

Mobilitätsassessment bei Multiple Sklerose Patienten mithilfe von Beschleunigungssensoren und Assistenzsoftware

Dr. Asarnusch Rashid, FZI Forschungszentrum Informatik
12.12.2012

Team



Neurologische Klinik Bad Neustadt

Stefan Schlesinger, Stefan Stiglitz, Angela Götz-Jackmann, Prof. Dr. Bernd Griewing



FZI Forschungszentrum Informatik

Tom Zentek, Layal Shammam, Dr. Asarnusch Rashid



KIT Karlsruher Institut für Technologie

Dr. Stefan Hey, Panagiota Anastasopoulou

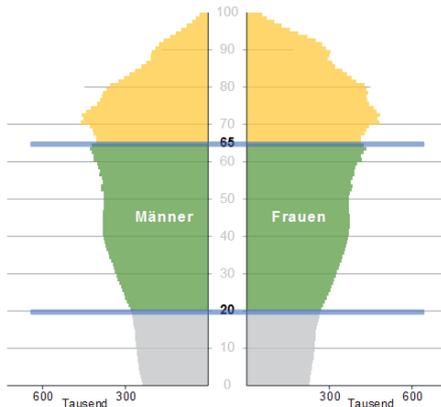


Movisens

Dr. Jörg Ottenbacher, Dr. Ulrich Groß, Sarah Bachis

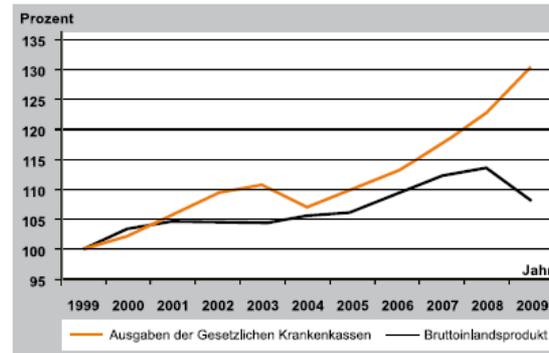
Herausforderung: Demografischer Wandel

Überalterung der Gesellschaft



Altersstruktur in Deutschland in 2060
Quelle: Statistisches Bundesamt, 2009

Explosion der Gesundheitskosten



Entwicklung der Gesundheitskosten
Quelle: Sachverständigenrat im Gesundheitswesen, 2009

Zunahme des Fachkräftemangels



Ärztemangel zeichnet sich ab
Quelle: Main Post, 2011.

- Steigende Lebenserwartung
- Fallende Geburtenraten
- Medizinischer Fortschritt

- Zunahme chronischer Erkrankungen
- Steigende Qualitätsanforderungen

- Ärztemangel auf dem Land
- Steigender Altersdurchschnitt der Ärzte
- Mangel an Pflegepersonal

Welche **Potentiale** besitzen **Informationstechnologien**, um **Qualität** in der Gesundheitsversorgung zu steigern und gleichzeitig **Kosten** zu senken?

Telemedizin im Notfallmanagement



- Die Vernetzung zwischen Rettungsdienst und Klinik mithilfe von mobilen Computern im Rettungswagen verbessern
- Versorgung von Schlaganfall- und Herzinfarktpatienten wurde nachweislich signifikant verbessert

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Telemedizin in der Nachsorge



- Konzept zur IT-basierten Koordination der Nachsorge beim Schlaganfall entwickelt
- Aktuell laufende Studie mit dem Ziel 100 Patienten einzuschließen.
- Im Vordergrund steht die Steigerung der Versorgungs- und Lebensqualität.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Nutzen von Sensormatten nachgewiesen



- Studie über Netzwerk zu Rhön-Klinikum und Bayerisches Rotes Kreuz gestartet
 - Entwicklung des Anwendungsfalls „Sturzprävention“
 - Auswertung nach einem Jahr mit Ergebnis:
 - Drastische Reduzierung von Stürzen
 - Hohe Benutzerakzeptanz
 - Hohe Robustheit/ Zuverlässigkeit
- ➔ Publikation mit Empfehlung für Einsatz in Vorbereitung
- ➔ Weitere Installationen geplant
- ➔ Bedarf an weiteren Technologien geweckt

Agenda

Grundlagen und Vorarbeiten

Studienkonzept und technischer Aufbau

Aktuelle Ergebnisse und Ausblick

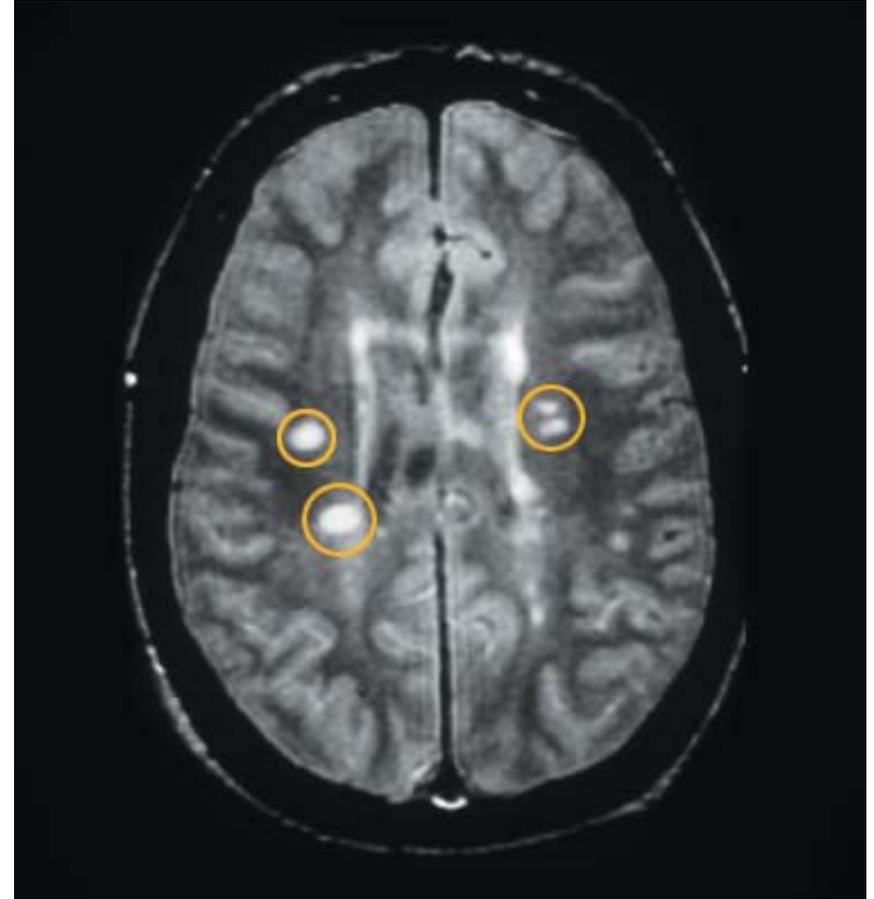
Multiple Sklerose (MS) in Deutschland

- ca.120.000 Patienten
- Prävalenz: 150 (127-170) /
100.000 Einwohner
- 3.000 - 5.000 Neuerkrankungen / Jahr
- Inzidenz 4 - 6 / 100.000 Einwohner
- Erstdiagnose: 25-35 Jahre
- Frauen / Männer 2 : 1

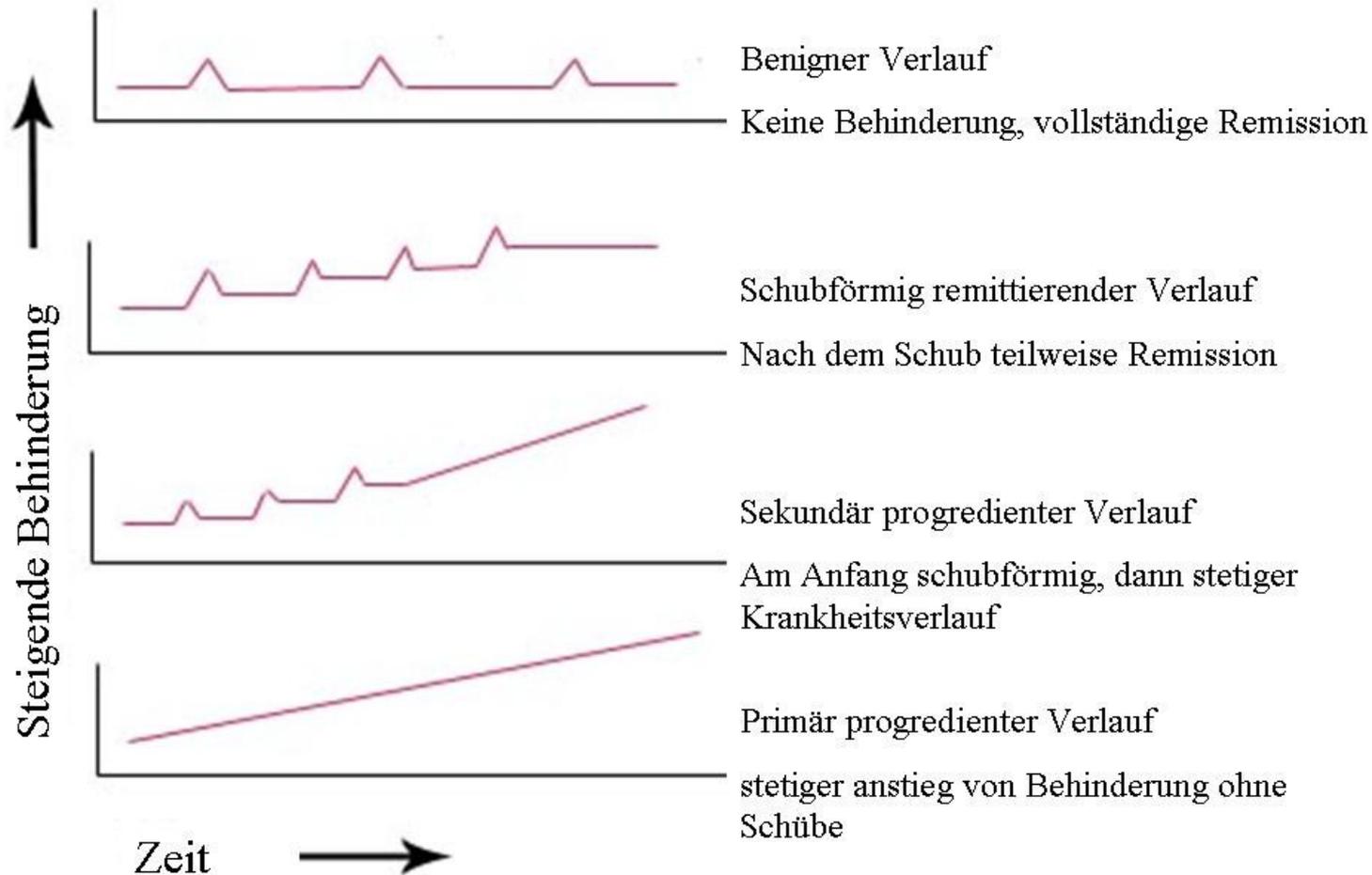


Merkmale der Multiple Sklerose

- Chronisch (keine Heilung)
- Ungewisser Ursprung
- Autoimmunkrankheit des Zentralen Nervensystems
- Vielschichtig in der Ausprägung
- Wenig Information über Verlauf
- Quantifizierung u.a. mit EDSS Score, Fatigue Score

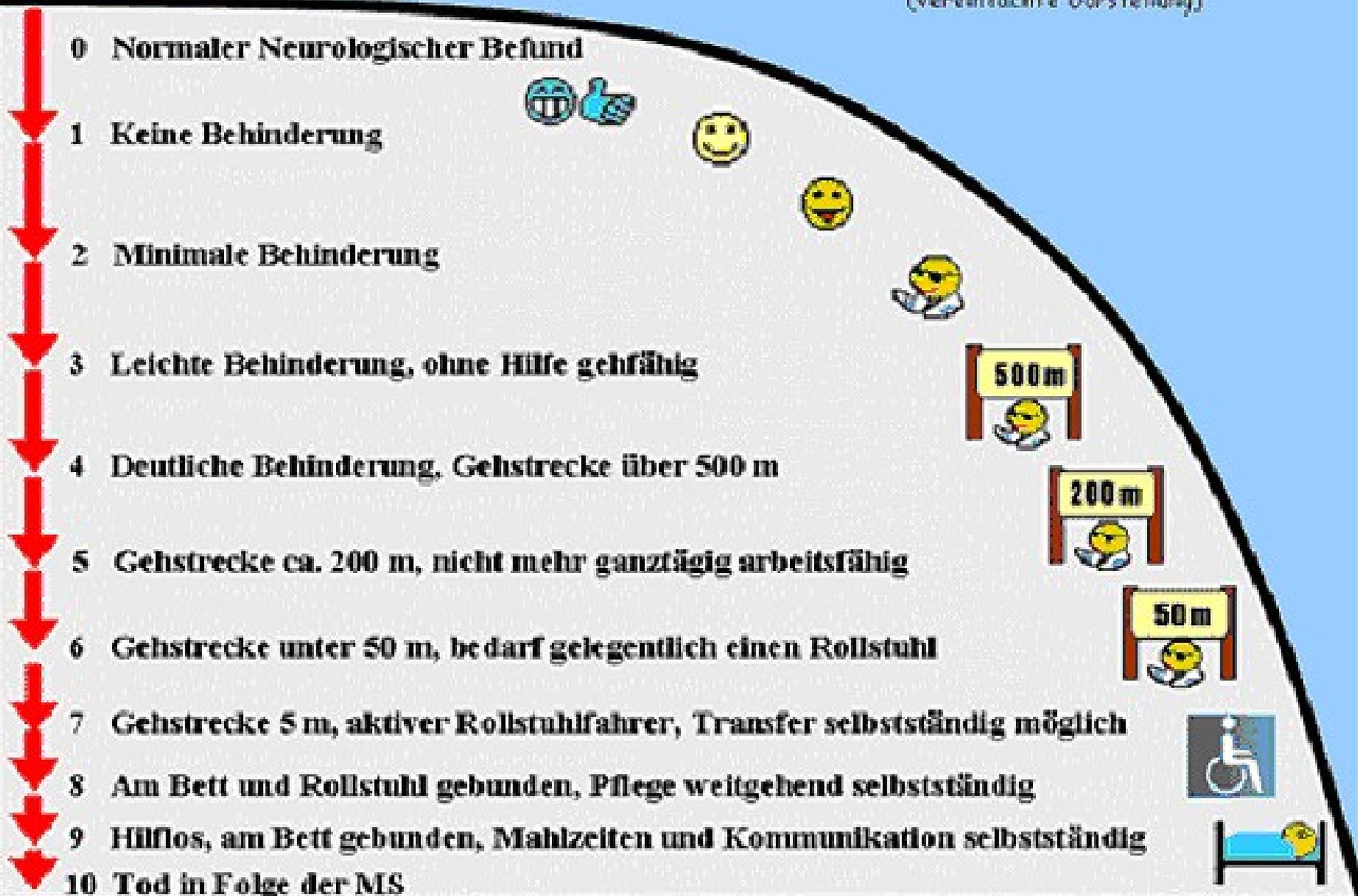


Verlaufsformen der Multiple Sklerose



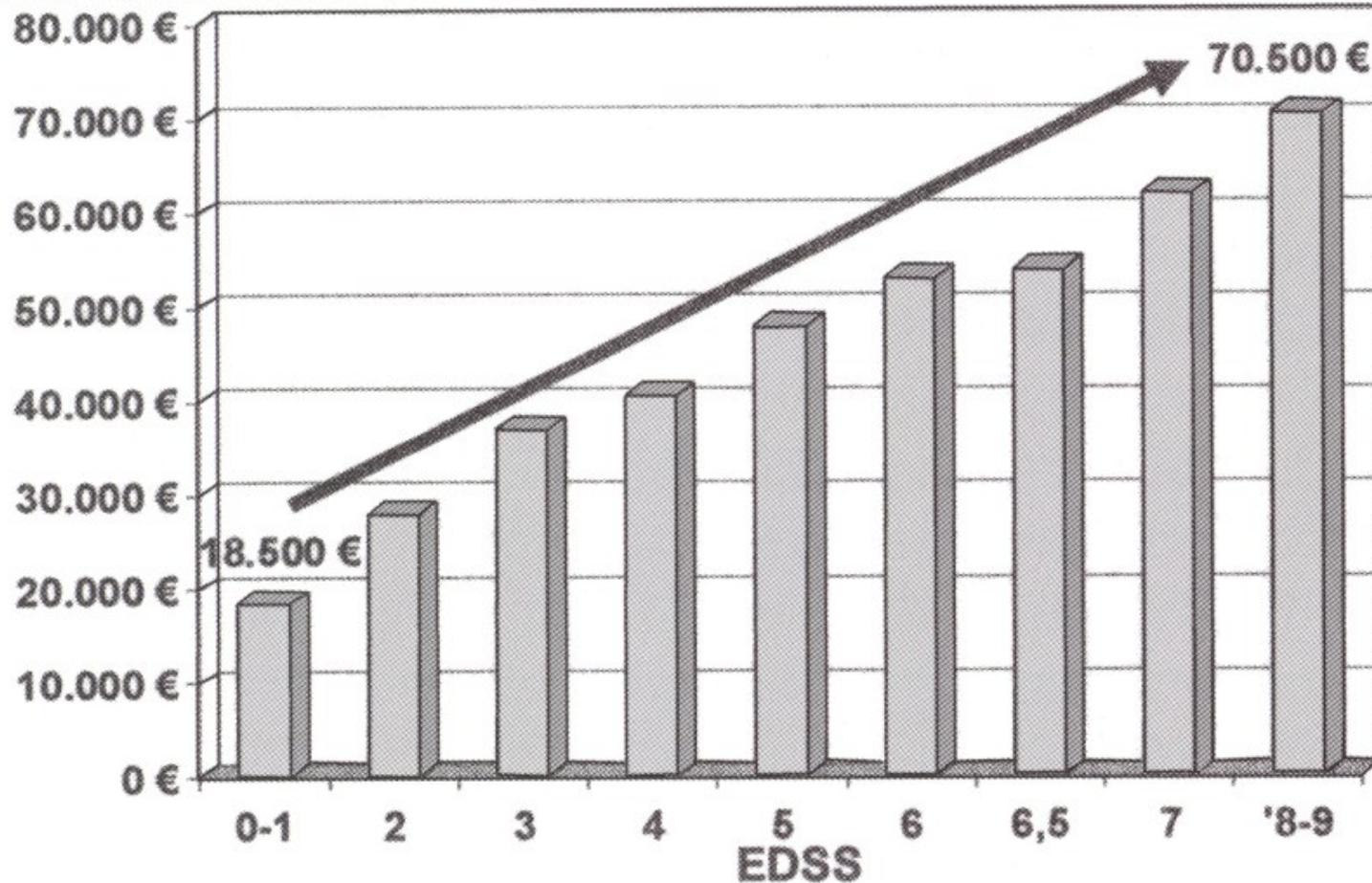
Expanded Disability Status Skala nach Kurtzke

(Vereinfachte Darstellung)



Krankheitskosten der MS in Abhängigkeit vom EDSS

Durchschnittliche Kosten pro Patient



Problemstellung

- Bisherige Untersuchungen zeigen eine Korrelation zwischen Gesundheit und Mobilitätsparametern
 - Rund 70 % aller Multiple Sklerose-Betroffenen leiden bei fortschreitender Erkrankung unter einer eingeschränkten Mobilitätsfähigkeit.

Kurtzke JF. (1983), Beer und Kesselring (1988), Einarsson U. et al. (2006), Schlesinger et al. (2011)

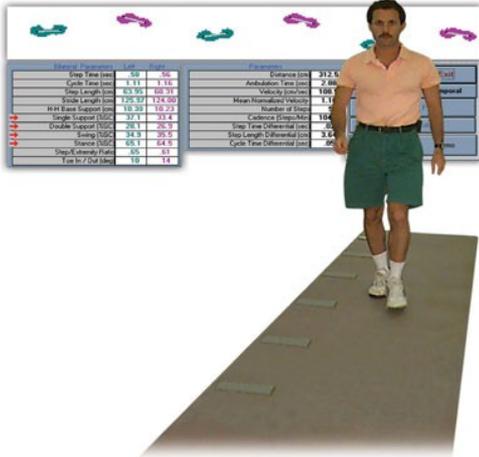
- Expanded Disability Status Scale (EDSS)
 - Gold Standard
 - Alle drei bis sechs Monate vom Arzt bestimmt
 - Wenig Information über den Verlauf
 - Oft fehlerhafte subjektive Einschätzung
- Gesundheitszustand nur bei Kontrolluntersuchung erhebbar

Wie kann man mehr hilfreiche Informationen über den Zeitraum zwischen den Kontrollen erhalten?

Mobilität als wesentliches Maß für MS?

- Inaktivität / Ermüdung (Fatigue)
 - Gleichgewichtsstörungen
 - Asymmetrie / einseitige Lähmungen
 - (Beinahe-)Stürze
-
- Primäres Ziel: Anzeichen für Verschlechterung frühzeitig erkennen und Maßnahmen ergreifen
-
- ➔ Aktivität der Patienten im Alltag messen und analysieren
 - ➔ Korrelation zwischen Mobilitätsparametern und EDSS aufzeigen

Technologieauswahl



Technologieauswahl

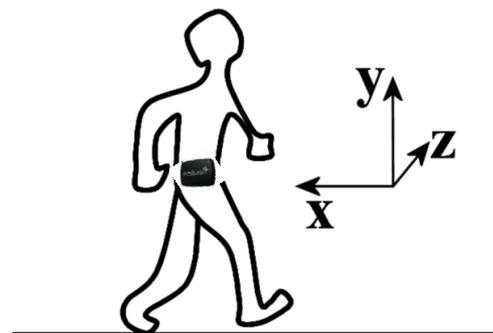
Technologie	Aktivitäts-erkennung	Aktivitäts-klassifi-kation	Benutzer-freundlich-keit	Batterie-verbrauch	Tragbarkeit
Fußschalter	+	-	-	+	+
Elektron. Goniometer	-	-	+	+	-
Beschleuni-gungssensor	+	+	+	+	+
Gyroskop	+	+	+	+ / -	+

Beschleunigungssensor Move II

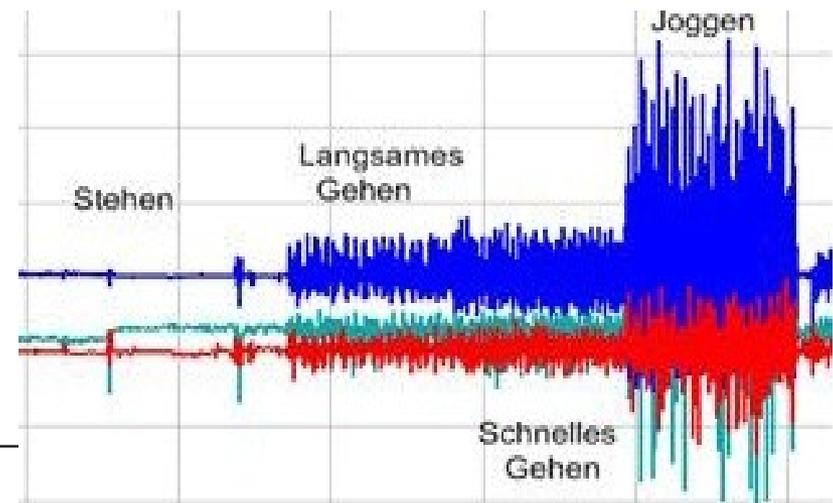
- Beschleunigung in 3-Achsen, variable Samplerate bis zu 128 Hz
- Misst die mittlere Beschleunigung in alle Richtungen
- Joggen, Gehen, Stehen, Sitzen, Liegen, etc.
- Offene Datenstruktur
- Schrittlänge, Gehdauer, zurückgelegene Distanz, Aktivitätslevel, Energieverbrauch, Stürze
- Sensorposition: Hüfte



Sensor Move II



Messung an der Hüfte



Algorithmen zur Signalverarbeitung

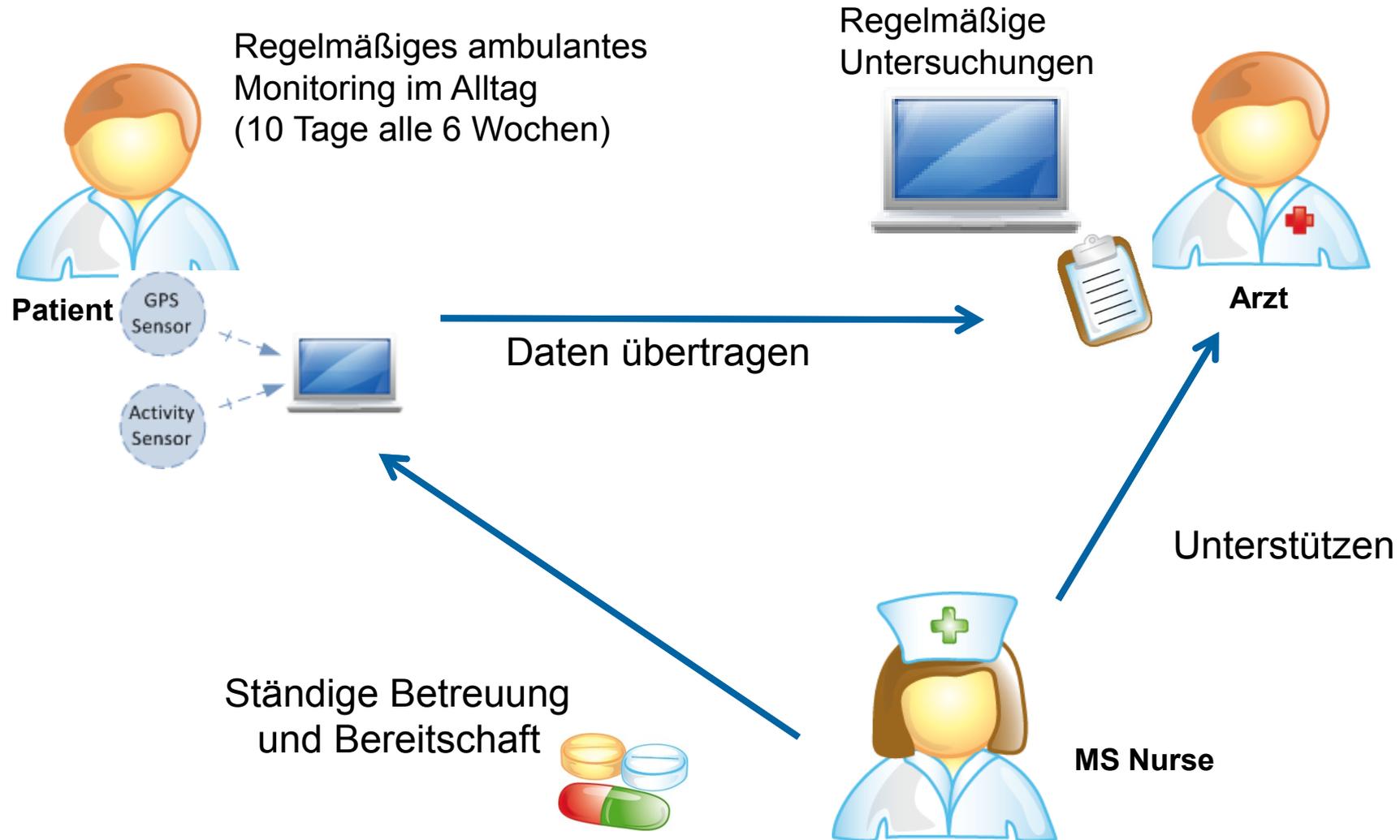
Agenda

Vorarbeiten

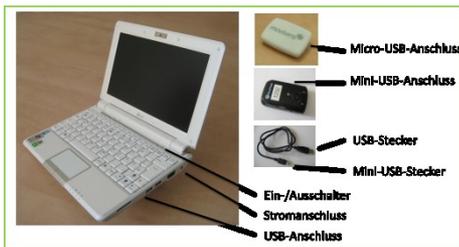
Studienkonzept und technischer Aufbau

Erste Ergebnisse und Ausblick

Studienkonzept



System überblick (technik + Motivation Studienprozessunterstützung)



Patienten PC und Sensoren

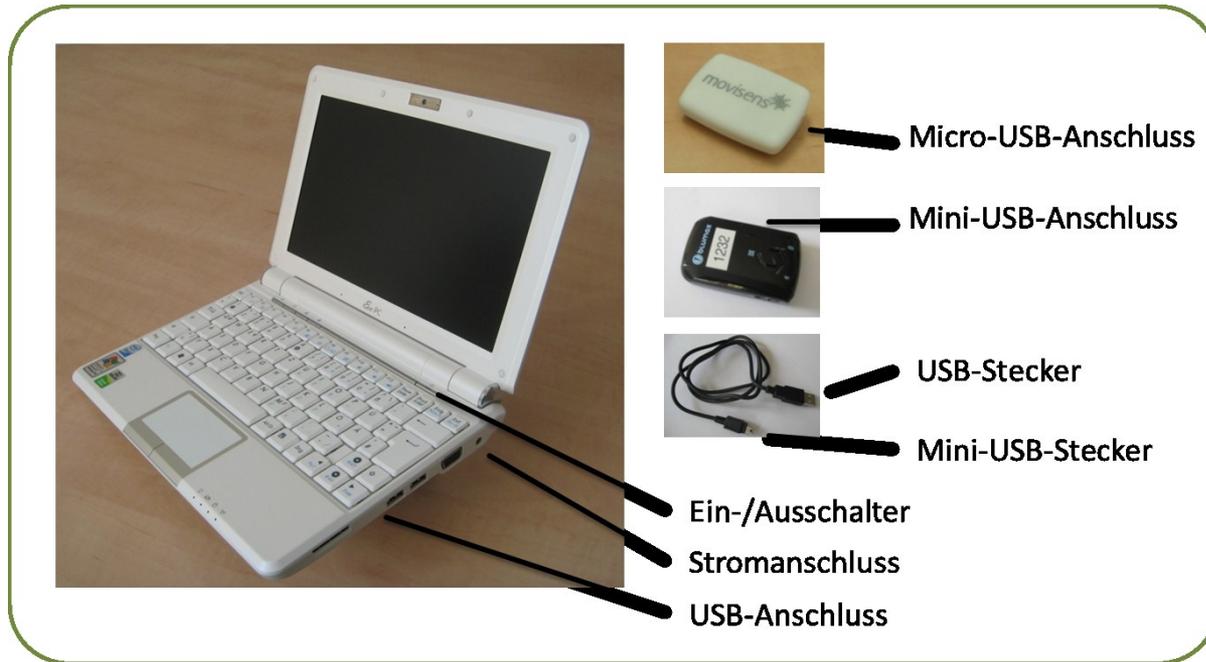


Sensor tragen



Auswertungen

Patenten PC



Patenten PC



MSNurse **AAL** FZI Living Lab **NEUROLOGISCHE KLINIK** BAD NEUSTADT/SAALE **FZI**

Sensordaten werden auf PC übertragen.
Bitte den Sensor angeschlossen lassen
und den PC nicht ausschalten.

36%

Die Daten werden jetzt vom Sensor übertragen. Bitte lassen Sie den Sensor eingesteckt.

Dieser PC wird sich automatisch ausschalten, sobald alle Vorgänge abgeschlossen sind.
Bei Fragen steht Ihnen Ihre MS Nurse oder der technische Support gerne zur Verfügung.

Status: Verbindung mit Sensor hergestellt. Datenübertragung gestartet.
Version 0.7.3

AAL FZI Living Lab

Patenten PC



Micro-USB-Anschluss

MSNurse AAL FZI Living Lab

NEUROLOGISCHE KLINIK BAD NEUSTADT/SAALE FZI

Sensordaten werden auf PC übertragen.

MSNurse AAL FZI Living Lab

NEUROLOGISCHE KLINIK BAD NEUSTADT/SAALE FZI

Informationen zur Messung

Der Akku des Sensors wird aufgeladen

Die Date
Dieser P
Bei Frag **Messdauer: 15:22 Stunden**

Ihre Messung läuft noch 5 Tage,
bis zum 17.06.2010.

Status: Verbi
Version 0.7.3

Der Sensor wird geladen:



Activity Level	Percentage
hohe Aktivität	35%
normale Aktivität	16%
wenig Aktivität	49%

Status: Datenübertragung abgeschlossen. Akku wird geladen.
Version 0.7.3

MSNurse AAL FZI Living Lab

Übersicht
anzeigen

Patientenliste
anzeigen

Neuen
Patienten anlegen

Programm
beenden

Version 0.7.2

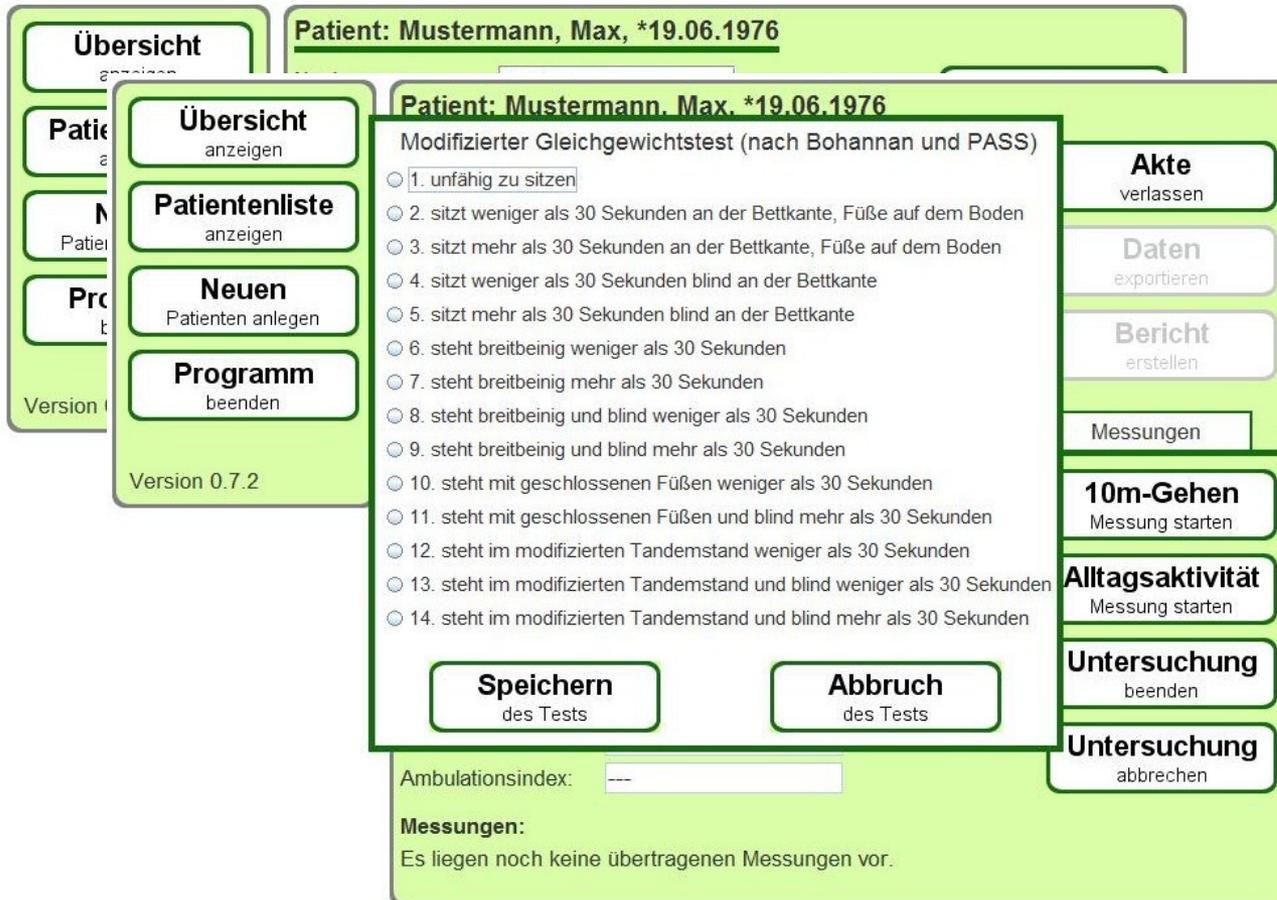
Patient: Mustermann, Max, *19.06.1976

Nachname:	<input type="text" value="Mustermann"/>	Akte verlassen
Vorname:	<input type="text" value="Max"/>	
Geschlecht:	<input type="text" value="männlich"/>	
Geburtsdatum:	<input type="text" value="19.06.1976"/>	
Körpergröße:	<input type="text" value=""/> cm	Daten exportieren
Schuhgröße (D):	<input type="text" value=""/>	Bericht erstellen
Kartei erstellt am:	07.06.2010	

Notizen	Untersuchungen	Organisatorisches	Messungen
---------	----------------	-------------------	-----------

Beginn:	<input type="text" value="07.06.2010"/>	✗	10m-Gehen Messung starten
Ende:	<input type="text" value="14.06.2010"/>		✗
Gewicht:	<input type="text" value="76"/> kg		Untersuchung beenden
Gleichgewichtstest:	<input type="text" value="---"/>		Untersuchung abbrechen
MSFC:	<input type="text" value="---"/>		
EDSS:	<input type="text" value="---"/>		
Motorik (Ashworth):	<input type="text" value="---"/>		
Fatigue:	<input type="text" value="---"/>		
Ambulationsindex:	<input type="text" value="---"/>		

Messungen:
Es liegen noch keine übertragenen Messungen vor.



Übersicht anzeigen

Patient: Mustermann, Max, *19.06.1976

Übersicht anzeigen

Patientenliste anzeigen

Neuen Patienten anlegen

Programm beenden

Version 0.7.2

Patient: Mustermann, Max, *19.06.1976

Modifizierter Gleichgewichtstest (nach Bohannon und PASS)

- 1. unfähig zu sitzen
- 2. sitzt weniger als 30 Sekunden an der Bettkante, Füße auf dem Boden
- 3. sitzt mehr als 30 Sekunden an der Bettkante, Füße auf dem Boden
- 4. sitzt weniger als 30 Sekunden blind an der Bettkante
- 5. sitzt mehr als 30 Sekunden blind an der Bettkante
- 6. steht breitbeinig weniger als 30 Sekunden
- 7. steht breitbeinig mehr als 30 Sekunden
- 8. steht breitbeinig und blind weniger als 30 Sekunden
- 9. steht breitbeinig und blind mehr als 30 Sekunden
- 10. steht mit geschlossenen Füßen weniger als 30 Sekunden
- 11. steht mit geschlossenen Füßen und blind mehr als 30 Sekunden
- 12. steht im modifizierten Tandemstand weniger als 30 Sekunden
- 13. steht im modifizierten Tandemstand und blind weniger als 30 Sekunden
- 14. steht im modifizierten Tandemstand und blind mehr als 30 Sekunden

Akte verlassen

Daten exportieren

Bericht erstellen

Messungen

10m-Gehen
Messung starten

Alltagsaktivität
Messung starten

Untersuchung beenden

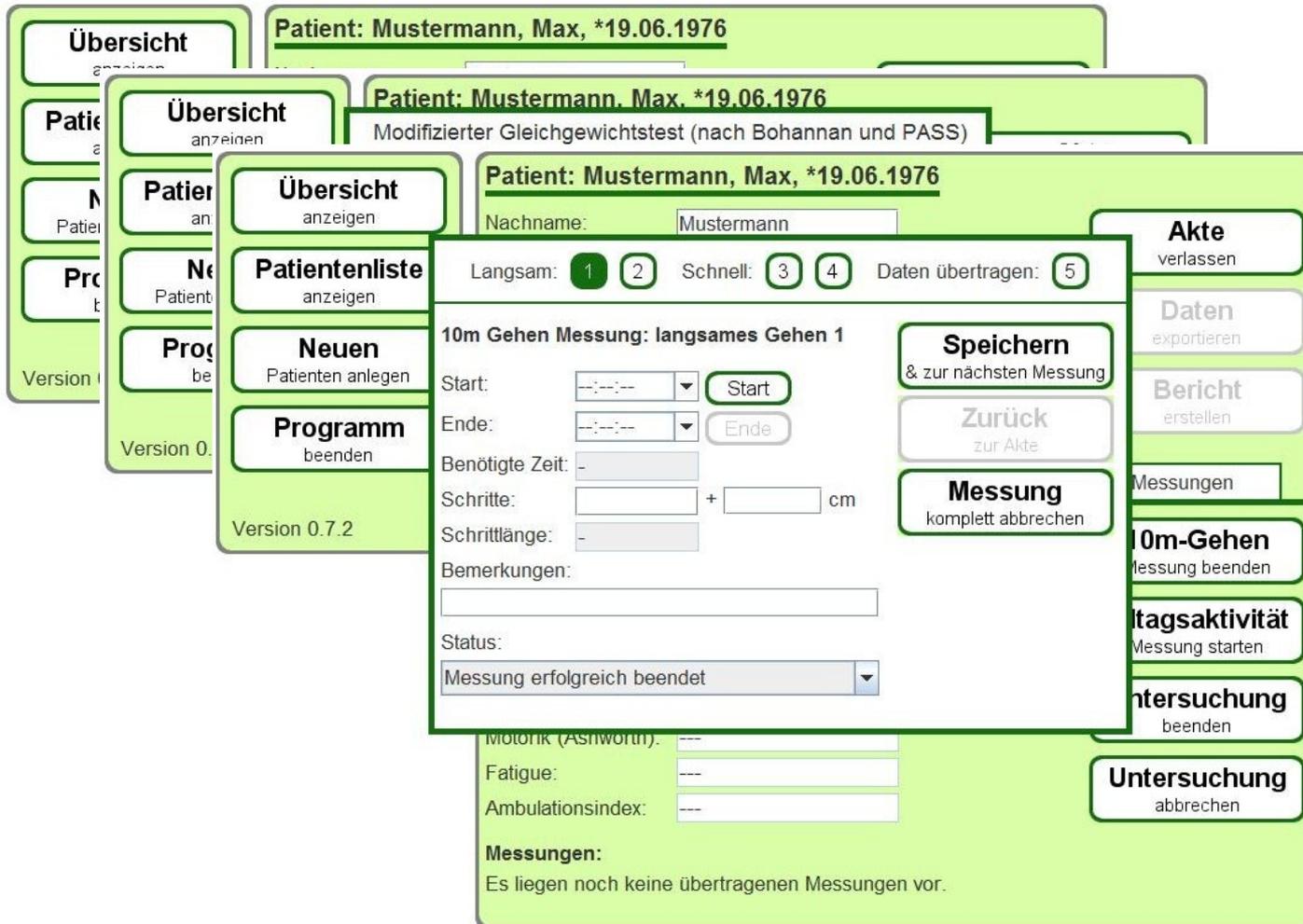
Untersuchung abrechnen

Speichern des Tests

Abbruch des Tests

Ambulationsindex:

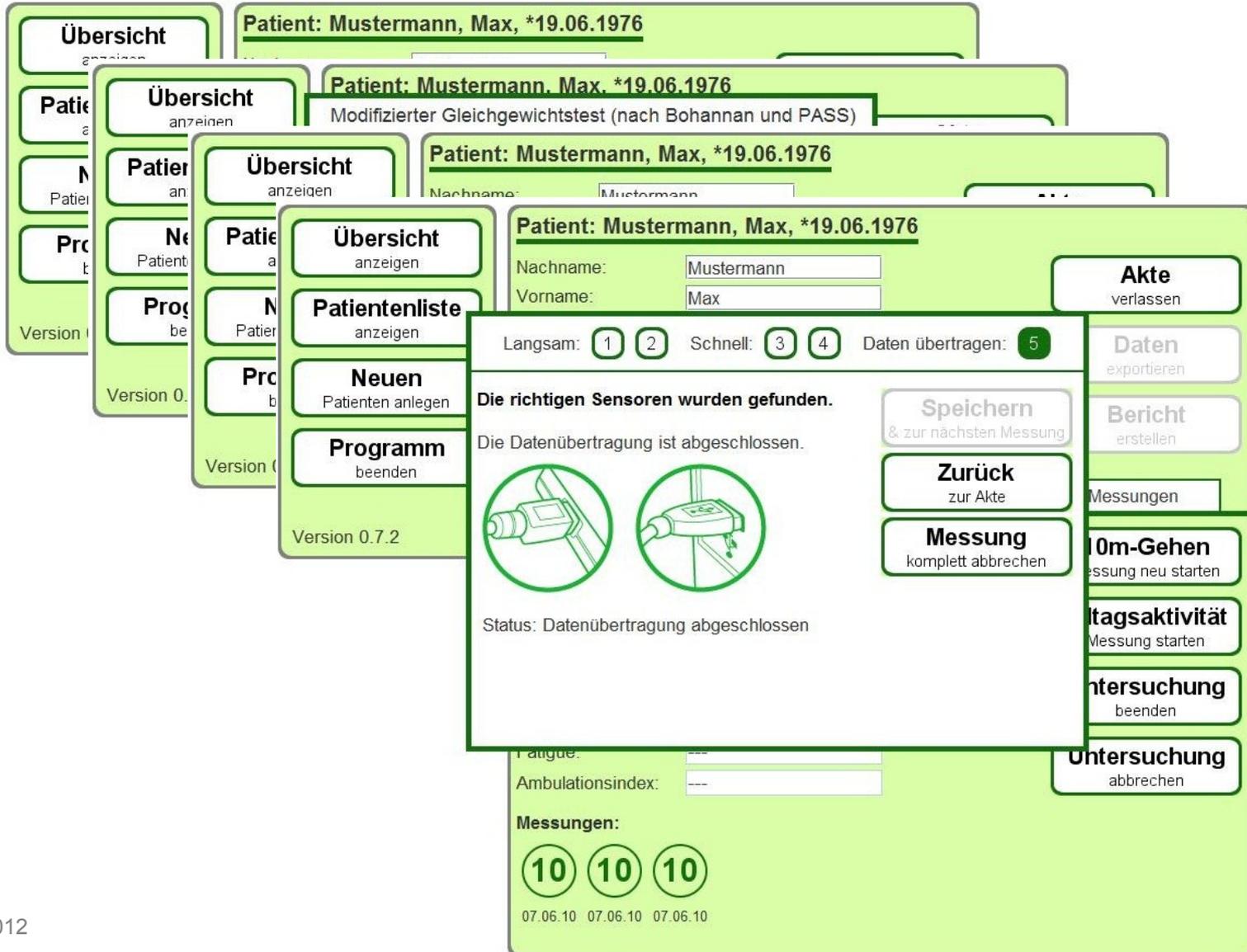
Messungen:
Es liegen noch keine übertragenen Messungen vor.



The screenshot displays the 'Arzt PC' software interface, which is a green-themed application for managing patient records and conducting gait measurements. The main window shows the patient record for 'Mustermann, Max, *19.06.1976'. The patient's name and birth date are displayed at the top. Below this, there are several buttons for navigation and actions: 'Übersicht anzeigen', 'Patientenliste anzeigen', 'Neuen Patienten anlegen', and 'Programm beenden'. The '10m Gehen' measurement configuration screen is open, showing the following details:

- Patient:** Mustermann, Max, *19.06.1976
- Nachname:** Mustermann
- Langsam:** 1 (selected), 2
- Schnell:** 3, 4
- Daten übertragen:** 5
- 10m Gehen Messung: langsames Gehen 1**
- Start:** --:--:-- (dropdown) **Start** (button)
- Ende:** --:--:-- (dropdown) **Ende** (button)
- Benötigte Zeit:** -
- Schritte:** [] + [] cm
- Schrittlänge:** -
- Bemerkungen:** []
- Status:** Messung erfolgreich beendet (dropdown)
- Messungen:** Es liegen noch keine übertragenen Messungen vor.

On the right side of the interface, there are several buttons for further actions: 'Akte verlassen', 'Daten exportieren', 'Bericht erstellen', 'Messungen', '10m-Gehen messung beenden', 'Tagesaktivität Messung starten', 'Untersuchung beenden', and 'Untersuchung abbrechen'. The version number 'Version 0.7.2' is visible at the bottom left of the main window.



Patient: Mustermann, Max, *19.06.1976

Modifizierter Gleichgewichtstest (nach Bohannon und PASS)

Nachname: Mustermann
Vorname: Max

Langsam: 1 2 Schnell: 3 4 Daten übertragen: 5

Die richtigen Sensoren wurden gefunden.
Die Datenübertragung ist abgeschlossen.

Status: Datenübertragung abgeschlossen

Speichern
& zur nächsten Messung

Zurück
zur Akte

Messung
komplett abbrechen

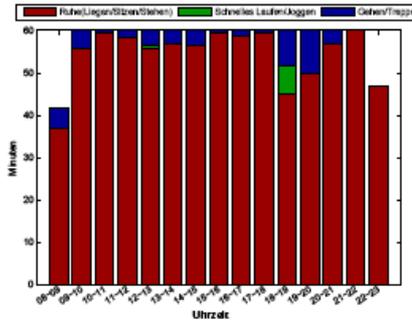
Messungen:

10 10 10

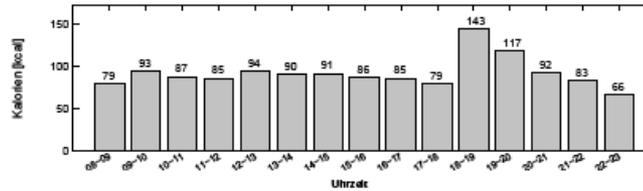
07.06.10 07.06.10 07.06.10

Mittwoch, 2. März 2011

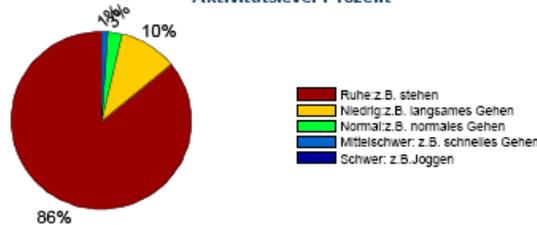
Aktivitätsübersicht



Energieumsatz



Aktivitätslevel Prozent



Gehinformationen

Geschätzte Anzahl der Schritte: 6413
 Geschätzte gesamte Entfernung: 4.49 km
 Geschätzte Gehgeschwindigkeit: 1.77 km/h
 Geschätzte Max. Gehgeschwindigkeit: 5.88 km/h
 Geschätzte gesamte Gehzeit: 74.73 Min.

	Gehintervall	Anzahl
1	Zwischen 1 und 2 Minuten [1,2)	7
2	Zwischen 2 und 3 Minuten [2,3)	4
3	Zwischen 3 und 4 Minuten [3,4)	2

Agenda

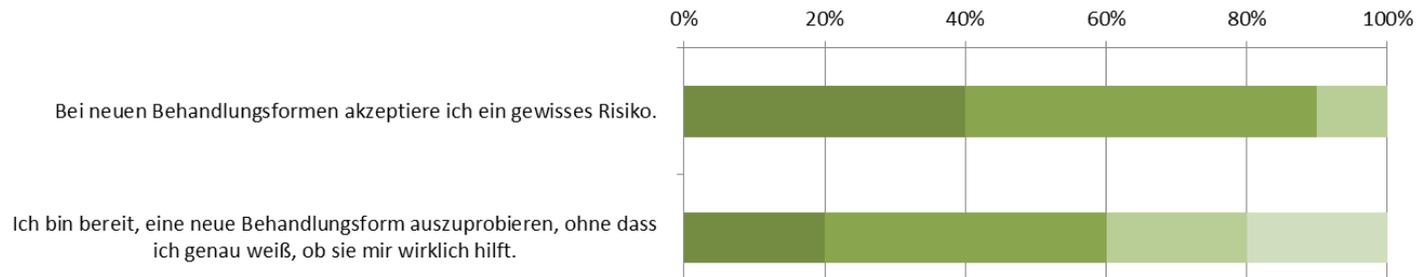
Vorarbeiten

Studienkonzept und technischer Aufbau

Erste Ergebnisse und Ausblick

Neue Behandlungsformen

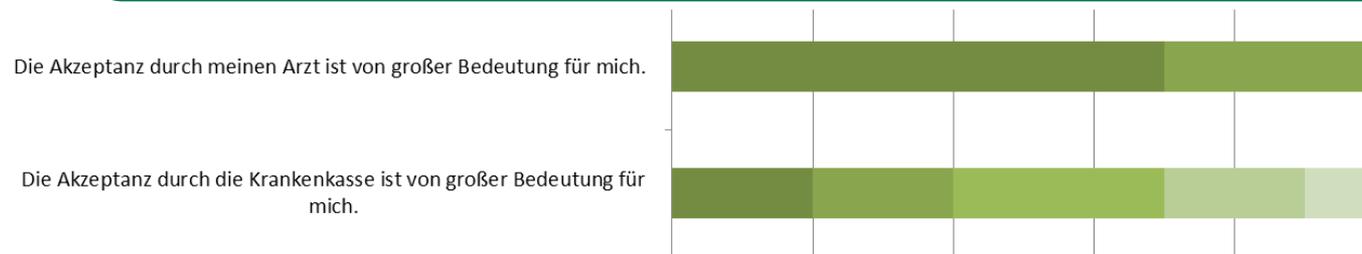
Teil B.6: Wie ist Ihre Einstellung zu neuen medizinischen Behandlungsformen?



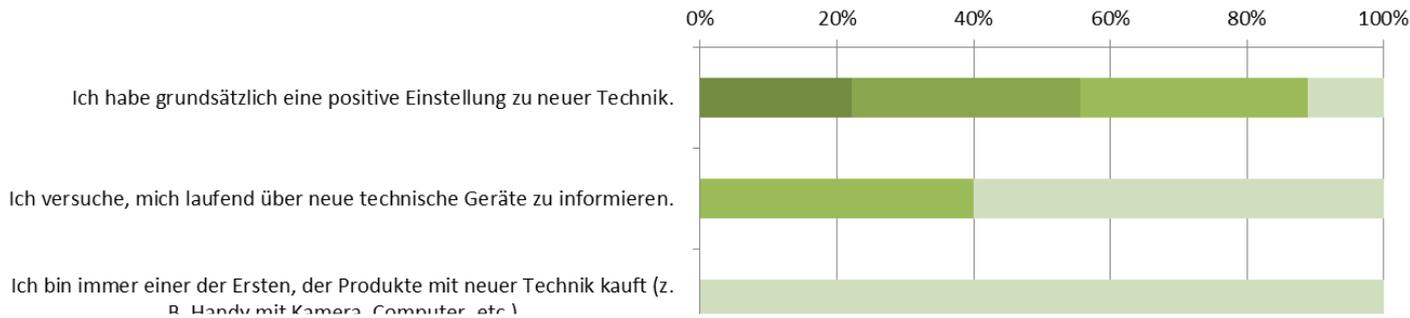
Ich:

- Offen für neue Behandlungsformen
- Arzt muss jedoch unterstützen und fördern

ht zu



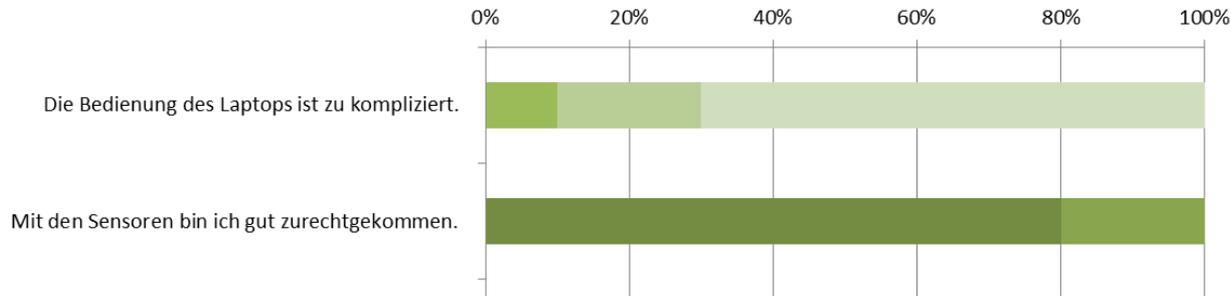
Teil B.5 + 8: Wie ist Ihre Einstellung zu neuer Technik und Telemedizin?



- Nicht technikaffin
- Telemedizin weitgehend unbekannt

ht zu

Teil C.8: Welche Risiken erwarten Sie von der MSNurse Studie?

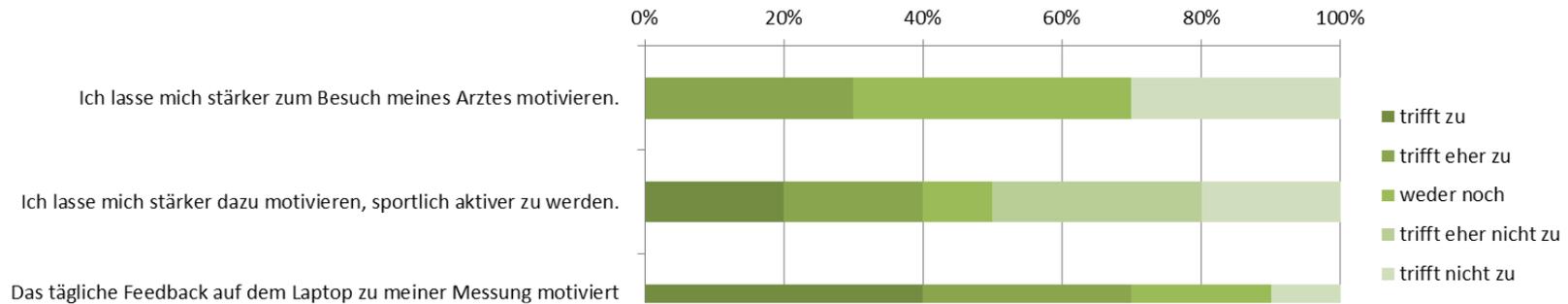


- Das Studienkonzept unterstützt den Ablauf
- Die Technik (Laptop und Sensoren) ist einfach zu nutzen

Ich würde gerne während der Messungen zu Hause noch mehr Informationen zu meinen Aktivitätsdaten erhalten.



Teil C.10 + 11: Motivation



- Mehr und objektivere Informationen für den Arzt
- Probandin: „große Hilfe, um sich selbst besser einzuschätzen“

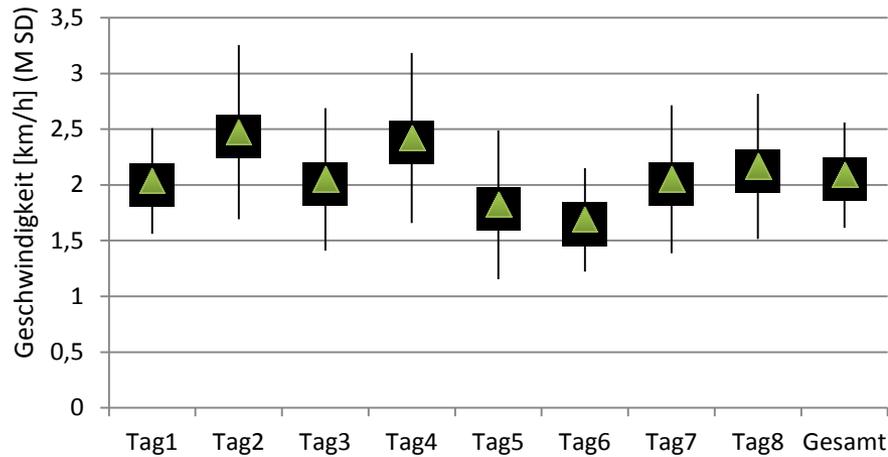
Vergleich MS und Gesunde Menschen

- Zeitraum: Mai 2011 bis Aug 2011
- 12 Patienten (m = 4, w = 8), 12 gesunde Menschen (m = 6, w = 6)
- Fokus: Aktivitätsparameter, Usability und Feasibility

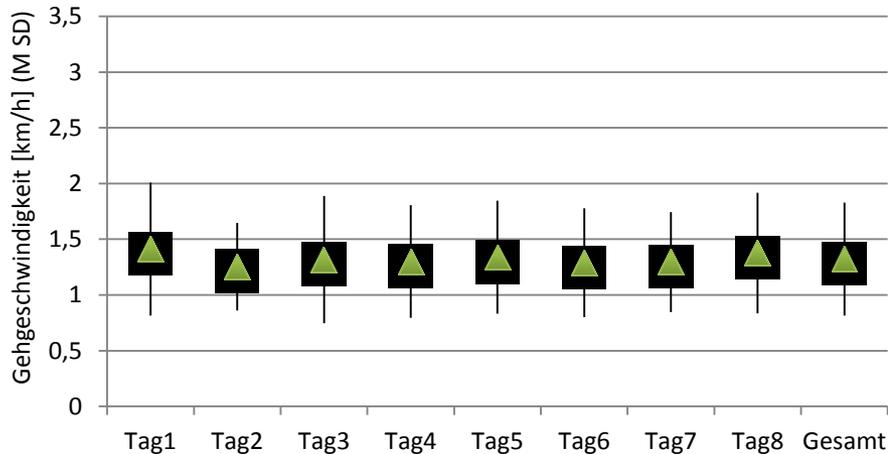
	MIN	MAX	MEAN
Alter	23	52	39,43
Größe [kg]	158	181	170
Gewicht [cm]	44	103	70,36
EDSS	1	5	2,38

Ergebnisse (Mittl. Gehgeschwindigkeit)

Mittlere Gehgeschwindigkeit/Kontrollen



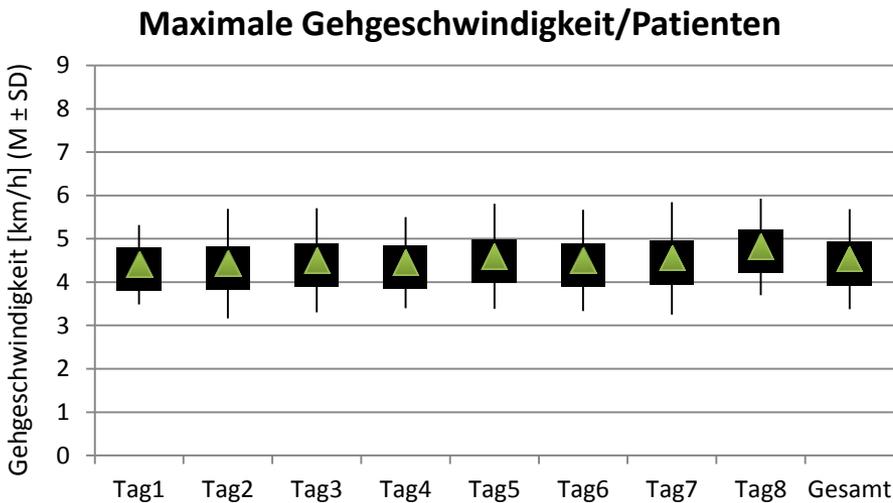
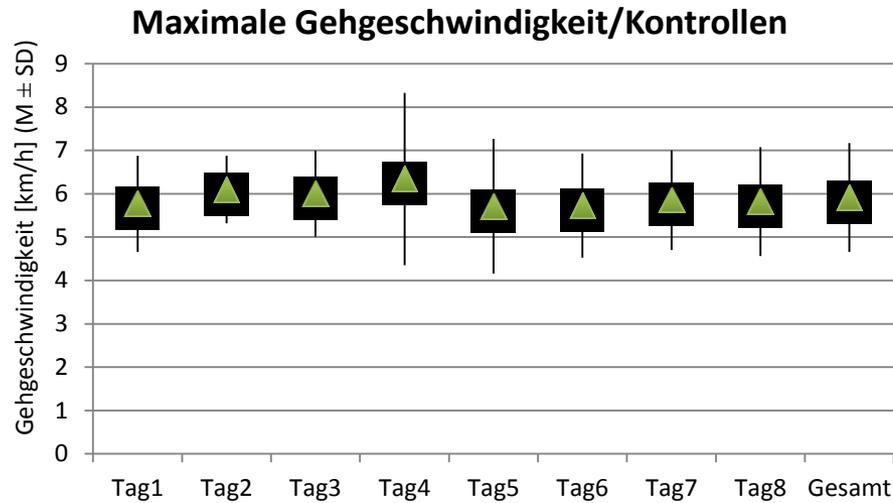
Mittlere Gehgeschwindigkeit/Patienten



	Mittelwert	Standardabweichung
Patienten	1,32	0,45
Kontrollen	2,09	0,38

p < 0,0001

Ergebnisse (Max. Gehgeschwindigkeit)



	Mittelwert	Standerabweichung
Patienten	4,53	1,11
Kontrollen	5,91	0,87

p= 0,003

EDSS und Mobilitätsparameter

- Zeitraum: Mai 2011 bis September 2012
- 12 MS-Patienten (8 W, 4 M)
- Messdauer: 3 x 10 Tage (mit Abstand 6 Wochen) pro Patient
- Zwei EDSS-Gruppen
 - EDSS: 1 - 2,5 (N = 7)
 - EDSS: 3 - 5 (N = 5)
- EDSS bleibt im Verlauf konstant

	MIN	MAX	MEAN
Alter	24	53	41
Größe [kg]	158	181	170,25
Gewicht [cm]	49	97,6	72,8
EDSS	1	5	5,41

Ergebnisse (Anzahl Schritte)

Publikation der Ergebnisse in Vorbereitung,
daher hier noch geschwärzt. Für Fragen bitte
Kontakt mit Team aufnehmen!

Ergebnisse (Max. Gehgeschwindigkeit)

Publikation der Ergebnisse in Vorbereitung,
daher hier noch geschwärzt. Für Fragen bitte
Kontakt mit Team aufnehmen!

Fazit aus den Ergebnissen

- Akzeptanz
 - Benutzerakzeptanz vorhanden
 - Objektivität gewünscht, Feedback wichtig
 - MS Patienten kommunikativ und innovationsfreudig
- Messbarkeit
 - Unterschied zwischen EDSS-Gruppen und zwischen krank/gesund über den gesamten Messverlauf aufzeigbar

	EDSS 1-2,5		EDSS 3-5		p-value
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD	
Schritte	8971,09	±1873,94	5171,64	±2407,17	0,009
Max. Gehgeschwindigkeit	5,22	±0,65	3,59	±1,23	0,009

Zusammenfassung und Ausblick

- Die Beeinträchtigung der Mobilität ist objektiv messbar.
- Rückschlüsse auf Krankheitszustand und Krankheitsverlauf denkbar
- Weiterentwicklung der Analysealgorithmen mit dem Ziel eines genaueren Scores zur Einschätzung des MS-Schwergrads
- Überführung des Monitoring-Systems in den Regelbetrieb der Klinik
- Start einer multi-zentrischen Studie in 2013/2014 mit
 - Analyse Asymmetrie und Stolpern im Gang des Trägers
 - Vereinfachung der Datenübermittlung mithilfe von Cloud-Technologien
 - Schnittstelle zu Smartphones/ Tablet-PCs für Datenübertragung
 - Erweiterte Funktionalität für Patienten
 - Analyse der Dienstleistungsmodelle und finanziellen Anreizmodelle

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Asarnusch Rashid
rashid@fzi.de



Tom Zentek
zentek@fzi.de



Loyal Shammass
shammass@fzi.de

msnurses.de



aal.fzi.de

