

# Eigenschaften sensomotorischer Trainingsgeräte

## Eine explorative und experimentelle Pilotstudie

Annaursina Grass und Corinne Lammer, BSc PHY15

### Einleitung und Grundlagen

In der Physiotherapie wird oft auf passiven, instabilen Trainingsgeräten trainiert. Werden passive Geräte verwendet, ist meist unklar, welche Amplituden und Geschwindigkeiten erreicht werden und in welchem Frequenzbereich sie schwingen. Beispielsweise müsste ein Gerät zur Ergänzung eines Gangtrainings oder zur Prävention eines Supinationstraumas mit ungefähr 2 Hz schwingen<sup>1,2,3</sup>. Es ist auch unklar, in welchem Bezug diese Parameter zum subjektiv empfundenen Schwierigkeitsgrad stehen. Allerdings wären alle diese Informationen wichtig, um die Geräte im Physiotherapiealltag zielgerichtet einzusetzen.

### Fragestellung

Mit welchen Amplituden und Geschwindigkeiten und in welchen

### Ergebnisse

#### BFH Kippbrett (BFH)



Abb. 1: BFH S

- Tiefe Höhe und grosser Radius (BFH L)
- Hohe Höhe und grosser Radius (BFH LH)
- Tiefe Höhe und kleiner Radius (BFH S)

#### Kettenbrett (Kebr)



Abb. 2: Kebr L2

- Kurze Kette, Länge 1 (L1)
- Lange Kette, Länge 2 (L2)

#### Sensoboard (Senso)



Abb. 3: Senso L1

- Viel Vorspannung durch die Bänder, Level 1 (L1)
- Wenig Vorspannung durch die Bänder, Level 2 (L2)

#### Togu Posturedo (Togu)



Abb. 4: Togu w

- Wenig Druck im Luftkissen, weich (w)
- Viel Druck im Luftkissen, hart (h)

Abb. 1-4 zeigen die vier ausgewählten Testgeräte. Rechts davon sind die gewählten Einstellungen aufgelistet.

Im Mittel liegen die Medianfrequenzen der Geschwindigkeit zwischen 3.15 Hz und 5.4 Hz (Abb. 7). Betrachtet man die Leistungsdichtespektren (hier am Beispiel des BFH L, Abb. 6), so ist zu erkennen, dass bei allen neun Einstellungen Leistungsdichten um 2 Hz vorhanden sind. Beim BFH Kippbrett fällt auf, dass es durch die verschiedenen Einstellungen zu keinem Unterschied in der Medianfrequenz der Geschwindigkeit kommt. Die Amplitude und die von den Testpersonen empfundene Schwierigkeit sind jedoch beim kleinen Radius (BFH S) signifikant höher als beim BFH L mit grösserem Radius (Amplitude:  $p = 0.016$ , Schwierigkeit:  $p < 0.001$ ).

### Diskussion

Bei bisherigen Arbeiten zu Frequenzberechnungen (mit mittleren Frequenzen zwischen 0.5 und 2 Hz) wurde nur die Frequenz der Amplitude und nicht die Frequenz der Geschwindigkeit berücksichtigt<sup>4</sup>. Alle Geräte-Einstellungen weisen Leistungsdichten im Frequenzbereich um 2 Hz auf. Diese Frequenz wird theoretisch benötigt, um ein Gangtraining zu ergänzen oder einem Supinationstrauma vorzubeugen<sup>1,2,3</sup>.

Die Parameter verhalten sich pro Gerät sehr unterschiedlich, wahrscheinlich weil die Bewegungsrichtungen und Variationsmöglichkeiten, sowie die Materialien unterschiedlich sind, was den Vergleich der Geräte schwierig macht. Die Veränderung des Radius beeinflusst aufgrund der Messungen am BFH Kippbrett Amplitude und Schwierigkeit, nicht aber die Frequenzen. Der Einfluss auf die Geschwindigkeit müsste mit weiteren Messungen mit mehr Personen untersucht werden.

Frequenzbereichen schwingen die ausgewählten Geräte? Gibt es einen Zusammenhang zum empfundenen Schwierigkeitsgrad?

### Methodik

Eine Literatur- und Internetrecherche wurde zum Grundlagenteil und den Gerätemodellen durchgeführt. Vier verstellbare Testgeräte unter 1500 Franken wurden ausgewählt und neun Messkonditionen festgelegt (siehe Abb. 1-4), welche von sechs Versuchspersonen je zweimal für 20 s getestet wurden. Bewegungsausmass (Amplitude) und Geschwindigkeit der Geräte wurden mit dem 3D Bewegungsmesssystem VICON erfasst. Die erhaltenen Daten wurden mit Nexus reduziert. Die Amplituden, Geschwindigkeiten und deren Frequenzen wurden mit Matlab ausgewertet. Die Statistik wurde mit R und R Studio berechnet. Der subjektive Schwierigkeitsgrad wurde mit einer Numerischen Rating-Skala (NRS, 0 = gar nicht schwierig, 10 = Maximale Schwierigkeit) aufgenommen.

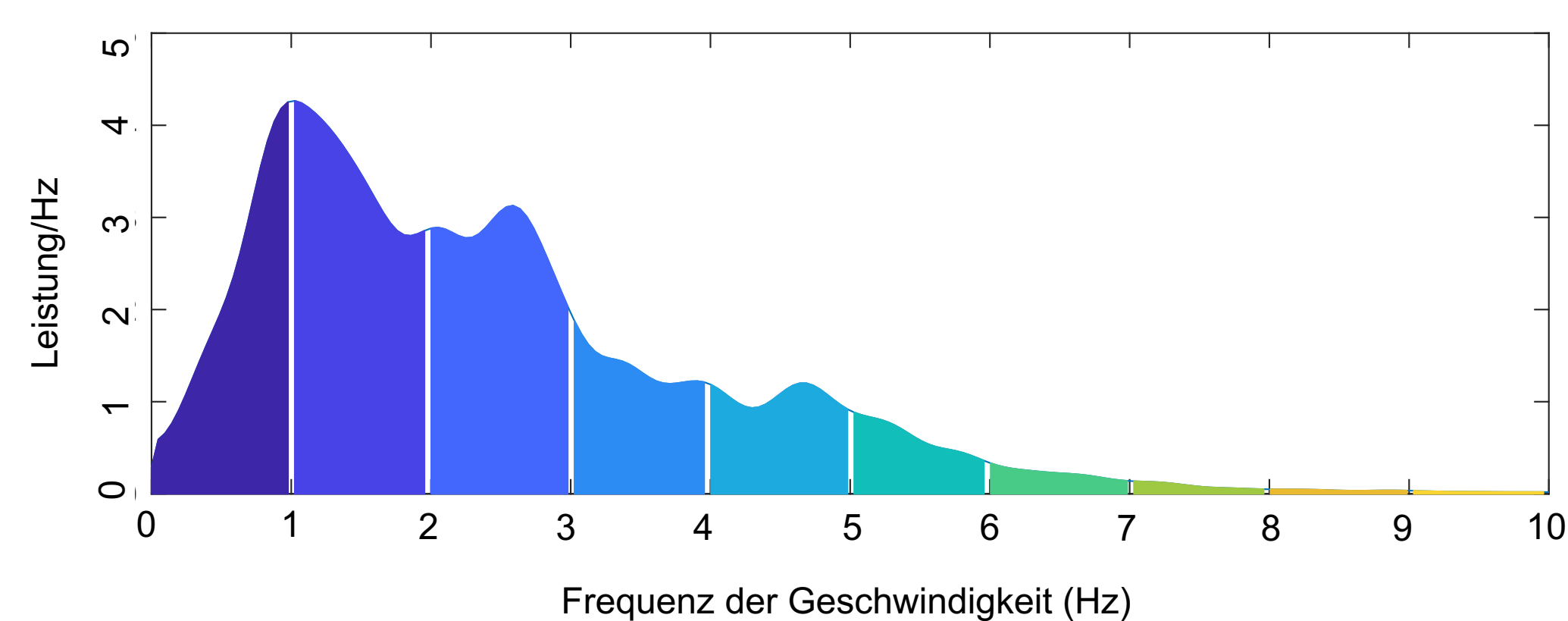


Abb. 6: Das Leistungsdichtespektrum zeigt die auf die Frequenz der Geschwindigkeit bezogene Leistung an, hier am Beispiel des BFH L

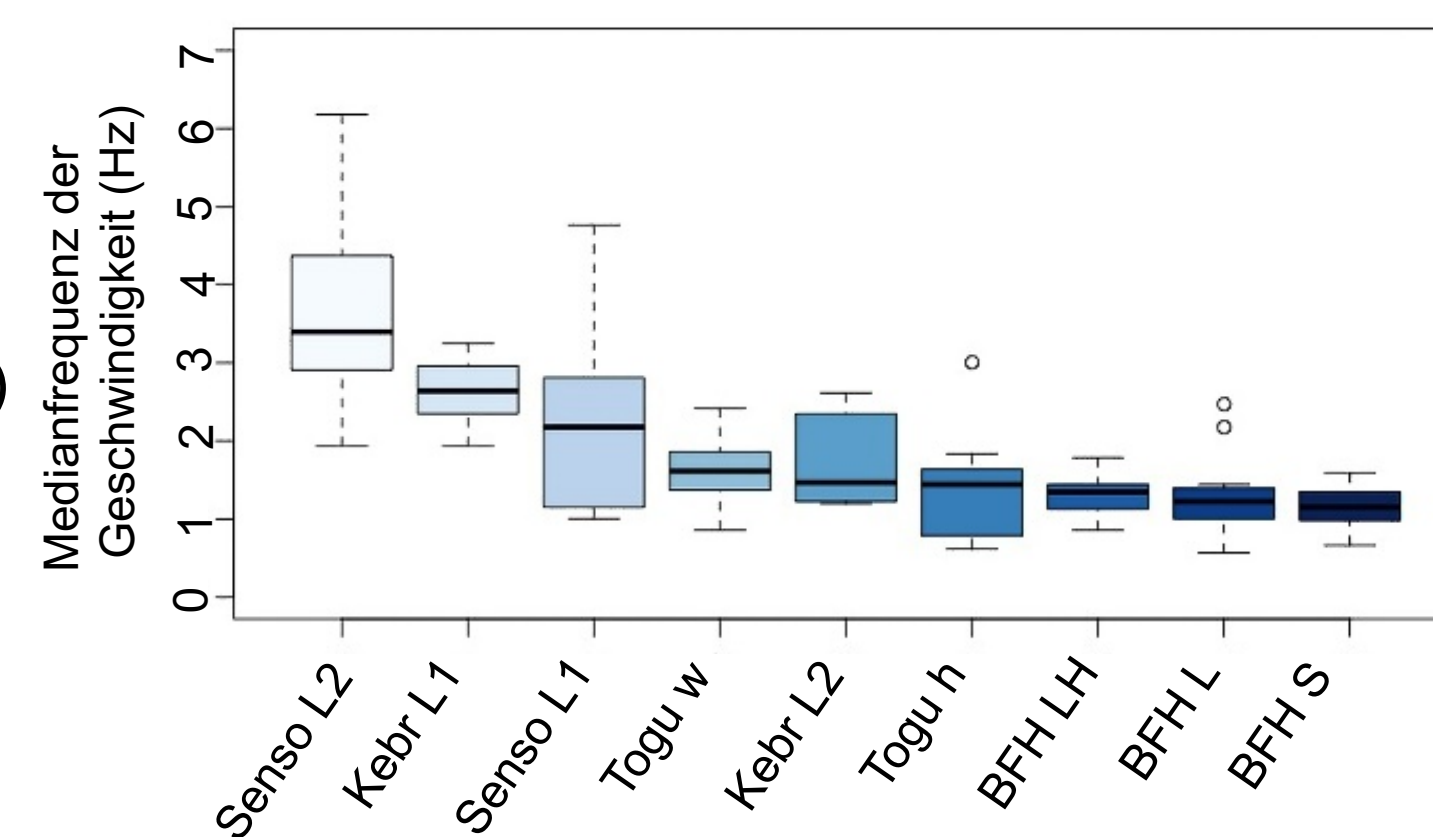


Abb. 7: Der Grösse nach geordnete Boxplots der Medianfrequenzen der Geschwindigkeit aller getesteten Einstellungen

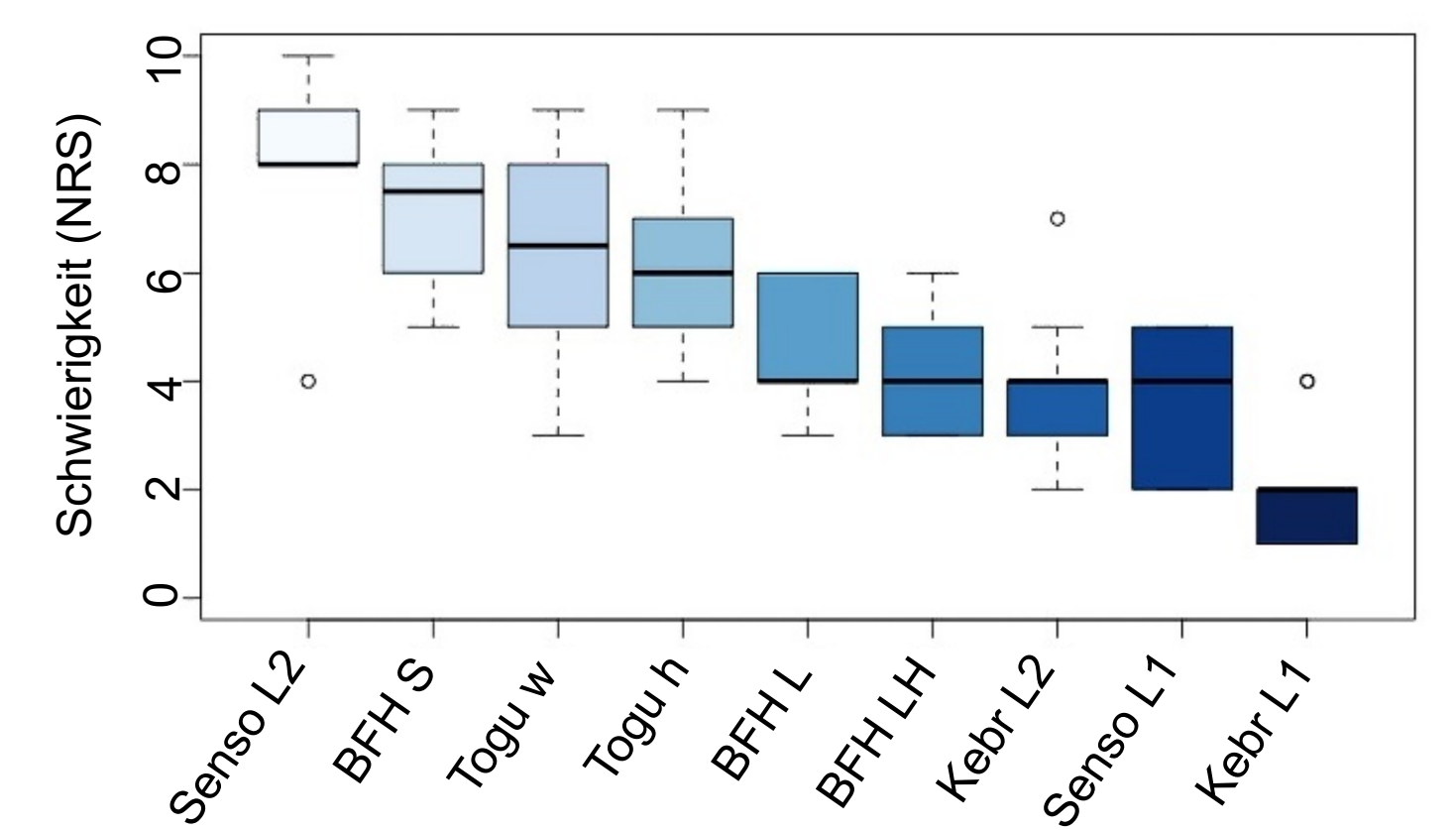


Abb. 8: Der Grösse nach geordnete Boxplots des subjektiven Schwierigkeitsgrads anhand der NRS

### Schlussfolgerungen

Passive, sensomotorische Trainingsgeräte schwingen mit deutlich höheren Frequenzen als bisher angenommen. Die gemessenen Geräte eignen sich theoretisch zur Ergänzung des Trainings von Alltagsaktivitäten wie Gehen oder zur Prävention eines Supinationstraumas. Diese Effekte müssten anhand von Interventionsstudien bestätigt werden.

Interessant bezüglich Variation und Steuerung des Trainings ist, dass sich mit dem grösseren Radius auch die Amplitude und die Schwierigkeit signifikant vergrösserten, nicht aber die Frequenzen. Um diese Tendenzen zu bestätigen und den Einfluss des Radius auf die Geschwindigkeit zu ermitteln, sind weitere Messungen mit mehr Probanden nötig. Auch um eine Aussage machen zu können, welcher der Parameter den grössten Einfluss auf die Muskelaktivität hat, sind weitere Untersuchungen mit EMG nötig.

Quellen  
<sup>1</sup>Kumar, P., Kumar, A., Racic, V., & Erlicher, S. (2019). Modelling vertical human walking forces using self-sustained oscillator. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 99, 345-363. doi:https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.06.014. <sup>2</sup>Stacoff, A., Diezi, C., Luder, G., Stussi, E., & Kramers-de Quervain, I. A. (2005). Ground reaction forces on stairs: effects of stair inclination and age. *Gait Posture*, 21(1), 24-38. doi:10.1016/j.gaitpost.2003.11.003. <sup>3</sup>Loehr, H., Alt, W., Gollhofer, A., & Rappe, B. (2000). Verletzungen am lateralen Kapselbandapparat des Sprunggelenks – eine Übersicht. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51(6), 196-203. <sup>4</sup>Lehmann, M., Ramseyer, C., Rölli, M., & Stucki, R. (2006). *Schwingungsfrequenzen verschiedener sensomotorischer Trainingsgeräte: fünf Geräte im Vergleich*. Bern: Bern: Ausbildungszentrum Insel.