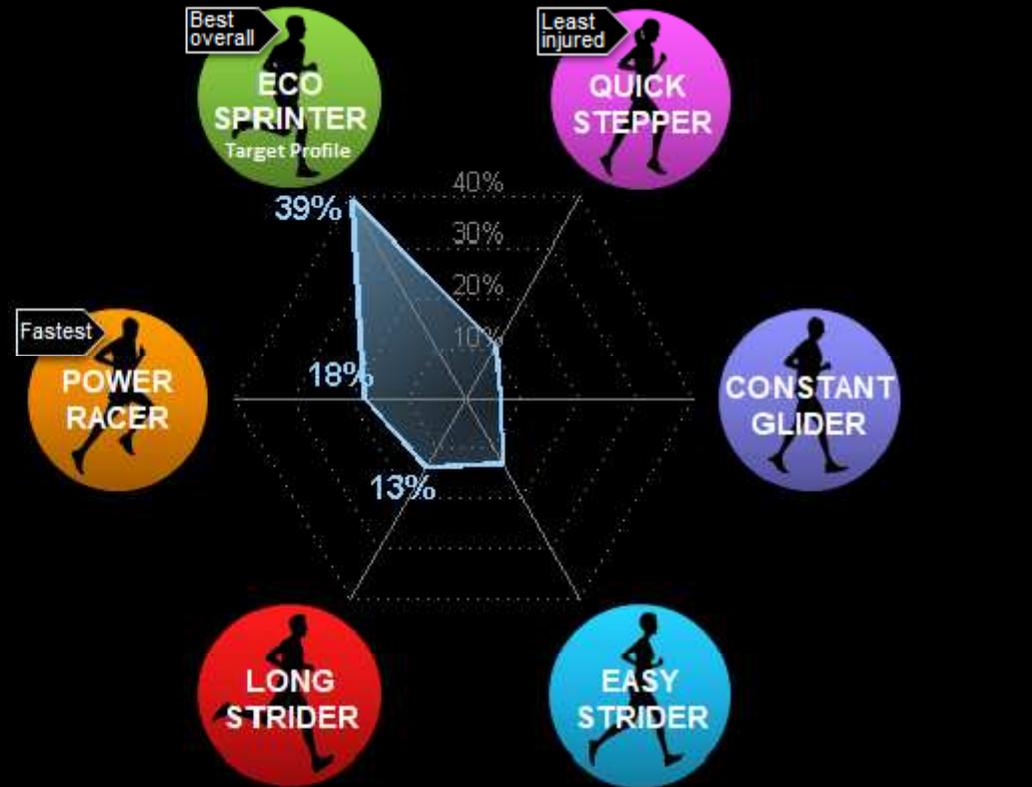
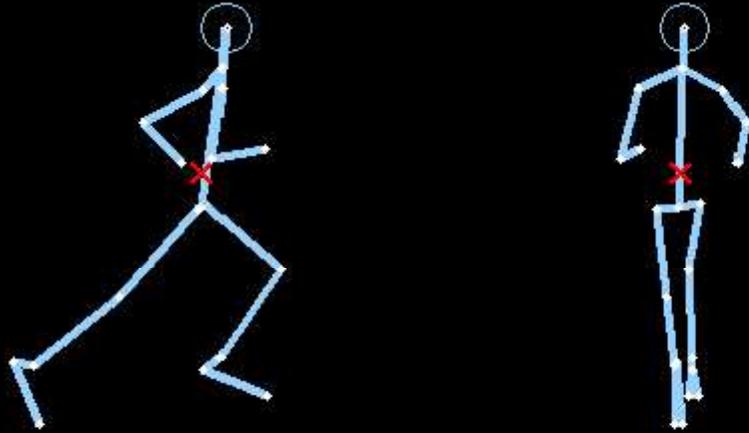


# Testergebnisse für Matti Waldner

Datum: 01 Sep 2023 Uhrzeit: 7:21 PM Geschwindigkeit: 20 km/h

MotionMetrix



Der E-Coach sagt:

Zielprofil erreicht, da sich Ihre Laufparameter in den grünen Elite- Bereichsfeldern befinden. Das Profil weist die beste Leistung über den gesamten Langstreckenbereich auf, wobei auch das Verletzungsrisiko berücksichtigt wird. Das Hauptaugenmerk kann auf die Optimierung der Ausdauer und Behebung von individuellen Schwächen gelegt werden.

### Anmerkungen zu Ihrer Analyse:

Keine Notiz geschrieben

Dein Profil

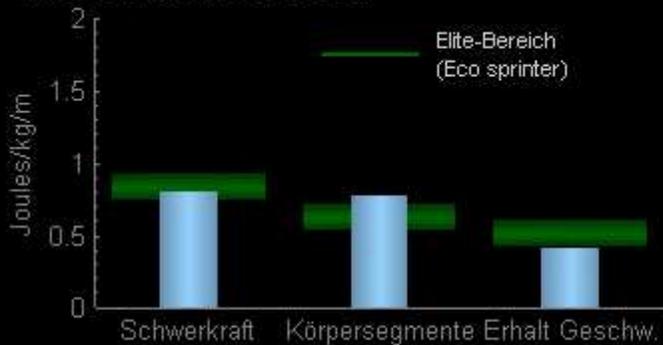


# Testergebnisse für Matti Waldner

Datum: 01 Sep 2023 Uhrzeit: 7:21 PM Geschwindigkeit: 20 km/h

## LAUF-PERFORMANCE @ 20 km/h

### MECHANISCHE ARBEIT



### ELASTISCHER AUSTAUSCH

Ausgezeichnet: >35%  
Gut: 25-35%  
Durchschnitt: 15-25%  
Niedrig: <15%



### ÖKONOMIE

**2.98**  
Joules/kg/m



### ● Läuferprofile ● Laufparameter

- ▶ = Aktueller Wert
- ▶ = Referenzwert
- = Elite-Bereich (Eco sprinter)
- ✗ = Körperschwerpunkt

#### Fußaufsatz



#### Becken



#### Kadenz

**182 /min**



#### Kontaktzeit

**0.209 s**



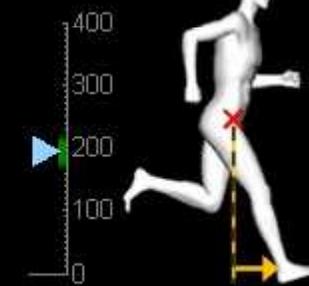
#### Rumpfneigung

**8 °**

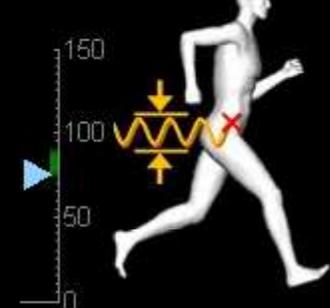


#### Overstride

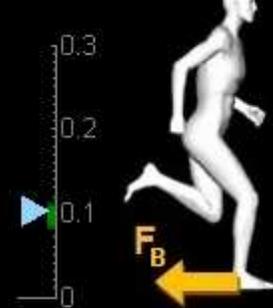
**195 mm**



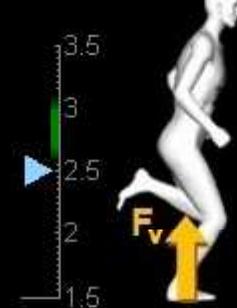
Vertikale Auslenkung  
**74.7 mm**



Bremskraft (max.)  
**0.1 Fv**



Vertikale Kraft (max.)  
**2.51 BW**



Laterale Kraft (max.)  
**0.046 Fv**



Bewertung  
Lafoarameter: **3.7 / 5.0**

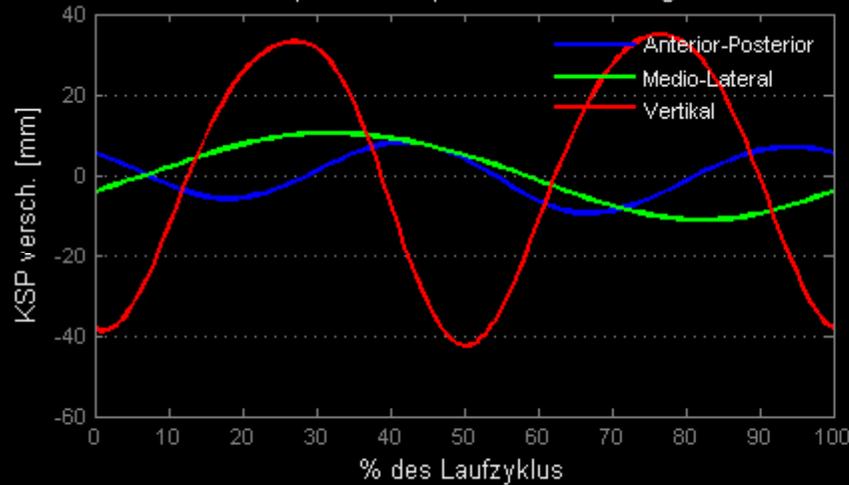


# Testergebnisse für Matti Waldner

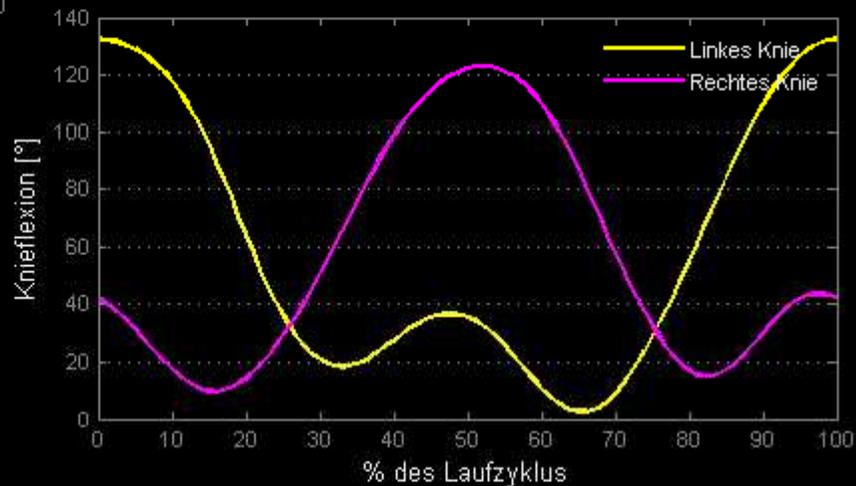
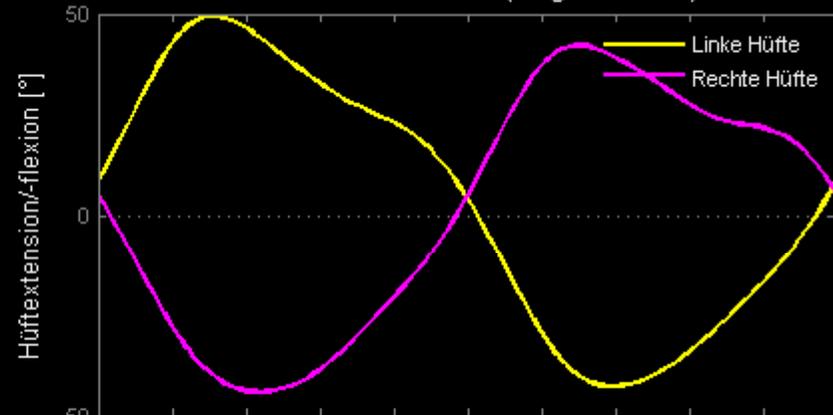
Datum: 01 Sep 2023 Uhrzeit: 7:21 PM Geschwindigkeit: 20 km/h

## MERKMALE Kinematik @ 20 km/h

Körperschwerpunktverschiebung



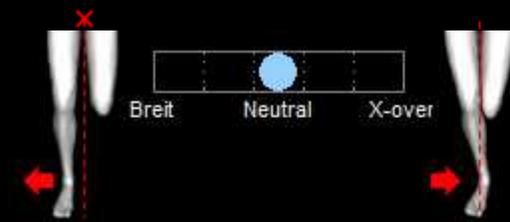
Hüft- und Kniewinkel (Sagittalebene)



### Frontalebene

Spurbreite

**29 mm**



Beinachse @  
Mitte-Stand

Link **1.0°**

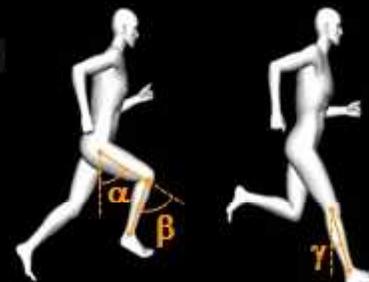
Recht **1.8°**



### Parameter (Sagittalebene)

Parameter	Mittelwert	Ref. Mittelwert	Elite (M)	Diff. Elite
Max. Oberschenkelflexion [°]	45.8 (49.4/42.2)		47.0	-1.2
Max. Oberschenkelextension [°]	43.3 (42.7/44.0)		36.3	7.0
Unterschenkelwinkel @ Landung [°]	6.1 (7.5/4.8)		5.3	0.8
Knieflexion @ Landung [°]	19.0 (19.8/18.2)		17.9	1.1
Max. Knieflexion @ Stand [°]	40.2 (36.7/43.7)		37.7	2.5
Max. Knieflexion @ Schwung [°]	127.7 (132.3/123.1)		126.8	0.9

Symmetriebewertung



$\alpha$  = Hüftext./-flex.  
 $\beta$  = Knieflexion  
 $\gamma$  = Unterschenkelwinkel

# Testergebnisse für Matti Waldner

Datum: 01 Sep 2023 Uhrzeit: 7:21 PM Geschwindigkeit: 20 km/h

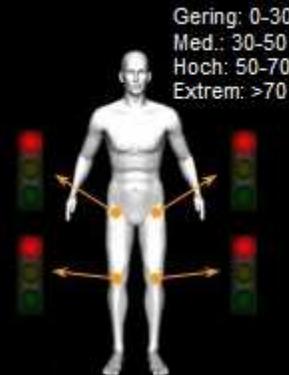
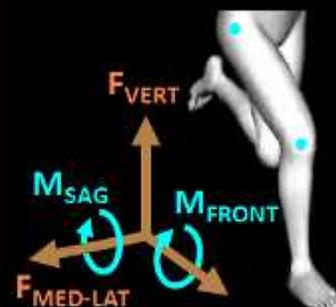
## GELENKBELASTUNG @ 20

Gelenkmomente- und kräfte (max./ normalisiert auf Körpergewicht)



Rechtes Bein  
Linkes Bein  
Elite @ 20 km/h  
Norm @ 9-15 km/h

60/100  
Hoch



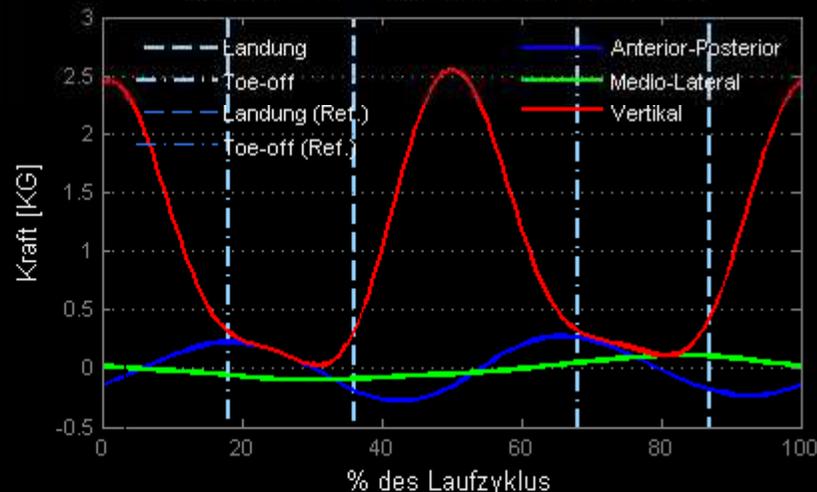
### Belastungswerte

Wert	Referenzwert
Max. Gelenkbelastung	Hüfte rechts (M SAG)
Links/Rechts-Präferenz [%]	49.6/50.4
Beidseitige Asymmetrie [%]	5.2

### Symmetriebewertung



### Wirkende Bodenreaktionskräfte auf KSP



### Parameterbeziehungen

↑ = erhöhen ↓ = verringern

#### ↑ Sagittales Hüftmoment (M SAG)

- ↑ Max Hüftextension
- ↓ Overstride
- ↓ Oberkörperneigung

#### ↑ Frontales Hüftmoment (M FRONT)

- ↓ Spurbreite
- ↑ Vertikale Auslenkung

#### ↑ Hüfte vertikale Kraft (F VERT)

- ↑ Vertikale Auslenkung
- ↑ Knieflexion @ Schwung
- ↓ Kadenz

#### ↑ Hüfte mediolaterale Kraft (F MEDLAT)

- ↑ Spurbreite
- ↑ Körperlänge

#### ↑ Sagittales Kniemoment (M SAG)

- ↓ Unterschenkelwinkel @ Landung
- ↑ Knieflexion @ Landung
- ↑ Vertikale Auslenkung

#### ↑ Frontales Kniemoment (M FRONT)

- ↓ Spurbreite
- ↑ varische Beinachse
- ↓ Kadenz

#### ↑ Knie vertikale Kraft (F VERT)

- ↑ Vertikale Auslenkung
- ↑ Max Knieflexion @ Schwung
- ↓ Kadenz

#### ↑ Knie mediolaterale Kraft (F MED-LAT)

- ↑ Unterschenkelwinkel @ Landung
- ↑ Spurbreite

# Kurzanleitung - Läuferprofile

- Zielprofil für Langdistanzleistungen
- Bester Kompromiss zwischen Geschwindigkeit, Laufökonomie und Verletzungsrisiko
- Aktiver und kompakter Schritt mit effektiver elastischer Federwirkung
- Sehr häufiges Profil unter Eliteläufern im Bereich von 5-42 km mit dem zweitniedrigstem Verletzungsrisiko



- Schnelle Beinarbeit mit guter elastischer Federwirkung
- Gute Ökonomie bis ~ 16 km/h, die dann aufgrund überhöhter Beingschwindigkeit ( $W_{segments}$ -Wert) sinkt
- Schonende Belastung durch kleine Gelenkwinkel und Kraftspitzen
- Viele Top-Ultraläufer und Marathonläuferinnen gehören zu dieser Kategorie
- Kategorie mit dem geringsten Verletzungsrisiko

- Profil mit größter Höchstgeschwindigkeit – sehr verbreitet bei Elite-Mittelstrecklern
- Lange und kraftvolle Schritte mit kurzen Bodenkontakten
- steife, federnde Beine (elastische Federwirkung)
- Große vertikale Spitzenkraft, die auf die Gelenke wirkt



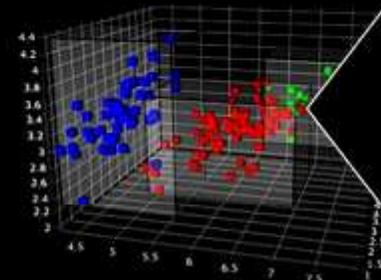
- Kurze Schritte mit nahezu fehlender Flugphase und geringer Gelenkbelastung
- Begrenzte elastische Federwirkung verhindert ein schnelles Laufen (langsamste Kategorie)
- Üblich bei Läufern mit eingeschränkter Flexibilität, Elastizität und Festigkeit
- Viele ältere Läufer bilden diese Kategorie

- Lange, springende Schritte müssen durch großen muskulären Krafteinsatz generiert werden
- Übermäßig weiter Fußaufsatz vor dem Körperschwerpunkt und lange Bodenkontaktzeit
- Üblicher Stil bei starken, athletisch gebauten Läufern (bevorzugt Männer)
- Durchschnittliche Sprintfähigkeiten, aber schlechte Ökonomie aufgrund übermäßiger Bremskräfte



- „Lässiger Stil“ – folgt dem Gesetz des geringsten Widerstands
- Häufigstes Läuferprofil
- Charakterisiert durch den zu weiten Fußaufsatz vor dem Körperschwerpunkt und einer sitzenden Haltung
- Instabiles Knie während der Unterstützung
- empfindlich gegenüber unterschiedlichem Schuhwerk
- Niedrige bis durchschnittliche Geschwindigkeitskapazität und Laufökonomie bei mittlerem Verletzungsrisiko

Profilverteilung	6.3%	22.9%	12.8%	11.6%	29.6%	16.80%
10k Bestzeit (Ø)	40:12	43:42	45:50	49:30	46:30	45:12
10k Bestzeit (Top 10%)	30:23	32:29	36:15	41:12	36:06	37:20
Verletzungsrate (2 J.)	84%	62%	59%	64%	75%	77%
Verletzungsgebiete	1) Untersche. 41% 2) Wade 28% 3) Knie 22%	1) Knie 27% 2) Fuß 21% 3) Untersche. 15%	1) Knie 46% 2) Untersche. 24% 3) Wade 23%	1) Knie 52% 2) Untersche. 21% 3) Achillesseh. 17%	1) Knie 35% 2) Achillesseh. 17% 3) Hamstrings 16%	1) Knie 37% 2) Hamstrings 17% 3) Hüfte 15%
Schuh (Wettk./Training)	75%/25%	63%/37%	55%/45%	30%/70%	15%/85%	10%/90%
Männer/Frauen	55%/45%	44%/56%	39%/61%	31%/69%	61%/39%	65%/35%



Die sechs grundlegenden Läuferprofile wurden anhand einer Clusteranalyse aus einem großen biomechanischen Datensatz (N>1000) von Läufern abgeleitet. Anschließend wurden Informationen über Leistung und Verletzungen aus Interviews mit Läufern, die zu diesem Datensatz gehören, gewonnen.

# Kurzanleitung - Laufparameter



## Mechanische Arbeit (W)

Einheit: Joules/kg/m = Energieverbrauch pro Kilogramm/ Körpermasse je zurückgelegten 1 Meter

Gesamte mech. Arbeit:  $W_{tot} = W_{gravity} + W_{segments} + W_{speed}$

$W_{gravity}$  = Arbeit gegen die Schwerkraft

- ✓ Reduzierung: geringere **vertikale Auslenkung**
- ✓ Reduzierung durch erhöhtes Lauftempo

$W_{segments}$  = Neupositionierung der Körpersegmente

- ✓ Reduzierung durch **geringere Frequenz**
- ✓ Erhöhung mit zunehmender Geschwindigkeit

$W_{speed}$  = Arbeit gegen den Tempoverlust

- ✓ Reduzierung: Geringe(r) **Overstride/ Bremskraft**
- ✓ Erhöhung mit zunehmender Geschwindigkeit

- ✓ **Bei hohen Geschwindigkeiten sollte die Frequenz und somit  $W_{segments}$  reduziert werden, da diese ansonsten einen quadratischen Anstieg aufzeigt.**



## Elastischer Austausch ( $\varepsilon$ )

Einheit: % = Anteil der gesamten Arbeit, die als "freie" elastische Energie in Muskeln und Sehnen gespeichert und wieder freigesetzt wird.

$\varepsilon$  = Koeffizient des Austauschs der elastischen Energie

- ✓ Erhöhung: zunehmende **Vertikalkraft** und reduzierte **Kontaktzeit**
- ✓ Leichte Erhöhung mit zunehmender Geschwindigkeit
- ✓ **Um den Austausch der elastischen Energie zu verbessern ist ein federnder Schritt mit geringem Overstride notwendig.**
- ✓ **50% ist das Maximum, welches erreicht werden kann.**



## Laufökonomie (RE)

Einheit: Joules/kg/m = Energieverbrauch pro Kilogramm/ Körpermasse je zurückgelegten 1 Meter

$$RE = W_{tot} \times (1 - \varepsilon)$$

- ✓ **Die Laufökonomie ist der wichtigste Faktor für die Leistung (Performance) eines Langdistanzläufers.**
- ✓ **Ein Minimum an mechanischer Arbeit und eine Maximum an Austausch von elastischer Energie erzielt die beste Laufökonomie!**

### Frequenz

Anzahl der Schritte pro Minute. Kürzere Schritte reduzieren die Gelenkbelastung und Verletzungsgefahr. Längere Schritte (ohne Overstriding) erhöhen die Ökonomiewerte bei höheren Geschwindigkeiten. Größere Läufer neigen zu einer geringeren Frequenz.

### Kontaktzeit

Der Zeitraum, bei dem der Fuß Bodenkontakt hat. Je kürzer die Kontaktzeit, desto besser die Ökonomie. Die Kontaktzeit wird durch Lauf-ABC und plyometrische Übungen (Förderung der elastischen Reaktion von Muskeln/ Sehnen) positiv beeinflusst.

### Oberkörperneigung

Winkel der Oberkörpervorlage in Relation zur vertikalen Raumachse. Eine Vorlage von 2-5° ist optimal. Kleinere Winkelwerte erhöhen die Bremskraft und größere Winkelwerte behindern die elastische Energiespeicherung in der Rumpfmuskulatur.

### Overstride (Übertritt)

Der horizontale Abstand zwischen dem Körperschwerpunkt und dem Sprunggelenk zum Zeitpunkt des Fußaufsatzes. Ein großer Abstand wird als Overstride (Übertritt) bezeichnet und verursacht erhöhte Bremskräfte und verlängerte Kontaktzeiten.

### Vertikale Auslenkung

Ausmaß der Auf- und Abbewegung des Körperschwerpunktes. Zu kleine Auslenkungen verursachen eine geringe Kraftgenerierung und reduzieren den elastischen Austausch. Bei zu großen Auslenkungen, verstärkt sich  $W_{gravity}$  und belastet die Gelenke.

### Bremskraft

Ausmaß der Abbremsung des Körperschwerpunktes während des initialen Bodenkontaktes. Hohe Bremskräfte verursachen größere Geschwindigkeitsverluste und erhöhen  $W_{speed}$  (Abdruckphase). Größeres Overstriding verursacht höhere Bremskräfte.

### Vertikale Kraft

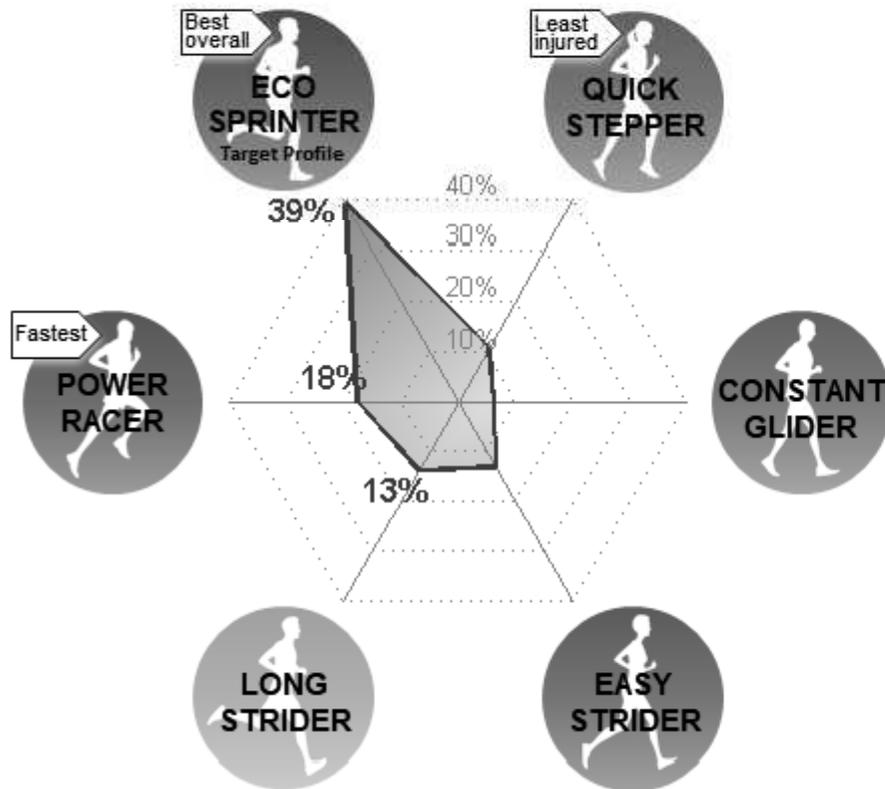
Kraft, die das Körpergewicht stützt und vom Boden abdrückt. Eine hohe Kraft, die in kurzer Zeit generiert wird, fördert einen großen elastischen Energieaustausch und steigert die Ökonomie bei hohem Tempo (auf Kosten erhöhter Gelenkbelastungen).

### Laterale Kraft

Kraft, die beim Bodenkontakt seitlich auf den Körperschwerpunkt wirkt. Hohe laterale Kräfte gehen mit einer großen Schrittweite und Seitwärtsbewegung einher, wodurch ein unnötig längerer Weg zurückgelegt wird und die seitliche Gelenkbelastung steigt.

# Testergebnisse für Matti Waldner [Druckerfreundliche Kopie]

Datum: 01 Sep 2023 Uhrzeit: 7:21 PM Geschwindigkeit: 20 km/h



## Dein Profil

Info

- Zielprofil für Langdistanzleistungen
- Bester Kompromiss aus Geschwindigkeit, Laufökonomie und Verletzungsrisiko
- Aktiver und kompakter Schritt mit effektiver elastischer Federwirkung
- Sehr häufiges Profil unter Eiteläufers im Bereich von 5-42 km
- Zweitniedrigstes Verletzungsrisiko hinter dem Quick Stepper

Profilverteilung	22.9%
Männer/ Frauen	44% / 56%
10k Bestzeit (Top 10%)	43:42 / 32:29
Verletzungsrate (2 J.)	62%
Verletzungen	1) Knie 27%
	2) Fuß 21%
	3) Untersche. 15%



Der E-Coach sagt:

Zielprofil erreicht, da sich Ihre Laufparameter in den grünen Elite-Bereichsfeldern befinden. Das Profil weist die beste Leistung über den gesamten Langstreckenbereich auf, wobei auch das Verletzungsrisiko berücksichtigt wird. Das Hauptaugenmerk kann auf die Optimierung der Ausdauer und Behebung von individuellen Schwächen gelegt werden.

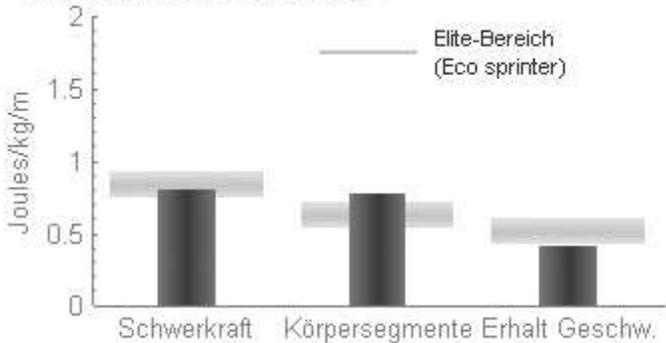
**Anmerkungen zu Ihrer Analyse:**  
Keine Notiz geschrieben

# Testergebnisse für Matti Waldner [Druckerfreundliche Kopie]

Datum: 01 Sep 2023 Uhrzeit: 7:21 PM Geschwindigkeit: 20 km/h

## LAUF-PERFORMANCE @ 20 km/h

### MECHANISCHE ARBEIT



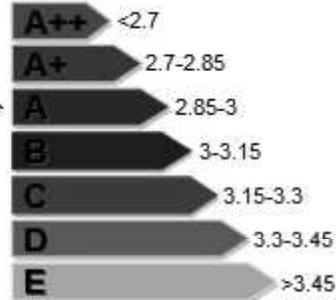
### ELASTISCHER AUSTAUSCH

Ausgezeichnet: >35%  
Gut: 25-35%  
Durchschnitt: 15-25%  
Niedrig: <15%



### ÖKONOMIE

**2.98**  
Joules/kg/m



### ● Läuferprofile

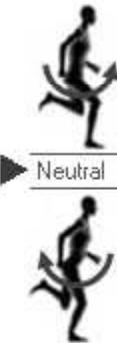
### ● Laufparameter

- ▶ = Aktueller Wert
- ◀ = Referenzwert
- ▬ = Elite-Bereich (Eco sprinter)
- × = Körperschwerpunkt

#### Fußaufsatz



#### Becken



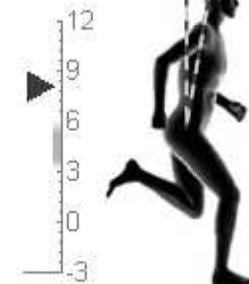
Kadenz  
**182 /min**



Kontaktzeit  
**0.209 s**



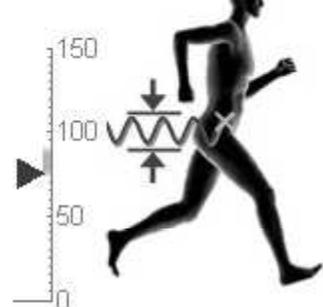
Rumpfeigung  
**8 °**



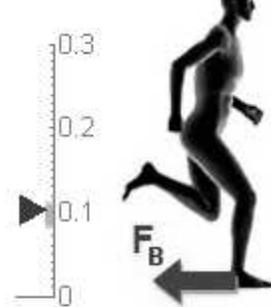
Overstride  
**195 mm**



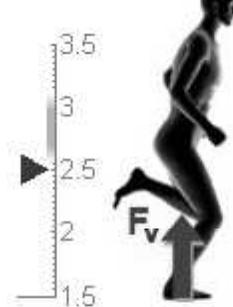
Vertikale Auslenkung  
**74.7 mm**



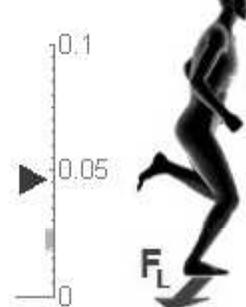
Bremskraft (max.)  
**0.1 Fv**



Vertikale Kraft (max.)  
**2.51 BW**



Laterale Kraft (max.)  
**0.046 Fv**



Bewertung  
Laufparameter: **3.7 / 5.0**

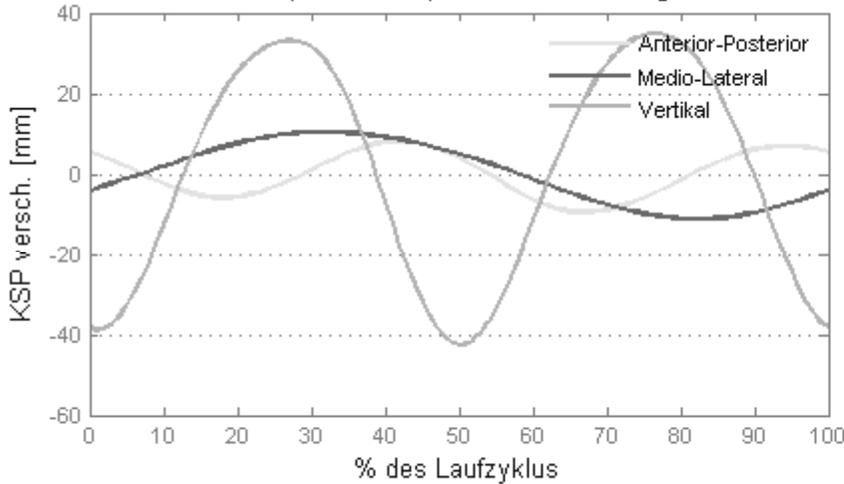


# Testergebnisse für Matti Waldner [Druckerfreundliche Kopie]

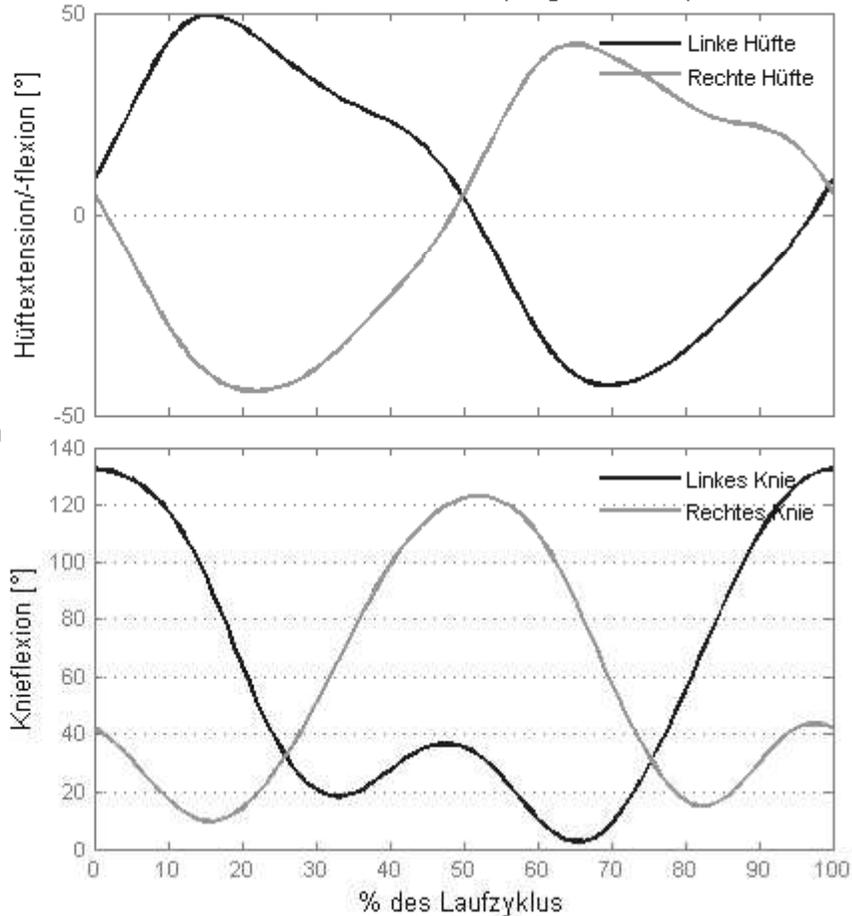
Datum: 01 Sep 2023 Uhrzeit: 7:21 PM Geschwindigkeit: 20 km/h

## MERKMALE Kinematik @ 20 km/h

Körperschwerpunktverschiebung

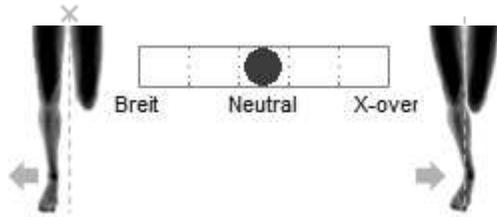


Hüft- und Kniewinkel (Sagittalebene)



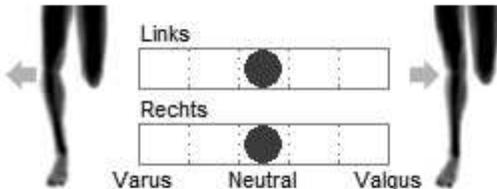
### Frontalebene

Spurbreite  
**29 mm**



Beinachse @  
Mitte-Stand

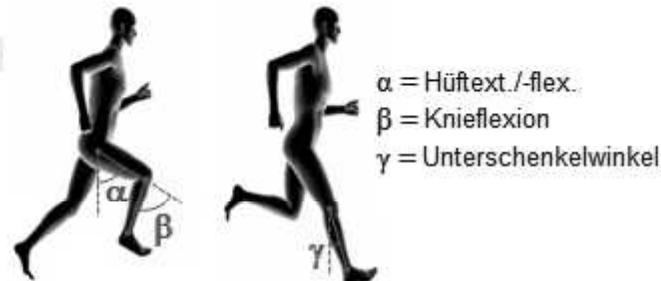
Link **1.0 °**



Recht **1.8 °**

### Parameter (Sagittalebene)

Parameter (Sagittalebene)	Mittelwert	Ref. Mittelwert	Elite (M)	Diff. Elite
Max. Oberschenkelflexion [°]	45.8 (49.4/42.2)		47.0	-1.2
Max. Oberschenkelexension [°]	43.3 (42.7/44.0)		36.3	7.0
Unterschenkelwinkel @ Landung [°]	6.1 (7.5/4.8)		5.3	0.8
Knieflexion @ Landung [°]	19.0 (19.8/18.2)		17.9	1.1
Max. Knieflexion @ Stand [°]	40.2 (36.7/43.7)		37.7	2.5
Max. Knieflexion @ Schwung [°]	127.7 (132.3/123.1)		126.8	0.9
Symmetriebewertung	★★★★☆			

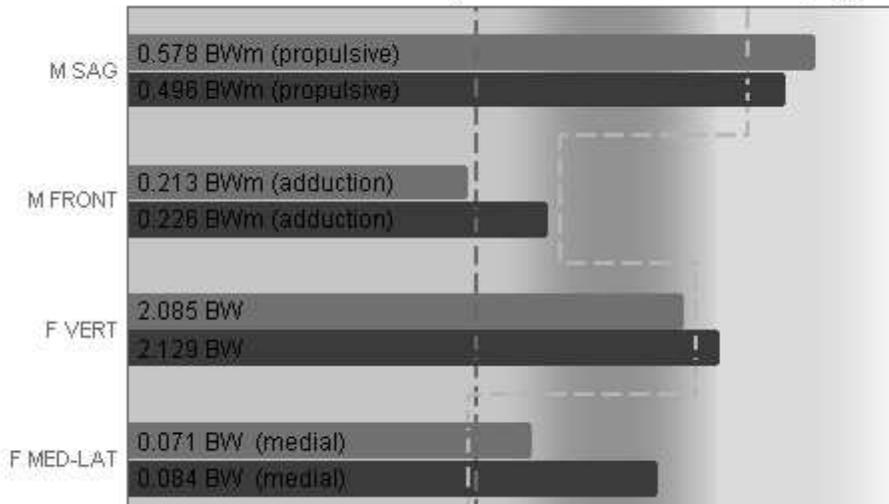


# Testergebnisse für Matti Waldner [Druckerfreundliche Kopie]

Datum: 01 Sep 2023 Uhrzeit: 7:21 PM Geschwindigkeit: 20 km/h

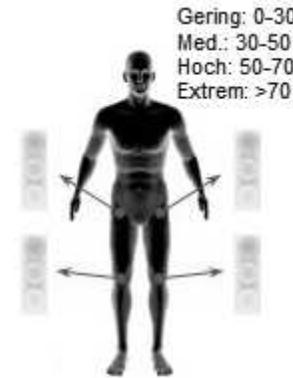
## GELENKBELASTUNG @ 20

Gelenkmomente- und kräfte (max./ normalisiert auf Körpergewicht)



Rechtes Bein  
 Linkes Bein  
 - - - Elite @ 20 km/h  
 - - - Norm @ 9-15 km/h

60/100  
Hoch



### Parameter relationships

↑ = increase ↓ = decrease

- ↑ Hip Sagittal Moment (M SAG)
  - ↑ Max hip extension
  - ↓ Overstride
  - ↓ Forward lean
- ↑ Hip Frontal Moment (M FRONT)
  - ↓ Step width
  - ↑ Vertical displacement
- ↑ Hip Vertical Force (F VERT)
  - ↑ Vertical displacement
  - ↑ Knee flex @ swing
  - ↓ Cadence
- ↑ Hip Mediolateral Force (F MEDLAT)
  - ↑ Step width
  - ↑ Body length

↑ Hüfte  
 ↓ Knie

Info

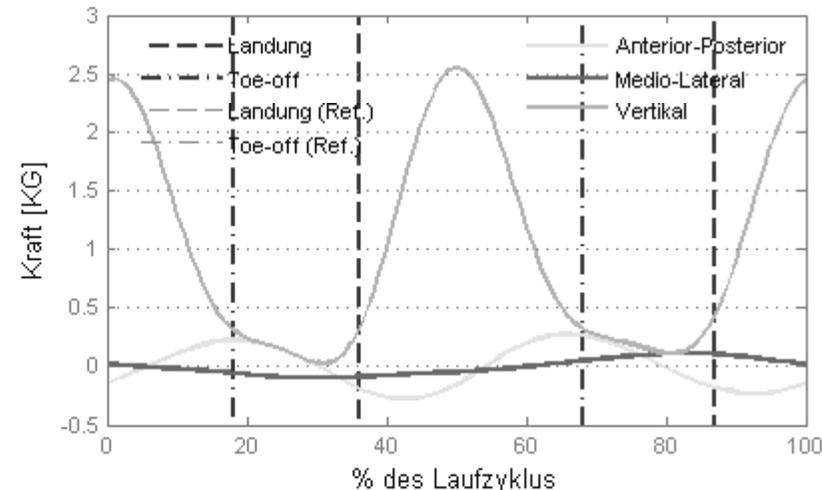
### Belastungswerte

	Wert	Referenzwert
Max. Gelenkbelastung	Hüfte rechts (M SAG)	
Links/Rechts-Präferenz [%]	49.6/50.4	
Beidseitige Asymmetrie [%]	5.2	

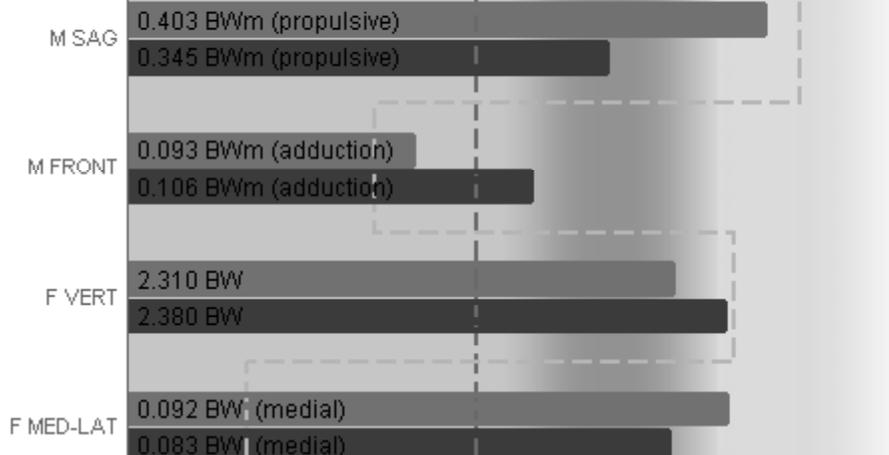
### Symmetriebewertung

★★★★☆

### Wirkende Bodenreaktionskräfte auf KSP



- ↑ Knee Sagittal Moment (M SAG)
  - ↓ Shank angle @ landing
  - ↑ Knee flex @ landing
  - ↑ Vertical displacement
- ↑ Knee Frontal Moment (M FRONT)
  - ↓ Step width
  - ↑ Knee varus alignment
  - ↓ Cadence
- ↑ Knee Vertical Force (F VERT)
  - ↑ Vertical displacement
  - ↑ Max knee flex @ swing
  - ↓ Cadence
- ↑ Knee Mediolateral Force (F MED-LAT)
  - ↑ Shank angle @ landing
  - ↑ Step width



Perzentil-Wert (relativ n=600, Alle Läuferlevel bei 9 - 15 km/h)