



Fachgebiet
Biomechanik im Sport



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Crosstrainer, Laufbänder und Fahrradergometer im Vergleich

Gesamtkoordination
Prof. Dr. Ansgar Schwirtz

Inhaltliche Verantwortung
Dr. Florian Kreuzpointner

Technische Universität München
Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften
Fachgebiet für Biomechanik im Sport

25. Februar 2015

Gesamtfazit

Diesem Gutachten liegt ein Gerätevergleich, der im Auftrag der Firma Sport-Tiedje GmbH durchgeführt wurde, zu Grunde. Es wurden drei Gerätegruppen aus dem Bereich Fahrradergometer, Crosstrainer und Laufbänder zu je sechs Modellen untersucht (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Die Kaufentscheidung von Kunden hinsichtlich Heimfitnessgeräten basiert auf unterschiedlichen Motivationen (Foscht, Swoboda 2011)¹. Die Geräte wurden auf unterschiedliche Funktionsebenen untersucht: allgemeine qualitative Eigenschaften (z.B. Qualität des Displays, Gerätewiderstand oder Sicherheit) und biomechanische Gesichtspunkte (z.B. Belastung Vor- bzw. Rückfußbelastung oder Gesamtbelastung). Dazu wurden verschiedene Fragebögen sowie biomechanische Testmethoden verwendet.

Der Test wurde von Fachgebiet für Biomechanik im Sport, Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften der Technischen Universität München, durchgeführt. Für die Umsetzung des Projektes war Dr. Florian Kreuzpointner verantwortlich.

Insgesamt wurden sechs Geräte je Gerätegruppe untersucht (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** (Geräteliste)), die von insgesamt n=63 Probanden getestet wurden (Fahrradergometer n=23, Crosstrainer n=20 und Laufbänder n=20). Hierzu wurden Fragebögen verwendet um die subjektive qualitative Einschätzung der Probanden zu erfahren, sowie physiologische und biomechanische Messungen. Dafür wurde die Genauigkeit der Herzfrequenzmessung am Gerät mit einer Brustgurtmessung der Firma Polar untersucht sowie die Belastung² unter den Füßen der Probanden gemessen.

¹ Foscht, Swoboda (2011). Käuferverhalten: Grundlagen - Perspektiven – Anwendungen. Gabler Verlag; ISBN-13: 978-3834928573

² Diese Messmethode bezieht sich ausschließlich auf die Gerätegruppen der Crosstrainer und Laufbänder

Dieses Gesamtfazit gibt einen Überblick auf die Messergebnisse und stellt die Kernaussagen des Gerätevergleichs dar. In der Folge werden die Ergebnisse der Fragebögen, der Herzfrequenzmessung, der Druckmessung und der Elektromyographie aufgeführt.

1. Fragebögen

Gesamtsieger ist das Gerät welches im Mittel aus gerätespezifischen Fragenbogen (Bewertung durch den Probanden) und Expertenfragebogen (Bewertung anhand der Geräteeigenschaften) die beste Note hat.

Fahrradergometer:

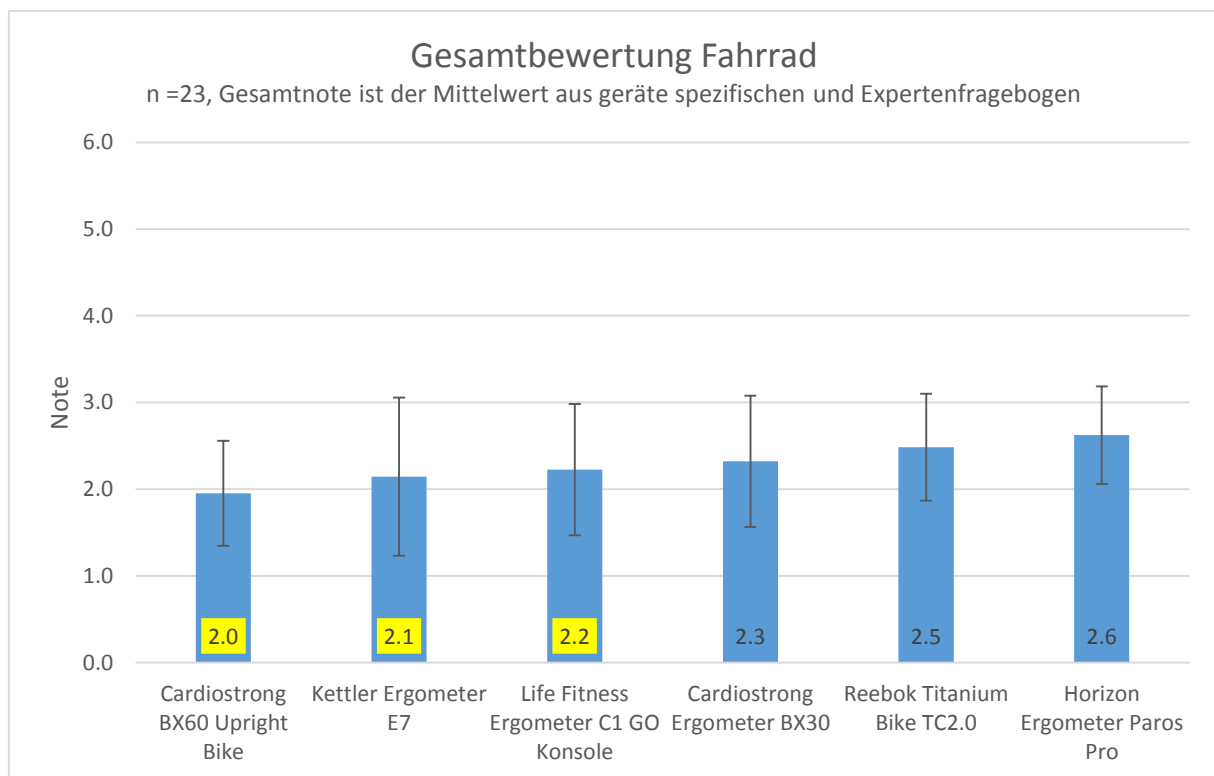


Abbildung 1: Gesamtsieger Fahrrad. Der gerätespezifische und der Expertenfragebogen sind hier bereits verrechnet.

Testsieger bei den Fahrradergometern wurde das Cardiostrong BX60 Upright Bike mit einer Gesamtnote von 2.0 (gut). Es setzt sich in allen Kategorien des gerätespezifischen Fragebogens durch (Display, Gerätewiderstand (geteilt mit Life Fitness Ergometer C1 GO Konsole), Ergonomie / Bewegungsablauf, Programme / Features und Sicherheit).

In den Kategorien des Expertenfragebogens „Ergonomie/Bewegungsablauf“ teilen sich den ersten Platz das Cardiostrong Ergometer BX60 und das Kettler Ergometer E7 mit einer Gesamtnote von 1.0 (sehr gut). In der Kategorie „Belastungskontrolle“ schneidet das Cardiostrong Ergometer BX60 mit einer Gesamtnote von 2.0 (gut) ab (beste Note im Test). In der Kategorie „Programme/Features“ erreichen drei Geräte die Gesamtnote 1.0 (sehr gut) u.a. das Cardiostrong Ergometer BX60 und Kettler Ergometer E7. Die beste „Ausstattung“ haben mit einer Gesamtnote von 2.0 (gut) u.a. das Cardiostrong Ergometer BX60.

Crosstrainer:

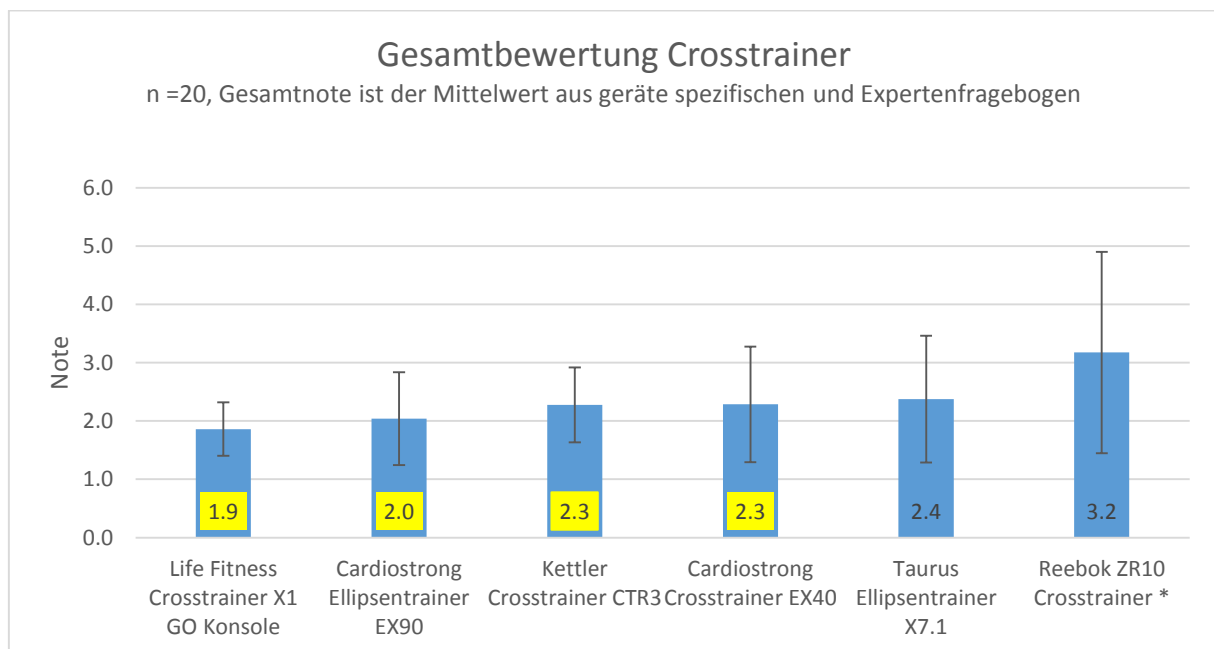


Abbildung 2: Gesamtsieger Crosstrainer. Der gerätespezifische und der Expertenfragebogen sind hier bereits verrechnet. * Das Gerät Reebok ZR10 wurde aus der Wwertung genommen, da das Gerät nach fünf Probanden nicht mehr funktionsfähig war.

Testsieger bei den Crosstrainern wurde der Life Fitness Crosstrainer X1 GO Konsole mit einer Gesamtnote von 1.9 (gut). Das Gerät setzt sich in allen Kategorien den gerätespezifischen Fragebogen durch. (Display (geteilt mit Cardiostrong Ellipsentrainer EX90), Gerätewiderstand (geteilt mit Life Fitness Ergometer C1 GO Konsole), Ergonomie / Bewegungsablauf, Programme / Features (geteilt mit Life Fitness Ergometer C1 GO Konsole) und Sicherheit).

In den Kategorien des Expertenfragebogens setzt sich das Life Fitness Crosstrainer X1 GO Konsole in vier der sieben Kategorien durch. Bei der „Belastungskontrolle“

haben vier Geräte die Note 1.0: u.a. der Life Fitness Crosstrainer X1 Go Konsole sowie der Cardiostrong Ellipsentrainer EX90. In der Kategorie „Programme / Features“ teilen sich drei Geräte mit einer Note von 1.0 den ersten Platz: u.a. Life Fitness Crosstrainer X1 Go Konsole und der Cardiostrong Ellipsentrainer EX90. In der „Ausstattung“ haben vier Geräte die beste Note mit 2.0: u.a. der Life Fitness Crosstrainer X1 Go Konsole sowie der Cardiostrong Ellipsentrainer EX90. In der Kategorie „Sicherheit und Verarbeitung“ erreicht der Life Fitness Crosstrainer X1 Go Konsole den ersten Platz mit einer Note von 1.3 (geteilt mit dem Kettler Crosstrainer CTR3).

Laufbänder:

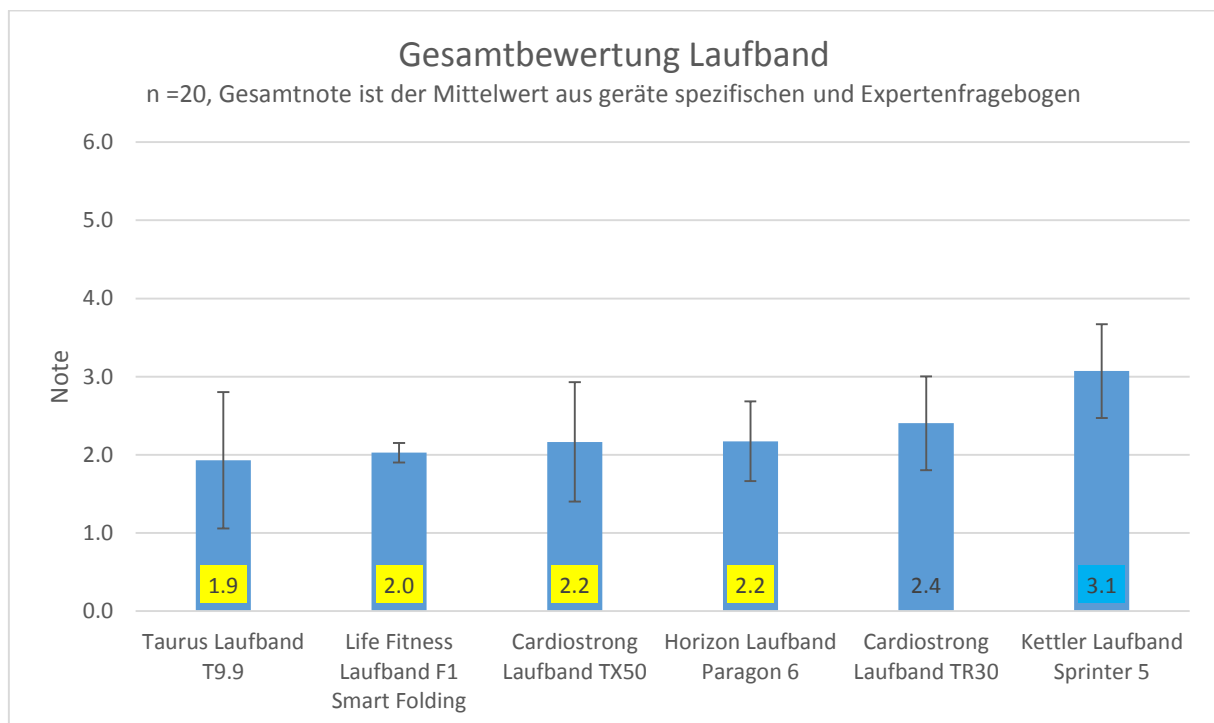


Abbildung 3: Gesamtsieger Laufbänder. Der gerätespezifische und der Expertenfragebogen sind hier bereits verrechnet.

Testsieger bei den Laufbändern wurde das Taurus Laufband T9.9 mit einer Gesamtnote von 1.9 (gut). Im gerätespezifischen Fragebogen setzt sich in allen Kategorien das Life Fitness Laufband F1 Smart Folding durch. Das Taurus T9.9 wurde in den Kategorien Display, Ergonomie / Bewegungsablauf und Programme / Features zweiter.

Im Expertenfragebogen gewann das Taurus Laufband T9.9 sieben der acht Kategorien. In den Kategorien „Ergonomie/Bewegungsablauf und Belastungskontrolle“ gewinnt das Taurus Laufband T9.9 mit einer Gesamtnote von 1.0 (sehr gut). In den Kategorien „Montage/Aufbau/Wartung“ bzw. „Sicherheit und Verarbeitung“ gewinnen das Taurus

Laufband T9.9 mit der Gesamtnote von 1.3 (sehr gut) bzw. 1.7 (gut) (geteilt mit dem Life Fitness Laufband F1). Die Kategorie „Display“ gewinnen je mit einer Gesamtnote von 1.0 (sehr gut) u.a. das Geräte Taurus Laufband T9.9. In den Kategorien „Motor/Leistung“ bzw. Programme/Features setzen sich mit einer Gesamtnote von 1.0 (sehr gut) bzw. 1.3 (sehr gut) das Taurus Laufband T9.9 und das Cardiostrong Laufband TX50 durch.

2. Preis/Leistung

Der Sieger in der **Kategorie Preis / Leistung** wurde folgendermaßen ermittelt. Die tatsächlich erreichte Gesamtpunktzahl³ des gerätespezifischen Fragebogens sowie des Expertenfragebogens wurde mit der maximal erreichbaren Gesamtpunktezahl zu Prozentpunkten (erreichte Punktzahl/maximale Gesamtpunktzahl) verrechnet. Dann wurde mit dem Preis des Gerätes das Verhältnis zu Prozentpunkten berechnet. Das bedeutet, das Preis / Leistungsverhältnis gibt an wie viele Euro man für einen Prozentpunkt bezahlen muss. Sieger wurde das Gerät, dessen Prozentpunkt am billigsten war.

Fahrrad:

Tabelle 1: Gesamtsieger Fahrrad in der Kategorie Preis/Leistung

Gerät	Cardiostrong Ergometer BX30	Horizon Ergometer Paros Pro	Reebok Titanium Bike TC2.0	Cardiostrong BX60 Upright Bike	Kettler Ergometer E7	Life Fitness Ergometer C1 GO Konsole
Prozentpkt	80,1	76,7	73,7	84,7	76,4	77,8
Preis	399,0	399,0	599,0	699,0	899,0	1095,0
Preis/%-Pkt.	5,0	5,2	8,1	8,3	11,8	14,1
Platzierung	1.	2.	3.	4.	5.	6.

³ Die Gesamtpunktzahl ist invers zur Note. Das bedeutet, dass die Note 1 („sehr gut“ bzw. „sehr zufrieden“) einen Punktwert von 6 bedeutet. Berechnet wurde die Punktzahl mit folgender Formel: „Punktzahl = 7 – erhaltene Note“.

Crosstrainer:

Tabelle 2: Gesamtsieger Crosstrainer in der Kategorie Preis/Leistung. * Das Geröte Reebok ZR10 wurde aus der Wertung genommen, da das Gerät nach fünf Probanden nicht mehr funktionsfähig war, obwohl es vermutlich in dieser Kategorie der Testsieger geworden wäre.

Gerät	Cardiostrong Crosstrainer EX40	Kettler Cross-trainer CTR3	Taurus Ellipsentrainer X7.1	Life Fitness Cross-trainer X1 GO Konsole	Cardiostrong Ellipsentrainer EX90	Reebok ZR10 Cross-trainer
Prozentpkt	77,1	78,3	76,6	84,1	78,6	64,0
Preis	799	899	899	1695	2499	599
Preis/%-Pkt.	10,4	11,5	11,7	20,2	31,8	9,4
Platzierung	1.	2.	3.	4.	5.	*

Laufband:

Tabelle 3: Gesamtsieger Laufbänder in der Kategorie Preis/Leistung

Gerät	Kettler Laufband Sprinter 5	Cardiostrong Laufband TR30	Cardiostrong Laufband TX50	Life Fitness Laufband F1 Smart Folding	Horizon Laufband Paragon 6	Taurus Laufband T9.9
Prozentpkt	55,2	63,2	61,4	76,2	58,0	63,5
Preis	799	999	1499	2195	1699	2499
Preis/%-Pkt.	14,5	15,8	24,4	28,8	29,3	39,3
Platzierung	1.	2.	3.	4.	5.	6.

Fazit: Preis/Leistung:

Aufgrund der geringen Anzahl der Geräte in Relation zur Preisspanne, setzen sich die Geräte, die einen niedrigeren Preis haben, in der Kategorie Preis/Leistung durch. Einzige Ausnahme ist in der Gerätegruppe Crosstrainer der Reebok ZR10 Crosstrainer, der mit seiner Leistung nicht überzeugen konnte. Zudem war das Gerät nach fünf Probanden nicht mehr funktionsfähig.

3. Physiologische Leistungstests

Der Fokus der Herzfrequenzmessung war der Vergleich der geräteinternen Berechnung der Herzfrequenz mit der Messung durch eine Polaruhr RS 800x. Die Genauigkeit der Messung hat eine Relevanz in der zu wählenden Belastung am Gerät. Die Herzfrequenz ist aus sportwissenschaftlicher Sicht ein sehr wichtiger Trainingsindikator. Er kann unter anderen angeben in welchen Stoffwechselbereichen man trainiert. Ist die Angabe fehlerhaft, kann dies dazu führen, dass man sich zu stark bzw. zu wenig belastet und man nicht den gewünschten Trainingseffekt erzielen kann.

Fahrrad:

Tabelle 4: Gesamtsieger in der Kategorie "Herzfrequenzmessung" Fahrrad. MW = mittlere Abweichung

	Life Fitness Ergometer C1 GO Konsole	Kettler Ergometer E7	Cardiostrong BX60 Upright Bike	Horizon Ergometer Paros Pro	Reebok Titanium Bike TC2.0	Cardiostrong Ergometer BX30
MW	1,5	2,8	3,1	3,9	6,7	11,3
SD	1,4	4,7	5,9	5,9	5,8	9,8
Platzierung	1	2	3	4	5	6

Crosstrainer:

Tabelle 5: Gesamtsieger in der Kategorie "Herzfrequenzmessung" Crosstrainer. * Das Geröte Reebok ZR10 wurde aus der Wertung genommen, da das Gerät nach fünf Probanden nicht mehr funktionsfähig war, obwohl es vermutlich in dieser Kategorie der Testsieger geworden wäre. MW = mittlere Abweichung

	Life Fitness Crosstrainer X1 GO Konsole	Kettler Crosstrainer CTR3	Reebok ZR10 Crosstrainer	Cardiostrong Crosstrainer EX40	Taurus Ellipsentrainer X7.1	Cardiostrong Ellipsentrainer EX90
MW	1,7	6,6	28,4	38,5	49,5	58,8
SD	1,8	6,3	21,2	17,5	17,0	14,7
Platzierung	1	2	3	4	5	6

Laufbänder:

Tabelle 6: Gesamtsieger in der Kategorie "Herzfrequenzmessung" Laufbänder. MW = mittlere Abweichung

	Life Fitness Laufband F1 Smart Folding	Kettler Laufband Sprinter 5	Cardiostrong Laufband TX50	Horizon Laufband Paragon 6	Cardiostrong Laufband TR30	Taurus Laufband T9.9
MW	6,1	30,9	38,1	42,1	42,2	45,5
SD	8,2	18,7	19,5	21,7	16,4	16,3
Platzierung	1	2	3	4	5	6

Fazit:

Berücksichtigt man die Bewegung, die auf der jeweiligen Gerätgruppe ausführt, macht eine stationäre Herzfrequenzmessung nur für die Kategorie Fahrradergometer Sinn.

Bis auf das Cardiostrong Ergometer BX30 zeigen die Fahrräder sehr gute Ergebnisse bei der Herzfrequenzmessung. Das BX30 hat eine mittlere Abweichung von 11.3 Schlägen und liegt damit bei der Abweichung der Herzfrequenz über dem geeigneten Maß⁴ von 7Schlägen pro Minute. Es ist damit für den Einsatz einer Herzfrequenzmessung durch die Sensoren am Gerät während eines Trainings ungeeignet. Es unterscheidet sich bis auf den Vergleich mit dem Fahrrad Reebok Titanium Bike TC2.0 statistisch signifikant von allen anderen Rädern. Bis auf das Cardiostrong Ergometer BX30 haben alle Geräte die Eignung die Herzfrequenz mittels der Handsensoren am Gerät zu kontrollieren.

⁴ Als geeignetes Maß wird hier folgendes angenommen: Eine moderate Trainingsherzfrequenz liegt zwischen 140 und 150 Schlägen pro Minute. Als geeignet wird eine Abweichung von 5% angenommen. Dies entspricht als Grenze einer Herzfrequenz von ~7 Schlägen pro Minute.

Folgende Fahrräder werden hinsichtlich der Verwendung der geräteeigenen Herzfrequenzmessung als ungeeignet eingestuft:

Fahrräder:

- **Cardiostrong Ergometer BX30**

Crosstrainer:

- **Reebok ZR10 Crosstrainer**
- **Cardiostrong Crosstrainer EX40**
- **Taurus Ellipsentrainer X7.1**
- **Cardiostrong Ellipsentrainer EX90**

Laufbänder:

- **Kettler Laufband Sprinter 5**
- **Cardiostrong Laufband TX50**
- **Horizon Laufband Paragon 6**
- **Cardiostrong Laufband TR30**
- **Taurus Laufband T9.9**

Die Verwendung der Handsensoren führt sowohl bei den Crosstrainern als auch den Laufbändern zu einem nicht-physiologischen Bewegungsmuster.

Für eine gelegentliche Kontrolle der Herzfrequenz⁵ während des Trainings eignet sich bei den Laufbändern lediglich das Laufband der Firma Life Fitness F1, das mit einer mittleren Abweichung von 6.1 Schlägen/Minute statistisch signifikant

⁵ Die Dauer einer Messung betrug pro Messzeitpunkt ca. 20s, d.h. die Probanden mussten die Hände immer wieder neu auf die Sensoren legen. Es gab insgesamt jede Minute einen Messzeitpunkt, d.h. insgesamt 9 Messzeitpunkte.

bessere Werte aufweist als alle anderen Geräte im Vergleich. Alle anderen Geräte sind unter dem Aspekt der Kontrolle der Trainingsherzfrequenz ungeeignet.

Bei den Crosstrainern unterschieden sich alle Geräte statistisch signifikant von dem Gerät der Firma Life Fitness Crosstrainer X1 GO Konsole. Aus der physiologischen Betrachtungsweise sind nur die Geräte der Firma Life Fitness Crosstrainer X1 GO Konsole und der Kettler Crosstrainer CTR3 für eine gelegentliche Kontrolle der Herzfrequenz geeignet, da sie im Mittel eine Abweichung von unter 7 Schläge/Minute haben.

Aus Produktionssicht ist den Herstellern der Crosstrainer zu empfehlen die Handsensoren in die Armstangen zu platzieren, damit eine permanente Herzfrequenzkontrolle erfolgen kann, ähnlich wie bei den Fahrrädern. Die Vermutung liegt nahe, dass die Qualität der Messung durch die geräteeigene Handsensorik verbessert werden wird.

4. Biomechanische Leistungstests

a. Druckmessung

Die Druckmessung wurde für zwei Gerätegruppen, den Laufbänder und den Crosstrainer, durchgeführt. Es wurden drei Parameter für die Druckmessung erhoben: Der gemittelte Maximaldruck unter dem gesamten Fuß, der gemittelte Maximaldruck unter dem Vorfuß sowie der gemittelte Maximaldruck unter dem Rückfuß. Der gemittelte Maximaldruck ist der Mittelwert aller Druckmaxima pro Sensor, der einschließlich mit der Streuung des Mittelwertes angegeben wurde.

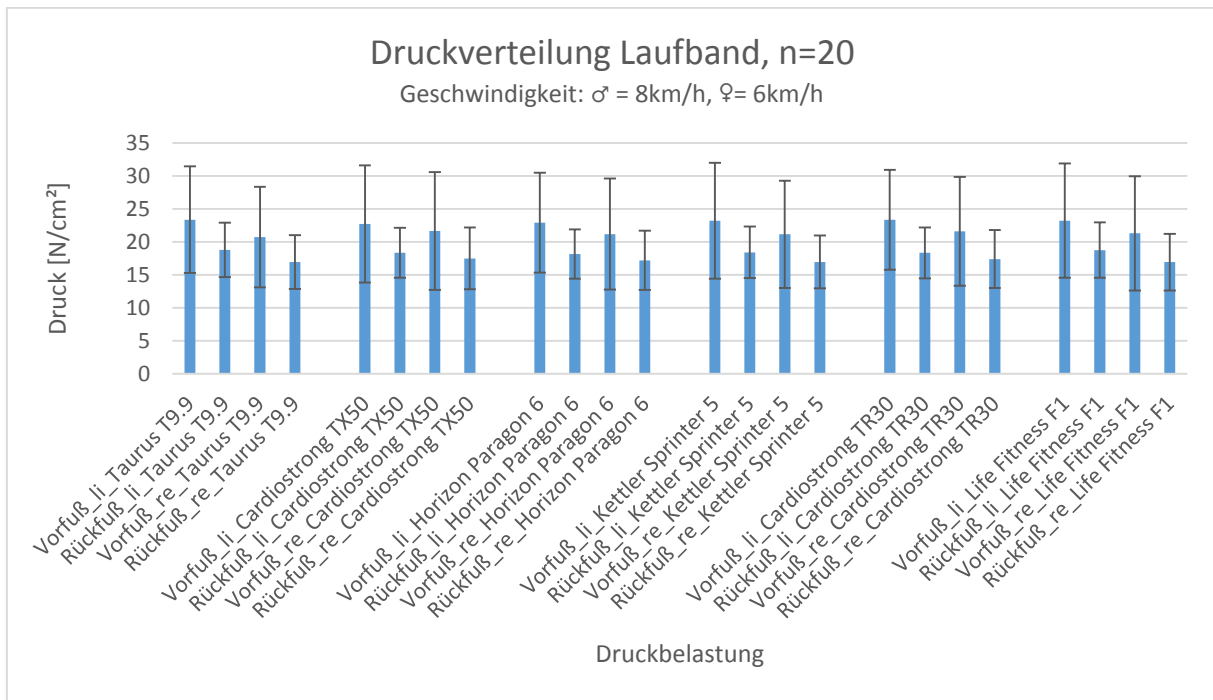


Abbildung 4: Vergleich der Druckverteilung pro Gerät zwischen links und rechts und Vorfuß und Rückfuß. Ein Block beschreibt immer ein Gerät. Die Säulen nacheinander beschreiben der Vergleich zwischen Vor- und Rückfuß. Der Vergleich zwischen links und rechts sind immer die Säule 1 und 3 sowie 2 und 4.

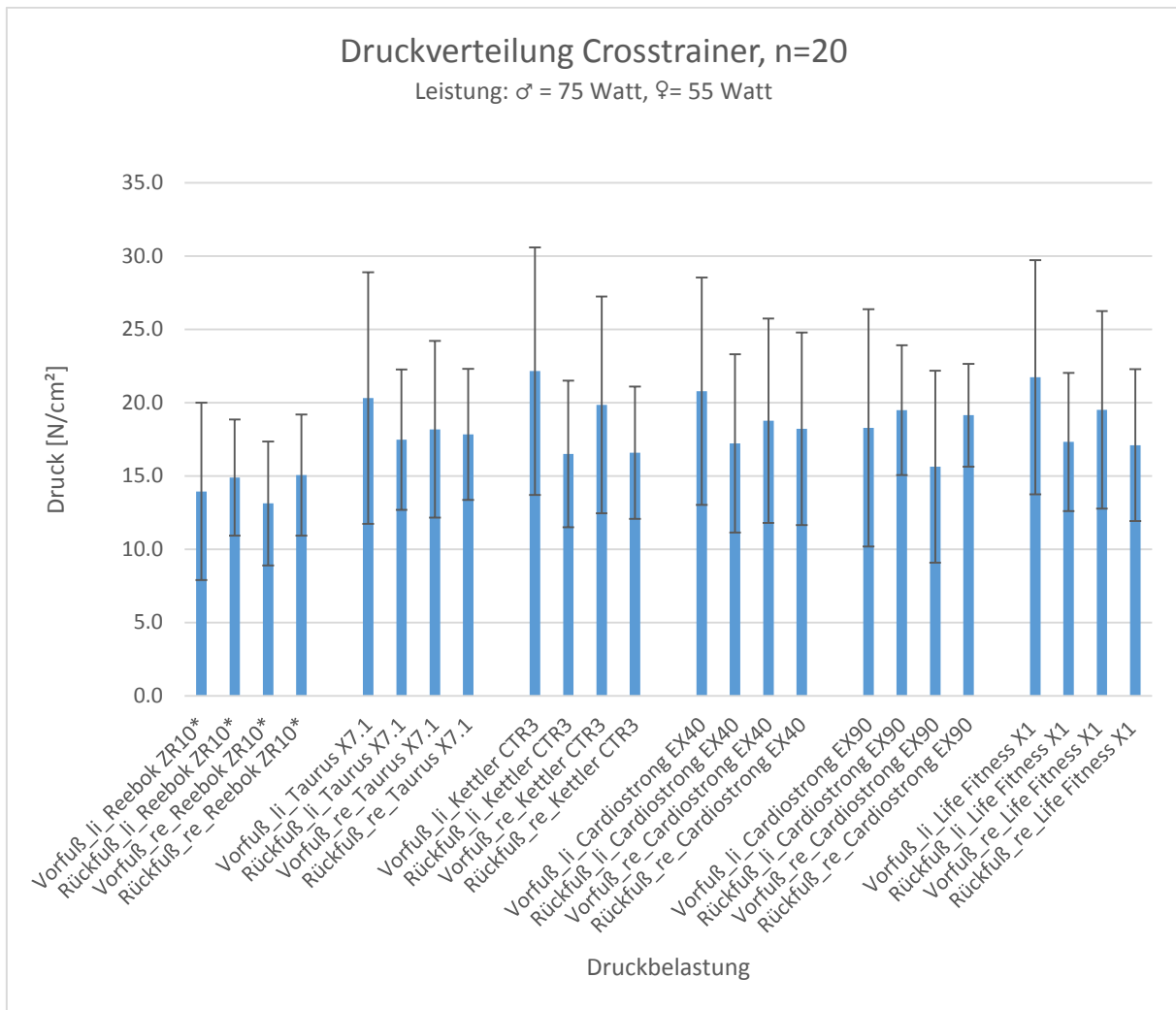


Abbildung 5: Vergleich der gemittelten maximalen Druckverteilung pro Gerät zwischen links und rechts und Vorfuß und Rückfuß. Ein Block beschreibt immer ein Gerät. Die Säulen nacheinander beschreiben der Vergleich zwischen Vor- und Rückfuß. Der Vergleich zwischen links und rechts sind immer die Säule 1 und 3 sowie 2 und 4. * Das Geröte Reebok ZR10 wurde aus der Wwertung genommen, da das Gerät nach fünf Probanden nicht mehr funktionsfähig war.

Fazit Druckmessung:

Für die Crosstrainer ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede. Auffällig ist das Gerät Cardiostrong Ellipsentrainer EX90, das als einziges Gerät eine höhere Rückfußbelastung hat. Alle anderen Geräte haben eine höhere Vorfußbelastung.

Die Laufbänder zeigen eine signifikant höhere Vorfußbelastung beim Laufen, was einem normalen physiologischen Muster entspricht. Ansonsten liegen weder in der Höhe des Druckes noch im Vergleich zwischen links und rechts Unterschiede vor.

Die Literatur zeigt, dass die absoluten Druckwerte auf dem Laufband bei gleicher Geschwindigkeit mit dem Laufen/schnellen Gehen auf freier Strecke vergleichbar ist (Pataky et al. 2008)⁶. Es zeigen sich mittlere Maximaldruckwerte um die 15 – 20 N/cm². Unter dem Aspekt der Gelenkbelastung sind somit alle Laufbänder für das alltägliche Training geeignet. Sie bieten somit eine sehr gute Alternative zum Laufen auf freier Strecke.

b. Elektromyographie

Die Messung des EMG wurde nur für die Gerätegruppe der Crosstrainer durchgeführt. Der Hintergrund liegt darin begründet, dass die Ausführungen der Crosstrainer unterschiedlich sind. Sie haben das Schwungrad an unterschiedlichen Stellen wodurch es zu unterschiedlichen Geometrien kommt und deshalb Unterschiede im Aktivitätsmuster zu erwarten sind.

Für die Messung wurden ausschließlich Muskeln der unteren Extremität verwendet:

- Hüftbeuger: m. rectus femoris, m. tensor fasciae latae
- Hüftstrecker: m. biceps femoris, m. gluteus maximus, m.semitendinosus
- Kniebeuger: m. biceps femoris, m.semitendinosus
- Kniestrecker: m. rectus femoris, mm. vastei medialis & lateralis, m. quadriceps femoris
- Sprunggelenkbeuger: m. tibialis anterior
- Sprunggelenkstrecker: m.triceps surae

Die einzelnen Muskeln wurden zu Muskelgruppen zusammengeführt um einen besseren Eindruck über die Funktion zu bekommen. Für alle Muskeln wurden maximale, willentliche Kontraktionen (= MVC (maximal voluntary contraction)) durchgeführt. Dabei wurden die EMG Signale der Muskeln während der maximalen Kontraktion gemessen, sodass eine Normierung auf 100% möglich war. Somit kann man ableiten wie aktiv ein Muskel im Verhältnis zu seiner Maximalkraft während der Testung war

⁶ Pataky, T.C., et al., *New insights into the plantar pressure correlates of walking speed using pedobarographic statistical parametric mapping (pSPM)*. J Biomech, 2008. 41(9): p. 1987-94.

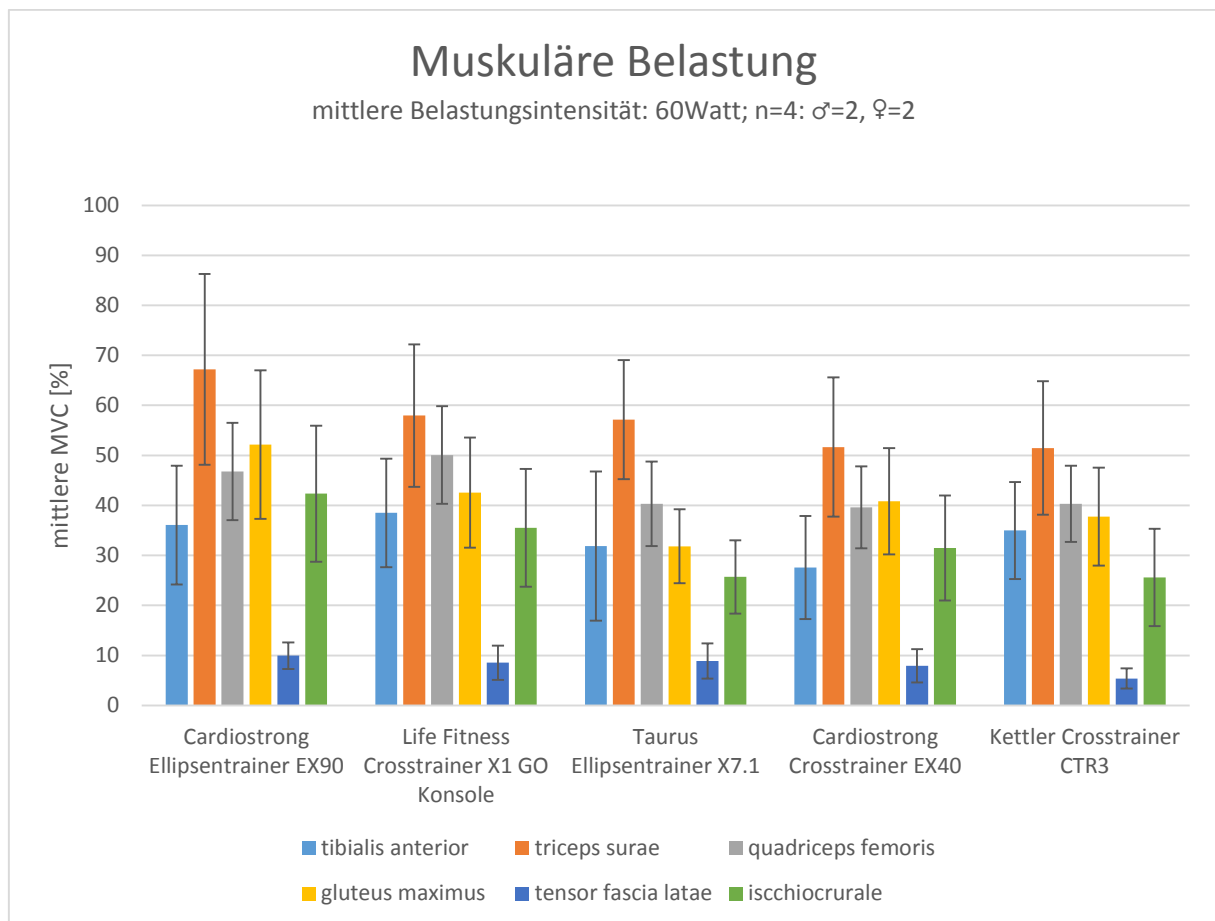


Abbildung 6: Zeigt die muskuläre Belastung der einzelnen Crosstrainer auf die Muskulatur der unteren Extremität.

Fazit EMG

Man sieht bei den Geräten, deren Schwungmasse oberhalb der Trittflächen gelagert ist, mehr muskuläre Aktivität. Dieser Umstand trifft vor allem für den Cardiostrong Ellipsentrainer EX90 und den Life Fitness Crosstrainer X1 GO Konsole zu.

Die Druckmessung des Cardiostrong Ellipsentrainer EX90 zeigt eine höhere Rückfußbelastung als am Vorfuß. Dieser Umstand und das Abheben der Ferse während der Bewegung führen zu einer erhöhten Aktivität der Wadenmuskulatur.

Wenn man nach dem Kriterium der muskulären Aktivität geht und man ist daran interessiert bei gleicher Arbeit mehr muskuläre Aktivität der unteren Extremität während des Trainings zu erreichen, sind die beiden Geräte von Cardiostrong

Ellipsentrainer EX90 und den Life Fitness Crosstrainer X1 GO Konsole die Test-sieger. Bei diesen Geräten werden während des Trainings bei einer Intensität von 60 Watt die Muskeln der unteren Extremität stärker belastet, d.h. bei gleicher Zeit wird ein größerer Anteil der Muskulatur belastet.