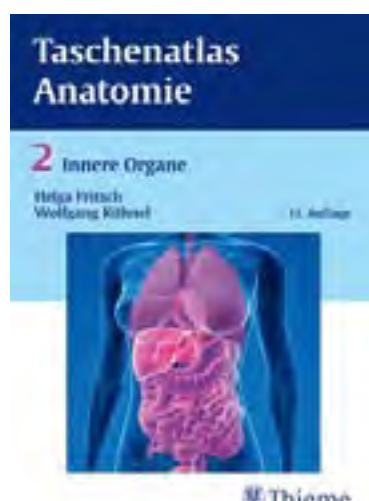




Götz-Neumann, K. physiofachbuch - Gehen verstehen



zum Bestellen [hier klicken](#)

by naturmed Fachbuchvertrieb

Aidenbachstr. 78, 81379 München

Tel.: + 49 89 7499-156, Fax: + 49 89 7499-157

Email: info@naturmed.de, Web: <http://www.naturmed.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Abenteuer Evolution – Geschichte des aufrechten Gehens	17
2	So geht's! – Physiologie des menschlichen Gangbildes	21
2.1	Voraussetzungen des »normalen« Gehens	21
2.2	Was ist schon »normal«?	23
2.3	Gangzyklus und seine Phasen ...	25
2.3.1	Gangzyklus, Schrittlänge und Spurbreite	25
2.3.2	Unterschiedlich und doch gleich: Terminologien, die man kennen sollte!	25
2.3.3	Gangphasen, Eigenschaften und Aufgaben	26
2.3.4	Merkmale der »normalen« Schrittlänge	33
2.3.5	Merkmale für Gangsymmetrie und Effizienz	34
2.3.6	Geschwindigkeit – ein wichtiges Messinstrument	34
2.3.7	Normales Gehen bei Kleinkindern.	37
2.3.8	Normales Gehen bei älteren Menschen	38
2.3.9	Laufen im Unterschied zum Gehen	38
2.4	Passagier und sein Lokomotor – Fundamentales	39
2.4.1	Passagier	39
2.4.2	Lokomotor und seine 4 Funktionen	42
3	Beobachtende Ganganalyse	104
3.1	Geschichte der beobachtenden Ganganalyse	104
3.2	Was leistet die beobachtende Ganganalyse?	105
3.3	Problemlösende Vorgehensweise – beobachtende Ganganalyse in der Praxis	106
3.3.1	Problemidentifizierung und Bestimmung des Hauptproblems bzw. der Hauptabweichung.	106
3.3.2	Bestimmung der möglichen Hauptursachen	107
3.3.3	Behandlung und Prüfung des Behandlungserfolgs	108
3.4	Ursachenkategorien	110
3.4.1	Geschädigte motorische Kontrolle.	110
3.4.2	Abnormale Gelenkbewegungsausmaße.	114
3.4.3	Sensibilitätsstörungen	115
3.4.4	Schmerzen	116
3.4.5	Limbisch-emotionale Ursachen ...	117
2.5	Kinematik und Kinetik der Gangphasen – Schlüsselkonzept	58
2.5.1	Phasen der Gewichtsübernahme (Initial contact und Loading response)	58
2.5.2	Phasen des Einbeinstands (Mid stance und Terminal stance) .	60
2.5.3	Phasen der Schwungbeinwärtsbewegung (Pre-swing, Initial swing, Mid swing und Terminal swing)	63
2.6	Gelenke im Detail	66
2.6.1	Sprunggelenk und Metatarsophalangealgelenke (Talokrural- und MTP-Gelenke)	67
2.6.2	Subtalgelenk	77
2.6.3	Kniegelenk	81
2.6.4	Hüftgelenk und Pelvis (Koxofemoralgelenk)	89
2.6.5	Rumpf	98
2.6.6	Arme	100

3.5	Achtzehn Tipps und Tricks – Hilfen zur Beobachtung	119	3.5.14	Videoaufzeichnungen	121
3.5.1	Mentale Voraussetzungen	119	3.5.15	Erweiterte Wahrnehmung	121
3.5.2	Praktische Hilfsmittel	119	3.5.16	Geeignete Trainingsorte	121
3.5.3	Patientenauswahl	119	3.5.17	Positive Trainingsatmosphäre	121
3.5.4	Kleidung des Patienten	119	3.5.18	Ergebnisinterpretation	121
3.5.5	Aufklärung des Patienten	119	3.6	Untersuchungsverfahren	122
3.5.6	Aufstehen und Hinsetzen	119	3.6.1	Klinische Tests	122
3.5.7	Auswahl eines Referenzbeins	120	3.6.2	Test der Plantarflexoren	123
3.5.8	Markierung der Gelenke	120	3.6.3	Möglichkeiten der instrumentier- ten Untersuchung	125
3.5.9	Auf-und-ab-Gehen	120	3.7	Dokumentation und O.G.I.G.-Ganganalyseformular ..	126
3.5.10	Beobachtung von allen Seiten	120	3.7.1	Anwendungshilfen	127
3.5.11	Beobachtung der Rocker-Funktionen	120			
3.5.12	Ausfüllen des Beurteilungsbogens ..	120			
3.5.13	Strategieplanung	121			
4	Instrumentierte Ganganalyse	130			
4.1	Verbreitete Messmethoden	130	4.2	Weitere Messmethoden	132
4.1.1	Dreidimensionale Bewegungs- analyse	130	4.2.1	Footswitch-Systeme	132
4.1.2	Bodenreaktionskraftmessplatten ..	130	4.2.2	Offene Spirometrie	133
4.1.3	Dynamische Elektromyografie (EMG)	132			
5	Pathologischer Gang – Abweichungen, Ursachen und Auswirkungen	135			
5.1	Zwölf Abweichungen am Sprunggelenk	136	5.2	Drei Abweichungen an den Zehen	151
5.1.1	Hauptproblem exzessive Plantar- flexion des Sprunggelenks sowie Low heel, Forefoot contact, Foot- flat contact und Foot slap	136	5.2.1	Hauptproblem Up	152
5.1.2	Hauptproblem exzessive Dorsal- extension des Sprunggelenks	144	5.2.2	Hauptproblem inadäquate Exten- sion der Zehen	152
5.1.3	Hauptproblem exzessive Supination (Varus)	149	5.2.3	Hauptproblem: Clawed/Ham- mered, Krallen-/Hammerzehen ...	152
5.1.4	Hauptproblem: Heel-off, Premature heel-off	150	5.3	Sieben Abweichungen am Kniegelenk	152
5.1.5	Hauptproblem No heel-off	151	5.3.1	Hauptproblem Limited flexion	153
5.1.6	Hauptproblem: Toe drag (Zehenschleifen)	151	5.3.2	Hauptproblem exzessive Knie- gelenkflexion	155
5.1.7	Hauptproblem Contralateral vaulting	151	5.3.3	Hauptproblem Wobbles	157
			5.3.4	Hauptproblem: Hyperextends und Extension thrust	158
			5.3.5	Hauptproblem Valgus/Varus am Kniegelenk	161
			5.3.6	Hauptproblem exzessive kontra- laterale Flexion	162

5.4	Sieben Abweichungen am Hüftgelenk	163	5.5.4	Hauptproblem Lacks forward rotation	175
5.4.1	Hauptproblem Limited flexion	163	5.5.5	Hauptproblem Lacks backward rotation	175
5.4.2	Hauptproblem Excess flexion	166	5.5.6	Hauptproblem Excess forward rotation	175
5.4.3	Hauptproblem Past retract	168	5.5.7	Hauptproblem Excess backward rotation	176
5.4.4	Hauptproblem Internal rotation. . .	169	5.5.8	Hauptproblem Ipsilateral drop	176
5.4.5	Hauptproblem: External rotation. .	169	5.5.9	Hauptproblem Contralateral drop .	177
5.4.6	Hauptproblem Adduktion	170	5.6	Fünf Abweichungen am Rumpf .	179
5.4.7	Hauptproblem exzessive Abduktion	172	5.6.1	Hauptproblem Forward lean.	179
5.5	Neun Abweichungen am Becken	173	5.6.2	Hauptproblem Backward lean	180
5.5.1	Hauptproblem Hikes	173	5.6.3	Hauptproblem Lateral lean	181
5.5.2	Hauptproblem Posterior tilt	173	5.6.4	Hauptproblem Rotates forward . . .	183
5.5.3	Hauptproblem Anterior tilt.	174	5.6.5	Hauptproblem Rotates back	184
6	Sinn und Seele – Sozialmedizinische Gedanken bei der Behandlung .	185	6.3	Praxis	187
6.1	Modell eines Behandlungskonzepts	185	6.4	Fazit	188
6.2	Unterschied (pathogenetischer und salutogenetischer Ansatz). .	186	7	Psychologische Einflüsse auf das Gehen	189
7.1	Frau/Herr »Kleinschritt«	191	7.5	Frau/Herr »Genussgang«	194
7.2	Frau/Herr »Großschritt«	192	7.6	Frau/Herr »Frontalhandrücken« .	194
7.3	Frau/Herr »Beschwingt«	193	7.7	Frau/Herr »Schiene«	195
7.4	Frau/Herr »Bewegung aus dem Unterarm«	193	7.8	Frau/Herr »Nackendbeweglich« . .	195
8	Schlussbetrachtung	196			
9	Glossar	202			
	Literatur	206			
	Sachverzeichnis	209			

Sprunggelenk. Alle Extensoren sind dafür zuständig, das Bein sicher und verlässlich auf die bevorstehende Gewichtsübernahme vorzubereiten.

2.5 Kinematik und Kinetik der Gangphasen – Schlüsselkonzept

Im Folgenden werden die Funktionen an jedem Gelenk ausführlich und genau beschrieben. Alle Informationen über die wesentlichen Voraussetzungen und Funktionen des Gehens werden in einem Gesamtkonzept der Beinfunktionen zusammengefasst. Dieses »Schlüsselkonzept« des normalen Gehens kann als Referenz in einer Behandlung/Untersuchung genutzt werden, da es die für jede Phase charakteristischen Gelenkstellungen sowie die wichtigsten Muskelaktivitäten enthält und *entscheidende Ereignisse* (Critical events) jeder einzelnen Gangphase benennt. Diese beschreiben die Bewegungen und Gelenkpositionen, die zur Ausführung der funktionellen Aufgabe der jeweiligen Gangphase unentbehrlich sind (► Abb. 2.32).

Die im Schlüsselkonzept enthaltenen Informationen über die Physiologie des Gehens stellen die essenzielle Grundlage für das Erkennen von Gangabweichungen durch Beobachtung dar. Jeder The-

rapeut mit diesem Wissen kann – zusammen mit ausreichender Übung, dem Training des Beobachtens unter Supervision eines Ganganalyseinstruktors und einiger Erfahrung – viele Pathologien des Gehens erkennen. Darüber hinaus wird er in die Lage versetzt, Hauptprobleme zu identifizieren, und zwar weit über die bekannten Gangabweichungen (z.B. Trendelenburg und Duchenne) hinaus.

2.5.1 Phasen der Gewichtsübernahme (Initial contact und Loading response)

► Spezifische Leistungen

- Vorwärtsbewegung
- Stabilität
- Stoßdämpfung

Initial contact 0 % Gangzyklus (► Abb. 2.33)

Der Begriff *Initial contact* beschreibt den Moment des Fersenkontakts mit dem Boden. Der vorangegangene freie Fall aus ca. 1 cm Höhe auf den Bo-



Abb. 2.32 Gangzyklus und seine Phasen.

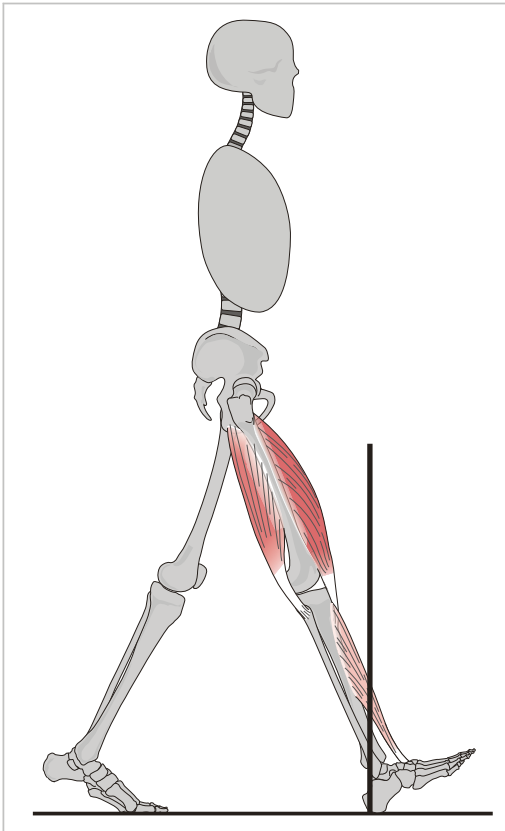


Abb. 2.33 Initial contact.

Tab. 2.7 Initial contact

Hüftgelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 20° Flexion • Extensoren aktiv
Kniegelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 5° Flexion • M. quadriceps ohne M. rectus femoris aktiv
oberes Sprunggelenk	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung • prätibiale Muskulatur aktiv
Subtalargelenk	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung bis leichte Inversion • M. tibialis anterior aktiv • M. extensor digitorum longus aktiv • M. extensor hallucis longus aktiv

Loading response – 0–12% Gangzyklus (► Abb. 2.34)

Das Intervall dieser Phase erstreckt sich von 0–12% des Gangzyklus. Der durch den plötzlichen Bodenkontakt und die Gewichtsverlagerung auf das Referenzbein hervorgerufene Stoß wird abgefedert, damit der Aufprall des Körpergewichts auf den Boden nicht zu heftigen Erschütterungen im ganzen Körper führt. (Zur Erinnerung: 60% des Körpergewichts werden in nur 0,02 s auf das Referenzbein übertragen.)

Der Heel rocker (Fuß senkt sich flach zum Boden) löst an Knie-, Sprung- und Subtalargelenk Mechanismen zur Stoßdämpfung aus. Größe und Verlauf des Körpervektors fordern für diese Aufgabe die höchste Muskelaktivität im gesamten Gangzyklus, da an jedem Gelenk starke Drehmomente ausgelöst werden. Dabei spielt das Kniegelenk eine wichtige Rolle für die jetzt benötigte dynamische Stabilität. Es kommt zu einer kurzen gleichzeitigen Kontraktion des M. quadriceps und der ischiokruralen Muskulatur. Das kontralaterale Bein befindet sich in Pre-swing.

► Entscheidende Ereignisse in LR

- Die kontrollierte Kniegelenkflexion bewirkt eine Stoßdämpfung und Kniegelenkstabilität.
- Funktion des Heel rockers.
- Die Hüftgelenkstabilisation sorgt für eine aufrechte Haltung des Rumpfes (► Tab. 2.8).

den erzeugt eine kurze heftige Bodenreaktionskraft. Der daraus resultierende Bodenreaktionskraftvektor bewirkt 3 instabile Gelenksituationen:

- *Sprunggelenk*: Plantarflexionsdrehmoment
- *Hüftgelenk*: Flexionsdrehmoment
- *Rumpf*: Flexionsdrehmoment

Am Kniegelenk entsteht eine Situation mit Stabilität (Extensionsdrehmoment). In dieser Phase soll das Bein so positioniert sein, dass Progression und Stabilität initiiert werden. Das kontralaterale Bein befindet sich in Pre-swing.

► **Entscheidendes Ereignis in IC.** Fersenkontakt mit dem Boden, um die optimale Funktion des Heel rockers (Fersenkipphobel) zu gewährleisten (► Tab. 2.7).

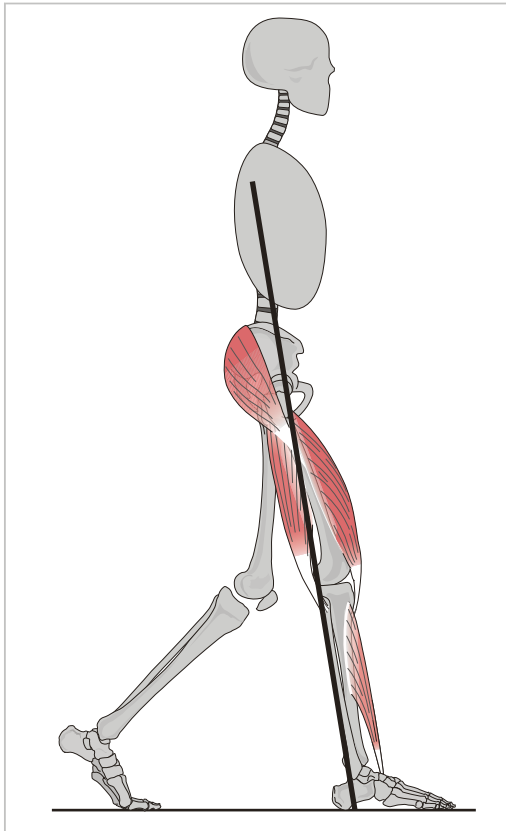


Abb.2.34 Loading response.

2.5.2 Phasen des Einbeinstands (Mid stance und Terminal stance)

- ▶ Spezifische Leistungen
 - Stabilität
 - Erhalt der Vorwärtsbewegung

Mid stance – 12–31 % Gangzyklus (▶ Abb. 2.35)

Das Intervall dieser Phase erstreckt sich von 12–31 % des Gangzyklus. Das gesamte Körpergewicht lastet jetzt auf einem Bein. Der Körper bewegt sich kontrolliert über den stützenden Fuß. Im Laufe von Mid stance verlagert sich die dynamische Stabilität des Kniegelenks hin zum Sprunggelenk. Die hohe Muskelaktivität an Knie- und Hüftgelenk aus Loading response nimmt deutlich ab und endet in der frühen Mid stance. Die exzentrische Aktivität der Wadenmuskulatur steuert jetzt die Stabilität des Beines (besonders des Kniegelenks!) und ermöglicht durch den Ankle rocker eine kontrollierte tibiale Vorwärtsbewegung.

In dieser Phase sind die wechselnde Ausrichtung des Körpervektors in Bezug zu Knie- und Hüftgelenk sowie der durch das kontralaterale Bein erzeugte Schwung von Bedeutung. Solange der Körpervektor posterior zum Kniegelenk verläuft (frühe Phase), ist zur Stabilisation Aktivität des M. quadriceps notwendig. Die Muskelaktivität endet mit dem Verlauf des Körpervektors anterior zum Kniegelenk in der späten Phase. Das kontralaterale Bein bewegt sich von Initial swing nach Mid swing.

- ▶ **Entscheidendes Ereignis in MST**
 - Kontrollierte Vorwärtsbewegung der Tibia; (▶ Tab. 2.9).

Tab. 2.8 Loading response

Hüftgelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 20° Flexion • Extensoren und Abduktoren aktiv
Kniegelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 15° Flexion • M. quadriceps ohne M. rectus femoris aktiv
oberes Sprunggelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 5° Plantarflexion • prätibiale Muskulatur aktiv
Subtalargelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 5° Eversion des Kalkaneus erzeugt subtalare Pronation • M. tibialis posterior und M. tibialis anterior aktiv
(Metatarsophalangealgelenke)	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung

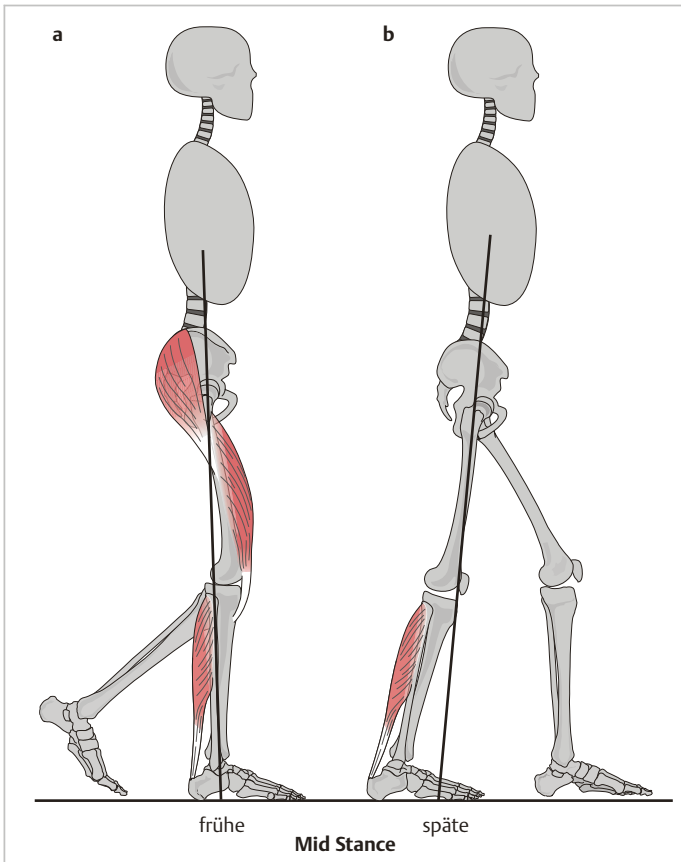


Abb. 2.35 Frühe und späte Mid stance.

Tab. 2.9 Mid stance

Hüftgelenk	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung • Abduktoren aktiv
Kniegelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 5° Flexion • M. quadriceps (ohne M. rectus femoris) nur initial aktiv • am Ende der Phase keine Muskelaktivität
oberes Sprunggelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 5° Dorsalextension • Plantarflexoren exzentrisch aktiv
Subtalargelenk	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Eversion • Inversionsmuskeln aktiv (M. soleus, M. tibialis posterior, M. flexor digitorum longus, M. flexor hallucis longus) • M. peroneus longus und M. peroneus brevis aktiv zur seitlichen Stabilisierung
(Metatarsophalangealgelenke)	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung

Terminal stance – 31–50 % Gangzyklus (► Abb. 2.36)

Das Intervall dieser Phase erstreckt sich von 31–50% des Gangzyklus. Der Fuß rollt ab, und der Körperschwerpunkt verlagert sich weit über die Unterstü­tzungsfläche des Vorfußes hinaus (Trailing limb). In dieser Phase hebt die Ferse vom Boden ab. Die kräftige exzentrische Aktivität der Plantarflexoren stabilisiert dabei dynamisch das obere Sprunggelenk, was auch zu nahezu passiver Stabilität an Knie- und Hüftgelenk führt. Die subtalare Reduktion der Eversion verriegelt den Fuß so, dass ein fester Hebel entsteht und das Körpergewicht über die Köpfehen der Metatarsophalangealgelenke abrollen kann (siehe Forefoot-rocker-Funktion (S.47)).

In dieser Phase erzeugen 2 Faktoren durch Beschleunigung der Körpermasse eine Vorwärtsbewegung:

- Da sich der Körperschwerpunkt weit vor der Unterstü­tzungsfläche befindet, fällt dieser (gewissermaßen in freiem Fall in einem Bogen) nach vorne. Dies ist laut Perry (1992) die wesentliche Komponente der Vorwärtsbewegung.
- Die Vorwärtsbeschleunigung wird durch den nach vorne gerichteten Schwung des kontralateralen Beines unterstützt, das sich in Terminal swing befindet.

► **Entscheidende Ereignisse in TSt**

- kontrollierte Dorsalextension am Sprunggelenk mit Ablösung der Ferse vom Boden
- Trailing limb (► Tab. 2.10), d. h. Hyperextension im Hüftgelenk (siehe Glossar)

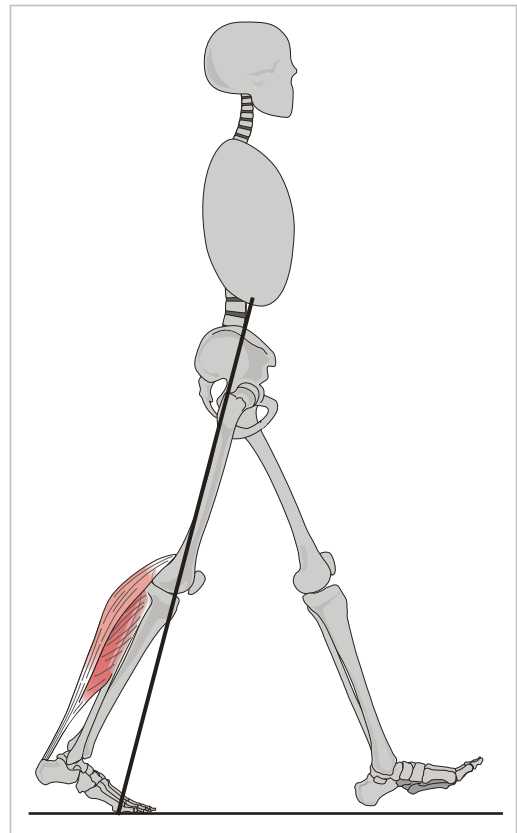


Abb. 2.36 Terminal stance.

Tab. 2.10 Terminal stance

Hüftgelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 20° sichtbare Hyperextension • keine Muskelaktivität
Kniegelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 5° Flexion • keine Muskelaktivität
oberes Sprunggelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 10° Dorsalextension • Plantarflexoren maximal aktiv
Subtalargelenk	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Eversion auf 2° • Inversionsmuskeln maximal aktiv (M. soleus, M. tibialis posterior, M. flexor digitorum longus, M. flexor hallucis longus) • M. peroneus longus und M. peroneus brevis aktiv zur seitlichen Stabilisierung
(Metatarsophalangealgelenke)	<ul style="list-style-type: none"> • 30° Extension • M. flexor hallucis longus und M. flexor digitorum longus aktiv

2.5.3 Phasen der Schwungbein- vorwärtsbewegung (Pre-swing, Initial swing, Mid swing und Terminal swing)

- ▶ Spezifische Leistungen
- Fußablösung vom Boden
- Vorwärtsbewegung des Beines
- Vorbereitung des Beines auf die Standphase

Pre-swing – 50–62 % Gangzyklus (▶ Abb. 2.37)

Das Intervall dieser Phase erstreckt sich von 50–62% des Gangzyklus. Das Bein wird entlastet und durch eine schnelle starke Flexion des Kniegelenks auf die Schwungphase vorbereitet. Dabei wird das Körpergewicht über den Vorfuß hinweg nach vorne geführt (Zehen haben noch Bodenkontakt) und gleichzeitig auf das kontralaterale Bein übertragen. In dieser Phase haben beide Füße Bodenkontakt. Dies ist die terminale doppelt unterstützte Standphase. Das kontralaterale Bein befindet sich in Initial contact/Loading response.

Die Vorschwingphase wird zwar noch als Standphase bezeichnet, gehört aber funktionell zu den Schwungphasen, da schon hier über die Hälfte der in Initial swing benötigten Kniegelenkflexion (größtenteils passiv) erzeugt wird (Perry 1992). Hier handelt es sich um »intersegmentale Dynamik«, da die Flexionsbewegung am Hüftgelenk eine Kniegelenkflexion verursacht (Powers 1999).

Pre-swing wird oft als *Push-off-* oder *Abdruckphase* bezeichnet. Dabei wird allgemein davon ausgegangen, dass der Körper nach vorne gebracht wird. Genau betrachtet, handelt es sich um ein Vorwärtsbeschleunigen des Beines. Es wird Kraft

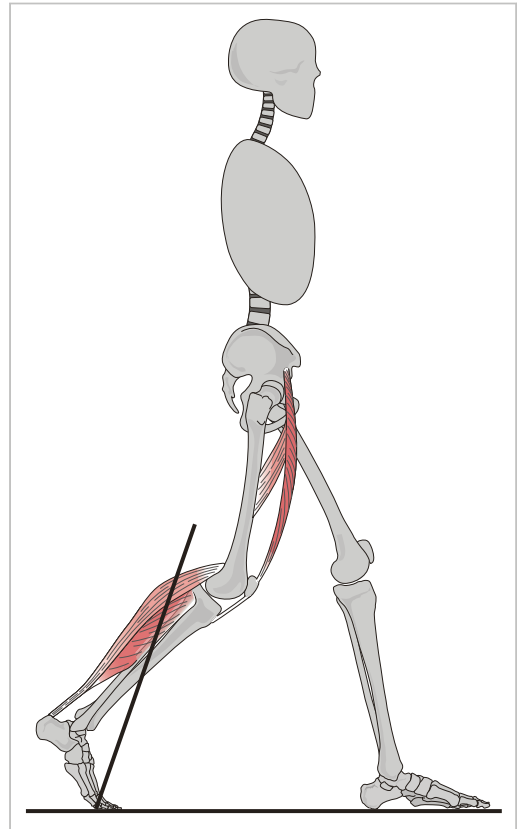


Abb. 2.37 Pre-swing.

zur Verfügung gestellt, die es erlaubt, das Bein in Schwung zu setzen (Perry 1992, Kirtley 2001).

- ▶ **Entscheidende Ereignisse in PSw**
- passive Kniegelenkflexion von 40°
- Plantarflexion des Sprunggelenks (▶ Tab. 2.11)

Tab. 2.11 Pre-swing

Hüftgelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 10° sichtbare Hyperextension • beginnende Aktivität des M. adductor longus
Kniegelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 40° Flexion • keine Muskelaktivität
oberes Sprunggelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 15° Plantarflexion • nur residuale Muskelaktivität der Plantarflexoren • Kurz nach Beginn der Phase keine Muskelaktivität der Plantarflexoren
Subtalgelenk	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung
(Metatarsophalangealgelenke)	<ul style="list-style-type: none"> • 60° Dorsalextension • M. flexor hallucis longus und M. flexor digitorum longus zeigen nur zu Beginn der Phase Restaktivität • Kurz nach Beginn der Phase endet ihre Aktivität

Initial swing – 62–75 % Gangzyklus (► Abb. 2.38)

Das Intervall dieser Phase erstreckt sich von 62–75% des Gangzyklus. Der Fuß hebt vom Boden ab. Der Oberschenkel beginnt schnell nach vorne zu schwingen. Das Bein bewegt sich innerhalb von 0,1 s ca. 20 cm nach vorne (Perry 1992), weshalb Initial swing auch Beschleunigungsphase genannt wird.

Das aus Pre-swing kommende Sprunggelenk befindet sich immer noch in leichter Plantarflexion. Die Bewegung des Sprunggelenks in Richtung Dorsalextension reicht jedoch nicht aus, um das Abheben und Vorwärtsbewegen des Beines zu ermöglichen. Dies wird hauptsächlich durch Flexion an Knie- und Hüftgelenk bewirkt.

Neben den eingelenkigen Hüftgelenkflexoren M. adductor longus und M. iliacus werden als zweige-

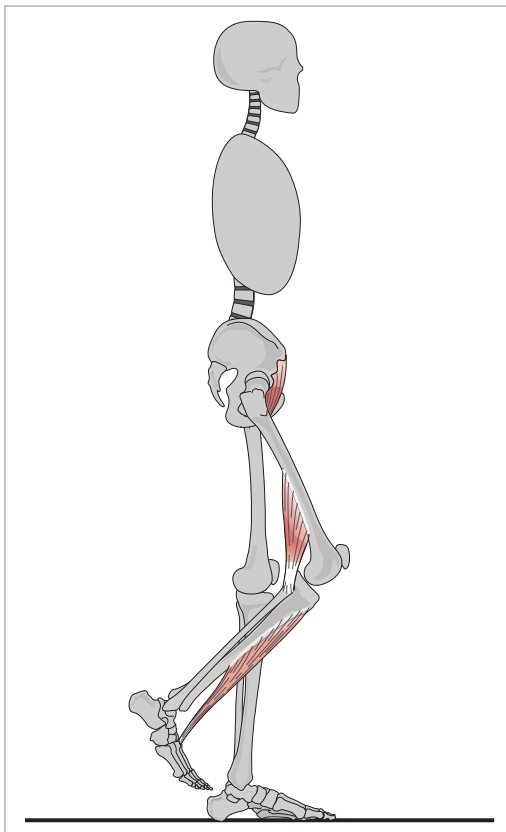


Abb. 2.38 Initial swing.

Tab. 2.12 Initial swing

Hüftgelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 15° Flexion • Flexoren aktiv
Kniegelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 60° Flexion • Flexoren aktiv
oberes Sprunggelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 5° Plantarflexion • prätibiale Muskulatur aktiv
Subtalargelenk	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung • prätibiale Muskulatur aktiv
(Metatarsophalangealgelenke)	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung • prätibiale Muskulatur aktiv

lenkige Muskeln M. sartorius und M. gracilis konzentrisch aktiv und beugen Hüft- und Kniegelenk simultan. Die Kniegelenkflexion wird vom kurzen Kopf des M. biceps femoris unterstützt. Die zweigelenkigen Hamstrings sind nicht aktiv, da sie das Hüftgelenk strecken würden. Das kontralaterale Bein ist in der frühen Mid stance.

► Entscheidende Ereignisse in ISw

- Hüftgelenkflexion 15°;
- Kniegelenkflexion 60° (► Tab. 2.12).

Mid swing – 75–87 % Gangzyklus (► Abb. 2.39)

Das Intervall dieser Phase erstreckt sich von 75–87% des Gangzyklus. Das Becken befindet sich in neutraler Position. Der Oberschenkel setzt seine Flexionsbewegung fort, das Kniegelenk beginnt sich zu strecken. Die Tibia steht senkrecht zum Boden. Der Fuß bleibt vom Boden abgehoben. Der Abstand des Fußes zum Boden (ca. 1 cm) ist jetzt abhängig von der Gelenkstellung an Sprung- und Hüftgelenk.

Durch den Vorwärtsschwung des Oberschenkels ist die Aktivität der Flexoren nur minimal und die Kniegelenkextensionsbewegung nahezu passiv. Gegen Ende der Phase werden die Hamstrings aktiv. Das kontralaterale Bein ist jetzt in der späten Mid stance.

► Entscheidende Ereignisse in MSw

- Zunehmende Hüftgelenkflexion auf 25°
- Dorsalextension des Sprunggelenks bis Neutral-Null-Stellung (► Tab. 2.13)

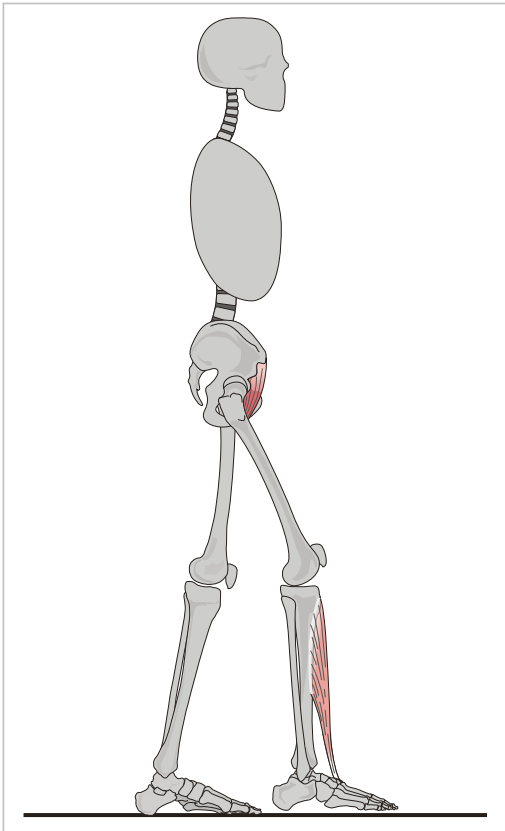


Abb. 2.39 Mid swing.

Tab. 2.13 Mid swing

Hüftgelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 25° Flexion • Flexoren zu Beginn aktiv • Hamstrings gegen Ende aktiv
Kniegelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 25° Flexion • M. biceps femoris caput breve nur zu Beginn aktiv
oberes Sprunggelenk	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung • prätibiale Muskulatur aktiv
Subtalgelenk	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung • prätibiale Muskulatur aktiv
(Metatarsophalangealgelenke)	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung • prätibiale Muskulatur aktiv

Terminal swing – 87–100 % Gangzyklus (► Abb. 2.40)

Das Intervall dieser Phase erstreckt sich von 87–100% des Gangzyklus. Es ist die Übergangsphase von der Schwung- in die Standphase! Die Flexion am Hüftgelenk bleibt bestehen, das Kniegelenk streckt sich in Richtung Neutral-Null-Stellung. Der Fuß befindet sich weit vor dem Körper in optimaler Ausgangsstellung für den bevorstehenden Bodenkontakt mit der Ferse. Das Sprunggelenk bleibt in Neutral-Null-Stellung.

Terminal swing bereitet das Bein für den Stand vor. Dafür sorgt die simultane Aktivität der ischio-kruralen Muskulatur sowie des M. quadriceps femoris. Die exzentrische Muskelarbeit der ischio-kruralen Muskulatur bremst den Vorwärtsschwung des Oberschenkels. Hüft- und Kniegelenke können gegen Ende der Phase um wenige Grade (ca. 0–5°) von ihrem maximalen Bewegungsaus-

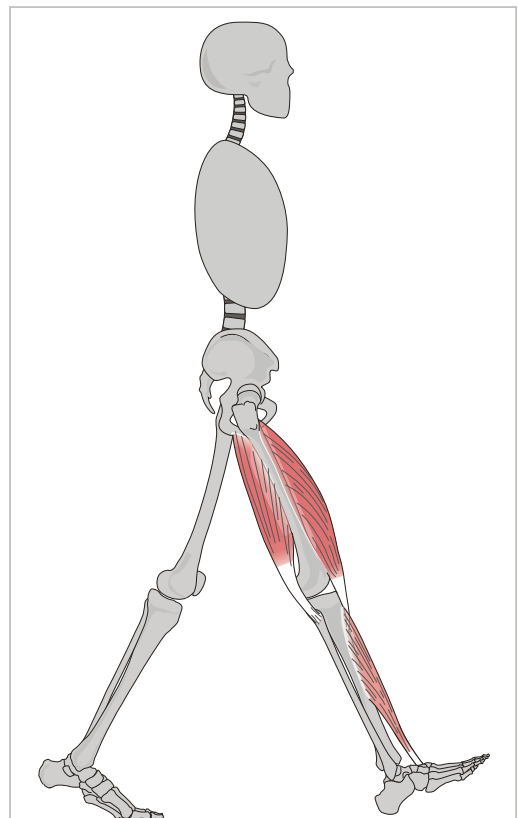


Abb. 2.40 Terminal swing.

Hüftgelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 20° Flexion • ischiokrurale Muskulatur aktiv
Kniegelenk	<ul style="list-style-type: none"> • 0° (bis 5° Flexion) • M. quadriceps aktiv
oberes Sprunggelenk	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung • prätibiale Muskulatur aktiv
Subtalargelenk	<ul style="list-style-type: none"> • Neutral-Null-Stellung (leichte Inversion) • prätibiale Muskulatur aktiv
(Metatarsophalangealgelenke)	<ul style="list-style-type: none"> • 0–25° Extension • prätibiale Muskulatur aktiv

maß zurückfallen; jedoch sind diese geringfügigen Veränderungen optisch nicht wahrnehmbar!

Hüftgelenkflexion (20°), Kniegelenkextension und Vorwärtsrotation des Beckens (5°) tragen zur Schrittlänge bei (Kap. 2.3.4). Das kontralaterale Bein befindet sich in Terminal stance.

- ▶ **Entscheidendes Ereignis in TSw.** Kniegelenkextension bis Neutral-Null-Stellung (0–5° Flexion; ▶ Tab. 2.14).

Die Gesamtübersicht über Bewegungsausmaße in allen Gangphasen finden Sie im Anhang.

2.6 Gelenke im Detail

Jeweils typische Gelenkstellungen und Bewegungen stehen in direktem Zusammenhang mit den *spezifischen Leistungen* (Accomplishments) einer Gangphase und tragen zur Erfüllung der 3 funktionellen Aufgaben bei. Diejenigen Gelenkstellungen und/oder Bewegungen, die dabei von essenzieller Bedeutung für die jeweilige *spezifische Leistung* sind, werden als *entscheidende Ereignisse* (Critical events) bezeichnet.

Jede Gangphase beinhaltet eine oder mehrere entscheidende Ereignisse am Sprung-, Knie- oder Hüftgelenk in der sagittalen Ebene. Weitere, aber eher subtile Bewegungen, erscheinen in allen 3 Ebenen an Fuß, Knie- und Hüftgelenk sowie Becken. Weil die Bewegungen an Sprung-, Knie- und Hüftgelenk in der sagittalen Ebene in Bezug auf die entscheidenden Ereignisse die wesentlichen sind, stehen sie bei der beobachtenden Ganganalyse im Mittelpunkt.

Für jede der 8 Phasen des Gangzyklus werden Sprung-, Knie- und Hüftgelenk sowie Becken und Rumpf unter den in ▶ Tab. 2.15 aufgeführten 4 Gesichtspunkten beschrieben.

deutscher Begriff	englischer Begriff
Bewegungsausmaß	Range of motion (ROM)
Drehmoment-Anforderung	Torque demand (TD)
Muskelaktivität	Muscle action (MA)
funktionelle Bedeutsamkeit	Functional significance (FS)

- ▶ **Bewegungsausmaß.** Die Gelenkpositionen (Bewegungsausmaß) verändern sich während des Gehens konstant. Die Bewegungen vollziehen sich rasch und sind daher schwer zu beobachten. Um die beobachtende Ganganalyse zu erleichtern, wurden nur die Gelenkstellungen und Bewegungen ausgewählt und beschrieben, die charakteristisch für die jeweilige Gangphase sind. Die in den Grafiken dargestellten Bewegungsausmaße zeigen die durchschnittlichen Bewegungspositionen innerhalb des Gangzyklus an.

- ▶ **Drehmomentanforderung.** Bislang konnten Drehmomente nur für die Standphasen dargestellt werden. Die Angaben hierfür wurden aus den Bodenreaktionskräften abgeleitet, gemessen mithilfe von Bodenkraftplattensystemen. Die Drehmomentanforderungen an den Gelenken in den Schwungphasen können nicht mittels dieser Systeme gemessen werden und erfolgen durch inversdynamische Berechnungen. Daher sind von außen auf die Gelenke einwirkende Drehmomentanforderungen sowohl für die Stand- als auch die Schwungphasen ermittelbar und werden hier angegeben.

- ▶ **Muskelaktivität.** Zur Vereinfachung werden Muskelaktivitäten nur als »an« oder »aus« dargestellt. Der Moment der höchsten Muskelaktivität wird durch ein kleines Dreieck angezeigt. Muskelaktivitäten unter 5 % der maximalen isometrischen Muskelkontraktion werden nicht angegeben.

Beachte

M!

Um ein besseres Verständnis für das Folgende zu entwickeln, ist ein genaues Verständnis der Bedeutung von Drehmomentanforderungen und den damit verbundenen Muskelaktivitäten erforderlich (Kap. 4).

2.6.1 Sprunggelenk und Metatarsophalangealgelenke (Talokrural- und MTP-Gelenke)

Funktionelle Aufgabe Gewichtsübernahme

Initial contact – 0 % Gangzyklus (► Abb. 2.41)

- **Bewegungsausmaß IC**
 - Das Sprunggelenk befindet sich in Neutral-Null-Stellung.
 - Die MTP-Gelenke sind in 0–25° Dorsalextension (► Abb. 2.46).
- **Drehmomentanforderung IC.** Das Plantarflexionsdrehmoment wird folgendermaßen erzeugt:
 - Der Körpervektor verläuft hinter dem Sprunggelenk.
 - Der Bodenkontaktpunkt an der Ferse liegt hinter dem Sprunggelenk.
- **Muskelaktivitäten IC.** M. tibialis anterior, M. extensor digitorum longus und M. extensor hallucis longus (prätibiale Muskulatur) positionieren den Fuß für Loading response.

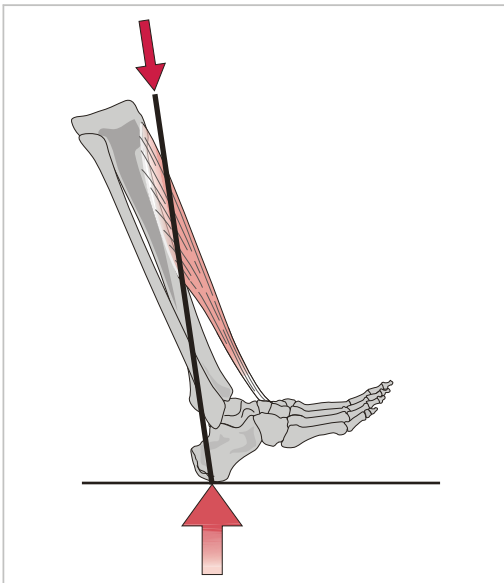


Abb. 2.41 Initial contact. Der Körpervektor verläuft hinter dem Sprunggelenk und löst ein Plantarflexionsdrehmoment aus.

- **Funktionelle Bedeutung IC.** Der Fuß wird für die Heel-rocker-Aktion in Loading response richtig positioniert.

Beachte

M!

Diese Phase wird in der herkömmlichen Terminologie auch *Fersenaufprall* (Heel strike) genannt. Diese Bezeichnung wird jedoch problematisch, wenn zuerst der Vorfuß auf dem Boden auftritt.

Funktionelle Aufgabe Gewichtsübernahme

Loading response – 0–12 % Gangzyklus (► Abb. 2.42)

- **Bewegungsausmaß LR**
 - Die Bewegung aus der Neutral-Null-Stellung in 5° Plantarflexion verläuft sehr schnell.
 - Die MTP-Gelenke senken sich am Ende der Stoßdämpfungsphase von 25° Dorsalextension bis in die Neutral-Null-Stellung.

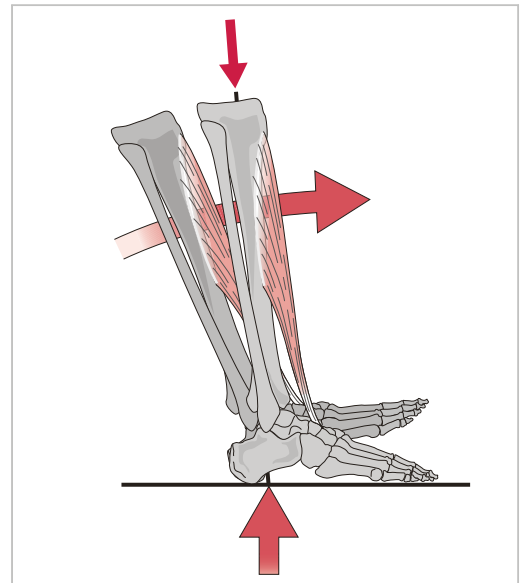


Abb. 2.42 Loading response. Die prätibiale Muskulatur arbeitet dem Plantarflexionsdrehmoment exzentrisch entgegen und bewegt die Tibia nach vorne.

Sachverzeichnis

A

- Abbremsphase 26
- Abdruckphase 63
- Abduktion, exzessive 172
- Absenkung
 - ipsilaterale 173
 - kontralaterale 173
- Acceleration 26
- Adduktion, übertriebene 170
- Alles-oder-Nichts-Situation 111
- Anheben, kontralaterales 136
- Ankle rocker 45
 - Funktion 46
- Anterior tilt 173
- Arme 100
 - Bewegungsabläufe 100
 - Muskelaktivitäten 102
- Armpendel 128
- Armschwung 34, 101
- Arthritis, rheumatoide 162
- Aufklärung, Ganganalyse 119
- Aufstehen, Ganganalyse 119
- Aufundabgehen, Ganganalyse 120
- Außenrotation 163
 - übertriebene 169
- Australopithecine 18
- Australopithecus
 - afarensis 18
 - ramidus 19

B

- Becken
 - Anhebung 173
 - Gangabweichungen 173
 - Kippung
 - anteriore 173
 - posteriore 173
 - kontralaterale Absenkung 54
 - transversale Rotation 54
- Behandlung 108
 - Erfolg 108
 - interdisziplinäre 109
 - Konzept 185
 - Planung 109
 - sozialmedizinische Gedanken 185
- Beobachtung, visuelle 105
- Berg-Balance-Scale 123
- Beschleunigungsphase 26
- Bewegungsanalyse, dreidimensionale 130
- Bewegungsmaß 66
- Bipedie 17
- Bodenkontaktmuster 45

- Bodenreaktionskraftmessplatten 130
- Bodenreaktionskraftvektor 42
- Brachiatores 17

C

- Cadence 35
- Contralateral vaulting 136, 151

D

- Decleration 26
- Defizit
 - peripheres 110
 - zentrales 110
- Deformität 116
- Determinants of Gait 51
- Dokumentation 126
- Dorsalextension 56
 - exzessive 144
 - übermäßige 136
- Drehmoment 43, 57, 131
- Drehmomentanforderung 66
- Dual-task-Fähigkeit 128

E

- Effizienz 34
- Einbandstand, übertriebene Außenrotation 169
- Einbeinstand 32, 60, 68
 - exzessive Kniegelenkflexion 155
 - exzessive Rückwärtsrotation 176
 - Gangphasen 60
 - Hüftgelenk 92
 - Kniegelenk 83
 - kontralaterale Pelvisabsenkung 177
 - Seitenneigung Rumpf 181
 - Sprunggelenk 68
 - Stabilität 123
 - Subtalgelenk 79
 - übermäßige Hüftgelenkflexion 166
 - Vorwärtsneigung Rumpf 179
 - Wobbles 157
- Einschränkung, funktionelle 128
- Elektromyografie, dynamische 132
- Energie
 - Einsparung 51
 - Versorgung 21
- Entspannung, selektive 22

- Equilibrium, dynamisches 22, 38
- Eversion 80
 - übermäßige 136
- Evolution 17
- Extension thrust 152, 158
- Extensionsstoß 158

F

- Fehlstellung, laterale patellare 114
- Ferse
 - Anhebung 26, 56
 - vorzeitige 136
 - Aufprall 25
 - Kipphebel 45
 - Kontakt 56
 - flacher 136
 - Rocker 27
- Flexion
 - exzessive kontralaterale 153, 162
 - rigide Kontraktur 166
- Foot flat 26
 - contact 136
- Footswitch-Systeme 133
- Forefoot
 - contact 136
 - rocker 45
 - Rocker-Funktion 47
- Fuß
 - Druckverteilung 76
 - kurze Muskulatur 75
 - Längsachse 45
 - Orthese 145
 - Sohle
 - Bodenkontakt 26
 - Kontakt 136
 - Mechanorezeptoren 77

G

- Gang
 - aufrechter 17
 - depressiver 190
 - glücklicher 190
 - paralytischer 162
 - pathologischer 135
- Gangabweichungen 127, 135
 - Becken 173
 - Hüftgelenk 163
 - Kniegelenk 152
 - Rumpf 179
 - Sprunggelenk 136
 - Ursachen 107
 - Kategorien 110
 - Zehen 151
- Ganganalyse 24
 - Aufklärung des Patienten 119
 - Aufstehen 119
 - Aufundabgehen 120
 - beobachtende 104, 111
 - Beobachtung von allen Seiten 120
 - Beurteilungsbogen 120
 - Ergebnisinterpretation 121
 - erweiterte Wahrnehmung 121
 - Hilfsmittel 119
 - Hinsetzen 119
 - instrumentierte 130
 - Markierung Gelenke 120
 - Patientenaufklärung 119
 - Patientenkleidung 119
 - Referenzbein 120
 - Rocker-Funktion 120
 - Strategieplanung 121
 - Trainingsatmosphäre 121
 - Trainingsorte 121
 - Videoaufzeichnung 121
- Ganganalyseformular 106
- Gangbild, Physiologie 21
- Ganglabor 104
- Gangparameter, Bestimmung 36
- Gangphase 66, 127
- Gangphasen 27, 58
 - spezifische Leistungen 32
- Gangsymmetrie 34
- Gangzyklus 25, 73
 - Phasen 25
- Gehen
 - Abweichungen 24
 - Effizienz 52
 - Geschwindigkeit 34
 - normales 21
 - Normwerte 24
 - physiologisches 32
 - psychologische Einflüsse 189
 - Sicherheit 38
- Gehen-Sprechen-Theorie 19
- Gelenke 66
 - abnormale Bewegungs-
ausmaße 114
 - Markierung, Ganganalyse 120
 - Ödem 116
 - okzipitale Öffnung 17
- Geschwindigkeitsmessung 34
- Gewichtsübernahme 31, 42, 58, 67
- Gangphasen 58
- ipsilaterale Pelvisabsenkung 176
- Kniegelenk 81
- kontralaterale Pelvisabsenkung 177

- Metatarsophalangealgelenke 67
- Seitenneigung Rumpf 181
- Sprunggelenk 67
- Subtalgelenk 77
- übertriebene Außenrotation 169
- Vorwärtsneigung Rumpf 179
- Gewichtsverlagerung 42

H

- Hammerzehen 151
- HAT 39
- Verschiebung 40
- Heel
- rocker 27, 45
- exzessiver 145
- Rocker-Funktion 45
- strike 25–26
- Heel-off 26, 136, 150
- Hikes 173
- Hilfsmittel, Ganganalyse 119
- Hinsetzen, Ganganalyse 119
- Homo saeons 17
- Homonisationsprozess 17
- Hüftgelenk 89, 97
- Flexion
- übermäßige 163, 166
- unzureichende 163
- Gangabweichungen 163
- Gewichtsübernahme 90
- Kontraktur, Adduktoren 109
- Kontrolle 57
- Schwäche, Abduktoren 109
- Stoßdämpfung 50
- Hyperextends 152, 158
- Hyperextension 152, 158

I

- Iliotibialband, Kontraktur 166
- Inaktivitätsatrophien 117
- Initial
- contact 25, 28, 32, 58, 67
- Arme 101
- exzessive Dorsalextension 145
- Gangphasen 58
- Hüftgelenk 90
- Kniegelenk 81
- Metatarsalphalangealgelenke 67
- Sprunggelenk 67
- Subtalgelenk 77
- übertriebene Plantarflexion 136
- double limb support 27
- swing 26, 30, 32, 64, 71
- exzessive Dorsalextension 146

- exzessive Plantarflexion 140
- Hüftgelenk 95
- Kniegelenk 86
- Kniegelenkflexion 154
- Schwungbeinwärtsbewegung 71
- Subtalgelenk 80
- Innenrotation 163
- übertriebene 169
- Inversion 81

K

- Kadenz 35
- Kipphebelfunktion 44
- Kleinkind, normales Gehen 37
- Kniegelenk 81, 88
- Flexion
- exzessive 155
- übermäßige 152
- unzureichende 152
- Gangabweichungen 152
- Hyperextension 138
- Knotrolle 57
- Kontraktur Flexoren 109
- Mechanismus 56
- Stoßdämpfung 49
- Valgusstellung 161
- Varusstellung 161
- Kohärenzgefühl 185
- Kollaps, medialer 123, 162
- Kompensation 128
- Kontakt, initialer 25
- Kontraktur
- elastische 114, 142
- rigide 114
- Kontrolle, posturale 22
- Kopfposition 34, 128
- Körperschwerpunktmodulation 51
- Körpersprache 189
- Körpervektor 42
- Koxofemoralgelenk 89
- KSP-Modulation 51

L

- Laufen 38
- Loading response 26, 28, 32, 59, 67
- Extension thrust 159
- exzessive Dorsalextension 145
- exzessive Kniegelenkflexion 155
- Gangphasen 59
- Hüftgelenk 90
- Hyperextends 159
- Kniegelenk 81
- Kniegelenkflexion 153
- Metatarsalphalangealgelenke 67

- Sprunggelenk 67
- Subtalgelenk 77
- übertriebene Plantarflexion 137
- Wobbles 157
- Lokomotor 39
- Einheit 39
- Funktionen 42
- Low heel 136

M

- M.O.V.E. 22
- Magnetresonanztomografie 126
- Massenextension 113, 143
- Massenflexion 113, 143
- Massensynergie, spastische 143
- Metatarsalphalangealgelenke 67
- Metatarsophalangealgelenke 70
- Mid
- stance 26, 28–29, 32, 60, 68
- Extension thrust 160
- exzessive Dorsalextension 145
- Gangphasen 60
- Hüftgelenk 92
- Kniegelenk 83
- Sprunggelenk 68
- Subtalgelenk 79
- übertriebene Plantarflexion 138
- Valgus 162
- Varus 162
- Vorwärtsneigung Rumpf 179
- swing 30, 32, 64, 71
- exzessive Dorsalextension 146
- exzessive Plantarflexion 140
- Hüftgelenk 96
- Kniegelenk 87
- Schwungbeinwärtsbewegung 64, 71
- Subtalgelenk 80
- übermäßige Hüftgelenkflexion 168
- Motivation 21
- Muskeln
- Aktivität 66
- ischiokrurale 97
- manueller Test 122
- Schwäche 110
- prätibiale 109, 141
- selektive Kontrolle 57

N

- Nichtgebrauch, erlernter 113

O

- O.G.I.G.-Ganganalyseformular 126
- Observational Gait Instructor Group 104
- Orthese 110
- Osteoarthritis 162

P

- Parkinson 55
- Passagier 39
- Past retract 163, 168
- Patienten
- Auswahl, Ganganalyse 119
- Beurteilung 24
- Pelvis 89
- Absenkung 176
- ipsilaterale 176
- kontralaterale 177
- Phasen, unterstützte 31
- Plantaraponeurose 75
- Plantarflexion
- Kontraktur 141
- übermäßige 136
- Plantarflexoren 74
- Funktionsverlust 108
- Schwäche 109
- Test 123
- Posterior tilt 173
- Pre-swing 30–31, 63, 69
- exzessive Dorsalextension 146
- exzessive Plantarflexion 140
- Hüftgelenk 95
- Kniegelenk 85
- Kniegelenkflexion 154
- Schwungbeinwärtsbewegung 69
- Schwungbeinwärtsbewegung 63
- Subtalgelenk 80
- Primaten 17
- Pronation 80
- exzessive subtalare 150
- subtalare 80
- Propriozeption 115
- Pseudoadduktion 172
- Psychogramm 191
- Push-off-Phase 63
- Pusher-Symptomatik 183

R

- Rancho Los Amigos National
Rehabilitation Center 104
- Referenzbein, Ganganalyse
120
- RLANRC-System 25
- Rocker-Funktion 44, 127
- Rückwärtsrotation
 - exzessive 173, 176, 184
 - fehlende 173, 175
- Rumpf 98
 - Gangabweichungen 179
 - Rückwärtsneigung 179
 - Vorwärtsneigung 179

S

- Salutogenese 186
- Schädelformen 17
- Scherengang 172
- Schmerz 116
 - patellofemorale 115
- Schritt
 - Frequenz 36
 - Länge 25, 33, 55, 156
 - reduzierte 168
- Schrittmustergenerator 21
- Schulter-Arm-Hand-Komplex
100
- Schwebephase 38
- Schwungbeinwärts-
bewegung 27, 32, 63, 69
 - Hüftgelenk 95
 - Kniegelenk 85
 - Subtalargelenk 80
- Schwungphase 26, 38
 - initiale 30
 - mittlere 26, 30
 - terminale 26, 30

- Scissors gait 172
- Seitenneigung, Rumpf 181
- Sensibilitätsstörung 115
- Skoliose 177
- Spastik 112, 142
- Spirometrie, offene 133
- Spreizfuß 75
- Sprunggelenk 67, 73
 - Fixierung 148
 - Gangabweichungen 136
 - Kipphebel 46
 - Kontrolle 57
 - Stoßdämpfung 49
- Sprunggelenk, Mechanismus
56
- Spurbreite 25, 55
- Stabilität, dynamische 43
- Stance 26
 - ratio 34
- Standphase 26, 31, 38
 - doppelt unterstützte 27
 - initiale 26
 - mittlere 26
 - terminale 26, 30
- Standstabilität 42
- Standzeitverhältnis 34
- Stoßdämpfung 49
 - Mechanismus 128
 - Phase 26
- Stride 25
 - length 35
- Subtalargelenk 77
- Supination 80
 - exzessive 149
 - subtalare 78, 81
 - übermäßige 136
- Swing 26
- System
 - limbisches 21, 117
 - neuromuskuläres 21
 - optisches 21

T

- Talokalkanealgelenk 77
- Talokruralgelenke 67
- Terminal
 - double limb stance 30
 - stance 26, 29–30, 32, 62, 69
 - Arme 101
 - Extension thrust 160
 - exzessive Dorsalextension
146
 - exzessive Plantarflexion
139
 - Gangzyklus 62
 - Hüftgelenk 93
 - Hyperextends 160
 - Kniegelenk 84
 - Sprunggelenk 69
 - Subtalargelenk 79
 - Valgus 162
 - Varus 162
 - swing 26, 29–30, 32, 65, 72
 - exzessive Dorsalextension
146
 - exzessive Kniegelenk-
flexion 156
 - Hüftgelenk 96
 - Kniegelenk 88
 - Past retract 168
 - Plantarflexion 141
 - Schwungbeinwärts-
bewegung 65, 72
 - Subtalargelenk 80
- Test, klinischer 122
- Thomas-Handgriff 166
- Tiefensensibilität, gestörte
115
- Toe drag 140, 151
- Toe-off 26
- Treppensteigen 128

U

- Untersuchung
 - instrumentelle 125
 - Verfahren 122

V

- Valgus 136, 150, 152, 161
 - physiologische Stellung 55
- Varus 136, 149, 152, 161
- Vorfuß
 - Kipphebel 47
 - Kontakt 136
- Vorschwungphase 25, 30
- Vorwärtsbewegung 44
- Vorwärtsrotation
 - exzessive 173, 175, 183
 - fehlende 173, 175

W

- Walkie-talkie-Theorie 19
- Wirbelsäulenproblematik 75
- Wobbles 152, 157

Z

- Zehen
 - abgehobene 26
 - Gangabweichungen 151
- Zehensleifen 151