



© FH St. Pölten & Helene Sorger

Empfehlungen für die Standardisierung von klinischen BewegungsanalySELaboren

Version 1.0

Datum: 04/2024

Abgenommen durch den GAMMA Vorstand (2024)

Bearbeitet von: Andreas Kranzl & Brian Horsak

Kontakt: info@g-a-m-m-a.org

<https://www.g-a-m-m-a.org>



Versionsverzeichnis

Version 1.0 vom 04/2024 (Erstversion)

Vorwort

Die instrumentelle 3D-Gang- und Bewegungsanalyse hat sich als objektives Werkzeug zur Funktionsbeurteilung in der klinischen Praxis, der Forschung und der Rehabilitation etabliert. Durch die präzise Messung und Bewertung der menschlichen Gang- und Bewegungsdynamik liefert sie wertvolle Einblicke in die Funktionalität des Bewegungsapparates und ermöglicht die Entwicklung effektiver Therapiestrategien zur Verbesserung der Gangfähigkeit und zur Behandlung von Bewegungsstörungen.

Die Gesellschaft für die Analyse Menschlicher Motorik und ihre klinische Anwendung (GAMMA) möchte mit diesem Dokument eine Empfehlung für die Durchführung von Gang- und Bewegungsanalysen im klinischen Kontext bereitstellen. Es zielt darauf ab, einen einheitlichen Rahmen für die Planung, Durchführung und Aufbereitung instrumenteller Gang- und Bewegungsanalysen bereitzustellen, um die Vergleichbarkeit von Daten zu gewährleisten. Weiterhin soll das Dokument als Leitfaden beim Aufbau eines neuen Bewegungsanalyselabors fungieren und z.B. Hinweise zu Raumanforderung und messtechnischer Ausstattung geben. Damit sollen die Transparenz und die Reproduzierbarkeit der erhobenen Gang- und Bewegungsdaten sowie das Vertrauen in die Qualität der erbrachten Leistungen gestärkt werden.

Die vorliegende Standardisierungsdokumentation ist das Ergebnis gemeinsamer Anstrengungen und Zusammenarbeit von Expert*innen, die ihr Fachwissen und ihre Erfahrung eingebracht haben, um einen gemeinsamen Rahmen für die Durchführung und Interpretation instrumenteller Bewegungsanalysen zu schaffen. Ein großer Dank gilt hierbei in erster Linie Dr. Andreas Kranzl und FH-Prof. Dr. Brian Horsak von der GAMMA-Arbeitsgruppe „Standardisierung“ sowie dem gesamten GAMMA-Vorstand. Wir sind überzeugt, dass das vorliegende Dokument dazu beitragen wird, die Qualität und Zuverlässigkeit instrumenteller Gang- und Bewegungsanalysen zu erhöhen und damit die Versorgung von Patienten*innen mit Funktionseinschränkungen zu verbessern.

Es ist wichtig anzumerken, dass die Standardisierung der Bewegungsanalyse eine kontinuierliche und dynamische Aufgabe ist. Neue Technologien entstehen, Forschungsergebnisse erweitern unser Verständnis und klinische Anwendungen entwickeln sich weiter. Daher ist es entscheidend, dass dieses Dokument regelmäßig überprüft, aktualisiert und an die neuesten Erkenntnisse und Entwicklungen angepasst wird, um sicherzustellen, dass es weiterhin als zuverlässige Richtlinie für die Praxis dient.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. habil. Felix Stief, 1. Vorsitzender der GAMMA

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Raumanforderungen	8
2.1	Aufnahme in der Ebene	9
2.2	Aufnahme auf dem Laufband	12
3	Mitarbeiter*innen	13
4	Ausstattung	14
4.1	Videoaufnahme (2D)	14
4.2	Optoelektronische 3D Systeme	15
4.3	Kraftmessplatten.....	16
4.4	Druckmessplatten.....	16
4.5	Elektromyographie (EMG)	16
4.6	Überprüfung der Synchronität gekoppelter Systeme.....	17
4.7	Labordatenbank.....	17
4.8	Klinische Untersuchung	17
5	Überweisungsmanagement	18
6	Datenaufnahme	18
7	Daten- und Reportmanagement	19
7.1	Normdaten.....	21
8	Information bei Neueinrichtung eines Bewegungsanalyselabors ..	22
9	Datenschutz	23
10	Leistungsbeschreibung im Rahmen der klinischen Ganganalyse .	23
11	Literatur	24

12 Anhang – Beispiele für diverse Protokolle	26
12.1 Markersetprotokoll	27
12.2 Messablauf einer 3D Ganganalyse	28
12.3 Messablauf zur Erhebung von Normdaten.....	29
12.4 Messdatenauswertung einer 3D Ganganalyse	30
12.5 Messdatenauswertung Elektromyographie	31
12.6 Einarbeitungsplan für neue Mitarbeiter*innen	32
12.7 Fortbildungsplan für Mitarbeiter*innen	33
12.8 Plan für Qualitätssicherung.....	34
12.9 Messablaufprotokoll einer 3D Ganganalyse	36
12.10 Grafischer Report einer 3D Ganganalyse	37
12.11 Beispielfotos von verschiedenen Laboren.....	48

1 Einleitung

Die [GAMMA](#) möchte mit diesem Dokument eine Unterstützung und Empfehlung für die Durchführung der klinisch-instrumentellen 3D-Gang- und Bewegungsanalyse bereitstellen.

Begriffsbestimmung: *Die klinische, instrumentelle 3D-Ganganalyse umfasst ein definiertes, systematisches und klar dokumentierbares Repertoire von objektiven, validen und reliablen Untersuchungstechniken und biomechanischen Messmethoden zur Funktionsdiagnostik. Durch Unterstützung von Rechner- und Softwareentwicklungen wird sie objektiv auswertbar. Die Systematik umfasst die Aufbereitung, Darstellung und Strukturierung der Daten und Informationen sowie auch deren Interpretation.*

Klinische Ganganalysen werden generell auf Grundlage einer medizinischen Fragestellung für eine*n klassische*n Patient*in (eine Person, die in ärztlicher Behandlung ist) generiert.

Dies erfolgt idealerweise nach bestimmten Regeln und innerhalb festgelegter Schemata. Die klinische, instrumentelle 3D-Ganganalyse ist für die gezielte medizinische Anwendung in Klinik und Praxis vorgesehen. Dabei definiert die Fragestellung der Untersuchung den Einsatz der jeweiligen Methoden.

Die klinische, instrumentelle 3D-Ganganalyse kann als diagnostisches Instrument Einblicke in die Pathobiomechanik bzw. Pathophysiologie komplexer Gangstörungen geben, deren Verständnis Voraussetzung für die funktionsgerechte Therapiewahl ist. Sie kann bei Fragen des Funktionsscreenings nach rekonstruktiven bzw. operativen Eingriffen im Sinne der Qualitätskontrolle, zur Feststellung des Schweregrades einer Funktionsstörung, zum objektiven Vergleich konkurrierender therapeutischer Verfahren, zur Planung von operativen Eingriffen, zur Überprüfung des Rehabilitationserfolges, aber auch zur quantitativen Überprüfung des Effekts von Orthesen, Einlagen und Schuhwerk eingesetzt werden. Sie kann des Weiteren auch bei der Ursachenerkundung von Überlastungserscheinungen zur Anwendung kommen. Die instrumentelle 3D-Ganganalyse beinhaltet die Erfassung der Gangfunktion einschließlich genauer Bestimmung der Gelenkwinkelverläufe, Gelenkmoment und Leistung von z.B. Oberkörper, Hüft-, Knie-, und Sprunggelenk. Darüber hinaus wird über dynamische Elektromyographie die Aktivität der oberflächlich liegenden Muskulatur beim Gehen bestimmt. Pedobarographiemessungen zeigen die Lastverteilung innerhalb der Kontaktfläche. Eine klinische Untersuchung und Schmerzabfrage ergänzen die Messungen.

Methoden der klinischen, instrumentellen 3D-Ganganalyse eignen sich somit zur detaillierten Diagnostik der Gangfunktion, die durch typische bildgebende Verfahren wie Röntgen, MRT und CT nicht möglich ist, da diese ausschließlich die Anatomie, nicht jedoch die Funktion bzw. dynamische Fehlfunktion darstellen. Zwei kürzlich erschienene systematische Übersichtsarbeit (Hebda-Boon et al., 2023; Wren et al., 2020) sowie eine Studie von McGrath (McGrath et al., 2023) untermauert die Vorteile der instrumentellen 3D-Ganganalyse in der medizinischen Entscheidungsfindung. Der Einsatz der 3D-Ganganalyse stärkt das Vertrauen von Ärzt*innen in die Behandlungsplanung, führt zu einer besseren Übereinstimmung der Therapieplanung unter den Ärzt*innen, reduziert den Anteil an

unnötig durchgeführten Eingriffen und kann auch zu einer Verbesserung der Patienten*innenergebnisse führen.

Dieses Dokument dient dem Qualitätsmanagement für Labore in der [GAMMA](#). Es bildet außerdem die Grundlage für die Akkreditierung als klinisches Bewegungsanalyselabor. Speziell bei der Gründung eines neuen Bewegungsanalyselabors, welches den aktuellen Standards entsprechen sollte, kann dieses Dokument als Leitfaden fungieren.

Dieses Dokument soll der*dem Leser*in bei der Einrichtung als Unterstützung zur internen Qualitätssicherung Anhaltspunkte liefern und als Leitlinie dienen. Darüber hinaus strebt die [GAMMA](#) als größte und maßgebliche Vertretung der klinischen Ganglabore in der DACH-Region ein Akkreditierungsverfahren im Sinne einer externen Qualitätssicherung an, welches die Wirksamkeit der vorgeschlagenen internen Qualitätssicherungsprozesse durch (unabhängige) externe Expert*innen bewertet und bestätigen soll. Dieses angestrebte Verfahren soll für Transparenz sowie für ein verstärktes Vertrauen in die Qualität der erbrachten Leistungen der klinischen, instrumentellen 3D-Gang- und Bewegungsanalyse sorgen. Für die einzelnen Bereiche sind (aktuell sinnvoll erscheinende) Mindestanforderungen definiert, während optimale Voraussetzungen als Empfehlung anzusehen sind. Dieses Dokument wird über die Jahre hinweg, der gegebenen Situation angepasst werden.

2 Raumanforderungen

Je nach dem verwendeten Analyseprotokoll und Setting (Laufband oder Gehen auf ebenem, flachem Untergrund) unterscheiden sich die Anforderungen an den Raum. Darüber hinaus gelten für verschiedene Messsysteme auch technische Anforderungen an die Raumgröße, die individuell zu berücksichtigen sind. Generell sollte der Raum groß genug sein, um den gegebenen Anforderungen hinsichtlich der Fragestellung zu entsprechen. Nähere Details finden sich in den jeweiligen Unterkapiteln. Grundsätzlich empfehlen wir die Analyse des Gangbildes in der Ebene, da die Adaptierungszeit an ein Laufband 6 Minuten oder länger dauern kann (Meyer et al., 2019).

Für das Bewegungsanalyselabor ist eine enge Anbindung an den Klinikbetrieb (Praxisbetrieb) wichtig und essenziell, zum einen, um den Patienten*innen kurze Wege zu ermöglichen und die Aufenthaltsdauer in der Klinik/Praxis zu verkürzen, und zum anderen, um die Kommunikation mit den zuweisenden Ärzt*innen zu erleichtern. Der Zugang zu den Räumlichkeiten sollte barrierefrei gestaltet sein. Die Räumlichkeiten sollten abschließbar bzw. gesichert sein, um die wertvolle Ausrüstung zu schützen. Ein Eintreten in den Raum während einer Untersuchung sollte so gestaltet sein, dass kein Blick auf die*den Patient*in möglich ist. Auf die Privatsphäre während der Messung ist grundsätzlich streng zu achten und dafür nach individuellen Möglichkeiten geeignete Methoden anzuwenden.

In der Regel sollte auch die Gestaltung eines Schreibtisch- / bzw. Rechnerarbeitsplatzes bei der Planung eines Labors einbezogen werden. Eine geeignete Position des Schreibtisches/Arbeitsplatzes für die Beobachtung des Gangbildes sollte gegeben sein. Die Sicht auf die*den Patient*in sollte maßgeblich frei sein. Eine seitliche Positionierung stellt hier die beste Variante dar, gefolgt von der frontalen Positionierung zur Gangstrecke. Dies ist jedoch von den räumlichen Gegebenheiten abhängig.

Ausreichend Sitzgelegenheiten für Begleitpersonen (Eltern) sollten vorhanden sein. Der Untersuchungsraum (z.B. Gangstrecke, klinische Untersuchung) sollte ruhig gelegen sein, um Störungen der Patienten*innen vorzubeugen.

Zur visuellen Orientierung bietet es sich an, den Bodenbelag der Laufstrecke farblich abgesetzt zu wählen. So wird eine visuelle Gangstrecke für die*den Patient*in sichtbar. Die Breite dieser Strecke sollte mindestens 1 Meter betragen. Je nach Kognition kann dies auch zur räumlichen Orientierung für die*den Patient*in wichtig sein.

Die Gangstrecke sollte eben, und der Bodenbelag frei von Kanten sein. Wechselnde Bodenbeläge innerhalb der Gangstrecke sind, außer zu speziellen Testzwecken, zu vermeiden. Der Bodenbelag ist auch auf den Kraftmessplatten anzubringen. Diese sollten in einer Ebene mit der Gangstrecke verlaufen und sich farblich nicht von dieser abheben. Wird nur eine Platte verwendet, so muss man damit rechnen, dass es zu Erhöhung der Anzahl der Versuche innerhalb der Ganganalyse kommt und die Messdauer verlängert wird. Die räumliche Anordnung der Kraftmessplatten, sowie deren Abstand zueinander, hängen maßgeblich von der zu messenden Bewegungsform, sowie der Größe und Schrittlänge der Patienten*innen ab. Typische Anordnungen von Kraftmessplatten können wie in **Abbildung 1** dargestellt aussehen.



Abbildung 1 Beispiele für die Anordnung von Kraftmessplatten abhängig von zu messender Bewegungsform, sowie der Größe und Schrittlänge der Patienten*innen. LINKS: Drei Kraftmessplatten versetzt, die ersten beiden für Kinder gedacht (kürzere Schrittlänge), Platten 2 und 3 für Erwachsene. MITTE: Parallele Anordnung, speziell für Sprünge oder Sit to Stand Analysen. RECHTS: Anordnung in einer Reihe, für Erwachsene, auch Sit to Stand Analysen sind möglich.

Die am häufigsten in Krankenhäusern in Europa verlegten Fußböden sind aus Vinyl (PVC), Linoleum und Kautschuk (Gummi). Am besten eignen sich homogene PVC-Böden, aber auch heterogene PVC-Böden und Linoleum sind in manchen Bereichen gut geeignet. Hartböden wie Parkett, Massivholzdielen, Laminat, keramische Fliesen, Naturstein oder Zementestriche sind nicht ideal bzw. zu hart für das Gehen ohne Schuhe. Der Boden sollte nicht rutschig sein. Auch bei der Reinigung ist auf konservierende Bodenbehandlung zu achten. Hier gilt es, sich mit den Hygienerichtlinien des Hauses abzustimmen. Ein nicht-reflektierender Bodenbelag ist wichtig, um Spiegelungen für das Bewegungsanalysesystem niedrig zu halten (systemabhängig).

Die regelmäßige Reinigung des Bodens, des Messequipments und der Einrichtung sollte gemäß den lokalen Krankenhausvorschriften erfolgen. Die hygienischen Vorgaben der klinischen Einrichtung sollten dokumentiert werden, und die dazu benötigten Utensilien im Laborbereich vorhanden sein (Waschbecken, Seife, Desinfektionsmaterial etc.).

Tageslichteinfall kann je nach Messsystem ebenfalls eine Rolle spielen. Bei manchen Messsystemen kann eine komplette Verdunkelung des Raumes notwendig sein. Ein Sichtschutz an den Fenstern ist für die Untersuchungen in Unterwäsche wichtig.

Generell sollte der Raum groß genug sein, um den gegebenen Anforderungen hinsichtlich der Fragestellung zu entsprechen, und es sollte für die Bewegungsanalysen im klinischen Rahmen eine Umkleemöglichkeit für Patienten*innen gegeben sein. Für eine klinische Untersuchung sollte es einen eigenen Raum geben bzw. einen separaten Bereich, in dem diese durchgeführt werden kann. Die klinische Untersuchung kann aber durchaus auch im Aufnahmezimmer stattfinden. Die Untersuchungsliege sollte höhenverstellbar sein und den medizinischen Richtlinien entsprechen.

2.1 Aufnahme in der Ebene

Bei Ganguntersuchungen in der Ebene sollte eine **Mindestraumlänge** von 10 Metern gegeben sein. Die Kraftmessplatten werden in der Regel mittig in der Gangstrecke angebracht, so dass ein symmetrischer An- und Auslauf möglich ist. Auch hier sollten

Phasen der exzessiven Beschleunigung und des Abbremsens in der Regel vermieden werden. Um neben Ganganalysen auch Laufanalysen (Joggen) durchführen zu können, ist eine Raumlänge von ca. 18 Metern oder mehr wünschenswert. Ziel der Gangstreckenlänge ist es, eine homogene Gehgeschwindigkeit im Bereich des Messvolumens mit möglichst geringen Phasen des Beschleunigens und Abbremsens zu erreichen. Dies gilt sowohl für reine Videoaufnahmen als auch für Aufnahmen mit einem Motion Capture System. Die **Raubbreite** sollte mindestens 6 Meter betragen, weil dadurch eine ausreichende Distanz zwischen Kamera und Aufnahmeobjekt (=Patient*in) gewährleistet wird, speziell bei der Nutzung von reinen Videosystemen (Baker et al., 2018; Kranzl, 2017). Damit wird auch eine ausreichende Anzahl von Schritten für die Beurteilung sichergestellt. Bei Verwendung eines Fischaugen-Objektivs kann die Breite verringert werden, dabei muss jedoch auf die Qualität geachtet werden, damit keine zu starken Verzerrungen auftreten.

Bei einer reinen Nutzung einer (im Boden eingelassenen) Druckmessplatte ohne zusätzliche Videoaufnahme kann die Raumbreite geringer gewählt werden. Der Raum sollte jedoch auch bei Druckverteilungsmesssystemen, die im Boden eingelassen sind, eine Länge von mindestens 8 Metern aufweisen. Durch Studien (Bryant et al., 1999; Bus and Lange, 2005; Peters et al., 2002) lässt sich belegen, dass ein ausreichender Anlauf vor und nach der Platte einen Einfluss auf das Messergebnis innerhalb der Druckverteilung hat. Auch hier sollten Phasen der exzessiven Beschleunigung und des Abbremsens in der Regel vermieden werden. Mindestens 3 Schritt-Methode vor und nach der Platte sind ideal. (Der dritte Schritt auf der Druckmessplatte.)

Darüber hinaus wird die Problematik des sogenannten „Targeting“ (i.e. das bewusste Zielen auf die Kraftmessplatte) auch durch die Größe und Länge der Messplatte beeinflusst. Ein ebener Einbau der Druck- und Kraftmessplatte in den Boden ist zu präferieren. Alternativ ist die Gehstrecke auf das Niveau des Messinstruments anzupassen. Bei Druckmessplatten sollte gewährleistet sein, dass die Farbgebung mit der des Bodenbelags übereinstimmt. Bei den aktuell handelsüblichen Systemen ist eine farblich homogene Gestaltung nicht immer möglich. Nach Rücksprache mit dem Hersteller können dünne Folien auf der Messfläche aufgebracht werden, sodass sich die Messplatte farblich passend zum Boden gestalten lässt.

Die Konstruktion für den Einbau von Kraft- und Druckmessplatten richtet sich nach den Vorgaben der Hersteller*innen. Bei Kraftmessplatten ist zu gewährleisten, dass kein Kraftschluss zum umgebenden Boden existiert. Die Montage muss auf festem und ebenen Betonboden erfolgen, wobei die Betonbodendicke mindestens 15 Zentimeter betragen muss. Generell sind hier die Herstellerangaben zu berücksichtigen.

Empfehlungen für das Gehen in der Ebene



Mindestempfehlungen:

- Raumlänge: 10 m
- Raumbreite: 6 m
- Raumhöhe: 2,2 m
- Temperatur: 23-25 °

Idealempfehlungen:

- Raumlänge: 16 m
- Raumbreite: 8 m
- Raumhöhe: 3,5 m
- Temperatur: 24 ° (klimatisiert)
- Zusatzräume für:
 - Klinische Untersuchung
 - Büroräume
 - Lagerraum

Raumhöhe: Die Raumhöhe beim Gehen/Laufen auf ebener Strecke sollte unserer Ansicht nach 2,20 Meter nicht unterschreiten. Für eine 3D-Bewegungsanalyse inklusive der Verwendung von Rampen, Treppen u.Ä. wird eine Mindestraumhöhe von 3,20 Metern benötigt, die je nach Aufbau noch höher ausfallen kann, z.B. bei längeren Treppen/Rampen und Installation von Sicherheitssystemen an der Decke. Die Alternative zu einer Rampe wäre, das Gehen/Laufen auf unebenem Gelände auf einem instrumentierten Laufband mit verstellbarem Neigungswinkel durchzuführen.

Temperatur: Bei der Raumtemperatur gilt es zu berücksichtigen, dass sich die*der Patient*in bei der Messung in Sportbekleidung bzw. Unterwäsche bewegt. Die Raumtemperatur sollte daher im Bereich von 23-25°C liegen. Im Sommer sind mit Ausnahmen Raumtemperaturen bis 25°C ohne weiteres möglich (Krankenhausrichtlinien). Die Durchschnittstemperatur in Ganglaboren beträgt laut einer Umfrage in etwa 23,5°C (Diplomarbeit von Heiko Gasser, die auf der [GAMMA-Website](#) im Mitgliederbereich zu finden ist). Eine Klimaanlage/Luftumwandler/Kühldecke ist deshalb empfehlenswert (u.a. aufgrund der Eigenwärme des Messsystems und der Rechner).

Arbeitsumgebung: Je nach Anforderung der Einrichtung werden zwei Büroräume (mindestens zwei Arbeitsplätze) möglichst in unmittelbarer Nähe zum Bewegungsanalyselabor als sinnvoll erachtet.

Neben dem eigentlichen Bewegungsanalyselabor sollten auch zwei angegliederte, abgetrennte Nebenräume zur Verfügung stehen: Ein Umkleieraum für die Patienten*innen und ein weiterer Nebenraum/Abstellfläche, der/die benötigt wird, um die im Rahmen einer Bewegungsanalyse genutzten Gerätschaften (z.B. Podest, Treppen, Rampen, UntersuchungsLiege) abzustellen. Dieser Raum/diese Abstellfläche sollte eine Mindestgröße von 30 m² haben und ein Waschbecken sowie Schränke zum Verstauen von Materialien (z.B. Dokumente, Klebeband, Desinfektionsmittel, Rasierer, etc.) enthalten.

Ein Badezimmer (Toilette inkl. Dusche) für die Patienten*innen/Sportler*innen in unmittelbarer Umgebung zum Bewegungsanalyselabor wäre wünschenswert.

2.2 Aufnahme auf dem Laufband

Bei den Aufnahmen auf dem Laufband sollte ebenfalls eine gewisse Raumgröße je nach Laufbandgröße vorhanden sein. Die gesetzlichen Vorgaben für den Sturzraum und die Sicherungseinrichtungen für die Patienten*innen sind zu berücksichtigen (als Beispiel siehe Europäische Norm NORM EN 957-1 und 957-6). Entsprechend dieser Normen sollte z.B. hinter dem Laufband ein freier Sturzraum von mindestens 2 Metern Länge und 1 Meter Breite bestehen. Alternativ muss ein Sicherungssystem vorhanden sein.

Die Aufstellung oder Nutzung von Videokameras oder eines instrumentierten Motion-Capture-Systems benötigt einen gewissen Abstand im Umkreis des Laufbands. Empfohlen wird hier ein Abstand von 3 Metern in alle Richtungen. Die Motorisierung des Laufbandes sollte so gewählt sein, dass durch das Aufsetzen des Beines beim Gehen oder Laufen keine Veränderung der Laufbandgeschwindigkeit hervorgerufen wird. Für die Nutzung eines Laufbandes mit seitlichem Geländer ist zu beachten, dass dieses nicht die relevanten Messpunkte verdeckt. Eine regelmäßige Reinigung der Laufoberfläche und des Handlaufs laut Herstellervorgaben/Hygienevorschriften sollte gegeben sein.

Bei den Laufbandarten lässt sich grundsätzlich zwischen mechanischen und elektrischen Laufbändern unterscheiden. Mechanische Laufbänder haben keinen Motor und sind somit auf eine Stromzufuhr, wie es bei üblichen Laufbändern mit einem Elektromotor der Fall ist, nicht angewiesen. Angetrieben werden mechanische Laufbänder rein durch die eigene Muskelkraft. Dies ist im Rahmen der klinischen, instrumentellen Ganganalyse nicht zu bevorzugen, da so kontrollierte Untersuchungsbedingungen nur schwer realisiert werden können. Ein elektrisches Laufband dagegen ist motorbetrieben. Das Laufband mit Elektroantrieb ermöglicht grundsätzlich ein Gehen oder Laufen bei festgelegter Geschwindigkeit oder eine gesteuerten Geschwindigkeit. Viele klappbare Laufbänder haben ähnliche Eigenschaften wie ein statisches elektrisches Laufband. Wir empfehlen eine festgelegte Lokalisation des Laufbandes. Sollte ein mobiles Laufband verwendet werden, ist dies bei den Aspekten der Kalibrierung usw. zu berücksichtigen. Auch Schwingungen des Laufbands sind zu bedenken, weshalb robust gebauten Laufbändern der Vorzug zu geben ist. Anti-Schwerkraft-Laufbänder oder partielle Gewichtsentlastungssysteme werden überwiegend im Therapiebetrieb eingesetzt.

Überlegungen:

- Instrumentiert vs. nicht-instrumentiert (Druckmessung, Kraftmessung)
- Handlauf, ja oder nein? (potenzielle Verdeckung der sagittalen Sicht)
- Sicherungssysteme: Welche sind ausreichend für mein Anwendungsfeld?
- Braucht man die Deckenaufhängung? Wie hoch muss der Raum dann sein? Oder soll nur die*der Patient*in auf dem Laufband gehen, die*der ohne Sicherung gehen kann?
- Muss es ein Band sein, oder kann es auch ein Lamellenlaufband mit unterschiedlichen Oberflächen sein?
- Selbst gewählte Ganggeschwindigkeit („Self-paced“): ja oder nein?
- Speziallaufbänder erfordern andere Raumgrößen als ein Standardlaufband.

Der Einsatz eines Laufbandes hat sowohl Vor- als auch Nachteile, die hinsichtlich der

Laufbandraumempfehlungen



Mindestempfehlungen:

Diese Werte sind von der Art der geplanten Untersuchung sowie vom Laufbandtyp abhängig:

- Raumlänge: -
- Raumbreite: -
- Raumhöhe: -
- Temperatur: 23-25 °

Idealempfehlungen:

- Raumlänge: 8 m
- Raumbreite: 8 m
- Raumhöhe: 3,5 m
- Temperatur: 24 ° (klimatisiert)
- Zusatzräume für:
 - Klinische Untersuchung
 - Büroräume
 - Lagerraum

Fragestellungen in die Planung miteinbezogen werden sollten. Speziell die Gewöhnungszeit bei Kindern/Jugendlichen mit Beeinträchtigung oder bei älteren Personen gilt es abzuwägen.

3 Mitarbeiter*innen

Ein interdisziplinäres Team von Mitarbeiter*innen mit sowohl klinischer als auch technischer und wissenschaftlicher Expertise ist anzustreben. Im klinischen Bewegungsanalyselabor sollte es jedoch mindestens zwei Mitarbeit*innen geben: passend wäre eine*r mit einem technischen, und eine*r mit einem klinischen Hintergrund. Diese Mitarbeiter*innen sollten einen zertifizierten Ganganalysekurs einer anerkannten Gesellschaft besucht haben (ESMAC, GCMAS, [GAMMA](#), SIAMOC, usw.). Die Mitarbeiter*innen sollten sich regelmäßig fortbilden, was es zu dokumentieren gilt (siehe Anhang 12.7). Ein Protokoll des Einarbeitungsprogramms für neue Mitarbeiter*innen muss vorhanden sein. Die Einarbeitung sollte durch die erfahrensten Mitarbeiter*innen erfolgen. Der Besuch von anderen Bewegungsanalyselaboren sollte den Mitarbeiter*innen ermöglicht werden. Der Austausch mit einem Partnerlabor oder mehreren Laboren sollte regelmäßig gegeben sein (alle ein bis zwei Jahre).

Im Labor sollten regelmäßige Reproduzierbarkeitsüberprüfungen durchgeführt werden (Empfehlung: alle 2 Jahre) um zu überprüfen wie reliabel die Erhebungen der einzelnen Mitarbeiter*innen bei wiederholter Messungen an denselben Personen sind. Auch bei neuen Mitarbeiter*innen sollte evaluiert werden, wie hoch die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse durch die*den neuen Mitarbeiter*in ist. Diese Testungen sind dementsprechend aufzuzeichnen und zu dokumentieren. Es sollten Aufzeichnungen über die Mitarbeiter*innen geführt werden. Über diese Personen sollten die regelmäßigen Schulungen, Trainings und Fortbildungen auf den einzelnen Systemen und im Fachgebiet dokumentiert und auch die Ergebnisse der Reproduzierbarkeitstests pro Person festhalten werden. Alle Mitarbeiter*innen sollten sich einmal pro Jahr zusammensetzen, um den gesamten Messablauf (vor allem klinische Untersuchung und Marker/EMG-Beklebung) durchzusprechen.

4 Ausstattung

In Kliniken bietet es sich an, die Mitarbeiter*innen aus dem Bereich der Medizintechnik frühestmöglich in die Gestaltung und Ausstattung einzubeziehen: In Praxen sollte die Einhaltung der Regulatorien ebenfalls gewährleistet sein.

Die Anschaffung der Messgeräte sollte, wenn vorhanden, in Zusammenarbeit mit der Medizintechnik erfolgen. Die Einhaltung der Richtlinien nach dem Medizinproduktegesetz sollte durch die Medizintechniker*innen überprüft werden.

Die gesetzlich vorgeschriebenen Kontrollen der Gerätschaften müssen durch die Medizintechniker*innen oder entsprechende Firmen erfolgen. Die Mitarbeiter*innen sollten in regelmäßigen Abständen prüfen, ob die Funktionalität und die vorschriftsmäßige Arbeitsweise der Gerätschaften noch gewährleistet sind. Dazu sollte eine schriftliche Dokumentation vorliegen, die im Labor bzw. bei der Medizintechnik aufliegt.

Die Mitarbeiter*innen sollten regelmäßige Tests der Messgeräte durchführen. Es sollte unterschieden werden zwischen täglichen/wöchentlichen einfachen Tests und ausführlichen Testungen in einen größeren Zeitrahmen. Dies soll zur Qualitätssicherung dienen, v.a. sollten folgende Punkte geprüft werden:

- Kalibrierung des Kamerasystems
- Staubablagerungen auf den Objektiven
- Sichttest der Kraftmessplattensignale
- Ausrichtung der Videokameras
- Überprüfung der vertikalen Gesamtkraft der Kraftmessplatten mittels Normgewicht
- Kraftangriffspunkt und -richtung der Kraftmessplatten

4.1 Videoaufnahme (2D)

Die Aufnahmen sollten frontal und sagittal durchgeführt werden, wobei die Kameras fest installiert sein sollten, bei Verwendung von Stativen besteht die Gefahr, dass diese verschoben werden. Die frontale Kamera sollte parallel zur Bewegungsrichtung ausgerichtet sein, und die Höheposition richtet sich nach dem Bereich, der im Mittelpunkt des Interesses steht, in der Regel ist dies auf Hüfthöhe und so, dass der gesamte Körper zu sehen ist, da häufig auch die Oberkörper- und Armbewegung in die Beurteilung des Gangbildes eingeht. Die seitliche Kamera sollte streng seitlich in einem Winkel von 90 Grad zur Bewegungsrichtung ausgerichtet sein. Auch hier kann die Dokumentation der Oberkörperbewegung sinnvoll sein. Die Einstellungen an der Kamera bzw. in der Software sollten dokumentiert sein (Aufnahmefrequenz, Belichtungszeit, Blende).

Die Aufnahme­frequenz sollte bei Aufnahmen des Gangbildes bei mind. 50 Hz liegen. Für Aufnahmen beim Joggen oder schnellem Gehen empfehlen wir mind. 100 Hz. Die örtliche Auflösung (HD, UHD etc.) sollte mindestens 720 x 1280 Pixel betragen. Eine regelmäßige Überprüfung der Einstellungen an der Kamera bzw. in der Software und der Ausrichtung der Kamera wird empfohlen.

Videoaufnahmen



Mindestempfehlungen:

- Raumdimensionen entsprechend dem Gehen in der Ebene (Kapitel 2.1) oder auf dem Laufband (Kapitel 2.2)
- Temperatur: 23-25 °
- 2 Kameras (frontal & sagittal)
- Manuelle Einstellmöglichkeit der Belichtungszeit
- Aufnahme­frequenz: 50 Hz

4.2 Optoelektronische 3D Systeme

Das System sollte regelmäßig nach Herstellerangaben kalibriert werden. Je nach Kameraaufhängung muss dies täglich (eventuell vor jeder Messung) oder wöchentlich durchgeführt werden. Eine Überprüfung der Orientierung der Kameras je nach ihrer Positionierung sollte täglich erfolgen. Je nach Fragestellung ist eine geeignete Aufnahme­frequenz zu wählen. 120 Hz als Minimum wird in der Studie von Fallahafti et.al. (2021) angegeben (Weitere Quellen: Hébert-Losier et al., 2023). Die Einstellung des Messsystems sollte protokolliert und regelmäßig überprüft werden. Zu beachten ist, dass die Infrarot-Kamerasysteme eine gewisse Anlaufzeit besitzen, sprich, je nach Hersteller gibt es die Empfehlung, vor der ersten Messung das Messsystem warmlaufen zu lassen. Dies trifft ebenso auf die Kalibrierung zu, die nicht im kalten Zustand durchgeführt werden sollte. Die Aufbereitung der Messdaten (Rekonstruktion, Filtern usw.) soll in einem Dokument festgehalten werden (nicht für jede Messung, sondern wie prinzipiell die Auswertung gemacht wird, Abweichungen sollten dann bei der jeweiligen Messung protokolliert werden, siehe Anhang 12.4).

Die verwendeten Marker/Sensoren sollen regelmäßig auf ihre Qualität geprüft und bei Bedarf gereinigt oder ausgetauscht werden. Die Messgenauigkeit des Systems sollte bekannt sein und ebenso regelmäßig geprüft werden. Dies gilt sowohl für die statische als auch für dynamische Aufnahmen. Eine mögliche Testung wird von mehreren Autoren beschrieben (Di Marco et al., 2017; Eichelberger et al., 2016; Scott et al., 2021). Des Weiteren soll die Überprüfung der Einbindung der Kraftmessplatten hinsichtlich ihrer Position und Lage im Raum erfolgen. Hier gibt es verschiedene Tests (Baker, 1997; Collins et al., 2009; Croce and Cappozzo, 2000; Holden et al., 2003; Lewis et al., 2007; Rabuffetti et al., 2001).

4.3 Kraftmessplatten

Die Signale der Kraftmessplatte sollten regelmäßig auf Störsignale geprüft werden, z.B. durch visuelle Inspektion der Signale der Kraftmessplatte. Die Einstellungen in der Software sollten dokumentiert und gesichert sein. Die Positionierung der Kraftmessplatten im Koordinatensystem des Motion-Capture-Systems sollte regelmäßig überprüft werden (Cal-Tester (Baker, 1997; Collins et al., 2009; Croce and Cappozzo, 2000; Holden et al., 2003; Lewis et al., 2007; Rabuffetti et al., 2001). Ebenso sollten die Positionierung des Kraftangriffspunktes und die Orientierung des Kraftvektors mittels Pol-Test (Baker, 1997) regelmäßig überprüft werden. Mit Gewichten sollte die vertikale Kraft überprüft werden. Das Testgewicht sollte normiert sein und dem Gewicht entsprechen, das die untersuchte Patienten*innengruppe aufweist. Die Anzahl der Kraftmessplatten und deren Anordnung kann variieren. Wir empfehlen mindestens zwei Kraftmessplatten hintereinander für Ganguntersuchungen (evtl. leicht versetzt bei Kindern oder Personen mit geringer Gehfähigkeit). Sollten zusätzlich Sprünge oder Sit-to-Stand-Aufnahmen durchgeführt werden, so sollten zwei Platten nebeneinander eingebaut werden, und die dritte Platte dahinter. Die Distanz der Kraftmessplatten in Gehrichtung hängt auch von der untersuchten Patienten*innengruppe ab (Kinder/Erwachsene).

4.4 Druckmessplatten

Die Kalibrierung der Druckmessplatten sollte je nach Herstellerangaben regelmäßig durchgeführt werden. Die tägliche Überprüfung beinhaltet die Kontrolle von fehlerhaften Sensoren, die sich durch Fehlauflösungen bemerkbar machen. Dies sollte bei den Messungen kontrolliert werden. Diese Kontrollen sind meist im Protokoll der Medizintechnik vorgeschrieben.

4.5 Elektromyographie (EMG)

Die Kabelverbindungen, falls vorhanden, sollten regelmäßig auf Kabelbrüche und richtigen Sitz überprüft werden. Bei telemetrischen Übertragungen ist die Kenntnis über die Latenzzeit wichtig, um das System mit einem weiteren Messsystem koppeln zu können. Die software-seitigen und hardware-seitigen Einstellungen (z.B. Vorfiltern des Signals, Nulllinienrauschen) sollten dokumentiert und gesichert sein. Die Hauptvorbereitung, nämlich das Aufkleben der Elektroden und die Signalaufbereitung, sollen standardisiert für die klinischen Ganguntersuchungen ablaufen. Wichtige Informationsquelle stellen die Seite der ISEK (<https://isek.org/emg-standards/>) und das SENIAM Projekt (<http://www.seniam.org/>) dar. In der Praxis sollte die Abtastrate 2,5- bis 3-mal höher sein als die höchste im EMG-Signal enthaltene Frequenzkomponente (McManus et al., 2021).

Beispiel für die Signalaufbereitung bei langsamen Bewegungen wie Gehen:

- Gleichrichtung des Signals
- Bandpassfilter mit 10/500 Hz (ggf. abhängig von der Patienten*innengruppe)
- RMS mit einem Zeitfenster von 80 ms
- Normieren auf die mittlere Aktivität beim Gehen

-
- Weitere hilfreiche Quellen: (Besomi et al., 2020, 2019; Martinez-Valdes et al., 2023; McManus et al., 2021)

4.6 Überprüfung der Synchronität gekoppelter Systeme

Auch das Zusammenspiel der unterschiedlichen Messsysteme sollte in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Speziell wenn funkbasierte Messsysteme angekoppelt werden, gilt es, deren Synchronität immer wieder zu überprüfen. Eine Überprüfung der adäquaten Aufnahmefrequenz und Synchronität aller Messsysteme sollte regelmäßig durchgeführt werden. Die Zusatzmaterialien wie Maßband und Goniometer sollten in regelmäßigen Abständen auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft werden. Die Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der Messsysteme sollte regelmäßig durch den Hersteller, die hausinterne Medizintechnik oder externe Firmen durchgeführt werden.

4.7 Labordatenbank

In der Datenbank sollten alle Analysen erfasst werden, und die Ergebnisse zu den einzelnen Messungen sollten abrufbar sein. Ein Anschluss an das Krankenhausinformationssystem bzw. alternative Serverspeicherung mit Zugriff auf Befunde sollte in der Klinik, der Praxis oder unternehmensintern gegeben sein. Idealerweise ist sowohl der Befund (Text und Grafiken) als auch die zugehörigen Befunde (Röntgen, Text aus der Ambulanz, u.Ä.) für alle assoziierten Behandler*innen der*des Patient*in einsehbar. Die Ergebnisse sollten in schriftlicher Form – besser noch in schriftlicher und grafischer Form – im Krankenhausinformationssystem abgelegt werden. Daten sollten vor dem Zugriff unbefugter Personen geschützt sein. Zudem sollten die Daten so abgelegt werden, dass Ergebnisse über die Rohdaten zu einem späteren Zeitpunkt neu berechnet werden können. Von der Labordatenbank sollten idealerweise kontinuierlich, aber zumindest täglich Backups an einem unabhängigen Speicherort angelegt werden.

4.8 Klinische Untersuchung

Für die Beurteilung der erhobenen Daten aus der Bewegungsanalyse ist es notwendig, eine klinische Untersuchung im Sinne des Range-of-Motion (ROM) der Gelenke, ggf. der Spastizität/Muskeltonus, der aktiven Kraft und der Funktionalität durchzuführen. Diese Analyse sollte idealerweise zum gleichen Zeitpunkt wie die klinische Bewegungsanalyse stattfinden, sollte jedoch nicht älter oder jünger als 3 Wochen zum Analysetermin der Bewegungsanalyse sein. Eine Empfehlung für die klinische Untersuchung zur Unterstützung der Ganganalyse findet man auf der [GAMMA-Website](http://www.g-a-m-m-a.org) im Mitgliederbereich zum Download. (www.g-a-m-m-a.org). Das Dokument heißt „*Körperliche Untersuchung im Kontext der Ganganalyse – Konsensus, Range of Motion*“, Version 1.0“.

5 Überweisungsmanagement

Die Zuweisung zu einer klinischen Bewegungsanalyse soll klar definiert sein, dazu gehört eine definierte Fragestellung an die Analyse. Dies bedeutet auch das Festlegen der zu wählenden Untersuchungsmöglichkeiten im klinischen Bewegungsanalyselabor.

In der Beschreibung des Labors hinsichtlich der möglichen Leistungen sollte auch angeführt sein, für welche Patienten*innengruppe/Diagnosen/Problemstellungen das klinische Labor die nötigen Expertisen aufweist.

Diese soll in einer Laborrichtlinie festgehalten sein. Die Laborrichtlinien beschreiben, wie die Zuweisungen/Überweisungen erfolgen sollten, und wie die Ergebnisse der zuweisenden Stelle kommuniziert werden (siehe Anhang 12.10).

6 Datenaufnahme

Die Aufnahmen sollen primär von zwei Personen durchgeführt werden. Eine Person übernimmt das Patienten*innenhandling, und die andere Person die Technik. Dies ist vor allem von den kognitiven Einschränkungen und dem Mobilitätsgrad der Patienten*innen abhängig. In günstigen Fällen kann das auch eine Person allein bewältigen.

Für jede Art von Testung sollte es ein genaues Ablaufprotokoll geben. Dies beinhaltet die Bereitstellung des Equipments und die Vorbereitung der Patienten*innen auf die Analyse. Des Weiteren soll das verwendete biomechanische Modell („Markermodelle/sets“) definiert sein. Das Protokoll der Durchführung mit der Beschreibung des genauen Ablaufs der Analyse sollte im Labor aufliegen. Die Positionierung der Marker/Elektroden/Markierungen an den relevanten anatomischen Körperpunkten soll nach Maßgabe eines Leitfadens durchgeführt werden. Die Speicherung der erhobenen Daten soll standardisiert und nach einem Schema erfolgen (wofür sich eine Datenbank anbietet). Die durchgeführten Untersuchungen sollten dahingehend dokumentiert sein, wie und welche Aufnahmebedingungen (Barfuß, Schuhe, Orthesen usw.) vorgelegen sind. In der Dokumentation soll vermerkt werden, wer welche Messung durchgeführt hat. Dies betrifft die Messung von anthropometrischen Daten sowie Markerplatzierung und Auswertung (interne Dokumentation). Die Protokolle sollen auch Informationen darüber beinhalten, auf welche Weise die Events stattgefunden haben (über Kraftmessplatten und/oder Softwarealgorithmen, per Hand etc.), (siehe Anhang 12.9).

Bei der Aufnahme bzw. zu Beginn der Aufnahme soll die erhobene Qualität (Artefakte im EMG) geprüft werden. Grundsätzlich sollten die Instruktionen für die Patienten*innen bei allen Analysen auf dieselbe Art und Weise durchgeführt werden, müssten jedoch nach Alter und kognitivem Zustand angepasst werden. Im Sinne der Nachvollziehbarkeit der Auswertung sollte im Protokoll vermerkt werden, welche Software/Softwareversion genutzt, und welche Datenverarbeitungsschritte getätigt worden sind. Dies gilt sowohl für die reinen Videoaufnahmen als auch für die komplexen 3D-Bewegungsanalysen und Druckverteilungsmessungen. Dies kann in einem eigenen Dokument vermerkt werden, das als Referenz für alle Auswertungen gilt. Bei Abweichungen sollten diese Informationen im Report selbst vermerkt werden.

Bei der Verwendung eines biomechanischen Modells soll in einem Labordokument genau vermerkt sein, wie die Marker angebracht werden müssen, und welche Vorteile/Limitierungen das Markermodell aufweist. Eine Information bei der Verwendung von zusätzlichen Markern und deren Zweck muss ebenso aufgelistet sein. Die verwendeten Berechnungsmethoden für die Gelenkszentren (Hüftgelenk Regressionsgleichung - welche, Kniegelenk, Sprunggelenk oder funktionelle Berechnungsmethoden) sollten ebenfalls gelistet sein bzw. im allgemeingültigen Dokument für die Berichte (zur Nachvollziehbarkeit) vermerkt sein.

7 Daten- und Reportmanagement

Die erhobenen Messdaten müssen nach den entsprechenden Richtlinien des lokalen Gesundheitssystems archiviert werden. Dies bedeutet, dass einerseits nachvollziehbar ist, wie diese Messdaten bearbeitet worden sind, und andererseits betrifft dies die Speicherung der Messdaten. Alle Daten sollten elektronisch erfasst und an einem gemeinsamen Ort (Labordatenbank oder Krankenhausinformationssystem) gespeichert werden. Dies betrifft sowohl die erhobenen Daten als auch die ausgewerteten Daten sowie den Report.

Die Aufbereitung der Messdaten gliedert sich in einen grafischen Report und einen schriftlichen Bericht, der diese Messdaten interpretiert. Die grafischen Messdaten sollten standardisiert ausgegeben werden. Dieser Report sollte auch anthropometrische Daten der*des Patient*in beinhalten, des Weiteren die Diagnose und Fragestellung an die Bewegungsanalyse und den Namen der zuweisenden Person. Alle durchgeführten Konditionen sowie Problematiken (Patienten*innen-Compliance etc.) während der Aufnahme sollten im Report vermerkt sein. Der Report kann entweder einen repräsentativen Versuch (Schweizer et al., 2012) widerspiegeln oder den Mittelwert plus Standardabweichung über mehrere Versuche darstellen. Bei der Mittelwertdarstellung sollen auch die einzelnen Trials (Konsistenz) dargestellt werden. Dies muss klar aus den Messdaten / dem grafischen Bericht hervorgehen. Die Anordnung der grafischen Darstellung der Kinematik, Kinetik, EMG und Druckverteilung sollte klar erkennbar sein durch die Seitenbezeichnung und die Farbgebung.

Bei der Beurteilung von Mittelwertkurven sollten für die Gelenkskinematik/Kinetik mindestens 7 Gangzyklen ausgewertet werden (Kwong et al., 2020). Für elektromyografische Aufnahmen sollten 10 oder mehr Zyklen evaluiert werden, da mit mehr Variabilität zu rechnen ist. Für die Druckverteilungsmessungen sollte ein Minimum von 3 Schritten pro Seite erfasst werden (besser 5 Aufnahmen pro Seite). Bei der Verwendung eines repräsentativen Zyklus soll im Report vermerkt werden, wie dieser gewählt wurde (basierend auf subjektiver Auswahl oder z.B. durch mathematische Verfahren (Bryant et al., 1999; Sangeux and Polak, 2015)). Ein Beispiel für einen grafischen Report befindet sich im Anhang 12.10.

Essenzielle Angaben im grafischen Report:

- Patienten*innenspezifische Informationen: Diagnose, Geschlecht, Alter usw.
- Aufnahmespezifische Informationen wie Datum, verwendete Hilfsmittel, Einstellungen von Hilfsmitteln usw.

- Angaben zu den gesunden Normdaten
- Anzahl der verwendeten Gangzyklen
- Normierung der EMG-Daten (Amplitude)
- Verweis auf ein laborinternes Dokument mit Informationen zur Auswertung wie Filterung u. Ähnliches wäre sinnvoll

Die Gelenkmomente können entweder als interne oder externe Momente angegeben werden. Im Report / bei den Daten muss nur klar ersichtlich sein, welche Momente dargestellt werden. Wir empfehlen bei Reports eine Matrixanordnung wie in **Abbildung 2** dargestellt. In der ersten Spalte sollten jeweils Informationen der Sagittalebene (d.h., etwa Flexion/Extension des Kniegelenks) dargestellt werden, in der zweiten Spalte die Informationen der frontalen Ebene (z.B. Varus/Valgus des Knies) und in der dritten Spalte die Informationen der Transversalebene (d.h., zum Beispiel interne/externe Rotationen). Zeilenweise empfehlen wir eine Top-Down-Darstellung (Becken abwärts). Am Beispiel der unteren Extremitäten wäre das die Reihenfolge: Becken, Hüfte, Knie, Sprunggelenk.

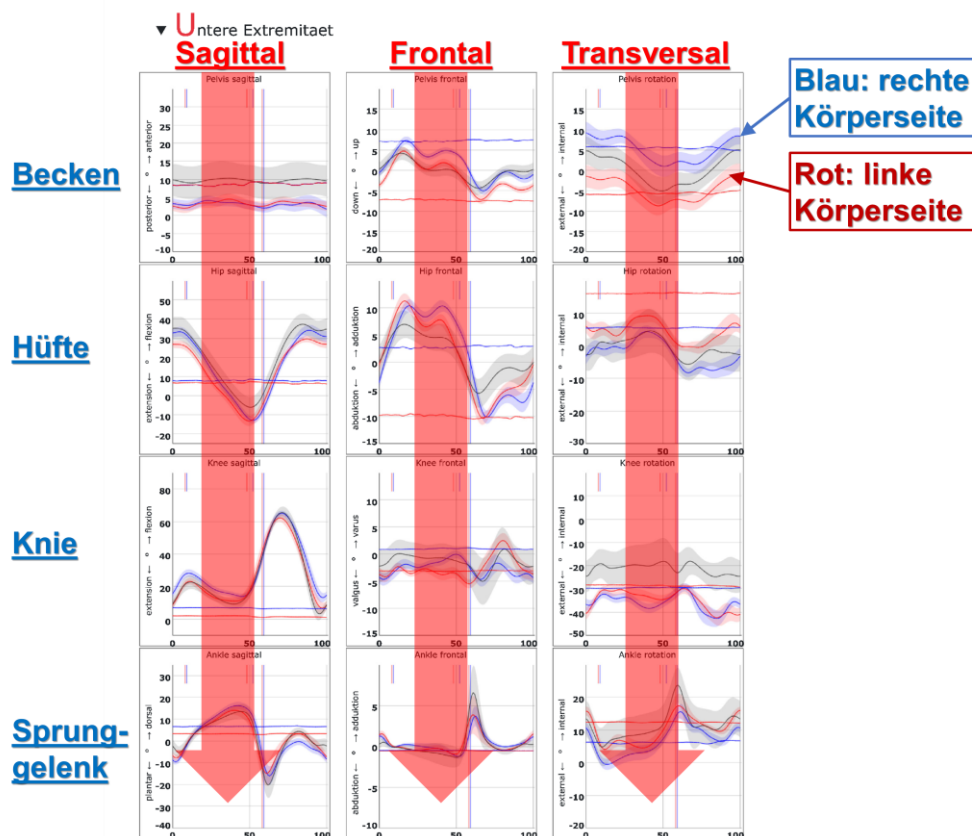


Abbildung 2: Ein Beispiel für die Darstellung der unteren Extremität hinsichtlich der Anordnung der Ebenen und Gelenke in einem Report.

Die Farbgebung der Kurven sollte im DACH-Raum einheitlich sein. Die **GAMMA** empfiehlt Rot für die linke und Blau für die rechte Körperseite. Bei Vergleichen von Konditionen bzw. verschiedenen Messtagen sollte die Farbgebung gleichbleiben, jedoch eine leicht abgeschwächte Farbintensität verwendet werden und/oder die Linienform verändert sein. Bei einer reinen Videodokumentation sollte ein standardisierter Dokumentationsbogen Edinburgh Gait Scale, nach J. Perry usw., (Perry and Burnfield, 2010; Read et al., 2003) verwendet werden.

7.1 Normdaten

In grafischen Berichten sollten die Ergebnisse mit Normdaten hinterlegt sein. Diese werden in der Regel im eigenen Labor generiert. Diese Daten sollten als Mittelwertsverlauf \pm einer einfachen Standardabweichung dargestellt werden. Die Anzahl der Normproband*innen sollte mindestens 30 betragen (Baker, 2014; McCrum et al., 2022), und die Daten können weiters nach Alter (Altersdekaden) und Geschwindigkeit abgestimmt sein. Die erhobenen eigenen Normdaten sollten mit der Literatur abgeglichen worden sein. Es soll auch vermerkt sein, wie die Normdaten erhoben wurden (Proband*innenauswahl, Ein- und Ausschlusskriterien) in einem internen Dokument. Wichtig ist auch, dass alle Normdaten mit demselben Markermodell aufgenommen wurden.

Bei der Normdatenakquise sollte man über einen orthopädischen Erhebungsbogen vorhergehende Operationen, Verletzungen und Beschwerden ausschließen. Außerdem ist bei einer klinischen Untersuchung vorab zu überprüfen, ob es Bewegungseinschränkungen in den unteren Extremitäten gibt. Achsfehlstellungen (Intermalleollen- bzw. Interkondylenabstand), Beinlängendifferenzen oder Fußdeformitäten (z.B. Knick-Senkfuß, Plattfuß) mit Einlagenversorgung sollte man ebenfalls ausschließen. Da Patienten*innen häufig langsamer oder schneller gehen als Normprobanden*innen, empfiehlt es sich, bei der Normdatenerhebung neben der selbstgewählten Ganggeschwindigkeit auch eine langsamere/schneller Ganggeschwindigkeit aufzunehmen.

Überlegungen:

- Ganggeschwindigkeit: selbst-gewählt/vorgegeben bzw. unterschiedliche Geschwindigkeiten, da die Ganggeschwindigkeit einen Einfluss auf Kinematik, Kinetik, EMG sowie Raum-Zeit-Parameter hat (Schwartz et al., 2008).
- Barfuss/mit Schuhen
- Zusätzliche Aufnahmen, welche ggf. nur bei bestimmten Patienten*innengruppen zum Vergleich benötigt werden (z.B. Sit-to-stand)
- Am Ende sollten die eigenen Normdaten auch mit der Literatur (z. B. Schwartz et al. (2008)) verglichen werden. Zudem sollte die symmetrische Übereinstimmung der Körperseiten überprüft werden. Danach können die Daten in die Normdatenbank aufgenommen werden.
- Ein gleicher Anteil an weiblichen und männlichen Probanden*innen wird angestrebt.

8 Information bei Neueinrichtung eines Bewegungsanalyselabors

In diesem Kapitel werden zusätzliche Aspekte dargestellt, die es bei einer Neueinrichtung eines Bewegungsanalyselabors zu bedenken gilt.

Elektrische Anschlüsse und Kabelkanäle sollten ausreichend berücksichtigt werden, auch in Bezug auf einen späteren Systemwechsel oder zusätzlichem Equipment. Je nach Messsystem sollte ein Bodenbelag gewählt werden, der nicht spiegelt und einen ausreichenden Kontrast zu den Füßen der Testperson liefert.

Doppelboden: Die Nutzung eines Doppelbodens erleichtert den späteren Einzug von Strom und Messleitungen, nimmt aber wieder Raumhöhe weg. Auch der zusätzliche Einbau einer Druckmessplatte oder Kraftmessplatte ist durch den Doppelboden leichter zu realisieren. Zu beachten ist die Tragkraft des Doppelbodens, speziell beim Einsatz eines Laufbandes. Was die Ausstattung betrifft, so ist zu beachten, dass die angeschafften Geräte dem aktuellen Stand sowie dem Medizinproduktegesetz entsprechen müssen.

Der Zeitplan für die Inbetriebnahme des Labors für klinische Aufnahmen hängt je nach Vorwissen des Personals und damit einhergehenden kürzeren oder längeren Einführungsphase ab. Die Inbetriebnahme eines klinischen Bewegungsanalyselabors kann bis zu 12 Monate dauern, bis valide, reliabel Messdaten von Patienten*innen erhoben werden können. Dies beinhaltet den Aufbau einer Datenbank, das Training der Mitarbeiter*innen und die Aufnahme von gesunden Normdaten.

Es empfiehlt sich, Kontakt zu einem anderen Labor aufzunehmen, noch bevor die Anschaffungen getätigt werden, um sich Informationen für den Aufbau, für die Abläufe im Bewegungsanalyselabor zu bekommen.

Die Datensicherung sollte mit den lokal vorherrschenden Konditionen und der IT-Infrastruktur abgestimmt sein. Die anfallenden Datenmengen sollten je nach Messsystem kalkuliert und überprüft werden, wie hier eine adäquate Datensicherung bzw. Datenwiederherstellung im Rahmen der gesetzlich vorherrschenden Bestimmungen gewährleistet werden kann.

Bei der Finanzierung des Labors sind, neben der Messtechnik und den Personalkosten, auch die Kosten für die Umbaumaßnahmen des Raumes und die IT-Infrastruktur (z.B. Speicherplatz, Anschlüsse und Kabelverlegung) einzuplanen.

9 Datenschutz

Im Rahmen der lokalen Bestimmungen sind die Datenschutzrichtlinien einzuhalten. Diese betreffen einerseits die Erfassung und Dokumentation der Patienten*inneninformationen und andererseits die Durchführung der eigentlichen Messung inklusive möglicher Videoaufnahmen. Auch die Weitergabe der Daten und die Speicherung der Reports muss datenschutzkonform erfolgen. Eine Speicherung auf einem Webserver muss den entsprechenden regionalen Vorschriften entsprechen.

10 Leistungsbeschreibung im Rahmen der klinischen Ganganalyse

Definitionen der Leistungsbeschreibungen sind zurzeit in Ausarbeitung und werden in absehbarer Zeit auf der [GAMMA](#)-Website im Mitgliederbereich (Download) zu finden sein.

Weitere Information zur Standardisierung der klinischen Ganganalyse: In verschiedenen Ländern gibt es bereits bestehende Richtlinien, Leitlinien und Empfehlungen zu diesem Thema. Im Vereinigten Königreich und Irland gibt es etwa die Vereinigung CMAS (<https://cmasuki.org/>). Die Gesellschaft ESMAC (www.esmac.org) ist derzeit dabei, Empfehlungen herauszubringen. Publierte Standards gibt es von der italienischen Gesellschaft SIAMOC (<https://www.siamoc.it/>, (Benedetti et al., 2017)) und von der Gesellschaft ANZ-CMAG (Phillips et al., 2023) in Australien/Neuseeland. Des Weiteren finden sich im [Special Issue von Gait & Posture](#) publizierte Dokumente zu Standards und Empfehlungen in der klinischen Ganganalyse.

11 Literatur

- Baker, R., 2014. **NORMATIVE DATABASES: PART 1 – THE NUMBERS GAME [WWW Document].** Walk. Richard. URL <https://wwrichard.net/tag/sample-size/> (accessed 4.12.24).
- Baker, R., 1997. 24 The “poker” test: A spot check to confirm the accuracy of kinetic gait data. *Gait Posture* 5, 177–178. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(97\)83421-2](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(97)83421-2)
- Baker, R., Leboeuf, F., Reay, J., Sangeux, M., 2018. The Conventional Gait Model - Success and Limitations, in: *Handbook of Human Motion*. Springer International Publishing, Cham, pp. 489–508. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14418-4_25
- Benedetti, M.G., Beghi, E., De Tanti, A., Cappozzo, A., Basaglia, N., Cutti, A.G., Cereatti, A., Stagni, R., Verdini, F., Manca, M., Fantozzi, S., Mazzà, C., Camomilla, V., Campanini, I., Castagna, A., Cavazzuti, L., Del Maestro, M., Croce, U.D., Gasperi, M., Leo, T., Marchi, P., Petrarca, M., Piccinini, L., Rabuffetti, M., Ravaschio, A., Sawacha, Z., Spolaor, F., Tesio, L., Vannozzi, G., Visintin, I., Ferrarin, M., 2017. SIAMOC position paper on gait analysis in clinical practice: General requirements, methods and appropriateness. Results of an Italian consensus conference. *Gait Posture* 58, 252–260. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.08.003>
- Besomi, M., Hodges, P.W., Clancy, E.A., Van Dieën, J., Hug, F., Lowery, M., Merletti, R., Søgaard, K., Wrigley, T., Besier, T., Carson, R.G., Disselhorst-Klug, C., Enoka, R.M., Falla, D., Farina, D., Gandevia, S., Holobar, A., Kiernan, M.C., McGill, K., Perreault, E., Rothwell, J.C., Tucker, K., 2020. Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: Amplitude normalization matrix. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 53, 102438. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102438>
- Besomi, M., Hodges, P.W., Van Dieën, J., Carson, R.G., Clancy, E.A., Disselhorst-Klug, C., Holobar, A., Hug, F., Kiernan, M.C., Lowery, M., McGill, K., Merletti, R., Perreault, E., Søgaard, K., Tucker, K., Besier, T., Enoka, R., Falla, D., Farina, D., Gandevia, S., Rothwell, J.C., Vicenzino, B., Wrigley, T., 2019. Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: Electrode selection matrix. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 48, 128–144. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2019.07.008>
- Bryant, A., Singer, K., Tinley, P., 1999. Comparison of the Reliability of Plantar Pressure Measurements Using the Two-step and Midgait Methods of Data Collection. *Foot Ankle Int.* 20, 646–650. <https://doi.org/10.1177/107110079902001006>
- Bus, S.A., Lange, A.D., 2005. A comparison of the 1-step, 2-step, and 3-step protocols for obtaining barefoot plantar pressure data in the diabetic neuropathic foot. *Clin. Biomech.* 20, 892–899. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.05.004>
- Collins, S.H., Adamczyk, P.G., Ferris, D.P., Kuo, A.D., 2009. A simple method for calibrating force plates and force treadmills using an instrumented pole. *Gait Posture* 29, 59–64. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.06.010>
- Croce, U.D., Cappozzo, A., 2000. A spot check for estimating stereophotogrammetric errors. *Med. Biol. Eng. Comput.* 38, 260–266. <https://doi.org/10.1007/BF02347045>
- Di Marco, R., Rossi, S., Castelli, E., Patanè, F., Mazzà, C., Cappa, P., 2017. Effects of the calibration procedure on the metrological performances of stereophotogrammetric systems for human movement analysis. *Measurement* 101, 265–271. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2016.01.008>
- Eichelberger, P., Ferraro, M., Minder, U., Denton, T., Blasimann, A., Krause, F., Baur, H., 2016. Analysis of accuracy in optical motion capture – A protocol for laboratory setup evaluation. *J. Biomech.* 49, 2085–2088. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.05.007>
- Fallahtafti, F., Wurdeman, S.R., Yentes, J.M., 2021. Sampling rate influences the regularity analysis of temporal domain measures of walking more than spatial domain measures. *Gait Posture* 88, 216–220. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.05.031>
- Hebda-Boon, A., Tan, X.-L., Tillmann, R., Shortland, A.P., Firth, G.B., Morrissey, D., 2023. The impact of instrumented gait analysis on decision-making in the interprofessional management of cerebral palsy: A scoping review. *Eur. J. Paediatr. Neurol.* 42, 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2022.11.007>
- Hébert-Losier, K., Dai, B., Nunome, H., Kong, P.W., Hobar, H., Hsu, W.-C., Bradshaw, E.J., Fong, D.T.P., Vanwansseele, B., 2023. Reporting guidelines for running biomechanics and footwear studies using three-dimensional motion capture. *Sports Biomech.* 22, 473–484. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2110149>
- Holden, J.P., Selbie, W.S., Stanhope, S.J., 2003. A proposed test to support the clinical movement analysis laboratory accreditation process. *Gait Posture* 17, 205–213. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(02\)00088-7](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(02)00088-7)

- Kranzl, A., 2017. Clinical Gait Assessment by Video Observation and 2D Techniques, in: Müller, B., Wolf, S.I., Brueggemann, G.-P., Deng, Z., McIntosh, A., Miller, F., Selbie, W.S. (Eds.), *Handbook of Human Motion*. Springer International Publishing, Cham, pp. 1–16. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30808-1_24-1
- Kwong, W.H., Sidarta, A., Karen, C.S.G., Tech, A.W., Phyllis, Liang, Pataky, T., Donnelly, C., 2020. RECOMMENDATIONS FOR MINIMUM TRIAL NUMBERS DURING WALKING GAIT.
- Lewis, A., Stewart, C., Postans, N., Trevelyan, J., 2007. Development of an instrumented pole test for use as a gait laboratory quality check. *Gait Posture* 26, 317–322. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.09.003>
- Martinez-Valdes, E., Enoka, R.M., Holobar, A., McGill, K., Farina, D., Besomi, M., Hug, F., Falla, D., Carson, R.G., Clancy, E.A., Disselhorst-Klug, C., Van Dieën, J.H., Tucker, K., Gandevia, S., Lowery, M., Søgaard, K., Besier, T., Merletti, R., Kiernan, M.C., Rothwell, J.C., Perreault, E., Hodges, P.W., 2023. Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: Single motor unit matrix. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 68, 102726. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2022.102726>
- McCrum, C., Van Beek, J., Schumacher, C., Janssen, S., Van Hooren, B., 2022. Sample size justifications in *Gait & Posture*. *Gait Posture* 92, 333–337. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.12.010>
- McGrath, M., Wood, J., Walsh, J., Window, P., 2023. The impact of Three-Dimensional Gait Analysis in adults with pathological gait on management recommendations. *Gait Posture* 105, 75–80. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.06.014>
- McManus, L., Lowery, M., Merletti, R., Søgaard, K., Besomi, M., Clancy, E.A., Van Dieën, J.H., Hug, F., Wrigley, T., Besier, T., Carson, R.G., Disselhorst-Klug, C., Enoka, R.M., Falla, D., Farina, D., Gandevia, S., Holobar, A., Kiernan, M.C., McGill, K., Perreault, E., Rothwell, J.C., Tucker, K., Hodges, P.W., 2021. Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: Terminology matrix. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 59, 102565. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2021.102565>
- Meyer, C., Killeen, T., Easthope, C.S., Curt, A., Bolliger, M., Linnebank, M., Zörner, B., Filli, L., 2019. Familiarization with treadmill walking: How much is enough? *Sci. Rep.* 9, 5232. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41721-0>
- Perry, J., Burnfield, J.M., 2010. *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*, 0002 ed. Slack Inc, Thorofare, NJ.
- Peters, E.J.G., Urukalo, A., Fleischli, J.G., Lavery, L.A., 2002. Reproducibility of gait analysis variables: One-step versus three-step method of data acquisition. *J. Foot Ankle Surg.* 41, 206–212. [https://doi.org/10.1016/S1067-2516\(02\)80016-3](https://doi.org/10.1016/S1067-2516(02)80016-3)
- Phillips, T., Brierty, A., Goodchild, D., Patriitti, B.L., Murphy, A., Boocock, M., Dwan, L., Passmore, E., McGrath, M., Edwards, J., 2023. Australia and New Zealand Clinical Motion Analysis Group (ANZ-CMAG) clinical practice recommendations. *Gait Posture* 106, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.07.001>
- Rabuffetti, M., Ferrarin, M., Benvenuti, F., 2001. Spot check of the calibrated force platform location. *Med. Biol. Eng. Comput.* 39, 638–643. <https://doi.org/10.1007/BF02345435>
- Read, H.S., Hazlewood, M.E., Hillman, S.J., Prescott, R.J., Robb, J.E., 2003. Edinburgh Visual Gait Score for Use in Cerebral Palsy: *J. Pediatr. Orthop.* 23, 296–301. <https://doi.org/10.1097/01241398-200305000-00005>
- Sangeux, M., Polak, J., 2015. A simple method to choose the most representative stride and detect outliers. *Gait Posture* 41, 726–730. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.12.004>
- Schwartz, M.H., Rozumalski, A., Trost, J.P., 2008. The effect of walking speed on the gait of typically developing children. *J. Biomech.* 41, 1639–1650. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.03.015>
- Schweizer, K., Cattin, P.C., Brunner, R., Müller, B., Huber, C., Romkes, J., 2012. Automatic selection of a representative trial from multiple measurements using Principle Component Analysis. *J. Biomech.* 45, 2306–2309. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2012.06.012>
- Scott, K., Bonci, T., Alcock, L., Buckley, E., Hansen, C., Gazit, E., Schwickert, L., Cereatti, A., Mazzà, C., on behalf of the Mobilise-D Consortium, 2021. A Quality Control Check to Ensure Comparability of Stereophotogrammetric Data between Sessions and Systems. *Sensors* 21, 8223. <https://doi.org/10.3390/s21248223>
- Wren, T.A.L., Tucker, C.A., Rethlefsen, S.A., Gorton, G.E., Öunpuu, S., 2020. Clinical efficacy of instrumented gait analysis: Systematic review 2020 update. *Gait Posture* 80, 274–279. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.05.031>

12 Anhang – Beispiele für diverse Protokolle

Die folgenden Dokumente sollen als mögliche Vorlage dienen, wie ein jeweiliges Protokoll aussehen könnte. Generell gilt, dass alle Prozesse mittels Ablaufdokumenten verschriftlicht sein sollten. Auf diese Weise soll gewährleistet werden, dass die Untersuchungen, die Datenaufnahme und -auswertung und das Reporting nachvollziehbar sind.

Mögliche Dokumente zur Untersuchung gliedern sich in:

- Überweisungsmanagement
- Erfassung der Patienten*innendaten
- Messablaufprotokoll
- Messdatenauswertung
- Reporting inklusive interdisziplinärer Besprechung

Mögliche Dokumente zu Prozessen im Labor gliedern sich in:

- Messgeräteliste
- Überprüfungsdokumente der Messsysteme durch die Medizintechnik
- Kalibrierungsdokumente
- Einarbeitungsdokumente
- Fortbildungsdokumente
- Allgemein gültiges Protokoll für die Auswertung (Filterung, Eventsetzung, usw.)
- Reproduzierbarkeitstest für die Mitarbeiter*innen
- Markermodellbeschreibung
- Beschreibung der Normdaten (Definition von „Normal“), Überprüfung zur Literatur
- Mitarbeiter*innenliste mit Eintrittsdatum (sowie Austrittsdatum falls nicht mehr im Labor)
- Reinigungsplan
- Laborrichtlinien

12.1 Markersetprotokoll

Im Folgenden wird ein Beispiel für ein Markersetprotokoll für eine typische 3D Gang- und Bewegungsanalyse dargestellt, wie es für die Dokumentation in einem Labor genutzt wird. Gezeigt werden die ersten vier Seiten eines Protokolls. Das dargestellte Protokoll stellt keine inhaltliche Empfehlung dar.

Leitfaden zur Markerpositionierung bei 3D Ganganalysen

Modified Cleveland clinical Markerset

Bei Weiterverwendung dieser Anleitung bitte die Quelle angeben. Orthopädisches Spital Speising, Labor für Gang- und Bewegungsanalyse 1

Bei der Platzierung der Marker wird stets das Kugelzentrum als Maß der Dinge angesehen, dieses Zentrum wird im 3D System für die Berechnung hergenommen.

1 Oberkörper und Kopf

Forehead (RFHD und LFHD):
Die Marker werden auf ein Stirnband auf Höhe der lateralen Augenfalte geklebt

Back Head (RBHD und LBHD):
Der Kopf sollte horizontal ausgerichtet sein, die hinteren Marker werden im gleichen Abstand von der sagittalen Mittellinie gesetzt und auf gleicher Höhe (in diesem Bild nicht gegeben).

Clavicula (CLAV):
Der Marker wird auf die Incisura jugularis geklebt.

Sternum (STRN):
Der Marker wird 3 cm kaudal des Clavicula Markers geklebt, entlang der Oberkörperlängsachse.

Bei Weiterverwendung dieser Anleitung bitte die Quelle angeben. Orthopädisches Spital Speising, Labor für Gang- und Bewegungsanalyse 2

Cervicalis 7 (C7):
Der Marker wird auf den Dornfortsatz von C7 geklebt. Die Palpation von C7 erfolgt, wenn der Patient zum Boden schaut.

Thoracalis 10 (T10):
Der Marker wird auf die Verbindungslinie der beiden Schulterblattspitzen (Anguli inferiori) auf die Wirbelsäule geklebt.

Right Back (RBAK):
Der Marker wird auf die rechte Scapula geklebt.

Shoulder (RSHO und LSHO):
Die Marker werden auf die Acromionspitze geklebt.

Bei Weiterverwendung dieser Anleitung bitte die Quelle angeben. Orthopädisches Spital Speising, Labor für Gang- und Bewegungsanalyse 3

Sacrum (SACR):
Der Marker wird auf die Wirbelsäule in der Verbindungslinie der Spinae Iliacae posterior links und rechts geklebt.

Spina Iliaca Anterior Superior (IASI und IASL):
Die Marker werden von lateral auf die Spina Iliaca Anterior Superior geklebt. Wichtig dabei ist, dass sich der Kugelmittelpunkt auf dieser Verbindungslinie befindet.

Bei Weiterverwendung dieser Anleitung bitte die Quelle angeben. Orthopädisches Spital Speising, Labor für Gang- und Bewegungsanalyse 4

12.2 Messablauf einer 3D Ganganalyse

Im Folgenden wird ein Beispiel für ein Messablaufprotokoll für eine typische 3D Gang- und Bewegungsanalyse stichpunktartig dargestellt.

- Einbestellung des/der Patient*In mit definierter Fragestellung
- System vorbereiten (ggf. kalibrieren und Messaufstellung überprüfen)
- Patient*in in den Raum holen, den Ablauf erklären
- Erfragen von Überweisung, welche Bildgebung durchgeführt wurde (Rotations-MRT, Beinachsen), Hilfsmittel, ggf. kurze Anamnese
- Patient*in entkleidet sich bis auf die Unterwäsche
- Anthropometrische Daten erheben (Größe, Gewicht, Beinlänge...)
- Markeranbringung (wenn gefordert EMG-Anbringung)
- Fotodokumentation von allen Seiten (z.B. Beinachse, Knicksenkfuß), inklusive/exklusive der Marker
- Videoaufnahme ohne Marker
- Statische Aufnahme, ggf. Markerplatzierung im System direkt überprüfen
- Dynamische Aufnahmen
 - Mindestens 5 Plattentreffer links und rechts aufnehmen, auch hier ggf. eine Aufnahme nach Sichtbarkeit der Marker überprüfen
 - Parallele Druckmessung durchführen, wenn gefordert bzw. möglich
 - Eventuell weitere Gangaufnahmen, z.B. mit Schuhen, Orthese usw. ...
 - Ggf. Funktionstests (Kniebeuge, etc.)
- Marker entfernen
- Klinische Untersuchung
- Verabschiedung des/der Patient*In
- Auswertung der Daten und Reporterstellung, Diskussion im Team

12.3 Messablauf zur Erhebung von Normdaten

Im Folgenden wird ein Beispiel für ein Messablaufprotokoll zur Erhebung von Normdaten gegeben:

- Aufruf unter Mitarbeiter*innen im Spital
- Altersgruppen: Je nach Patientenklientel alle zwischen 3 und 70 Jahre
- Einschlusskriterien:
 - Keine orthopädische Problematik der unteren Extremität
 - Keine Verletzung/Operation im letzten Jahr der unteren Extremität
 - Keine Auffälligkeit im Gangbild
 - Frei Bewegliche Gelenke der unteren Extremität
 - Beinlängendifferenz < 1cm
 - Keine Neurologische Erkrankungen
 - Keine Fehlstellung der unteren Extremität
 - Keine Kontrakturen
- Die Daten werden in der Ebene in verschiedenen Geschwindigkeiten aufgenommen. Selbstgewählte Geschwindigkeit, dazu eine langsamere und evtl. noch eine schnellere Geschwindigkeit.
- Für die Treppe/Rampe wird nur eine Geschwindigkeit erhoben, kein Festhalten am Geländer.
- In der Ebene werden mindestens 5 gültige Treffer auf der Kraftmessplatte pro Seite erhoben. Für die Treppe und Rampe jeweils 5 gültige Kraftmessplatten-Treffer.
- Am Ende werden die Daten mit der Literatur (z. B. Schwartz, Rozumalski, und Trost 2008) verglichen und bei Übereinstimmung zur Literatur und symmetrischer Übereinstimmung der Körperseiten in die Normdatenbank eingepflegt. Ein gleicher Anteil an weiblichen und männlichen Proband*innen wird angestrebt.

12.4 Messdatenauswertung einer 3D Ganganalyse

Im Folgenden wird ein **Beispielprotokoll** zur Aufbereitung der Daten für einen Workflow in der Software Vicon Nexus gegeben. Das Beispiel soll veranschaulichen, wie ein Workflow dokumentiert werden kann, stellt aber keine inhaltliche Empfehlung für die Durchführung dar.

Statische Aufnahme (Pipeline in Nexus):

- Rekonstruieren der 3D Daten (Markerpositionen)
- Labeln (kennzeichnen) der Marker, bzw. Überprüfen der automatischen Routinen
- Filling Gaps - Woltring" Gap Größe kleiner 10 Frames
- Nicht gelabelte Marker löschen
- Subject Calibration
- Static Skeleton Calibration
- Python Skript zur Bestimmung der ASIS Marker und virtuellen Toemarker
 - setPointerMarker.py
- Python Skript für Marker
 - GetMarkerNamesPointer.py
- Run Static BodyLanguage Model
 - Cleve_static_hip.mod
- save

Dynamische Aufnahme (Pipeline in Nexus):

- Rekonstruieren
- Labeln
- Filling Gaps - Woltring" Gap Größe kleiner 10 Frames
- Unlabeld Markers löschen
- Zusammenschneiden der Aufnahme
 - Start: Alle Marker sichtbar
 - Ende wenn noch alle Marker sichtbar sind
- KMP Reset (softwareseitig)
- Eventsetzen über KMP oder per Hand
- Autocorrelate mit Fersenmarker X-Geschwindigkeit
- Automatisch Prüfen auf Gaps und Event-Reihenfolge (Python Skripte)
- Python Skript zur Bestimmung der ASIS Marker und virtuellen Toemarker
 - setPointerMarker.py
- Run Dynamic BodyLanguage Model
 - Cleve_dynamisch.mod
- Process Dynamic Plug-in Gait Model
 - Run Dynamic BodyLanguage Model
- Cleve_dynamisch.mod
- Save



12.5 Messdatenauswertung Elektromyographie

Im Folgenden wird ein **Beispielprotokoll** zur Aufbereitung der Daten einer Elektromyographieuntersuchung gegeben. Das Beispiel soll veranschaulichen, wie ein Workflow dokumentiert werden kann, stellt aber keine inhaltliche Empfehlung für die Durchführung dar.

- Statisches Offset der EMG Signale abziehen (EMG Signal in Ruhe)
- Gleichrichtung des Signals
- Bandpassfilter 10Hz, 500Hz
- RMS mit Fenstergröße 80ms
- Normierung auf die mittlere Amplitude in der ersten Kondition (z.B. barfuß gehen)
- Nur Gangzyklen verwenden, die auch eine Kinematik/Kinetik besitzen


12.6 Einarbeitungsplan für neue Mitarbeiter*innen

Im Folgenden wird ein Beispielprotokoll für einen Einarbeitungsplan für Mitarbeiter*innen dargestellt. Das Beispiel soll veranschaulichen, wie ein solches Protokoll aussehen kann, stellt aber keine inhaltliche Empfehlung dar.

11 OSS <small>1130 Wien, Speisingerstr. 109</small>	Einarbeitungsplan Mitarbeiter:in BewegungsanalySELabor	 Orthopädisches Spital Speising Wien
<small>CL - ISO: 7.1.5 Ressourcen zur Überwachung Version: 9.0</small>	<small>Qualitätsmanagement pCC inkl. ISO</small>	
Name des Mitarbeiters/der Mitarbeiterin: _____		
Bereich: _____ Funktion: _____		
Arbeitsbeginn: _____ Name des/der Vorgesetzten: _____		
Einarbeitungsverantwortlicher: _____		
Welche Aufgaben?	Bis WANN?	✓
Erklärung des Arbeitsplatzes	erster Tag	<input type="checkbox"/>
Grundsätzlich Erklärung der vorhandenen Geräte, Software	erster Tag	<input type="checkbox"/>
Einschulung in die spezifische Datenbank (Videoarbeitsplatz)	erste Woche	<input type="checkbox"/>
Einschulung Druckverteilung	erste Woche	<input type="checkbox"/>
Einschulung Videoaufnahmen	erste Woche	<input type="checkbox"/>
Einschulung 3D Analyse Computerbedienung	zweite Woche	<input type="checkbox"/>
Einschulung Markerplacement	erstes Monat	<input type="checkbox"/>
<small>Ersteller: Fr. Klara Fall</small>	<small>Freigabe: Rainer Zufall</small>	<small>Gültig ab: 18.12.2020</small>
<small>Druckdatum: 14.03.2024</small>	<small>Gültig bis: 18.12.2023</small>	
Ein Unternehmen der www.vinzenzgruppe.at		

12.7 Fortbildungsplan für Mitarbeiter*innen

Im Folgendem wird ein Beispiel für einen Fortbildungsplan der Mitarbeiter*innen dargestellt. Das Beispiel soll veranschaulichen, wie ein solches Protokoll aussehen kann, stellt aber keine inhaltliche Empfehlung dar.


11 OSS <small>1130 Wien, Speisingerstr. 109</small>	Fortbildungsplan Mitarbeiter:in BewegungsanalySELabor	 Orthopädisches Spital Speising Wien
<small>CL - ISO: 7.1.5 Ressourcen zur Überwachung</small> <small>Version: 9.0 BAL01</small>	<small>Qualitätsmanagement</small> <small>pCC inkl. ISO</small>	

Name des Mitarbeiters/der Mitarbeiterin: _____
Bereich: _____ **Funktion:** _____
Name des/der Vorgesetzten: _____

Fortbildung	Datum	Bestätigt durch


<small>Ersteller: Fr. Klara Fall</small>	<small>Freigabe: Hr. Rainer Zufall</small>	<small>Gültig ab: 18.12.2020</small>	<small>Gültig bis: 18.12.2023</small>
<small>Druckdatum: 14.03.2024</small>			

Ein Unternehmen der
www.vinzenzgruppe.at


 Vinzenz
 Gruppe

12.8 Plan für Qualitätssicherung

Im Folgendem wird ein Beispiel für ein Protokoll für die Qualitätssicherung dargestellt. Das Beispiel soll veranschaulichen, wie ein solches Protokoll aussehen kann, stellt aber keine inhaltliche Empfehlung dar.


11 OSS 1130 Wien, Speisingerstr. 109 CL - ISO: 7.1.5 Ressourcen zur Überwachung Version: 9.0 BAL01	Qualitätsprüfungen Bewegungsanalyselabor Qualitätsmanagement pCC inkl. ISO	
---	--	---

Jährlich Prüfung

Gerät/Software	Durch wenn	Zeitpunkt
Prüfen, ob die Distanz des Koordinatenursprung der KMP noch im Motion Capture System richtig eingegeben ist.	Mitarbeiter:in	Jänner
Prüfen, ob die KMP Settings die richtigen sind Sensitivität, Orientierung, Verkabelung	Mitarbeiter:in	Jänner
Prüfen, ob die Verkabelung noch richtig im Gerät sitzt. Motion Capture System,	Mitarbeiter:in	Jänner
Prüfen, welche Geräte durch den Hersteller zu prüfen sind/kalibrieren lassen	Mitarbeiter:in	Jänner
....		
....		
Markersichtbarkeit, Kontrolle, ob die Sichtbarkeit noch gegeben ist	Mitarbeiter:in	Jedes halbe Jahr

Monatlich Prüfung

Gerät/Software	Durch wenn	Zeitpunkt
Prüfen der Einstellungen in der Aufnahmesoftware	Mitarbeiter:in	Erster Arbeitstag im Monat
Prüfen, ob der Kraftangriffspunkt noch zum Motion Capture System passt.	Mitarbeiter:in	Erster Arbeitstag im Monat
Synchronität des EMG-Systems	Mitarbeiter:in	Erster Arbeitstag im Monat
Synchronität des EMG-Systems	Mitarbeiter:in	Erster Arbeitstag im Monat
...		

Ein Unternehmen der  Vinzenz Gruppe
 www.vinzenzgruppe.at


Tägliche Prüfung

Gerät/Software	Durch wenn	Zeitpunkt
Kraftmessplatte a.) KMP Hardware reset b.) Signalqualität	Die Person die das System erstmalig am Tag in Betrieb nimmt.	
Vor der EMG Messung Qualität der Signale prüfen	Die Person die die Aufnahme durchführt	
Druckmessung, feststellen von Fehlauflösungen	Die Person die die Aufnahme durchführt	
...		
...		
...		
...		

Ersteller: Fr. Klara Fall	Freigabe: Hr. Rainer Zufall	Gültig ab: 18.12.2020	Gültig bis: 18.12.2023
Druckdatum: 14.03.2024			

12.9 Messablaufprotokoll einer 3D Ganganalyse

Im Folgendem wird ein Beispiel für ein Messablaufprotokoll dargestellt. Das Beispiel soll veranschaulichen, wie ein solches Protokoll aussehen kann, stellt aber keine inhaltliche Empfehlung dar.

BewegungsanalySELabor OSS 1130 Wien, Speisingerstr. 109		Protokoll Ganganalyse																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
VOR - ISO: 7.5 Dokumentierte Information Version: 8.0 BAL08		Qualitätsmanagement pCC inkl. ISO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Nachname _____		Vorname _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Geburtsdatum: _____		Diagnose: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Untersuchungsdatum: _____		Kommentar: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Größe [cm]: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Gewicht [kg]: _____		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">Schmerzen:</td> <td style="text-align: center;">links</td> <td style="text-align: center;">rechts</td> </tr> <tr> <td>Ruhe</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td>Belastung</td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> </table>		Schmerzen:	links	rechts	Ruhe	_____	_____	Belastung	_____	_____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Schmerzen:	links	rechts																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Ruhe	_____	_____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Belastung	_____	_____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Schuhausgleich [mm]: _____		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">Zusatzaufnahmen</td> <td style="text-align: left;">Modell</td> <td style="text-align: left;">Daten</td> </tr> <tr> <td>Aufnahme mit EMG <input type="checkbox"/></td> <td>Cleve Full <input type="checkbox"/></td> <td>Beckenbreite: _____ mm</td> </tr> <tr> <td>Aufnahme mit PEDO <input type="checkbox"/></td> <td>Cleve Full + Spine <input type="checkbox"/></td> <td>Ellbogen: _____ mm</td> </tr> <tr> <td>Aufnahme mit VIDEO <input type="checkbox"/></td> <td>Cleve Oxford Full <input type="checkbox"/></td> <td>Hand: _____ mm</td> </tr> </table>		Zusatzaufnahmen	Modell	Daten	Aufnahme mit EMG <input type="checkbox"/>	Cleve Full <input type="checkbox"/>	Beckenbreite: _____ mm	Aufnahme mit PEDO <input type="checkbox"/>	Cleve Full + Spine <input type="checkbox"/>	Ellbogen: _____ mm	Aufnahme mit VIDEO <input type="checkbox"/>	Cleve Oxford Full <input type="checkbox"/>	Hand: _____ mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Zusatzaufnahmen	Modell	Daten																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Aufnahme mit EMG <input type="checkbox"/>	Cleve Full <input type="checkbox"/>	Beckenbreite: _____ mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Aufnahme mit PEDO <input type="checkbox"/>	Cleve Full + Spine <input type="checkbox"/>	Ellbogen: _____ mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Aufnahme mit VIDEO <input type="checkbox"/>	Cleve Oxford Full <input type="checkbox"/>	Hand: _____ mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>K./S.</th> <th>OK</th> <th>Heel</th> <th>Toe</th> <th>SIAS</th> <th>Sac</th> <th>Oxf</th> <th>Spi</th> </tr> <tr> <td>Andreas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bernhard</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fabian</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			K./S.	OK	Heel	Toe	SIAS	Sac	Oxf	Spi	Andreas									Bernhard									Fabian									<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4">Pointer:</th> </tr> <tr> <td>Poi01</td> <td></td> <td>Poi05</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Poi02</td> <td></td> <td>Poi</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Poi03</td> <td></td> <td>Poi</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Poi04</td> <td></td> <td>Poi</td> <td></td> </tr> </table>		Pointer:				Poi01		Poi05		Poi02		Poi		Poi03		Poi		Poi04		Poi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	K./S.	OK	Heel	Toe	SIAS	Sac	Oxf	Spi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Andreas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Bernhard																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Fabian																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Pointer:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Poi01		Poi05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Poi02		Poi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Poi03		Poi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Poi04		Poi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Initiale Aufnahmen: <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Standard</th> <th>done</th> <th>bearbeitet</th> <th>Test</th> <th>done</th> <th>check</th> </tr> <tr> <td>StandA</td> <td></td> <td></td> <td>Test1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>StaticA</td> <td></td> <td></td> <td>Test2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>StandB</td> <td></td> <td></td> <td>Test3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>StandC</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Standard	done	bearbeitet	Test	done	check	StandA			Test1			StaticA			Test2			StandB			Test3			StandC						<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Funktionell</th> <th>Seite</th> <th>bearbeitet</th> <th>übernommen</th> </tr> <tr> <td>HJC01</td> <td><input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HJC02</td> <td><input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>KJC01</td> <td><input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>KJC02</td> <td><input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Funktionell	Seite	bearbeitet	übernommen	HJC01	<input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE			HJC02	<input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE			KJC01	<input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE			KJC02	<input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Standard	done	bearbeitet	Test	done	check																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
StandA			Test1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
StaticA			Test2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
StandB			Test3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
StandC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Funktionell	Seite	bearbeitet	übernommen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
HJC01	<input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
HJC02	<input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
KJC01	<input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
KJC02	<input type="checkbox"/> LI <input type="checkbox"/> RE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Walk:</th> <th>KMP6]</th> <th>KMP7]</th> <th>KMP4]</th> <th>KMP5]</th> <th>KMP1</th> <th>KMP2</th> <th>KMP3</th> <th>Ø</th> <th>2 →</th> <th>1 ←</th> <th>Re_L</th> <th>Re_R</th> <th>Kond.</th> <th>Zusatzeintrag</th> </tr> <tr><td>Dynamic1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic15</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic17</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic21</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic22</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic23</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic24</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic25</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic26</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dynamic27</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>														Walk:	KMP6]	KMP7]	KMP4]	KMP5]	KMP1	KMP2	KMP3	Ø	2 →	1 ←	Re_L	Re_R	Kond.	Zusatzeintrag	Dynamic1															Dynamic2															Dynamic3															Dynamic4															Dynamic5															Dynamic6															Dynamic7															Dynamic8															Dynamic9															Dynamic10															Dynamic11															Dynamic12															Dynamic13															Dynamic14															Dynamic15															Dynamic16															Dynamic17															Dynamic18															Dynamic19															Dynamic20															Dynamic21															Dynamic22															Dynamic23															Dynamic24															Dynamic25															Dynamic26															Dynamic27														
Walk:	KMP6]	KMP7]	KMP4]	KMP5]	KMP1	KMP2	KMP3	Ø	2 →	1 ←	Re_L	Re_R	Kond.	Zusatzeintrag																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Dynamic1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Dynamic27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>.mat in 3D Gehen erstellt + Quick Data Check <input type="checkbox"/></td> <td>Videos gelöscht <input type="checkbox"/></td> <td>Betroffene Seite <input type="checkbox"/> links</td> </tr> <tr> <td>Rep. Trial überspielt <input type="checkbox"/></td> <td>OpenSim prozessiert <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/> rechts</td> </tr> <tr> <td>Einlesen in Datenbank <input type="checkbox"/></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> beidseits</td> </tr> <tr> <td>HTML Report + Vergleich erstellt <input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Daten Check HTML Report <input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HTML Report in Fusion schreiben <input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>														.mat in 3D Gehen erstellt + Quick Data Check <input type="checkbox"/>	Videos gelöscht <input type="checkbox"/>	Betroffene Seite <input type="checkbox"/> links	Rep. Trial überspielt <input type="checkbox"/>	OpenSim prozessiert <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> rechts	Einlesen in Datenbank <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> beidseits	HTML Report + Vergleich erstellt <input type="checkbox"/>			Daten Check HTML Report <input type="checkbox"/>			HTML Report in Fusion schreiben <input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
.mat in 3D Gehen erstellt + Quick Data Check <input type="checkbox"/>	Videos gelöscht <input type="checkbox"/>	Betroffene Seite <input type="checkbox"/> links																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Rep. Trial überspielt <input type="checkbox"/>	OpenSim prozessiert <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> rechts																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Einlesen in Datenbank <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> beidseits																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
HTML Report + Vergleich erstellt <input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Daten Check HTML Report <input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
HTML Report in Fusion schreiben <input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Ersteller: Klara Fall		Freigabe: Rainer Zufall		Gültig ab: 27.04.2017		Gültig bis: 27.04.2020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Druckdatum: 27.01.2020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

12.10 Grafischer Report einer 3D Ganganalyse

Im Folgendem wird ein Beispiel für einen grafischen Report einer 3D Ganganalyse, inkl. Pedobarographie und Elektromyographie-Untersuchung dargestellt. Die Beispiele sollen veranschaulichen, wie diese Protokolle aussehen können, stellen aber keine inhaltliche Empfehlung dar. Weitere Ganganalysereports finden sich im Mitgliederbereich der [GAMMA](#) als Beispiele.

Report Bewegungsanalyse

EBENE - Single Report - BARFUSS

Name Geburtsdatum - Analyse vom: Aufnahme datum

erstellt: Erstellungsdatum
Dateiname: ebeneBARFUSS
2024-03-12: BARFUSS

Allgemeine Informationen

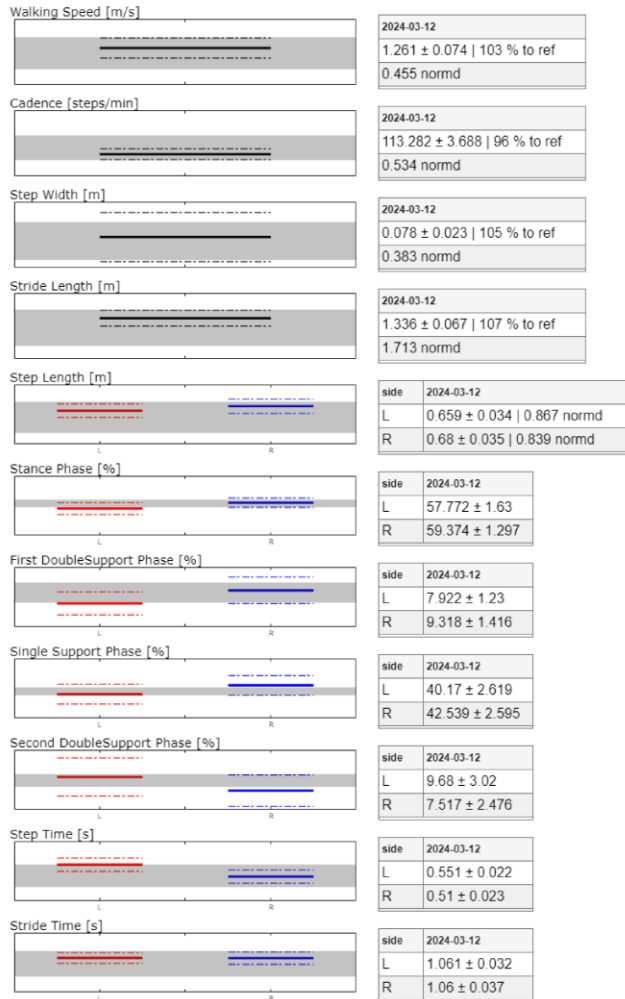
Personen-Daten									
Alter zum Untersuchungszeitpunkt	14 Jahre		Body Mass Index		27.55		Betroffene Seite		Beidseits betroffen
Ganggeschwindigkeit	1.26 m/s [0.45 norm]		Referenz Ordner	NORM 08-20\Ebene\BARFUSS\					
	R	L		R	L		R	L	
Anzahl der Zyklen	28 von 30	26 von 27	Anzahl der KMP Treffer	9 von 11	14 von 14	Dynamik Stellung Becken - IC	-4 [mm]	-12.8 [mm]	
Dynamik - Duchenne Thorax	0	0	Dynamik - Duchenne Pelvis	0	0	Dynamik - Trendelenburg	2	2	
			R	L	Representativer Trial [Sangeux]				
Beinlaengen aus der Standaufnahme	20.2 [mm] R	794.9 [mm]	774.7 [mm]	R1: dynamic02 [2]	L1: dynamic11 [2]				
Margin Of Stability [MOS]	Referenz	L1	R1	L2	R2	L3	R3	L HIP CENTER	R HIP CENTER
	ML: 106 +/-13 AP: -174 +/-31	ML: 151 +/-22 AP: -218 +/-18	ML: 152 +/-16 AP: -214 +/-16					Harrington	Harrington
Toe Clearance [TOC] - mm	Referenz	L1	R1	L2	R2	L3	R3		
		MIN: 36 +/-5 MAX: 123 +/-11	MIN: 38 +/-6 MAX: 124 +/-9						

Zuweiser- und Aufnahmeinformationen							
Zuweisender Arzt	Mindler	Fragestellung laut Einweisung/Zuweisung	Laut MRT erhöhte Tibiartorsion bds. Wegen Patella lux dringend. OP Planung			Markerset	Cleve_Oxford_4

Rotations-Daten								
MRT Extern	MRI - 2024-01-09		INFO		3D STAND		3D DYNAMIC	
	L	R	SEGMENT	GAIT ANALYSIS	L	R	L	R
	12 ante	21 ante	FEMUR	2024-03-12	16.2 internal	5.7 internal	6.1 internal	0.7 internal
	36 external	48 external	TIBIA	2024-03-12	28.4 external	29.4 external	33 external	35.1 external

Legende:
Normdaten 1std
BARFUSS [L]
BARFUSS [R]
BF [stL]
BF [stR]
© Bernhard Attwenger

▼ Zeit-Weg-Parameter



Quality Data

ROM KNEE FRONTAL var/val



TOE Marker <-> Längsachse

L = -2.9° (internal) R = -0.5° (internal)

Legende:

Normdaten 1std

BARFUSS [L]

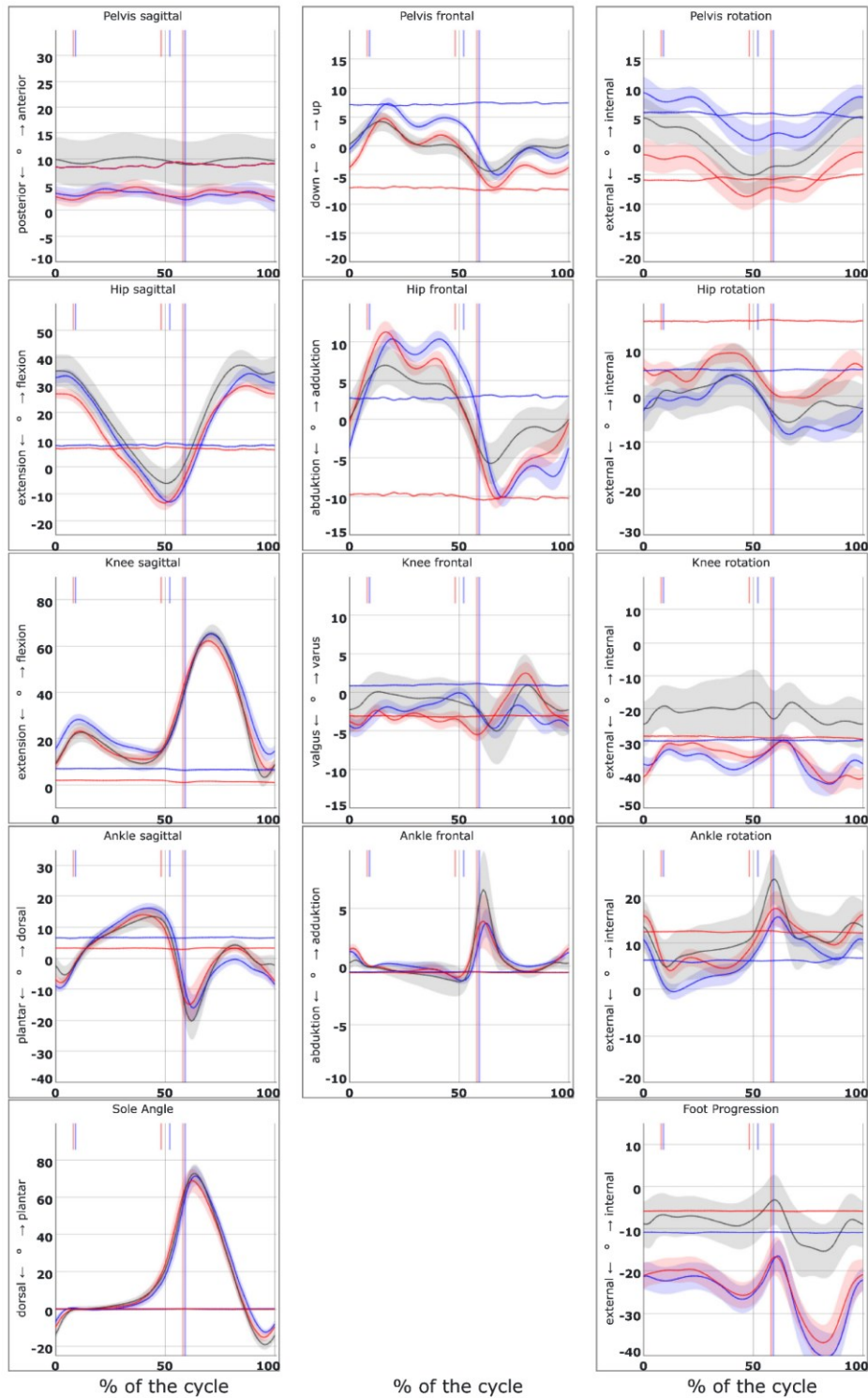
BARFUSS [R]

BF [stL]

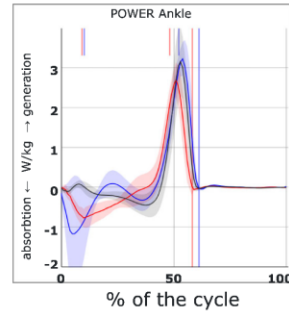
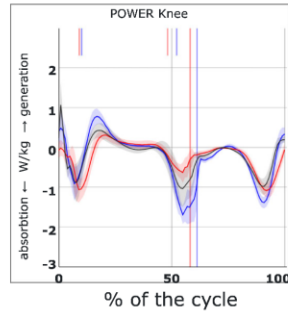
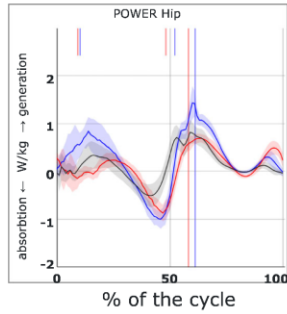
BF [stR]

© Bernhard Attwenger

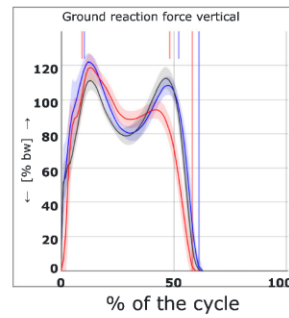
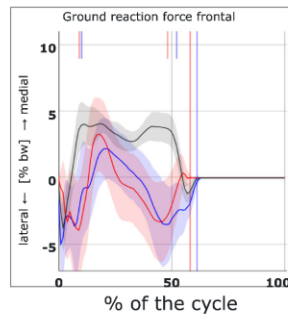
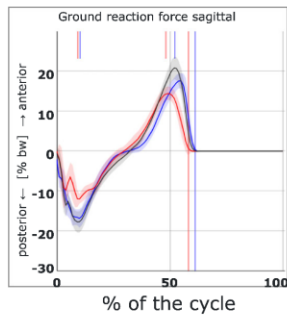
▼ Untere Extremität



▼ Leistungen

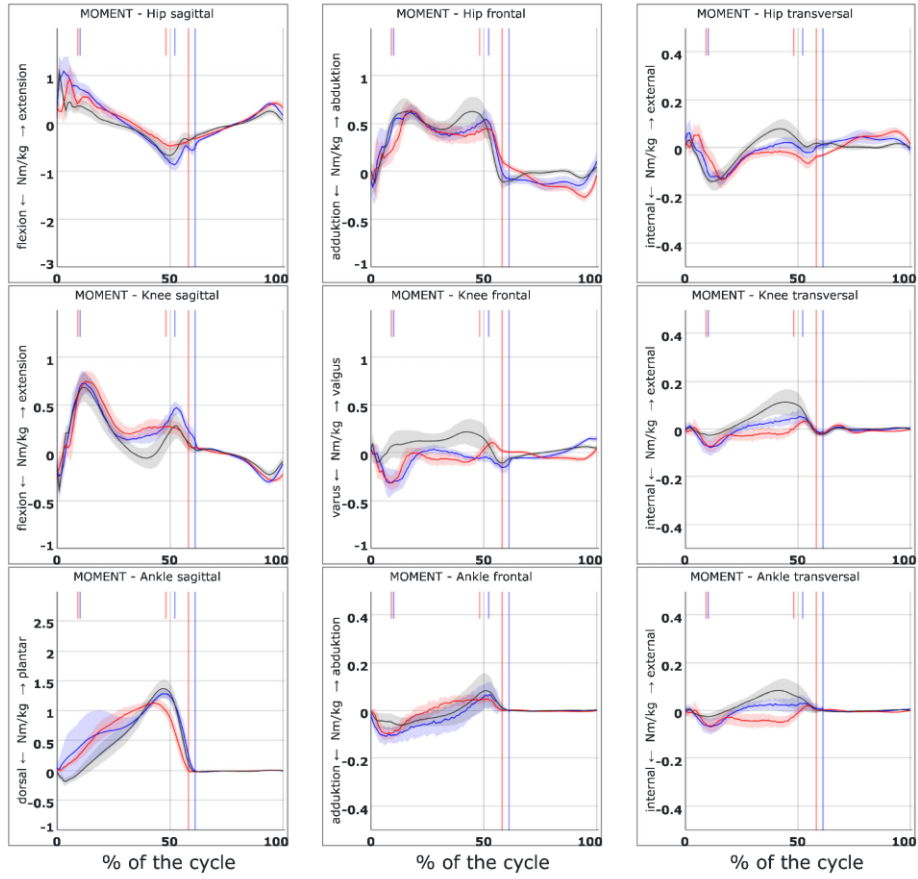


Bodenreaktionskraft



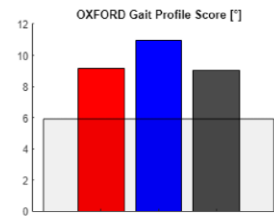
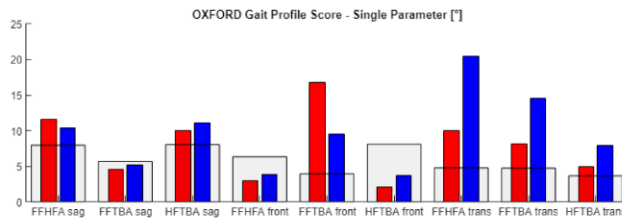
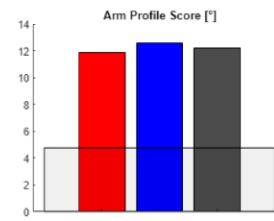
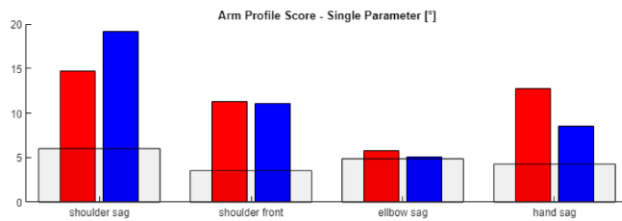
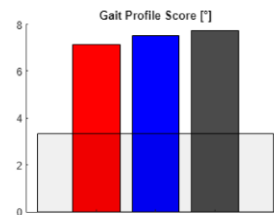
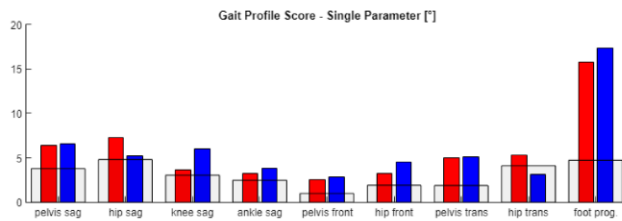
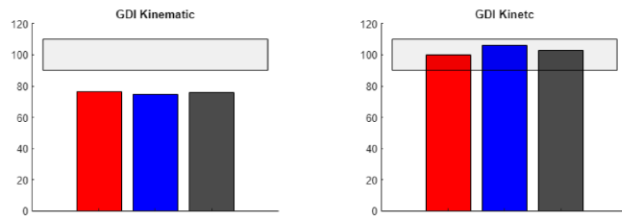
Legende:
 Normdaten Istd
 BARFUSS [L]
 BARFUSS [R]
 BF [stL]
 BF [stR]
 © Bernhard Attwenger

▼ **M**omente [intern]



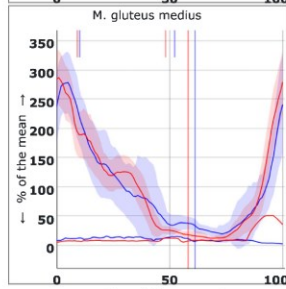
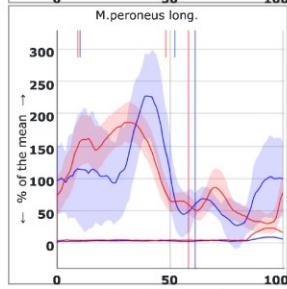
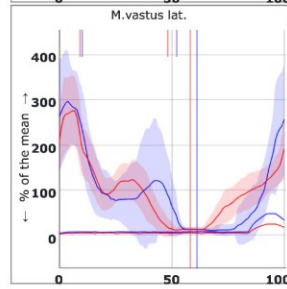
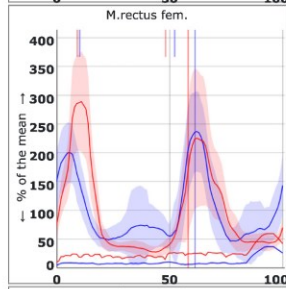
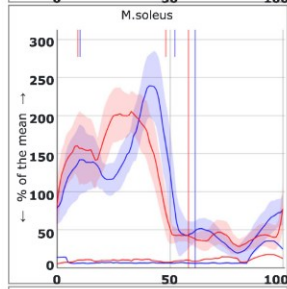
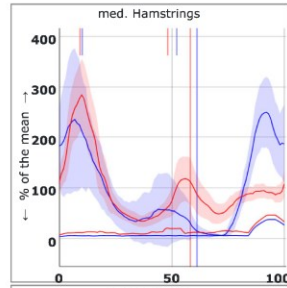
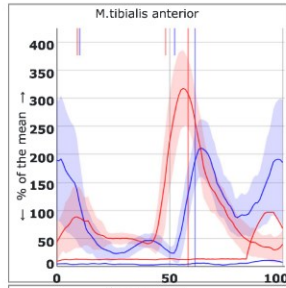
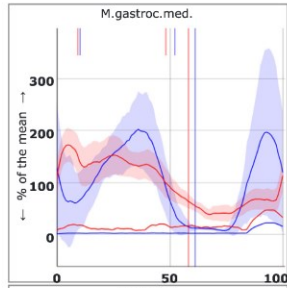
Legende:
 Normdaten Istd
 BARFUSS [L]
 BARFUSS [R]
 BF [stL]
 BF [stR]
 © Bernhard Attwenger

▼ Scores



Legende:
 Normdaten 1std
 BARFUSS [L]
 BARFUSS [R]
 BF [stL]
 BF [stR]
 © Bernhard Attwenger

▼ EMG Muskel 1-8



% of the cycle

% of the cycle

% of the cycle

Legende:
Normdaten 1s1d

BARFUSS [L]

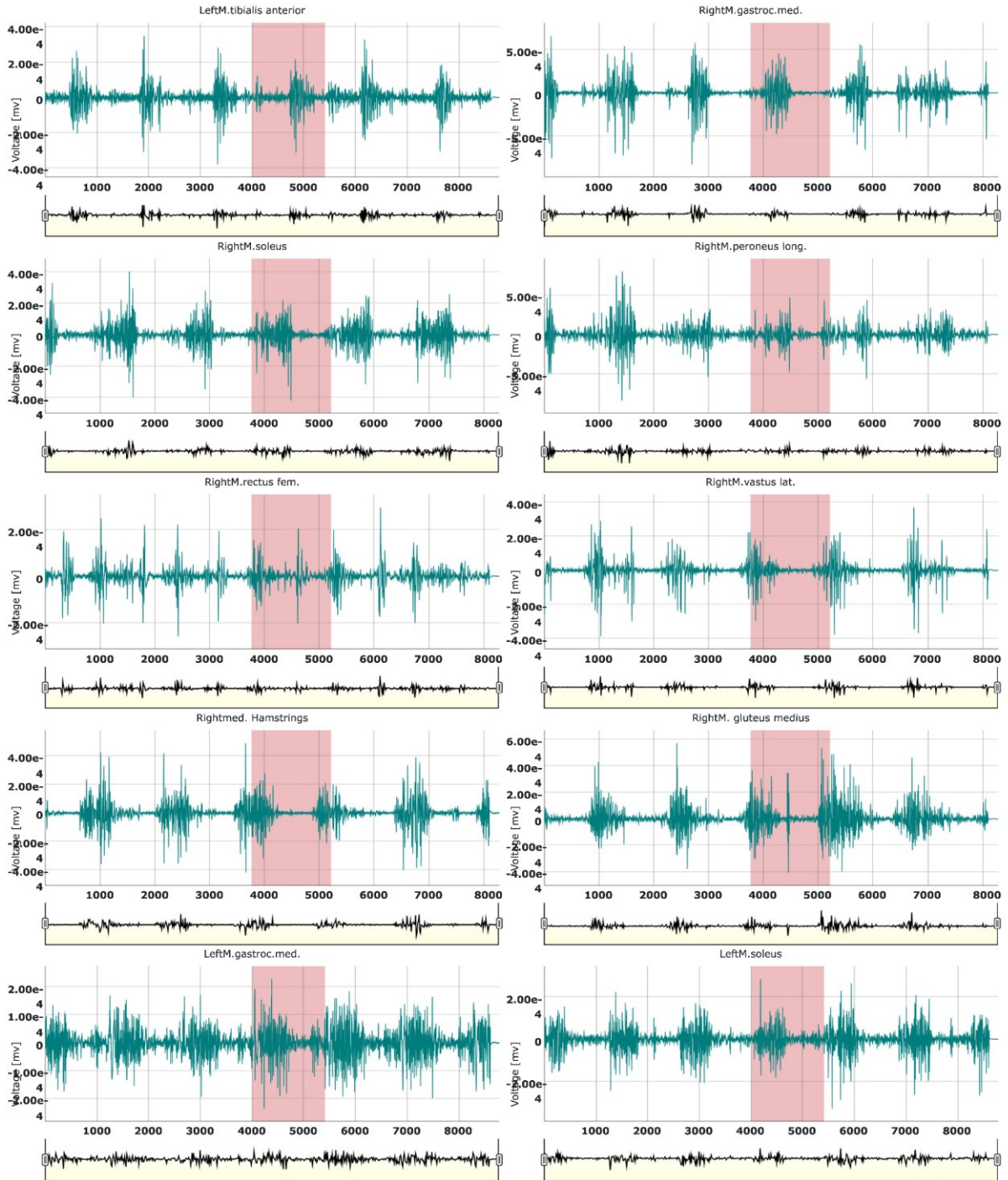
BARFUSS [R]

BF [stL]

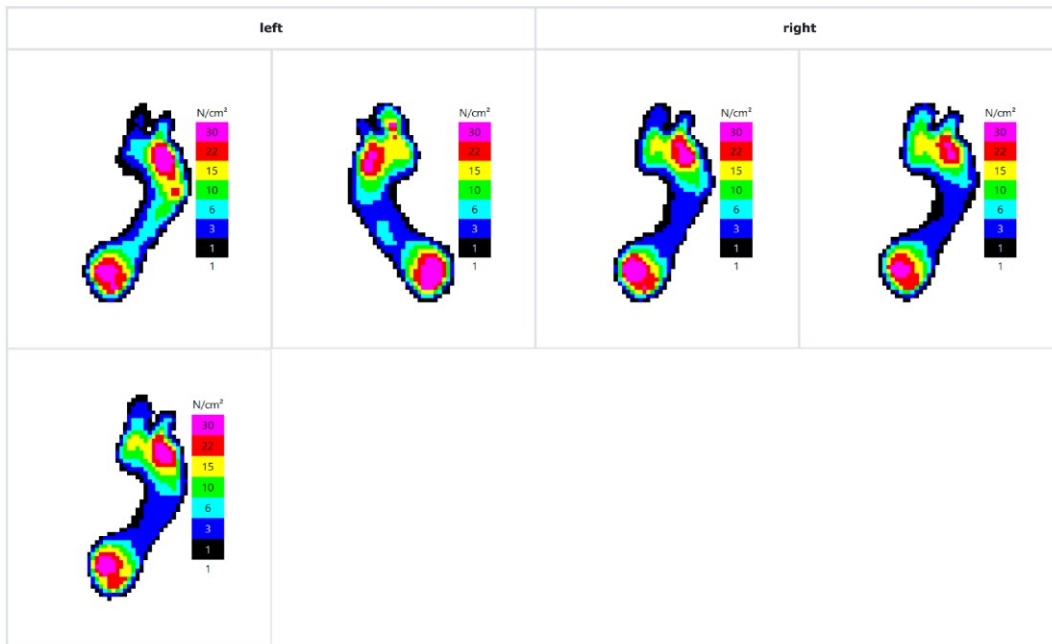
BF [stR]

© Bernhard Attwenger

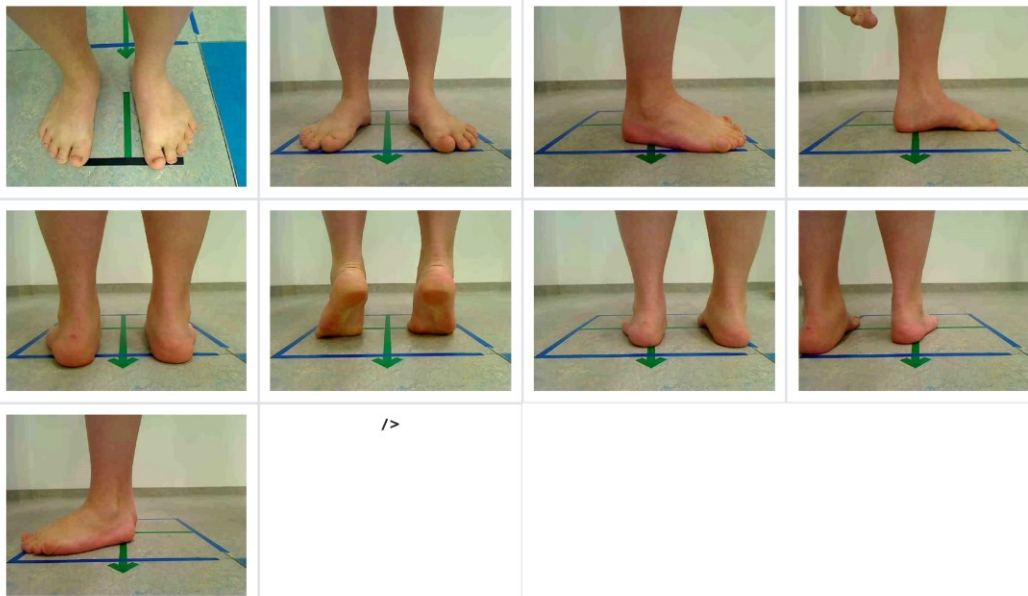
▼ EMG-Rohdaten Kanal 1-16



Legende:
 Normdaten 1std
 BARFUSS [L]
 BARFUSS [R]
 BF [stL]
 BF [stR]
 © Bernhard Attwenger



Photos



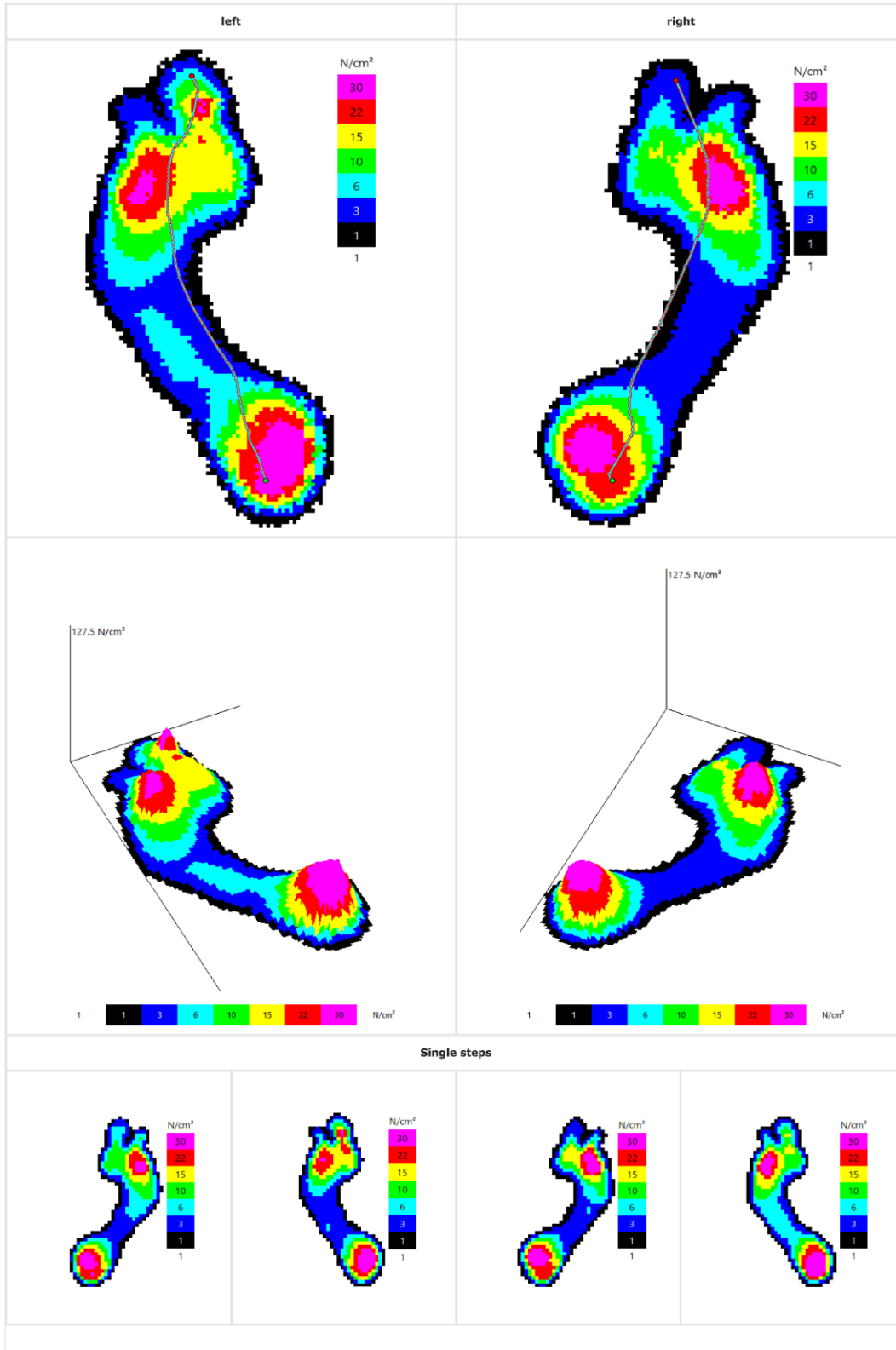
/>

Statistic Parameter

Parameter name	Unit	left side	right side
Spitzendruck	N/cm ²	48.9±8.1	41.5±7.5
Kontaktfläche	cm ²	156.88±1.48	153.42±2.09
Kontaktzeit	ms	630±11.5	658.3±36.6
Kraftmaximum	N	825.9±8.5	740.1±35.1
Moment des Spitzendruckes	%ROP	34.5±35.9	71±25.1
Kraft für MVP	N	274.7±3.4	240.5±39.2
Maximale Geschwindigkeit(r)	r	1.61±0.17	2.08±0.27
Mittlerer Druck für MVP	N/cm ²	2.6±0	2.6±0.3

Legende:
 Normdaten 1std
 BARFUSS [L]
 BARFUSS [R]
 BF [stL]
 BF [stR]
 © Bernhard Attwenger

▼ **P**edobarographie



12.11 Beispielfotos von verschiedenen Laboren

Im Folgendem sind Beispiele verschiedener Labore dargestellt. Weitere Beispiele von BewegungsanalySELaboren finden sich man auf der GAMMA Webseite unter [Labore](#).



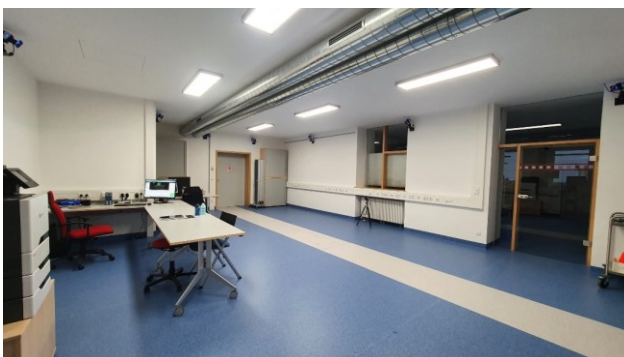
Labor für Gang- und Bewegungsanalyse am Orthopädischen Spital Speising



Ganglabor, Olgahospital, Stuttgart



Schön Klinik Vogtareuth



Universitätsklinikum Erlangen



Gang- und BewegungsanalySELabor der Fachhochschule St. Pölten