



TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
DEPARTMENT FÜR GEODÄSIE
UND GEOINFORMATION
FORSCHUNGSBEREICH
HÖHERE GEODÄSIE



**MOVING
LAYERS**



Präzise Positionierung für Mobile Endgeräte: Grenzen und Möglichkeiten von Smartphones in der Vermessungspraxis

*Gregor Moeller¹, Marcus Franz Wareyka-Glaner¹, Paul Dohnal¹, Julia Hacker-Zagler², Predrag Vujic²,
Jürgen Hahn², Gottfried Thaler³, Christian Klug³*

¹ *Department für Geodäsie und Geoinformation, TU Wien, Österreich*

² *MovingLayers GmbH, Österreich*

³ *Wiener Netze GmbH, Österreich*

3. Dezember 2025, Weissenstein, Schweiz

Motivation

- **Situation**: Smartphones allow users to determine their position with an accuracy of about 5 - 10 meters (standard PNT solution).
- **Goal**: Precise **sub-meter smartphone positioning** enables new applications in surveying, e.g., for infrastructure monitoring.
- **Objective**: Provide open-source positioning algorithms, based on **PPP and external correction data**, for smartphones to enable research institutions and industry partners to better integrate advanced positioning algorithms into their research and services.



Precise Positioning for Mobile Devices

Mini Posi App
Präzision, die Wissen schafft.

LOGIN

Username
Input

Password
Input

Login

Anmeldung nur als registrierter Nutzer:in möglich. Noch keine Nutzer:in?
Nehmen Sie Kontakt mit uns auf:
app@ppmd.at

Copyright © PPMD

- **Partners:** Wiener Netze, TU Wien, MovingLayers
- **Funded by:** Aspern Smart City Research (ASCR)
- **Duration:** 04/2025 – 09/2026 (50%)
- **Goal:** Development of a mobile phone app (Posi App) that provides users with sub-meter position accuracy. This accuracy should be maintained while in motion and in urban areas with dense city structures.
- **Intended applications:**
 - Locating infrastructure
 - Guiding people with special needs
 - Tracking walking routes as documentation/evidence



Contents

- Limitations of GNSS positioning with smartphones
- Strategy to further improve positioning
- Initial Results Using Galileo HAS
- Posi App for Mobile Devices
- Summary and Outlook

Limitations of GNSS positioning with smartphones

Smartphone positioning in connection with a GNSS hardware simulator

Simulator settings

- OHB Austria XPLORA Pro Real-Time GNSS Signal Simulator
- Location: TU Wien (static), Precise orbits & clocks, Duration: 30 min (1 Hz), No atmosphere
- Fine tuning of signal strength outputs

Mobile phones

- Samsung Galaxy S23 & Xiaomi Mi 8
- GNSS signal reception via the simulator RF output; recording of GNSS raw data with Google GNSSLogger App

Processing of GPS L1 raw data with raPPPid

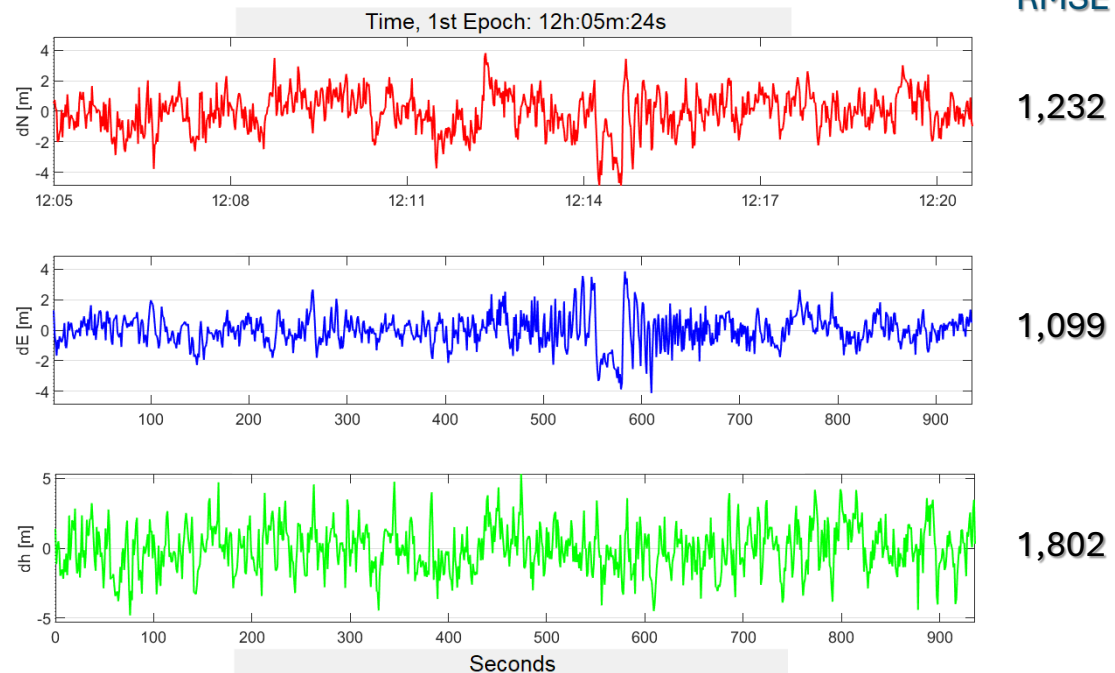
- Input: Simulator / smartphone obs. files + Precise orbits & clocks
- Kalman-Filter Code / Code+Phase solution



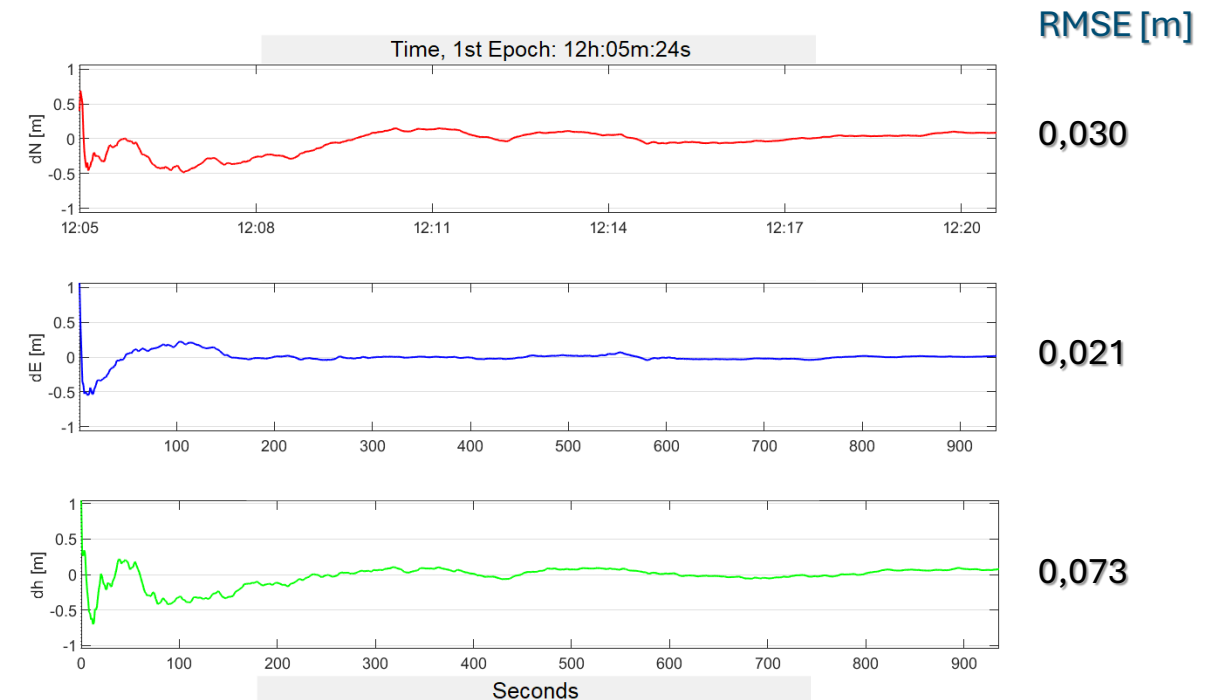
Limitations of GNSS positioning with smartphones

Smartphone positioning in connection with a GNSS hardware simulator

Positioning results based on Xiaomi **C1C (Code)**

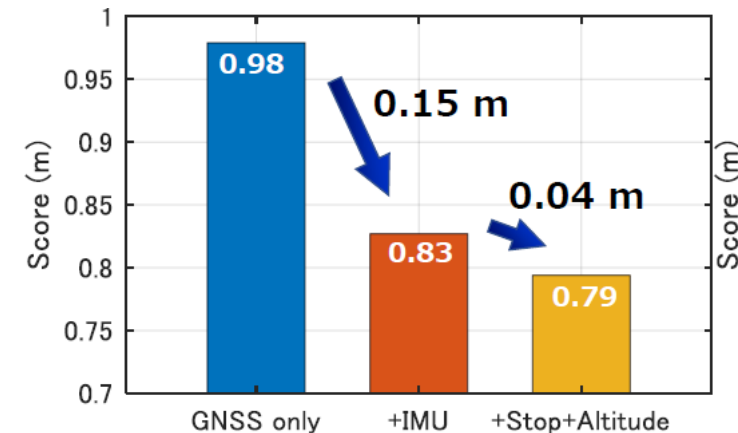


Positioning results based on Xiaomi **L1C+C1C (Code+Phase)**



Strategy to further improve positioning

- Use of **all** satellite navigation **signals** (GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou) available on the smartphone, on **all** supported **frequency bands**
- Use of GNSS phase observations in a “**Precise Point Positioning** (PPP) approach”
- Use of the navigation message with appropriate **orbit and clock corrections** (Galileo High Accuracy Service, real-time correction data streams from EPOSA or the International GNSS Service)
- Use of high-quality **atmospheric models**
 - IGS real-time ionospheric models
 - GPT3 for the troposphere (developed at TU Wien)
- Integration of **accelerometer sensors** for detecting outlier in GNSS measurements and constrain velocity estimation



[source: Suzuki 2024]

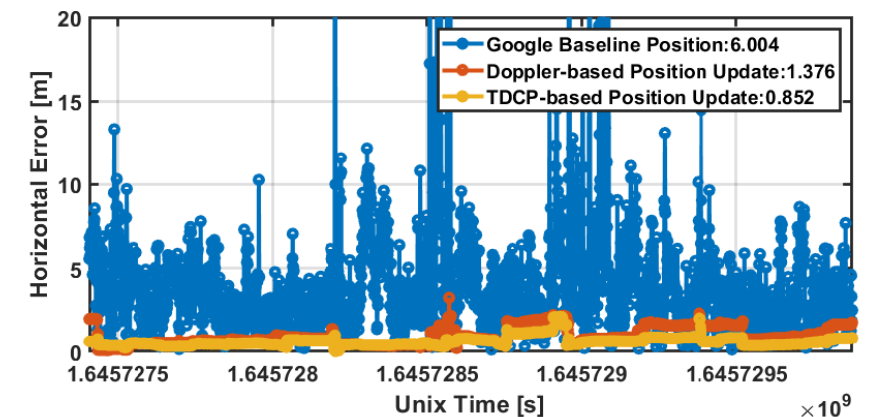
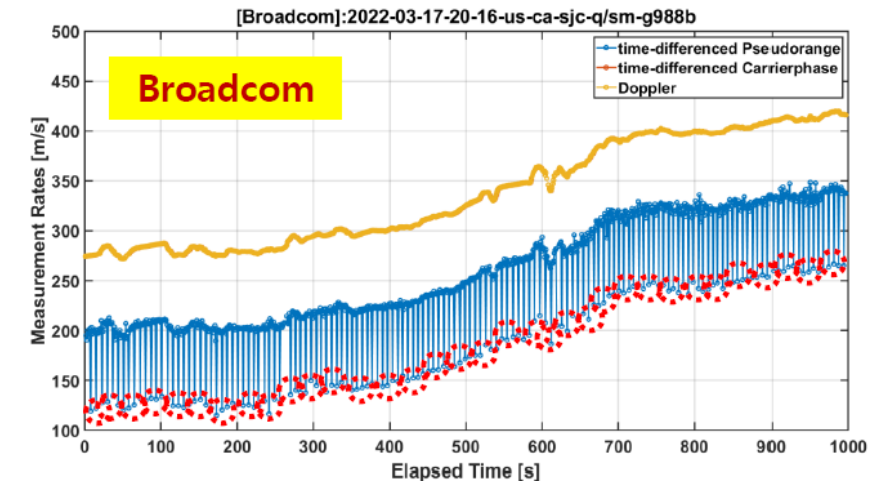
Strategy to further improve positioning

■ Measurement alignment

- Carrier phases, pseudo-ranges and IMU data are usually not aligned.
- Adjustment of IMU timestamps to minimize the RMS of the corrections to position estimates.

■ Outlier detection based on Doppler measurements

- Doppler measurements do not suffer from cycle slips and are more robust to multipath effects compared to carrier-phase measurements.
- Method: Based on Doppler-based Position and Velocity, the expected pseudo-range and time-differenced carrier-phase (TDCP) measurements are computed and used to detect outliers in the pseudo-range and carrier-phase measurements.



[source: Yun et al., 2024]

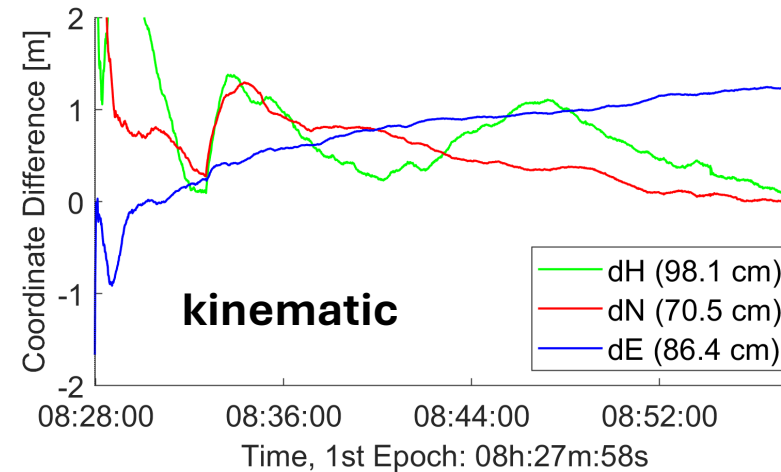
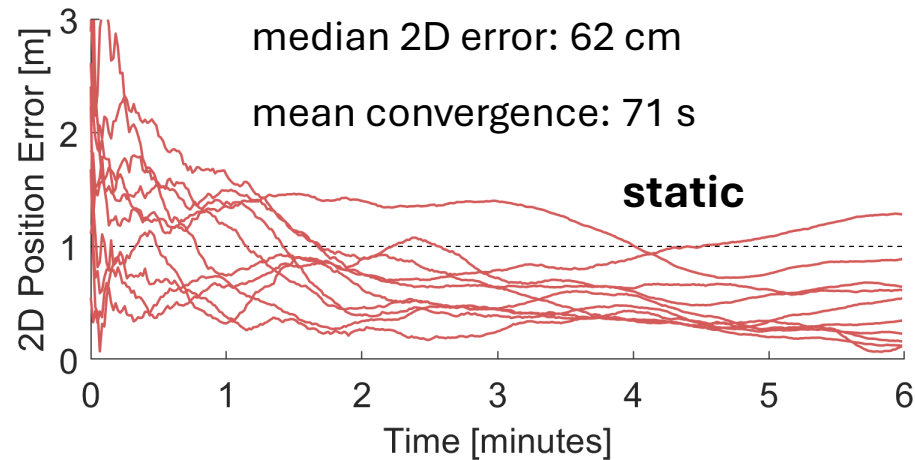
Initial results based on Galileo HAS

Test environment

Smartphone	Google Pixel 7 Pro
Data	April 4, 2023, 60 min in total, recorded with GnssLogger
Satellite products	Galileo HAS , quasi-real-time processing
Software	raPPPid (uncombined G+E with iono constraint)



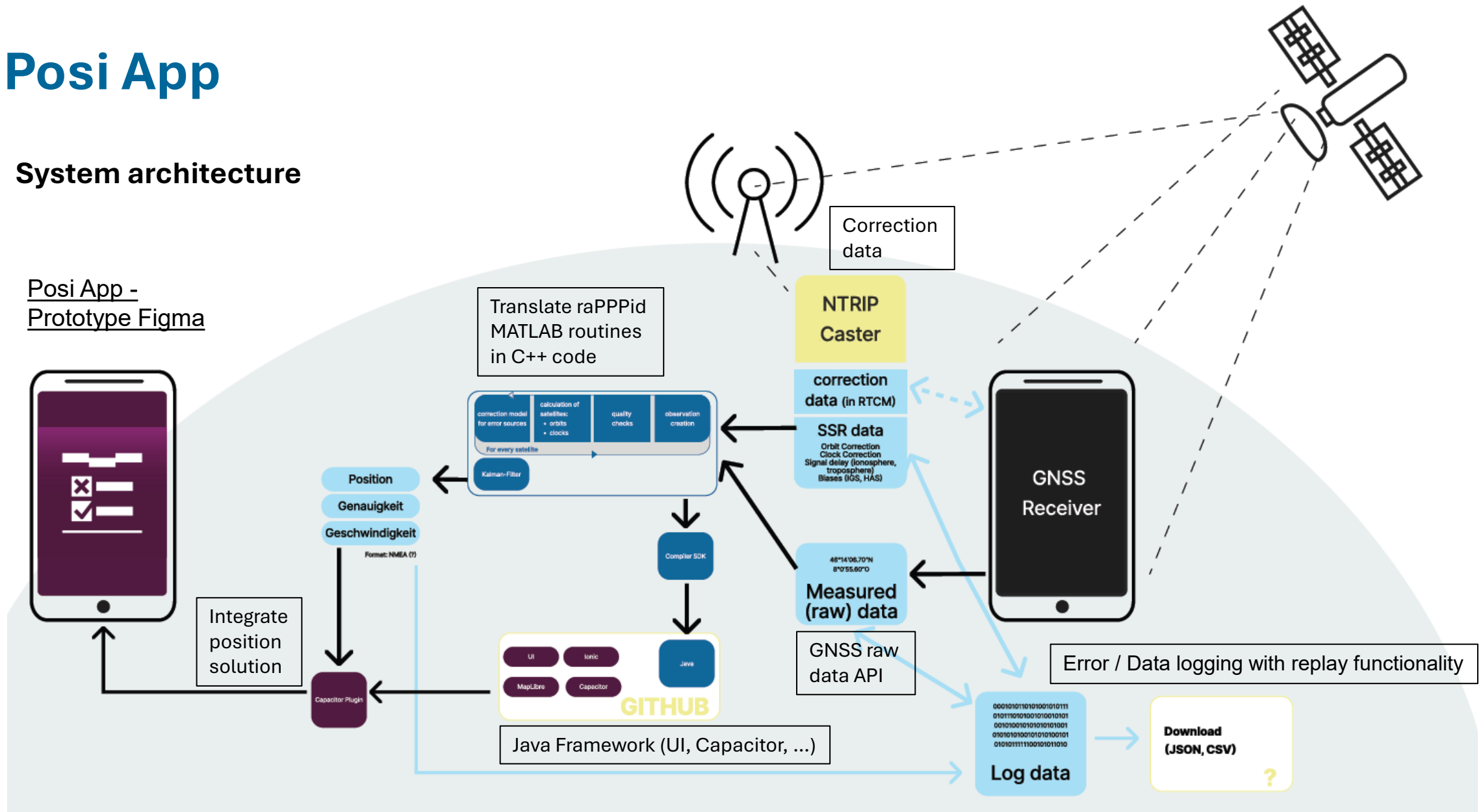
Position error



Posi App

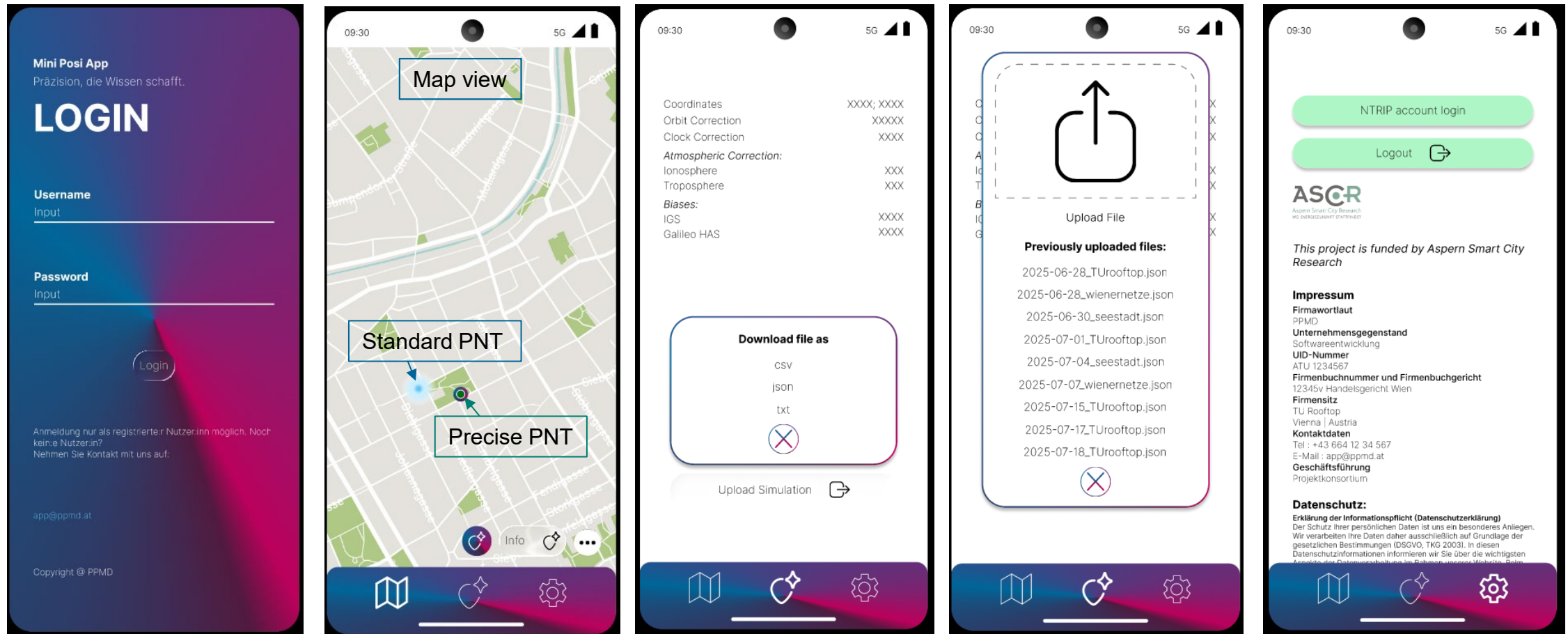
System architecture

Posi App -
Prototype Figma



Posi App

Screenshots Prototype



Summary and Outlook

- Posi App – A smartphone app for sub-meter position accuracy
- Initial release of the compiled GNSS positioning algorithm (integration with IMU data is under development)
- Preparation of the Posi App for test groups (Scientists/students, Wiener Netze employees, City tourists, Users with disabilities)

Persona-Steckbrief



Name der Person: Cordine Neumayer
 Alter: 21
 Beruf / Rolle: STUDENTIN
 Zitat der Person:
 "Ich möchte etwas Neues ausprobieren/erfahren."
 (Ein typischer Satz, der ihre Haltung oder Einstellung widerspiegelt)

Digitaler Erfahrungsgrad:
☐ Neuling
☐ bei Gelegenheit (Kommunikation, Nutzung 2-3 Apps)
☐ kompetent (Digitale Tools als Hilfestellung im Alltag)
☒ technikaffin
☒ Digitaler Profi (Beruf, Ausbildung)

Nutzungskontext:
 (Wo, wann, unter welchen Bedingungen wird die App verwendet?)
im Zuge einer UVA Abschlussarbeit
Test, Weiterentwicklung zB Untersuchung der Atmosphäre

Nutzungstyp:
☒ Kaum Berührungspunkte App wird Teil des Alltags sein

Gerätetyp: Android, zur Verfügung gestelltes Testgerät (Handy)

Ziele/Mehrwert der App:
 (Was möchte die Persona mit der App erreichen?)
Abschluss der UVA Abschlussarbeit
Weiterentwicklung, Test gew. Features

Frustrationen / Hürden:
 (Was nervt sie an digitalen Tools oder bisherigen Lösungen?)
dass das bisher nicht möglich ist bzw.
niemand weiß ob das möglich ist

Persona-Steckbrief



Name der Person: Franz Ferdinand
 Alter: 50
 Beruf / Rolle: Elektromonteur
 Zitat der Person:
 "Schon wieder etwas Neues."
 (Ein typischer Satz, der ihre Haltung oder Einstellung widerspiegelt)

Digitaler Erfahrungsgrad:
☐ Neuling
☒ bei Gelegenheit (Kommunikation, Nutzung 2-3 Apps)
☐ kompetent (Digitale Tools als Hilfestellung im Alltag)
☐ technikaffin
☐ Digitaler Profi (Beruf, Ausbildung)

Nutzungskontext:
 (Wo, wann, unter welchen Bedingungen wird die App verwendet?)
im Störfall, möglicherweise
bei schlechtem Wetter und ~~manchmal~~ in der Nacht.

Nutzungstyp:
☐ Kaum Berührungspunkte App wird Teil des Alltags sein

Gerätetyp: Smartphone

Ziele/Mehrwert der App:
 (Was möchte die Persona mit der App erreichen?)
gezielt Objekte/Einkaufs finden
Informationen aus dem GIS in die Natur übertragen.

Frustrationen / Hürden:
 (Was nervt sie an digitalen Tools oder bisherigen Lösungen?)
Bildschirm klein, fehlende GIS Kenntnisse und Bereitschaft.

Persona-Steckbrief



Name der Person: Helene Kallertbacher
 Alter: 32
 Beruf / Rolle: Vermessungsfachm. Mitarbeiterin
 Zitat der Person:
 "Ich wünsche mir schnelle und ~~genaue~~ gezielte"
 (Ein typischer Satz, der ihre Haltung oder Einstellung widerspiegelt) Positionen

Digitaler Erfahrungsgrad:
☐ Neuling
☐ bei Gelegenheit (Kommunikation, Nutzung 2-3 Apps)
☐ kompetent (Digitale Tools als Hilfestellung im Alltag)
☒ technikaffin
☒ Digitaler Profi (Beruf, Ausbildung)

Nutzungskontext:
 (Wo, wann, unter welchen Bedingungen wird die App verwendet?)
Arbeit im freien Gelände
unter Zeitdruck, "aufgabe" Positionierungen

Nutzungstyp:
☐ Kaum Berührungspunkte App wird Teil des Alltags sein

Gerätetyp: Smartphone / Tablet

Ziele/Mehrwert der App:
 (Was möchte die Persona mit der App erreichen?)
Verbesserung der Arbeitsbedingungen
Beschleunigung des Arbeitsprozesses

Frustrationen / Hürden:
 (Was nervt sie an digitalen Tools oder bisherigen Lösungen?)
unpraktisch, zu viele verschiedene
Geräte



Contact

Gregor Moeller

TU Wien

Department of Geodesy and Geoinformation

Wiedner Hauptstraße 8-10

1040 Wien

Phone: +43 1 58801 12896

Email: gregor.moeller@geo.tuwien.ac.at