

# GNSS Signalausfälle mittels IMU und Koppelnavigation kompensieren

Im neuen GNSS-Empfänger von Leica Geosystems GS18T, ist eine Inertiale Messeinheit (IMU) eingebaut, welche die Lage des Empfängers im Raum bestimmen kann. Dadurch muss der Lotstock für die Punktaufnahme nicht mehr senkrecht aufgehalten werden. Mithilfe der Koppelnavigation und den vorhandenen IMU-Daten, kann auch auf die momentane Position und Ausrichtung bezüglich eines bekannten Ausgangspunktes geschlossen werden. Somit können theoretisch kurzzeitige GNSS Signalausfälle kompensiert werden. Die Untersuchungen zeigen, dass für einen kompletten GNSS-Ausfall von 15 Sekunden maximale Abweichungen von 15cm in der Lage und +/- 6cm in der Höhe entstehen.

## Motivation

Zur Positionsbestimmung muss ein GNSS-Empfänger die Signale von mindestens vier Satelliten gleichzeitig empfangen. Ist dies nicht der Fall, so kann ohne weitere Hilfsmittel keine Position mehr bestimmt werden. Aufgrund dieser Problematik wäre ein System hilfreich, welches bei weniger als vier oder gar keinem Satellitenempfang, die Position berechnen kann. Dies würde Messungen oder Absteckungen von Punkten ermöglichen, welche gegen Oben komplett abgedeckt sind.

## Versuchsaufbau

Um die Auswirkungen der GNSS-Ausfälle auf die Lage- und Höhengenaugigkeit beurteilen zu können, werden mehrere Punktaufnahmen unter gleichen Bedingungen benötigt. Dafür werden mit dem GS18 T GNSS-Empfänger Trajektorien aufgezeichnet, welche den immer gleichbleibenden Messablauf aufweisen (siehe Abb. 1).

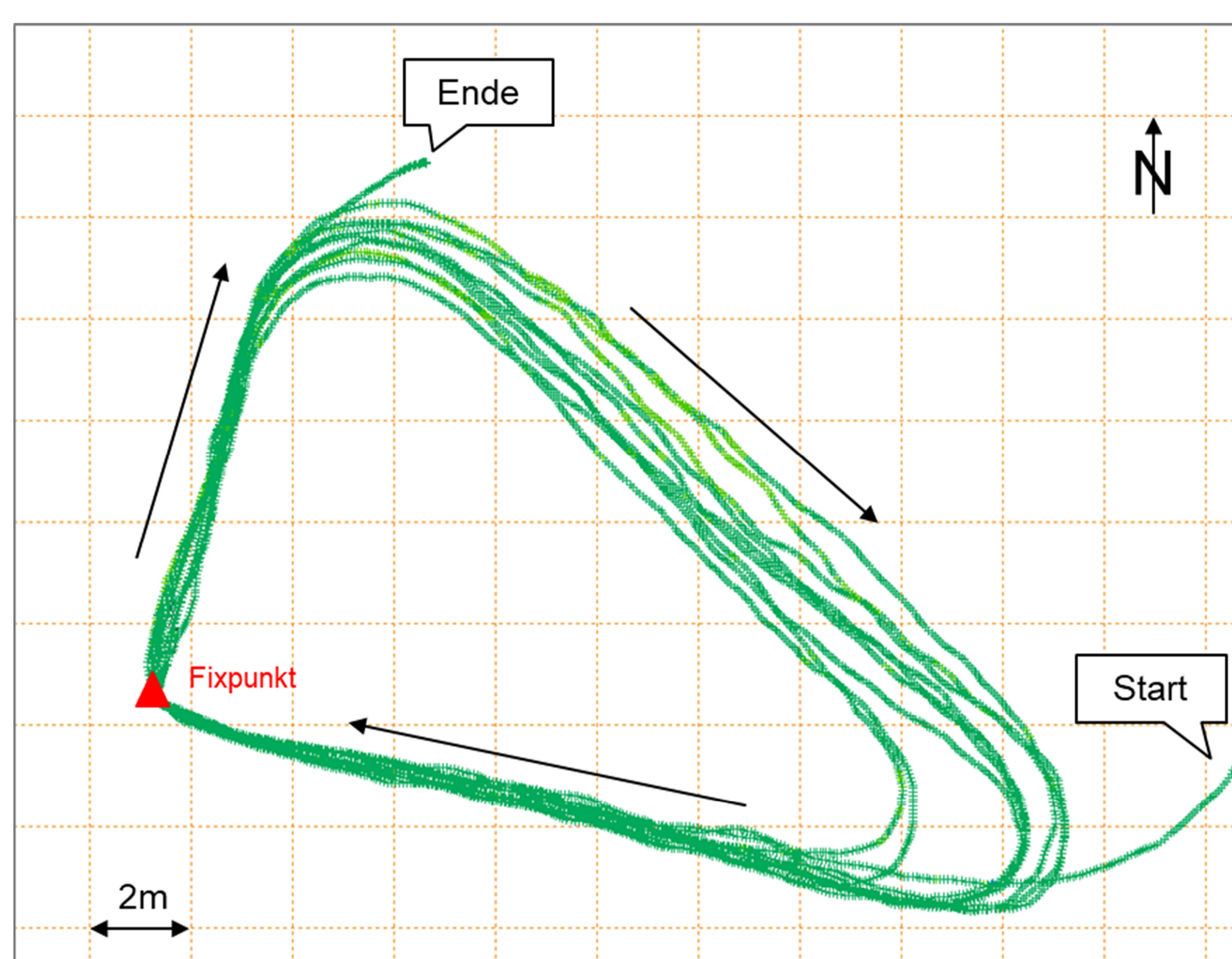


Abb. 1: Trajektorie der Lotstockspitze ohne GNSS-Ausfall

## Prozessierung der IMU- und GNSS-Daten

Mit der Software *Inertial Explorer V8.70* von Novatel, können die aufgezeichneten IMU- und GNSS-Daten mit der Loosely oder Tightly Coupled Prozessierung ausgewertet werden. Bei der Loosely Coupled (LC) Prozessierung werden die berechneten Koordinaten des GNSS-Empfängers (X,Y,Z) mit den Daten der IMU fusioniert. Fällt das GNSS aufgrund zu wenig empfangbaren Satelliten aus, wird die Position und Ausrichtung nur noch durch die IMU bestimmt. Bei der Tightly Coupled (TC) Prozessierung werden die Rohdaten des GNSS-Empfängers und der IMU zusammen verarbeitet. Bei dieser Integrationsart können auch weniger als vier Satelliten dazu beitragen, die IMU zu stützen und somit die Genauigkeit zu verbessern (Wendel, 2011: 190).

Wendel, J., 2011. Integrierte Navigationssysteme, Sensordatenfusion, GPS und Inertiale Navigation, 2. Auflage. Oldenbourg Verlag.

**Autor:** Philippe Brand  
**Examinator:** Prof. Dr. David Grimm  
**Experte:** Prof. Dr. Dante Salvini

## Simulation der GNSS-Ausfälle

Vor und nach der Punktaufnahme werden je nach Prozessierungsart folgende GNSS-Daten aus den Aufnahmen entfernt:

- LC → sämtliche GNSS-Daten
- TC → Messungen zu 3 Satelliten werden beibehalten

Nach der Prozessierung können die beiden Trajektorien (mit und ohne GNSS-Signalausfall) verglichen werden. In Abb. 2 sind die einzelnen Koordinatendifferenzen über die Zeit des GNSS-Ausfalls ersichtlich (Beispiel aus einer LC - Prozessierung).

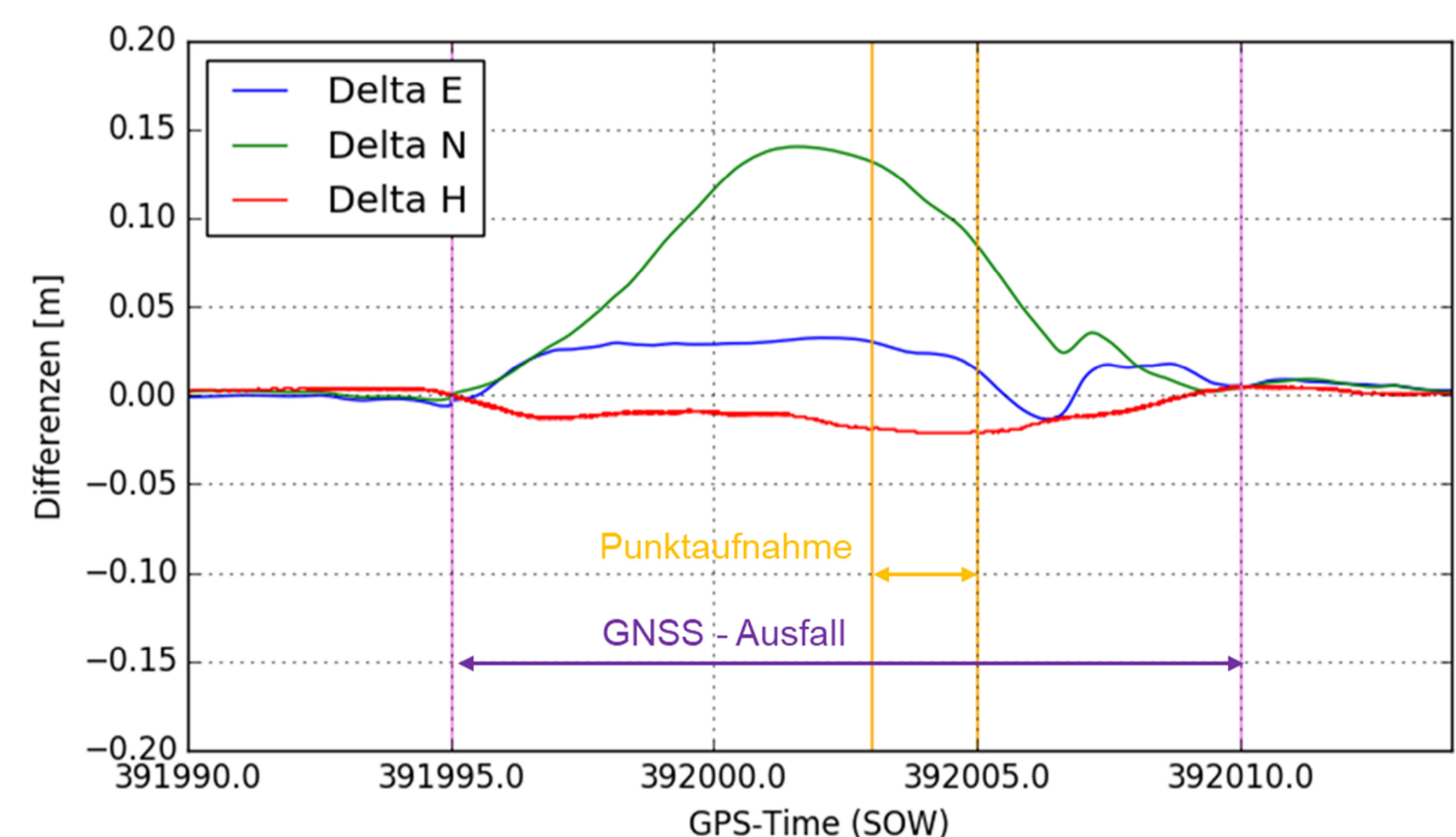


Abb. 2: Trajektorienvergleich bei 15 Sek. GNSS-Ausfall

## Fazit

In Abb. 3 sind die Lagedifferenzen ( $\sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$ ) von jeweils 12 Messungen mit unterschiedlich langen GNSS-Ausfällen dargestellt. Dabei wird der Unterschied zwischen den beiden Prozessierungsarten deutlich. Mit der LC Prozessierung sind bei einem totalen GNSS-Ausfall von 15 Sek. Abweichungen von unter 15cm zu erwarten. Die erreichte Genauigkeit würde somit gerade ausreichen, um einen exakt definierten Bodenbedeckungspunkt gemäss technischer Verordnung der Amtlichen Vermessung zu bestimmen (TVAV, Art. 29. Abs. I).

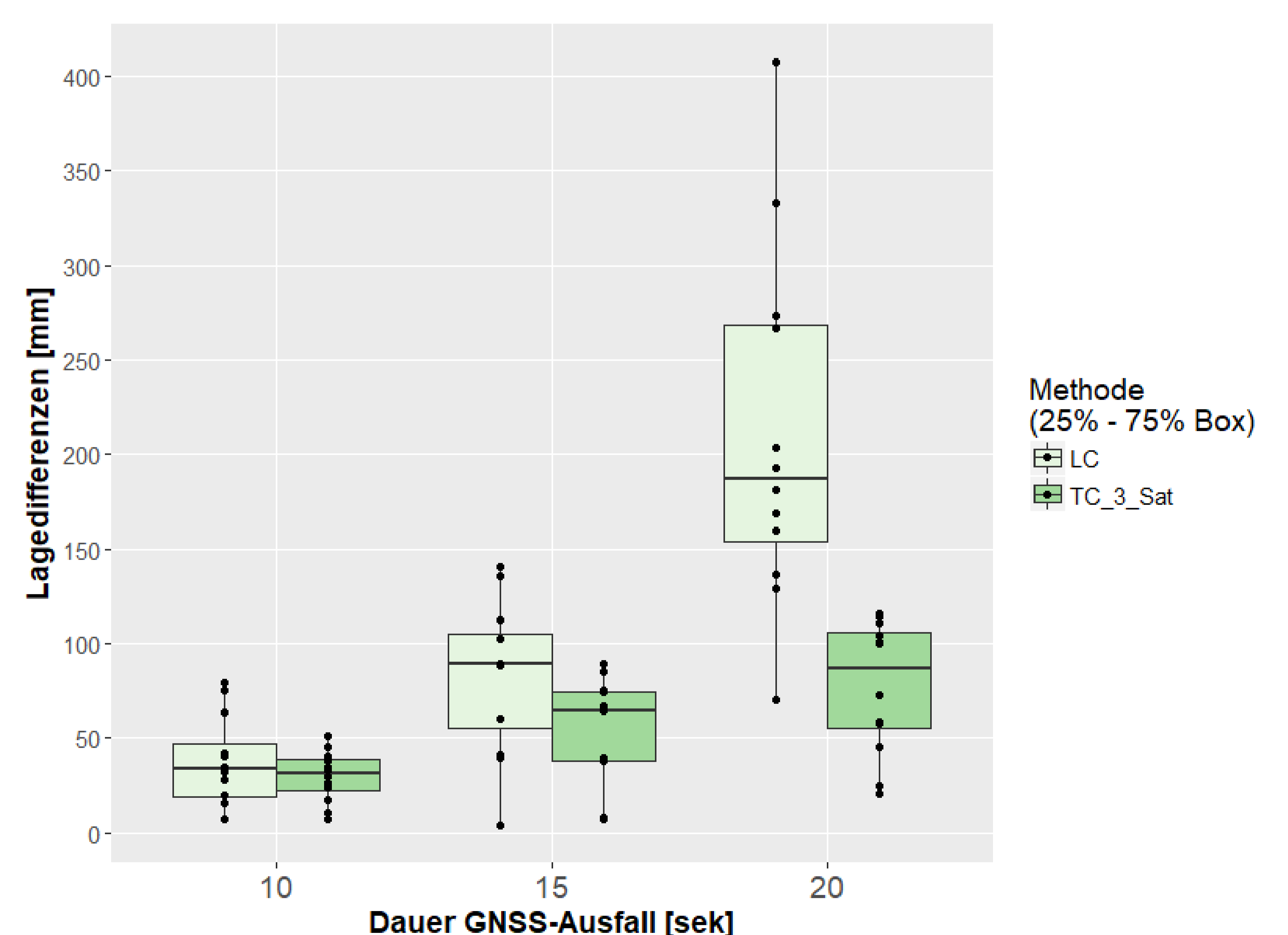


Abb. 3: Loosely vs. Tightly Coupled Prozessierung

