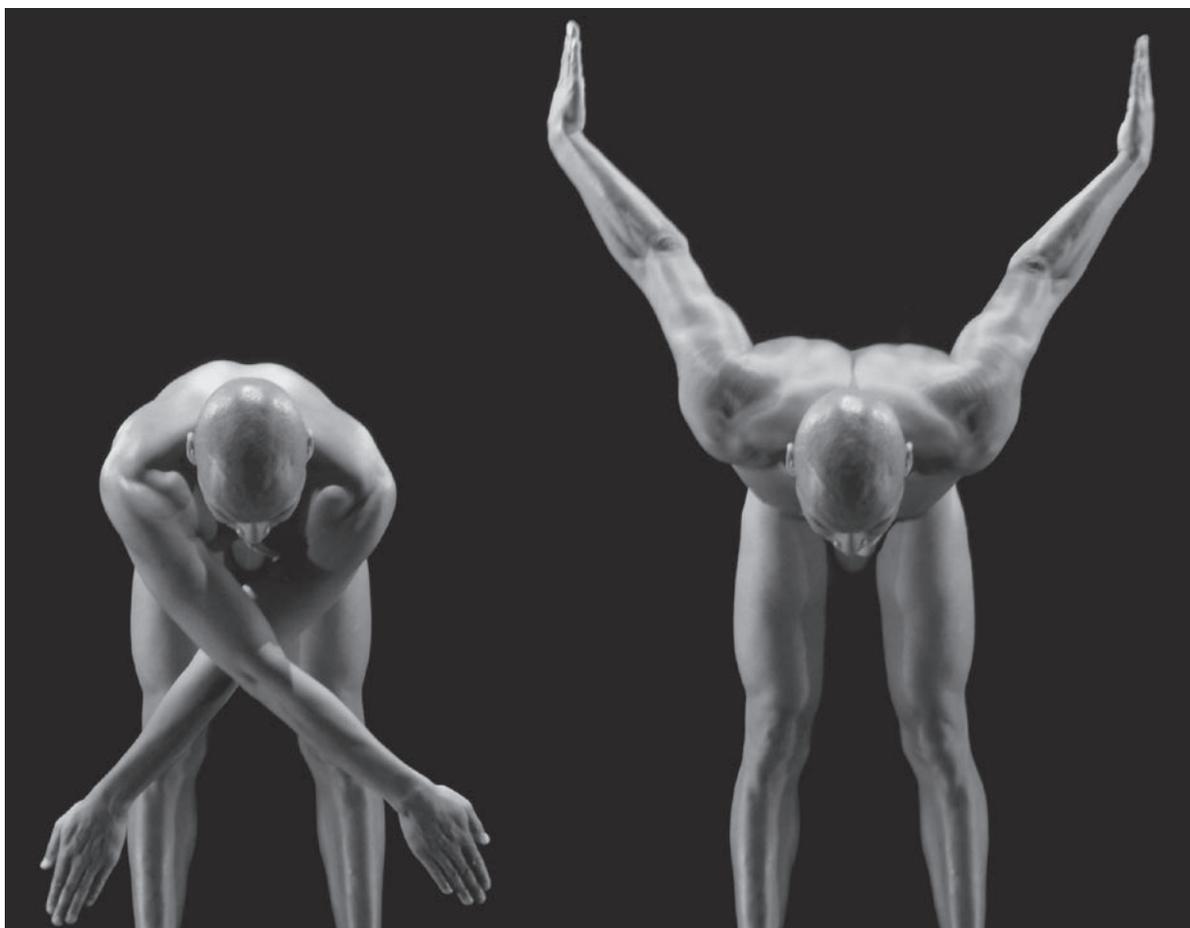
In der Neutralstellung bilden beide Schulterblätter zueinander in der Horizontalebene einen nach hinten offenen Winkel von ca. 150°, bei starkem Zurücknehmen der Schultern kommen sie nahezu in eine frontale Stellung, während sie sich beim Nachvorneziehen der Schultern nach lateral auf dem Thorax verlagern (■ Abb. 3.30). Diese Bewegung findet primär im inneren und äußeren Schlüsselbeingelenk

■ **Abb. 3.30.** Beweglichkeit des Schultergürtels; beachte die Stellung der Skapula und vgl. mit ■ Abb. 3.31

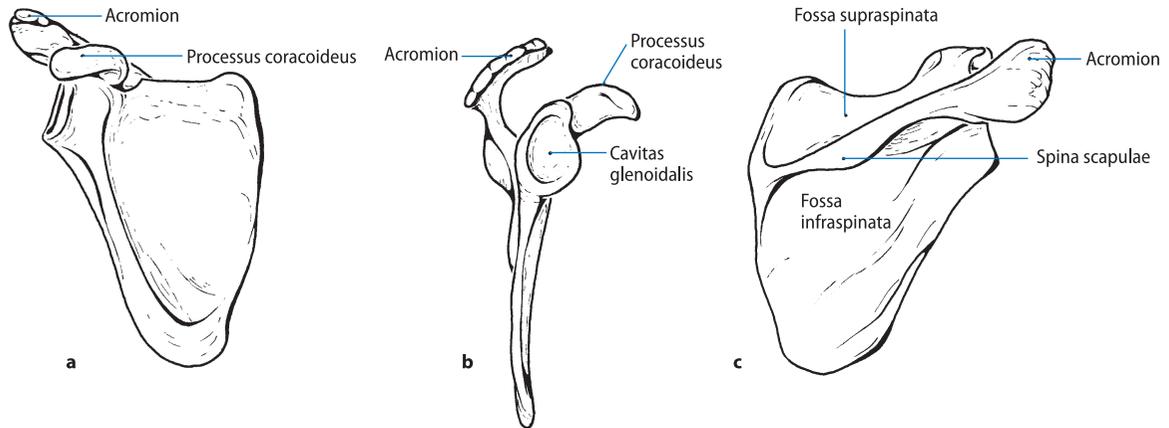


statt; funktionell spricht man dabei zusätzlich von einem **scapulo-thorakalen Nebengelenk**, das als von Weichteilen abgepolsterter Verschieberaum für die Bewegungen der Skapula gegen den Thorax zu verstehen ist. Allein durch Bewegungen des Schultergürtels wird also der Aktionsradius der Arme in der Horizontalebene erheblich vergrößert, und unter Einbeziehung der Beweglichkeit der Schultergelenke übersteigt die Reichweite der oberen Extremität sogar das Gesichtsfeld (■ Abb. 3.31). Durch Bewegung im äußeren Schlüsselbeingelenk kann das Schulterblatt außerdem in der Frontalebene gedreht werden, so dass der Aktionsradius des Armes auch in dieser Ebene weiter zunimmt.

berst, und unter Einbeziehung der Beweglichkeit der Schultergelenke übersteigt die Reichweite der oberen Extremität sogar das Gesichtsfeld (■ Abb. 3.31). Durch Bewegung im äußeren Schlüsselbeingelenk kann das Schulterblatt außerdem in der Frontalebene gedreht werden, so dass der Aktionsradius des Armes auch in dieser Ebene weiter zunimmt.



■ **Abb. 3.31.** Aktionsradius der Arme unter Mitbewegung des Schultergürtels (vgl. dazu ■ Abb. 3.30)



■ **Abb. 3.32.** Skapula von (a) vorne, (b) seitlich und (c) hinten

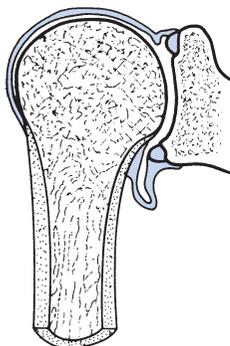
Schultergürtel und Schultergelenk sind demnach als eine Funktionseinheit zu betrachten.

Das **Schulterblatt** (*Scapula*) ist ein platter Knochen, dessen Gestalt einem rechtwinkligen Dreieck ähnelt (■ Abb. 3.32). Man kann drei Kanten unterscheiden (Margo medialis, lateralis und superior), welche drei Winkel einschließen (Angulus superior, inferior und lateralis). Deren seitlicher Winkel ist kräftig aufgetrieben und bildet mit der *Cavitas glenoidalis* die Gelenkpfanne für das Schultergelenk. In diesem Bereich ragt ein hakenförmiger Knochenvorsprung (**Proc. coracoideus**) nach vorne, der mit seiner Spitze vor dem Schultergelenk liegt. Die Rückfläche der Skapula wird von einer kräftigen, gut tastbaren Leiste (**Spina scapulae**) durchzogen, die an der Margo medialis am Übergang vom mittleren zum oberen Drittel des Schulterblattes beginnt und schräg aufwärts führt. Sie endet mit einem breiten Knochenvorsprung hinten über dem Schultergelenk, welcher den höchsten Teil der Schulter darstellt und als **Acromion** bezeichnet wird. Mit dem Acromion bildet das Schlüsselbein das äußere Schlüsselbeingelenk aus. Zwischen Proc. coracoideus und Acromion als den beiden markanten Vorsprüngen des Schulterblattes verläuft ein kräftiges Band (**Lig. coraco-acromiale**), welches das Schultergelenk überdacht (■ Abb. 3.29, 3.52). Die Rückfläche der Skapula wird durch die Spina scapulae in zwei grubenförmige Felder unterteilt, die *Fossa supraspinata* und die *Fossa infraspinata*, aus denen die gleichnamigen Muskeln entspringen (vgl. ■ Abb. 3.51).

Das **Schultergelenk** (*Glenohumeral-Gelenk*) wird zwischen Schulterblatt und Oberarmknochen (Humerus) gebildet. Die *Cavitas glenoidalis* am äußeren Schulterblatt-

winkel stellt eine flache Gelenkpfanne dar, die durch eine Gelenkklippe vergrößert ist (■ Abb. 3.33). Ihr gegenüber steht der halbkugelförmige Humeruskopf. Das Schultergelenk ist als typisches Kugelgelenk mit drei Freiheitsgraden das beweglichste Gelenk des Körpers. Dies wird vor allem durch die flache Pfanne erreicht, die keine typische Knochenführung (vgl. Hüftgelenk) gestattet (■ Abb. 3.34). Die Gelenkkapsel des Schultergelenks ist weit und schlaff, so dass sie der allseitig guten Beweglichkeit keinen Widerstand entgegensetzt. In ihrem vorderen Abschnitt ist sie durch einen Bandzug verstärkt, der vom Proc. coracoideus zum Humerus zieht (**Lig. coracohumerale**). Dies ist das einzige direkte Schultergelenksband. Wegen der fehlenden Knochen- und geringen Bandsicherung steht der guten Beweglichkeit des Schultergelenks (■ Abb. 3.35) als negativer Aspekt eine große Labilität gegenüber, weshalb der Oberarm relativ leicht luxiert werden kann. Die Sicherung des Gelenks hängt deshalb hauptsächlich von Muskeln ab, die es mantelförmig umgeben. Das Lig. coraco-acromiale, das den Humeruskopf dachartig überspannt (vgl. ■ Abb. 3.52), sichert das Gelenk dergestalt, dass beim Aufstützen der Humeruskopf dagegen drückt und nicht nach oben aus der Pfanne gleiten kann. Auch die Abduktionsbewegung des Armes wird durch dieses Band begrenzt; sie ist nur bis zu einem Winkel von 90° möglich. Ein weiteres Heben des Armes erfordert die Mitbewegung des Schulterblattes, dessen unterer Winkel dabei nach außen gedreht wird (■ Abb. 3.38).

Humerus (Oberarmknochen). Am Übergang zum Humerusschaft sind am Oberarmknochen zwei kräftige Knochenhöcker ausgebildet, die Muskeln, welche auf das



■ **Abb. 3.33.** Frontalschnitt durch das Schultergelenk; beachte die flache Pfanne und die weite Kapsel und vgl. mit ■ Abb. 3.34

Schultergelenk wirken, als Ansatz dienen (■ Abb. 3.34). Vorne liegt das **Tuberculum minus**, welches nach distal in eine Leiste ausläuft (*Crista tuberculi minoris*), und seitlich findet sich das kräftigere **Tuberculum majus**, welches sich ebenfalls in eine Leiste (*Crista tuberculi majoris*) fortsetzt.

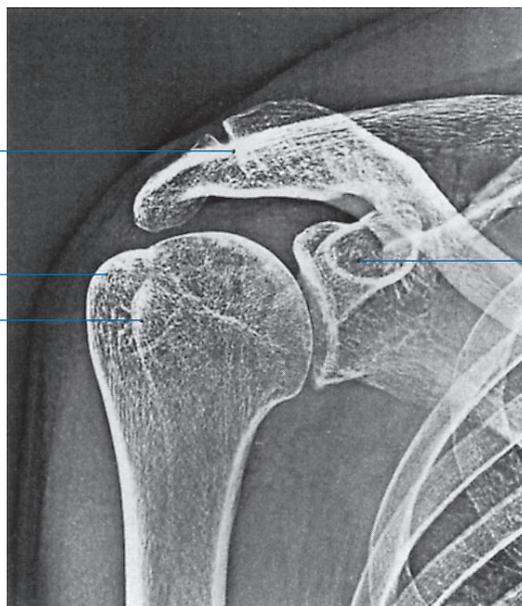
! Das Schultergelenk ist aufgrund seiner Konstruktion das beweglichste Gelenk des Körpers. Da es keine knöchernen und eine zu vernachlässigende ligamentäre Sicherung besitzt, ist seine funktionelle Integrität in hohem Maß von den umgebenden Muskeln abhängig.

■ **Abb. 3.34.** Röntgenaufnahme des Schultergelenks; beachte die im Vergleich zum Humeruskopf flache Pfanne

Acromioclaviculargelenk

Tuberculum majus

Tuberculum minus

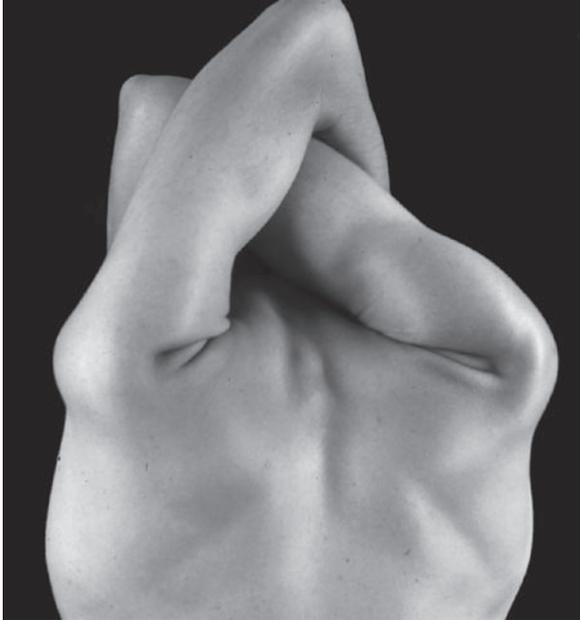


Processus coracoideus

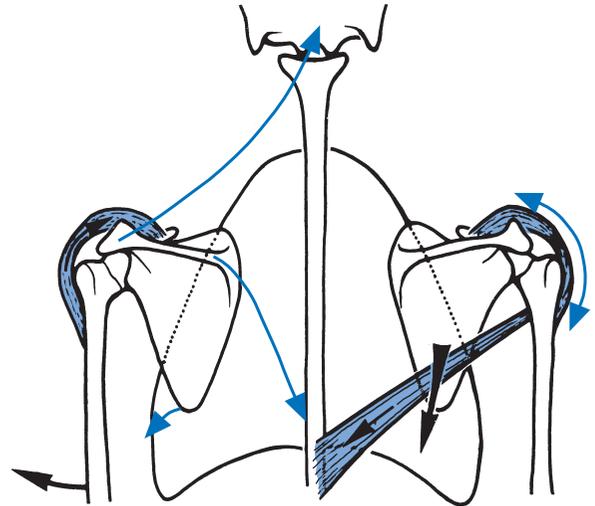
3.2.2 Muskeln des Schultergürtels

Schultergürtel und Schultergelenk wirken funktionell zusammen, und ebenso müssen die beteiligten Muskeln funktionell im Zusammenspiel betrachtet werden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden sie unter Berücksichtigung ihres Verlaufs nach drei Gruppen geordnet: 1. Muskeln vom Rumpf zum Schultergürtel, 2. Muskeln vom Rumpf zum Oberarm, 3. Muskeln vom Schultergürtel zum Oberarm (Schultermuskeln im engeren Sinne).

Die Zusammenarbeit einzelner Muskelzüge aus diesen drei Gruppen kann an zwei Beispielen verdeutlicht werden (■ Abb. 3.36). Die Abduktion des Armes wird durch einen Schultermuskel vollzogen. Besonders bei hoher Belastung (z. B. wenn man zusätzlich ein Gewicht hält) ist es wichtig, Fixpunkt und Bewegungspunkt des Agonisten durch andere Haltemuskeln zu definieren, um zu verhindern, dass bei seiner Kontraktion einfach das Schulterblatt gedreht wird und der Arm seine Lage nicht verändert. So bewegen Muskelzüge der Schultergürtelmuskulatur das Schulterblatt gleichsinnig bzw. sorgen für einen Gegenzug, der das Schulterblatt fixiert. Auch durch Muskelzüge, die eigentlich auf den Arm wirken (vom Rumpf zum Oberarm), kann der gesamte Schultergürtel bewegt werden: Wenn das Schultergelenk durch entsprechende andere Muskeln fixiert wird, wird der gesamte Schultergürtel heruntergezogen.

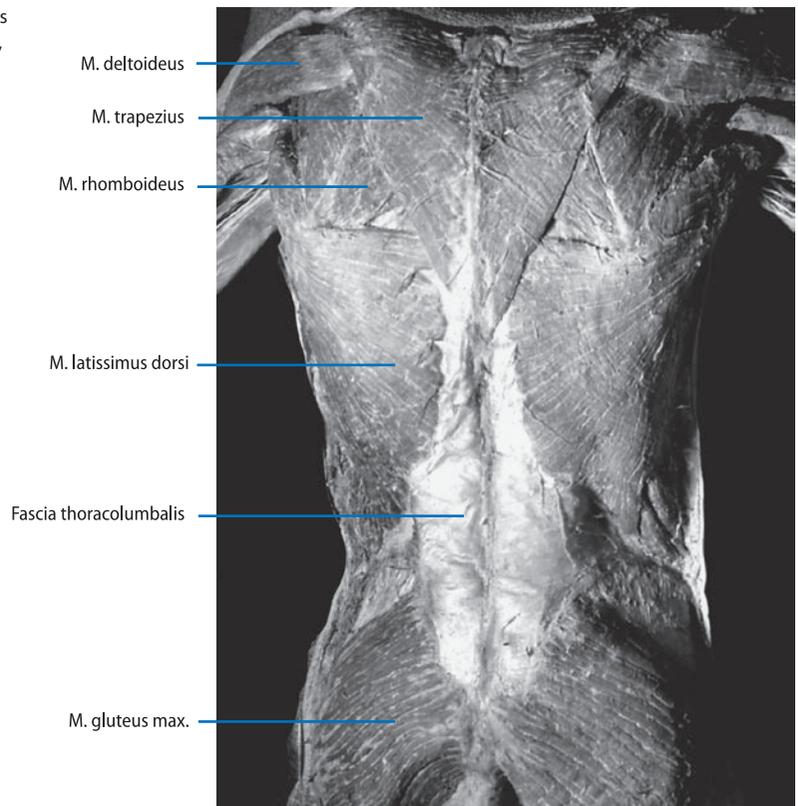


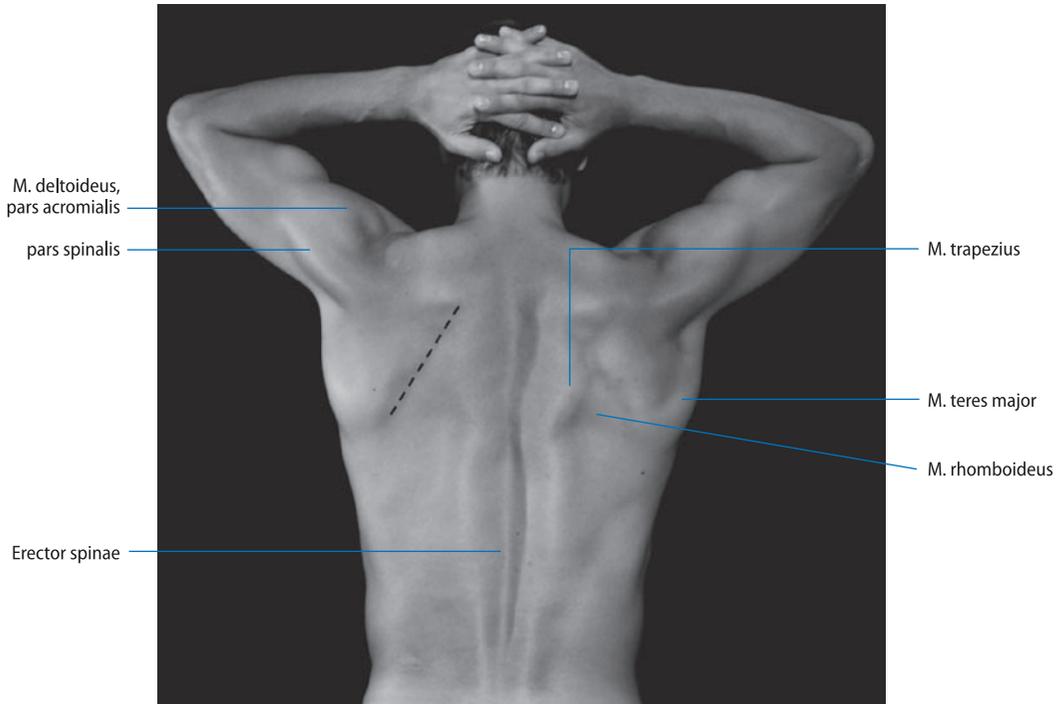
■ **Abb. 3.35.** Beispiel einer extremen Beweglichkeit im Schultergelenk



■ **Abb. 3.36.** Zusammenwirken der Muskeln des Schultergürtels und des Schultergelenks bei der Abduktion des Armes und dem Senken des Schultergürtels (die farbigen Pfeile bezeichnen die fixierenden Muskeln, die schwarzen Pfeile die Bewegungsrichtung)

■ **Abb. 3.37.** Anatomisches Muskelpräparat des Rückens (Präparat und Aufnahme von J. Koebke, Köln)





■ **Abb. 3.38.** Muskelrelief des Rückens; beachte die Drehung der Skapula bei Elevation im Schultergelenk (gestrichelte Linie = margo medialis)

Muskeln vom Rumpf zum Schultergürtel. Innerhalb dieser Gruppe kann man – ohne spezielle Kenntnisse der einzelnen Muskeln – verschiedene Zugrichtungen unterscheiden, die die Verbindung zwischen Schultergürtel und Rumpf bei vielfältigen Belastungen sichern. **Absteigende** Züge laufen vom Kopf oder von der Halswirbelsäule zum Schulterblatt. Sie bewahren den Schultergürtel vor dem Absinken, etwa beim Tragen schwerer Lasten. **Aufsteigende** Anteile von der unteren Brustwirbelsäule ziehen das Schulterblatt nach unten; sie tragen den Rumpf beim Hängen oder Stützen. **Quere** Muskelzüge können das Schulterblatt entweder nach medial, zur Wirbelsäule hin (entspringend von der oberen BWS) oder nach lateral verspannen (von der seitlichen oder vorderen Thoraxwand kommend). Innerhalb ihrer Bewegungswirkung auf das Schulterblatt ziehen sie die Schultern dabei nach hinten oder nach vorne.

Der **M. trapezius** besitzt drei Anteile (■ Abb. 3.39, vgl. ■ Abb. 3.37, 3.38), jeweils einen absteigenden, einen queren und einen aufsteigenden (*Pars descendens, transversa und ascendens*). Er entspringt vom Hinterhaupt und von den Dornfortsätzen der Hals- und Brustwirbelsäule. Seine Faserbündel laufen zur Spina scapulae zusammen, wo die auf-

steigenden am weitesten medial, die absteigenden lateral am Acromion, teilweise auch am Schlüsselbein ansetzen. Bei der Kontraktion der einzelnen Teile wird das Schulterblatt nach oben, medial oder unten gezogen. Wenn er sich insgesamt anspannt, werden die Schultern zurückgezogen, der Kopf nach hinten geneigt und die Wirbelsäulenstreckung unterstützt. Die Zusammenarbeit von auf- und absteigendem Teil wirkt bei der Drehung des Schulterblattes mit (wichtig für die Elevation des Armes), wobei sein Angulus superior nach unten und das Acromion nach oben gezogen werden (vgl. ■ Abb. 3.38).

Unter dem M. trapezius liegt der **M. rhomboideus**, welcher von den Dornfortsätzen der unteren Hals- und oberen Brustwirbel schräg abwärts zum medialen Schulterblatttrand zieht (■ Abb. 3.40, vgl. ■ Abb. 3.37). Bei seiner Kontraktion nähern sich die Schulterblätter einander, und außerdem hält er die Schulterblätter gegen den Brustkorb (zusammen mit dem M. serratus anterior).

In absteigender Richtung verläuft der **M. levator scapulae** von den Querfortsätzen der Halswirbel zum oberen Schulterblattwinkel (■ Abb. 3.41). Seine Funktion geht bereits aus seiner Benennung hervor: Er hebt die Schulter-