

# Fehlertolerante Sensornetze für das kabellose Bauwerksmonitoring

Katrin Jahr

katrin.jahr@uni-weimar.de

## Problemstellung

Zur automatisierten Überwachung von Bauwerken werden vermehrt kabellose Bauwerksmonitoringsysteme (BMS) eingesetzt. Diese bestehen aus einer Vielzahl von Sensorknoten, die untereinander und mit einem Computer kommunizieren. Um Stabilität und Genauigkeit der Monitoringsysteme zu gewährleisten, müssen Sensorfehler zuverlässig und rechtzeitig erkannt werden.

## Lösungsansatz

Es soll ein BMS entwickelt werden, das in der Lage ist, Sensorfehler autonom und dezentralisiert zu erkennen. Dazu soll jeder Sensorknoten fortlaufend die Integrität der eigenen Daten überprüfen.

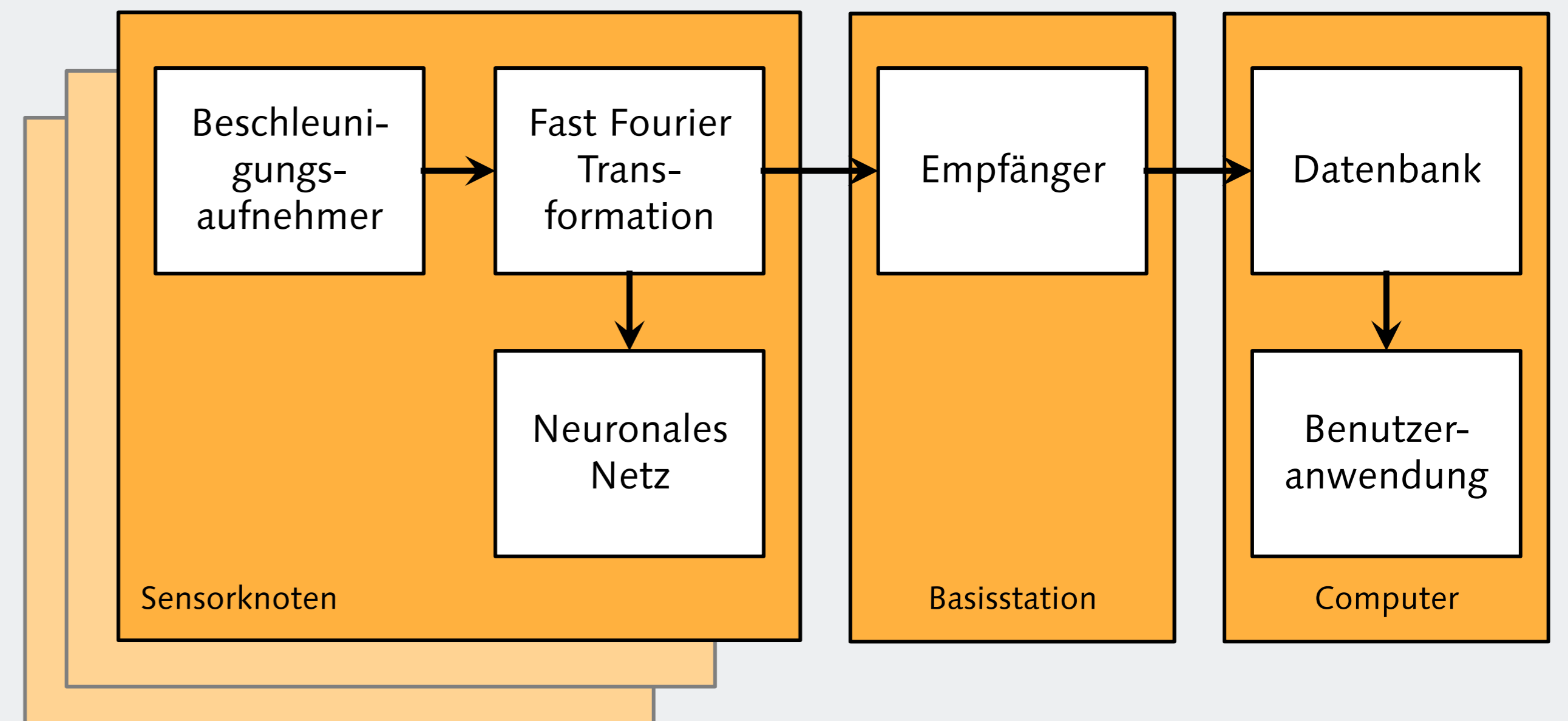


Abb. 1: Datenfluss in einem kabellosen Bauwerksmonitoringsystem

Eingabeschicht    Versteckte Schicht    Ausgabeschicht

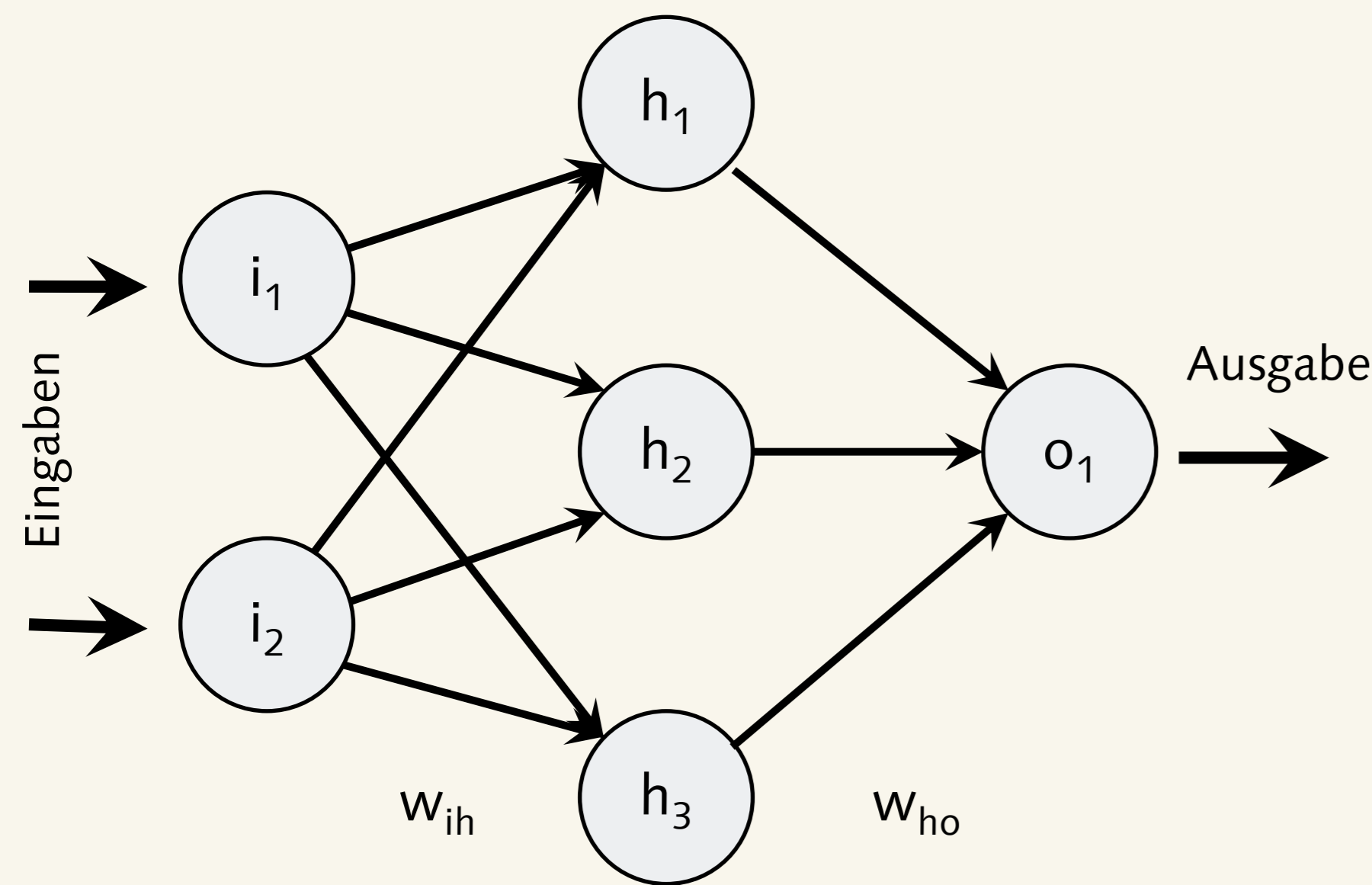


Abb. 2: Datenvorhersage in einem neuronalen Netz

## Autonome Fehlererkennung mit Hilfe künstlicher neuronaler Netze

Die Daten verschiedener Sensorknoten innerhalb eines Bauwerksmonitoring-systems sind korreliert. Diese Korrelationen können genutzt werden, um erwartete Sensordaten vorherzusagen. Anschließend werden Messung und Vorhersage verglichen – Abweichungen charakterisieren Sensorfehler. Zur Vorhersage können künstliche neuronale Netze (KNN) verwendet werden. Diese

bestehen aus Neuronen, die in verschiedenen Schichten angeordnet und untereinander mit gewichteten Synapsen verbunden sind. Durch Änderung der Wichtung können KNNs während eines Trainingsprozesses automatisch an jedes beliebige Bauwerk angepasst werden. Kenntnisse über Eigenschaften und Verhalten des Bauwerkes sind nicht erforderlich. Um die Dezentralisierung der Fehlererkennung zu gewährleisten, wird jeweils ein KNN in jeden Sensorknoten implementiert (Abb. 3).



Abb. 3: Implementierung des Bauwerksmonitoringsystems

## Laborversuche zur Validierung

Das entwickelte BMS wurde zur Validierung in der Programmiersprache Java implementiert und auf einer Teststruktur installiert (Abb. 3). Verschiedene Sensorfehler wurden durch Manipulation eines Sensorknotens simuliert (Abb. 4). Es konnte gezeigt werden, dass künstliche neuronale Netze zur autonomen Fehlererkennung in kabellosen Sensornetzwerken über Analytische Redundanz sehr gut geeignet sind und die Stabilität und Genauigkeit von Bauwerksmonitoringsystemen erhöhen können.

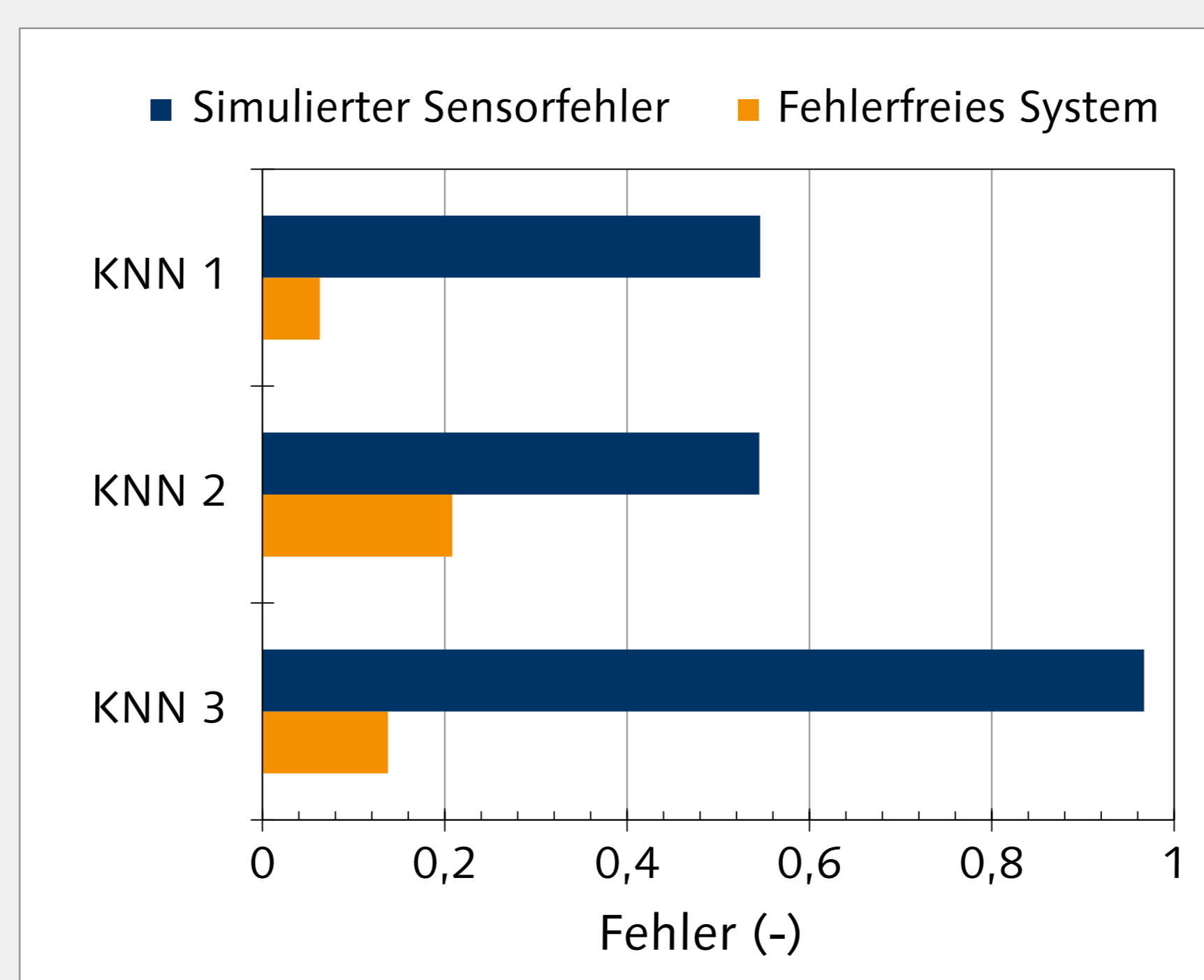


Abb. 4: Abweichungen zwischen Vorhersage und Messung

## Projektdaten

**Kontakt**  
 Prof. Dr.-Ing. Kay Smarsly  
 Professur Informatik im Bauwesen  
 Fakultät Bauingenieurwesen  
 Bauhaus-Universität Weimar  
 Coudraystr. 7  
 99423 Weimar

Tel.: +49 3643 58 4214  
 Fax: +49 3643 58 4216  
 Web: <http://www.uni-weimar.de/iib>

**Projektart**  
 Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Graduiertenkolleg 1462 sowie Lehrstuhlforschung

**Bearbeiterin**  
 Katrin Jahr, M.Sc.