

Trittfrequenzmessung im Radsport

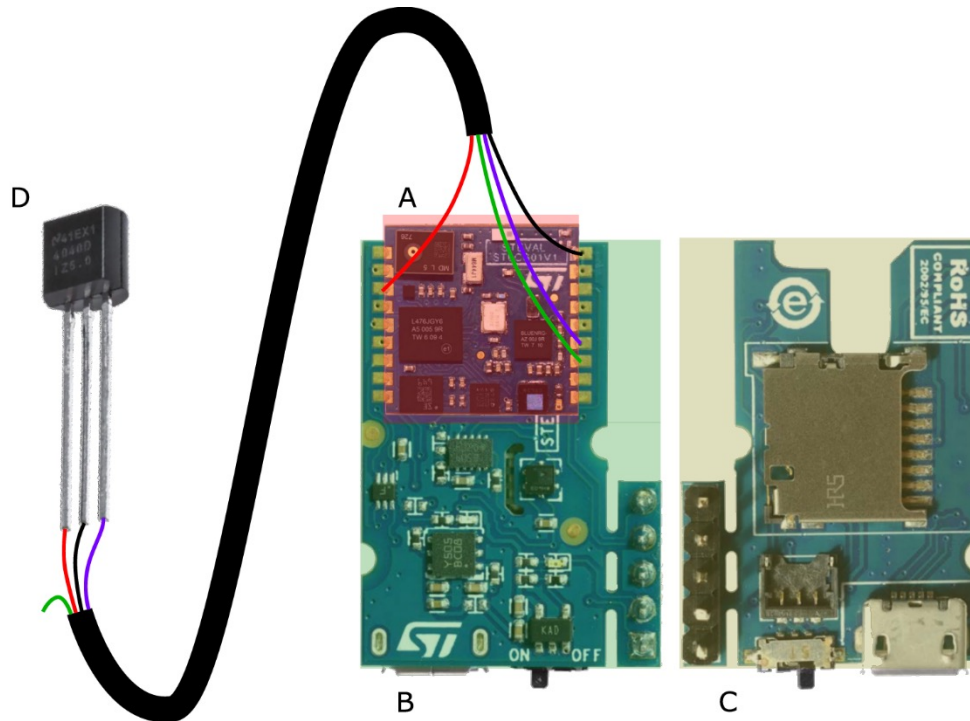
Wie Bewegungsdaten und Machine Learning
externe Sensoren obsolet machen könnten

Bernhard Hollaus, Jasper Volmer & Thomas Fleischmann

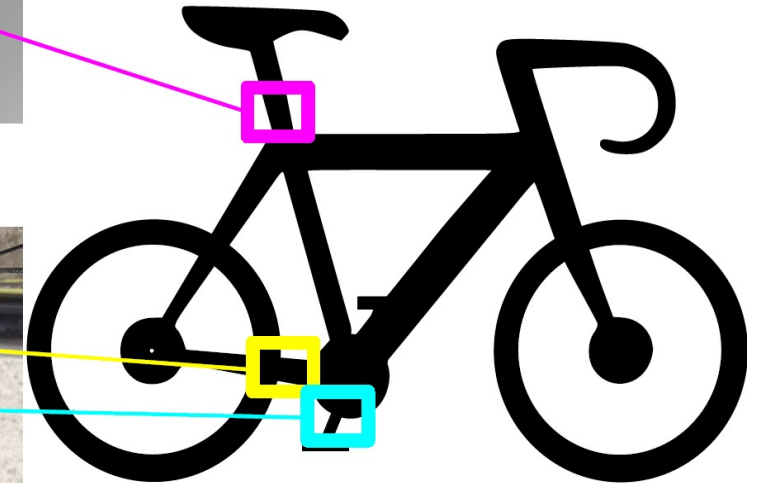
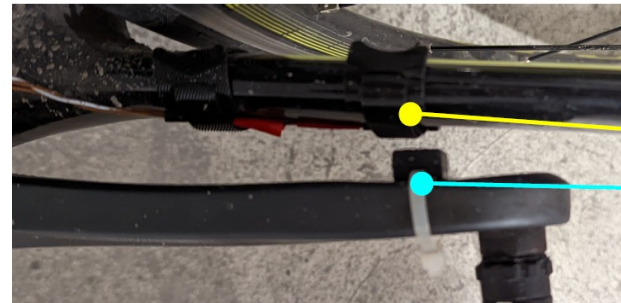
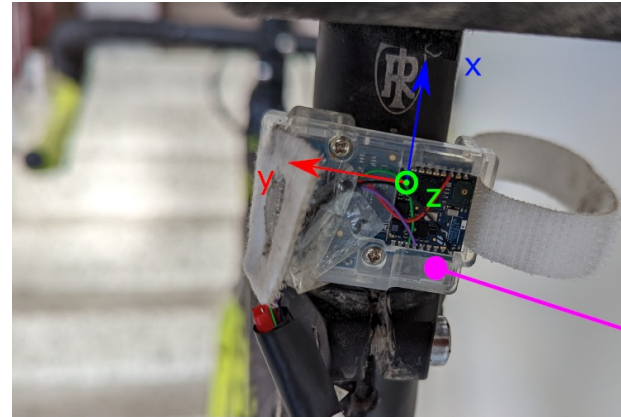
Einführung

- Magnet & Hall-Effekt-Sensor (Gold Standard)
- Alternative: Inertiale Messeinheit (IMU) an der Sattelstütze & Software
- Wie nahe kommen wir mit der neuer Methode an den Gold Standard heran?





Elektronik basierend auf
Sensortile (ST Microelectronics)



Zeitgleiche Aufnahme des Gold Standards und der
Bewegungsdaten der Sattelstütze

Methodik

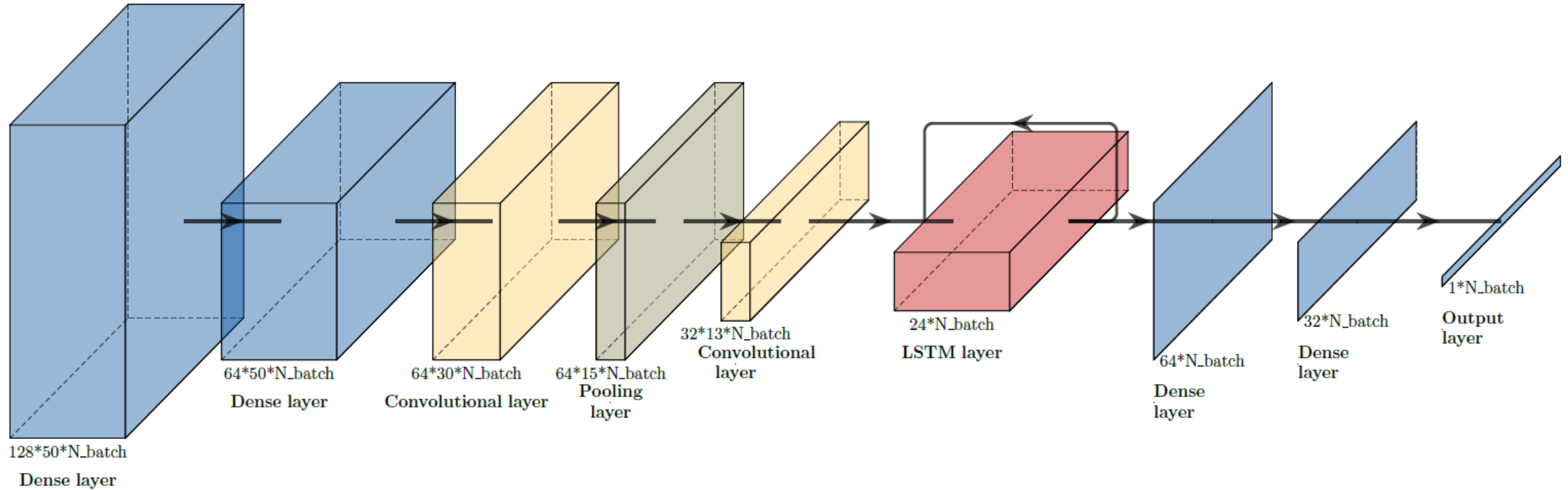
- Verwendete Sensoren und Konfiguration

Device	Sensor	Setting
LSM6DSM	Accelerometer	$\pm 2 \text{ g}$
LSM6DSM	Gyroscope	$\pm 2000^\circ \text{ s}^{-1}$
LSM303AGR	Magnetometer	$\pm 50 \text{ Gauss}$
LPS22HB	Barometer	260 hPa to 1260 hPa absolute pressure range
DRV5053VA	Hall effect	Provides raw 12-bit unsigned ADC values

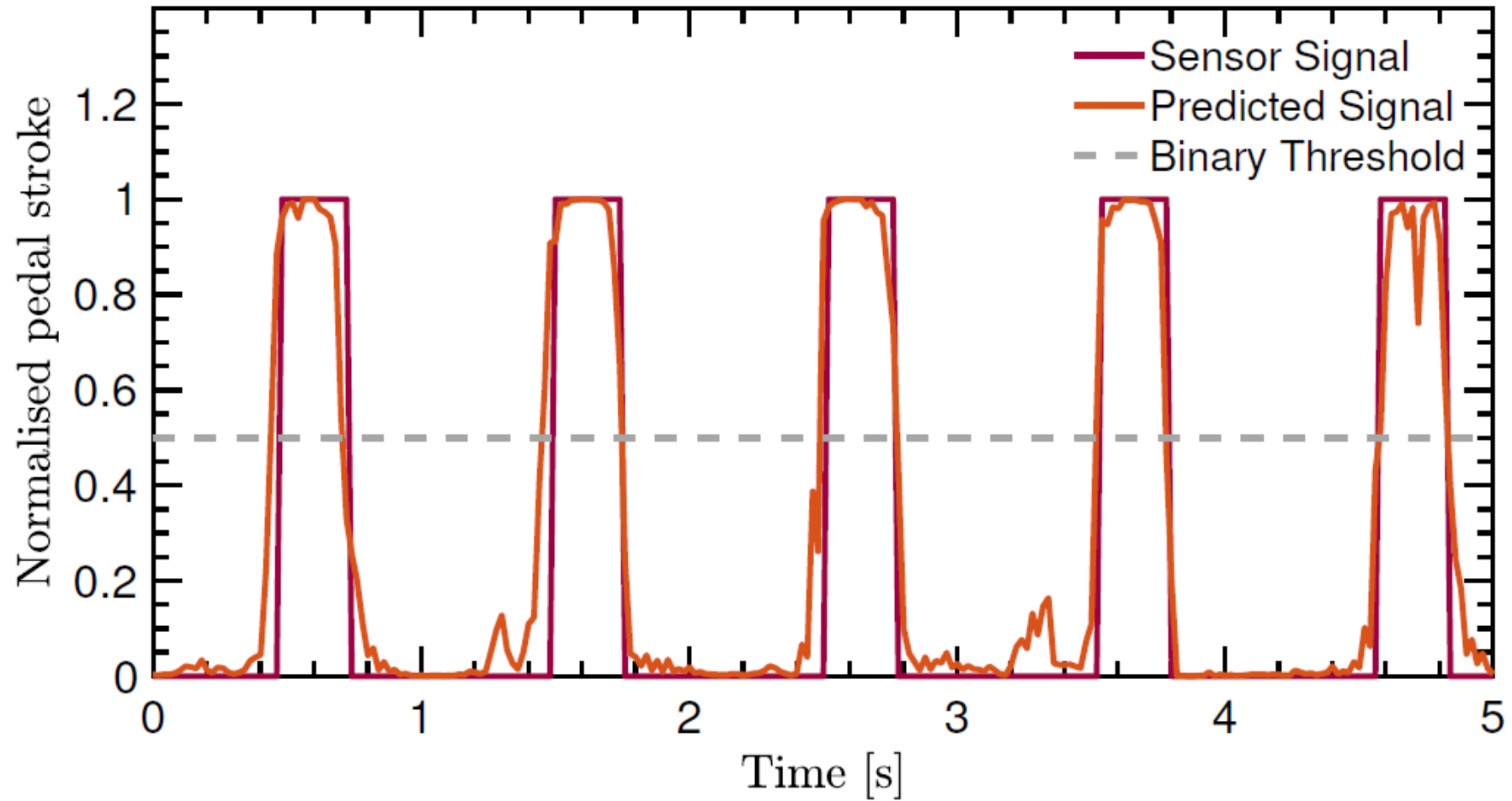
- Hall-Effekt-Sensor mit 12 bit Analog-Digital-Konverter (ADC), alle Sensoren mit $f_s = 1 \text{ kHz}$

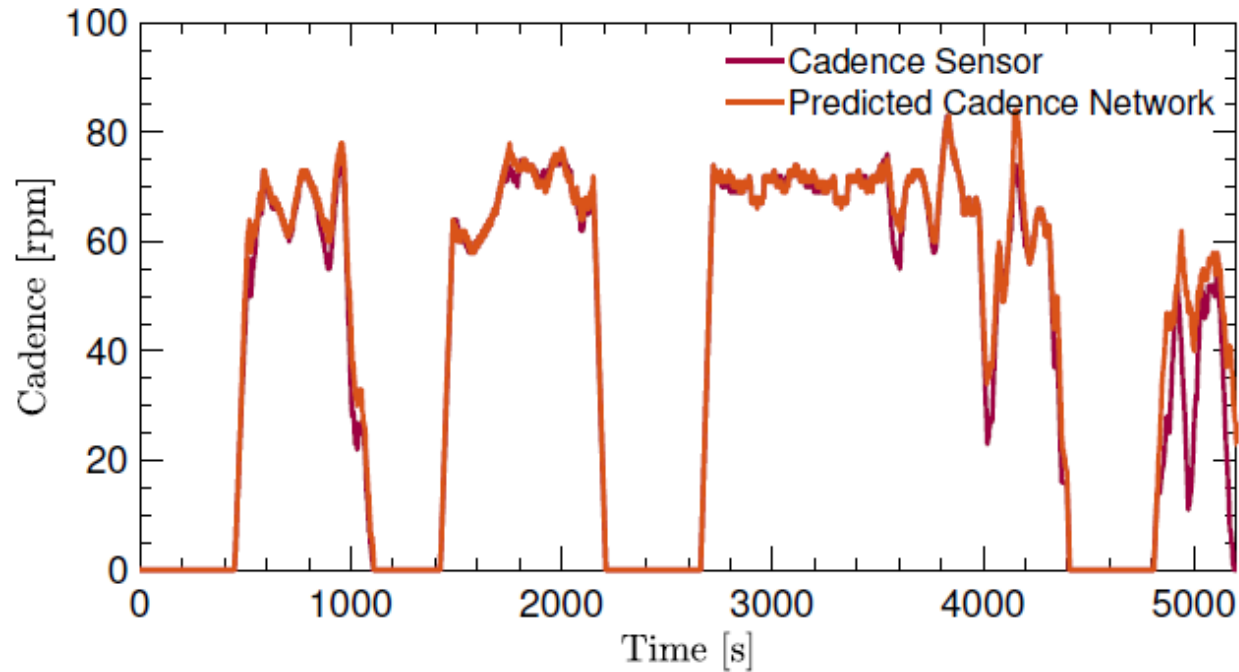
Methodik

- 4 Rennradfahrer:Innen mit 642 Minuten
- Vorbereitung der Input Daten für Neuronales Netz durch Downsampling ($f_s = 50 \text{ Hz}$) und Normalisierung
- Vorbereitung der Outputdaten (analoges Signal des Hall-Effekt Sensors) durch Filterung, Normalisierung und Pulsverbreiterung.
- Split Training / Validation / Test mit 70% / 15% / 15%
- Netzwerk basierend auf Convolution, Dense, Pooling und Long Short Term Memory Layern
- Optimierer: ADAM mit mittleren Fehlerquadraten (MSE)

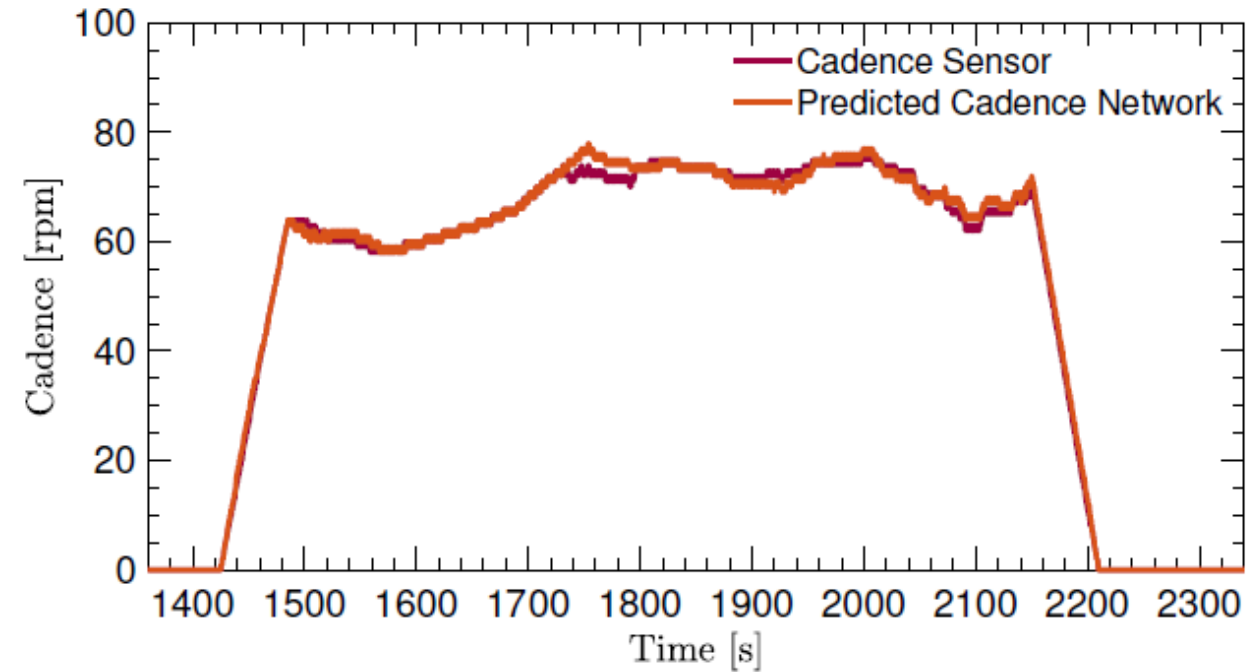


Input bei finalem Netz: 3×50 bestehend aus den Signalen a_x a_y und a_z über die letzte Sekunde

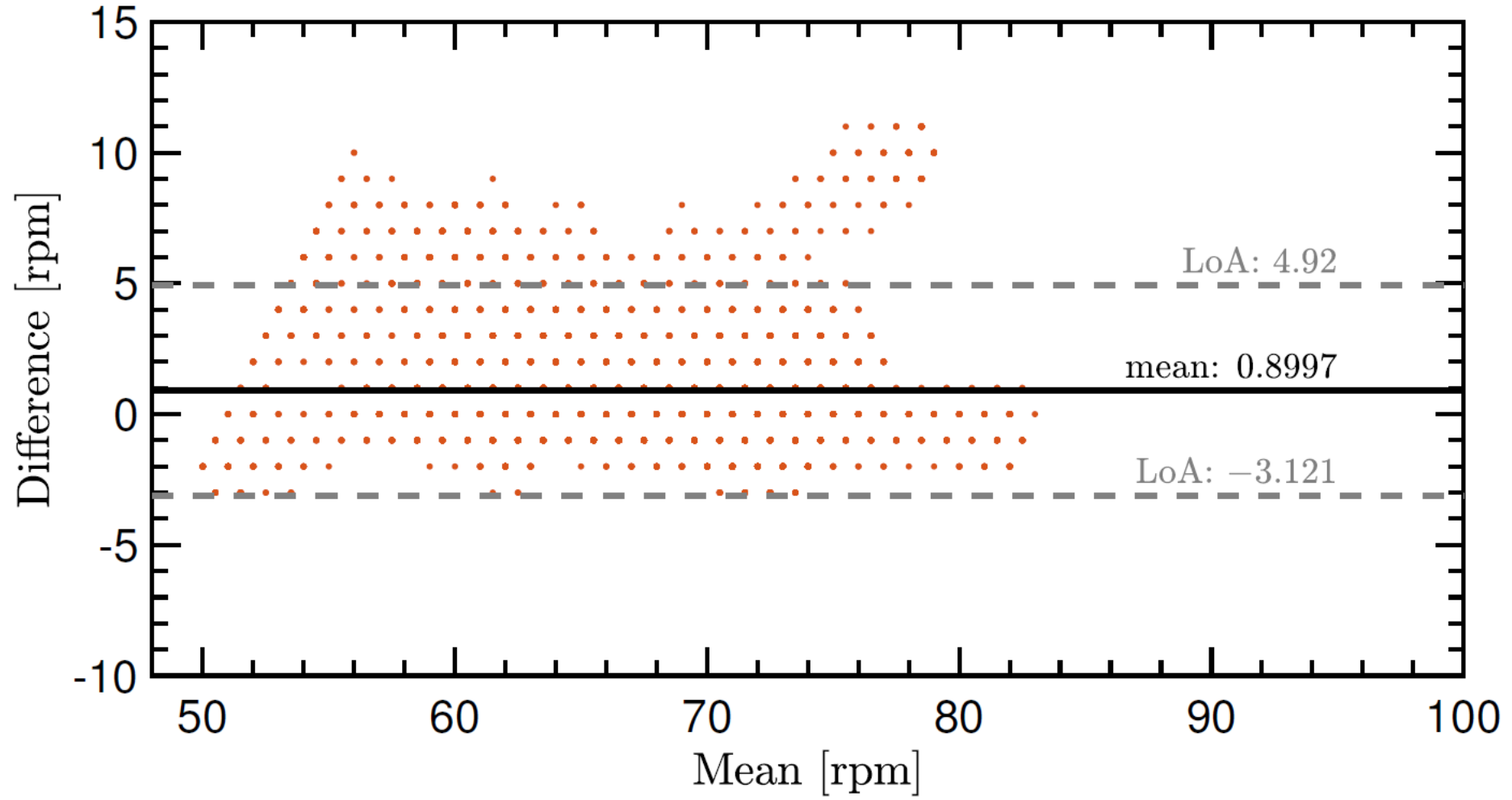




Konkrete Ausfahrt



Detailaufnahme der Ausfahrt



Diskussion

- Untergrund immer Asphalt → Limitation
- 4 Rennradfahrer:Innen bedeuten wenig Varianz → Limitation
- Ablation Study zeigt:

Input Sensor	Validation Loss	Validation Accuracy	Test Loss	Test Accuracy
Accelerometer	0.0551	0.9264	0.0367	0.9506
Gyroscope	0.3805	0.8731	0.3561	0.8859
Accel. and Gyro.	0.2860	0.8902	0.2817	0.8910

Take Home Messages

Im Radfahren ist die Trittfrequenzmessung durch IMUs
nahezu überall am Fahrrad möglich

Vermutlich wäre sie auch durch die IMUs in smarten
Devices direkt am Athleten oder der Athletin messbar