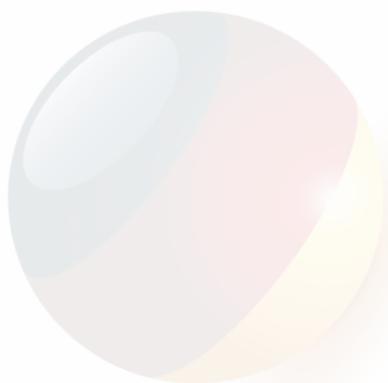




**Studienbrief**

**Medizinische Grundlagen**



---

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	3
Ergänzende Hinweise zum Studienbrief .....	8
Übergeordnete Lernziele des Studienmoduls .....	10
<b>1 Einführung in die Anatomie .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Anatomische Terminologie.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Aufbau und Funktion der Zelle .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3 Anatomische Einteilung der Gewebearten.....</b>	<b>18</b>
1.3.1 Stütz- und Bindegewebe .....	18
1.3.2 Muskelgewebe .....	20
1.3.3 Nervengewebe .....	22
1.3.4 Epithelgewebe .....	24
<b>2 Das Bewegungssystem .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1 Das passive Bewegungssystem.....</b>	<b>27</b>
2.1.1 Bestandteile des passiven Bewegungssystems .....	27
2.1.2 Anatomie und Physiologie der Knochen.....	27
2.1.3 Anatomie und Physiologie des Knorpels .....	32
2.1.4 Anatomie und Physiologie der Bänder .....	34
2.1.5 Gelenkbestandteile und Gelenkformen .....	35
<b>2.2 Das aktive Bewegungssystem.....</b>	<b>39</b>
2.2.1 Bestandteile des aktiven Bewegungssystems .....	39
2.2.2 Anatomie und Physiologie der Skelettmuskulatur .....	40
2.2.3 Anatomie und Physiologie der Sehnen und Hilfseinrichtungen der Skelettmuskulatur.....	53
<b>2.3 Trainingsinduzierte Anpassungen des Bewegungssystems .....</b>	<b>55</b>
2.3.1 Trainingsinduzierte Anpassungen des Knochens .....	55
2.3.2 Trainingsinduzierte Anpassungen des Knorpels.....	55
2.3.3 Trainingsinduzierte Anpassungen des Kapsel-Band-Apparates .....	55
2.3.4 Trainingsinduzierte Anpassungen der Skelettmuskulatur .....	56
2.3.5 Trainingsinduzierte Anpassungen der Sehnen.....	60
<b>3 Funktionelle Anatomie der wichtigsten Muskel-Gelenk-Systeme .....</b>	<b>63</b>
<b>3.1 Der Schultergürtel und die oberen Extremitäten .....</b>	<b>64</b>
3.1.1 Funktionelle Anatomie des Schultergürtels .....	64
3.1.2 Funktionelle Anatomie des Schultergelenks .....	75
3.1.3 Funktionelle Anatomie des Ellenbogengelenks .....	93
3.1.4 Funktionelle Anatomie des Handgelenks .....	105
3.1.5 Praxistransfer .....	112
<b>3.2 Die Wirbelsäule .....</b>	<b>113</b>
3.2.1 Funktionelle Anatomie der Wirbelsäule .....	113
3.2.2 Praxistransfer .....	150
<b>3.3 Die unteren Extremitäten.....</b>	<b>151</b>
3.3.1 Funktionelle Anatomie des Hüftgelenks.....	151
3.3.2 Funktionelle Anatomie des Kniegelenks.....	171
3.3.3 Funktionelle Anatomie der Sprunggelenke .....	181
3.3.4 Praxistransfer .....	195

<b>4</b>	<b>Das Herz-Kreislauf-System .....</b>	<b>198</b>
4.1	Bestandteile des Herz-Kreislauf-Systems.....	199
4.2	Anatomie und Physiologie des Herzens.....	199
4.2.1	Lage und Bau des Herzens.....	199
4.2.2	Blutversorgung des Herzens.....	203
4.2.3	Physiologie der Herzarbeit.....	205
4.2.4	Kenngößen der Herzarbeit.....	206
4.2.5	Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem des Herzens.....	208
4.3	Anatomie und Physiologie des Gefäßsystems .....	212
4.3.1	Anatomie und Physiologie der Blutgefäße .....	212
4.3.2	Großer und kleiner Blutkreislauf .....	219
4.4	Anatomie und Physiologie des Blutes.....	222
4.4.1	Blutbestandteile und deren Funktionen.....	222
4.4.2	Physiologie des Blutes.....	224
4.5	Trainingsinduzierte Anpassungen des Herz-Kreislauf-Systems.....	224
4.5.1	Trainingsinduzierte Anpassungen des Herzens .....	224
4.5.2	Trainingsinduzierte Anpassungen des Gefäßsystems .....	226
4.5.3	Trainingsinduzierte Anpassungen des Blutes .....	227
4.5.4	Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme ( $VO_{2max}$ ) .....	228
4.5.5	Praxistransfer.....	230
<b>5</b>	<b>Das Atmungssystem.....</b>	<b>233</b>
5.1	Anatomie der Atemwege.....	233
5.2	Physiologie der Atmung.....	237
5.2.1	Mechanik der Ein- und Ausatmung.....	237
5.2.2	Regulation der Atmung.....	239
5.2.3	Atemvolumina und Kenngößen der Atmung .....	240
5.3	Trainingsinduzierte Anpassungen am Atmungssystem .....	242
<b>6</b>	<b>Das Nervensystem .....</b>	<b>246</b>
6.1	Zentrales und peripheres Nervensystem.....	247
6.1.1	Bestandteile des zentralen Nervensystems.....	247
6.1.2	Neuromuskuläre Steuerung .....	249
6.2	Vegetatives Nervensystem .....	253
<b>7</b>	<b>Enzyme und Hormone .....</b>	<b>257</b>
7.1	Enzyme.....	257
7.2	Hormone .....	259
7.2.1	Kontrolle des Hormonspiegels .....	259
7.2.2	Die Hormondrüsen.....	260
<b>8</b>	<b>Der Energiestoffwechsel .....</b>	<b>264</b>
8.1	Energiebereitstellung in der Muskelzelle bei körperlicher Belastung.....	264
8.1.1	Die Spaltung des Adenosintriphosphats (ATP) .....	264
8.1.2	Die Spaltung des Kreatinphosphats (KRP) .....	265
8.1.3	Die Zerlegung der Nährstoffe .....	266
8.1.4	Praxistransfer.....	272
8.2	Die energetische Flussrate .....	272

<b>9</b>	<b>Temperaturregulation .....</b>	<b>278</b>
9.1	Mechanismen der Temperaturregulation .....	278
9.2	Steuerung der Temperaturregulation .....	279
9.3	Einfluss von körperlicher Aktivität auf die Körpertemperatur .....	281
<b>10</b>	<b>Merkmale der spezifischen Entwicklung .....</b>	<b>284</b>
10.1	Geschlechtsspezifische Merkmale.....	284
10.2	Entwicklungs- und altersspezifische Merkmale.....	286
10.2.1	Kinder und Jugendliche .....	286
10.2.2	Senioren .....	289
<b>11</b>	<b>Pathophysiologie ausgewählter Erkrankungen.....</b>	<b>294</b>
11.1	<b>Adipositas.....</b>	<b>294</b>
11.1.1	Definition.....	294
11.1.2	Ätiologie .....	297
11.1.3	Diagnostik.....	299
11.1.4	Therapie .....	299
11.2	<b>Diabetes mellitus.....</b>	<b>302</b>
11.2.1	Definition.....	302
11.2.2	Ätiologie .....	303
11.2.3	Symptome und Diagnose .....	305
11.2.4	Therapie .....	306
11.3	<b>Arterielle Hypertonie.....</b>	<b>308</b>
11.3.1	Definition.....	309
11.3.2	Praxistransfer .....	311
11.3.3	Ätiologie .....	311
11.3.4	Symptome und Diagnose .....	312
11.3.5	Therapie .....	312
11.4	<b>Koronare Herzkrankheit (KHK).....</b>	<b>313</b>
11.4.1	Definition.....	313
11.4.2	Ätiologie .....	314
11.4.3	Symptome und Diagnose .....	314
11.4.4	Therapie .....	315
<b>Nachwort.....</b>		<b>319</b>
<b>Anhang.....</b>		<b>321</b>
	Lösungen und Kommentare zu den Übungen, Glossar und Literatur des Studienbriefs in ILIAS.....	321
	Prüfungsleistung .....	321
	Tabellenverzeichnis.....	322
	Abbildungsverzeichnis.....	324

### 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 Bändern und Muskeln an. Die dorsale Ansicht des Schulterblatts zeigt die Schulterblattgräte, ein knöcherner Kamm, oberhalb und unterhalb derer sich Muskelansätze befinden.

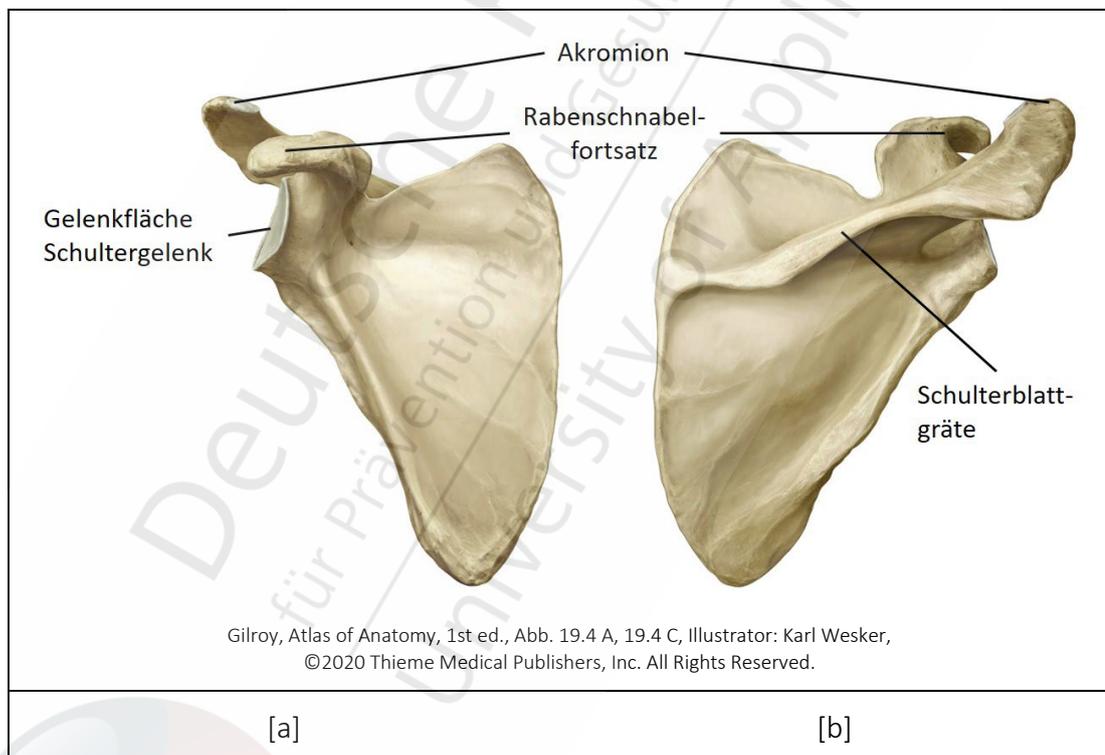


Abb. 26: Das Schulterblatt – Ansicht von ventral [a] und dorsal [b] (©Thieme Medical Publishers, 2020)

Folgende gelenkige Verbindungen bestehen im Schultergürtel:

- Schulterblatt (Scapula) und Schlüsselbein (Clavicula) sind über das Acromioclaviculargelenk (auch als „Schultereckgelenk“ 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.

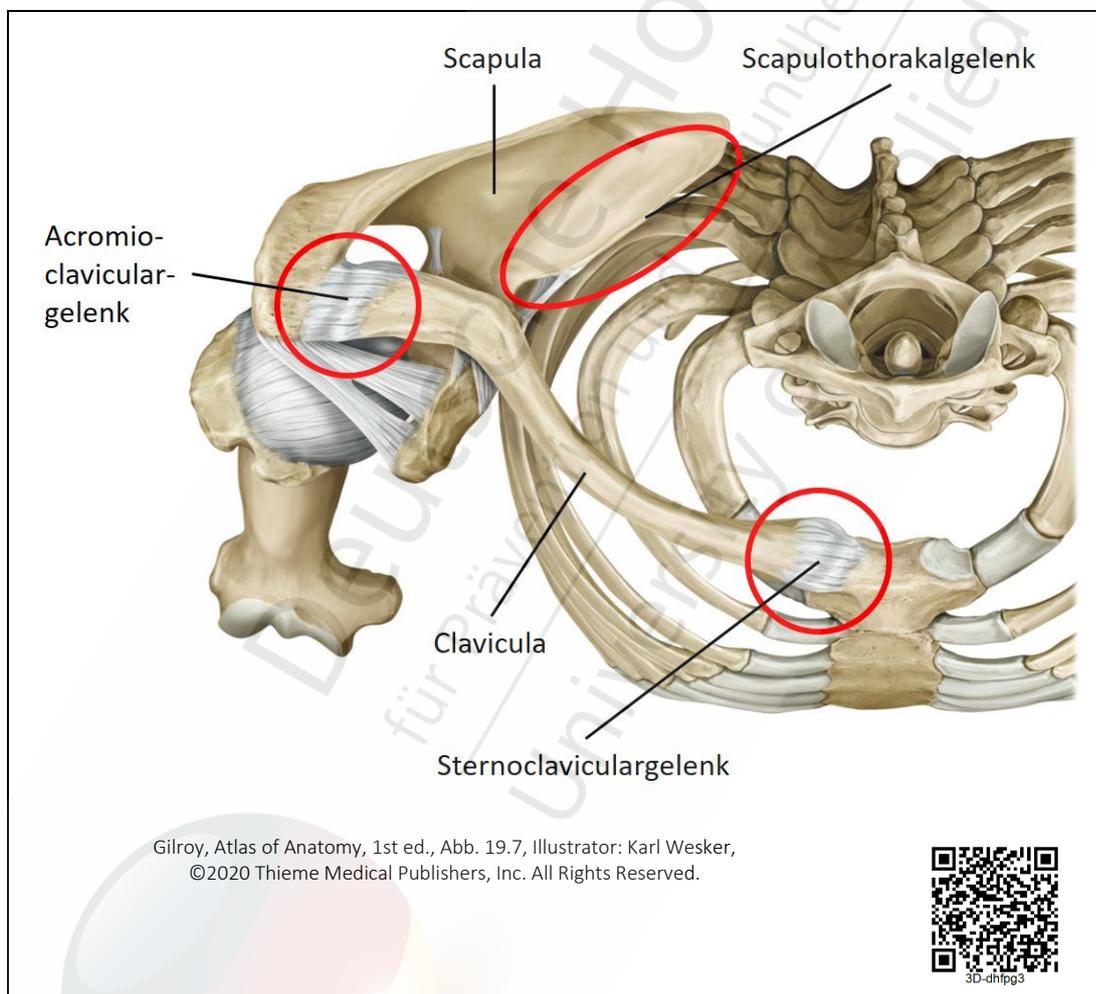


Abb. 27: Der Schultergürtel aus einer Ansicht von kranial: knöcherne Bestandteile und gelenkige Verbindungen (©Thieme Medical Publishers, 2020)

**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 Kapandji, 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.

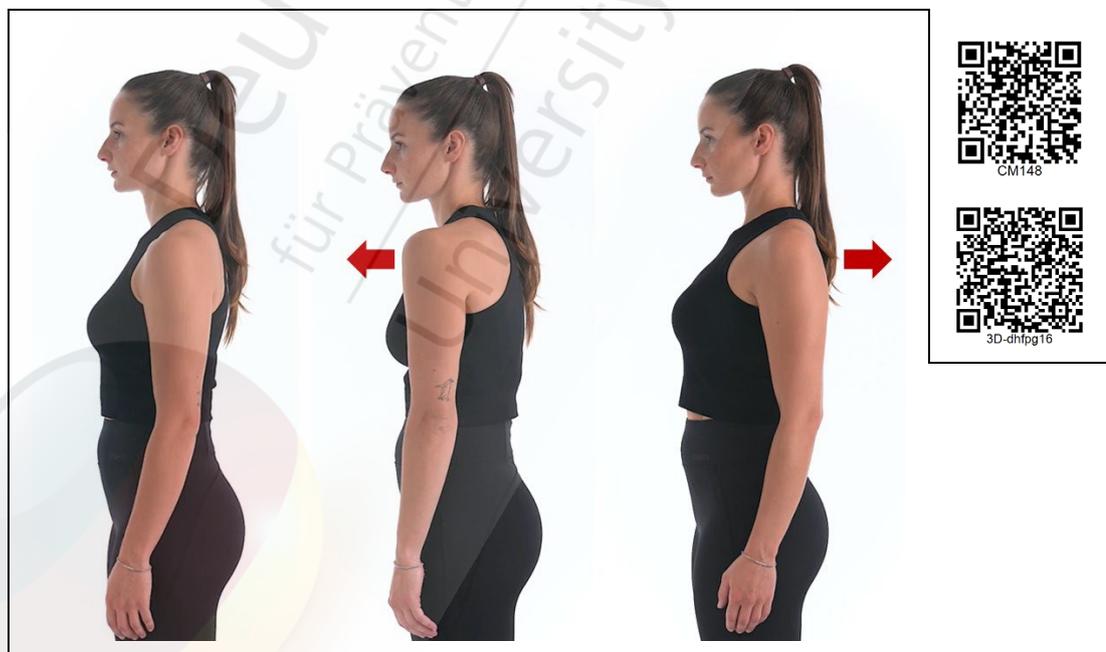


Abb. 28: Bewegungsmöglichkeiten des Schultergürtels: Ausgangsposition – Protraktion – Retraktion (© BSA/DHfPG)

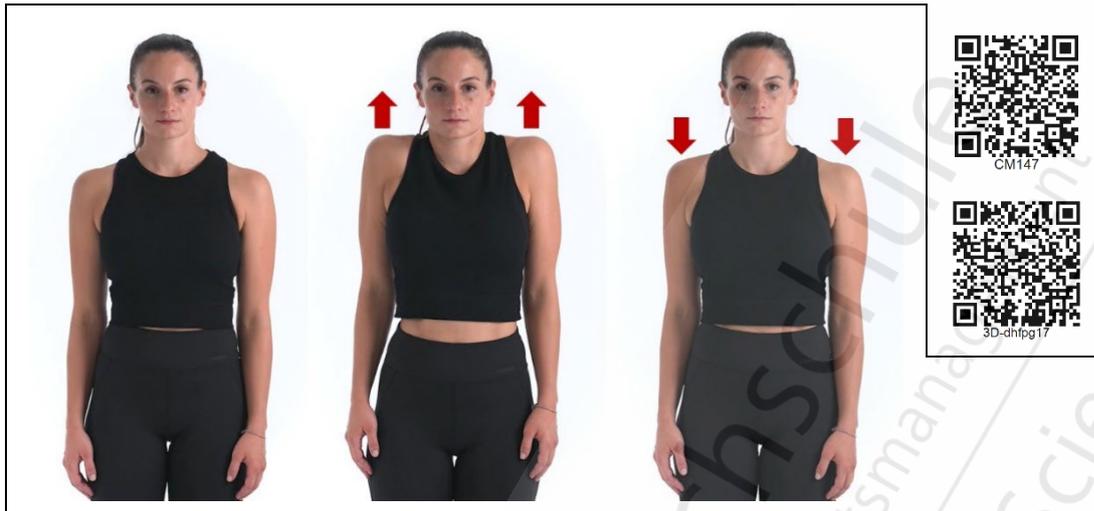


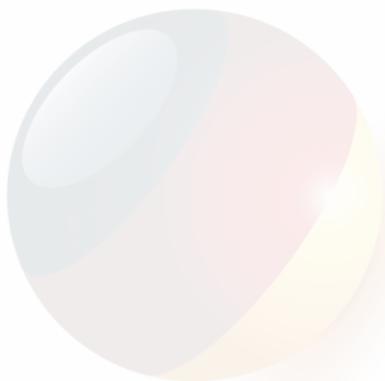
Abb. 29: Bewegungsmöglichkeiten des Schultergürtels: Ausgangsposition – Elevation – Depression (©BSA/DHfPG)

### 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).



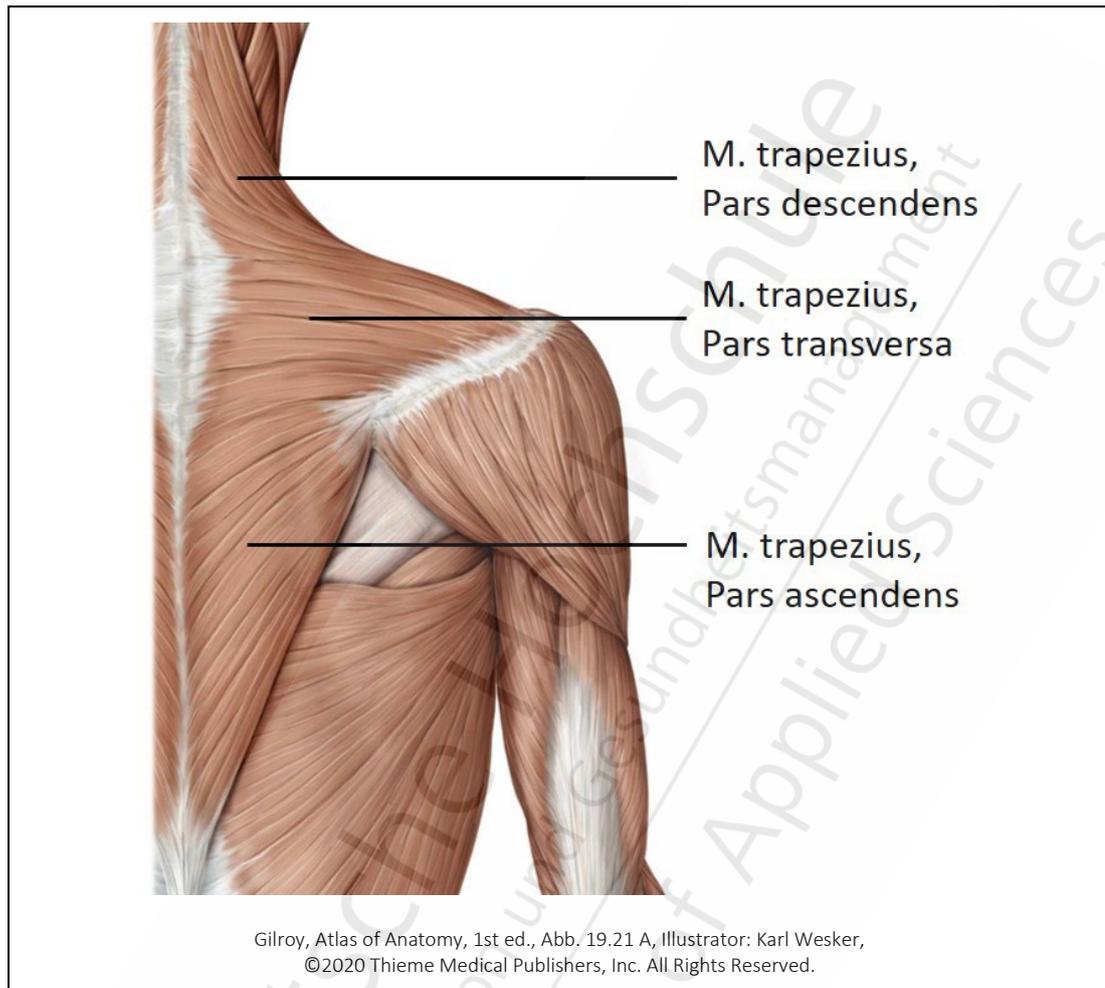
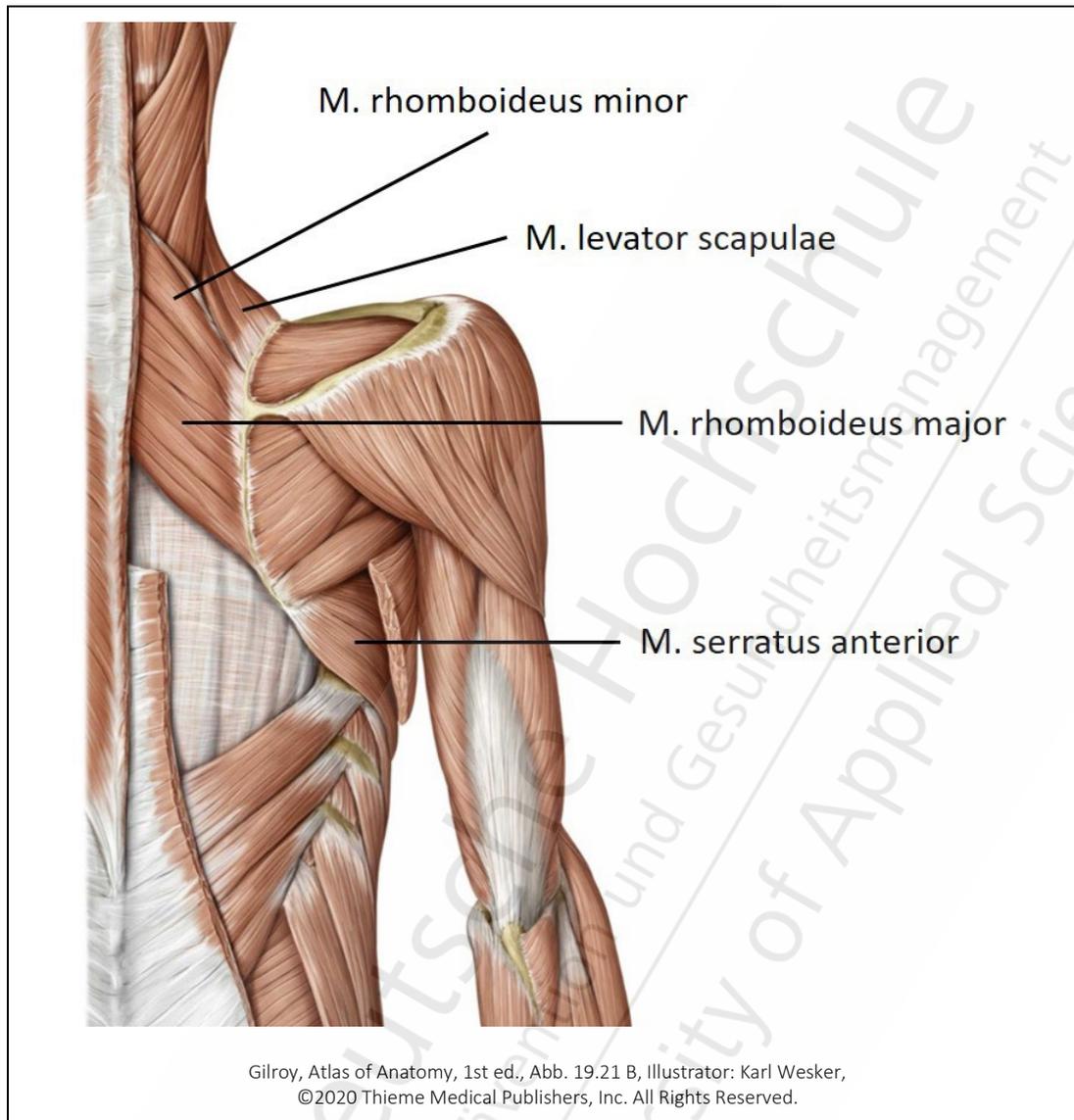


Abb. 30: Die oberflächlich liegende Schultergürtelmuskulatur von dorsal (©Thieme Medical Publishers, 2020)

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.



Gilroy, Atlas of Anatomy, 1st ed., Abb. 19.21 B, Illustrator: Karl Wesker,  
©2020 Thieme Medical Publishers, Inc. All Rights Reserved.

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.