

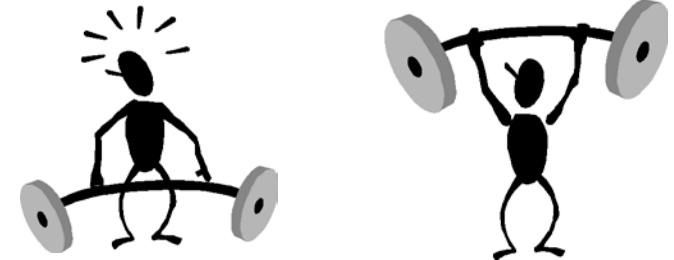
# Erfassung von Bewegungszuständen mittels MEMS-Sensoren

B. Schäfer, F. Wild-Pfeiffer, W. Xue

GW 2010, Köln, 06.10.2010

# Inhalt

- Einleitung
  - Körperliche Aktivität
  - Bewegungszustände
  - MEMS
- Project Motion Pattern (PMP)
  - Untersuchungen
  - Ergebnisse
- Zusammenfassung
- Ausblick



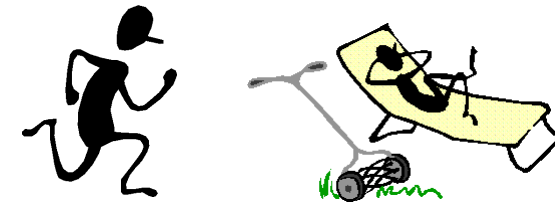
# KÖRPERLICHE AKTIVITÄT

**Körperliche Aktivität:** Jede durch die Skelettmuskulatur verursachte Körperbewegung, die Kraftaufwand erfordert (WHO 2010).

# Körperliche Aktivität

- Warum erfassen?
  - Zusammengang körperl. Aktivität und Gesundheit
  - Risiko chronischer Erkrankungen
  
- Wie erfassen?
  - Fragebögen
  - Proprietäre Methoden (Actigraph™ und Actical®)
  - Objektive Erfassung → Beschleunigungssensoren (Hagströmer u. a. 2007, Ward u. a. 2005, WHO 2010)



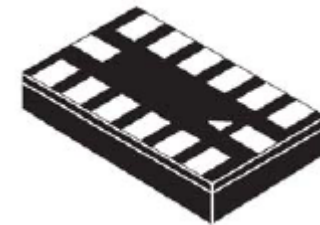


# BEWEGUNGSZUSTÄNDE

**Bewegungszustand:** Aktuelles Bewegungsmuster innerhalb Bewegungsmuster  
bestimmtes Zeitpunkte in einem bestimmten Zeitpunkt.

# MEMS

Micro Electro Mechanical Systems: Mikrosysteme sind Systeme, die Sensoren, Aktoren und Elektronik in Miniaturgröße vereinen und steuern.



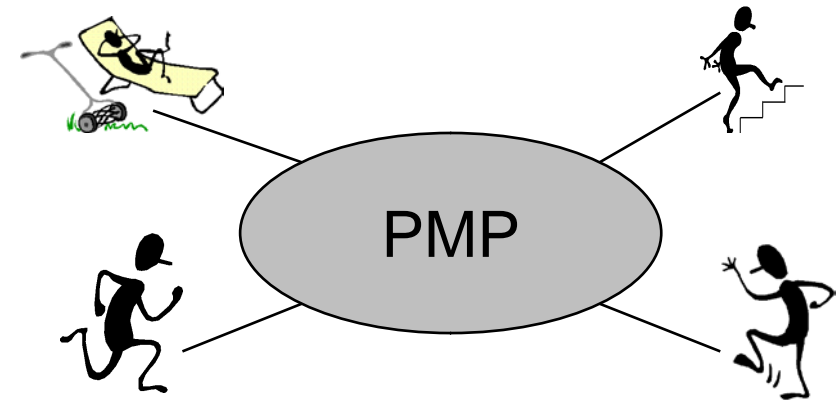
Freescale (2009)



# MEMS

Eigenschaften:

- **Kosten**
- Kleine Abmessungen / kompakte Bauweise
- Geringes Gewicht
- Hohe Ausfallsicherheit
- Geringer Energieverbrauch / Abwärme
- Parallele Fertigungstechnik vieler Mikrokomponenten auf einem Substrat



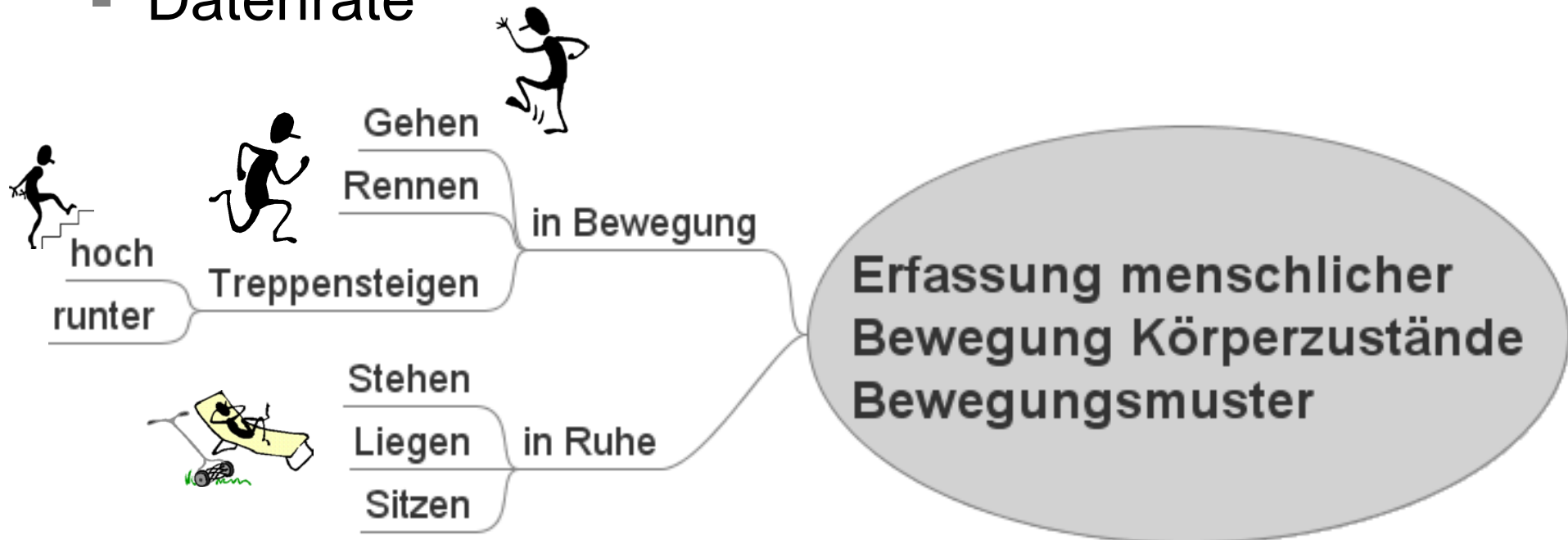
# PROJECT MOTION PATTERN (PMP)

Machbarkeitsuntersuchung (in Zusammenarbeit mit dem InSpo der Universität Stuttgart) zur Erfassung von Bewegungszuständen mittels MEMS-Sensoren.



# PMP Ziele:

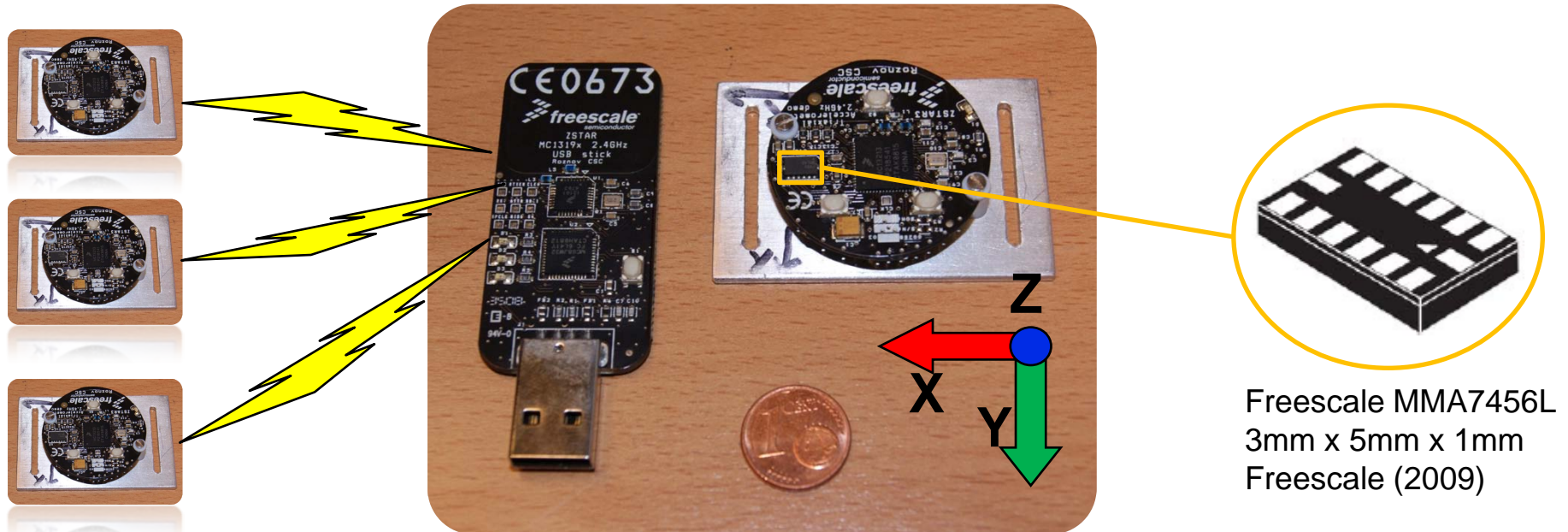
- Sensorposition
- Befestigung
- Empfindlichkeit
- Datenrate



# PMP

- Grundsätze der Detektion:
    - Labor  $\leftrightarrow$  natürliche Umgebung
    - Algorithmen entwickeln  $\neq$  Daten erfassen
    - Keine Behinderung durch Kabel an Sensoren (Bao und Intille 2004)
  - Ansatz zur Erfassung von Bewegungszuständen:
    - Kostengünstige, kleine und leichte Sensoren
    - Drahtlose Kommunikation
- MEMS

# PMP - Sensor



Dreiachsiger Beschleunigungsmesser MMA7456L von Freescale. USB Dongle (li.) und Sensor (re.):

- +/- 2|4|8g
- Drahtloser Betrieb

## PMP Experimente:

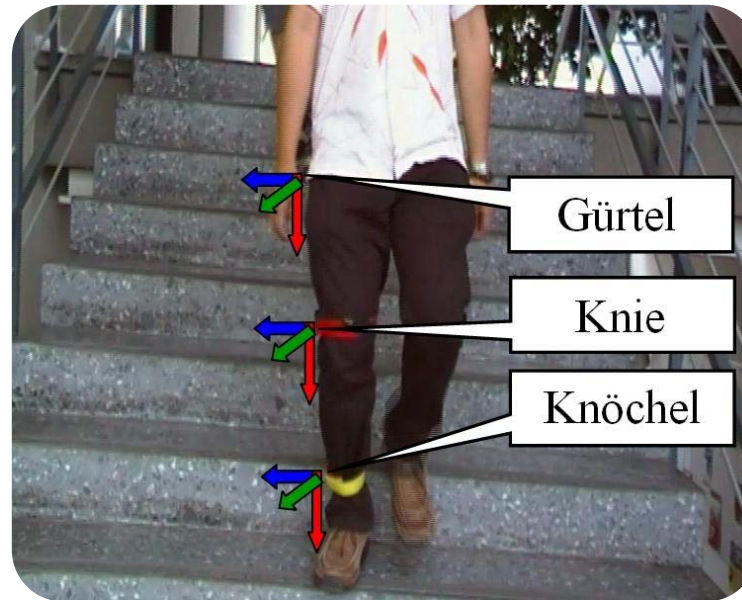
- 3 Probanden (2 männlich, 1 weiblich), ca. 25 Jahre
- 6 Bewegungsmuster:

Gehen	5s Stehen, 10 Schritte Gehen, 5s Stehen, ... (3 Wiederholungen Gehen)
Rennen	5s Stehen, Rennen, 5s Stehen.
Treppe hoch	5s Stehen, Treppe hoch (22 Stufen, ein Stockwerk), 5s Stehen.
Treppe runter	5s Stehen, Treppe runter (22 Stufen, ein Stockwerk), 5s Stehen.
Sitzen	5s Sitzen, 5s Stehen, 5s Sitzen, ... (5 Wiederholungen Stehen)
Liegen	5s Stehen, 5s Liegen, 5s Stehen, ... (5 Wiederholungen Liegen)

- Dokumentation in Feldbuch, auf Video

# PMP

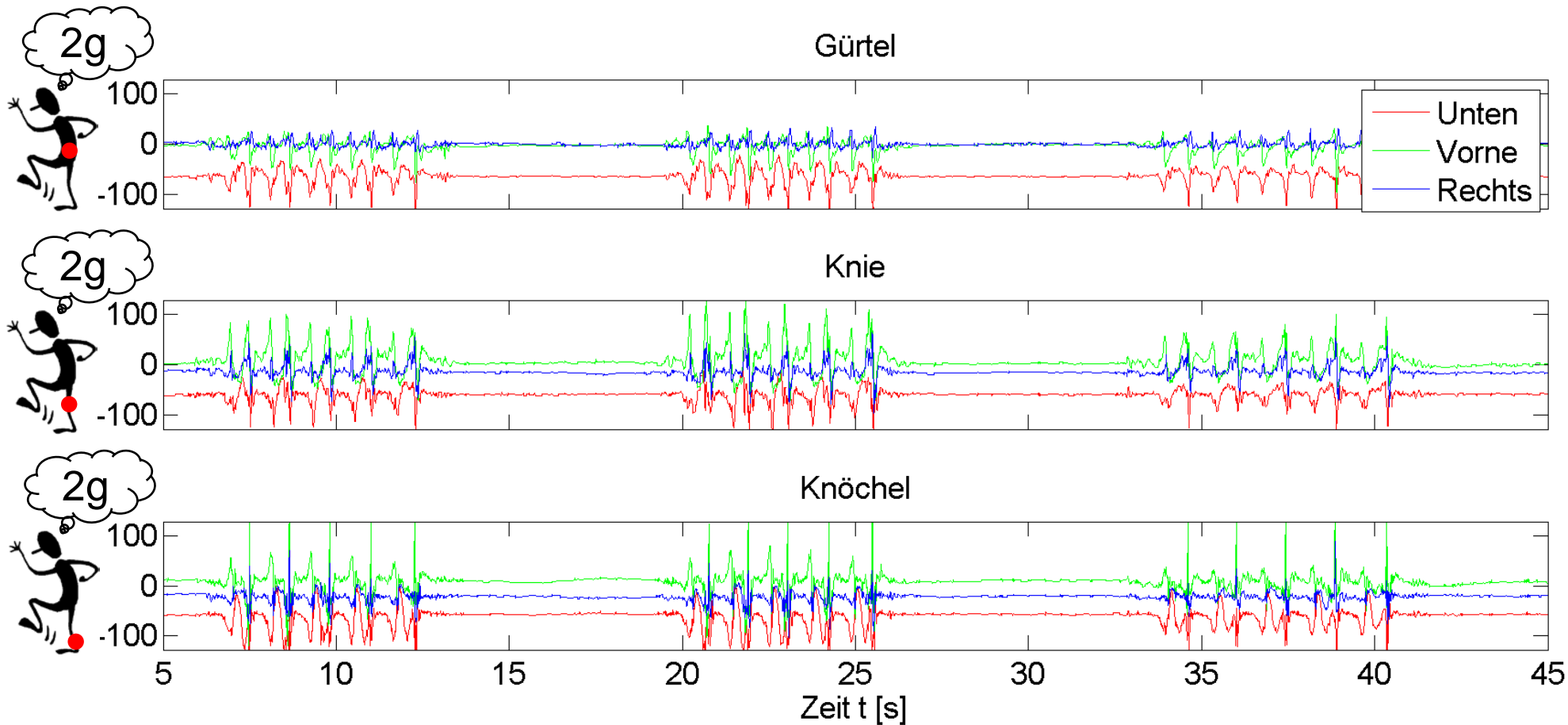
- Sensorpositionen:



- Datenformat:
  - Rohdaten: Werte -127 bis 128
  - Beschleunigungen: +/- 2|4|8g

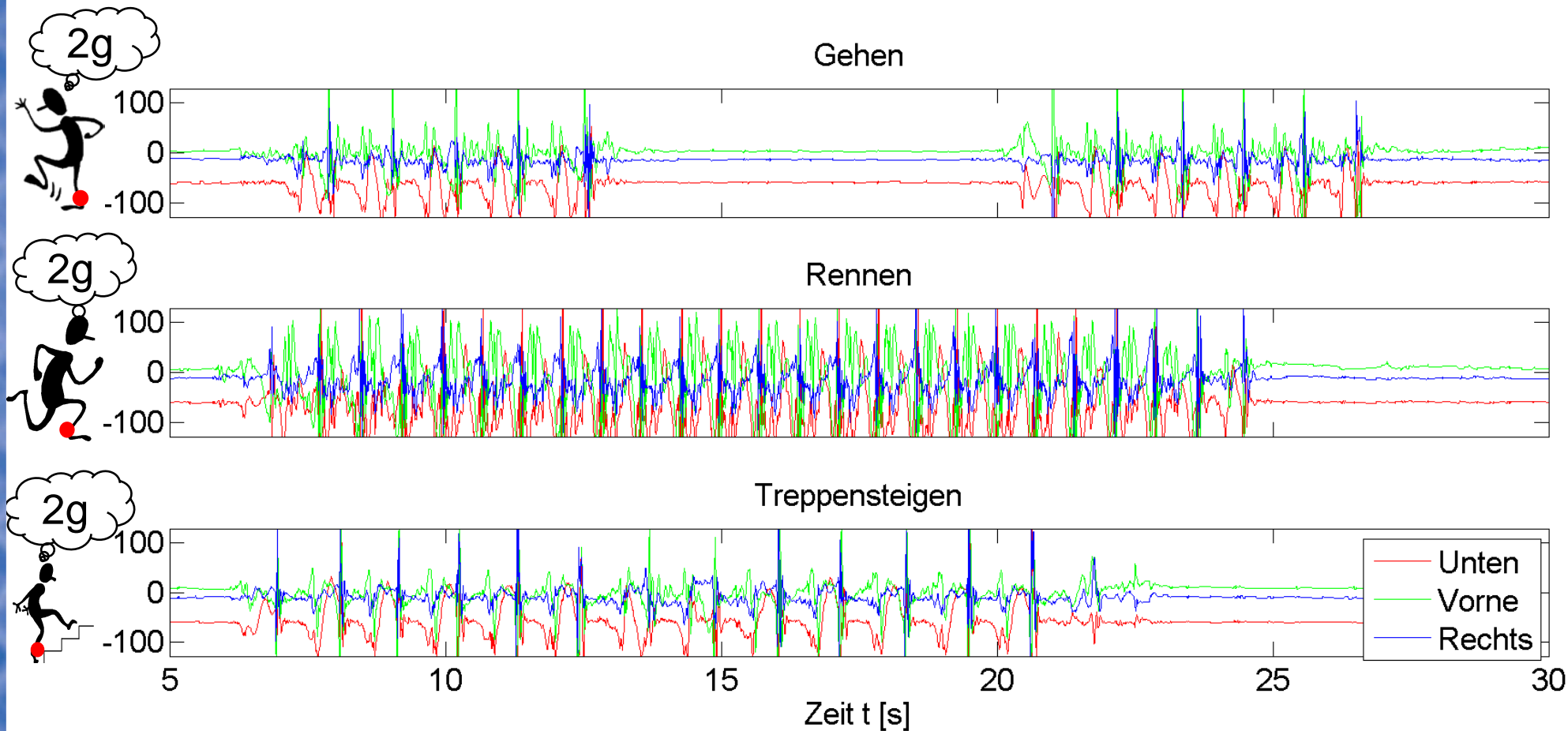
# PMP Rohdaten:

## Bewegungsmuster **Gehen** an 3 Positionen in +/- 2g

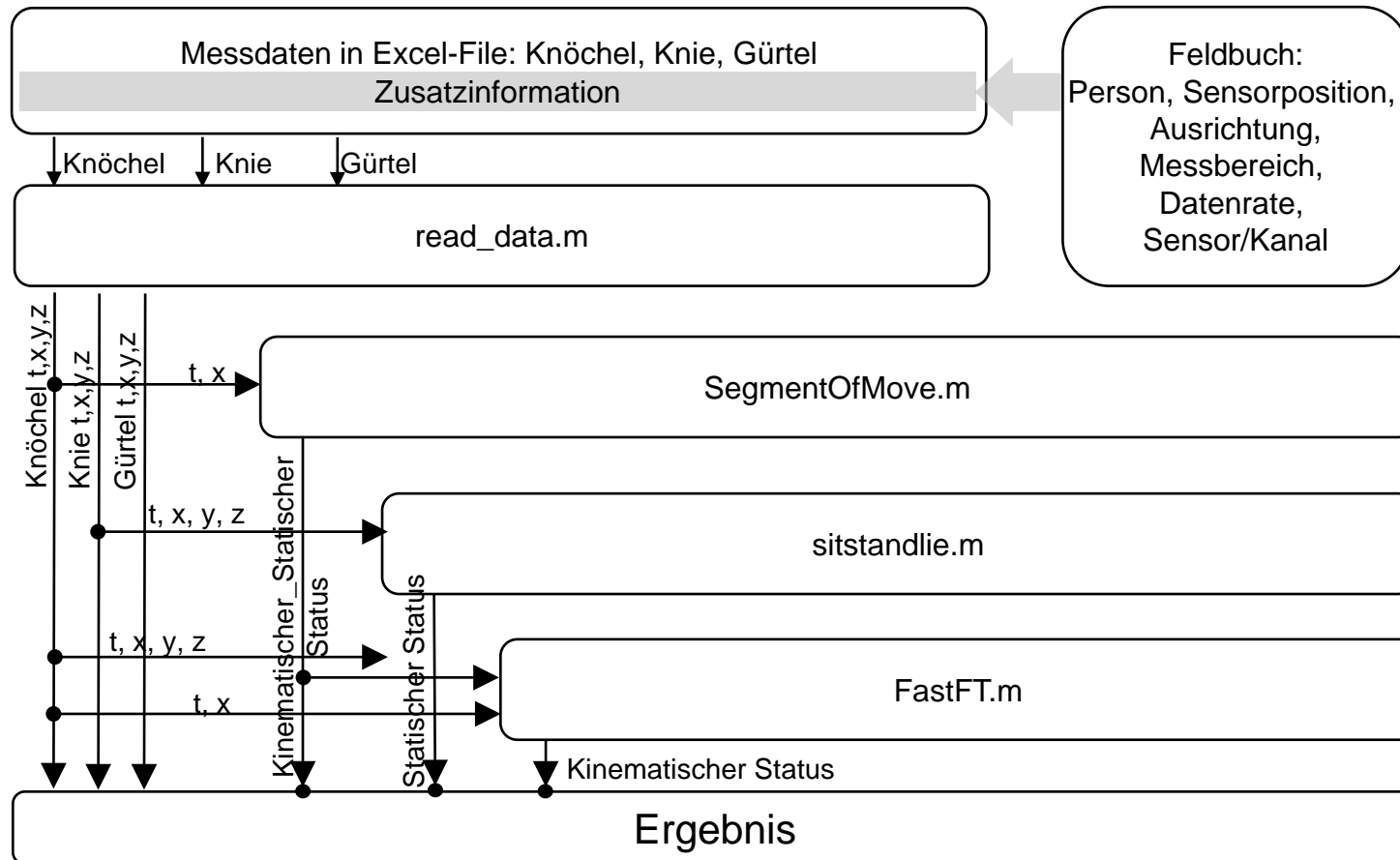


# PMP Rohdaten:

## Vergleich versch. Bewegungsmuster am Knöchel in +/- 2g



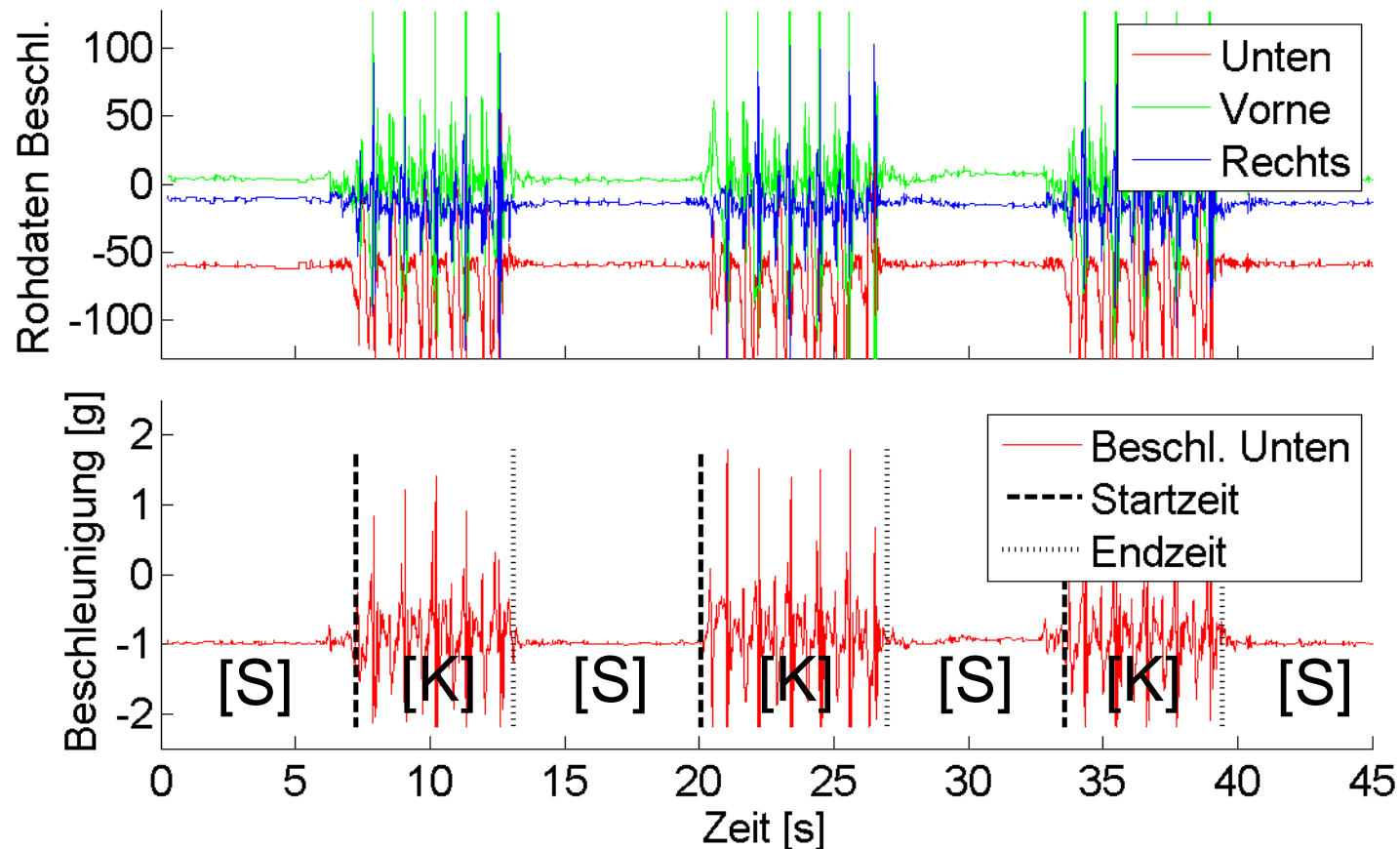
# PMP Auswertung:





# PMP Ergebnis:

## Bewegungsmuster **Gehen** am Knöchel in +/- 2g



# PMP Ergebnis:

## Konfusionsmatrix der Bewegungszustände (Einheit: %)

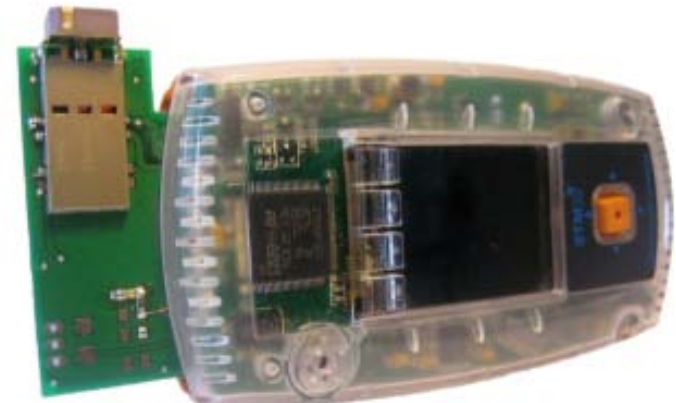
Detektiert	Stehen	Gehen	Rennen	Treppe hoch	Treppe runter	Sitzen	Liegen	Kurze Bewegung	Fehler	Güte
Gehen	60,9	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	98,9
Rennen	49,0	0,0	48,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	97,0
Treppe hoch	49,5	7,9	0,0	40,8	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	90,3
Treppe runter	50,5	0,0	0,0	18,3	29,4	0,0	0,0	1,8	0,0	79,9
Sitzen_Stehen	33,8	0,0	0,0	0,0	0,0	37,9	0,0	23,7	4,6	95,4
Stehen_Liegen	34,7	24,8	1,5	0,0	0,0	0,0	31,8	7,2	0,0	73,7

## PMP Ergebnis:

- Güte der Erkennung 71% bis 98%
- Sensorposition:
  - Kinematische Zustände → alle 3 Positionen
  - Statische Zustände → 2 Positionen:  
Knie&Knöchel oder Knie&Gürtel
- Befestigung: Platte und Klettverschluss
- Empfindlichkeit: +/- 2g für die Erkennung der Bewegungszustände ausreichend

## PMP Ausblick:

- Erweiterung des Katalogs → Übergänge:  
(Hinsetzen, Hinlegen, Aufstehen etc.)
- Automatisierung: Sensorposition und Sensorausrichtung
- Neue Sensor-Plattformen z.B. STM Primer2
- Anwendungen:
  - Location Awareness
  - Context Awareness
  - Fußgängernavigation



STM Primer2 mit GPS-Empfänger  
(<http://www.stm32circle.com/projects/project.php?id=75>)

# Literatur

- Bao, L.; Intille, S. S.: Activity Recognition from User-Annotated Acceleration Data. In: Ferscha, A.; Mattern, F. (Eds.): Pervasive computing: Second international conference, PERVASIVE 2004, Linz/Vienna, Austria, April 21-23, 2004, Proceedings. Springer, LNCS 3001, S. 1-17
- FREESCALE Semiconductor Inc.: Technical Data, MMA7456L: XYZ-Axis Accelerometer, Document Number: MMA7456L, Rev 4, 04/2009  
[http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data\\_sheet/MMA7456L.pdf](http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MMA7456L.pdf)
- Hagströmer, M.; Oja, P.; Sjöström, M.: Physical Activity and Inactivity in an Adult Population Assessed by Accelerometry. In: Medicine & Science in Sports & Exercise, Vol. 39, Nr. 9, 2007, S. 1502–1508
- Ward, D. S.; Evenson, K. R.; Vaughn, A.; Rodgers, A. B.; Troiano, R. P.: Accelerometer Use in Physical Activity: Best Practices and Research Recommendations. In: Medicine & Science in Sports & Exercise, Vol. 37, Nr. 11, 2005, S. S582–S588
- WHO Library Cataloguing-in-Publication Data: Global recommendations on physical activity for health, ISBN 978-924-159-997-9, 2010  
<http://www.who.int/dietphysicalactivity/global-PA-recs-2010.pdf>

# PMP Rohdaten:

## Bewegungsmuster **Gehen** in 3 Messbereichen am Knöchel

