

Studienbrief

Medizinische Grundlagen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	3
Ergänzende Hinweise zum Studienbrief.....	8
Übergeordnete Lernziele des Studienmoduls	10
1 Einführung in die Anatomie.....	13
1.1 Anatomische Terminologie	13
1.2 Aufbau und Funktion der Zelle	18
1.3 Anatomische Einteilung der Gewebearten	20
1.3.1 Stütz- und Bindegewebe	21
1.3.2 Muskelgewebe.....	23
1.3.3 Nervengewebe.....	25
1.3.4 Epithelgewebe	27
2 Das Bewegungssystem	29
2.1 Das passive Bewegungssystem.....	30
2.1.1 Bestandteile des passiven Bewegungssystems.....	30
2.1.2 Anatomie und Physiologie der Knochen.....	30
2.1.3 Anatomie und Physiologie des Knorpels	35
2.1.4 Anatomie und Physiologie der Bänder	37
2.1.5 Gelenkbestandteile und Gelenkformen	38
2.2 Das aktive Bewegungssystem	42
2.2.1 Bestandteile des aktiven Bewegungssystems	42
2.2.2 Anatomie und Physiologie der Skelettmuskulatur	43
2.2.3 Anatomie und Physiologie der Sehnen und Hilfseinrichtungen der Skelettmuskulatur	57
2.3 Trainingsinduzierte Anpassungen des Bewegungssystems.....	59
2.3.1 Trainingsinduzierte Anpassungen des Knochens.....	59
2.3.2 Trainingsinduzierte Anpassungen des Knorpels	59
2.3.3 Trainingsinduzierte Anpassungen des Kapsel-Band-Apparates	60
2.3.4 Trainingsinduzierte Anpassungen der Skelettmuskulatur.....	60
2.3.5 Trainingsinduzierte Anpassungen der Sehnen	64
3 Funktionelle Anatomie der wichtigsten Muskel-Gelenk-Systeme	67
3.1 Der Schultergürtel und die oberen Extremitäten	68
3.1.1 Funktionelle Anatomie des Schultergürtels.....	68
3.1.2 Funktionelle Anatomie des Schultergelenks	78
3.1.3 Funktionelle Anatomie des Ellenbogengelenks	96
3.1.4 Funktionelle Anatomie des Handgelenks	109
3.2 Die Wirbelsäule	117
3.2.1 Funktionelle Anatomie der Wirbelsäule	117
3.3 Die unteren Extremitäten	155
3.3.1 Funktionelle Anatomie des Hüftgelenks	155
3.3.2 Funktionelle Anatomie des Kniegelenks	175
3.3.3 Funktionelle Anatomie der Sprunggelenke.....	186
4 Das Herz-Kreislauf-System	202

4.1	Bestandteile des Herz-Kreislauf-Systems.....	203
4.2	Anatomie und Physiologie des Herzens	203
4.2.1	Lage und Bau des Herzens	203
4.2.2	Blutversorgung des Herzens.....	207
4.2.3	Physiologie der Herzarbeit	209
4.2.4	Kenngrossen der Herzarbeit.....	210
4.2.5	Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem des Herzens	212
4.3	Anatomie und Physiologie des Gefässsystems	216
4.3.1	Anatomie und Physiologie der Blutgefässe.....	217
4.3.2	Grosser und kleiner Blutkreislauf	225
4.4	Anatomie und Physiologie des Blutes	228
4.4.1	Blutbestandteile und deren Funktionen	228
4.4.2	Physiologie des Blutes	230
4.5	Trainingsinduzierte Anpassungen des Herz-Kreislauf-Systems.....	230
4.5.1	Trainingsinduzierte Anpassungen des Herzens.....	230
4.5.2	Trainingsinduzierte Anpassungen des Gefässsystems	232
4.5.3	Trainingsinduzierte Anpassungen des Blutes	233
4.5.4	Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_{2max})	234
5	Das Atmungssystem	239
5.1	Anatomie der Atemwege	239
5.2	Physiologie der Atmung	243
5.2.1	Mechanik der Ein- und Ausatmung	243
5.2.2	Regulation der Atmung	245
5.2.3	Atemvolumina und Kenngrossen der Atmung.....	246
5.3	Trainingsinduzierte Anpassungen am Atmungssystem.....	249
6	Das Nervensystem	252
6.1	Zentrales und peripheres Nervensystem	253
6.1.1	Bestandteile des zentralen Nervensystems.....	253
6.1.2	Neuromuskuläre Steuerung	255
6.2	Vegetatives Nervensystem	259
7	Enzyme und Hormone	263
7.1	Enzyme	263
7.2	Hormone.....	265
7.2.1	Kontrolle des Hormonspiegels	266
7.2.2	Die Hormondrüsen	266
8	Der Energiestoffwechsel	270
8.1	Energiebereitstellung in der Muskelzelle bei körperlicher Belastung	270
8.1.1	Die Spaltung des Adenosintriphosphats (ATP)	270
8.1.2	Die Spaltung des Kreatinphosphats (KrP)	271
8.1.3	Die Zerlegung der Nährstoffe.....	272
8.2	Die energetische Flussrate	278
9	Temperaturregulation	284
9.1	Mechanismen der Temperaturregulation	284
9.2	Steuerung der Temperaturregulation.....	285

9.3 Einfluss von körperlicher Aktivität auf die Körpertemperatur	287
10 Merkmale der spezifischen Entwicklung	290
10.1 Geschlechtsspezifische Merkmale.....	290
10.2 Entwicklungs- und altersspezifische Merkmale	292
10.2.1 Kinder und Jugendliche	292
10.2.2 Senioren	295
11 Pathophysiologie ausgewählter Erkrankungen	300
11.1 Adipositas	300
11.1.1 Definition	300
11.1.2 Ätiologie.....	302
11.1.3 Diagnostik.....	304
11.1.4 Therapie.....	305
11.2 Diabetes mellitus	307
11.2.1 Definition	308
11.2.2 Ätiologie.....	309
11.2.3 Symptome und Diagnose	310
11.2.4 Therapie.....	311
11.3 Arterielle Hypertonie	314
11.3.1 Definition	315
11.3.2 Ätiologie.....	317
11.3.3 Symptome und Diagnose	317
11.3.4 Therapie.....	318
11.4 Koronare Herzkrankheit (KHK).....	319
11.4.1 Definition	319
11.4.2 Ätiologie.....	319
11.4.3 Symptome und Diagnose	320
11.4.4 Therapie.....	321
Nachwort	325
Anhang	327
Lösungen und Kommentare zu den Übungen, Glossar und Literatur des Studienbriefs in ILIAS.....	327
Prüfungsleistung	327
Tabellenverzeichnis.....	328
Abbildungsverzeichnis.....	330

3 Funktionelle Anatomie der wichtigsten Muskel-Gelenk-Systeme



Lernziele

Nach der Bearbeitung des Kapitels . . .

- können Sie die Anatomie des Schultergürtels einschliesslich seiner funktionellen Bewegungsmöglichkeiten und der primär einflussnehmenden Muskulatur beschreiben,
 - können Sie die Anatomie des Schultergelenks einschliesslich seiner funktionellen Bewegungsmöglichkeiten und der primär einflussnehmenden Muskulatur beschreiben,
 - können Sie die Anatomie des Ellenbogengelenks einschliesslich seiner funktionellen Bewegungsmöglichkeiten und der primär einflussnehmenden Muskulatur beschreiben,
 - können Sie die Anatomie des proximalen Handgelenks einschliesslich seiner funktionellen Bewegungsmöglichkeiten und der primär einflussnehmenden Muskulatur beschreiben,
 - können Sie die Anatomie der Wirbelsäule als zentrales Achsenorgan des Körpers beschreiben,
 - können Sie die Anatomie des Hüftgelenks einschliesslich seiner funktionellen Bewegungsmöglichkeiten und der primär einflussnehmenden Muskulatur beschreiben,
 - können Sie die Anatomie des Kniegelenks einschliesslich seiner funktionellen Bewegungsmöglichkeiten und der primär einflussnehmenden Muskulatur beschreiben,
 - können Sie die Anatomie der Sprunggelenke, einschliesslich ihrer funktionellen Bewegungsmöglichkeiten und ihrer primär einflussnehmenden Muskulatur beschreiben,
 - können Sie Krafttrainingsübungen hinsichtlich der involvierten Gelenke, der beanspruchten Agonisten/Synergisten sowie der Antagonisten für die jeweiligen Gelenkbewegungen analysieren.
-

3.1 Der Schultergürtel und die oberen Extremitäten

3.1.1 Funktionelle Anatomie des Schultergürtels

Der Schultergürtel verbindet die Knochen der oberen Extremitäten mit dem Körperstamm bzw. der Wirbelsäule und dem Brustkorb. Der Schultergürtel besteht auf jeder Körperseite jeweils aus dem Schulterblatt (Scapula) und dem Schlüsselbein (Clavicula). Das Schulterblatt ist wiederum mit dem Oberarm (Humerus) verbunden (über das Schultergelenk, vgl. Kapitel 3.1.2), das Schlüsselbein zur Körpermitte mit dem Brustbein (Sternum).

Die Abb. 26 zeigt das Schulterblatt aus einer Ansicht von ventral und dorsal. Das Schulterblatt ist sowohl Bestandteil des Schultergürtels als auch des Schultergelenks. Auffällig sind die knöchernen Vorsprünge, das Akromion (auch als „Schulterdach“ oder „Schulterhöhe“ bezeichnet) sowie der Rabenschnabelfortsatz. An diesen Knochenvorsprüngen setzen Bänder und Muskeln an. Die dorsale Ansicht des Schulterblatts zeigt die Schulterblattgräte, ein knöcherner Kamm, oberhalb und unterhalb derer sich Muskelansätze befinden.

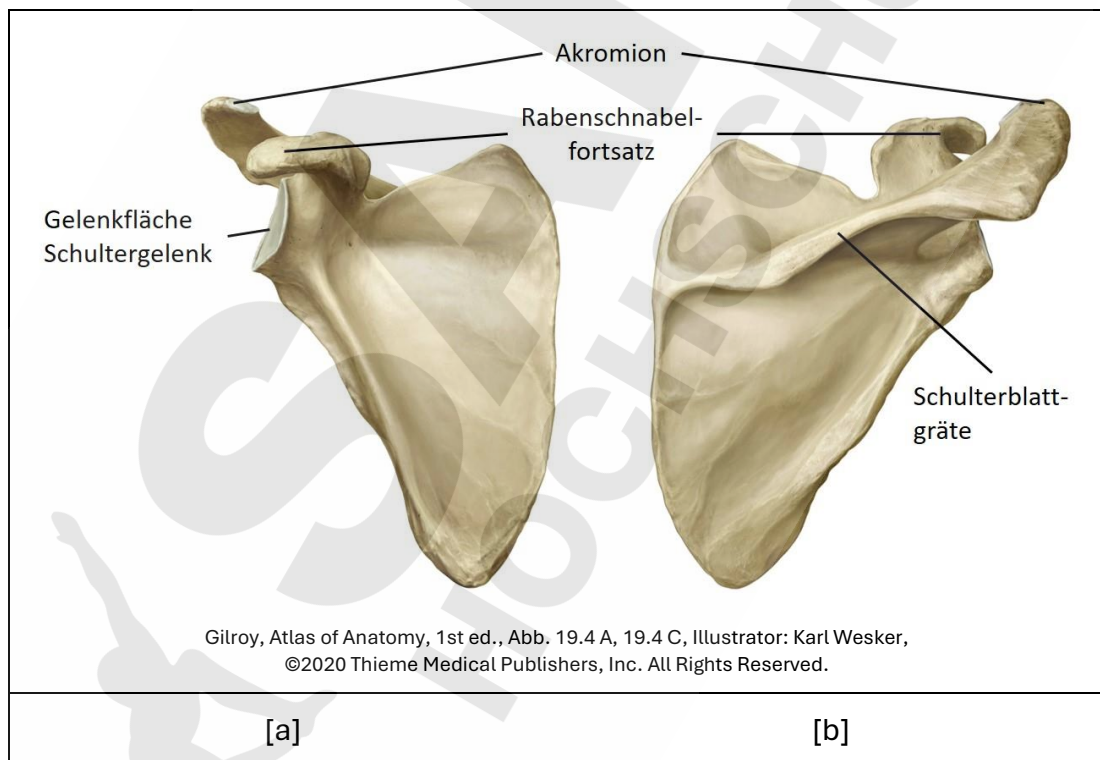


Abb. 26: Das Schulterblatt – Ansicht von ventral [a] und dorsal [b] (©Thieme Medical Publishers, 2020)

Folgende gelenkige Verbindungen bestehen im Schultergürtel:

- Schulterblatt (Scapula) und Schlüsselbein (Clavicula) sind über das Acromioclaviculargelenk (auch als „Schulterreckgelenk“ bezeichnet) miteinander verbunden.
- Schlüsselbein (Clavicula) und Brustbein (Sternum) sind über das Sternoclaviculargelenk miteinander verbunden.
- Des Weiteren besteht eine Gleitfläche zwischen Schulterblatt (Scapula) und dem Thorax bzw. der hinteren Brustkorbwand (Scapulothorakalgelenk).

Die Abb. 27 stellt den Schultergürtel mit seinen knöchernen Bestandteilen und den gelenkigen Verbindungen in einer Ansicht von kranial dar. Über den QR-Code können Sie zur besseren Visualisierung eine 3D-Anatomieanimation abrufen, die den Schultergürtel (respektive das Schultergelenk) aus mehreren Perspektiven zeigt.

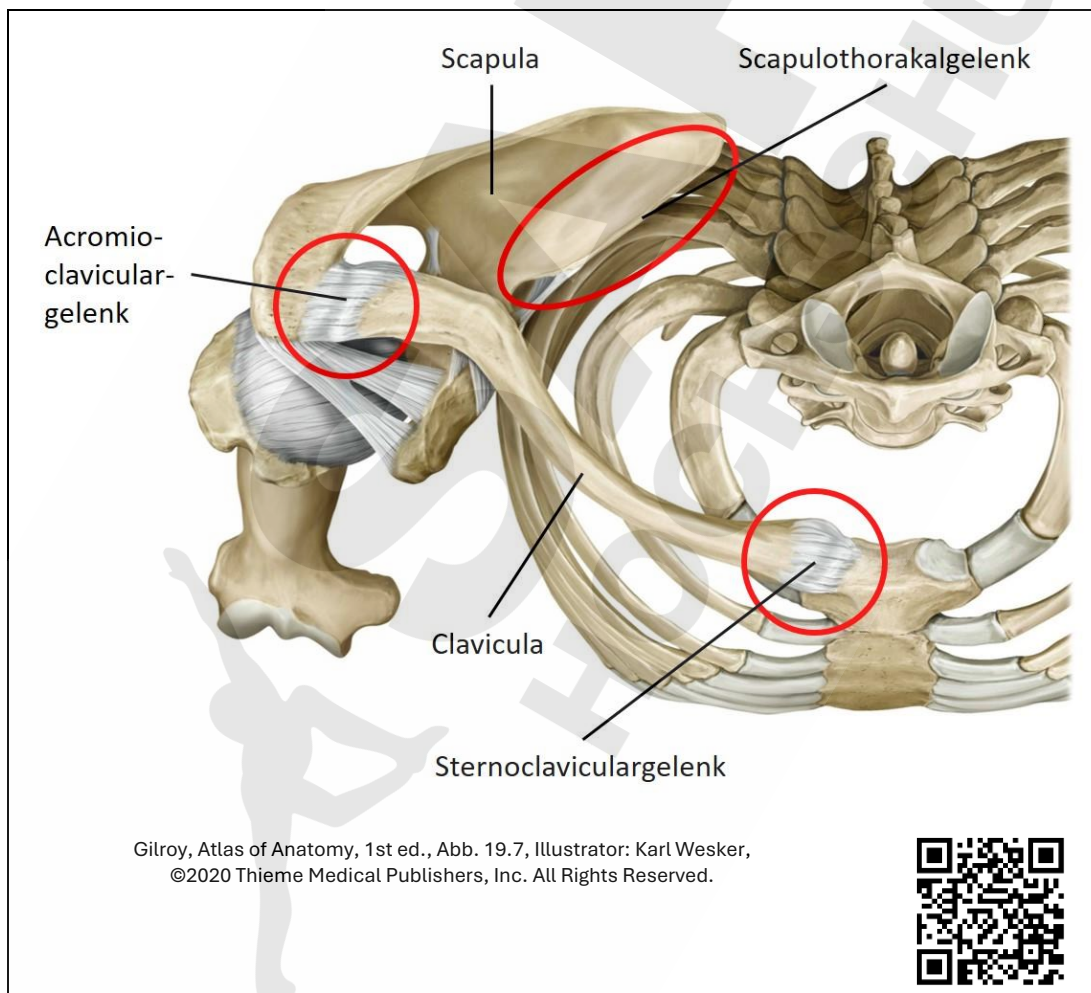


Abb. 27: Der Schultergürtel aus einer Ansicht von kranial: knöcherne Bestandteile und gelenkige Verbindungen (©Thieme Medical Publishers, 2020)

Bewegungsmöglichkeiten des Schultergürtels:

Die Bewegungen im Schultergürtel vollziehen sich primär über die Gleitfläche zwischen Schulterblättern und hinterer Brustkorbwand. Folgenden Bewegungen sind möglich (unter Vernachlässigung der Rotationsbewegungen der Scapula):

- Protraktion: nach vorne bzw. zum Brustbein Hinziehen des Schultergürtels
- Retraktion: nach hinten bzw. zur Wirbelsäule Hinziehen des Schultergürtels
- Elevation: Anheben des Schultergürtels
- Depression: Herunterziehen des Schultergürtels

Im Folgenden werden die physiologischen Bewegungsausmasse des Schultergürtels dargestellt. Als 0°-Position und somit als Referenzwert dient der aufrechte Stand mit Blick nach vorne (vgl. Abb. 28 und Abb. 29).

Tab. 8: Die physiologischen Bewegungsausmasse des Schultergürtels (modifiziert nach Karpandji, 2016a)

Bewegungsrichtung	Bewegungsausmass
Retraktion – Protraktion	30° – 0° – 30°
Elevation – Depression	50° – 0° – 5°

Die folgenden Abbildungen verdeutlichen die Bewegungsmöglichkeiten des Schultergürtels. Über den oberen QR-Code können Sie jeweils ein Video zu den gezeigten Gelenkbewegungen abrufen. Über den unteren QR-Code ist jeweils eine 3D-Anatomieanimation der Gelenkbewegungen abrufbar.

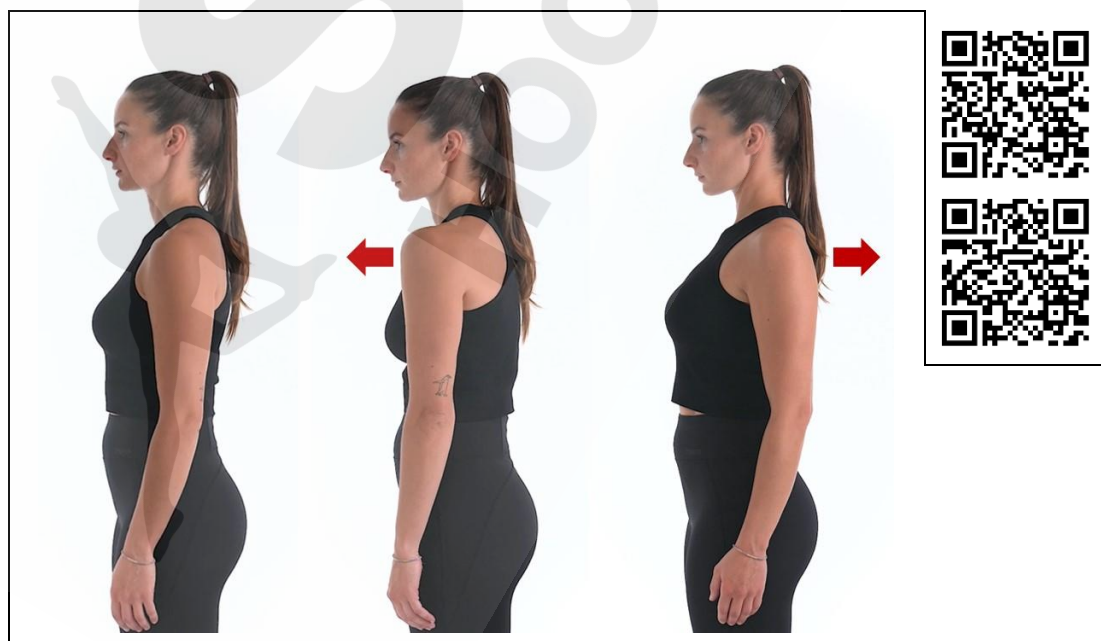


Abb. 28: Bewegungsmöglichkeiten des Schultergürtels: Ausgangsposition – Protraktion – Retraktion (© SAFS)

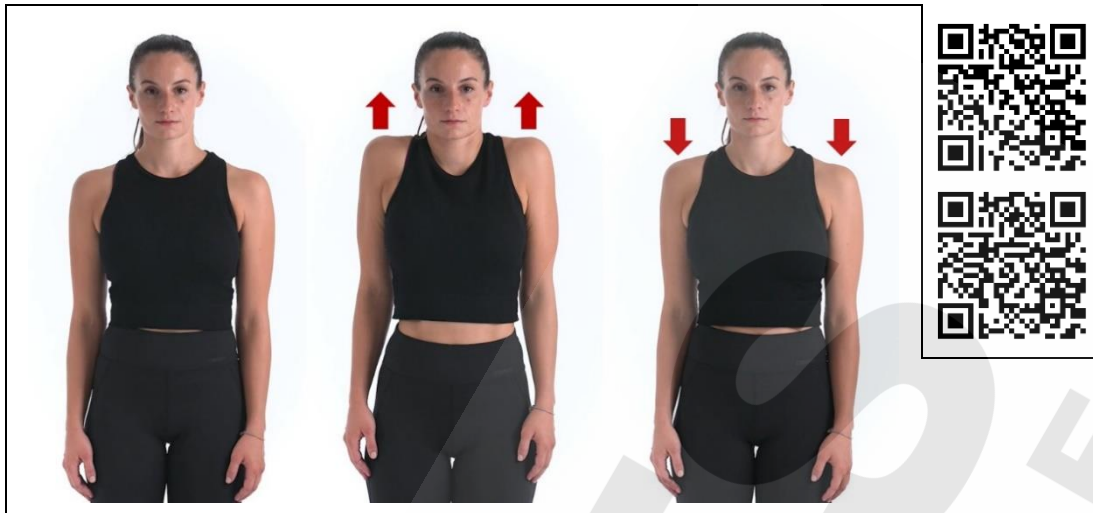


Abb. 29: Bewegungsmöglichkeiten des Schultergürtels: Ausgangsposition – Elevation – Depression (© SAFS)

Die Muskulatur des Schultergürtels:

Im Folgenden werden die wichtigsten einflussnehmenden Muskeln auf den Schultergürtel behandelt. Im Sinne einer didaktischen Reduktion werden nur ausgewählte Muskeln thematisiert. Die Darstellungen erheben somit keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Die Abb. 30 zeigt die oberflächlich liegende Muskulatur des Schultergürtels aus einer Ansicht von dorsal. Ein wichtiger Schultergürtelmuskel aus dieser Perspektive ist der **M. trapezius (Trapezmuskel)**, der aus drei Faseranteilen besteht:

- Pars descendens (absteigender bzw. oberer Faseranteil): Dieser Faseranteil hebt die Schlüsselbeine nach oben (Elevation) und unterstützt zudem die Lateralflexion (Seitneigung) und Rotation der Halswirbelsäule und somit die Bewegung des Kopfs.
- Pars transversa (querverlaufender bzw. mittlerer Faseranteil): Dieser Faseranteil zieht die Schulterblätter zur Wirbelsäule hin zusammen (Retraktion).
- Pars ascendens (aufsteigender bzw. unterer Faseranteil): Dieser Faseranteil zieht die Schulterblätter nach unten (Depression).

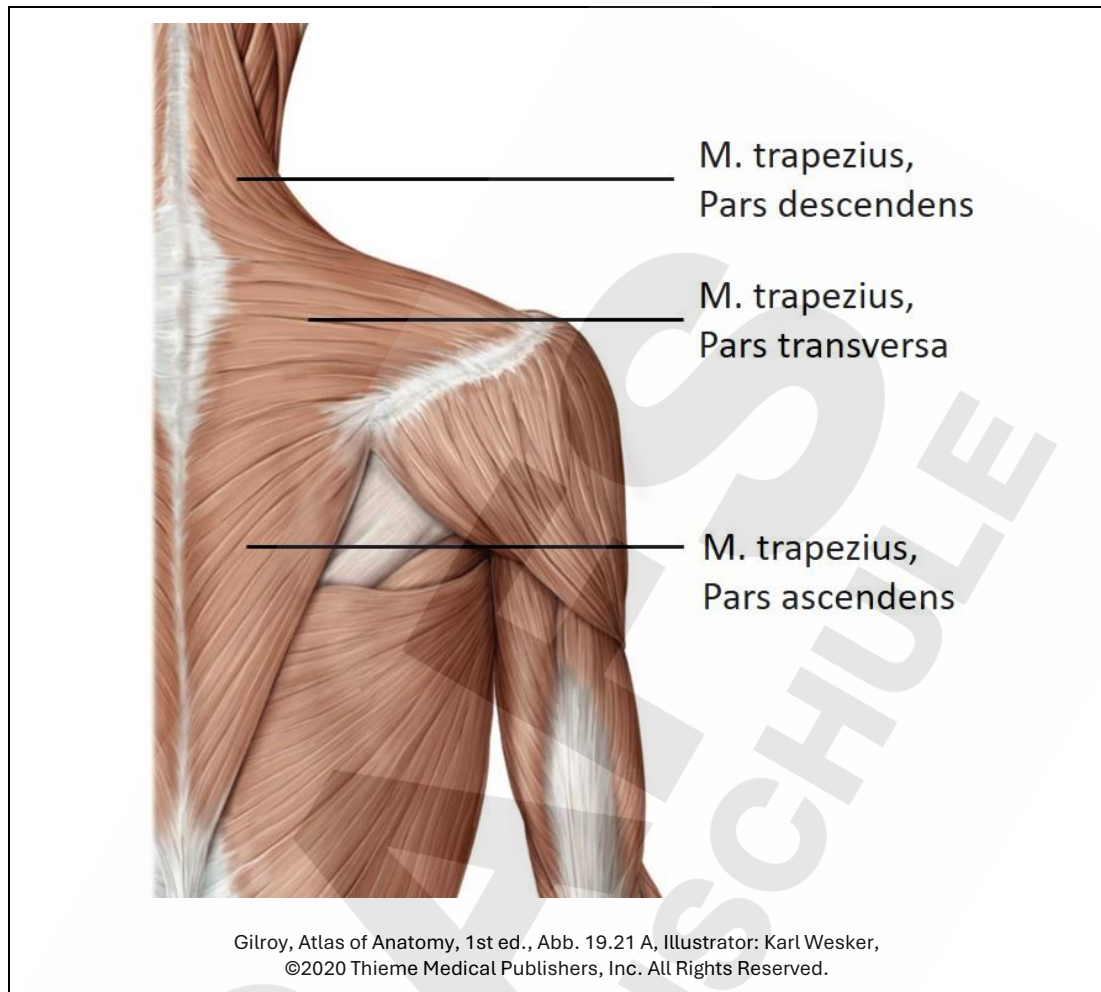


Abb. 30: Die oberflächlich liegende Schultergürtelmuskulatur von dorsal (©Thieme Medical Publishers, 2020)

Der M. trapezius mit seinen unterschiedlichen Faseranteilen ist bei den meisten Bewegungen des Schultergürtels aktiv beteiligt. Eine direkte Bewegungsfunktion im Schultergelenk (vgl. Kapitel 3.1.2) hat der M. trapezius nicht, da er keinen Kontakt zum Oberarm (Humerus) hat (siehe Ursprung und Ansatz des M. trapezius in der Tab. 9). Da der M. trapezius jedoch die Schulterblätter, als knöcherne Bestandteile der Schultergelenke, bewegt und fixiert, nimmt er indirekt Einfluss auf die Bewegungen des Schultergelenks. In diesem Kontext kommt dem Pars transversa und dem Pars ascendens eine bedeutende Funktion zu. Diese beiden Faseranteile fixieren die Schulterblätter am Rumpf (daher auch die Bezeichnung als „Schulterblattfixatoren“). Eine effiziente Kraftübertragung der grossen Muskeln des Schultergelenks auf die oberen Extremitäten gelingt nur, wenn die Schulterblätter hinreichend muskulär fixiert werden können. Kraftdefizite des M. trapezius können somit die Kraftleistungsfähigkeit der grossen Muskeln des Schultergelenks (vgl. Kapitel 3.1.2) negativ beeinflussen.

Die Abb. 31 zeigt die tiefliegenden Muskeln des Schultergürtels aus einer Ansicht von dorsal. In dieser Abbildung wurde der M. trapezius entfernt, so dass die darunterliegenden Muskeln sichtbar werden.

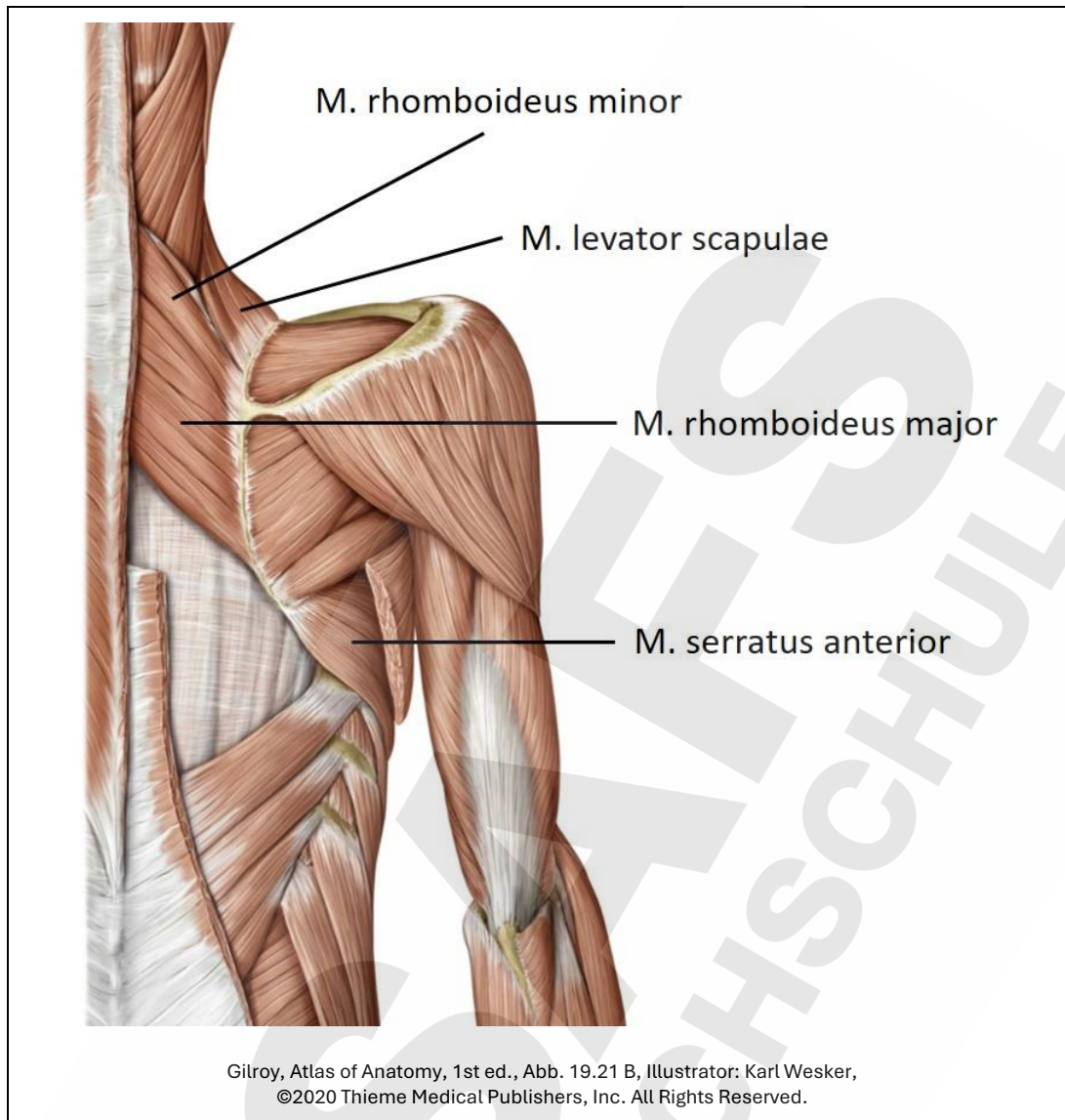


Abb. 31: Die tiefliegende Schultergürtelmuskulatur von dorsal (©Thieme Medical Publishers, 2020)

Die **Mm. rhomboidei major und minor (grosser und kleiner Rautenmuskel)** liegen direkt unter dem M. trapezius und arbeiten synergistisch zu diesem Muskel bei der Elevation und Retraktion der Schulterblätter. Der **M. levator scapulae (Schulterblattheber)** arbeitet synergistisch zum M. trapezius bei der Elevation der Schulterblätter. Die Abb. 31 zeigt zudem den Ursprung des M. serratus anterior (vorderer Sägemuskel), der im Kontext der ventralen Schultergürtelmuskulatur betrachtet wird.

In der Tab. 9 werden die dorsalen Muskeln des Schultergürtels mit Ursprung, Ansatz und Funktion nochmals zusammengefasst.