

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



**Universität  
Zürich** UZH

---

# Untere Extremität IV

## Kniegelenk, Fuss

---

David P. Wolfer

Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich  
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

376-0905-00

Funktionelle Anatomie des menschlichen Bewegungsapparates

Di 08.04.2014

# Synopsis Kniegelenk I

- *Zusammengesetztes Gelenk*
  - *Femoropatellargelenk: planes Gelenk, Bewegung durch Gelenkgeometrie eingeschränkt auf 1 FG Translation*
  - *Femorotibialgelenk: bikondyläres Gelenk, durch Bandführung limitiert auf 2 FG Rotation, keine Translation*
- *Flexion / Extension*
  - *Flexion: 130°, passiv bis 150° limitiert durch Weichteile*
  - *Extension: 0-5°, ev. individuell leichte Überstreckbarkeit*
  - *Gelenkgeometrie → Schlussrotation: 5-10° Innenrotation des Femur bei vollständiger Streckung des Standbeins*
- *Aussen- / Innenrotation*
  - *Aussenrotation: 40°*
  - *Innenrotation: 10° limitiert durch Kreuzbänder*
  - *Rotation nur in Flexionsstellung*

	Flexion	Extension	Aussenrotation	Innenrotation
M. gracilis <sup>1</sup>	++			+
M. sartorius <sup>1</sup>	+			++
M. semitendinosus <sup>1,2</sup>	+++			++
M. semimembranosus <sup>2</sup>	+++			++
M. biceps femoris <sup>2</sup>	+++		++	
M. gluteus maximus		+ <sup>4</sup>	+	
M. tensor fasciae latae		+ <sup>4</sup>	+	
M. rectus femoris <sup>3</sup>		+++		
M. vastus medialis <sup>3</sup>		+++		
M. vastus lateralis <sup>3</sup>		+++		
M. vastus intermedius <sup>3</sup>		+++		
M. popliteus	+			+
M. gastrocnemius	+			
M. plantaris	(+)			

<sup>1</sup> Ansatz = Pes anserinus

<sup>2</sup> ischiokrurale Muskeln

<sup>3</sup> zusammen = M. quadriceps femoris

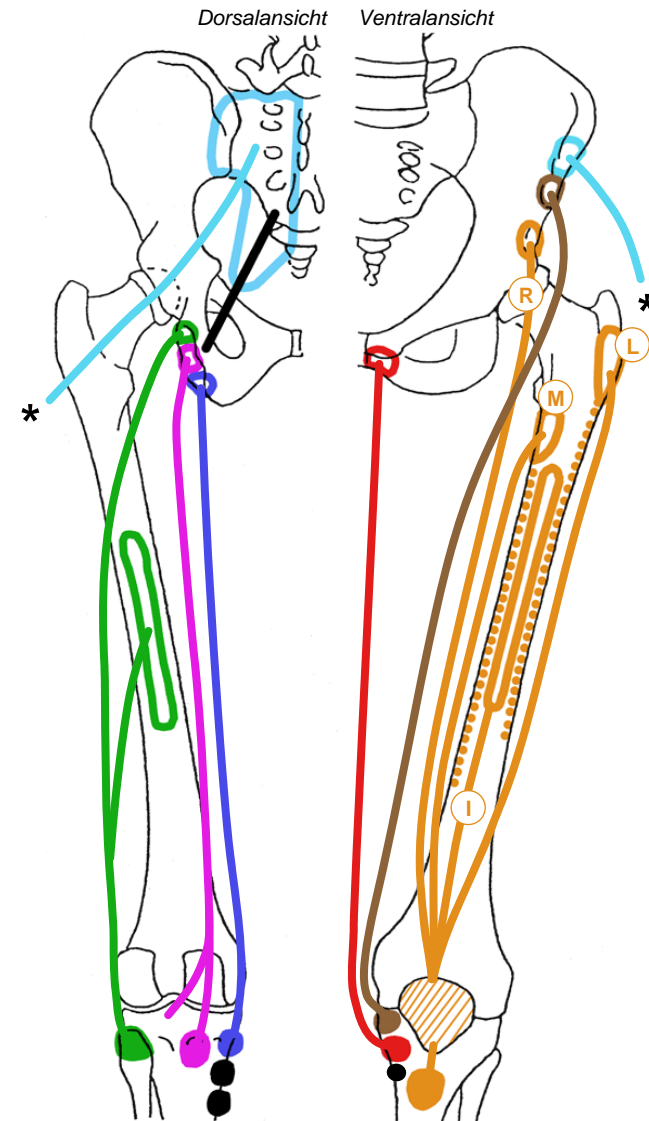
<sup>4</sup> nur Stabilisation der Streckstellung via Tractus iliotibialis

<sup>5</sup> Wirkung vernachlässigbar

# Kniegelenksmuskeln am Oberschenkel

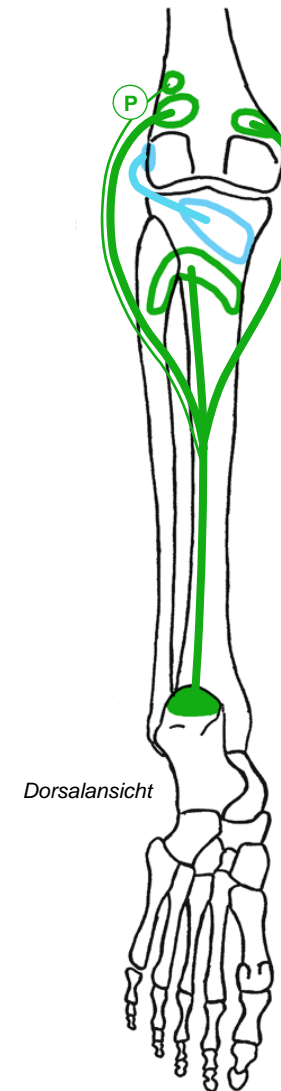
- *M. quadriceps femoris* @
- <sup>R</sup> *M. rectus femoris*: 2-gelenkig
- <sup>M</sup>○<sup>I</sup>○<sup>L</sup> *M. vastus medialis-intermedius-lateralis*  
(innerer-mittlerer-äusserer Schenkelmuskel): Femur dorsal & ventral → Patellarsehne, 1-gelenkig
  - gemeinsame Endsehne ventral des Kniegelenks
- *Ischiokrurale Muskelgruppe* @
  - *M. biceps femoris*: dorsal und lateral des Kniegelenks, Sehne in Kniekehle gut tastbar
  - *Mm. semitendinosus & semimembranosus*: dorsal und medial des Kniegelenks, Sehnen in Kniekehle tastbar
- *M. gracilis* @
- *M. sartorius* @
  - medial des Kniegelenks, mit Flexion beugeseitig
- *M. gluteus maximus* @
- *M. tensor fasciae latae* @
  - via \*Tractus iliotibialis lateral und in Extension streckseitig des Kniegelenks

@ siehe auch Hüftgelenk



# Kniegelenksmuskeln am Unterschenkel

- *M. popliteus* (Kniekehlenmuskel)
  - lateraler Femurkondylus → Dorsalfläche des medialen Tibiakondylus
  - verläuft lateral des Kniegelenks schräg von proximal-ventral nach distal-dorsal, zwischen lateralem Kollateralband und Gelenkkapsel
- *M. gastrocnemius* (Zwillingswadenmuskel)
  - Dorsalfläche des Femur kranial der Femurkondylen (medial: Caput mediale, lateral: Caput laterale) → via Achillessehne am Calcaneus (Fersenbein), 2-gelenkig
  - dorsal des Kniegelenks
  - bildet mit 1-gelenkigem *M. soleus* (Schollenmuskel) den *M. triceps surae* (dreiköpfiger Wadenmuskel)
- Ⓟ *M. plantaris* (langer Sohlenmuskel)
  - begleitet Caput laterale des *M. gastrocnemius*
  - funktionell unbedeutend, inkonstant, Material für Rekonstruktionen von Sehnen oder Bändern



# Kniegelenksmuskeln am Querschnitt

## ⓪V ventrale Oberschenkelloge

▨ *M. rectus femoris* (oberflächlich)

▨▨▨ *M. vastus lateralis-intermedius-medialis*

▨▨ *M. sartorius* (oberflächlich)

## ⓪M mediale Oberschenkelloge

■ *M. gracilis* (oberflächlich)

## ⓪D dorsale Oberschenkelloge

▨▨ *M. biceps femoris* (lateral)

▨▨ *M. semimembranosus* (intermediär)

▨▨ *M. semitendinosus* (medial)

## ⓪O oberflächliche dorsale Unterschenkelloge

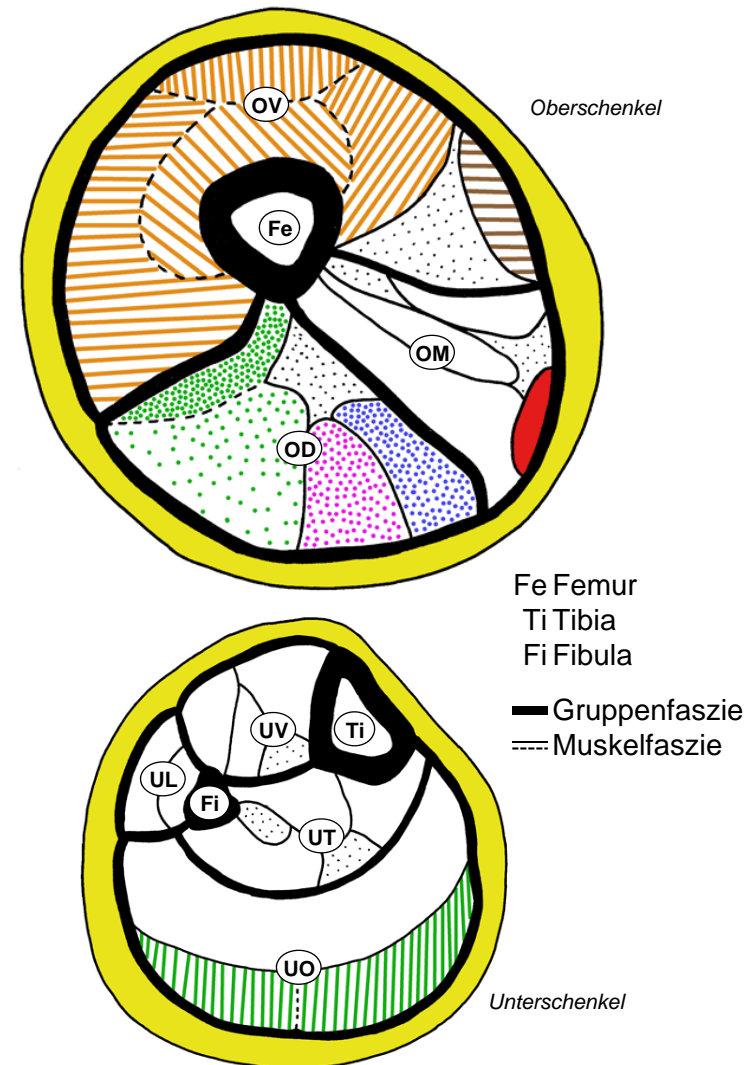
▨▨▨ *M. gastrocnemius* (oberflächlich)

## ⓪T tiefe dorsale Unterschenkelloge

## ⓪L laterale Unterschenkelloge

## ⓪V ventrale Unterschenkelloge

- nur extrinsische Fussmuskeln ohne Wirkung auf Kniegelenk



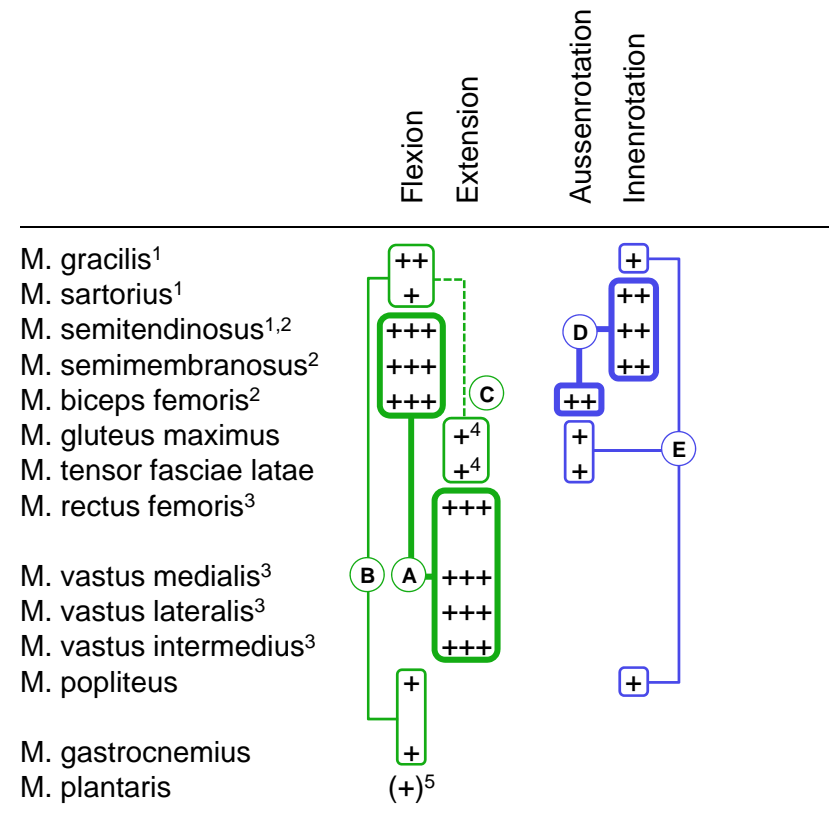
# Synopsis Kniegelenk II

- *Flexion / Extension*

- Ⓐ *Hauptmuskeln: ischiokrurale Muskeln ↔ M. quadriceps (mehr Kraft)*
- Ⓑ *Mm. gracilis, sartorius, gastrocnemius und popliteus unterstützen Flexion*
- Ⓒ *Zug auf Tractus iliotibialis stabilisiert nur Kniegelenk in Streckstellung*
  - *aktive Insuffizienz der ischiokruralen Muskeln: bei gestrecktem Hüftgelenk weniger Kraft und Bewegungsumfang für Flexion im Kniegelenk*
  - *passive Insuffizienz der ischiokruralen Muskeln: bei flektiertem Hüftgelenk eingeschränkte Extension im Kniegelenk*

- *Aussen- / Innenrotation*

- Ⓓ *Hauptmuskeln: laterale ↔ mediale (+ M. sartorius) Hamstrings*
- Ⓔ *Hilfsmuskeln: Zug auf Tractus iliotibialis ↔ Mm. gracilis & popliteus*



<sup>1</sup> Ansatz = Pes anserinus

<sup>2</sup> ischiokrurale Muskeln

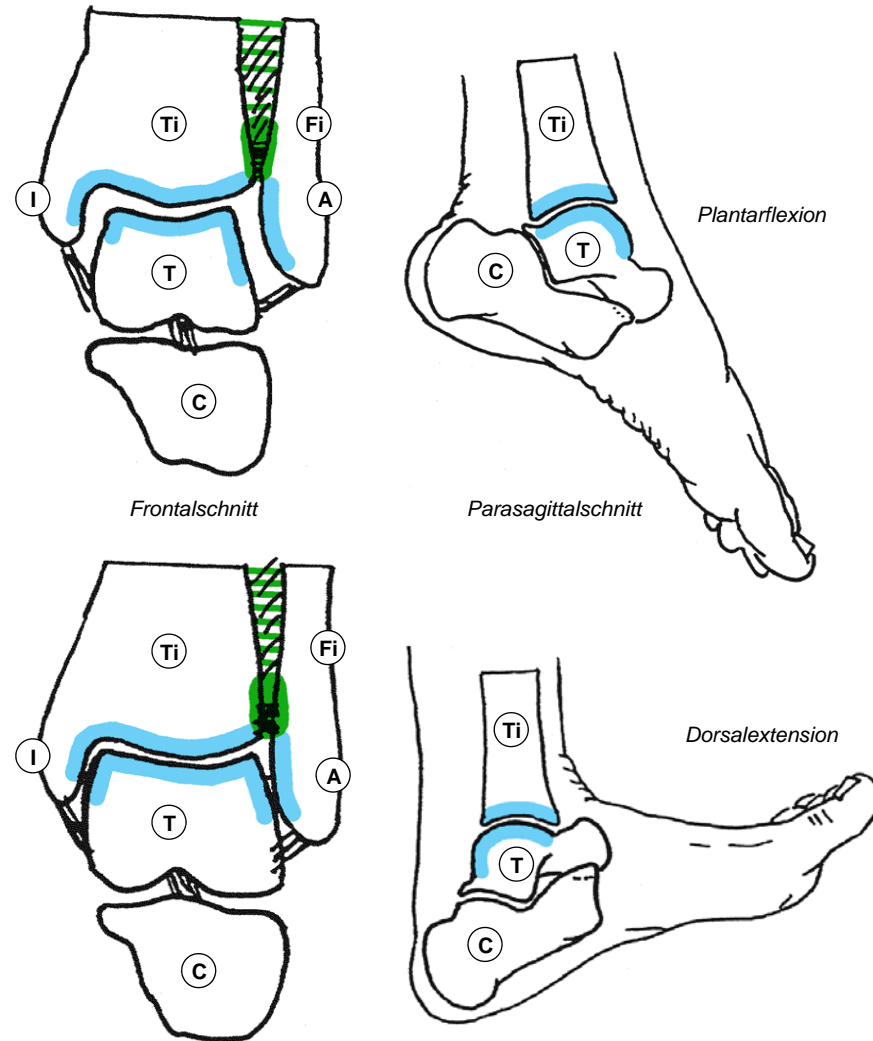
<sup>3</sup> zusammen = M. quadriceps femoris

<sup>4</sup> nur Stabilisation der Streckstellung via Tractus iliotibialis

<sup>5</sup> Wirkung vernachlässigbar

# Oberes Sprunggelenk

- *Sprunggelenke*
  - *oberes und unteres Sprunggelenk mit getrennten Gelenkhöhlen → arbeiten mechanisch zusammen*
- *Oberes Sprunggelenk*
  - *Scharniergelenk: Plantarflexion, Dorsalextension*
  - *Syndesmose verbindet Tibia (distale Fläche und Innenknöchel) mit Fibula (Aussenknöchel) → Malleolengabel*
  - *Talus (Sprungbein) → Talusrolle, ventral breiter als dorsal: maximale Stabilität in Dorsalextension, mehr Spiel in Plantarflexion*

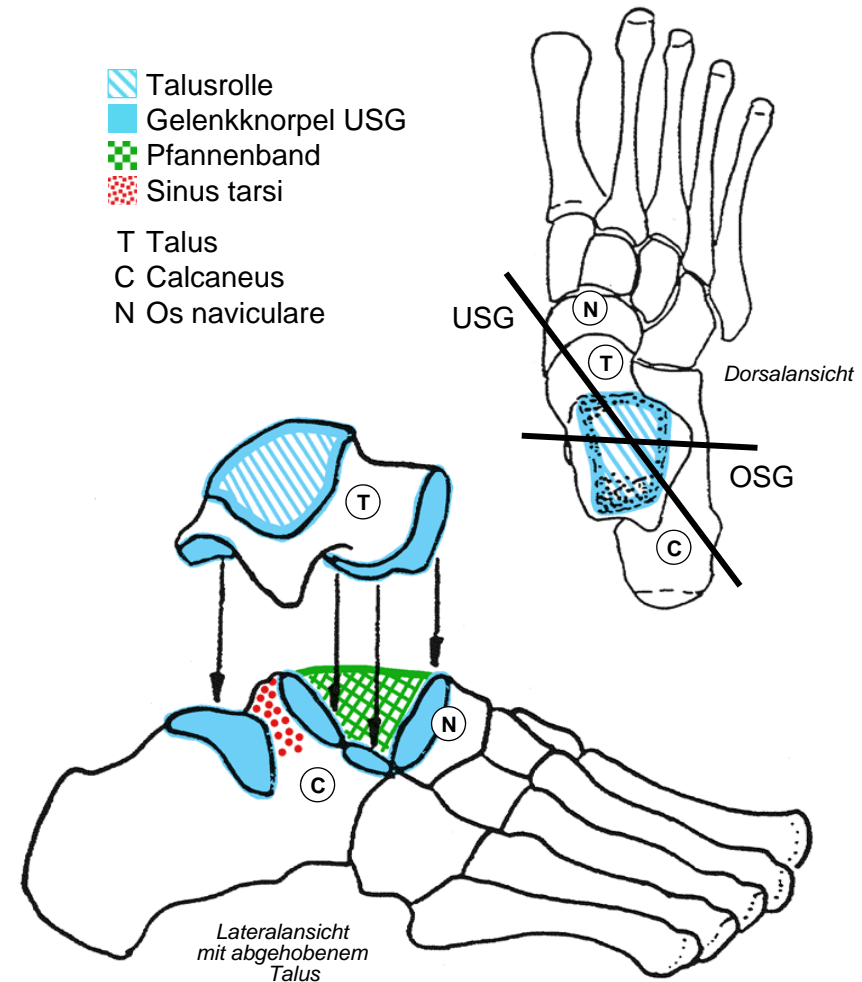


- Gelenkknorpel
- Syndesmose
- Membrana interossea

- Ti Tibia
- Fi Fibula
- T Talus
- C Calcaneus
- I Innenknöchel
- A Aussenknöchel

# Unteres Sprunggelenk

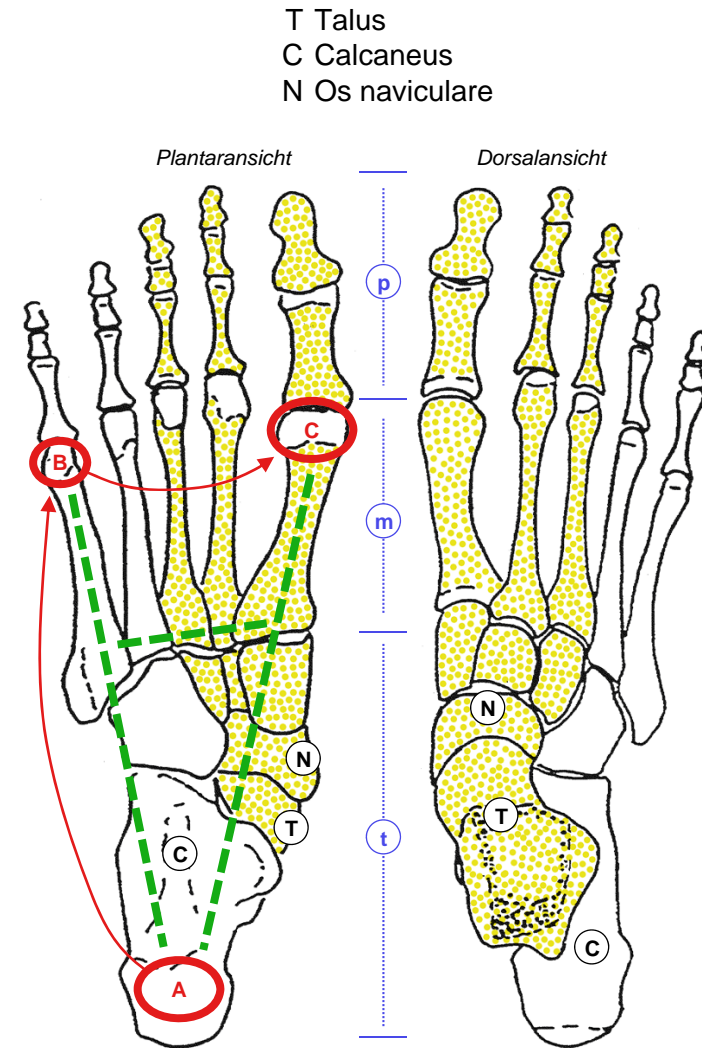
- *vordere Abteilung*
  - *Articulatio talocalcaneonavicularis*
  - *Kugelgelenk: Taluskopf ↔ zusammengesetzte Pfanne aus Os naviculare (Kahnbein), zwei Gelenkfacetten des Calcaneus (Fersenbein), Pfannenband füllt Lücke*
- *hintere Abteilung*
  - *Articulatio subtalaris*
  - *Calcaneus liefert Kopf/Rolle, Talus liefert Pfanne*
- *mechanische Koppelung*
  - *Gelenkhöhlen der Abteilungen durch Sinus tarsi getrennt*
  - *Bewegung gekoppelt: Rotation um Verbindungsgerade der beiden Abteilungen: Eversion (Sohle nach aussen wenden), Inversion (Sohle nach innen wenden)*





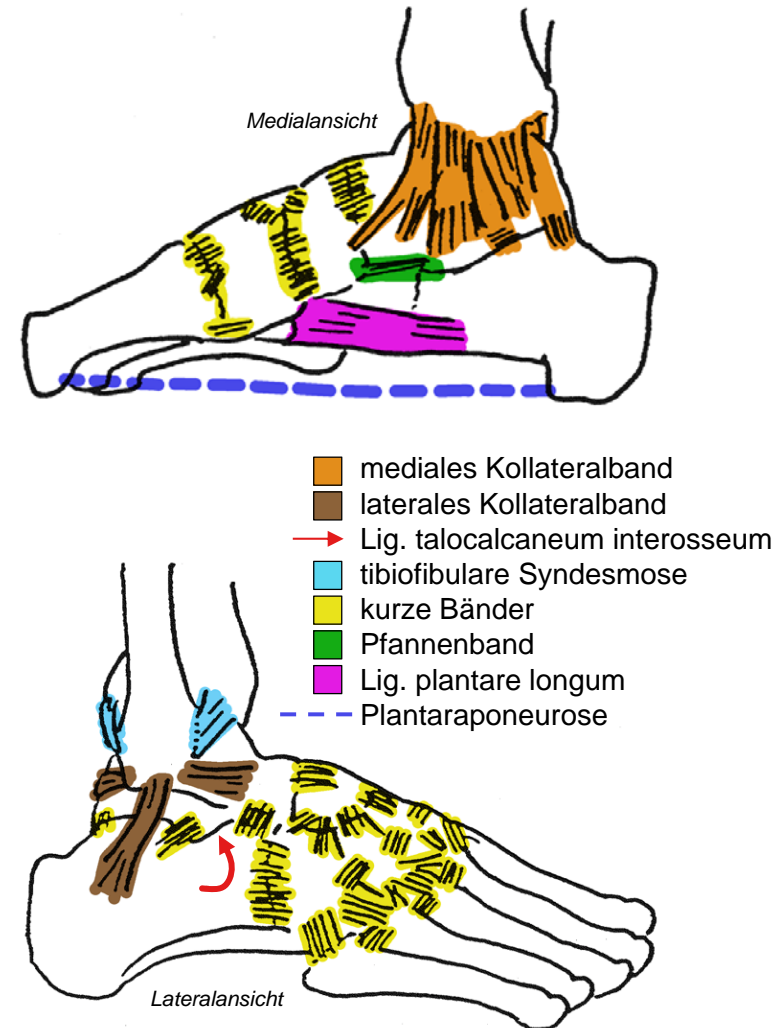
# Fussgelenke & Gewölbe

- **Längsgliederung**
  - Ⓣ Fusswurzel = Tarsus: Talus, Calcaneus, Os naviculare, 4 weitere Würfelknochen
  - Ⓜ Mittelfuss = Metatarsus: Metatarsalknochen (Metatarsalia) I-V mit Basis, Schaft und Kopf
  - Ⓟ Zehen = Phalangen: Grund-, Mittel-, Endphalanx
- **Quergliederung**
  - lateraler Fussstrahl: IV+V ↔ Calcaneus
  - ▨ medialer Fussstrahl: I-III ↔ Talus & Os Naviculare, über Calcaneus geschoben
- **Fussgewölbe**
  - Auflagepunkte: A (Calcaneus), BC (Kopf Metatarsale I & V)
  - Längsgewölbe A→BC (innen 16mm, aussen 4mm), Quergewölbe B→C: max Basis Metatarsale II
  - Abrollen: A→AB →ABC(Stand) →C(Abstossen)
- **Gelenke**
  - Zehengelenke homolog Fingergelenke, USG
  - übrige sind Amphiarthrosen



# Bandapparat des Fusses

- **Gelenksicherung**
  - OSG und USG durch mediales und laterales Kollateralband gemeinsam gesichert
  - mediales Kollateralband fächerförmig
  - laterales Kollateralband = Einzelbänder von Fibula zu Talus und Calcaneus
  - Lig. talocalcaneum interosseum liegt zwischen vorderer und hinterer Abteilung des USG im Sinus tarsi und sichert dieses
  - Malleolengabel: tibiofibuläre Syndesmose durch Membrana interossea und kräftige Bänder gesichert.
- **Gewölbesicherung**
  - Amphiarthrosen der Fusswurzel , kurze Bänder → elastisches Gewölbe
  - 3 Etagen zusätzlicher passiver Sicherung des Längsgewölbes durch Bänder: Pfannenband, Lig. plantare longum, Plantaraponeurose
  - Fussgewölbe ohne aktive muskuläre Verspannung auf Dauer nicht tragfähig

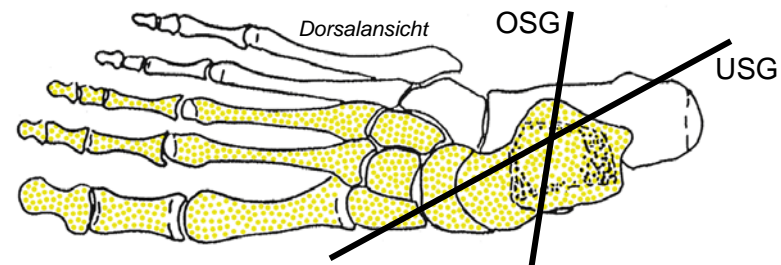


# Synopsis Sprunggelenke I

- *Oberes Sprunggelenk OSG*
  - 50° Plantarflexion
  - 20° Dorsalextension
- *Unteres Sprunggelenk USG*
  - 10° Eversion, durch Torsion des Fußskeletts ergänzt zu 30° Pronation
  - 20° Inversion, durch Torsion des Fußskeletts ergänzt zu 60° Supination
- *OSG+USG=Kardangelen*
  - Talus = Mittelstück, Wirkung ergänzt durch Torsionsbewegungen des Fußes
  - effiziente Kraftübertragung bei schiefem und unebenem Boden



	Plantarflexion	Dorsalextension	Eversion	Inversion
M. plantaris	(+)			(+)
M. gastrocnemius	+++			+++
M. soleus	+++			+++
M. tibialis anterior		+++		+
M. extensor digitorum longus		++	++	
M. extensor digitorum brevis		+	+	
M. fibularis longus		++	++	
M. fibularis brevis		+	++	
M. tibialis posterior		+		++
M. flexor digitorum longus		+		+
M. flexor hallucis longus		++		+

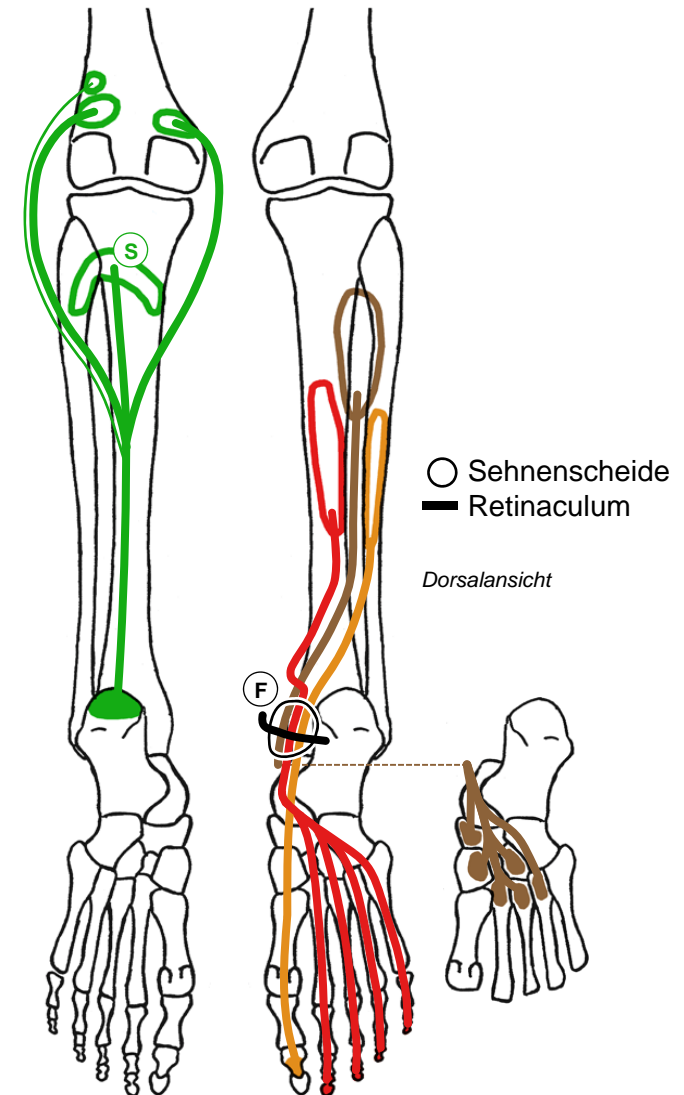


- 1 zusammen = M. triceps surae mit Achillessehne
- 2 verspannen Quer- und Längsgewölbe

# Dorsale extrinsische Fussmuskeln

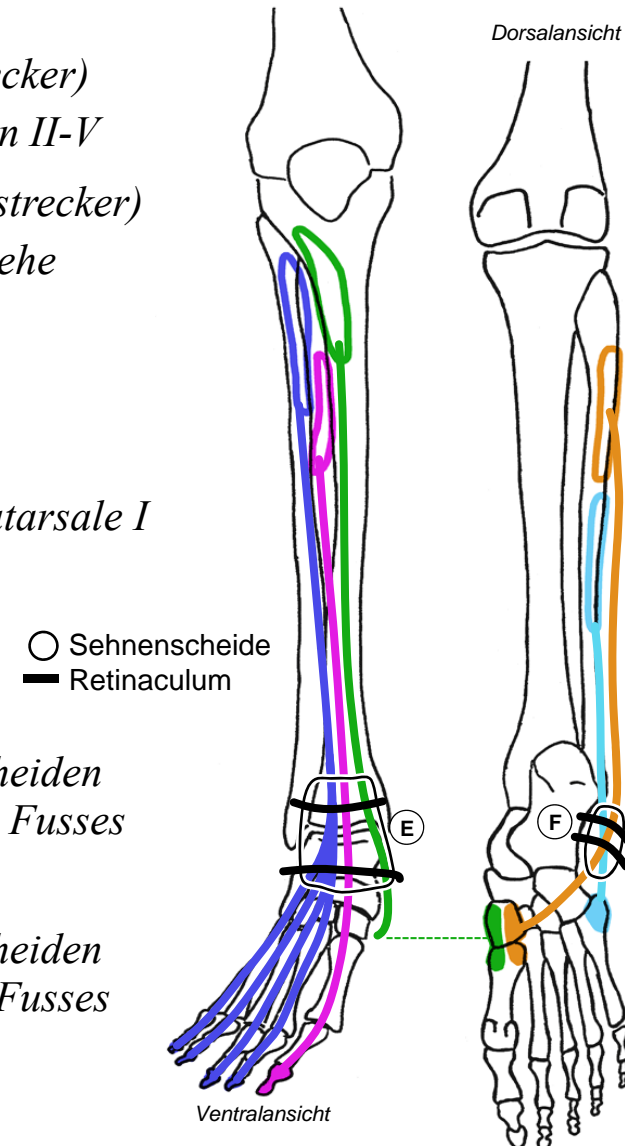
- *M. triceps surae* @
  - Ⓢ *M. soleus*: Soleusarkade → Calcaneus (tiefer Kopf)
- *M. flexor digitorum longus* (langer Zehenbeuger)
  - Tibia dorsal → Zehenendglieder II-V
  - Sehne überkreuzt am Unterschenkel diejenige des *M. tibialis posterior*, an Fusssohle diejenige des *M. flexor hallucis longus*
- *M. tibialis posterior* (hinterer Schienbeinmuskel)
  - Membrana interossea & angrenzende Knochen → Plantarfläche verschiedener Fusswurzelknochen & Basis Metatarsale II-IV
  - schräg verlaufender Sehnenfächer an Fusssohle, ergänzt Sehne des *M. fibularis longus* zu «Kreuzverband»
- *M. flexor hallucis longus* (langer Grosszehenbeuger)
  - Fibula dorsal → Grosszehenendglied
- ⓕ *Flexoren-Retinaculum*
  - führt 3 Sehnenscheiden dorsal des Innenknöchels vom Unterschenkel zur Fusssohle

@ siehe auch Kniegelenk



# Ventrale und laterale extrinsische Fussmuskeln

- *M. extensor digitorum longus* (langer Zehenstrecker)
  - *Fibula & Membrana interossea* → Endglieder Zehen II-V
- *M. extensor hallucis longus* (langer Grosszehenstrecker)
  - *Membrana interossea & Fibula* → Endglied Grosszehe
- *M. tibialis anterior* (vorderer Schienbeinmuskel)
  - *Tibia* → mediale Fusswurzel, Basis Metatarsale I
- *M. fibularis longus* (langer Wadenbeinmuskel)
  - *Fibula proximal* → mediale Fusswurzel, Basis Metatarsale I
- *M. fibularis brevis* (kurzer Wadenbeinmuskel)
  - *Fibula distal* → Basis Metatarsale V
- ⓔ *Extensoren-Retinaculum*
  - *superiore und inferiore Abteilung, führt 3 Sehnenscheiden über Sprunggelenke zum Rücken und Innenrand des Fusses*
- ⓕ *fibulares Retinaculum*
  - *superiore und inferiore Abteilung, führt 2 Sehnenscheiden hinter Aussenknöchel zu Sohle und Aussenrand des Fusses*



# Extrinsische Fussmuskeln am Querschnitt

## ⊙ UV *Ventrale Unterschenkelloge*

▣ *M. extensor digitorum longus (lateral, fibular)*

▣ *M. extensor hallucis longus (intermediär)*

▣ *M. tibialis anterior (medial, tibial)*

## ⊙ UL *Laterale Unterschenkelloge*

▣ *M. fibularis longus (oberflächlich, proximal)*

▣ *M. fibularis brevis (tief, distal)*

## ⊙ UO *Oberflächliche dorsale Unterschenkelloge*

▣ *M. gastrocnemius (oberflächlich)*

▣ *M. soleus (tief)*

## ⊙ UT *Tiefe dorsale Unterschenkelloge*

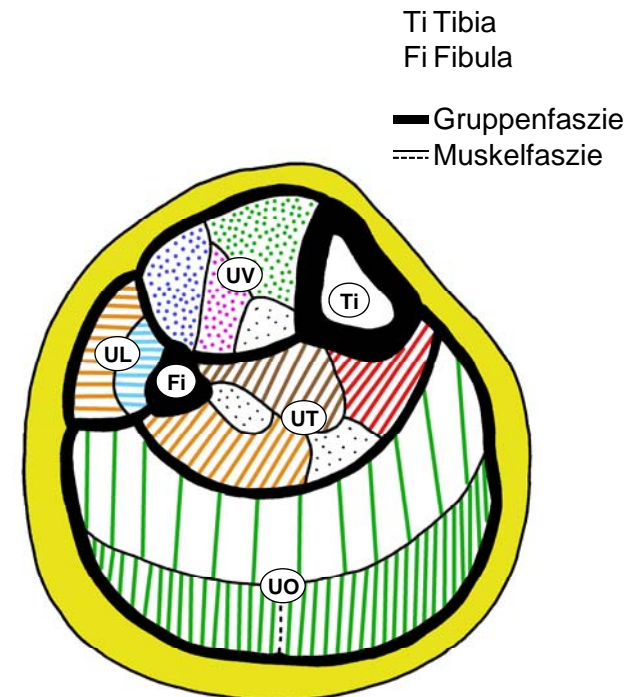
▣ *M. flexor hallucis longus (lateral, fibular)*

▣ *M. tibialis posterior (intermediär)*

▣ *M. flexor digitorum longus (medial, tibial)*

## • *Logensyndrom*

- *Stopp der Blutzirkulation bei Druckanstieg durch Blutung/Schwellung, Schmerz → Nekrose*
- *v.a. ventrale Unterschenkelloge betroffen*



# Synopsis Sprunggelenke II

- *Plantarflexion / Dorsalextension*

- Ⓐ Hauptmuskeln: *M. triceps surae* (kräftiger) ↔ *M. tibialis anterior*
- Ⓑ Zehenstrecker strecken auch OSG
- Ⓒ Muskeln der fibularen und tiefen dorsalen Loge unterstützen im OSG Plantarflexion

- *Eversion / Inversion*

- Ⓓ Hauptmuskeln: *Mm. fibulares* ↔ *M. triceps surae* (kräftiger)
- Ⓔ Muskeln der tiefen dorsalen Loge unterstützen Inversion
- Ⓕ Muskeln der ventralen Loge unterstützen je nach Lage Eversion oder Inversion

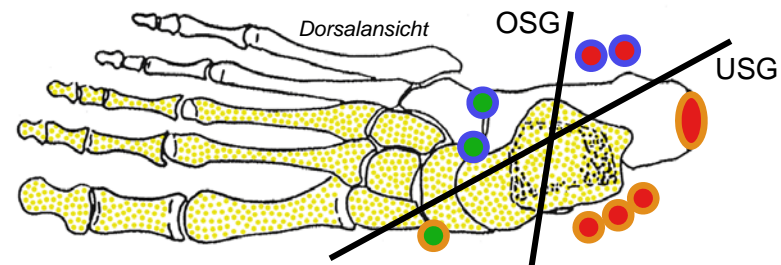
- *Talus ohne Muskelansätze*

- Alle Muskeln wirken auf OSG & USG
- bei max. Plantarflexion (z.B. Hüpfen) überwiegt als Nebenwirkung Inversion

		Plantarflexion	Dorsalextension	Eversion	Inversion
M. plantaris	●	(+)			(+)
M. gastrocnemius <sup>1</sup>	●	+++			+++
M. soleus <sup>1</sup>	●	+++			+++
M. tibialis anterior	●		+++		
M. extensor digitorum longus	●		++		
M. extensor hallucis longus	●		+		
M. fibularis longus <sup>2,3</sup>	●		++		
M. fibularis brevis	●		+		
M. tibialis posterior <sup>2,3</sup>	●		+		
M. flexor digitorum longus <sup>2</sup>	●		+		
M. flexor hallucis longus <sup>2</sup>	●		++		

		Plantarflexion	Dorsalextension	Eversion	Inversion
M. plantaris	●	(+)			(+)
M. gastrocnemius <sup>1</sup>	●	+++			+++
M. soleus <sup>1</sup>	●	+++			+++
M. tibialis anterior	●		+++		
M. extensor digitorum longus	●		++		
M. extensor hallucis longus	●		+		
M. fibularis longus <sup>2,3</sup>	●		++		
M. fibularis brevis	●		+		
M. tibialis posterior <sup>2,3</sup>	●		+		
M. flexor digitorum longus <sup>2</sup>	●		+		
M. flexor hallucis longus <sup>2</sup>	●		++		



1 zusammen = *M. triceps surae* mit Achillessehne  
 2 verspannen Längsgewölbe  
 3 verspannen Quergewölbe

# Intrinsische Fussmuskeln

- *M. extensor hallucis brevis*  
(kurzer Grosszehenstrecker)
- *M. extensor digitorum brevis*  
(kurzer Zehenstrecker)
  - Calcaneus → Grundglied I, Mittelglied II-V
- *M. flexor hallucis brevis*  
(kurzer Grosszehenbeuger)
  - zweiköpfig Fusswurzel → Grundglied I
- *M. flexor digitorum brevis*  
(kurzer Zehenbeuger)
  - Calcaneus → Mittelglied II-V, Ansatz gespalten für Durchtritt ● langer Beugersehne zum Endglied
- Weitere 17 kurze plantare Muskeln
  - kurze = intrinsische Fussmuskeln bewegen mit langen (extrinsischen) Muskeln Zehen
  - von 21 intrinsischen Fussmuskeln nur 2 dorsal, Rest plantar → aktive Verspannung und Verwindung des Längs- und Quergewölbes

