



# Aktivitätsmessung - vom Schritte zählen bis zur vollständigen Überwachung

Erfa - Tag Montag 14. November 2016

Rahel Bürgi

# Einführung

Körperliche Aktivität und ihr Nutzen  
für die Gesundheit

# Bedeutung der körperlichen Aktivität

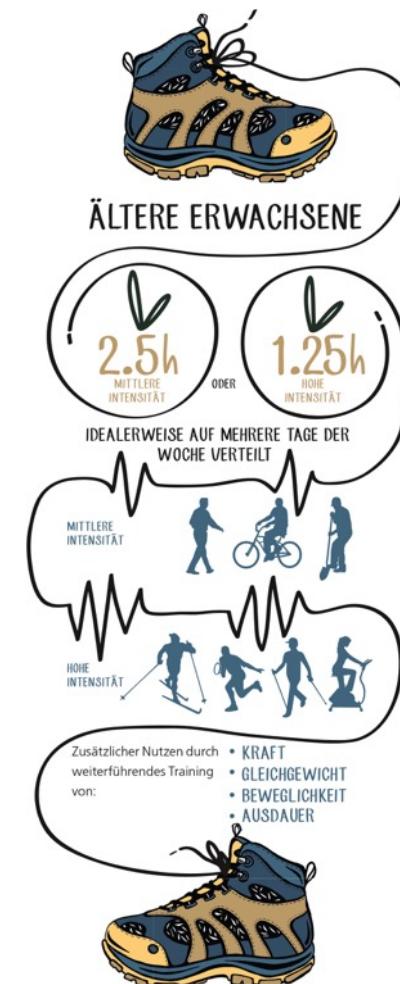
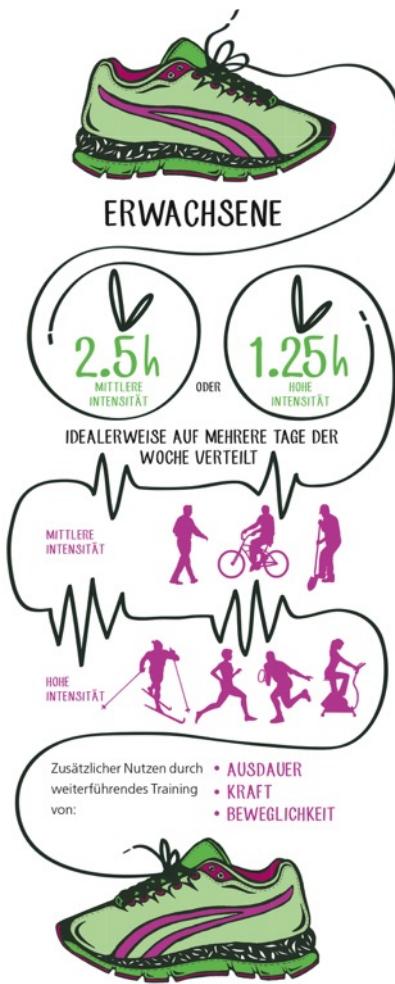
- Menschlicher Körper wurde vor Jahrmillionen darauf angelegt, sich täglich als Jäger und Sammler zu bewegen  
→ Grossmassige Arbeitsmuskulatur notwendig
- Menschliches Erbgut und körperliche Voraussetzungen noch immer auf das Leben in der Steinzeit programmiert
- Regelmässige körperliche Aktivität als Voraussetzung für ein gesundes Leben
- ABER: zunehmende Technisierung und Automatisierung führt zu Inaktivität



# Gesundheitsnutzen der körperlichen Aktivität

<b>Gesundheitseffekte von Bewegung bei Kindern und Jugendlichen</b>			
Herz, Kreislauf, Ausdauer	↑	Risikoprofil für Herz-Kreislauf-Erkrankungen	↓
Muskelkraft	↑	Risikoprofil für Stoffwechselkrankheiten	↓
Gesundes Körpergewicht	↑	Angstverbundene Symptome	↓
Knochengesundheit	↑	Depressive Symptome	↓
<b>Bei Erwachsenen</b>			
Lebenserwartung	↑	Herz-Kreislauf-Erkrankungen	↓
Fitness	↑	Hirnschlag	↓
Gesundes Körpergewicht	↑	Bluthochdruck	↓
Knochengesundheit	↑	Diabetes Typ II	↓
Psychisches Wohlbefinden	↑	Dickdarmkrebs	↓
Schlafqualität	↑	Brustkrebs	↓
Gesundheitsbezogene Lebensqualität	↑	Depressionen	↓
<b>Zusätzlich bei älteren Erwachsenen</b>			
Selbständigkeit	↑	Unfälle durch Stürze	↓
Denkfähigkeit	↑		
<b>Legende</b>			
Verbesserung dieses Gesundheitsaspekts	↑	Abnahme des Risikos für dieses Gesundheitsproblem	↓
Starke Evidenz ↑ Mittlere Evidenz ↑			

# Bewegungsempfehlungen



# Definition der körperlichen Aktivität

- *“Jegliche durch die Skelettmuskulatur hervorgebrachte körperliche Bewegung, die den Energieverbrauch über den Grundumsatz anhebt.”*
- ➔ Sport im eigentlichen Sinne: sich wiederholende, geplante und strukturierte Tätigkeit zur Verbesserung oder Erhaltung der Gesundheit und körperlichen Fitness
- ➔ Sämtliche Alltagsbewegungen, welche zu einem Energieverbrauch führen (Haushalt, Arbeit, Zurücklegen von Transportwegen)

# Dimensionen der körperlichen Aktivität

Dimensionen der KA	
Art	Typ der Aktivität (Gehen, Laufen, Hüpfen, etc. )
Frequenz	Häufigkeit (pro Tag, pro Woche)
Dauer	Zeitspanne der Aktivität
Intensität	Energieverbrauch, sitzend, leicht, moderat, intensiv
Kontext	Transport, Fussballspiel, Arbeit

# Domänen der körperlichen Aktivität



# Aktivitätsmessung

Verschiedene Methoden zur Messung der  
körperlichen Aktivität

# Geschichte der Aktivitätssmessung

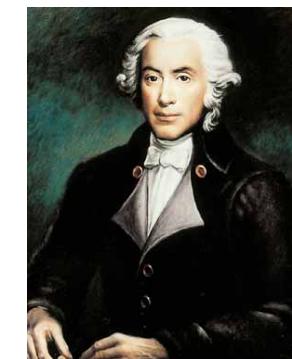
- Aktivitätssmessung mittels Schrittzähler kann in der Geschichte der Menschheit weit zurückverfolgt werden



Leonardo da Vinci  
(1452 – 1519)



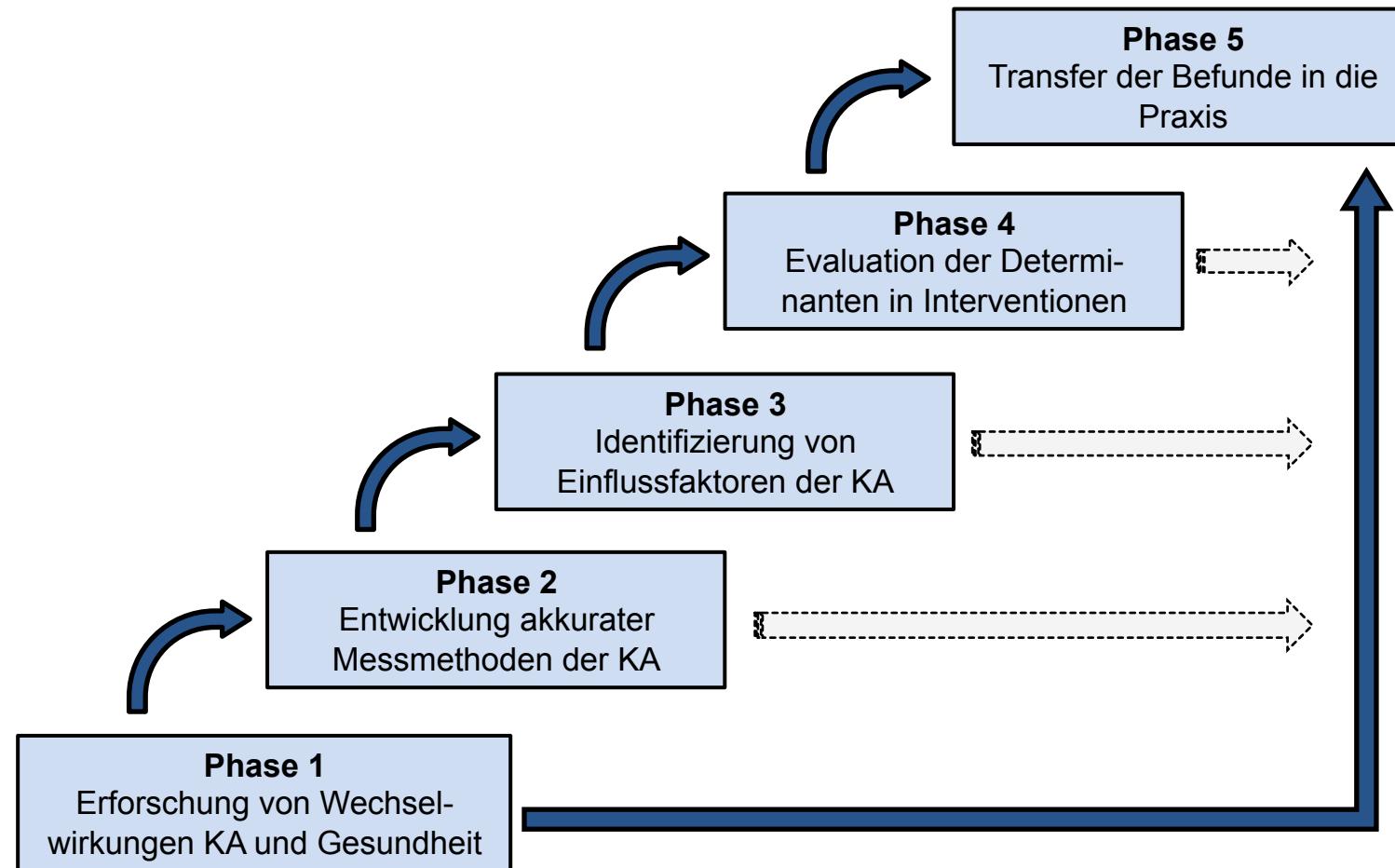
Thomas Jefferson  
(1743 – 1826)



Abraham-Louis Perrelet  
(1729 – 1826)

- Messung der körperlichen Aktivität als grosser und bedeutender Teil der Epidemiologie

# Aktivitätsmessung in der Epidemiologie



(nach Sallis et. al, 2000)

# Wozu Aktivitätsmessung?

## Wissenschaft

- Zusammenhänge Gesundheit – Körperliche Aktivität
- Monitoring/Trends
- Identifizierung von Einflussgrössen
- Evaluation von Interventionen

## BGM/Persönliche Aspekte

- Bewegungsförderung/Motivationale Aspekte
- Selbsterfahrung
- Leistungssteigerung

## Anforderungen für Messinstrumente

**PRAKTIKABILITÄT**

**REAKTIVITÄT**

DIMENSIONEN

**RELIABILITÄT**

KONTEXT

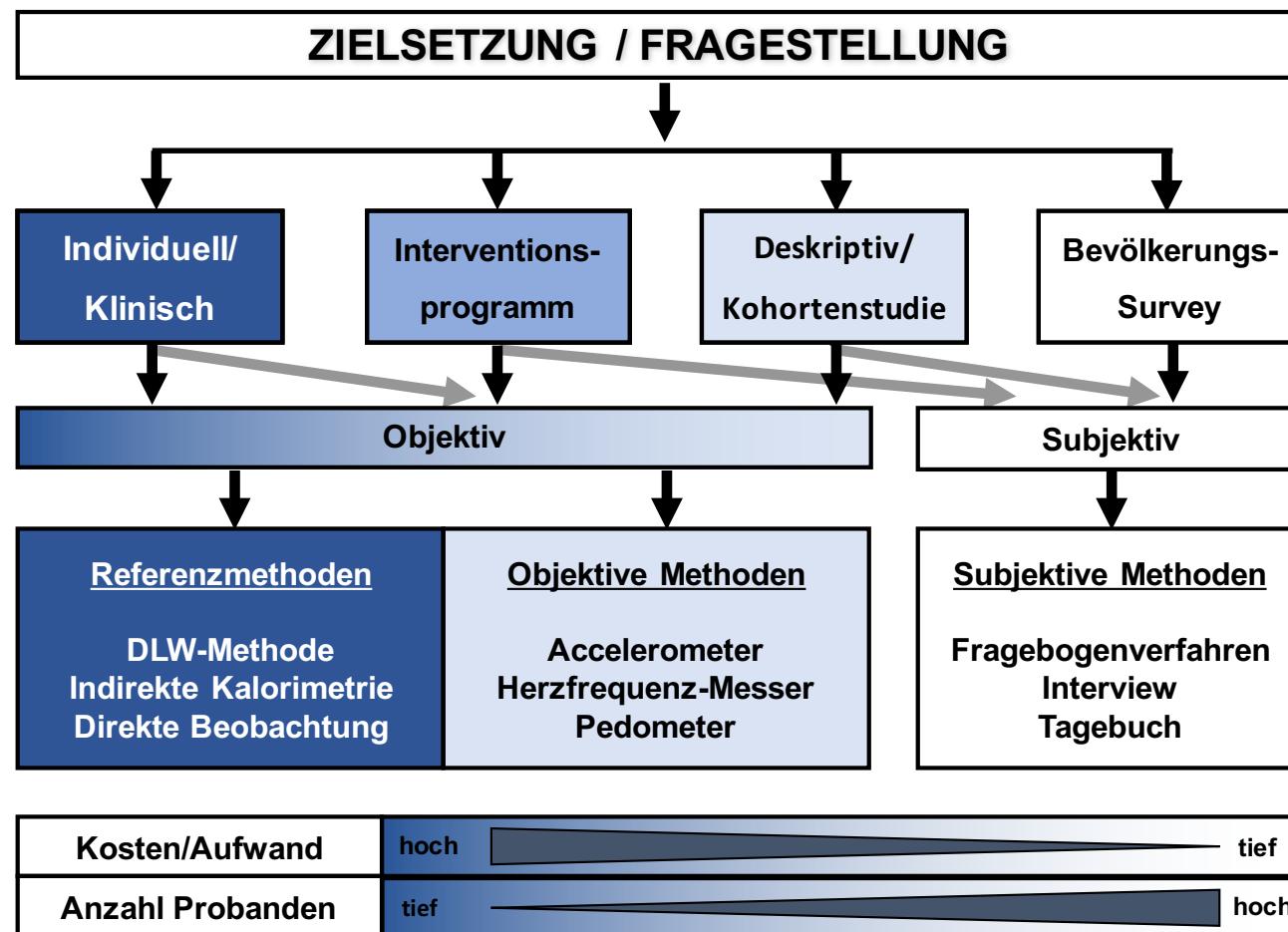
**VALIDITÄT**

# Umfrage

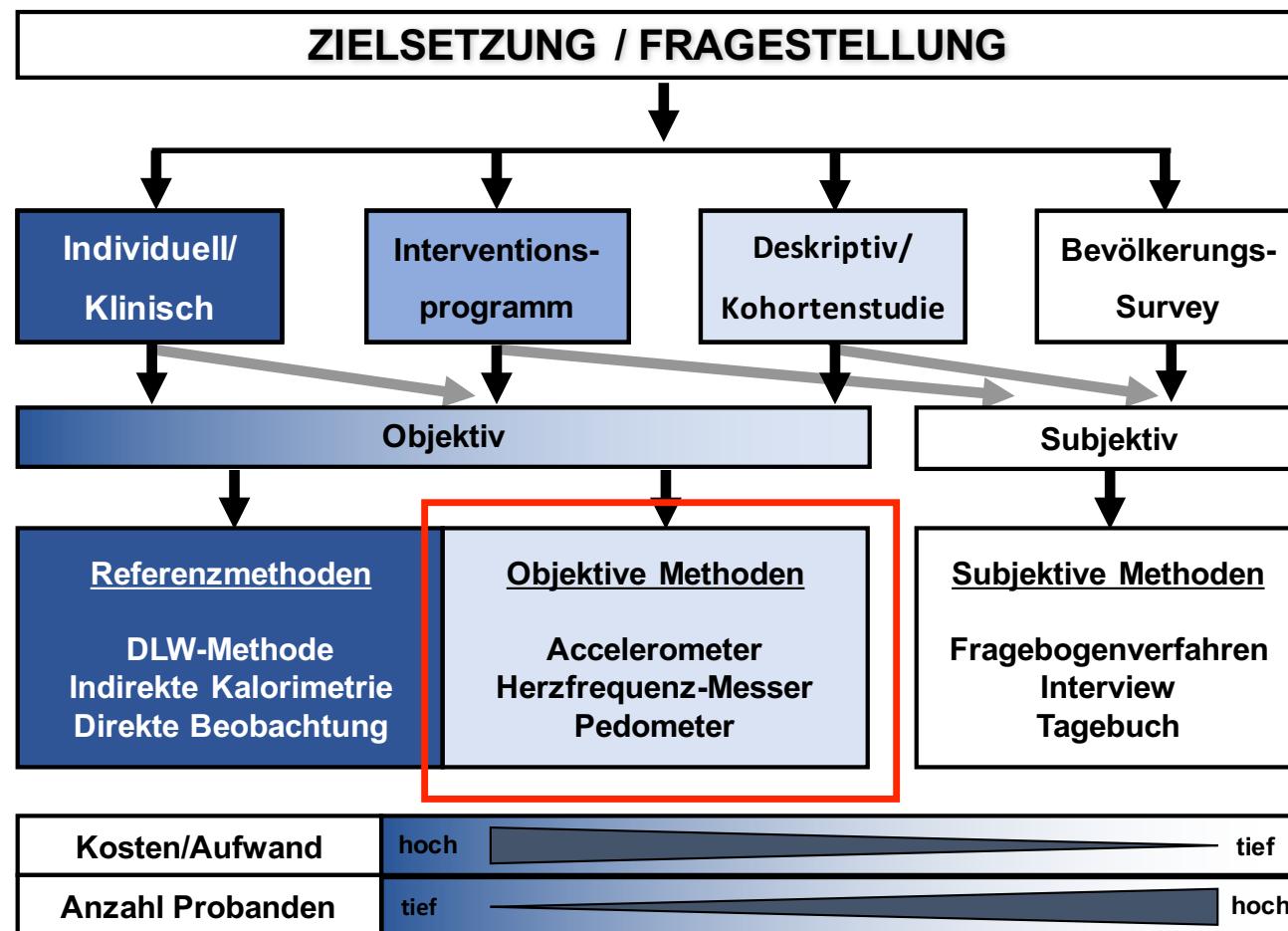
Welche Messinstrumente kennen Sie?

Welche Messinstrumente haben Sie schon  
angewendet?

# Einteilung der Messverfahren (nach Beneke und Leithäuser, 2008)



# Objektive Methoden



## Schrittzhler



- Misst mechanisch/elektronisch die Anzahl Schritte (eindimensionaler Erschütterungssensor)
- Meist an der Hüfte getragen
- Bei bekannter Schrittlänge und Körpermassen kann auch die zurückgelegte Distanz und der Energieverbrauch berechnet werden
- Rückmeldung auf Display (Motivation)
- Erfüllung der Empfehlungen 10'000 Schritte pro Tag

# Schrittzhäler

Frequenz	Dauer	Intensität	Art	Kontext
----------	-------	------------	-----	---------

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"><li>• Relativ günstig</li><li>• Nicht-invasiv</li><li>• Einfache Anwendung im Alltag</li><li>• Objektive Messung</li><li>• Ermöglicht direktes Feedback</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nur gehende Aktivitäten werden erfasst</li><li>• Korreliert nur bedingt mit Energieverbrauch (Gehen vs. Joggen)</li><li>• Anfällig für Messfehler</li></ul>

# Beschleunigungsmesser

- Elektronisches Gerät, welches die Beschleunigungen am getragenen Körperteil misst (meist an der Hüfte getragen)
- Uni- vs. triaxiale Sensoren
- Messen die Änderung der Beschleunigung und summieren diese über eine frei wählbare Epoche auf
- Ausgabe der Intensität in Activity-Counts pro Zeiteinheit

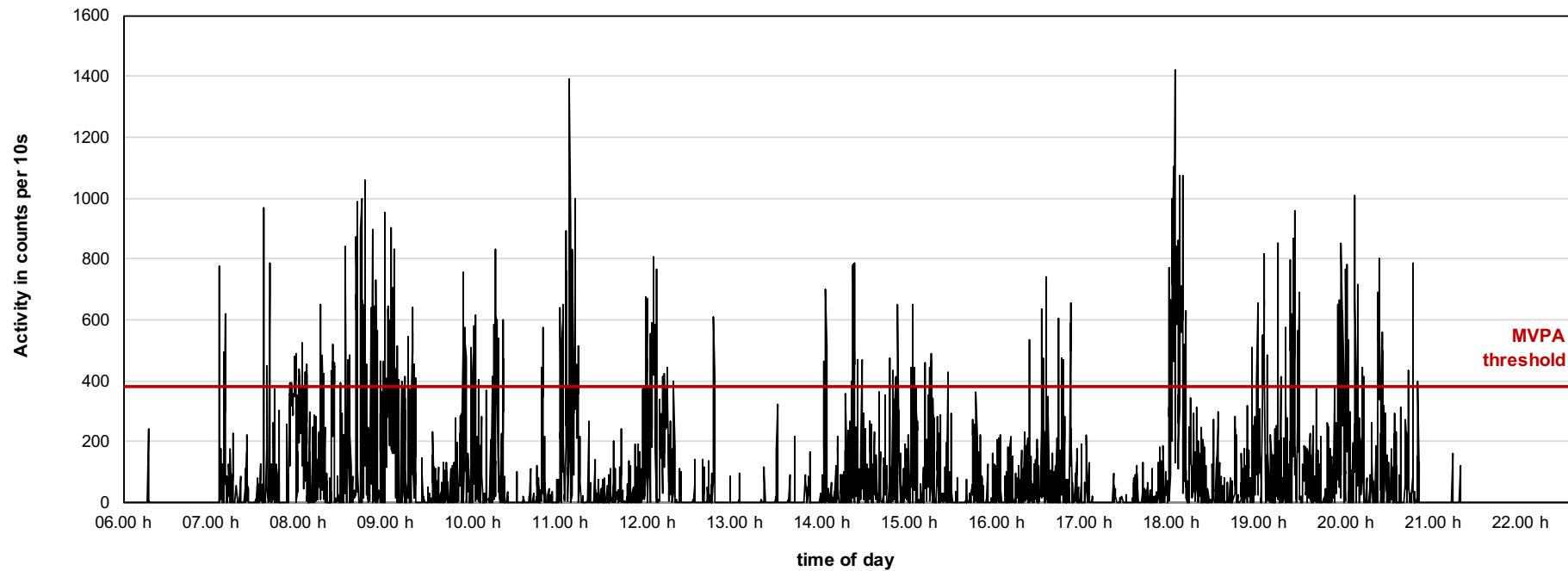


Ls  
SFB

LAMPRECHT UND STAMM - SOZIALE FORSCHUNG UND BERATUNG AG



# Beschleunigungsmesser



# Beschleunigungsmesser



# Beschleunigungsmesser

Frequenz	Dauer	Intensität	Art	Kontext
Vorteile		Nachteile		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nicht-invasiv</li><li>• Objektive und detaillierte Messung von Bewegungsmustern</li><li>• Einfache Anwendung im Alltag</li><li>• Messung über mehrere Wochen möglich</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Relativ teuer</li><li>• Insensitivität gegenüber verschiedenen Bewegungen</li><li>• Berechnung des Energieverbrauchs nicht sehr genau</li><li>• Verschiedene Cut-off Levels</li><li>• Keine Info zu Art und Kontext der Aktivität</li></ul>		

# Herzfrequenzmessung

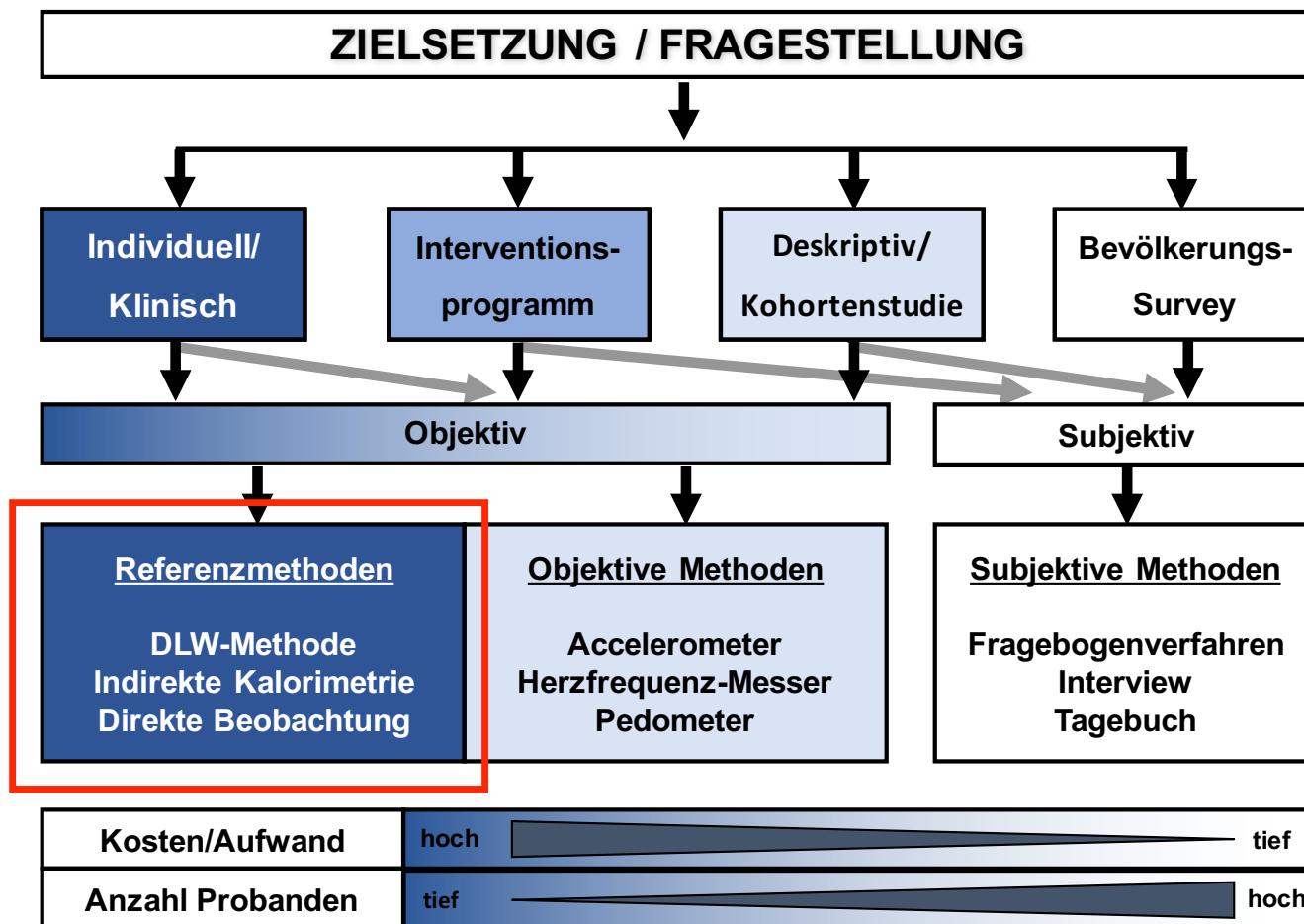


- Herzfrequenz als individuelle Antwort des Körpers auf physische Belastung
- Elektronisches Gerät (meist Uhr) misst mittels Brustgurt die Herzfrequenz mit frei wählbaren Messintervall
- Durch linearen Zusammenhang zwischen Herzfrequenz und Sauerstoffaufnahme kann Energieoutput berechnet werden
- Zuverlässige Messungen über längeren Zeitraum

# Herzfrequenzmessung

Frequenz	Dauer	Intensität	Art	Kontext
<b>Vorteile</b>			<b>Nachteile</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nicht-invasiv</li><li>• Gute Korrelation mit Energieverbrauch</li><li>• Einfache Anwendung im Alltag</li><li>• Speicherung der Messwerte über mehrere Tage möglich</li></ul>			<ul style="list-style-type: none"><li>• Relativ teuer</li><li>• Für genaue Abschätzung des Energieverbrauchs ist Eichung notwendig</li><li>• Brustgurt kann störend wirken</li><li>• Keine Info zu Art und Kontext der Aktivität</li><li>• Beeinflussung der Herzfrequenz durch andere Faktoren</li></ul>	

# Referenzmethoden



# Direkte Beobachtung



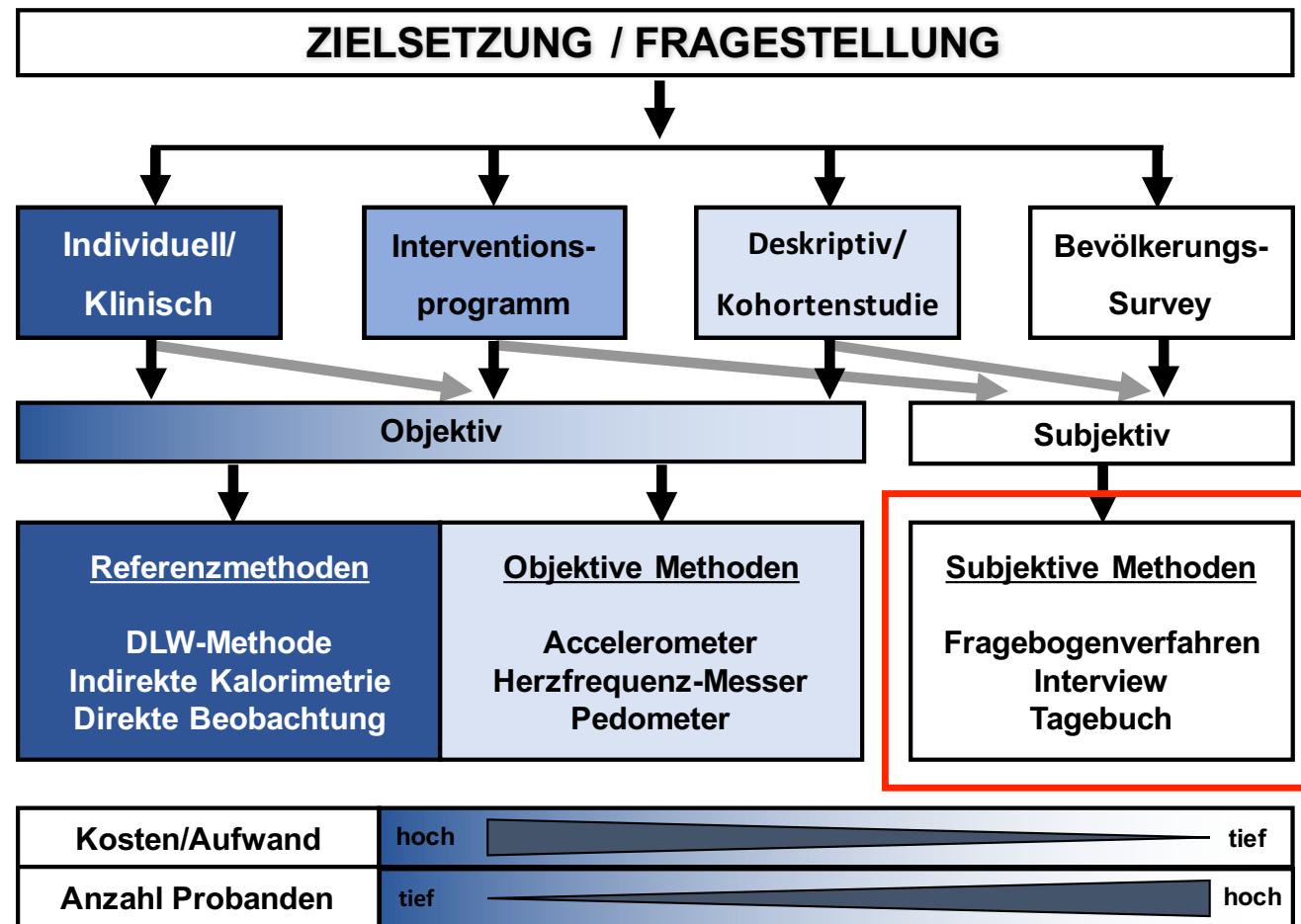
- Beobachter beobachtet das Verhalten der Zielperson direkt oder per Videoüberwachung
- Im Voraus festgelegtes Beobachtungskonzept
- Unterschiedliche Beobachtungsintervalle, Beobachtungsdauer, Anwendungsgebiete, Aktivitätsbeschreibungen (Intensitäten oder Aktionen)
- Software erhältlich zur Real-Time -Erfassung der Beobachtungen → Erleichterung der Datensammlung und Analyse

# Direkte Beobachtung

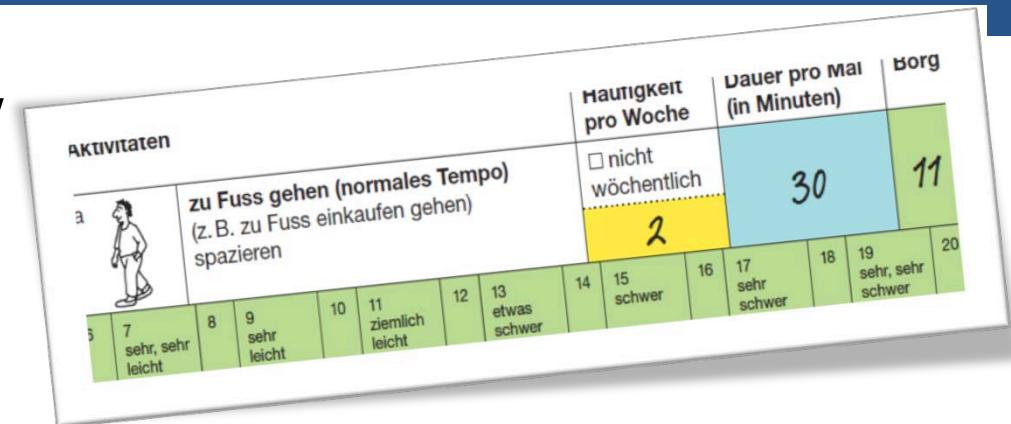
Frequenz	Dauer	Intensität	Art	Kontext
----------	-------	------------	-----	---------

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nicht-invasiv</li><li>• Sehr genaue qualitative und quantitative Messung</li><li>• Erfassung der Art und des Kontexts der Aktivität</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sehr zeitintensiv</li><li>• Schulung für Beobachter notwendig</li><li>• Sehr reaktiv</li></ul>

# Subjektive Methoden



# Fragebogen/Interview



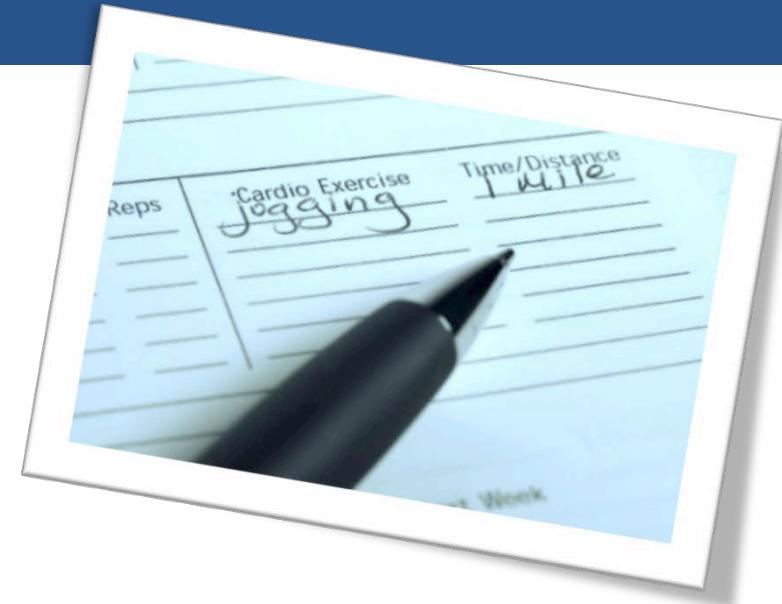
- Retrospektive Befragung über Aktivitätsverhalten
- Aufgrund einfacher und kostengünstiger Anwendung das meist benutzte Messinstrument
- Interviewbasiert/Selbst-Report/Proxi-Report
- Zahlreiche verschiedene Aktivitätsfragebogen vorhanden
  - ➔ Unterscheidung nach Länge, erfragtes Zeitfenster, Art der erfassten Aktivität, Befragungsmethode, Output, Sprache, Zielgruppe

# Fragebogen/Interview

Frequenz	Dauer	Intensität	Art	Kontext
----------	-------	------------	-----	---------

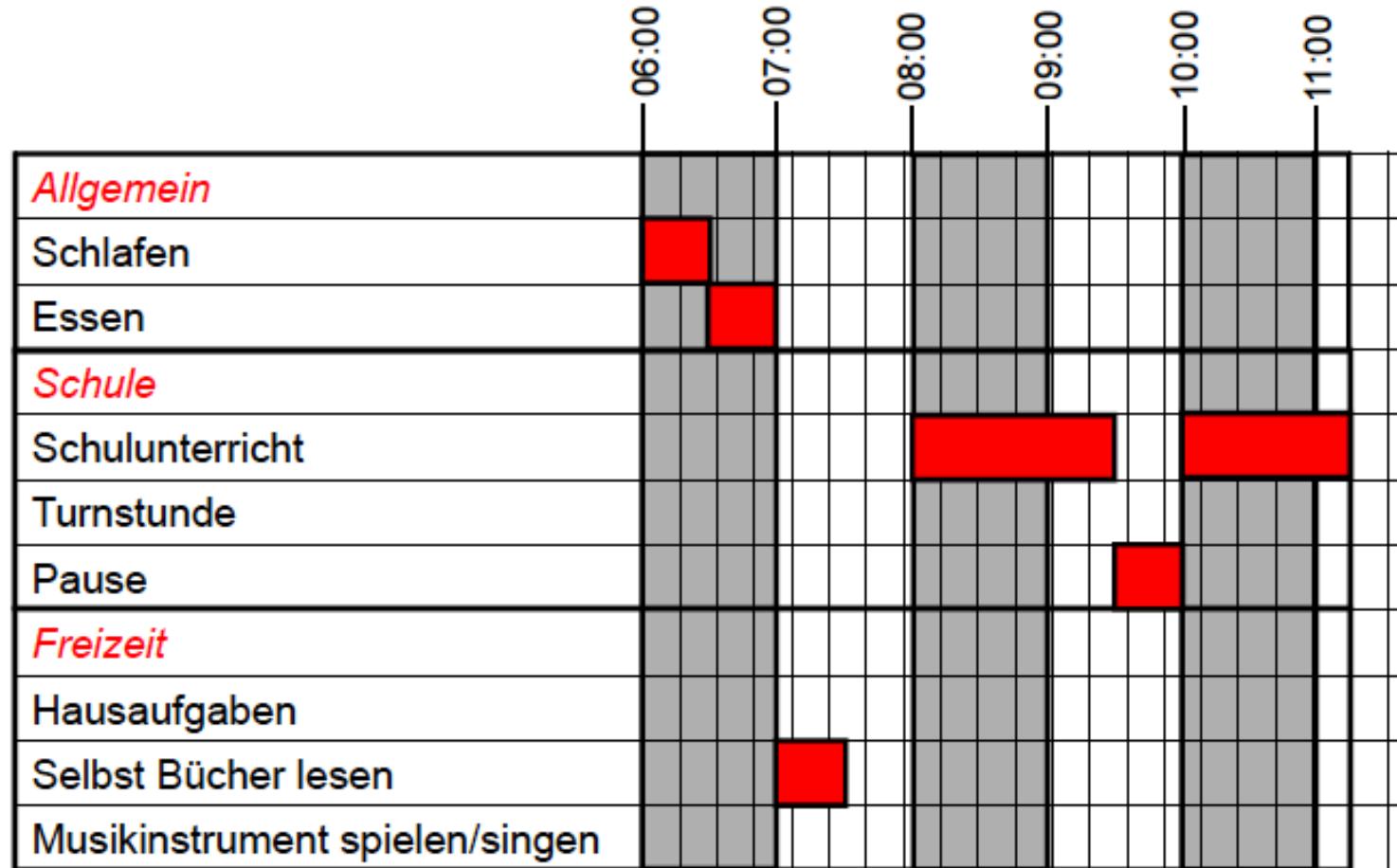
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kostengünstig und einfach anwendbar in grossen Gruppen</li><li>• Informationen zu allen Dimensionen</li><li>• Erfassung der Art und des Kontexts der Aktivität</li><li>• Keine Reaktivität</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Validität und Reliabilität umstritten</li><li>• Sozial erwünschte Antworten und Recall Bias</li><li>• Vergleichbarkeit aufgrund grosser Diversität schwierig</li></ul>

# Tagebücher/Logs



- Erfasst detailliert verschiedene Dimensionen (Dauer, Frequenz, Intensität, Typ, Kontext) der körperlichen Aktivität
- Probanden müssen für spezifische Zeitintervalle ihren Tagesablauf und die ausgeführten Aktivitäten dokumentieren

# Tagebücher/Logs



# Tagebücher/Logs

Frequenz	Dauer	Intensität	Art	Kontext
----------	-------	------------	-----	---------

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nicht-invasiv</li><li>• Qualitative und quantitative Messung möglich</li><li>• Erfassung der Art und des Kontexts der Aktivität</li><li>• Einfache Anwendung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zeitintensiv für Proband</li><li>• Auswertung kann ebenfalls sehr viel Zeit in Anspruch nehmen</li><li>• Nicht-objektiv</li><li>• Reaktiv</li></ul>

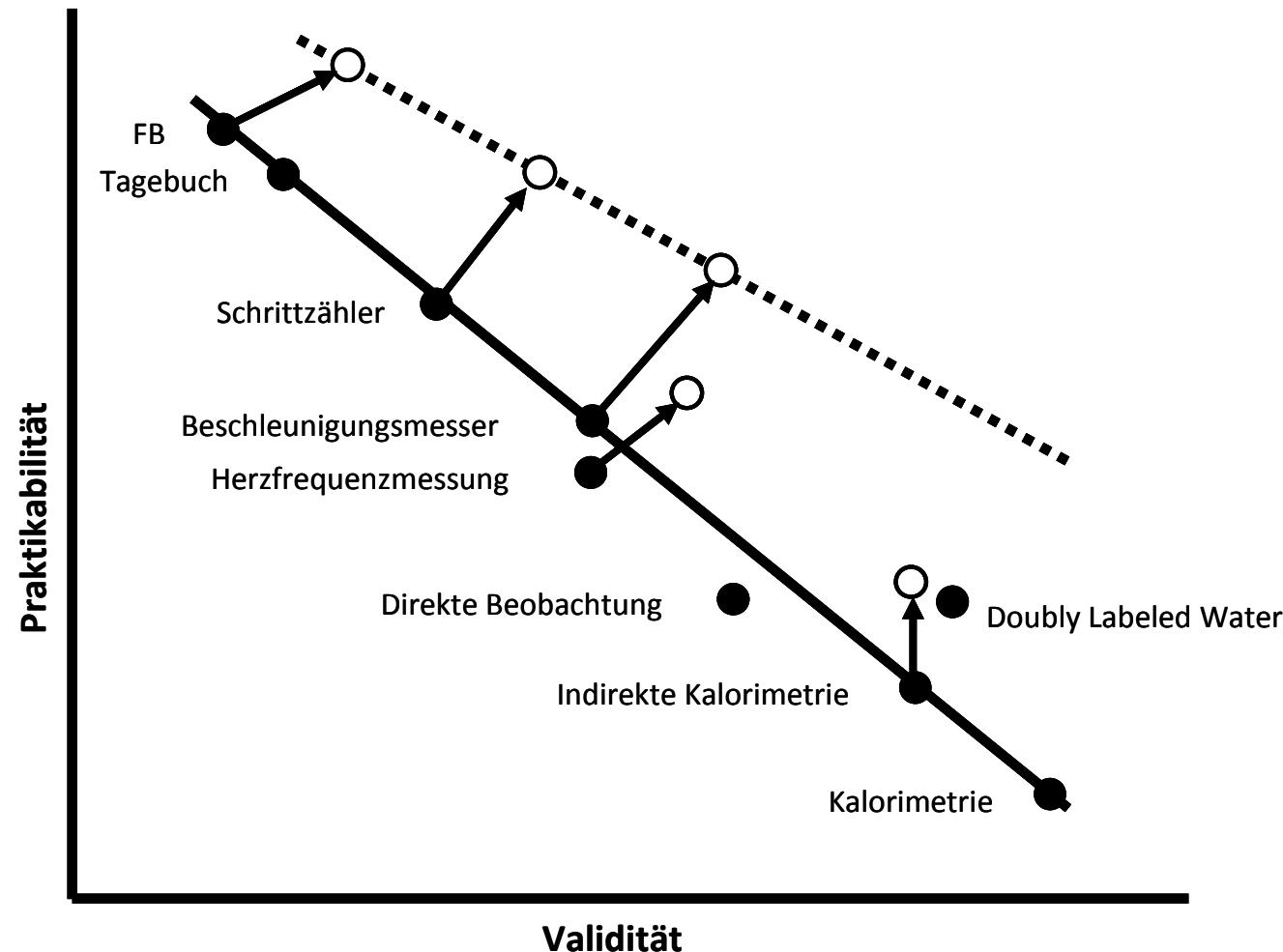
# Vergleich der verschiedenen Methoden

	Art	Fre-quenz	Inten-sität	Dauer	Typ	Kontext	Kosten	Reak-tivität
Schrittzähler	O	✗	✗	✗	✗	✗	moderat	moderat
Beschleunigungsmesser	O	✓	✓	✓	✗	✗	hoch	hoch
Herzfrequenz	O	✓	✓	✓	✗	✗	hoch	hoch
Tagebuch/ Log	S	✓	✓	✓	✓	✓	tief	hoch
Fragebogen/ Interview	S	✓	✓	✓	✓	✓	tief	keine
Direkte Beobachtung	O	✓	✓	✓	✓	✓	hoch	hoch

# Probleme mit der Aktivitätsmessung

- Trotz langer Vergangenheit ist Aktivitätsmessung ein kritischer Faktor im Felde der epidemiologischen Wissenschaft
  - Noch heute erhebliche methodische Probleme vorhanden
  - Suche nach idealem Instrument schwierig aufgrund der komplexen, mehrdimensionale Natur der körperlichen Aktivität
- (Noch) kein ideales Messinstrument gefunden bis zum heutigen Zeitpunkt
  - Wahl stellt meist eine Kompromisslösung dar!

# Die Suche nach dem idealen Instrument...



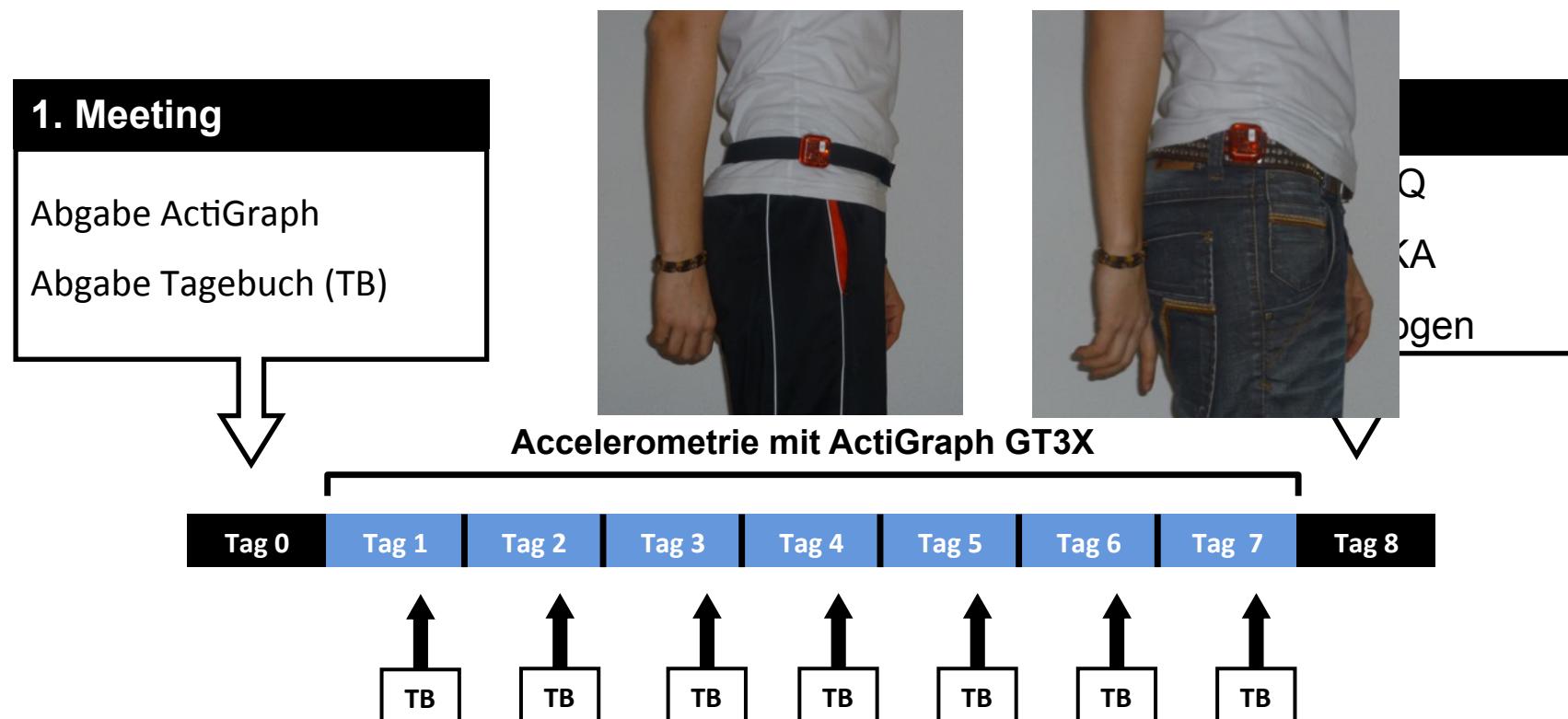
# Kombination verschiedener Messmethoden

# Einblicke in die Wissenschaft

Vergleich von verschiedenen Methoden zur  
Messung körperlicher Aktivität

# Studiendesign

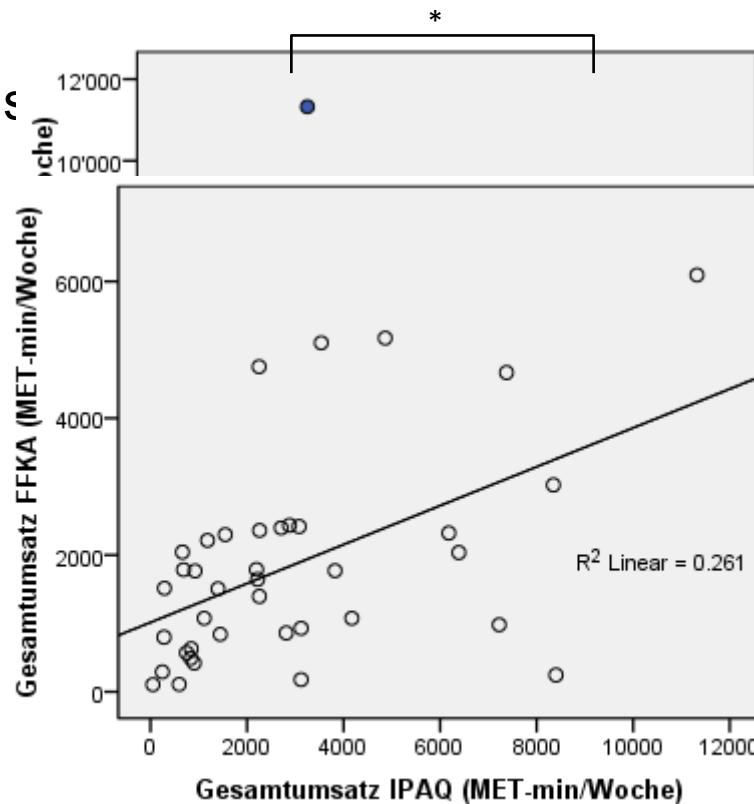
39 Probanden (21 ♀ / 18 ♂)



# Vergleich der Fragebögen

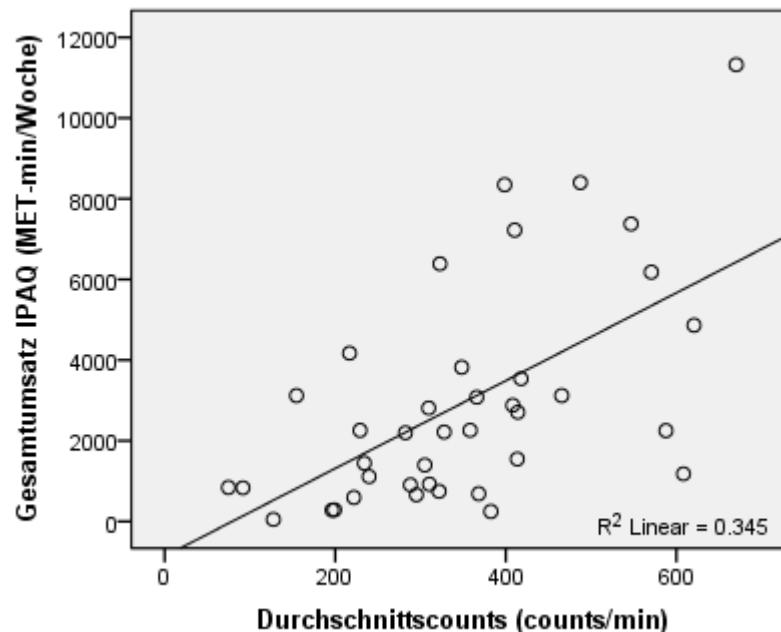
- Vergleich der erhobenen Gesamtumsätze

- Zusätzliche Analyse der Gesamtumsätze



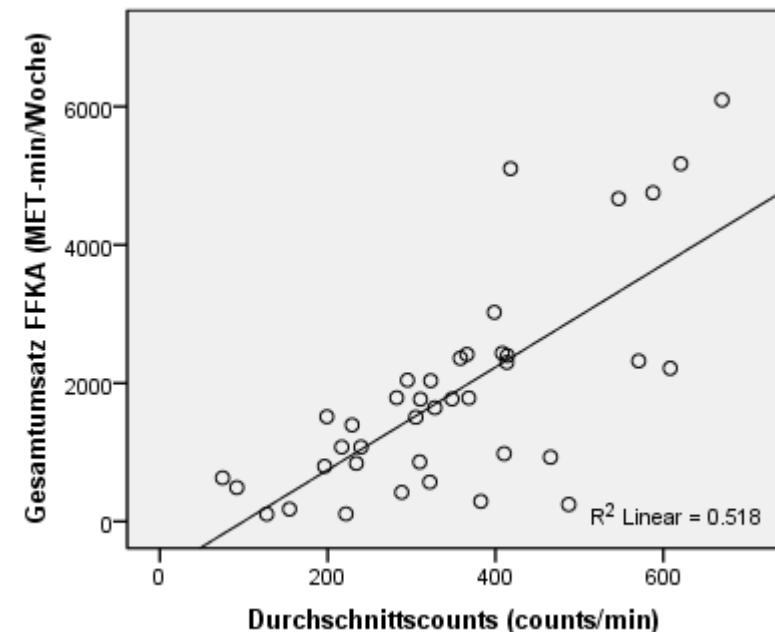
## Vergleich mit ActiGraph

- IPAQ



Korrelation:  $r = 0.58$  ( $p < 0.001$ )

- FFKA



Korrelation:  $r = 0.68$  ( $p < 0.001$ )

## Hauptbefunde

- Zu lange/komplizierte Fragebogen können sich auf die Qualität des Ausfüllens auswirken
- Fragenbogen ist nicht gleich Fragebogen
  - ➔ können unterschiedliche Verhaltensmuster abbilden
  - ➔ Verschiedene Aktivitätstypen können mit unterschiedlichen Fragebogen unterschiedlich bewertet werden
- Korrelation zwischen objektiven und subjektiven Messinstrumenten nicht sehr hoch
  - ➔ Tendenziell überschätzen subjektive Messmethoden das Aktivitätsniveau
  - ➔ ABER: Auch objektive Messmethoden haben ihre Limitierungen!

# Einblick in die Wissenschaft

Räumliches Bewegungsverhalten von  
Primarschulkindern - Aktivitätsmessung  
mittels Accelerometrie und GPS



# Bewegungsmangel als globales Problem

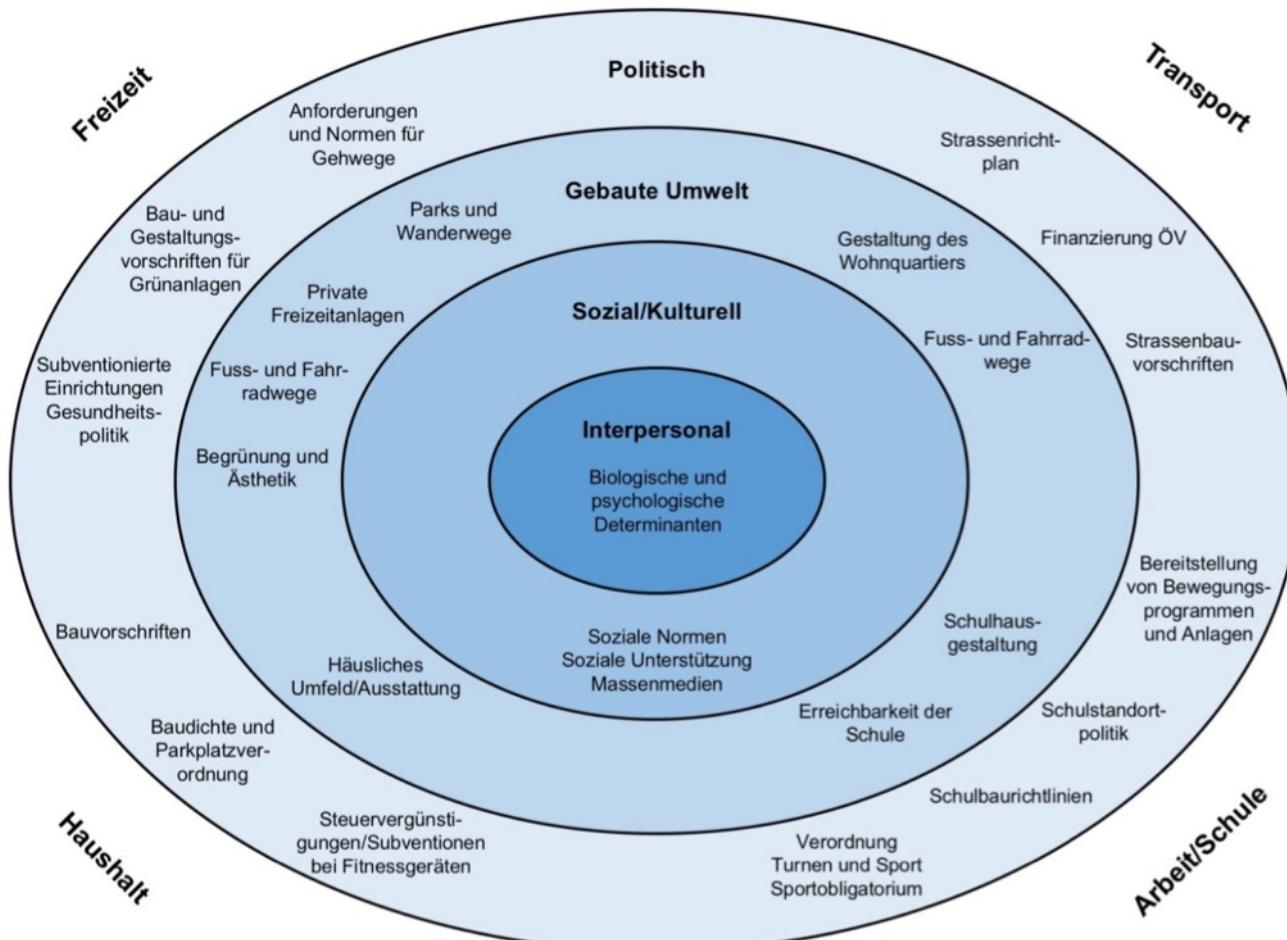
- Zunehmender Bewegungsmangel und tiefe Aktivitätsniveaus bei Kindern als grosses weltweites Problem (Ekelund et al., 2011; Inchley et al., 2016; Verloigne et al., 2012)
- Unterdurchschnittliches Aktivitätsniveau von Schweizer Kindern (Kalman et al., 2015; Inchley et al., 2016)
- Prävalenz von Übergewicht bei Kindern auf sehr hohem Niveau (Murer et al., 2013)  
→ Jedes 5. Kind ist in der Schweiz übergewichtig oder adipös
- Bewegungsmangel verursacht in der Schweiz jährlich 2900 vorzeitige Todesfälle, 2.1 Millionen Erkrankungen und direkte Behandlungskosten von CHF 2.4 Milliarden (Baspo et al., 2013)

**→ Förderung von KA während Kindheit ist von grosser Notwendigkeit**

# Verhältnisorientierte Ansätze rücken in den Fokus



# Ökologische Ansätze in der Bewegungsförderung



(nach Sallis et al., 2012)

# Umwelteinfluss und methodische Probleme

- Wachsende Evidenz, dass physische Umgebung (z.B. Walkability, Verkehr, Flächennutzung, Einwohnerdichte) das Aktivitätslevel beeinflusst (Ding et al., 2011)
- Inkonsistente Befunde aufgrund Schwierigkeiten bei der Erhebung der KA als auch der aktuellen Aufenthaltsorte (Ding et al., 2011; Jankowska et al., 2015)
- Wissenschaftliche Daten über kindliches Bewegungsverhalten unvollständig, insbesondere Daten zum Kontext der KA fehlen (Rainham et al., 2012; Oreskovic et al., 2012)

→ Präzise Messmethoden zur Erfassung des räumlichen Bewegungsverhaltens sind für wirksame, verhältnisorientierte Interventionen wichtig

# Kombination von GPS und Accelerometer

- Technologische Fortschritte führen zur Entwicklung von leichten, günstigen und präzisen GPS-Empfängern, welche in der Aktivitätsforschung eingesetzt werden (Maddison & Ni Mhurchu, 2009)
- Mit GPS kann objektiv gemessen werden, wie sich eine Person in der Umgebung bewegt (Maas et al., 2013; Jankowska et al., 2015)
- Neuartige Kombination von GPS und Accelerometern erlaubt es, die KA und deren Kontext zu erfassen (Oreskovic et al., 2012)
- Studien konnten zeigen, dass diese Kombination valide und reliabel ist, um räumliches Bewegungsverhalten zu erfassen (Rodriguez et al., 2005; Kerr et al., 2011)

→ **Kombination von GPS und Accelerometer kann neue Einblicke liefern und bestehende methodische Probleme teilweise lösen**

# Instrumente und Messungen

## Körperliche Aktivität



- Accelerometer GT3X (Actigraph, USA)

## Geographischer Ort



- GPS-Empfänger BT-Q1000XT (Qstarz, Taiwan)



# Instrumente und Messungen

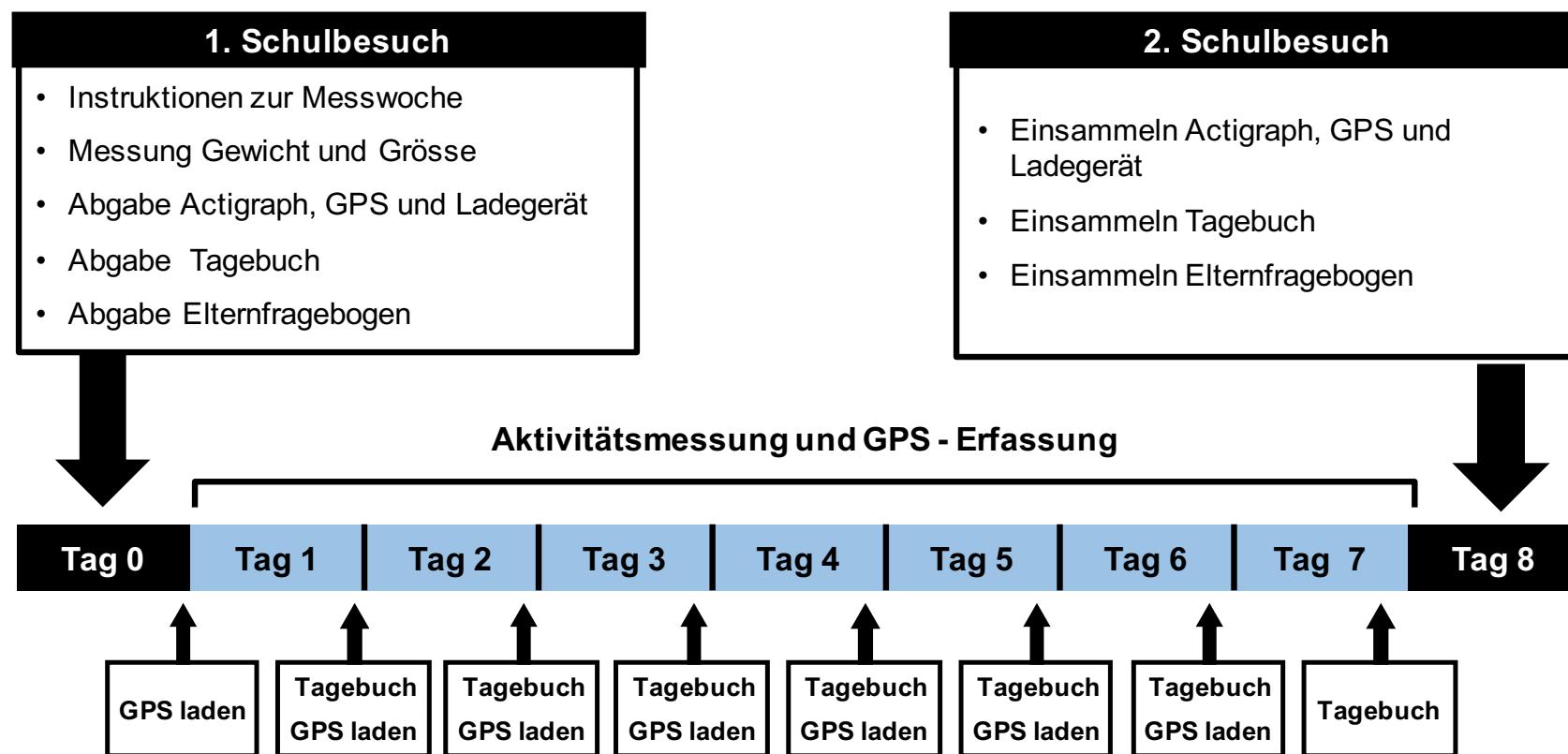
Körperliche Aktivität



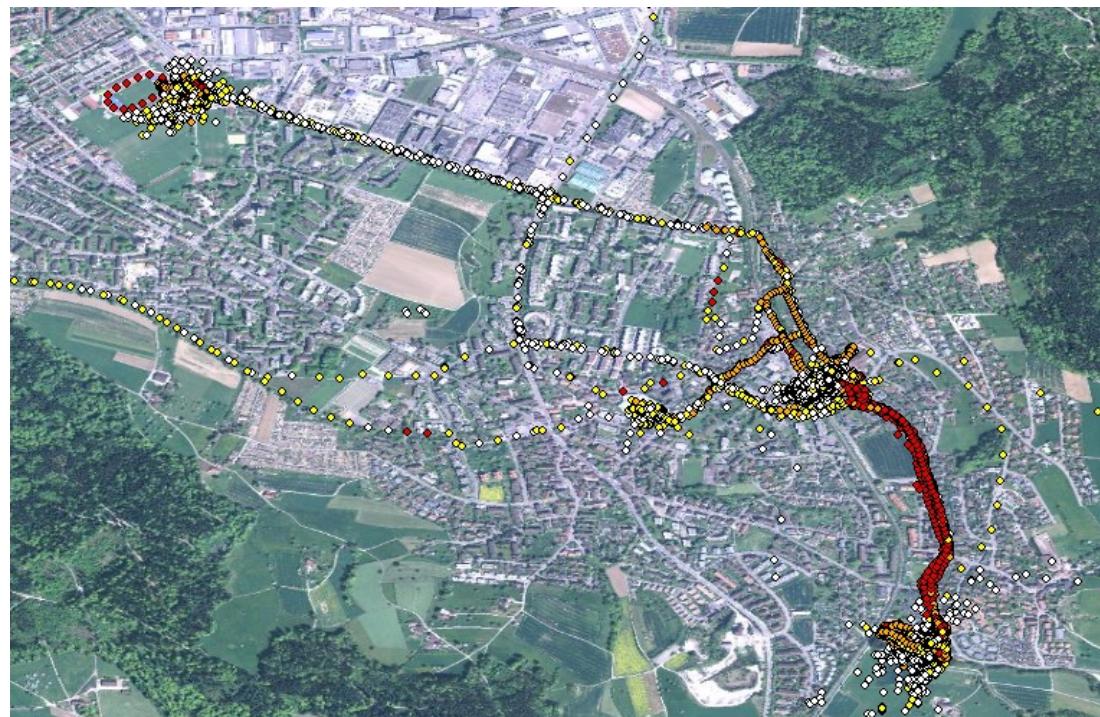
Geographischer Ort



# Ablauf Messwoche



# Datenanalyse



## Aktivitätslevel

○ sitzend

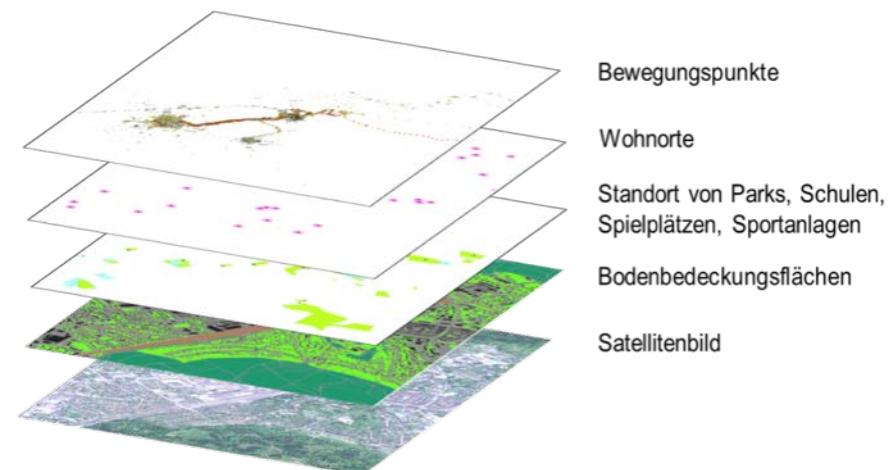
● leicht

● moderat

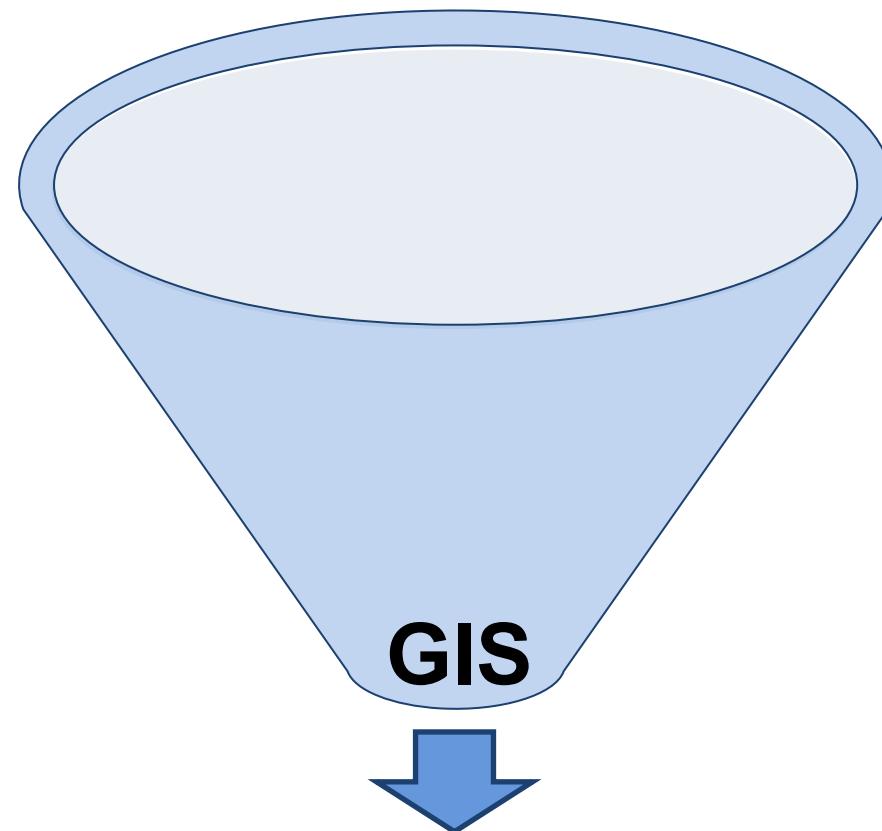
● intensiv

# Räumliche Analyse im Geoinformationssystem

- Analyse der Bewegungspunkte mit Hilfe eines Geoinformationssystems (GIS)
- Informationssystem zur Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Präsentation räumlicher Daten
- **Layerprinzip:**
  - ➔ Übereinanderlegen von thematischen Ebenen zur Analyse räumlicher Zusammenhänge

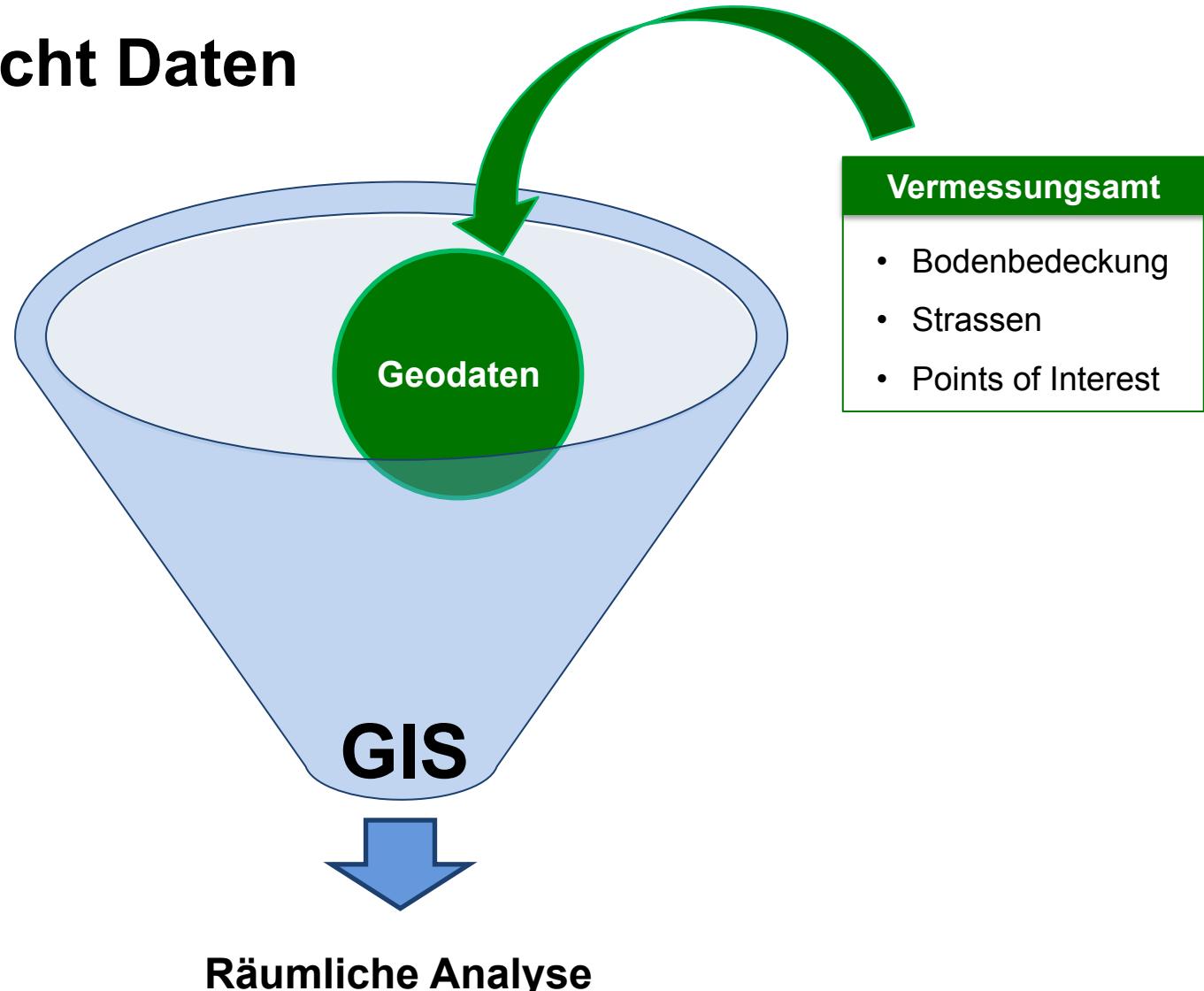


# GIS: Übersicht Daten

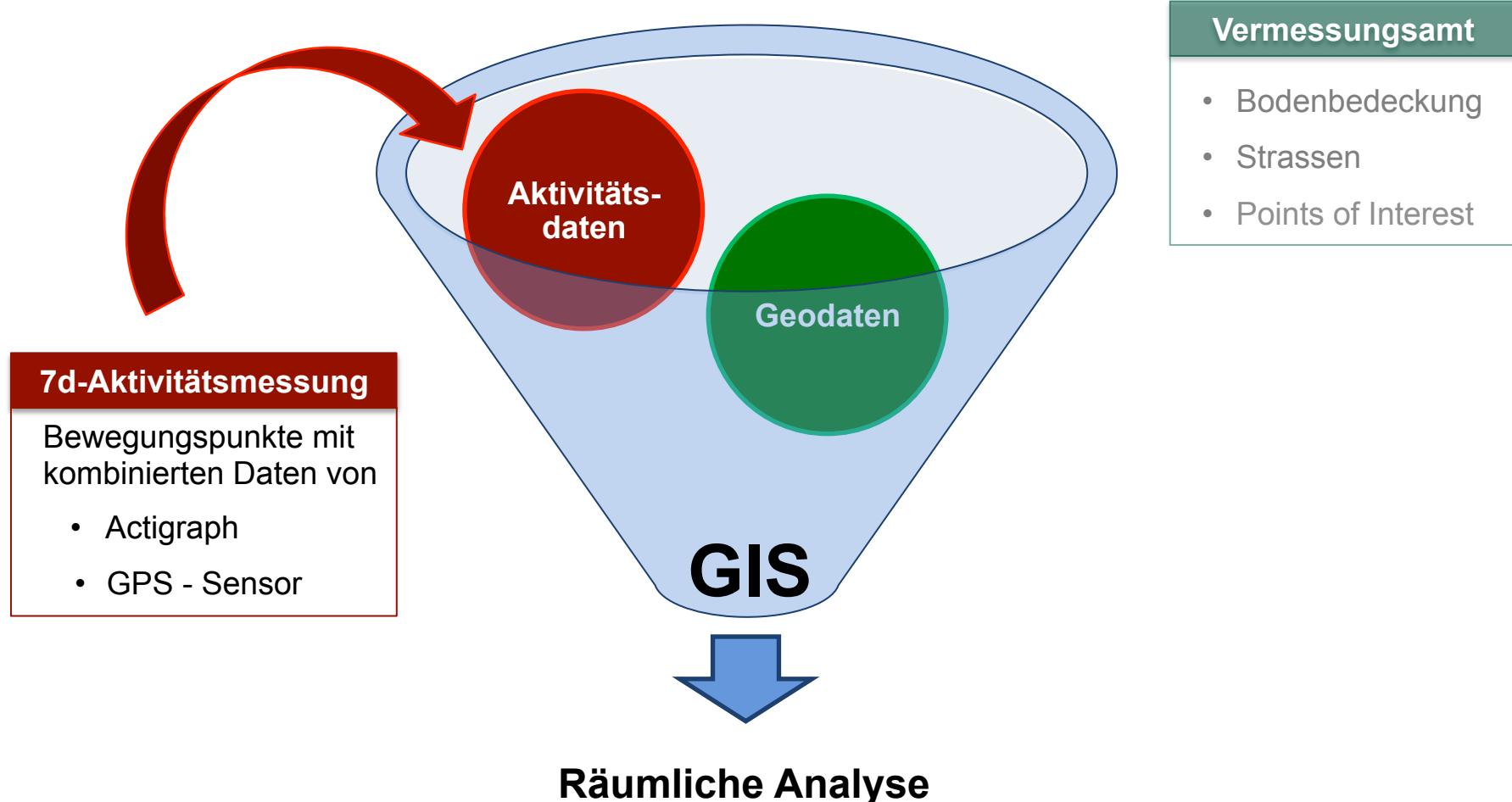


**Räumliche Analyse**

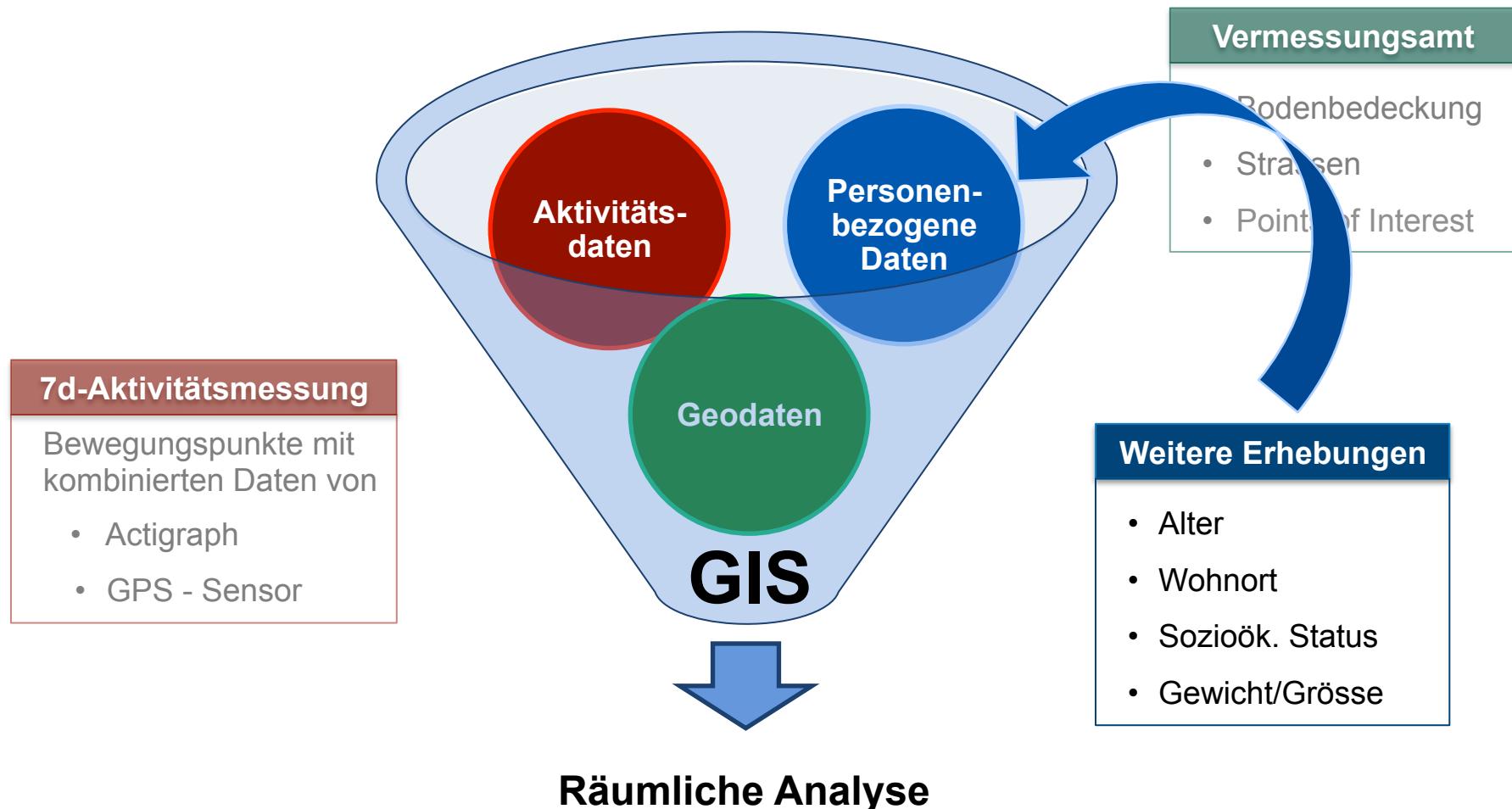
# GIS: Übersicht Daten



# GIS: Übersicht Daten



# GIS: Übersicht Daten



# GIS: Layerstruktur

- **Hintergrundlayer**  
Satellitenbild aus Google Maps



# GIS: Layerstruktur

- **Hintergrundlayer**  
Satellitenbild aus Google Maps
- **Layer Bodenbedeckungsflächen**  
Vermessungsdaten



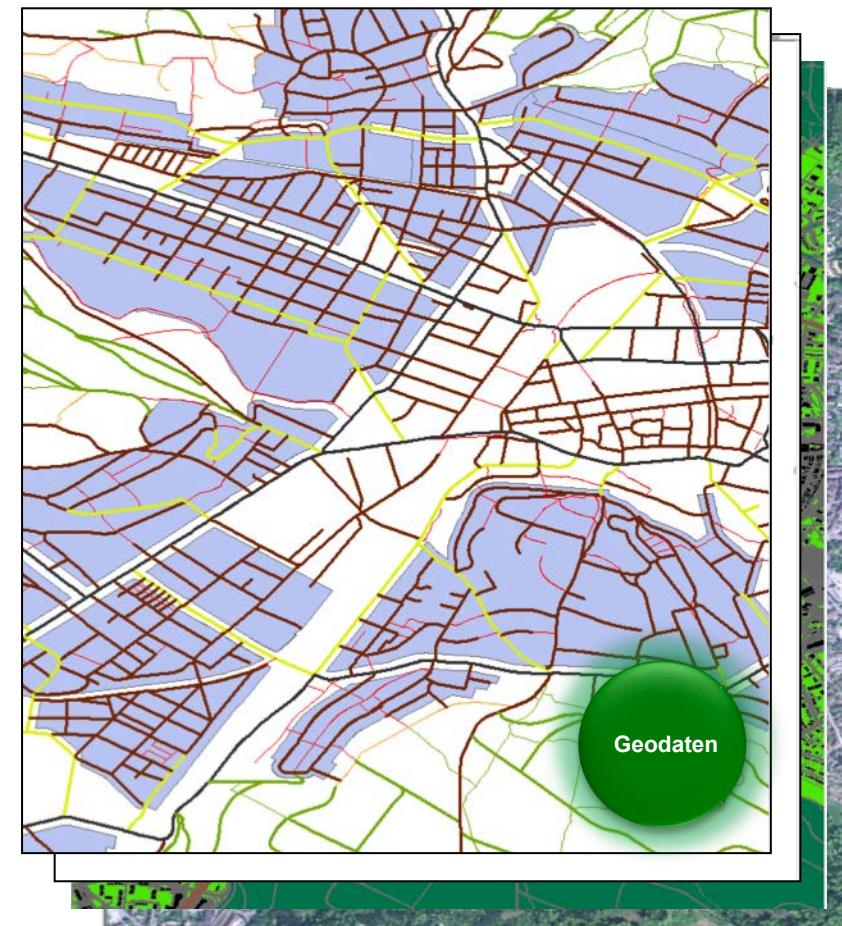
# GIS: Layerstruktur

- **Hintergrundlayer**  
Satellitenbild aus Google Maps
- **Layer Bodenbedeckungsflächen**  
Vermessungsdaten
- **Layer Points of Interest**  
Schulhäuser, Sportanlagen, Parks



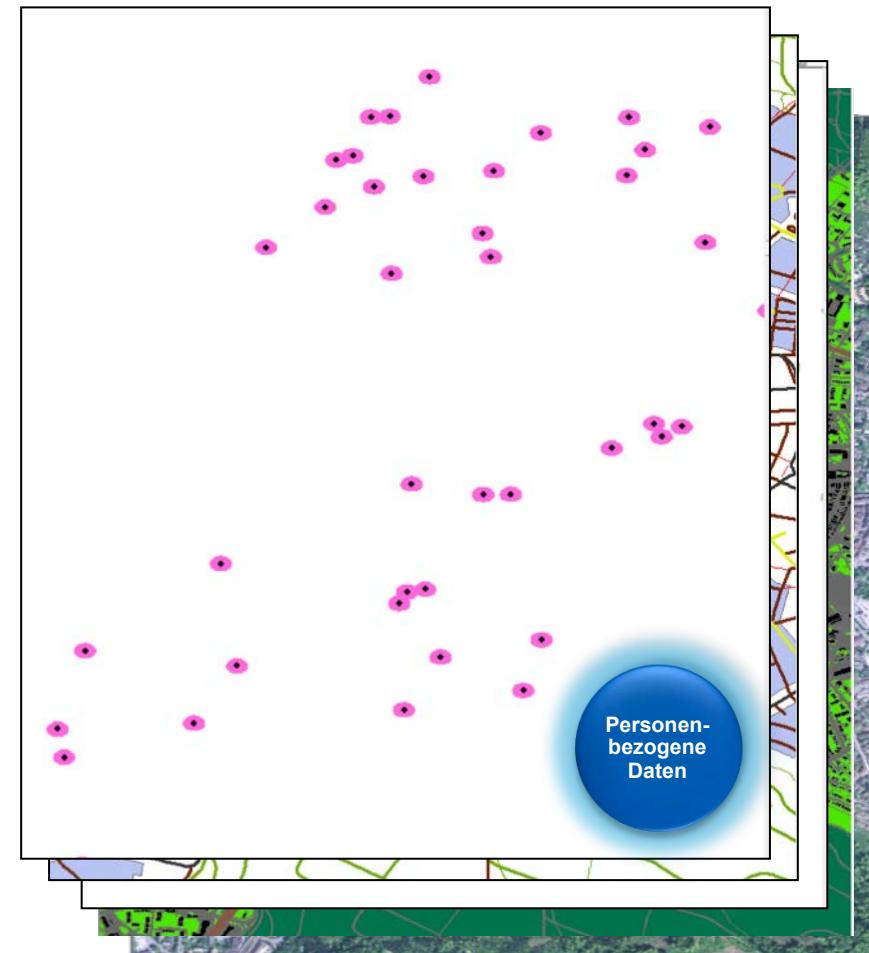
# GIS: Layerstruktur

- **Hintergrundlayer**  
Satellitenbild aus Google Maps
- **Layer Bodenbedeckungsflächen**  
Vermessungsdaten
- **Layer Points of Interest**  
Schulhäuser, Sportanlagen, Parks
- **Layer Verkehr**  
Strassenkategorien und Tempozonen



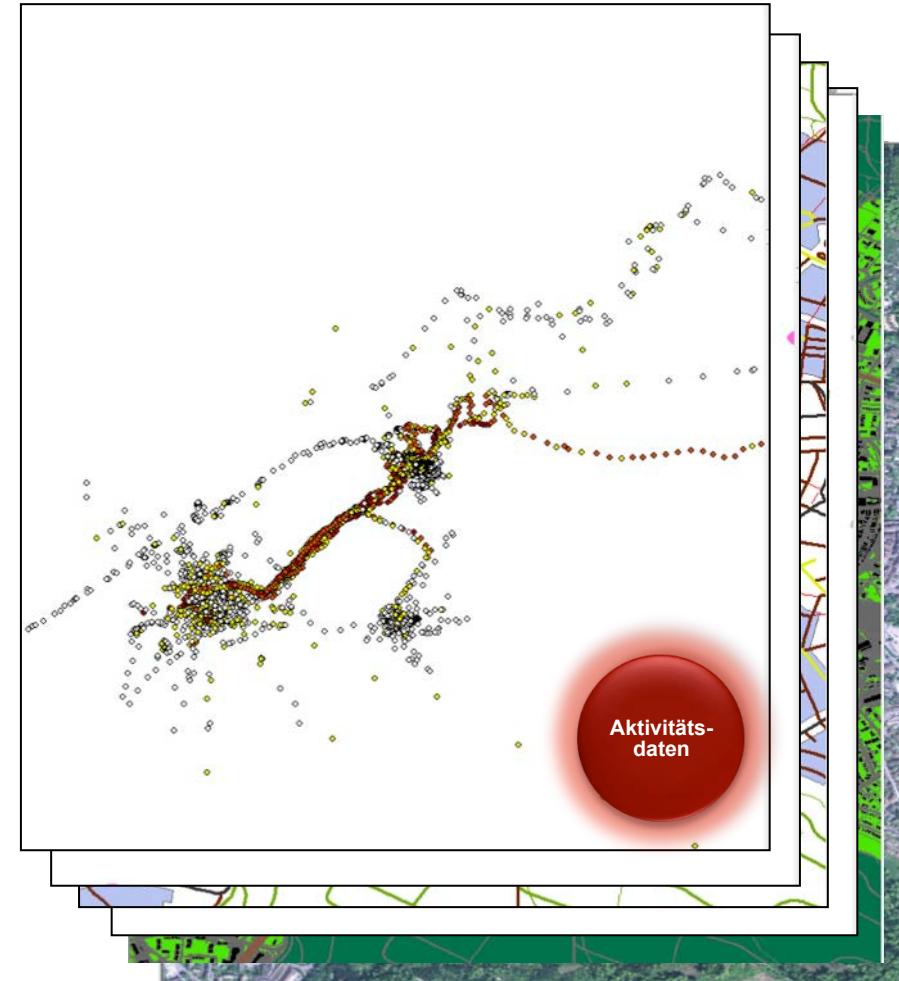
# GIS: Layerstruktur

- **Hintergrundlayer**  
Satellitenbild aus Google Maps
- **Layer Bodenbedeckungsflächen**  
Vermessungsdaten
- **Layer Points of Interest**  
Schulhäuser, Sportanlagen, Parks
- **Layer Verkehr**  
Strassenkategorien und Tempozonen
- **Layer Wohnort**  
Wohnort mit Pufferzone



# GIS: Layerstruktur

- **Hintergrundlayer**  
Satellitenbild aus Google Maps
- **Layer Bodenbedeckungsflächen**  
Vermessungsdaten
- **Layer Points of Interest**  
Schulhäuser, Sportanlagen, Parks
- **Layer Verkehr**  
Strassenkategorien und Tempozonen
- **Layer Wohnort**  
Wohnort mit Pufferzone
- **Layer Bewegungspunkte**  
GPS-Punkte mit Aktivitätslevel

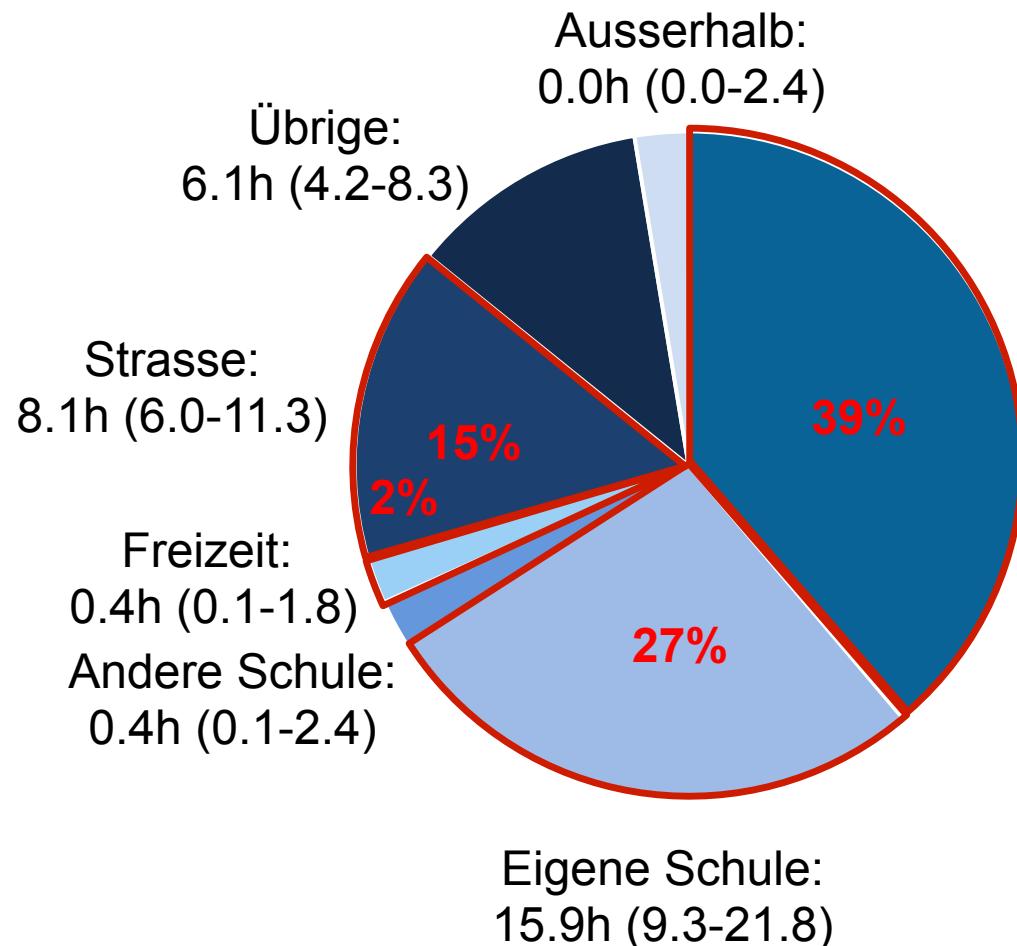


# GIS: Layerstruktur

- **Kombination aller Layer ermöglicht weitgehende räumliche Analyse**
  - ➔ Innerhalb welcher Flächen/ Pufferzonen liegen die Bewegungspunkte?
  - ➔ Entfernung zum nächsten Park/ Freizeitanlage?
  - ➔ Welche Rolle spielt die Verkehrssituation?
  - ➔ Etc.....



# Aufenthaltsorte (in Stunden pro Woche)



## 6. Klässler (Studie 1)

- Anzahl: n = 119 (68 ♀ / 51 ♂)
- Alter: 12.5 Jahre alt
- Tragzeit: 12.7h/Tag
- Kombinierte Daten: 9.3h/Tag

Zuhause:  
22.7h (9.6-32.5)

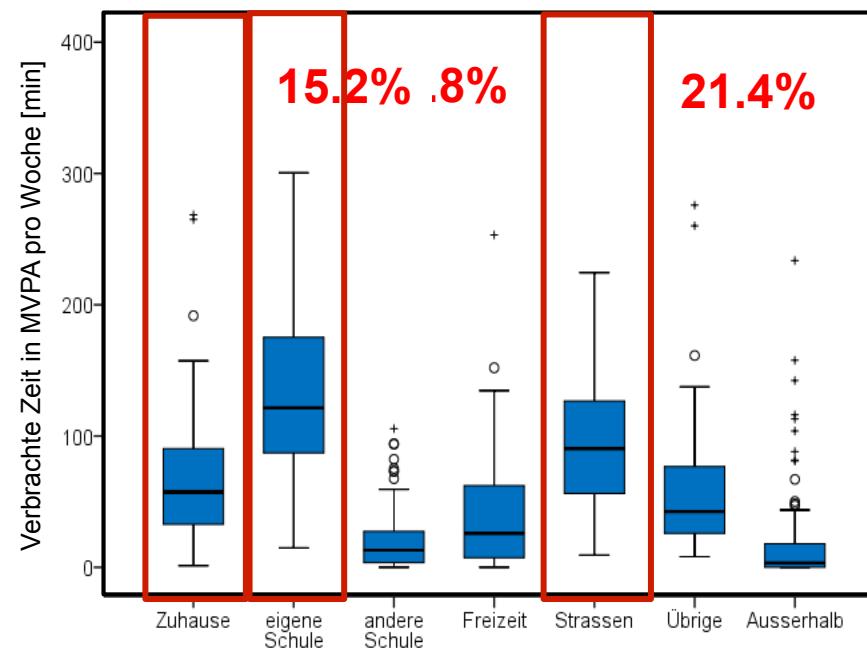
Zeitangaben: Median (IQR)

# Bewegungsorte

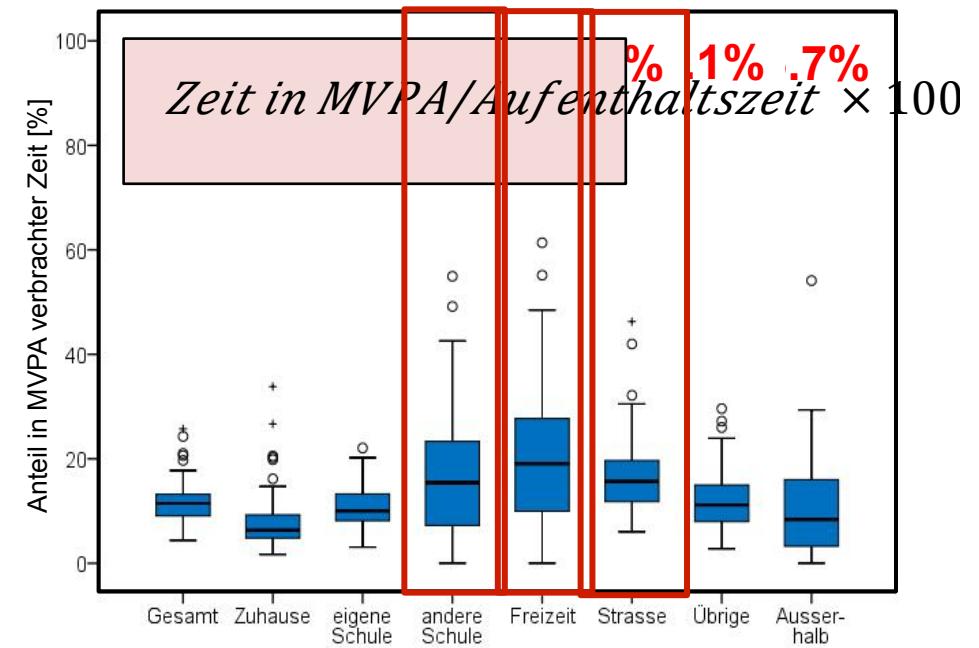
## 2. Klässler (Studie 2)

- Anzahl: n = 83 (40♀ / 43♂)
- Alter: 8.5 Jahre alt
- Tragzeit: 12.4h/Tag
- Kombinierte Daten: 9.1h/Tag

Absolutes Level: Zeit in MVPA



Relatives Level: MVPA-Anteil



## Hauptbefunde der Studie

- Schule als wichtiger Ort um KA anzusammeln, insbesondere bei Knaben
  - ➔ frei zugängliche Schulen, auch am Wochenende wichtig
  - ➔ Aktivitätsfördernde Schulanlagen für Mädchen
- Straßen sehr aktivitätsfördernd für beide Geschlechter
  - ➔ Aktive Transportwege und informelles Spiel
  - ➔ Sichere Strassenumgebung wichtig
- Hohes relatives Aktivitätsniveau in Freizeitanlagen trotz geringer Nutzung
  - ➔ Förderung der Nutzung von Freizeitanlagen, insbesondere bei älteren Kindern und Kindern aus schlechter gestellten Quartieren!
- Sehr tiefes relatives Aktivitätsniveau Zuhause
  - ➔ Kinder sollten am Wochenende vermehrt das Haus verlassen!

## Hauptbefunde der Messmethode

- Erfolgreiche Anwendung der Methode zur Erfassung des räumlichen Bewegungsverhaltens bei rund 200 Primarschulkindern

ABER:

- Technische und methodische Fortschritte notwendig, um die Anwendung der Methode zu verbessern und zu vereinfachen
- Praktikabilität der Methode muss erhöht werden (Batterielaufzeit, Kombination der Sensoren in einem Gerät, etc.)
- Anwendung auf individueller Basis/in Praxis möglich?

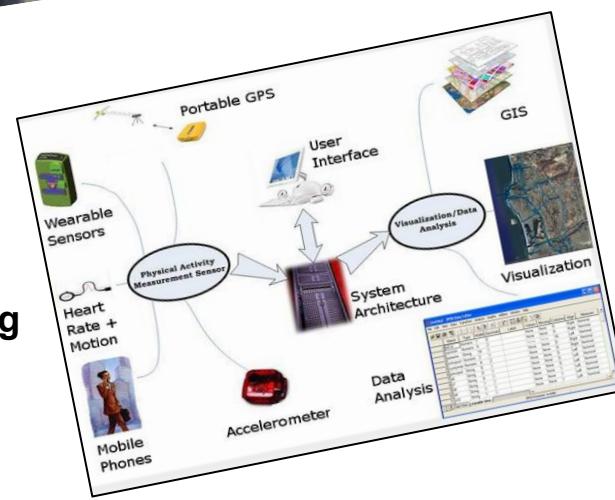
# Aktivitätsmessung

Neue Ansätze in der Aktivitätsmessung

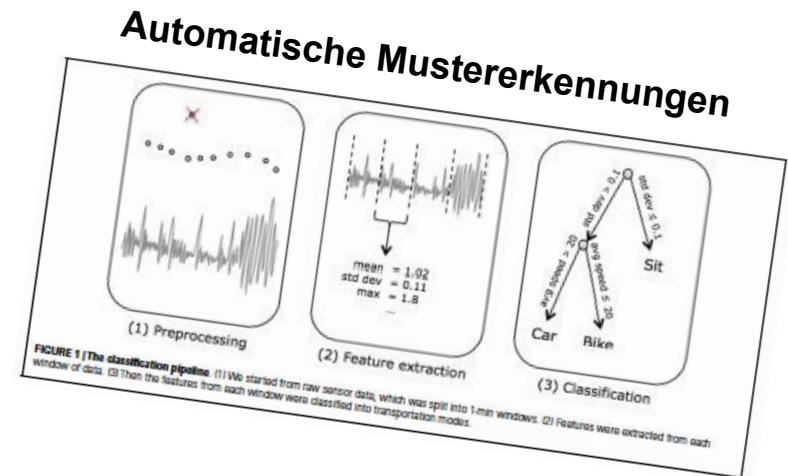
# Neue Ansätze in der Aktivitätsmessung



**PALMS:**  
Software zur  
Datenverarbeitung

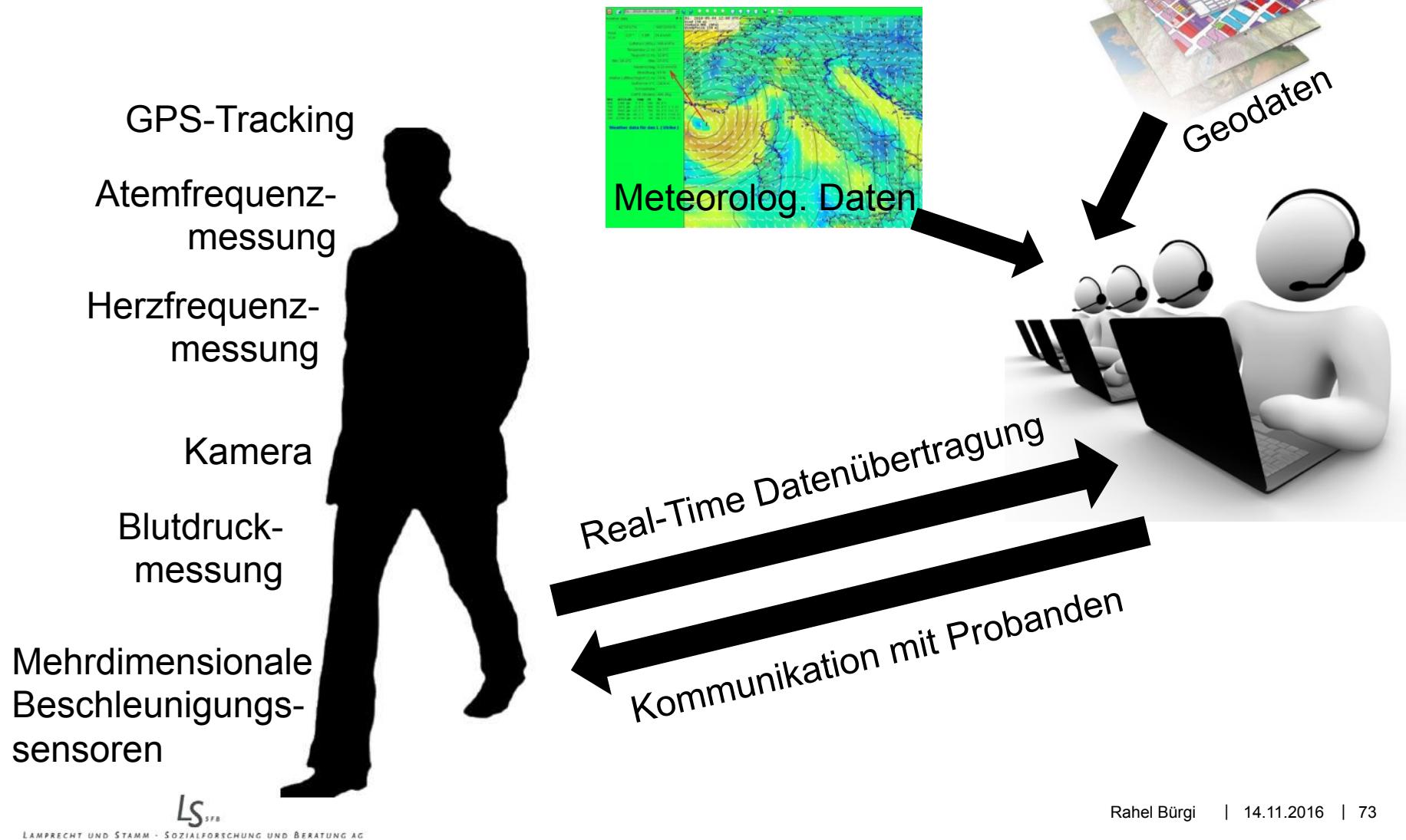


LAMPRECHT UND STAMM - SOZIALEFORSCHUNG UND BERATUNG AG



# Inaktivität

# Aktivitätssmessung der Zukunft...



# Umfrage

Aktivitätsmessung in der Zukunft –  
Fluch oder Segen?

**Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**