

## 4.4 DIE MUSKELN

### 4.4.1 Anatomie der Skelettmuskulatur

Die Skelettmuskulatur besteht aus etwa 400 verschiedenen Einzelmuskeln unterschiedlichster Form und Größe.

Mit freiem Auge erkennt man, dass der Muskel aus faserigem Gewebe aufgebaut ist. Die Muskelfasern bestehen aus vielen Muskelzellen und Bindegewebe und werden selbst zu Muskelfaserbündeln zusammengeschlossen. Tausende solcher Muskelfaserbündel werden von einem derben Bindegewebe umgeben (= Muskelfaszie) und bilden einen Muskel.

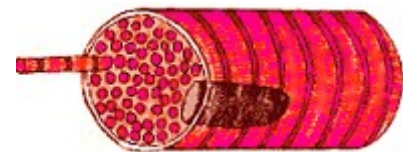


Das Muskelgewebe geht an seinen beiden Enden in ein festes Sehngewebe über. Die Sehnen sind am Knochen fest eingewachsen, befestigen die Muskulatur am Skelett und wirken so als Kraftüberträger vom Muskel auf das Skelett.

Die Muskelzelle enthält hunderte, mikroskopisch kleiner kontraktile Eiweißfäden als Zelleinschlüsse (= Myofibrillen). Neben den Myofibrillen enthält die Muskelzelle, so wie alle anderen Zellen des menschlichen Körpers, Mitochondrien als Zelleinschlüsse.

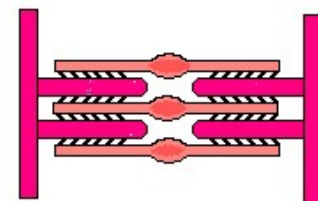
Die Mitochondrien sind die Kraftwerke der Zelle. In ihnen findet die Energieproduktion statt. Die Muskelzelle enthält daher besonders viele Mitochondrien.

Die Muskelzelle ist ein zylindrisch langgestrecktes Gebilde vollgestopft mit Myofibrillen und Mitochondrien. Sie ist aufgrund ihres geringen Durchmessers mit freiem Auge kaum zu sehen, erstreckt sich jedoch über eine Länge bis zu mehreren Zentimetern.

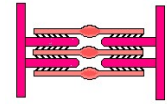


### 4.4.2 Physiologie der Muskulatur

Durch den elektrischen Reiz der motorischen Nerven angeregt, verkürzen sich die Muskelzellen durch Zusammenziehen der Myofibrillen (= Kontraktion). Die Muskelzelle kann sich durch das Zusammenziehen der Myofibrillen um ca. 30 % verkürzen. Die Anzahl der gleichzeitig kontrahierten Muskelzellen bestimmt die Kraft der Kontraktion. Bei maximaler Kraftentwicklung können sich willentlich höchstens 40 % aller Muskelzellen eines Muskels gleichzeitig kontrahieren.



Bei Reflexbewegungen oder bei elektrischer Reizung von außen, können die restlichen 60 % der Muskelzellen mobilisiert werden. Dabei kann aber die entwickelte Kraft die Zerreißgrenze von Muskel- und Sehngewebe erreichen. Zur Überwindung eines Widerstandes werden nur so viele Muskelzellen gleichzeitig erregt, wie unbedingt



notwendig sind. Die Kraftentwicklung im Muskel unterliegt somit strengen ökonomischen Prinzipien.

Innerhalb eines Muskels ziehen sich nicht immer die gleichen Muskelzellen für die Dauer der Kraftanstrengung zusammen. Es findet vielmehr ein fliegender Wechsel mit bis dahin ruhenden Muskelzellen statt. Dadurch können sich die Zellen im beanspruchten Muskel auch bei länger dauernder Belastung immer wieder zwischendurch erholen.

Die Muskulatur ist niemals in völliger Ruhe. Unsere Körperhaltung und unsere Körperform wird durch die Grund- oder Eigenspannung der Skelettmuskulatur Tag und Nacht aufrecht erhalten. Diese Grundspannung der Muskulatur nennt man **Muskeltonus**. Der Muskeltonus wird, da er keine sichtbare Arbeitsleistung erbringt, oft als beträchtlicher Energieverbraucher vergessen. Ganz anders ist dies bei der Muskelkontraktion bei Arbeitsleistung. Hier ist das Ergebnis des Energieverbrauchs deutlich zu sehen.

Der Muskeltonus ist lediglich in tiefer Bewusstlosigkeit oder während einer Narkose aufgehoben.

#### 4.4.3 Kurzfristige Anpassung der Muskulatur an den erhöhten Kraftbedarf

Bei Belastung reagiert die Muskulatur mit der gleichzeitigen Aktivierung der für diesen Kraftbedarf minimal benötigten Muskelzellen (= Synchronisation).

Durch Synchronisation können maximal 40 % aller Muskelzellen eines Muskels gleichzeitig willentlich kontrahiert werden.

#### 4.4.4 Langfristige Anpassung der Muskulatur an den erhöhten Kraftbedarf

##### 1. Morphologische Anpassung

Beim Krafttraining mit submaximaler Intensität passt sich der Muskel dem Trainingsreiz durch Neubildung von Myofibrillen in der einzelnen Muskelzelle an. Die Muskelzelle wird dicker (= Muskelhypertrophie). Nur bei Spitzenkraftsportlern kommt es auch zu einer Muskelzellvermehrung (= Hyperplasie). Der Gesamtmuskel nimmt in beiden Fällen an Dicke zu.

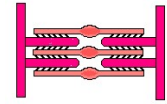
##### 2. Funktionelle Anpassung

Beim Krafttraining mit maximaler Intensität wird die Fähigkeit, möglichst viele Muskelzellen gleichzeitig zu kontrahieren (= Synchronisation), verbessert.

Durch spezielles Synchronisationstraining können bis zu 70 % der Muskelzellen eines Muskels gleichzeitig kontrahiert werden. Dieser Kraftzuwachs entwickelt sich ohne Hypertrophie (= Kraftzuwachs ohne Gewichtszunahme). Er basiert auf einem Lerneffekt mit Verbesserung der Muskel- und Nervenkoordination.

#### 4.4.5 Langfristige Anpassung der Muskulatur an den erhöhten Energiebedarf

**1. Morphologische Anpassung** Bei regelmäßigen, submaximalen Belastungen im aeroben Bereich (= Ausdauertraining) kommt es zu einer Anpassung der Energieproduktion an den erhöhten Bedarf.



Die Zahl der Mitochondrien in den Zellen wird vermehrt. Die Durchblutung der Muskulatur wird durch neugebildete Blutgefäße verbessert. Der Muskelfarbstoff (= Myoglobin) als wichtiger Sauerstoffspeicher nimmt zu.

## 2. Funktionelle Anpassung

Die Sauerstoffversorgung, Sauerstoffaufnahme und die Sauerstoffverwertung im Muskel werden optimiert.

Durch die verbesserte Sauerstoffversorgung im Muskel nimmt das Herzminutenvolumen in Ruhe ab und die maximale Sauerstoffaufnahme ( $V_{O_2 \max}$ ) bei Belastung zu.

### 4.4.6 Hilfseinrichtungen der Muskulatur

#### 1. Sehnen

Die Muskeln werden durch die Sehnen am Skelett verankert. Sie stellen ein festes Fasergewebe mit hoher Zugfestigkeit ähnlich dem Kapsel-Bandapparat der Gelenke dar. Die Anpassungsfähigkeit der Sehnen ist sehr beschränkt. Beim Jugendlichen lässt sich unter regelmäßigem Training ein Faserzuwachs bis zu 30 % erkennen. Beim Erwachsenen findet lediglich eine Veränderung im mikroskopischen Aufbau der Sehne statt, der mit einer höheren Zugfestigkeit verbunden ist.

Da die Sehnen schlecht durchblutet werden, heilen Sehnenverletzungen langsam und der Muskel muss lange ruhig gestellt werden.

Bei dauernder Überbeanspruchung eines Muskels kann es zu sehr schmerzhaften Entzündungen an der Sehnenverankerung im Knochen kommen (z.B. Tennisellbogen).

#### 2. Sehnenscheiden

Sehnenscheiden haben die Aufgabe, überall dort, wo es funktionell notwendig ist, die Sehnen an den Knochen oder in Gelenksnähe zu fixieren und ein Abheben von der Unterlage bei der Muskelaktion zu verhindern.

Sehnenscheiden bestehen aus einer derben, bindegewebigen Röhre, die innen von einer zarten flüssigkeitsabsondernden Haut ausgekleidet ist. Diese ermöglicht den Sehnen ein nahezu reibungsloses Gleiten in der Führungsröhre.

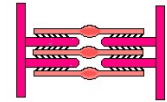
Bei Überbeanspruchung können sich die Sehnenscheiden sehr schmerzhaft entzünden. Die Entzündung kann bis zur schmerzhaften Bewegungseinschränkung des jeweiligen Muskels führen.

#### 3. Muskelbinden (= Faszien)

Die Muskelbinden stellen eine, aus straffem Bindegewebe aufgebaute Hülle für den Muskel dar. Sie sorgen als Führungsrinne dafür, dass der Muskel auch in Aktion in der richtigen Lage verbleibt.

#### 4. Schleimbeutel

Schleimbeutel sind flüssigkeitsgefüllte Säckchen, die sich überall dort befinden, wo Muskel und Sehnen über Knochenvorsprüngen liegen oder gegenüber der Umgebung



verschoben werden. Als druckverteilende “Wasserkissen” setzen sie die Reibung an der Umgebung herab.

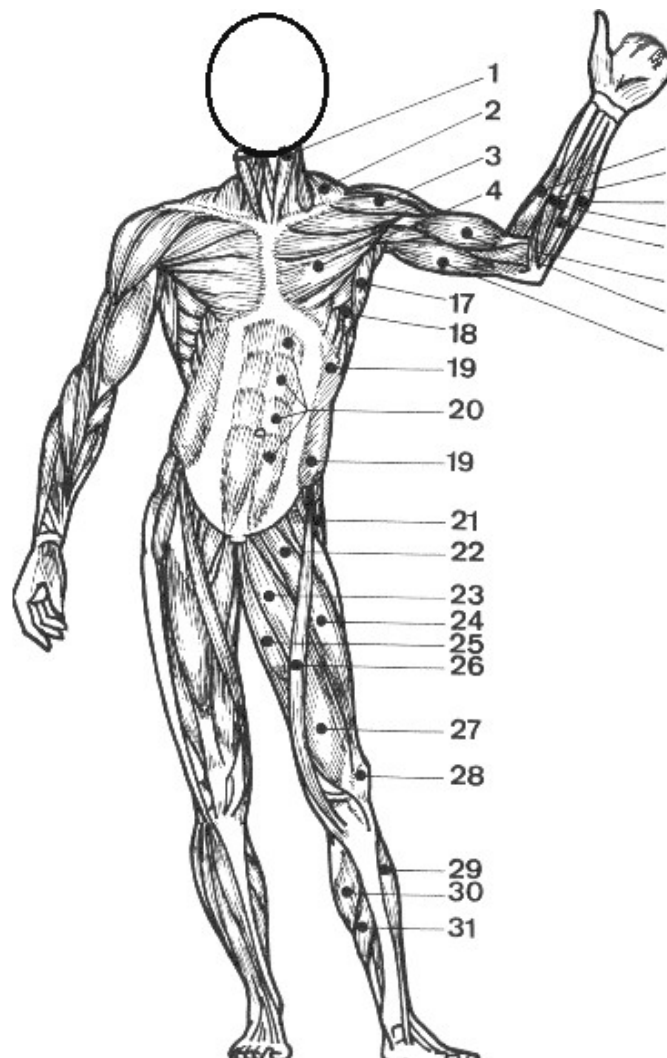
Bei Überbeanspruchung können sich die Schleimbeutel schmerzhaft entzünden und ähnlich der Sehnen- und Sehnenscheidenentzündung zu einer schmerzhaften Bewegungseinschränkung führen.

## Muskeln des Menschen - Vorderansicht



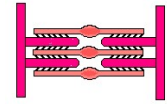
Übersicht 2

- 1 Kopfhalter
- Kopfwender
- 2 Kapuzenmuskel
- 3 Deltamuskel
- 4 Großer Brustmuskel
- 5 Armspeichenmuskel
- 6 Speichenbeuger
- 7 Ellenbeuger
- 8 Hohlhandmuskel
- 9 Gemeinsamer Fingerbeuger
- 10 Runder Einwärtswender
- 11 Zweiköpfiger Armmuskel
- 12 Dreiköpfiger Vorderarmstrecker
- 13 Ellenstrecker
- 14 Gemeinsamer Fingerstrecker
- 15 Langer Speichenstrecker
- 16 Tiefer Armbeuger
- 17 Breiter Rückenmuskel
- 18 Sägemuskel
- 19 Äußerer schräger Bauchmuskel

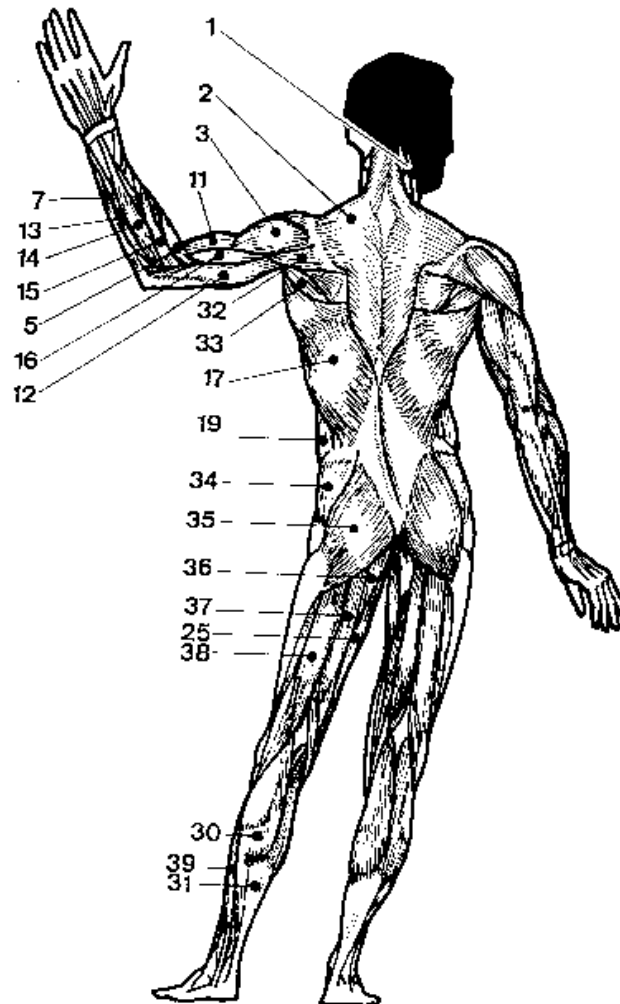


- 20 Gerader Bauchmuskel
- 21 Bindenspanner
- 22 Schambeinmuskel
- 23 Langer Anzieher
- 24 Dreiköpfiger Unterschenkelstrecker
- 25 Schlanker Muskel
- 26 Schneidermuskel
- 27 Innerer Schenkelmuskel
- 28 Kniescheibe
- 29 Vorderer Schienbeinmuskel
- 30 Zwillingswadenmuskel
- 31 Schollenmuskel





## Muskeln des Menschen - Rückansicht

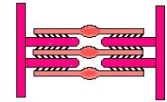


- 1 Kopfhalter (-nicker)
- Kopfwender
- 2 Kapuzenmuskel
- 3 Deltamuskel
- 4 Großer Brustmuskel
- 5 Armspeichenmuskel
- 6 Speichenbeuger
- 7 Ellenbeuger
- 8 Hohlhandmuskel
- 9 Gemeinsamer Fingerbeuger
- 10 Runder Einwärtswender
- 11 Zweiköpfiger Armmuskel
- 12 Dreiköpfiger Vorderarmstrecker
- 13 Ellenstrecker
- 14 Gemeinsamer Fingerstrecker
- 15 Langer Speichenstrecker
- 16 Tiefer Armbeuger
- 17 Breiter Rückenmuskel
- 18 Sägemuskel
- 19 Äußerer schräger Bauchmuskel

- 20 Gerader Bauchmuskel
- 21 Bindenspanner
- 22 Schambeinmuskel
- 23 Langer Anzieher
- 24 Dreiköpfiger

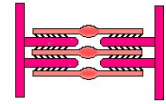
- Unterschenkelstrecker
- 25 Schlanker Muskel
- 26 Schneidermuskel
- 27 Innerer Schenkelmuskel
- 28 Kniescheibe
- 29 Vorderer Schienbeinmuskel
- 30 Zwillingswadenmuskel
- 31 Schollenmuskel
- 32 Untergrätenmuskel
- 33 Großer Rundmuskel
- 34 Mittlerer Gesäßmuskel
- 35 Großer Gesäßmuskel
- 36 Langer Anzieher
- 37 Halbsehniger Muskel
- 38 Zweiköpfiger Unterschenkelbeuger
- 39 Wadenbeinmuskel



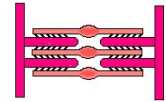


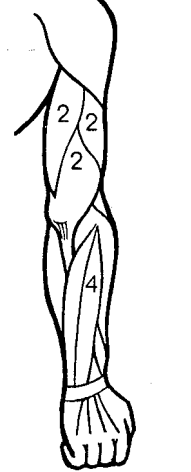
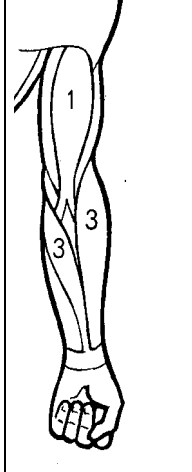
## Beschreibung der wichtigsten Muskeln

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Trapezmuskel</b> (trapezius), oberer Teil: hebt und fixiert die Schultern.</li> <li>2. Trapezmuskel, mittlerer Teil: nähert die Schultern der Wirbelsäule.</li> <li>3. Trapezmuskel, unterer Teil: senkt die Schulterblätter.</li> <li>4. <b>Hinterer Deltamuskel</b> (deltoideus posterior): bewegt die Arme in der Horizontale nach hinten.</li> <li>5. <b>Großer Rückenmuskel</b> (latissimus dorsi): zieht den Arm mit einer leichten Innenrotation desselben nach innen unten.</li> <li>6. <b>Streckmuskel der Wirbelsäule</b> (erector spinae): hält die Wirbelsäule aufrecht.</li> <li>7. <b>Großer Rundmuskel</b> (teres maior): bringt den Arm unter leichter Einwärtsdrehung an den Rumpf heran.</li> <li>8. <b>Kleiner Rundmuskel</b> (teres minor): dreht den Arm um seine Längsachse nach außen.</li> <li>9. <b>Großer Gesäßmuskel</b> (glutaeus maximus): streckt das Bein im Hüftgelenk und spreizt es nach außen.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Vorderer Deltamuskel</b> (deltoideus anterior): hebt den Arm nach vorn.</li> <li>2. <b>Seitlicher Deltamuskel</b> (deltoideus lateralis): hebt den Arm seitwärts in die Horizontale.</li> <li>3. <b>Brustmuskel</b> (pectoralis): bringt den Arm nach vorn innen, ebenso den Schultergürtel.</li> <li>4. <b>Sägemuskel</b> (serratus): zieht die Schulterblätter nach vorn und ermöglicht damit ein Heben des Armes über die Horizontale hinaus.</li> <li>5. <b>Gerader Bauchmuskel</b> (rectus abdominis): nähert den Brustkorb dem Becken.</li> <li>6. <b>Schräger Bauchmuskel</b> (obliquus abdominis): ermöglicht die seitliche Beugung und die Drehung des Rumpfes.</li> </ol>

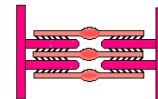








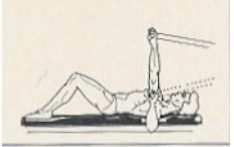
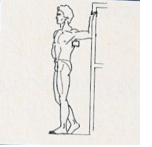
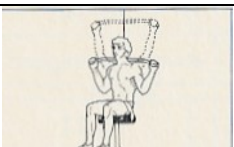


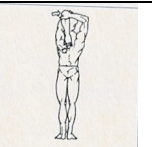
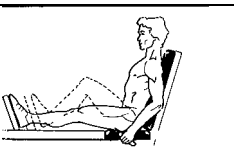

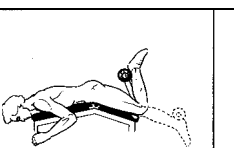
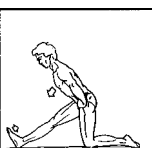
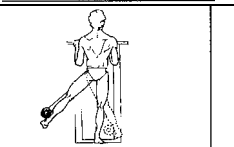
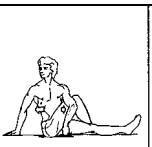
	<p>Die Muskeln der Beine, von hinten</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Großer Gesäßmuskel</b> (glutaeus maximus): streckt das Bein im Hüftgelenk und spreizt es ab.</li> <li>2. <b>Zweiköpfiger Schenkelbeuger</b> (biceps femoris): beugt das Bein im Kniegelenk.</li> <li>3. <b>Halbsehnenmuskel</b> (semitendinosus): beugt ebenfalls das Bein im Kniegelenk.</li> <li>4. <b>Zwillingswadenmuskel</b> (gastrocnemius): streckt den Fuß im Fußgelenk.</li> <li>5. <b>Schollenmuskel</b> (soleus): unterstützt den Zwillingswadenmuskel.</li> </ol>
	<p>Die Muskeln der Beine, von vorne</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Vierköpfiger Schenkelmuskel</b> (quadrizeps): streckt das Bein im Kniegelenk.</li> <li>2. <b>Schenkelanzieher</b> (Adduktoren): ziehen das Bein zur Körpermittellinie heran.</li> <li>3. <b>Schneidermuskel</b> (sartorius): dreht den Oberschenkel nach außen und den Unterschenkel nach innen.</li> <li>4. <b>Vorderer Schienbeinmuskel</b> (tibialis anterior): hebt den Fuß im Fußgelenk an.</li> <li>5. <b>Langer Zehenstrecker</b> (extensores)</li> <li>6. <b>Schollenmuskel</b> (soleus): streckt den Fuß im Fußgelenk.</li> </ol>

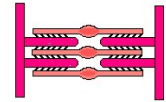


Armmuskeln		
		<ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Zweiköpfiger Armmuskel</b> (Biceps brachii): beugt (zusammen mit zwei kleineren, auf dem Bild nicht sichtbaren Beugern) den Arm im Ellbogengelenk.</li><li>2. <b>Dreiköpfiger Armmuskel</b> (Trizeps brachii): streckt den Arm im Ellbogengelenk.</li><li>3. <b>Hand- und Fingerbeuger</b> (flexores).</li><li>4. <b>Hand- und Fingerstrecker</b> (extensores).</li></ol>





KRÄFTIGUNGSÜBUNG	MUSKELGRUPPE	DEHNUNGSÜBUNG
	<b>BEINPRESSE LIEGEND</b> Vord. Oberschenkelm. Großer Gesäßm. Hinterer Oberschenkelm.	
	<b><u>RÜCKENSTRECKER</u></b> <b><u>SITZEND</u></b>  Rückenstrecker	
	<b><u>BAUCHTRAINER</u></b> <b><u>LIEGEND</u></b>  Gerade Bauchmuskeln	
	<b>BANKDRÜCKEN</b> Brustmuskel Triceps Deltam., vorderer Teil	
	<b><u>LAT-ZUG</u></b> Breiter Rückenmuskel Rundmuskel Biceps, Brustmuskel	
	<b><u>DIPS</u></b> Triceps Breiter Rückenmuskel Brustmuskel	
	<b><u>BEINPRESSE sitzend</u></b> Vordere Oberschenkelm. Großer Gesäßmuskel Wadenmuskulatur	
	<b>Beinbeuger liegend</b> Hintere Oberschenkelm. Zwillingswadenmuskel	
	<b>HÜFTPENDEL- ABDUKTOREN</b>  Schenkelabspreizer	



	<p><b><u>GESÄSSTRAINING- HÜFTPENDEL</u></b>          Großer Gesäßmuskel          Hintere Oberschenkel          Untere Rückenstrecker</p>	
	<p><b><u>RUMPFROTATION</u></b>          Schräge Bauchmuskulatur</p>	
	<p><b><u>RÜCKENSTRECKER LIEGEND</u></b>          Rückenstrecker</p>	
	<p><b><u>RUDERZUG</u></b>          Breiter Rückenm.          Biceps, Triceps          Kapuzenmuskel</p>	
	<p><b><u>BUTTERFLY INVERS</u></b>          Deltamuskel- hinterer Teil          Kapuzenmuskel</p>	
	<p><b><u>SCHULTERPRESSE</u></b>          Deltamuskel          Triceps          Kapuzenmuskel</p>	
	<p><b><u>BICEPS-CURL</u></b>          Biceps</p>	