

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 14.04.2015 / Di 21.04.2015

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 ¹	++			+
M. sartorius ¹	+			++
M. semitendinosus ^{1,2}	+++			++
M. semimembranosus ²	+++			++
M. biceps femoris ²	+++		++	
M. gluteus maximus		+ ⁴	+	
M. tensor fasciae latae		+ ⁴	+	
M. rectus femoris ³		+++		
M. vastus medialis ³		+++		
M. vastus lateralis ³		+++		
M. vastus intermedius ³		+++		
M. popliteus	+			+
M. gastrocnemius	+			
M. plantaris ⁵	(+)			

¹ Ansatz = Pes anserinus

² ischiokrurale Muskeln

³ zusammen = M. quadriceps femoris

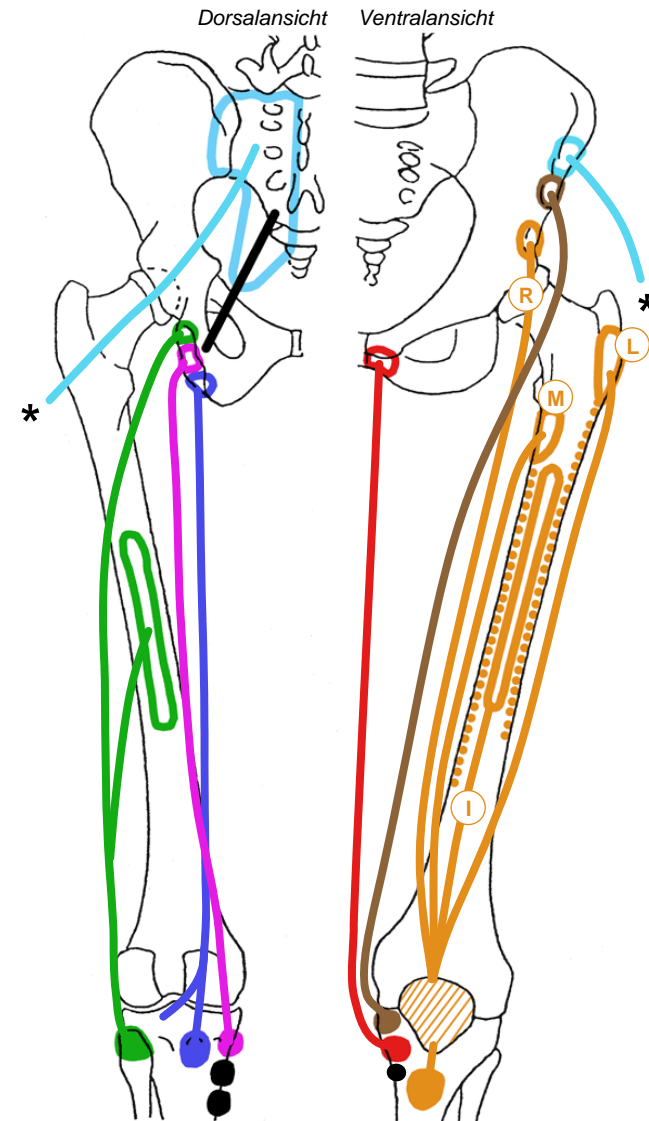
⁴ nur Stabilisation der Streckstellung via Tractus iliotibialis

⁵ Wirkung vernachlässigbar

Kniegelenksmuskeln am Oberschenkel

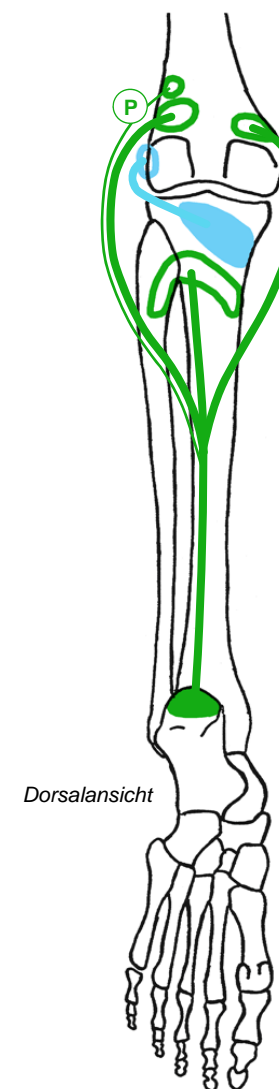
- *M. quadriceps femoris* @
- ^R *M. rectus femoris*: 2-gelenkig
- ^M○^I○^L *M. vastus medialis-intermedius-lateralis*
(innerer-mittlerer-äusserer Schenkelmuskel): Femur dorsal & ventral → Patellarsehne, 1-gelenkig
 - gemeinsame Endsehne ventral des Kniegelenks
- *Ischiokrurale Muskelgruppe* @
 - *M. 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) (innerer und äusserer Wadenmuskel) → 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. semitendinosus* (intermediär)

▨▨ *M. semimembranosus* (medial)

⓪O oberflächliche dorsale Unterschenkelloge

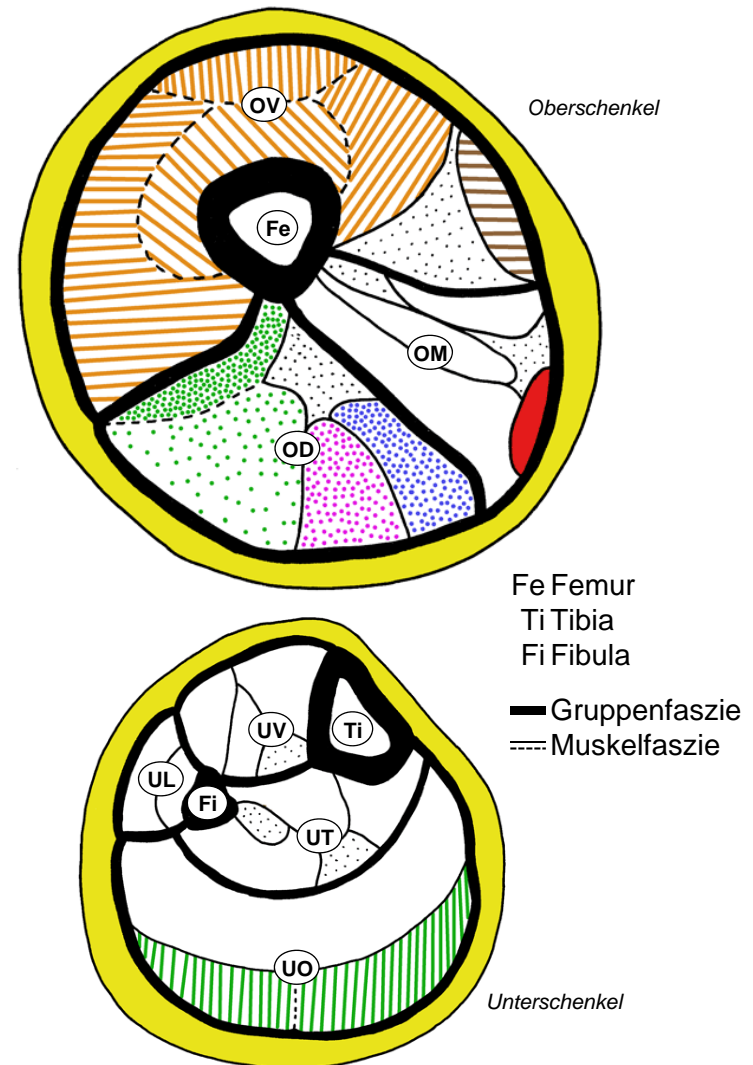
▨▨▨ *M. gastrocnemius* (oberflächlich)

⓪T tiefe dorsale Unterschenkelloge

⓪L laterale Unterschenkelloge

⓪V ventrale Unterschenkelloge

- nur extrinsische Fussmuskeln ohne Wirkung auf Kniegelenk



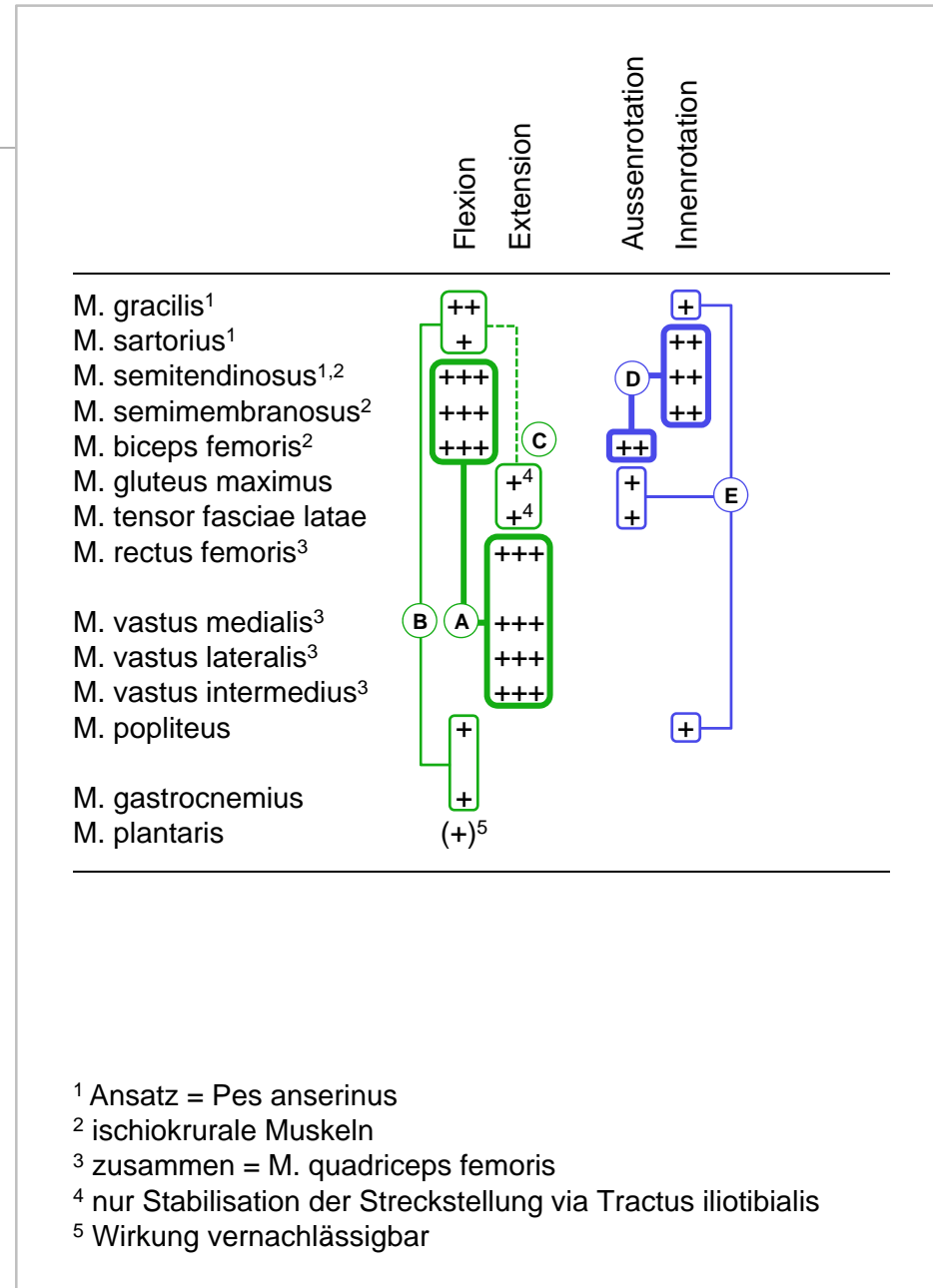
Synopsis Kniegelenk II

- *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*

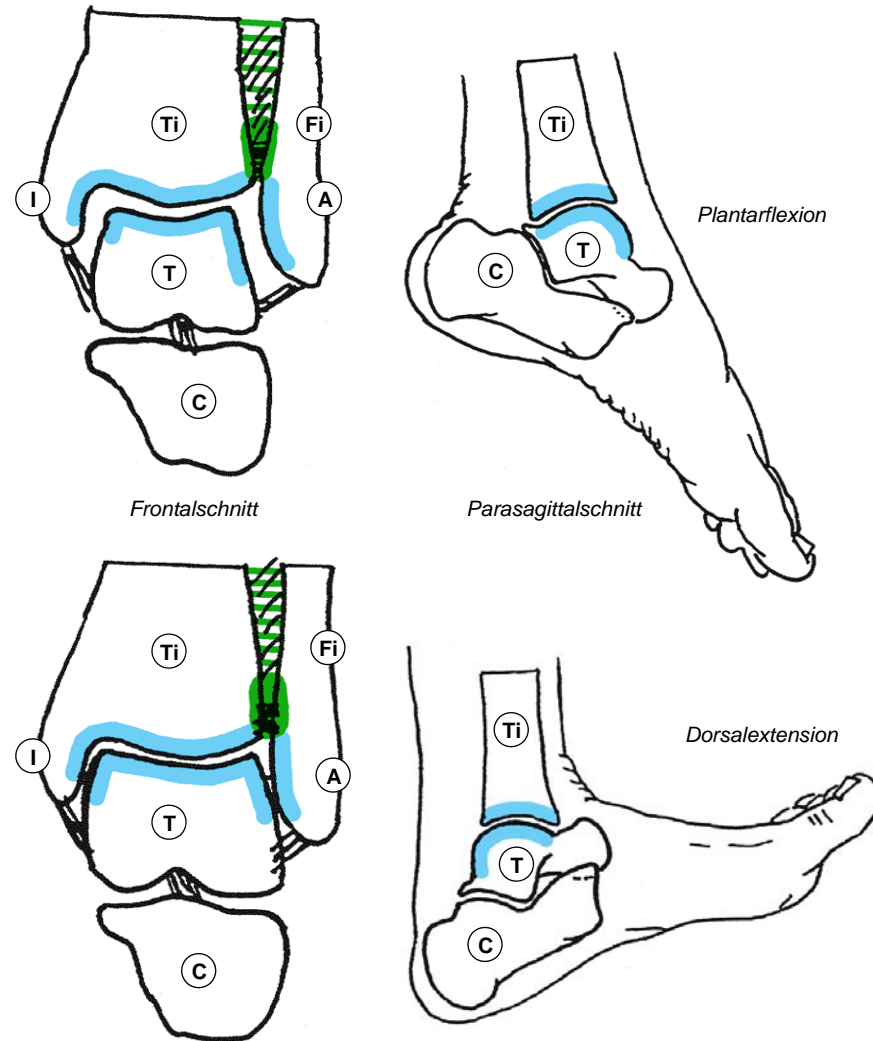
- *Aussen- / Innenrotation*

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



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*

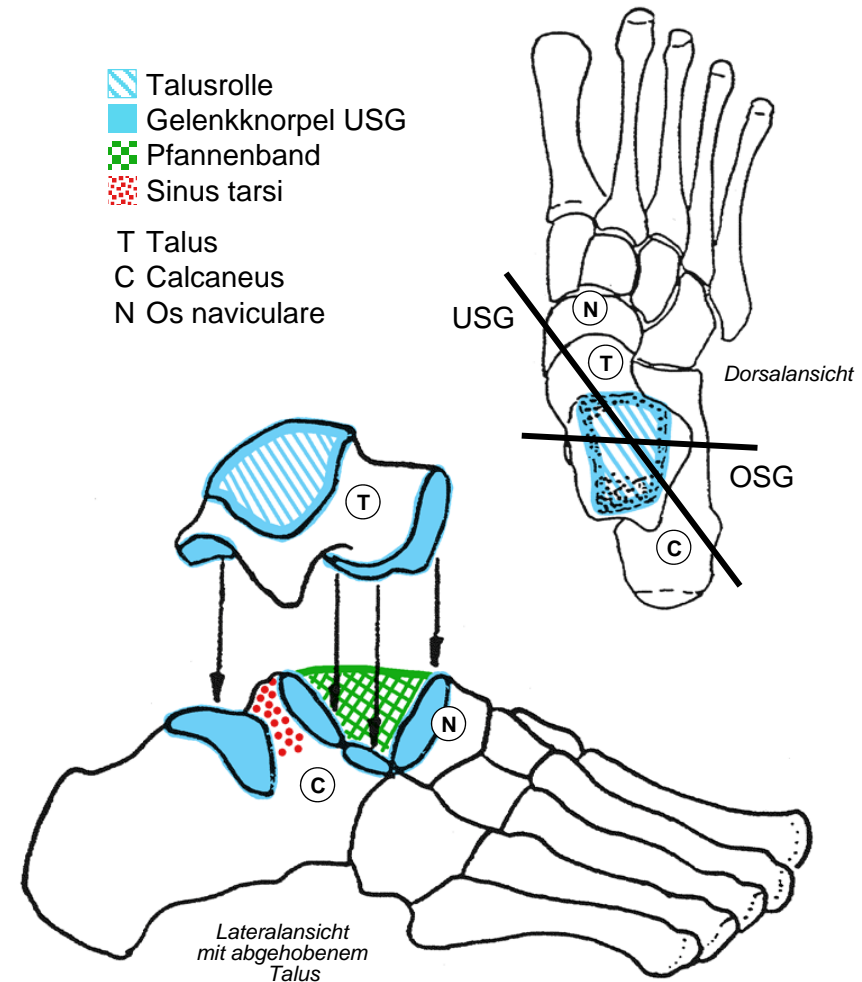


- Gelenkknorpel
- Syndesmose
- Membrana interossea

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

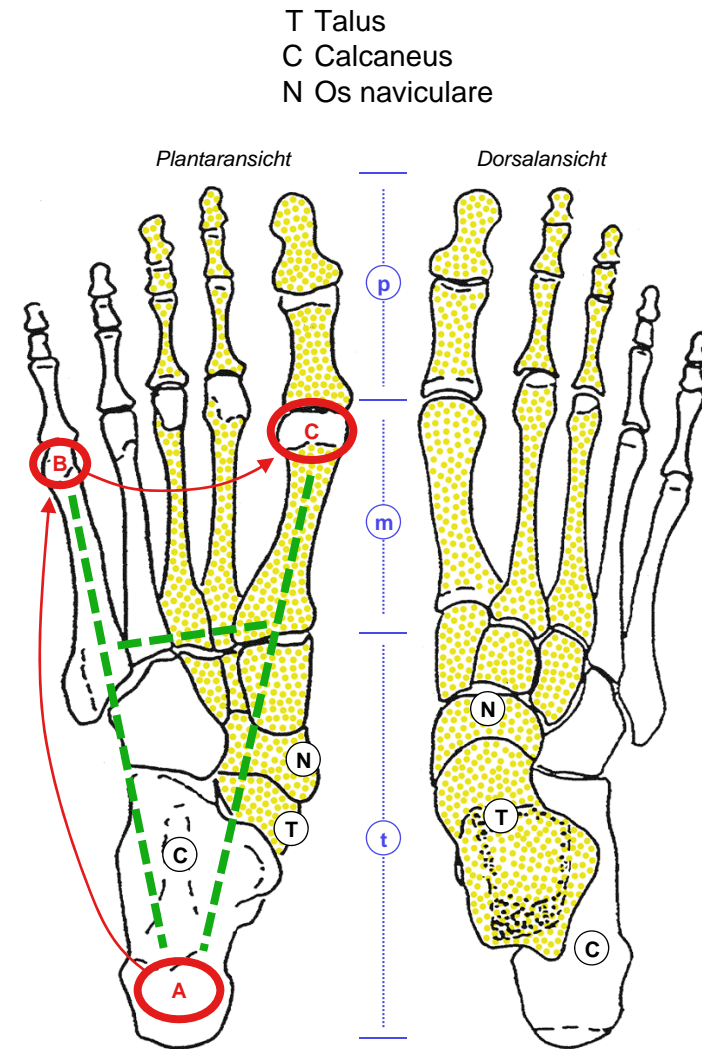
Unteres Sprunggelenk

- *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 = Umwendbewegung: Eversion (Sohle nach aussen wenden), Inversion (Sohle nach innen wenden)*



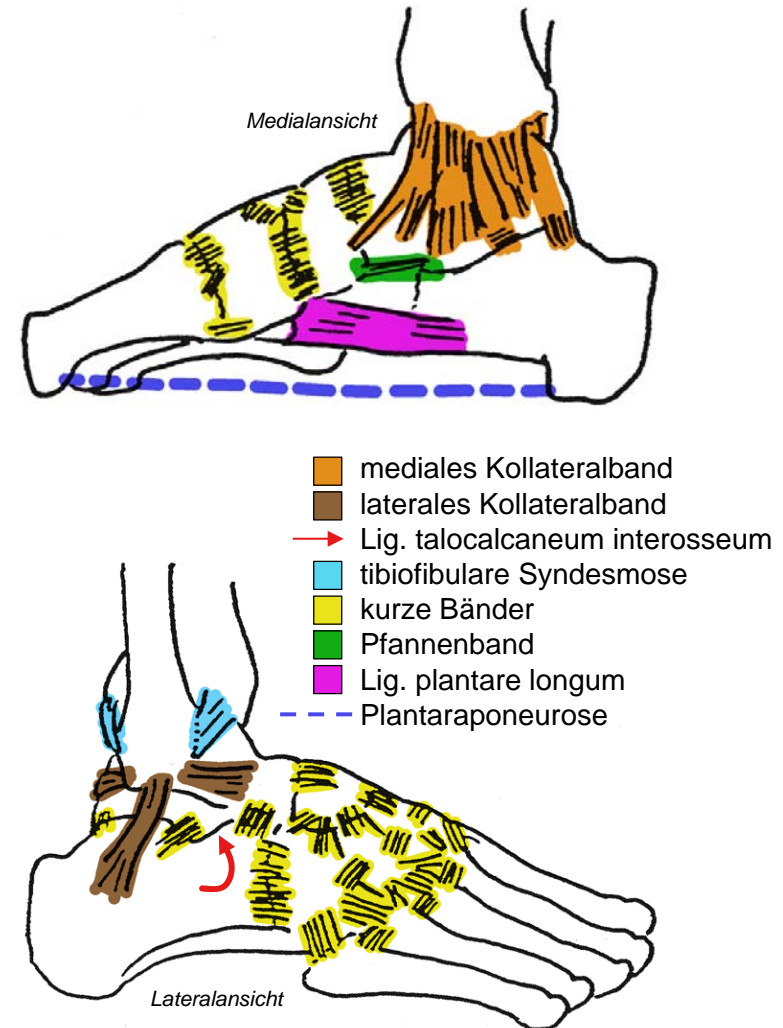
Fussgelenke & Gewölbe

- **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 Fussesstrahl: IV+V ↔ Calcaneus
 - ▨ medialer Fussesstrahl: 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

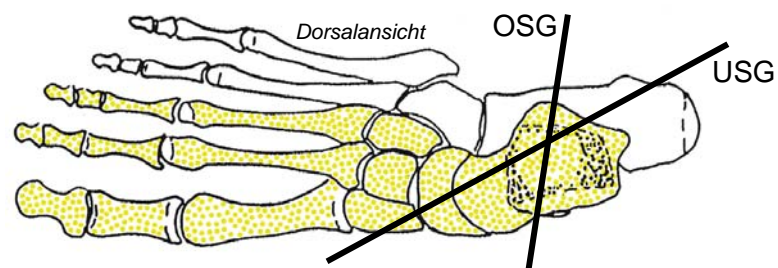


Synopsis Sprunggelenke I

- *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=Kardangelenk*
 - Talus = Mittelstück (60% Knorpel)
 - Wirkung ergänzt durch Torsionsbewegungen des Fußes
 - effiziente Kraftübertragung bei schiefem und unebenem Boden



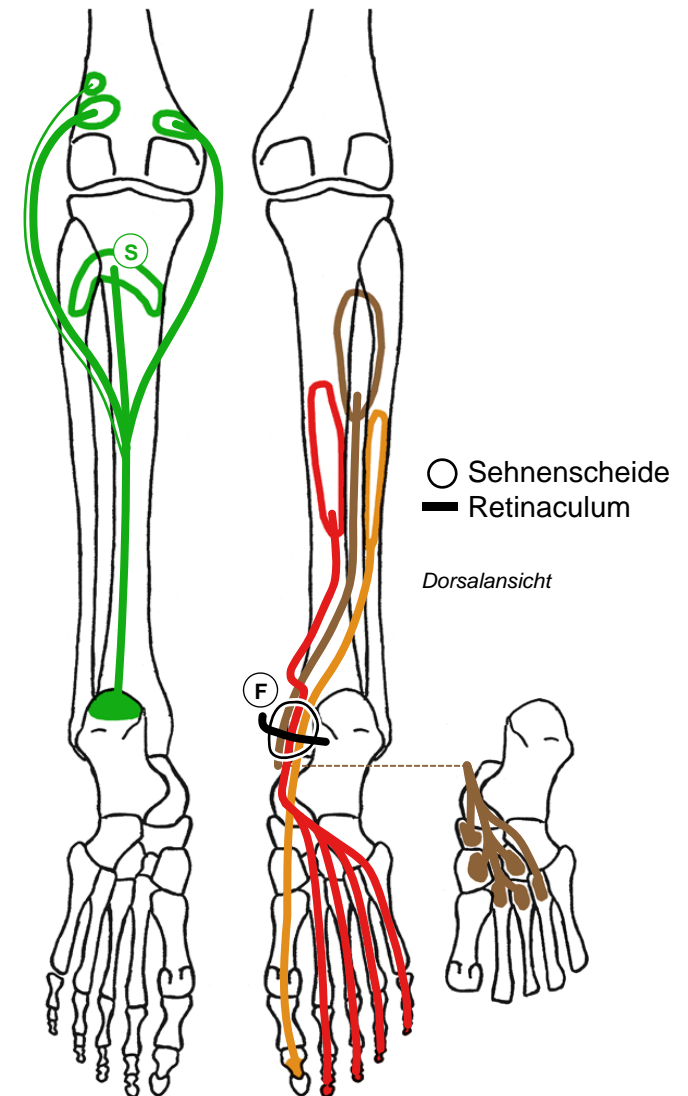
	Plantarflexion	Dorsalextension	Eversion	Inversion
M. plantaris	(+)			(+)
M. gastrocnemius	+++			+++
M. soleus	+++			+++
M. tibialis anterior		+++		+
M. extensor digitorum longus		++	++	
M. extensor digitorum brevis		+	+	
M. fibularis longus		++	++	
M. fibularis brevis		+	++	
M. tibialis posterior		+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



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

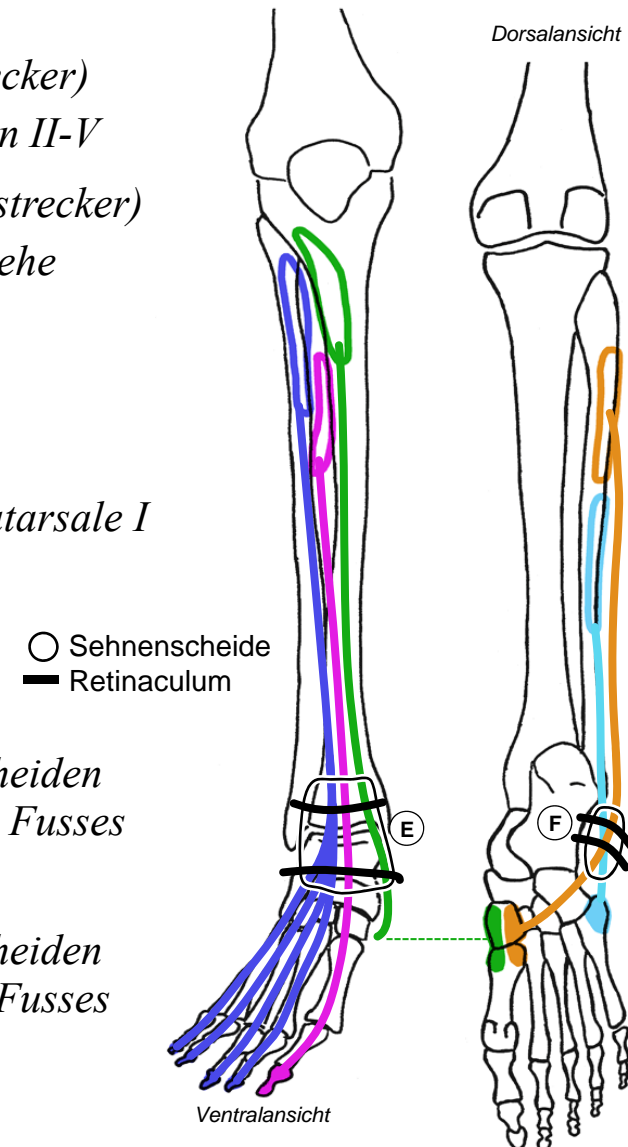
Dorsale extrinsische Fussmuskeln

- *M. triceps surae* @
 - Ⓢ *M. soleus*: Soleusarkade → Calcaneus (tiefer Kopf)
 - *M. flexor hallucis longus* (langer Grosszehenbeuger)
 - Fibula dorsal → Grosszehenendglied
 - *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 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*
 - ⓕ 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)*

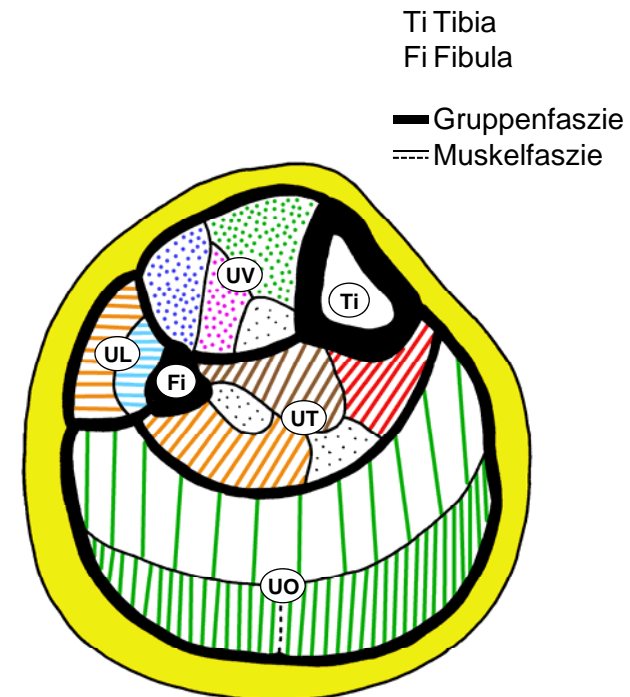
▣ *M. tibialis posterior (intermediär)*

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

• *Logensyndrom = Kompartmentsyndrom*

- *Stopp der Blutzirkulation bei Druckanstieg durch Blutung/Schwellung, Schmerz → Nekrose*

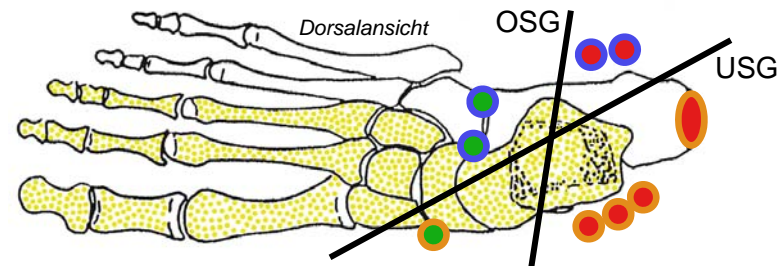
- *v.a. ventrale Unterschenkelloge betroffen*



Synopsis Sprunggelenke II

- *Plantarflexion / Dorsalextension*
 - Ⓐ Hauptmuskeln: *M. triceps surae* (teils 2-gelenkig!) ↔ *M. tibialis anterior*
 - Ⓑ Zehenstrecker strecken auch OSG
 - Ⓒ Muskeln der fibularen und tiefen dorsalen Loge unterstützen im OSG Plantarflexion (insgesamt 4x kräftiger)
- *Eversion / Inversion*
 - Ⓓ Hauptmuskeln: *Mm. fibulares* ↔ *M. triceps surae* (kräftiger)
 - Ⓔ Muskeln der tiefen dorsalen Loge unterstützen Inversion
 - Ⓕ Muskeln der ventralen Loge unterstützen Eversion oder Inversion
- *Aktive Gewölbeverspannung!*
- *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 ¹	●	+++			+++
M. soleus ¹	●	+++			+++
M. tibialis anterior	●	A +++			
M. extensor digitorum longus	●	++			
M. extensor hallucis longus	●	+			
M. fibularis longus ^{2,3}	●	++			
M. fibularis brevis	●	+			
M. tibialis posterior ^{2,3}	●	+			
M. flexor digitorum longus ²	●	+			
M. flexor hallucis longus ²	●	++			



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 → mit extrinsischen Muskeln zusammen aktive Verspannung und Verwindung des Längs- und Quergewölbes

