

# Ist Haltung messbar?

## Die Validität, Hardware-Zuverlässigkeit und Bedienerfreundlichkeit eines elektronischen Haltungstrainers

Peter Fischer

### Zusammenfassung

*Eine Haltungskorrektur im Rahmen einer Ergonomieschulung bleibt oft ineffektiv, weil eine Haltungskontrolle im restlichen Alltag fehlt. Um Ärzten und Physiotherapeuten ein Instrument zu geben, mit dem sie ihre Klienten auch im Alltag effektiv trainieren lassen können, wurde ein elektronischer Haltungstrainer entwickelt.*

*Die vorliegende Studie testete den Haltungstrainer an 26 Probanden und kam zu dem Ergebnis, dass er ein bedienerfreundliches Mittel ist, um seine Benutzer valide und mit guter Hardware-Zuverlässigkeit an eine neutrale Haltung beim Heben, Stehen und Sitzen zu erinnern.*

### Schlüsselwörter

*Haltung – Feedback – Wirbelsäule – Flektion – Extension*

### Abstract

*Too often Posture training is ineffective, because it only takes place during short treatment sessions, while the vast remainder of the patient's activities of daily living goes unchecked. In order to extend the physician's and therapist's effectiveness into this area, an electronic posture trainer was developed.*

*In the present study, it was tested on 26 subjects. The conclusion was that the posture trainer provides a valid, reliable and user friendly reminder of neutral sitting, standing and lifting postures.*

### Key words

*Posture – feedback – spine – flexion – extension*

## 1 Hintergrund

Wichtig bei der Prävention der Volkskrankheit Rückenbeschwerden ist, wie aufrecht oder zusammengesunken die Haltung beim Sitzen und Heben ist<sup>3,4</sup>. Aber nicht nur die Wissenschaft sieht einen kausalen Zusammenhang zwischen Rückenbeschwerden und Haltung: Eine Umfrage der BKK unter 4 020 Personen im Jahr 2004 ergab, dass 77 Prozent der Befragten und 44 Prozent ihrer Ärzte eine falsche Körperhaltung für eine mögliche Ursache von Rückenschmerzen halten. Unter Physiotherapeuten und Arbeitsmedizinern dürfte diese Quote vermutlich nahe 100 Prozent liegen. Aber wie viel Aufrichten oder Zusammensinken ist am gesündesten? Bewiesen ist wenig. So lange es keine alltagsbegleitenden Langzeitstudien dazu gibt, muss

nach dem derzeitigen Stand der wissenschaftlichen Literatur<sup>3,4</sup> davon ausgegangen werden, dass sich Rückenbeschwerden beim Sitzen und Heben am ehesten wie folgt vermeiden lassen:

1. Heben: mit gestreckter Wirbelsäule, wie beim aufrechten Stehen.
2. Sitzen: mit einer dynamischen und neutralen Haltung (zwischen ganz zusammengesunken und überstreckt).

Die meisten Arbeitsmediziner und Physiotherapeuten werden diesen Prinzipien auch anhand praktischer Erfahrung gerne zustimmen. Ihre Umsetzung gestaltet sich dagegen weit schwieriger. Haltungstraining findet typischerweise innerhalb kurzer Schulungen oder Behandlungen statt, in denen es in der Regel darum geht, eine aufrechte Haltung zu fördern.

Mit wiederholtem Feedback durch den Therapeuten mag dies auch während 10 dieser 15 Minuten gelingen. Was aber geschieht außerhalb der Behandlung, in den restlichen Stunden des Tages, in denen Haltung hauptsächlich stattfindet? Um Physiotherapeuten und Ärzten ein Instrument zu geben, mit dem sie ihre Patienten auch im Alltag mit Feedback trainieren lassen können, wurde ein elektronischer Haltungstrainer entwickelt. Der Haltungstrainer erinnert per Vibrationsalarm an eine aufrechte Haltung, wenn die Wirbelsäule zu weit und zu lange zusammensinkt. Die Profiversion kann zudem die Haltungsdaten bei einer Messfrequenz von 1 Mal pro Sekunde, bis zu 200 Stunden lang aufzeichnen. Anhand solch einer Aufzeichnung ohne

Feedback lässt sich zum Beispiel feststellen, ob Therapie A oder B die Haltung effektiver fördert.

Das Ziel der Studie war festzustellen, ob der Haltungstrainer neutrale von nicht-neutralen Sitz-, Steh- und Hebehaltungen valide, und unter alltagsüblichen Schwankungen von Batteriespannung, Temperatur und elektromagnetischen Feldern auch zuverlässig unterscheiden kann.

## 2 Methoden

### 2.1 Probanden

Die Probanden waren 13 männliche und 13 weibliche Patienten einer physiotherapeutischen Praxis. Drei weitere Patienten wurden aufgrund der Ausschlusskriterien „2 oder mehr verblockte Wirbel“ und „Schmerzprovokation durch die getesteten Haltungen“ von der Studie ausgeschlossen. Der Versuch dauerte nur 5 Minuten je Proband und war nicht-invasiv. Aufgrund dieser geringen Anforderungen, stellten sich alle zufällig ausgewählten Patienten für die Studie zur Verfügung und erlaubten somit eine randomisierte, repräsentative Auswahl. Der durchschnittliche „body mass index“ (BMI,  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) der Probanden war 21.0 (zwischen 14.5–25.2) bei den Frauen und 23.9 (zwischen 19.4–31.8) bei den Männern. Das Durchschnittsalter lag bei 38 (zwischen 25–70) bei den Frauen und 36 (zwischen 21–71) bei den Männern.

### 2.2 Tester

Der Autor, ein Physiotherapeut mit langjähriger Erfahrung im Bereich Haltungstraining, plante die Studie und führte sie inklusive aller Messungen und Auswertungen durch.

### 2.3 Instrumentation

Der ZEGRA-Haltungstrainer (Abbildung 1) wurde zur elektronischen Aufzeichnung der thoracolumbalen Aufrichtung verwendet. Beim Einschalten merkt er sich die jeweilige Haltung und vibriert – wahlweise sofort oder erst nach einigen Sekunden – solange der Benutzer sich nicht weiter aufrichtet. In dieser Studie wurde er aber ohne Feedback, als reines Messgerät eingesetzt. Der Haltungstrainer wird über dem Xiphoid befestigt. Bei Männern wie bei einer Pulsuhr mit einem



Abbildung 1: Der Haltungstrainer; [www.haltungstrainer.de](http://www.haltungstrainer.de)

Fotos: Peter Fischer

Gurt, bei Frauen am BH (Abbildung 1). Er reagiert auf thoracolumbale Krümmungsänderungen und setzt diese in Form elektronischer Messwerte um. Sie sind ein ordinales Maß der thoracolumbalen Aufrichtung. Sie zeigen in anderen Worten, ob sich der Benutzer nach dem Anschalten des Haltungstrainers thoracolumbal mehr aufrichtet oder zusammensinkt. Ein Flektionswinkel der Wirbelsäule lässt sich daraus aber nicht berechnen. Um einen Zusammenhang zwischen den Haltungstrainerdaten und einer bestimmten Haltung herzustellen, kann diese Haltung aber eingenommen und an der Profiversion des Haltungstrainers per Knopfdruck während der Aufzeichnung markiert werden.

Die Haltungstrainer-Daten der aufrechten und gebückten Steh-Haltung wurden mit den entsprechenden Daten des modifizierten Schober-Tests verglichen, der eine hohe Validität aufweist (Pearson-Product-Moment Correlation Coefficient = .97 im Vergleich zur Röntgenmessung)<sup>6</sup>.

Bei diesem Test wird die Haut im aufrechten Stehen 5 cm unterhalb und 10 cm oberhalb des lumbosacralen Übergangs markiert. Bei der Flektion der Wirbelsäule kann per Maßband gemessen werden, wie sich die 15 cm-Entfernung zwischen den beiden Markierungen entsprechend der Hautdehnung vergrößert.

Per Augenmaß verifizierte der Tester, ob sich die thoracolumbale Wirbelsäule der Probanden tatsächlich entsprechend seiner Anweisung beugte (z.B.: „Lassen Sie sich entspannt zusammensinken.“) oder streckte (z.B.: „Gehen Sie ins Hohlkreuz.“).

Ein runder Hocker mit 32 cm Durchmesser und 45 cm Höhe diente als Sitz für alle Messungen im Sitzen. Zur Messung der Haltung beim Heben hielten die Probanden eine auf dem Boden stehende Kiste Mineralwasser (Höhe der Griff-Unterkante = 31 cm), ohne sie anzuheben.

### 2.4 Ablauf

Nachdem das Studiendesign durch die Ethikkommission der University of St. Augustine (USA) bewilligt worden war, wurde die Studie wie folgt ausgeführt:

- 1) Alle Probanden unterschrieben eine Einwilligungserklärung.
- 2) Geschlecht, Alter und BMI aller Probanden wurde festgehalten.
- 3) Die Probanden legten den Haltungstrainer per standardisierter Anleitung an.
- 4) Der Tester brachte die Schober-Markierungen bei den aufrecht stehenden Probanden an.
- 5) Die Probanden wurden aufgefordert, 6 verschiedene Haltungen einzunehmen. Haltungen, bei denen sich die thoracolumbale Wirbelsäule typischerweise nicht am Bewegungsende befindet, wurden als neutral bezeichnet, die anderen entsprechend als nicht-neutral.

Neutrale Haltungen

- Aufrechtes Sitzen: „Sitzen Sie aufrecht.“
- Aufrechtes Stehen: „Stehen Sie aufrecht.“
- Heben mit geradem Rücken: „Gehen Sie in die Hocke, packen die Kiste an den Griffen und lassen dabei Ihre Wirbelsäule gerade.“

Nicht-neutrale Haltungen

- Überstrecktes Sitzen: „Gehen Sie ins Hohlkreuz.“
- Zusammengesunkenes Sitzen: „Lassen Sie sich entspannt zusammensinken.“
- Gebücktes Heben: „Bücken Sie sich und packen die Kiste an den Griffen.“

6) Die Schober-Werte der Haltungen „aufrechtes Stehen“ und „gebücktes Heben“ und die Haltungstrainer-Werte aller Haltungen wurden vom Tester notiert.

## 2.5 Biostatistik

Die absoluten Haltungstrainer-Werte hängen nicht nur vom Grad der thoracolumbalen Aufrichtung ab, sondern auch von der Oberflächenkontur und -konsistenz im Bereich des Processus xiphoideus. Da diese bei jedem unterschiedlich ist, lassen die gleichen Haltungstrainer-Werte zweier Personen nicht den Schluss zu, dass auch die Krümmung der Wirbelsäule gleich ist. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden daher das aufrechte Stehen aller Personen als 0 definiert und alle anderen Werte als Differenz zu dieser 0. Das heißt, es wurden keine Absolutwerte untersucht, sondern nur, wie sich die anderen Haltungen vom aufrechten Stehen unterschieden.

Das gleiche Prinzip wurde auf die Schober-Werte angewendet: das heißt, von den Schober-Werten wurden immer 15 cm subtrahiert, so dass der Wert der aufrechten Stehhaltung bei allen Probanden 0 war und die Werte der anderen Haltungen im Vergleich zu dieser 0 zu sehen sind.

## 2.6 Signifikanz

Als Maß der Signifikanz wurde  $\alpha = 0.05$  vorgegeben. Das heißt, die Chance, dass die Studie fälschlicherweise zu dem Schluss kommt, dass der Haltungstrainer neutrale und nicht-neutrale Haltungen unterscheiden kann, darf maximal 5 Prozent betragen. Je kleiner der  $\alpha$ -Wert, desto besser.

## 2.7 Power

Für eine ausreichende Power wurden  $\geq 0.8$  angesetzt. Das heißt, die Chance, dass die Studie fälschlicherweise zu dem Schluss kommt, dass der Haltungstrainer neutrale und nicht-neutrale Haltungen nicht unterscheiden kann, darf maximal 20 Prozent betragen. Je größer die Power, desto besser.

## 2.8 Stichprobenumfang

Der Stichprobenumfang von  $n = 13$  basiert auf einer Pilotstudie mit  $n = 4$  Männern und einer kleinsten Effektgröße von

1.02 beim Vergleich von aufrechtem und überstrecktem Sitzen.

Basierend auf dieser Effektgröße ist ein Stichprobenumfang von  $n = 13$  notwendig um eine statistische Power von  $\geq 0.8$  zu erreichen<sup>5</sup>.

Um eine geschlechtsspezifische Bewertung zu ermöglichen, wurden alle Tests in separaten Gruppen von Frauen und Männern mit jeweils  $n = 13$  durchgeführt.

## 2.9 Interne Validität

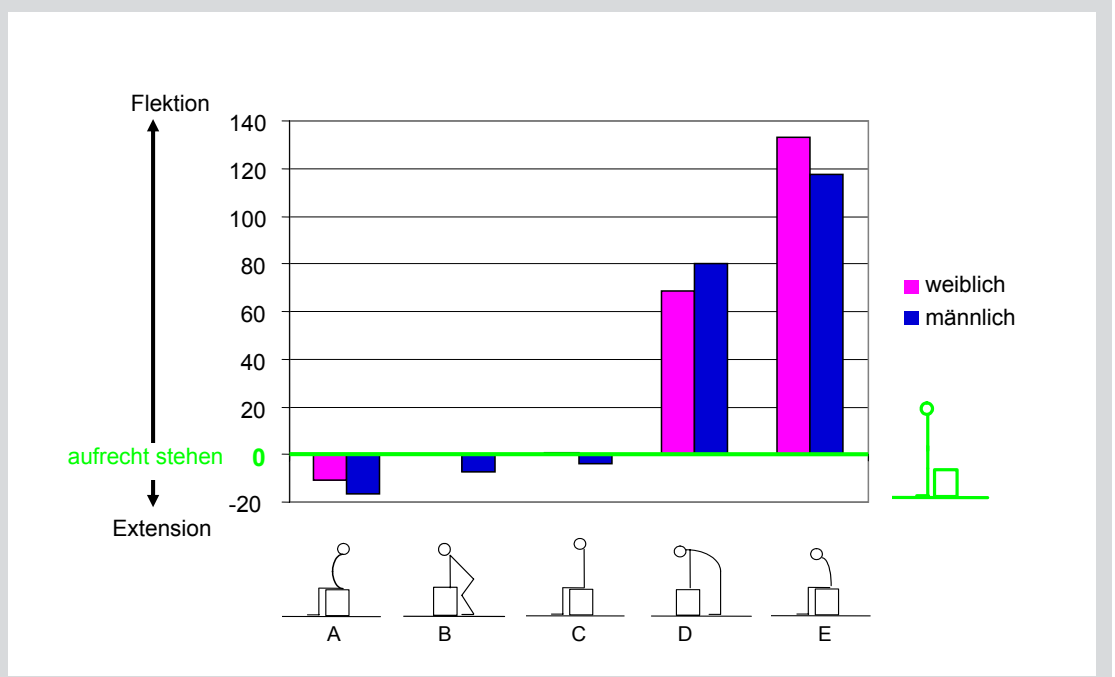
Hypothese: Die Haltungstrainer-Daten, der modifizierte Schober-Test und das Augenmaß des Testers kommen übereinstimmend zu dem Schluss, dass sich die thoracolumbale Wirbelsäule wie folgt verhält:

- 1) Beim zusammengesunkenen Sitzen flektierter als beim aufrechten Sitzen.
- 2) Beim überstreckten Sitzen extendierter als beim aufrechten Sitzen.
- 3) Beim gebückten Heben flektierter als beim aufrechten Stehen.
- 4) Beim gebückten Heben flektierter als beim Heben aus der Hocke mit gerader Wirbelsäule.

Aufgrund der Daten aus Vorversuchen erfolgte die Prüfung der internen Validität per gerichtetem, gepaartem und einseitigem t-Test. Dabei wurden Frauen und Männer separat untersucht um geschlechtsspezifische Ergebnisse zu erhalten.

**Grafik 1:** Die durchschnittlichen Haltungstrainerwerte der weiblichen und männlichen Probanden in den verschiedenen Haltungen, mit dem aufrechten Stehen als 0-Referenzwert für alle anderen Haltungen. A = überstrecktes Sitzen, B = heben mit gerader Wirbelsäule, C = aufrecht sitzen, D = gebücktes Heben, E = zusammengesunkenes Sitzen.

Grafik: Peter Fischer



## 2.10 Zuverlässigkeit

Für eine differenzierte Analyse der Zuverlässigkeit, ist es ratsam, mögliche Fehlerquellen in separaten Kategorien zu beurteilen:

1. Hardware-Fehler: Fehler die sich zeigen, wenn nur das Instrument allein (ohne Probanden) getestet wird.
2. Interface-Fehler: Diese wären zum Beispiel, wenn der Haltungstrainer mit der Zeit oder durch Bewegung verrutscht, während der Proband vermessen wird. Bei längeren Messungen müssen hier auch eine mögliche Beeinflussung der Messwerte durch tageszeitliche Schwanken der Bandscheibenhöhe<sup>1</sup> berücksichtigt werden. Aufgrund der Kontextspezifität von Zuverlässigkeit (beim Sport verrutscht der Haltungstrainer vermutlich leichter als bei der Arbeit am PC), sollte der Interface-Fehler getrennt in einzelnen Anwendungsbereichen (Sport, Büroarbeit, Handwerk etc) untersucht werden und war nicht Teil dieser Studie.

## 2.11 Bedienerfreundlichkeit

Voraussichtlich wird es den meisten Anwendern des Haltungstrainers darum gehen, vor längerem zusammengesunkenem Sitzen oder gebücktem Heben schwerer Gewichte gewarnt zu werden. In seltenen Fällen vielleicht auch vor einer überstreckten Haltung im Stehen oder Sitzen.

Ein Kriterium der Bedienerfreundlichkeit war daher, ob ein einziger Schwellenwert genügen würde, um die neutralen Haltungen (aufrechtes Stehen, aufrechtes Sitzen und Heben mit geradem Rücken) von den nicht-neutralen (zusammengesunkenes Sitzen, Sitzen mit überstreckter Wirbelsäule und gebücktes Heben) zu unterscheiden. Falls ja, wäre es dem Benutzer des Haltungstrainers möglich, zwischen all diesen Haltungen hin und her zu wechseln, ohne den Schwellenwert jedes Mal neu einstellen zu müssen.

## 3 Ergebnisse

Das Ziel einer statistischen Power von  $\geq .8$  und einer Signifikanz von  $\leq .05$  wurde bei allen Messungen erreicht. Die geringste Power war  $.91$ , die größte Sig-

**Table 1–4:** Der vom Haltungstrainer gemessene durchschnittliche Unterschied zwischen den dargestellten Haltungen ( $\Delta$ ), seine Standardabweichung ( $s$ ), der  $t$ -Wert ( $t$ ) und die statistische Signifikanz ( $p$ ).  
Tabellen: Peter Fischer

**Table 1:** Vergleich zwischen zusammengesunken (A) und aufrechtem (B) Sitzen

		weiblich	männlich
	$\Delta$	133	121
	$s$	76	77
	$t$	6,31	5,67
	$p$	,00002	,0001

**Table 2:** Vergleich zwischen aufrechtem (A) und überstrecktem (B) Sitzen

		weiblich	männlich
	$\Delta$	12	13
	$s$	13	12
	$t$	3,27	3,87
	$p$	,003	,001

**Table 3:** Vergleich zwischen gebücktem Heben (A) und aufrechtem Stehen (B)

		weiblich	männlich
	$\Delta$	69	80
	$s$	65	67
	$t$	3,82	4,34
	$p$	,001	,0005

**Table 4:** Vergleich zwischen Heben mit gebücktem (A) und geradem Rücken (B)

		weiblich	männlich
	$\Delta$	68	87
	$s$	64	68
	$t$	3,86	4,6
	$p$	,001	,0003

nifikanz  $.003$ . Die schwächsten Power- und Signifikanzwerte fanden sich beim Vergleich der aufrechten Sitzhaltung und dem Sitzen mit Hohlkreuz, mit der kleinsten Effektgröße =  $1.3$ . Die stärksten Power- und Signifikanzwerte fanden sich beim Vergleich der aufrechten und zusammengesunkenen Sitzhaltung, mit der größten Effektgröße =  $2.3$ .

Grafik 1 zeigt die durchschnittlichen Messwerte der weiblichen und männlichen Probanden in den unterschiedlichen Haltungen. Aufrechtes Stehen wurde zur 0-Referenzhaltung für alle anderen Haltungen bestimmt. Für die Frauen lagen die Werte für aufrechtes Sitzen und Heben mit geradem Rücken so nahe an 0 (aufrechtes Stehen), dass diese beiden Balken im Diagramm nicht sichtbar sind. Der Unterschied zwischen neutralen (aufrechtes Stehen, aufrechtes Sitzen und Heben mit geradem Rücken) und nicht-

neutralen Haltungen (zusammengesunkenes Sitzen, Sitzen mit überstreckter Wirbelsäule und gebücktes Heben), war bei Männern und Frauen so groß, dass ein Schwellenwert genügt hätte, um sie zu unterscheiden.

## 3.1 Interne Validität

Die Haltungstrainer-Daten, der modifizierte Schober-Test<sup>6</sup> und das Augenmaß des Testers ergaben bei Männern und Frauen übereinstimmend, dass sich die thoracolumbale Wirbelsäule wie folgt verhält:

- 1) Beim zusammengesunkenen Sitzen flektierter als beim aufrechten Sitzen (Tabelle 1).
- 2) Beim überstreckten Sitzen extendierter als beim aufrechten Sitzen (Tabelle 2).
- 3) Beim gebückten Heben flektierter als beim aufrechten Stehen (Tabelle 3).

- 4) Beim gebückten Heben flektierter als beim Heben aus der Hocke mit gerader Wirbelsäule (Tabelle 4).

### 3.2 Bedienerfreundlichkeit

Ein Kriterium der Bedienerfreundlichkeit war, ob ein einziger Schwellenwert genügen würde, um die neutralen Haltungen (aufrechtes Stehen, aufrechtes Sitzen und Heben mit geradem Rücken) von den nicht-neutralen Haltungen (zusammengesunkenes Sitzen, Sitzen mit überstreckter Wirbelsäule und gebücktes Heben) zu unterscheiden. Falls ja, wäre es dem Benutzer des Haltungstrainers möglich, zwischen all diesen Haltungen hin und her zu wechseln, ohne ihn jedes Mal neu einstellen zu müssen.

Dies war bei 25 der 26 Probanden der Fall. Die einzige Ausnahme war eine

wurde. Wurde das Handy am Ohr gehalten, veränderte dies die Messwerte dagegen nicht.

Ohne direkten Handykontakt funktionierte der Haltungstrainer unter üblichen Umweltbedingungen also zuverlässig. Um ihn noch bedienerfreundlicher und kleiner zu machen, wurde die analoge Schaltung des Haltungstrainers inzwischen mit einer digitalen ersetzt. Diese war auch durch einen direkten Handykontakt in keiner Weise zu stören.

Um die Laufzeit der Batterien des Haltungstrainers und die Zuverlässigkeit der Messwerte zu testen, wurde ein Mal pro Stunde überprüft, ob das Feedbacksignal immer am gleichen Krümmungswinkel des Sensors ausgelöst wird (Abbildung 2). Dazu wurden die billigsten Batterien verwendet, die im lokalen Handel erhältlich

sprünglichen Analogmodell auch darin, dass der teilweise in Handarbeit hergestellte Haltungs-Sensor durch ein industrielles Spritzgussmodell (siehe Abbildung 1 und 2) ersetzt wurde. Dies veränderte das Messprinzip nicht und den Output nur insofern, als der industrielle Sensor des digitalen Haltungstrainers im Bereich der Flexion eine etwas bessere Auflösung hat (siehe Grafik 2).

Ein weiteres Kriterium der Zuverlässigkeit war, ob der Haltungs-Sensor bei gleicher Krümmung immer die gleichen Messwerte liefert. Dazu wurden beide – der Sensor des analogen und des digitalen Modells – auf einer Drehscheibe mit Gradanzeige montiert. Die Drehscheibe wurde von der Neutralstellung aus, in Schritten von 5 Grad, 55 Grad in beide Richtungen bewegt. Aus den dabei ab-

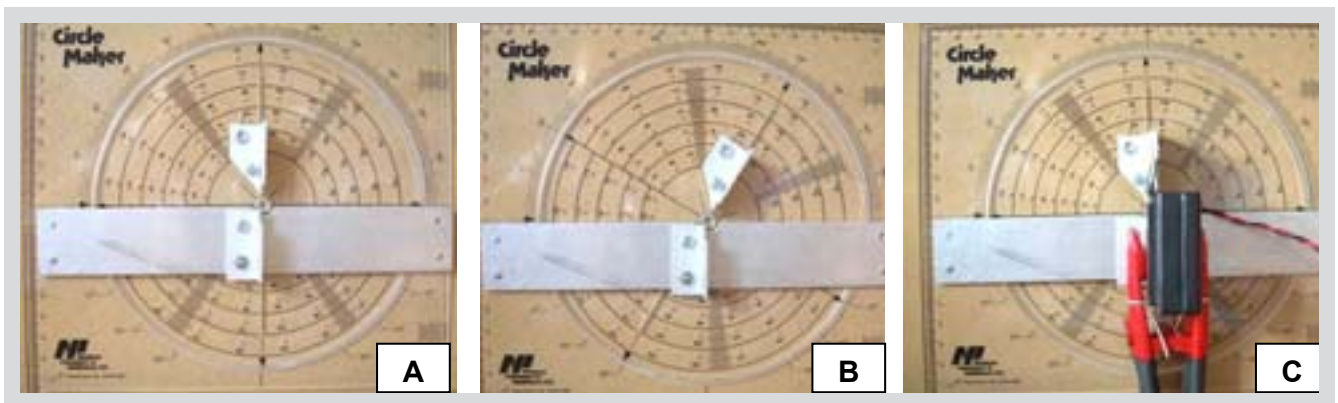


Abbildung 2: Winkeldrehscheibe in Nullposition (A), 30 Grad verdreht (B) und mit montiertem Haltungstrainer (C).

Fotos: Peter Fischer

weibliche Probandin, bei der der Haltungstrainer das aufrechte Sitzen vom Sitzen mit Hohlkreuz nicht unterscheiden konnte. Ein weiteres Kriterium war, dass die Benutzer den Haltungstrainer selbständig anlegen können sollten. Dies gelang allen Probanden.

### 3.3 Hardware-Zuverlässigkeit

Weder Temperaturschwankungen im Bereich von 0–60 Grad Celsius, noch der Kontakt mit laufenden Mikrowellenöfen, Computerfestplatten oder Computeraufwerken hatten einen Einfluss auf die Messwerte.

Eine minimale Messwertveränderung in der Größenordnung der kleinsten spürbaren Haltungsänderung wurde verzeichnet, wenn die Antenne eines Handys direkt an den Haltungstrainer gehalten

waren. Das Ergebnis war, dass der Winkel immer konstant blieb, bis die Batterien zu schwach waren, um das Signal weiter auslösen zu können. Beim analogen Modell, das mit einer 9 Volt-Batterie (1 Euro) betrieben wird, war dies nach 70 Stunden der Fall, wenn der Vibrationsalarm nur ein Mal pro Stunde ausgelöst wurde. Bei non-stop Betrieb des Vibrationsalarms nach 56 Stunden. Beim digitalen Modell, das mit zwei 1,5-Volt-AAA-Batterien (Preis für 2 Batterien = 0,48 Cent) betrieben wird, entsprechend nach 85 und 52 Stunden. Bei der empfohlenen Trainingsintensität von 3 x 2 Stunden pro Woche wäre ein Batteriewechsel unter diesen Bedingungen also nach rund 3 Monaten fällig.

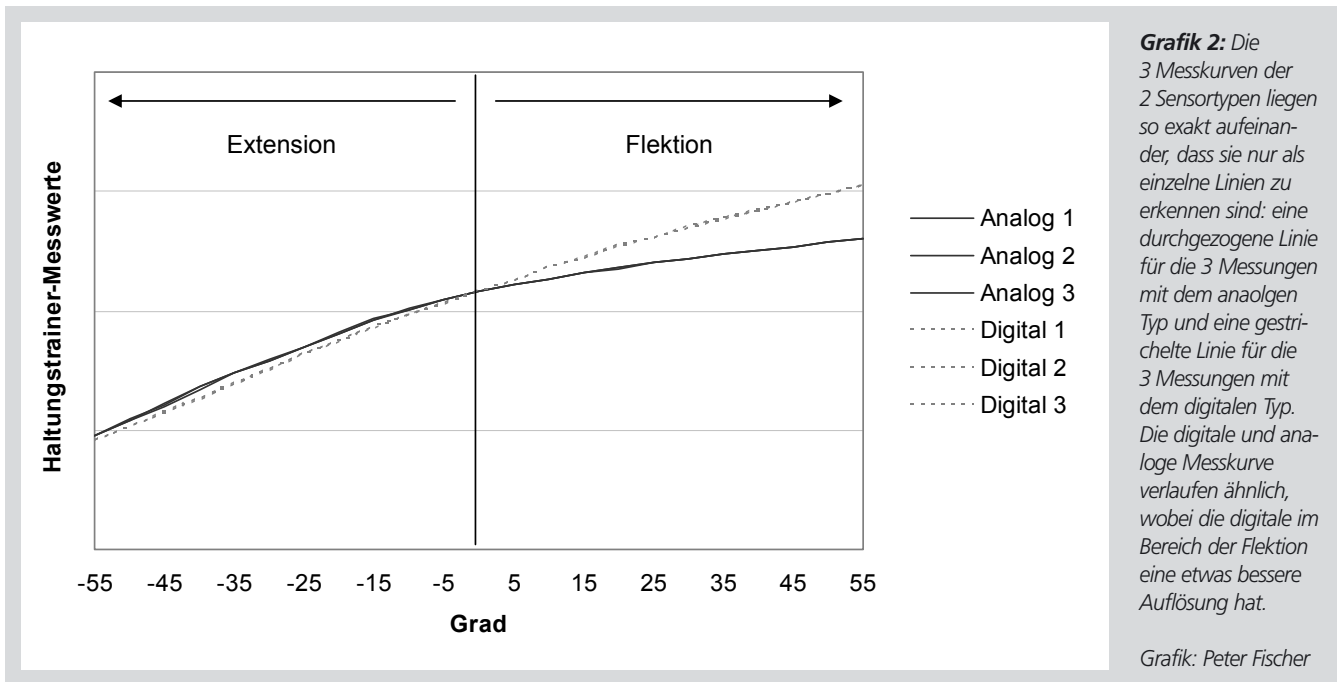
Neben der Digitalisierung unterscheidet sich der aktuelle Haltungstrainer vom ur-

gelesenen Werten wurden dann die Messkurven der Grafik 2 erstellt. Dies wurde mit dem analogen und dem digitalen Modell jeweils 3 Mal wiederholt. Wie in Grafik 2 zu sehen ist, liegen die 3 Messkurven der 2 Sensortypen so exakt aufeinander, dass sie nur als zwei einzelne Linien zu erkennen sind: eine durchgezogene Linie für die 3 Messungen mit dem analogen Typ und eine gestrichelte Linie für die 3 Messungen mit dem digitalen Typ. Das heißt, die Test-Retest-Zuverlässigkeit beider Sensortypen war sehr hoch.

## 4 Diskussion

Die Studie bestätigte, dass der von den Probanden selbstständig angelegte Haltungstrainer klinisch relevante Haltungsänderungen erkennt.





Ein Kriterium der Benutzerfreundlichkeit war, ob ein Schwellenwert genügen würde, um neutrale von nicht-neutralen Haltungen sowohl im Sitzen als auch im Stehen zu unterscheiden. Dies war bei 25 von 26 Probanden der Fall, ist also mit Ausnahme von Einzelfällen möglich. Ein solcher Fall war die weibliche Probandin mit dem höchsten BMI (25.2 kg/m<sup>2</sup>). Hier konnte der Haltungstrainer das aufrechte nicht vom überstreckten Sitzen unterscheiden, was nicht verwunderlich ist, da dieser Unterschied im Durchschnitt aller Probanden die weitaus geringste Effektgröße aufwies. Physiologisch lässt sich dies dadurch erklären, dass die Wirbelsäule von einer aufrechten Haltung ausgehend, naturgemäß deutlich mehr Flexions- als Hyperextensionsmobilität zur Verfügung hat<sup>2</sup>. Die Schwäche bei der Unterscheidung von aufrechten und überstrecktem Sitzen ist in der Praxis aber vermutlich weitgehend bedeutungslos, da Haltungstraineraufzeichnungen bei sitzenden Tätigkeiten im Alltag ergaben, dass überstrecktes Sitzen – im Gegensatz zu zusammengesunkenem Sitzen – so gut wie nie vorkommt. Um die Handhabung für die Bediener zu vereinfachen, gibt der kommerziell erhältliche Haltungstrainer daher nur bei zuviel Zusammensinken ein Vibrations-Feedback. Die ersten Ergebnisse einer Studie der Universität Tübingen zur Effektivität des Haltungstrai-

ners am Arbeitsplatz zeigten, dass sich damit die Kraft, Beweglichkeit und Wohlbefinden der Wirbelsäule signifikant verbessern.

### 5 Schlussfolgerung

Die vorliegende Studie kam zu dem Ergebnis, dass der Haltungstrainer ein valides und bedienerfreundliches Mittel ist, um seine Benutzer an die getesteten neutralen Haltungen beim Heben, Stehen und Sitzen zu erinnern. Die Hardware-Zuverlässigkeit war gut. Die kontext-spezifische Sensor-Körper-Interface-Zuverlässigkeit muss im Rahmen zukünftiger, klinischer relevanter Studien ermittelt werden.

### Literaturliste

- 1 Adams MA, Hutton WC, Porter RW. Diurnal changes in spinal mechanics and their clinical significance. *JBS-B*. 1990; 72: 266–270.
- 2 Bogduk N, Twomey LT. *Clinical anatomy of the lumbar spine*. 2<sup>nd</sup> ed. New York, NY: Churchill Livingstone; 1991: 74–78.
- 3 Fischer P. Ist es besser, mit einer gebeugten oder gestreckten Wirbelsäule zu heben? *Manuelle Therapie*. 2004;8: 115–120.
- 4 Fischer P. Zusammengesunken oder aufrecht sitzen? Was ist gesünder und wie lässt sich eine gesündere Haltung trainieren? *Manuelle Therapie*. 2004;8: 147–152.
- 5 Portney LG, Watkins MP. *Foundations of Clinical Research – Applications to practice*. Norwalk, Connecticut: Appleton & Lange; 1993: 658.

- 6 Williams R, Binkley J, Bloch R, Goldsmith CH, Minuk T. Reliability of the modified-modified Schöber and double inclinometer methods for measuring lumbar flexion and extension. *Physical Therapy*. 1993; 73: 26–37.

### Der Autor

Peter Fischer  
 Doctor of Physiotherapy (USA)  
 Lehrbeauftragter der Medizinischen Fakultät der  
 Universität Tübingen  
 Christophstr. 2  
 D 72072 Tübingen  
 E-mail: ZEGRA@orthentics.com