



**Berner Fachhochschule**

Technik und Informatik / Institute for Mobile Communications IMC

# **Autonome Sensoren für die Ortung von Fussgängern**

**Peter Raemy, Professor, El. Ing. HTL, dipl. Physiker**



# Übersicht

GPS in urbaner Umgebung

GPS- und DRC-Positionen in der Bieler Innenstadt

Wann kann man GPS trauen?

GPS-Positionsabweichungen

GPS-Reflexionen

Auswirkungen von GPS-Reflexionen

Trägheitsnavigation

Newtonsche Bewegungsgleichungen

Position durch Schrittverfolgung

Beschleunigungen der Fuss Spitze messen

sparkfun 6DOF

Erste Versuche

Rotation um eine Achse

Neuer Sensor

Nächste Schritte



## GPS in urbaner Umgebung



Lauben, Passagen, Unterführungen, etc.



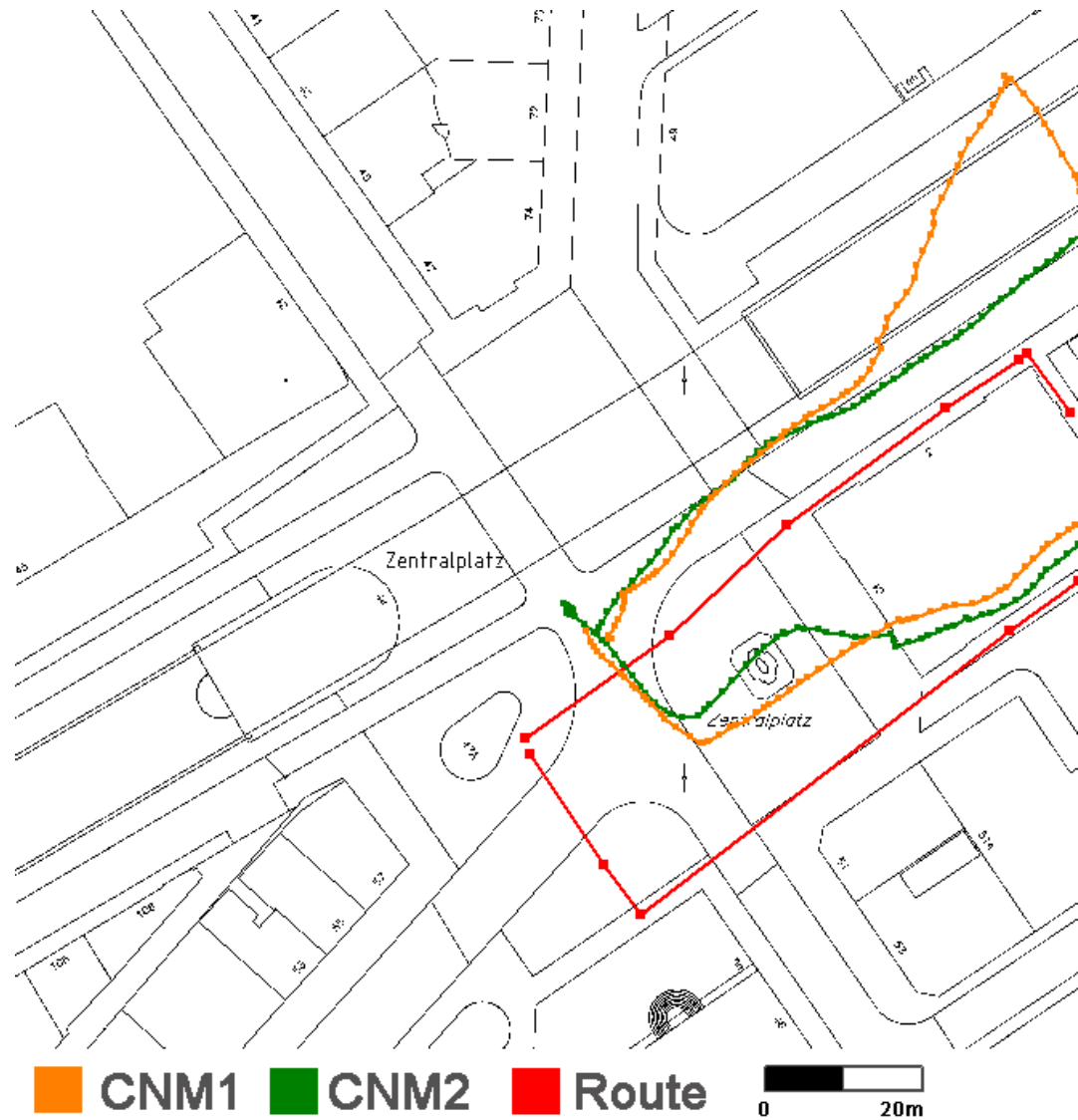
## GPS- und DRC-Positionen in der Bieler Innenstadt



GPS  
DRC

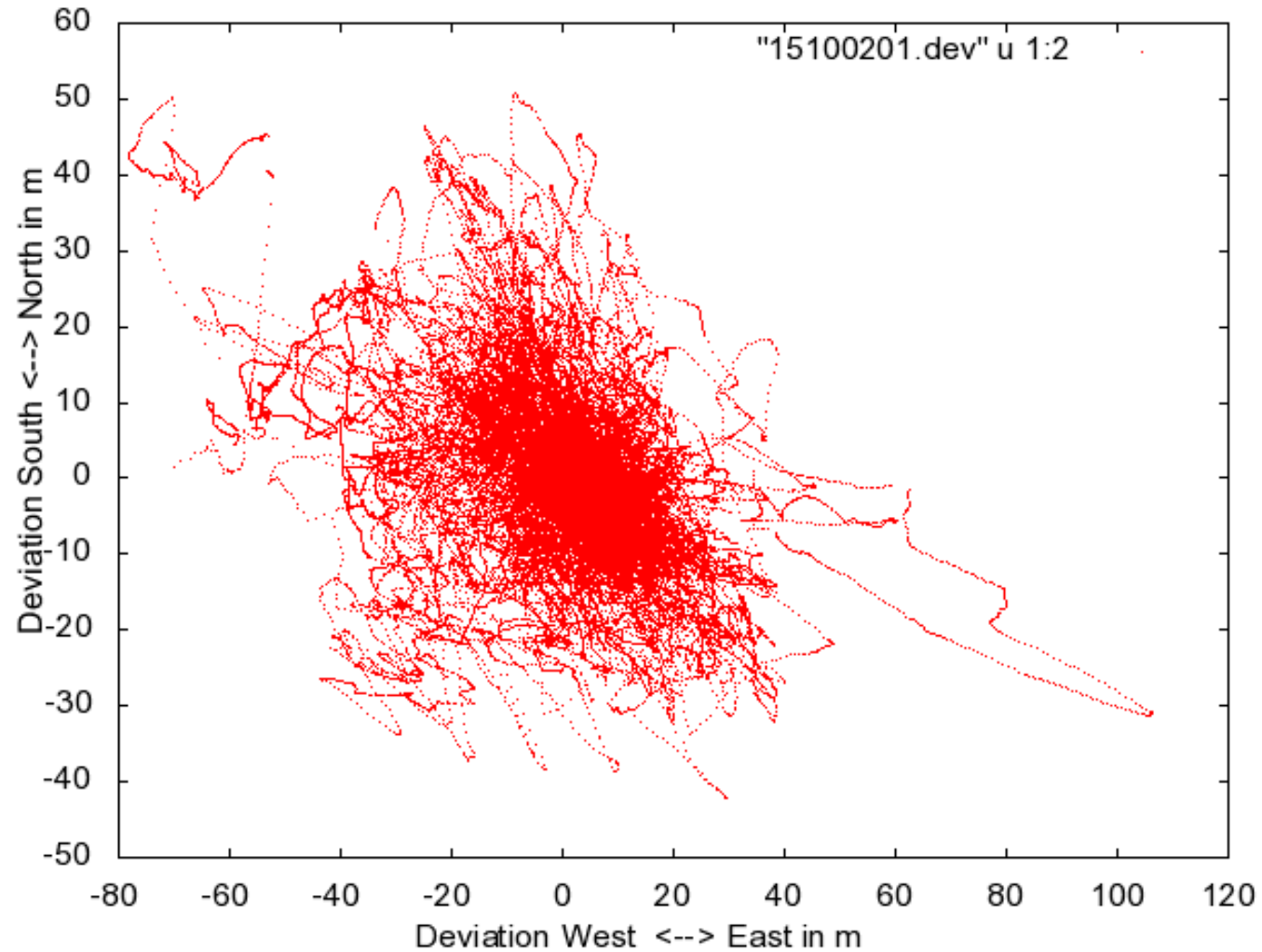
Dauer ca. 10 min

# Wann kann man GPS trauen?





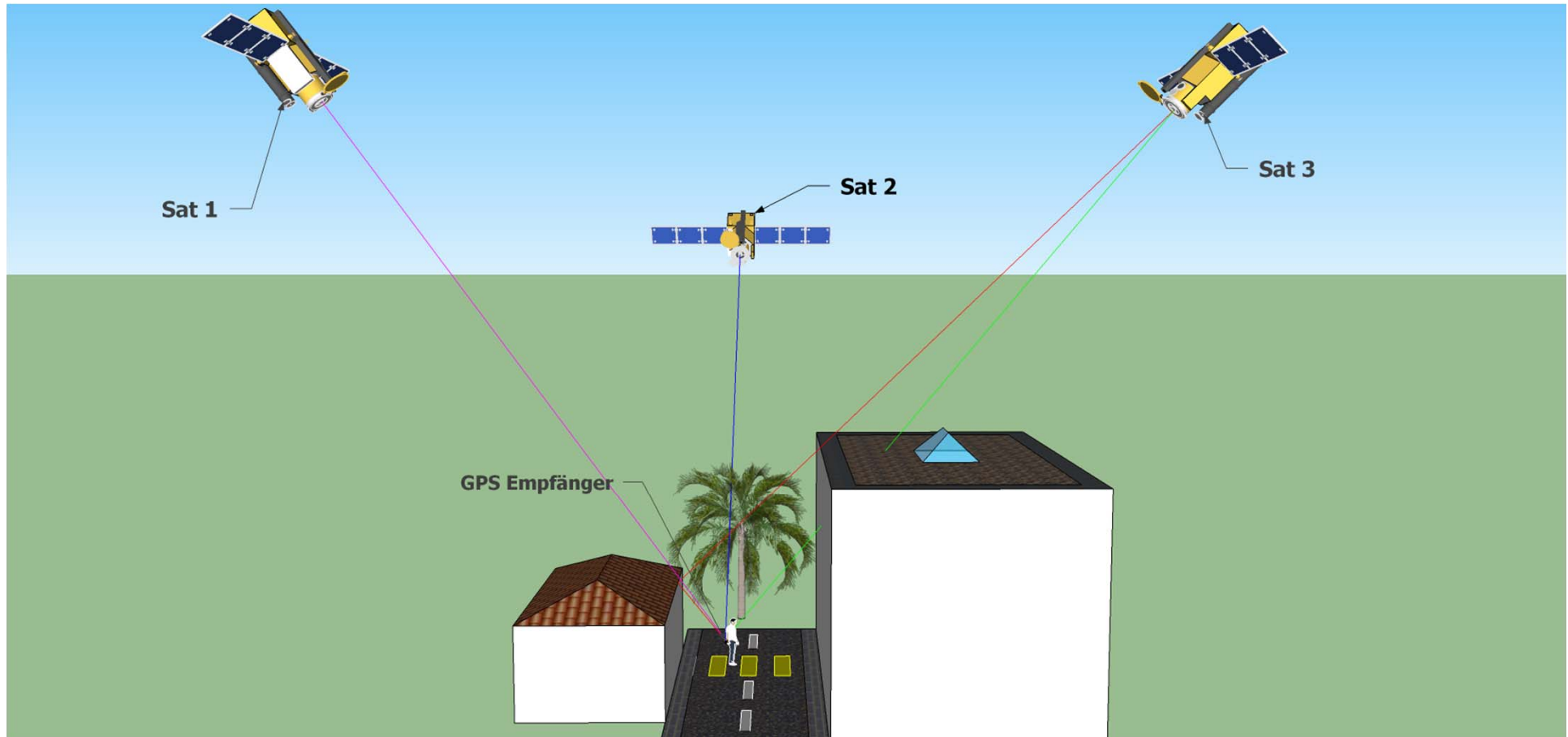
# GPS Positionsabweichungen



83'134 Positions @ UNSW 414B



# GPS-Reflexionen



Bachelor Thesis P. Franchini 2010



# Auswirkungen von GPS-Reflexionen







# Trägheitsnavigationssystem





## Newtonsche Bewegungsgleichungen

Das INS-Prinzip ist ausserordentlich einfach und beinahe banal:

Ein Körper hat max. 6 Freiheitsgrade. Mit anderen Worten, wenn die Kräfte (in 3 Raumrichtungen) und die Momente (in 3 Raumrichtungen) bekannt sind, dann lässt sich seine Bewegung (Bahn und Lage) zu jedem Zeitpunkt aus den Bewegungsgleichungen berechnen:

$$\vec{F} = m \cdot \frac{d^2 \vec{s}}{dt^2}$$

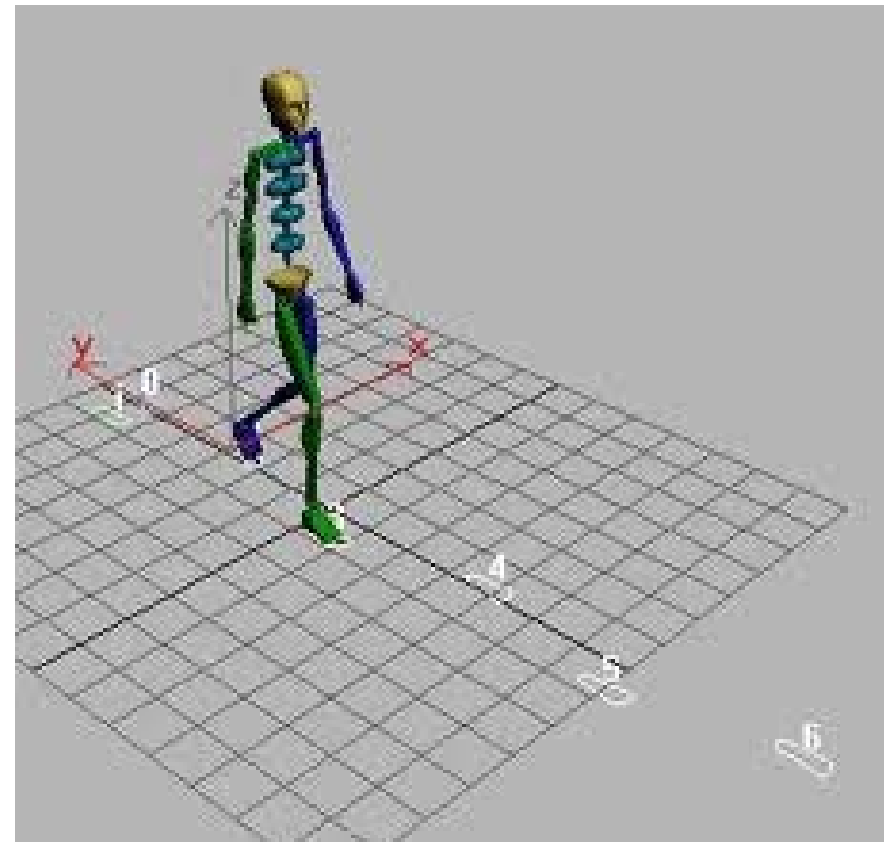
$$\vec{s}(t) = \iint \vec{a} \cdot dt^2$$

$$\vec{M} = \Theta \cdot \frac{d^2 \vec{\varphi}}{dt^2}$$

$$\vec{\varphi}(t) = \iint \vec{\alpha} \cdot dt^2$$

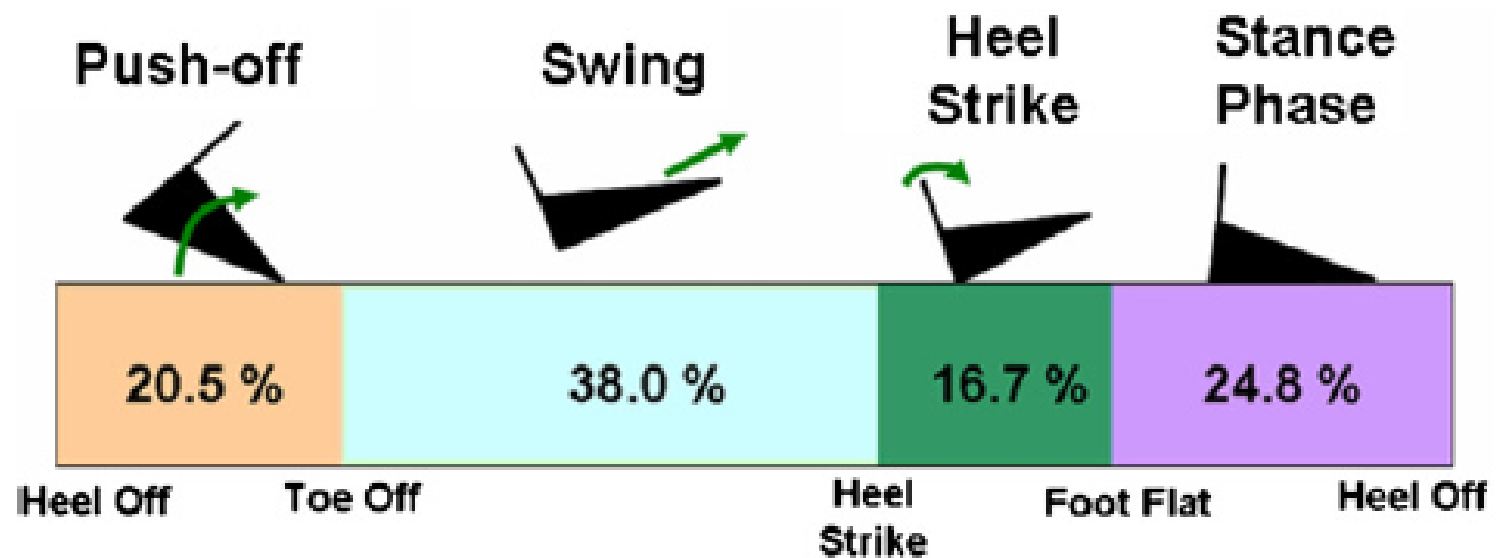


## Position durch Schrittverfolgung





## Beschleunigungen der Fussspitze messen

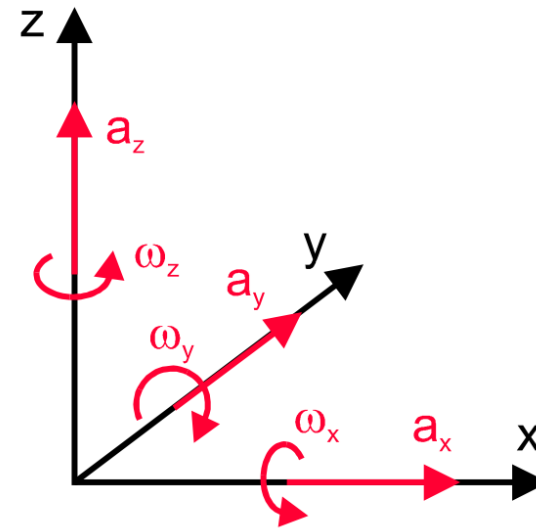




## sparkfun 6DOF



Bluetooth



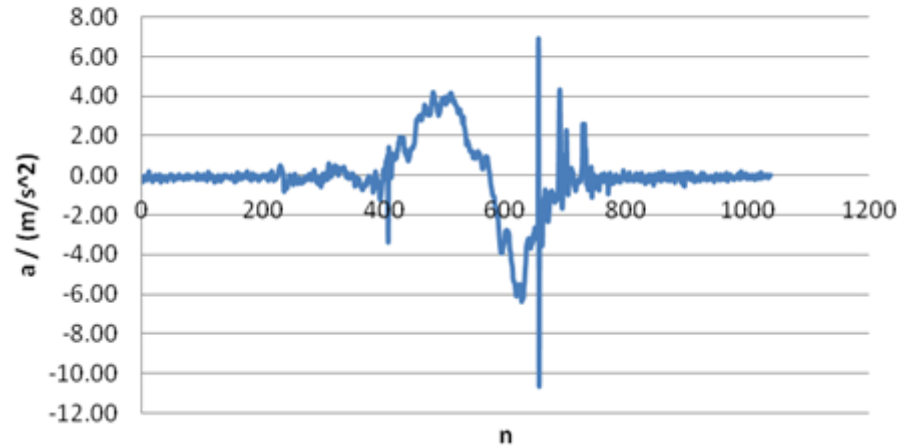
linear:  $\pm 2g$  ...  
rot  $\pm 110^\circ/s$  und  $500^\circ/s$   
je 10 bit Auflösung



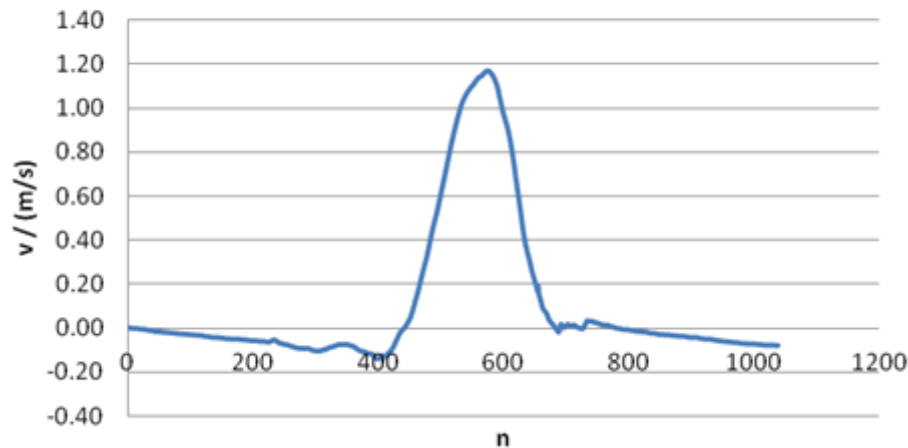
# Erste Versuche

Horizontal –  
verschiebung  
um 40cm

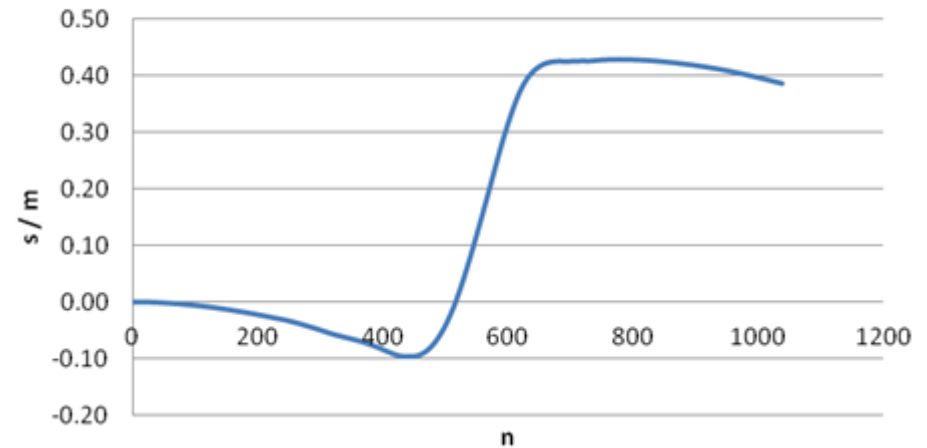
$a=f(n)$



$v=f(n)$



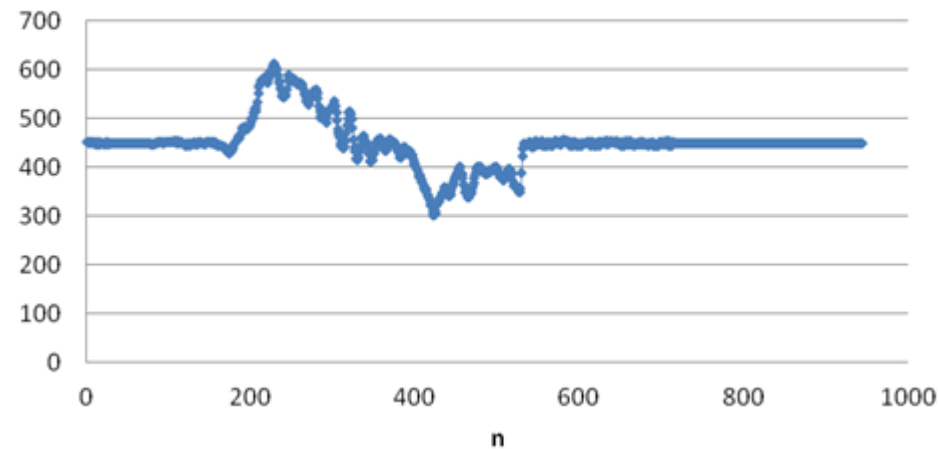
$s=f(n)$



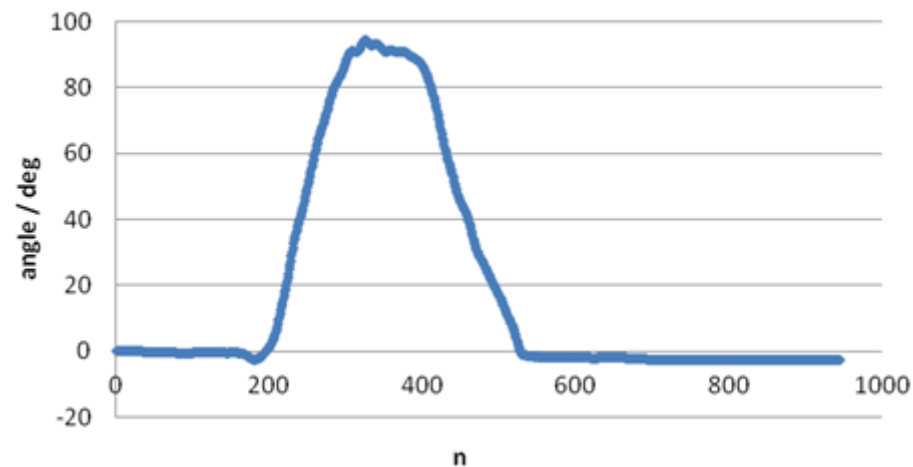


# Rotation um eine Achse $\pm 90^\circ$

Rate of turn (raw data)= $f(n)$



Angle= $f(n)$

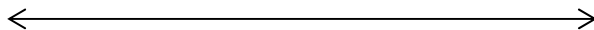




## Neuer Sensor



ca. 15 mm



### InvenSense 6DOF

Single Chip

linear :  $\pm 2 \dots 16$  g

rot. :  $\pm 250 \dots 2000^\circ/\text{s}$

je 16 bit Auflösung





## Nächste Schritte



**Berner Fachhochschule**

Technik und Informatik / Institute for Mobile Communications IMC

**Vielen Dank für Interesse!**

**Gerne beantworte ich Ihre Fragen.**

**EMAL: [peter.raemy@bfh.ch](mailto:peter.raemy@bfh.ch)**