

Ganganalyse in der Prothetik

Die messtechnische Ganganalyse stellt heutzutage eine sinnvolle und zeitgemäße Erweiterung und Verbesserung zur rein subjektiven und beobachtenden Ganganalyse dar.

In Frage kommen

- die videobasierte Analyse
oder

- die Kraft- und Druckverteilungsmessung auf einer Gangstrecke (Walkway)
bzw. die Kombination von beidem.

Letzteres ist besonders für Prothesenträger optimal geeignet und führt zu unverfälschten, aussagekräftigen Ergebnissen. Sie können sich völlig frei bewegen und die Geschwindigkeit und andere Parameter Ihrem aktuellen Befinden anpassen.

Die videobasierte Ganganalyse ist oft auf den Einsatz eines Laufbands ausgerichtet, was für noch ungeübte Prothesenträger oder bei Tests zum Ausprobieren nicht in Frage kommt.

Schauen wir uns die Ganganalyse mittels Walkway etwas genauer an:

In der mehrere Meter langen Gangstrecke sind zig Tausende von Kraftsensoren eingelagert, die mit hoher Messfrequenz (Standard 100 Hz) alle Belastungen aufzeichnen. Der Proband geht nun die Messstrecke in der gewünschten Konstellation (Prothese, Prothesenfuß, Schuh, gewählte Einstellungen etc.) ein oder mehrfach ab.



Als Ergebnis stehen dem Anwender unmittelbar Daten bezüglich

- Kräfte
 - Druckverteilungen
 - Abrollverhalten
 - zeitlicher Parameter
- zur Verfügung.

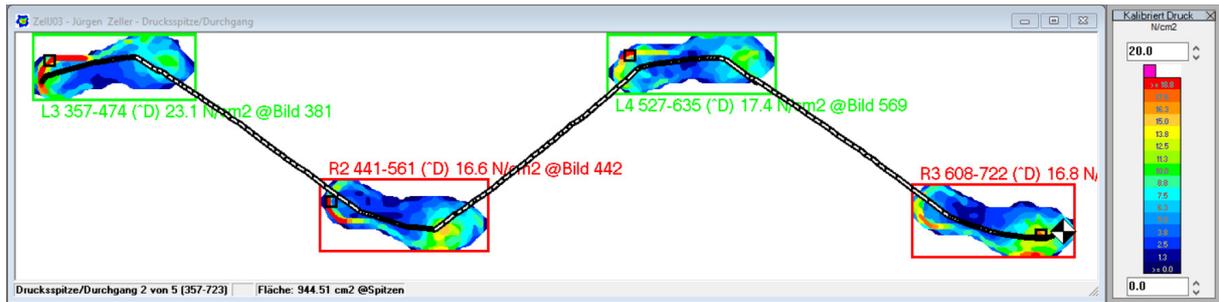
Dadurch lassen sich für den Prothesenträger wichtige Fragen beantworten:

- Besteht eine Überlastung der gesunden Seite und wenn ja, wie hoch ist diese?
- Wie hoch sind die Auftrittskräfte?
- findet eine Abrollunterstützung durch den Schuh statt?
- funktioniert die Dämpfung beim Fersenauftritt?
- wie ist das zeitliche Verhältnis zwischen Stand- und Schwungphase?
- wie verhält sich die Standphasendauer zwischen links und rechts?
- ist die Schrittlänge auf Prothesen- und gesunder Seite gleich?
- wie verläuft die Linie des Kraftzentrums?

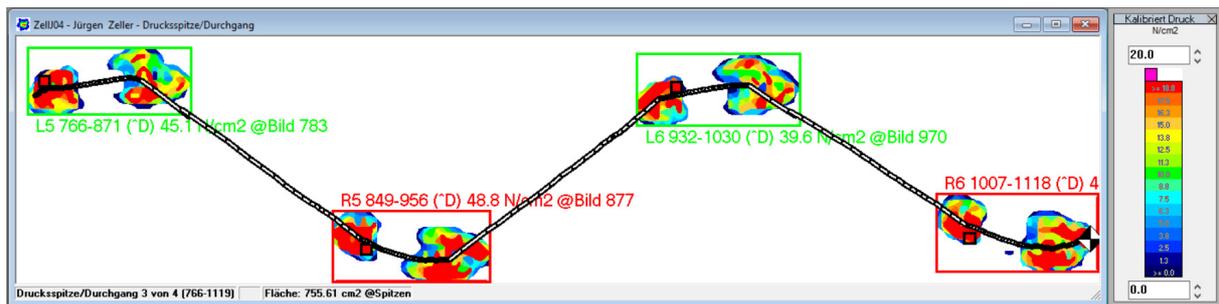
Alle erforderlichen Messdaten werden von unseren Walkway- und Strideway-Systemen objektiv ermittelt und stehen unmittelbar nach dem Messdurchgang zur Verfügung. Eine übersichtliche, tabellarische Aufstellung sorgt für einen schnellen Durchblick.

Ebenso komfortabel funktioniert die Analyse unterschiedlicher Messreihen. Sehen Sie nachfolgend den tabellarischen Vergleich zweier Messungen eines beidseitig Oberschenkelamputierten (1 x mit Schuhmodell „kyBoot St. Gallen“, 1 x Prothesenschuh „Dachstein“):

Messung 1:
Schuh „kyBoot St. Gallen“



Messung 2:
Prothesenschuh „Dachstein“



Tabellarische Auswertung:

Die Spalten „ZellJ03“ beziehen sich auf den Schuh „kyBoot St. Gallen“

Die Spalten „ZellJ04“ beziehen sich auf den Prothesenschuh „Dachstein“

Gang Tabelle	ZellJ03	ZellJ04	AVG	Differenz
	Jürgen Zeller	Jürgen Zeller	#1, #2	#2-#1
Anzahl der Abdrücke	17	16	17	-1
Kadenz (Schritte/Min.)	71.3	73.9	72.6	2.5
Gang Zeit (Sek)	10.10	9.75	9.92	-0.35
Gang Strecke (cm)	674.9	636.2	655.6	-38.7
Gang Geschwindigkeit (cm/Sek)	66.9	65.3	66.1	-1.6

Schritt-Gangzyklus Tabelle	ZellJ03			ZellJ04			AVG			Differenz		
	Jürgen Zeller			Jürgen Zeller			#1, #2			#2-#1		
	Links	Rechts	R-L Diff	Links	Rechts	R-L Diff	Links	Rechts	R-L Diff	Links	Rechts	R-L Diff
Schrittzeit (Sek)	0.88	0.80	-0.07	0.88	0.74	-0.15	0.88	0.77	-0.11	0.01	-0.06	-0.07
Schrittlänge (cm)	56.7	55.8	-0.9	53.8	52.2	-1.6	55.2	54.0	-1.3	-2.9	-3.6	-0.7
Schrittgeschwindigkeit (cm/Sek)	64.6	69.4	4.8	60.8	70.5	9.7	62.7	69.9	7.3	-3.8	1.2	4.9
Schrittlänge/Bein Länge (Verhältnis)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Schrittbreite (cm)	23.4	23.5	0.1	24.9	24.6	-0.4	24.2	24.1	-0.1	1.5	1.1	-0.4
Gangzyklus Zeit (Sek)	1.69	1.68	-0.01	1.59	1.68	0.09	1.64	1.68	0.04	-0.09	0.00	0.10
Gangzyklus Länge (cm)	111.2	112.8	1.6	104.6	108.7	4.1	107.9	110.8	2.9	-6.5	-4.1	2.5
Gangzyklus Geschwindigkeit (cm/Sek)	65.9	67.2	1.3	65.6	64.6	-1.0	65.8	65.9	0.1	-0.3	-2.5	-2.3
Maximum Kraft (%BW)	77.5	84.8	7.3	101.5	108.4	6.9	89.5	96.6	7.1	24.0	23.6	-0.5
Maximum Kraft (N)	729.4	798.4	69.0	955.4	1020.2	64.8	842.4	909.3	66.9	226.1	221.8	-4.3
Impuls (%BW*Sek)	53.1	65.5	12.4	62.7	81.8	19.1	57.9	73.7	15.7	9.6	16.3	6.7
Impuls (N*Sek)	500.3	616.7	116.4	590.4	770.3	179.9	545.3	693.5	148.2	90.1	153.6	63.5
Maximum Druckspitze (N/cm2)	17.8	19.3	1.5	42.1	45.6	3.6	29.9	32.5	2.5	24.2	26.3	2.1
Fusswinkel (Grad)	9	13	4	10	15	4	10	14	4	1	2	1

Gangzyklus Tabelle (Sek)	ZellJ03			ZellJ04			AVG			Differenz		
	Jürgen Zeller			Jürgen Zeller			#1, #2			#2-#1		
	Links	Rechts	R-L Diff	Links	Rechts	R-L Diff	Links	Rechts	R-L Diff	Links	Rechts	R-L Diff
Gangzyklus Zeit	1.69	1.68	-0.01	1.59	1.68	0.09	1.64	1.68	0.04	-0.09	0.00	0.10
Standphase Zeit	1.10	1.17	0.07	1.01	1.15	0.14	1.06	1.16	0.10	-0.09	-0.02	0.07
Schwungphase Zeit	0.58	0.51	-0.08	0.58	0.53	-0.05	0.58	0.52	-0.06	-0.00	0.03	0.03
Einzelstützzeit	0.52	0.59	0.07	0.54	0.62	0.08	0.53	0.61	0.08	0.02	0.04	0.02
Initiale Doppelstützzeit	0.30	0.29	-0.01	0.27	0.24	-0.03	0.29	0.27	-0.02	-0.03	-0.05	-0.02
Terminale Doppelstützzeit	0.29	0.30	0.01	0.24	0.27	0.03	0.27	0.29	0.02	-0.05	-0.03	0.02
Gesamte Doppelstützzeit	0.59	0.59	0.00	0.51	0.51	0.00	0.55	0.55	0.00	-0.08	-0.08	0.00
Ferse Kontakt Zeit	0.82	0.81	-0.02	0.78	0.68	-0.09	0.80	0.74	-0.06	-0.04	-0.12	-0.08
Fuss Flach Zeit	0.35	0.47	0.12	0.24	0.30	0.06	0.30	0.38	0.09	-0.11	-0.17	-0.05
Midstance Zeit	0.52	0.52	-0.00	0.51	0.43	-0.07	0.52	0.48	-0.04	-0.02	-0.09	-0.07
Abstoß Zeit	0.28	0.37	0.09	0.29	0.46	0.17	0.28	0.42	0.13	0.02	0.10	0.08
Aktive Abstoß Zeit	0.01	0.08	0.07	0.02	0.26	0.24	0.02	0.17	0.15	0.01	0.18	0.17
Passive Abstoß Zeit	0.30	0.29	-0.01	0.27	0.20	-0.07	0.28	0.24	-0.04	-0.03	-0.08	-0.05

Differenz Tabelle				
Differenz Tabelle	ZellJ03	ZellJ04	AVG	Differenz
	Jürgen Zeller	Jürgen Zeller	#1, #2	#2-#1
Schrittzeit Diff (Sek)	-0.07	-0.15	-0.11	-0.07
Schrittlänge Diff (cm)	-0.9	-1.6	-1.3	-0.7
Schrittgeschwindigkeit Diff (cm/Sek)	4.8	9.7	7.3	4.9
Schrittlänge/Bein Länge Diff (Verhältnis)	n/a	n/a	n/a	n/a
Schrittbreite Diff (cm)	0.1	-0.4	-0.1	-0.4
Gangzyklus Zeit Diff (Sek)	-0.01	0.09	0.04	0.10
Gangzyklus Länge Diff (cm)	1.6	4.1	2.9	2.5
Gangzyklus Geschwindigkeit Diff (cm/Sek)	1.3	-1.0	0.1	-2.3
Maximum Kraft Diff (%BW)	7.3	6.9	7.1	-0.5
Maximum Kraft Diff (N)	69.0	64.8	66.9	-4.3
Impuls Diff (%BW*Sek)	12.4	19.1	15.7	6.7
Impuls Diff (N*Sek)	116.4	179.9	148.2	63.5
Maximum Druckspitze Diff (N/cm ²)	1.5	3.6	2.5	2.1
Fusswinkel Diff (Grad)	4	4	4	1
Gangzyklus Zeit Diff (Sek)	-0.01	0.09	0.04	0.10
Standphase Zeit Diff (Sek)	0.07	0.14	0.10	0.07
Schwungphase Zeit Diff (Sek)	-0.08	-0.05	-0.06	0.03
Einzelstützzeit Diff (Sek)	0.07	0.08	0.08	0.02
Initiale Doppelstützzeit Diff (Sek)	-0.01	-0.03	-0.02	-0.02
Terminale Doppelstützzeit Diff (Sek)	0.01	0.03	0.02	0.02
Gesamte Doppelstützzeit Diff (Sek)	0.00	0.00	0.00	0.00

Die mit einem roten Kreis markierten Werte in der „Schritt-Gangzyklus Tabelle“ zeigen die Hauptunterschiede der beiden Schuhe bezüglich einwirkender Kraft und resultierendem Kraftimpuls. Deutlich über 200 Newton mehr Kraft wirken beim Modell „Dachstein“, sowohl rechts als auch links, beim Fersenauftritt zwischen Boden und Schuh. Der Kraftimpuls ist beim selben Schuh im Mittel links 90 N*Sek. und rechts sogar 153 N*Sek. höher als beim Schuhmodell „St. Gallen“.

Sowohl Kraft als auch Kraftimpuls wirken über die Prothese und den Prothesenschaft direkt auf den menschlichen Körper ein. Es ist einleuchtend, dass höhere Werte als unangenehm empfunden werden, den Körper belasten, zu schnellerer Ermüdung führen etc..

Bei obigen Messungen zeigt sich, dass der Schuh „kyBoot St. Gallen“ die Auftrittskräfte und Kraftimpulse im Vergleich zum Modell „Dachstein“ deutlich verringert. Dies gelingt ihm durch eine bessere Dämpfung und seine spezielle Sohlenform, wodurch sich der Schuh dem Untergrund besser anpassen kann und Kräfte und Impuls abfängt.

Die mit einem blauen Kreis markierten Werte zeigen die zwischen Schuh und Boden wirkenden maximalen Druckwerte (gemittelt für alle Schritte). Die Druckbilder zeigen, dass diese Druckmaxima beim Fersenauftritt erzeugt werden. Mit deutlich über 40 N/cm² liegt die Druckspitze beim Schuh „Dachstein“ über doppelt so hoch als beim „St. Gallen“. Die Ursache liegt auch hier in der mangelnden Flexibilität der Sohle des Modells Dachstein. Durch eine bessere Druckverteilung und eine wirksame Dämpfung stellt der kyboot St. Gallen einen besseren Kontakt zum Untergrund her, was sich besonders positiv für den Amputierten bei schwierigen Bodenverhältnissen auswirkt.

Die Analyse der Einzeldruckbilder zeigt zudem eine deutlich bessere Abrollunterstützung des Schuhs „St. Gallen“. Durch seine größere Unterstützungsfläche und die mögliche Sohlenverformung zur Anpassung an den Untergrund erreicht er eine harmonischere und gleichmäßigere Schrittabwicklung.