

Geodätische Messinstrumente im kinematischen Einsatz

Messungen mit einer Leica MS60 auf ein bewegtes Prisma und in Kombination mit dem AP20.

Wozu kinematische Messungen?



Abb. 1. Dusty Robot Fieldprinter (Dusty Robotics, 2024).

Abb. 2. Trimble Gleismesswagen GEDO (REIF Bauunternehmung, o. J.).

12.06.2024 Autor: Dominic Schär, Betreuerin: Dr. Amna Qayyum, Experte: Prof. Dr. David Grimm

© IGEO FHNW

Zeitsynchronisierung

Totalstation und Referenzsystem

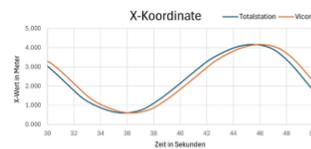


Abb. 3. Zeitsversatz von zwei Messsystemen (Eigene Grafik).

Rohmessungen der Totalstation

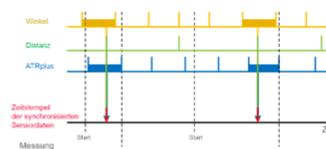


Abb. 4. Synchronisation einzelner Subsysteme (Klemaier, 2018).

12.06.2024 Autor: Dominic Schär, Betreuerin: Dr. Amna Qayyum, Experte: Prof. Dr. David Grimm

© IGEO FHNW

Trajektorie auf Kreisbahn



Video 1. Tracken des Lego Zugs mit einer Leica MS60 (Eigene Aufnahme).

12.06.2024 Autor: Dominic Schär, Betreuerin: Dr. Amna Qayyum, Experte: Prof. Dr. David Grimm

© IGEO FHNW

Einfluss Gerätestandort

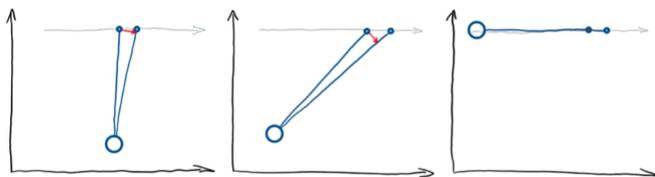


Abb. 7. Vereinfachte Darstellungen der zeitlich versetzten Erfassung von Distanz und Winkel (Draufsicht). Verschiedene Gerätestandorte führen zu kleinen oder grossen Einflüssen auf die Koordinate (Eigene Grafik).

1 m/s → 1 mm pro 1/1000 Sekunde

12.06.2024 Autor: Dominic Schär, Betreuerin: Dr. Amna Qayyum, Experte: Prof. Dr. David Grimm

© IGEO FHNW

Leica AP20

- ▲ Referenzpunkt
- Messpunkte Drehung 0°
- Messpunkte Drehung 120°
- Messpunkte Drehung 240°
- Mittelwert (4.8mm / 7.1mm)
- Bereich Standardabweichung 1σ

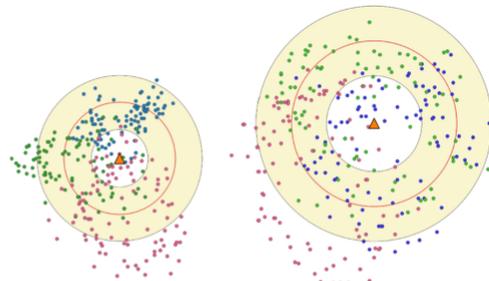


Abb. 9. Messpunkte mit AP20 in Bewegung in verschiedenen Ausrichtungen, 0.2 m/s links und 0.8 m/s rechts (Eigene Grafik).

	Mittelwert	Standardabweichung 1σ
0.2 m/s	4.8 mm	2.3 mm
0.8 m/s	7.1 mm	3.0 mm

Abb. 10. Mittelwert und Standardabweichung der Messpunkte (Eigene Grafik).

12.06.2024 Autor: Dominic Schär, Betreuerin: Dr. Amna Qayyum, Experte: Prof. Dr. David Grimm

© IGEO FHNW

Einflüsse auf kinematische Messung

Grundlegend

- Leistungsfähigkeit Totalstation
- Prismentyp

Bewegung Prisma

- Geschwindigkeit Prisma
- Standort Totalstation
- Synchronisierung Rohmesswerte (ATR, Distanz und Winkel)

Leica AP20

- Ungenauigkeit durch Neigungskompensation
- Abweichung IMU Z-Richtung von Stockachse
- Zeitsynchronisierung MS60 ↔ AP20



Leica AP20 (UTB, 2024).

12.06.2024 Autor: Dominic Schär, Betreuerin: Dr. Amna Qayyum, Experte: Prof. Dr. David Grimm

© IGEO FHNW

Wozu kinematische Messungen?



Abb. 1: Dusty Robot Fieldprinter (Dusty Robotics, 2024).

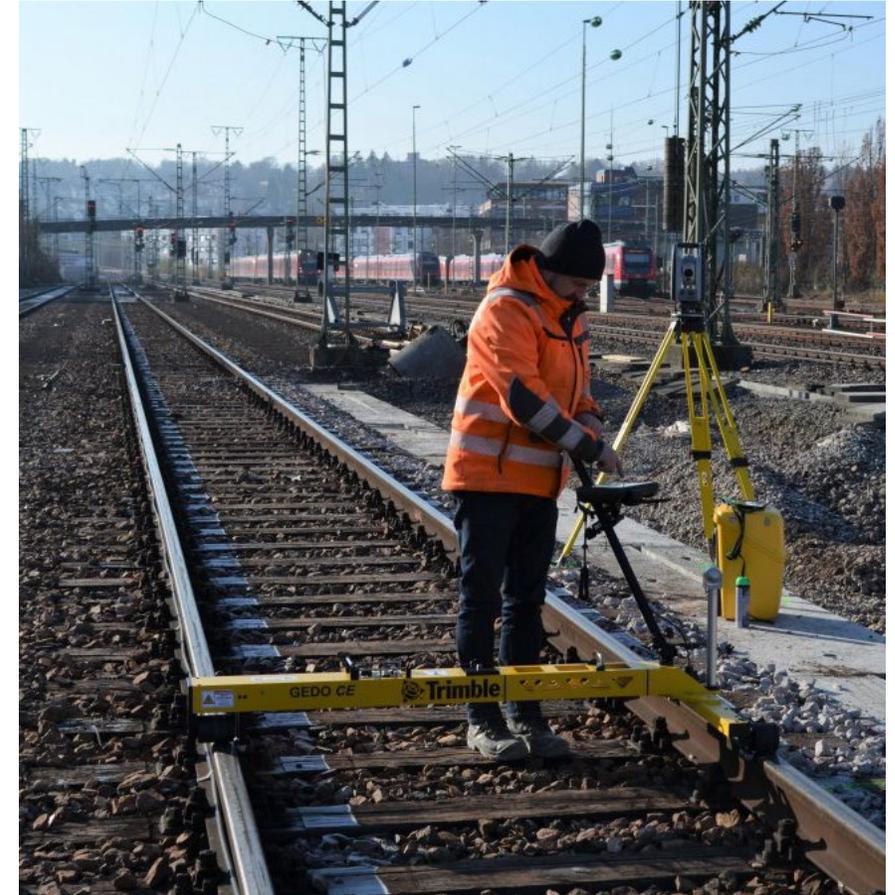
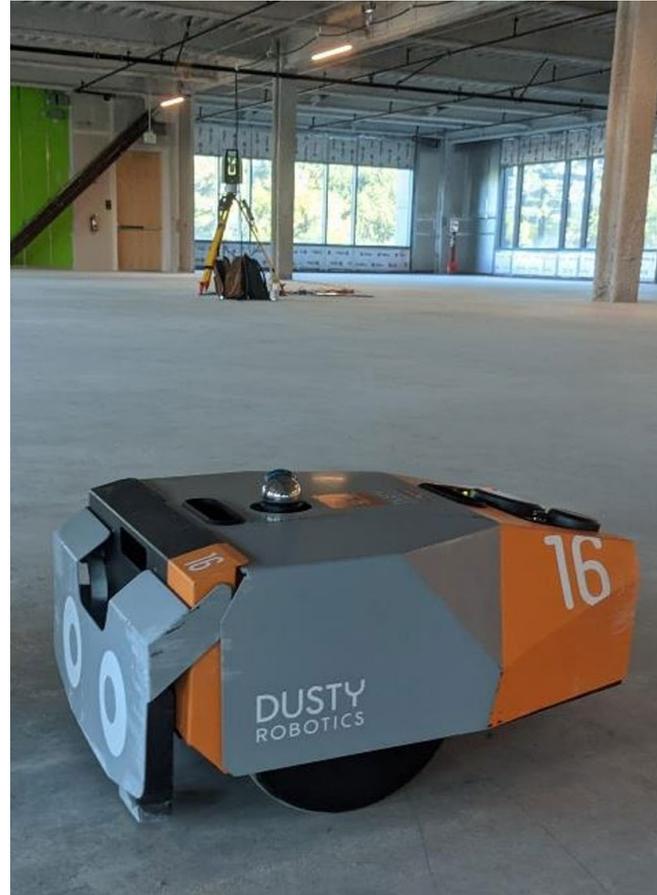


Abb. 2: Trimble Gleismesswagen GEDO (REIF Bauunternehmung, o. J.).

Zeitsynchronisierung

Totalstation und Referenzsystem

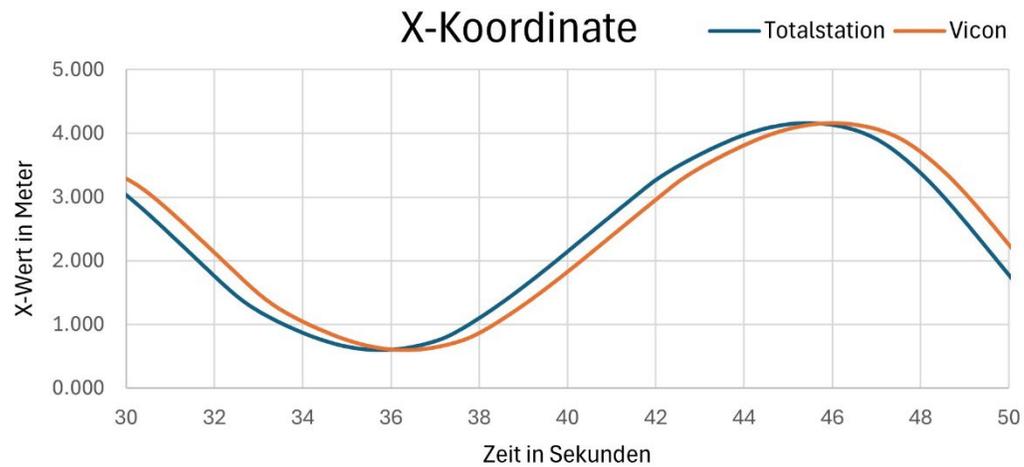


Abb. 3: Zeitversatz von zwei Messsystemen (Eigene Grafik).

Rohmessungen der Totalstation

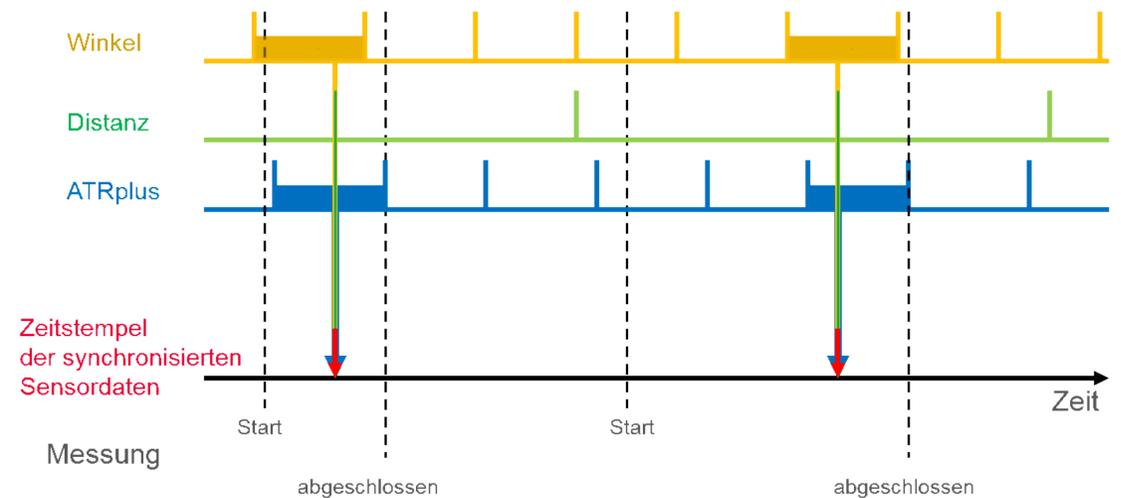


Abb. 4: Synchronisation einzelner Subsysteme (Kleemaier, 2018).

Trajektorie auf Kreisbahn



Video 1: Tracken des Lego Zugs mit einer Leica MS60 (Eigene Aufnahme).



Abb. 5: Messlabor im IGEO mit Motion-Capture-System (Hürzeler, 2022).

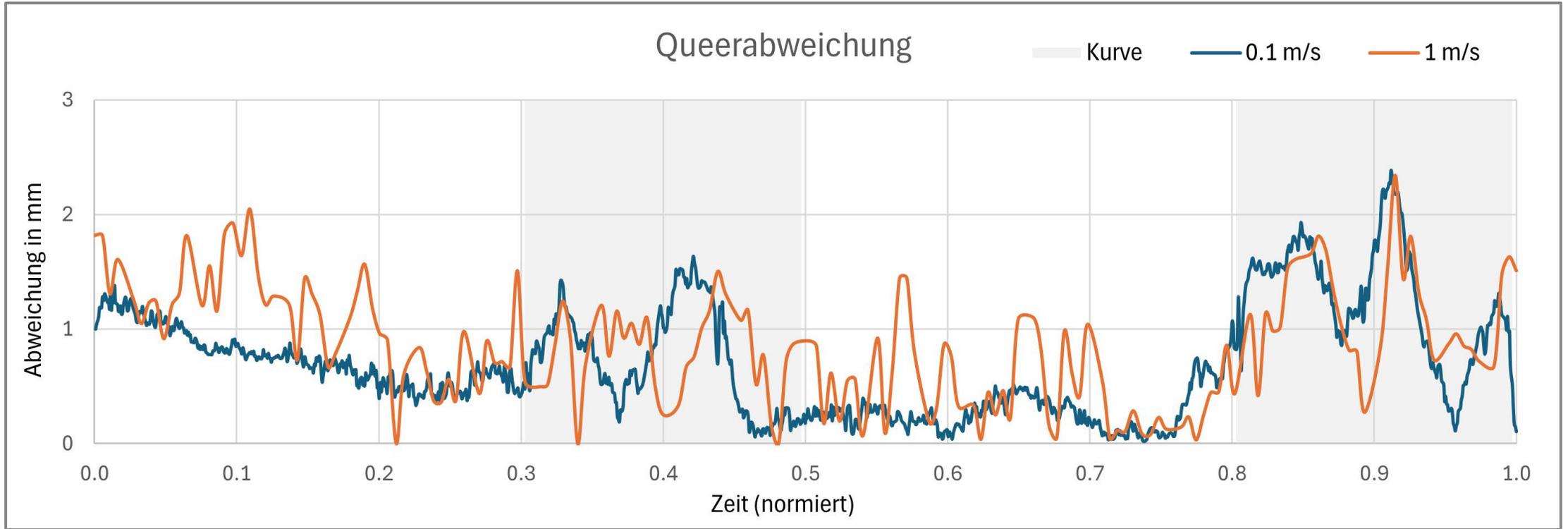


Abb. 6: Vergleich Querabweichungen von Soll-Trajektorie verschiedener Geschwindigkeiten auf identischer Teststrecke (Eigene Grafik).

Einfluss Gerätestandort

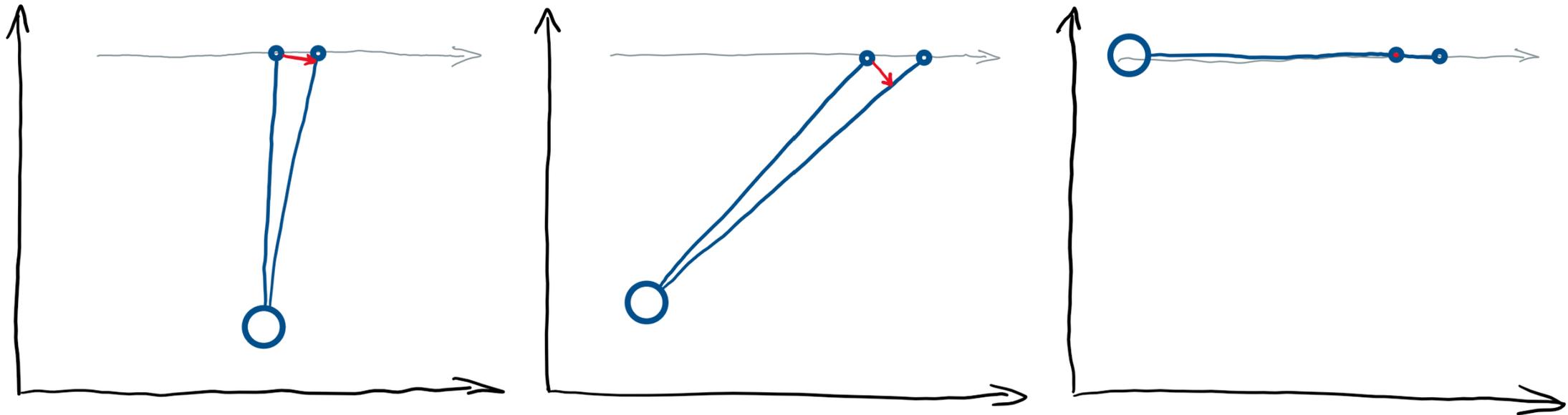


Abb. 7: Vereinfachte Darstellungen der zeitlich versetzten Erfassung von Distanz und Winkel (Draufsicht). Verschiedene Gerätestandorte führen zu kleinen oder grossen Einflüssen auf die Koordinate (Eigene Grafik).

1 m/s \rightarrow 1 mm pro 1/1000 Sekunde

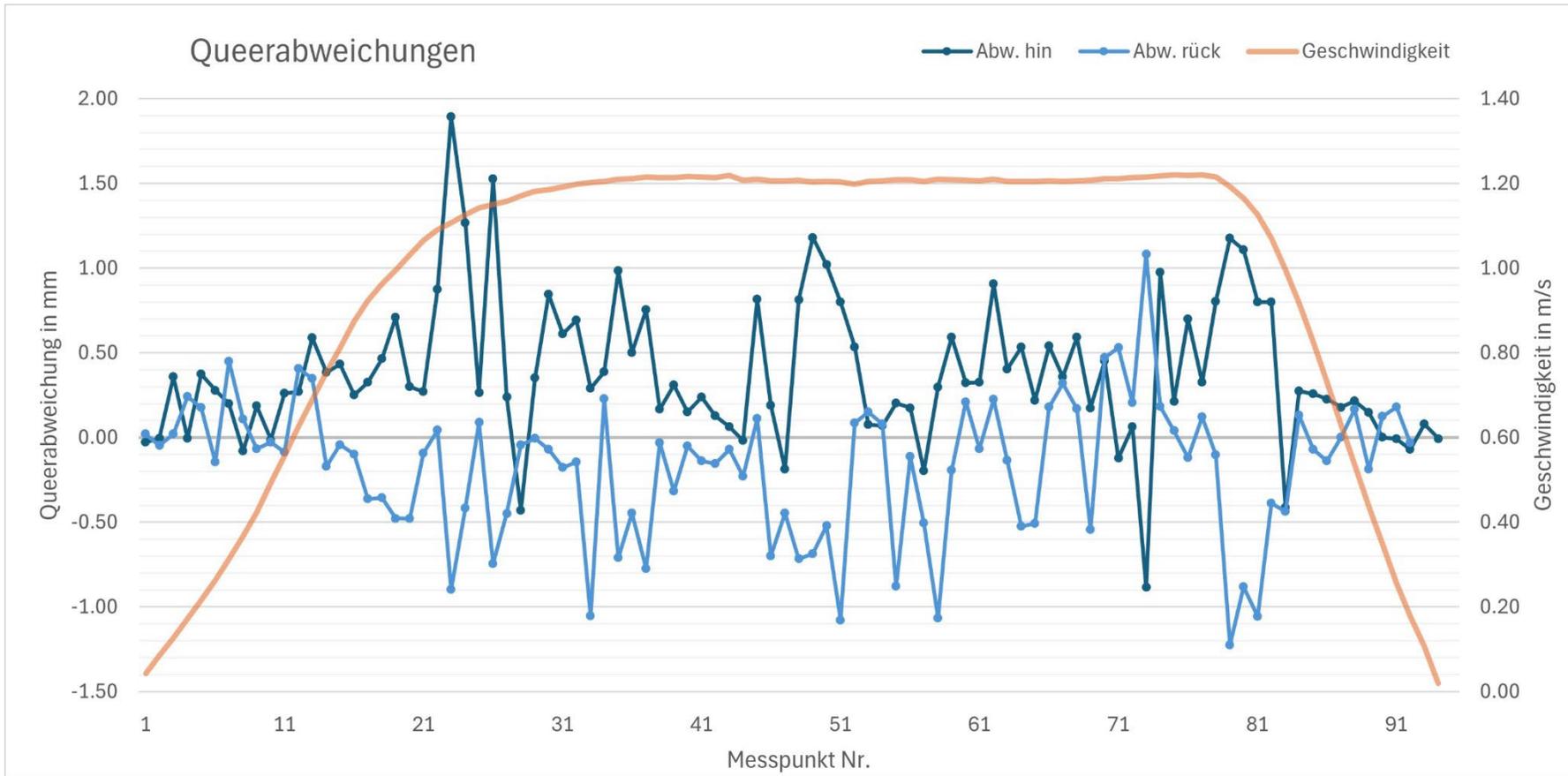
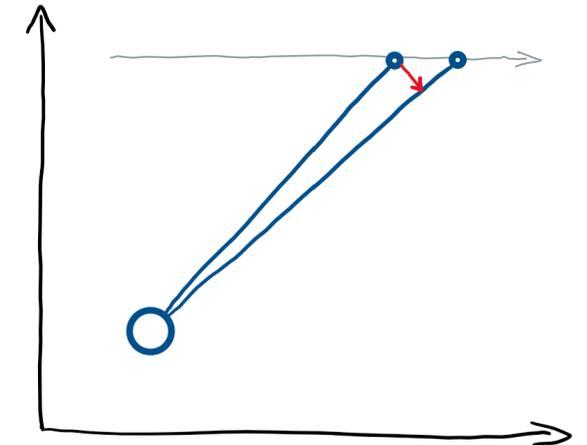


Abb. 8: Queerabweichungen von Soll-Trajektorie mit Einfallswinkel 45° zwischen Bewegungsspur und Ziellinie der Totalstation (Eigene Grafik).



Leica AP20

- ▲ Referenzpunkt
- Messpunkte Drehung 0°
- Messpunkte Drehung 120°
- Messpunkte Drehung 240°
- Mittelwert (4.8mm / 7.1mm)
- Bereich Standardabweichung 1σ

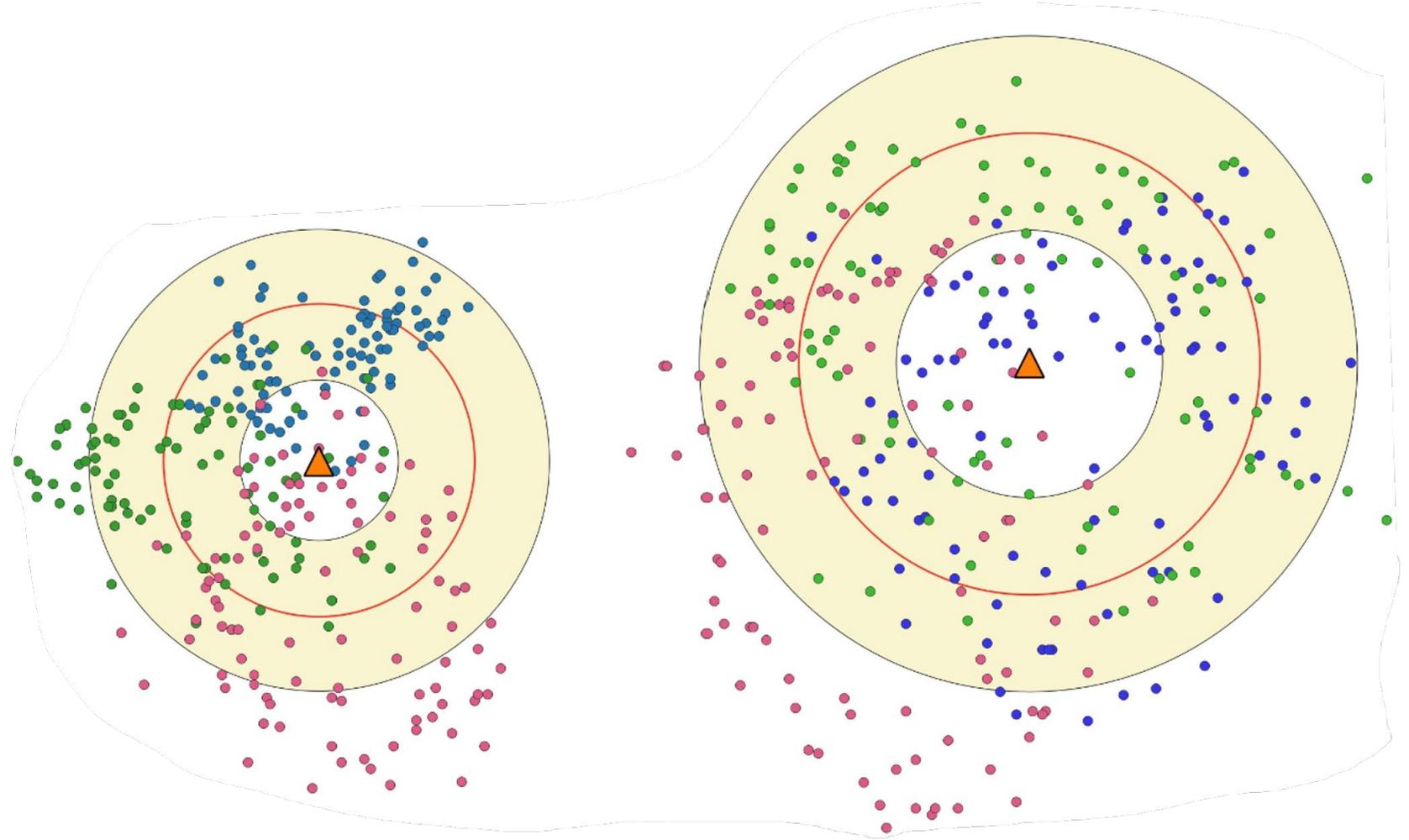


Abb. 9: Messpunkte mit AP20 in Bewegung in verschiedenen Ausrichtungen, 0.2 m/s links und 0.8 m/s rechts (Eigene Grafik).

	Mittelwert	Standardabweichung 1σ
0.2 m/s	4.8 mm	2.3 mm
0.8 m/s	7.1 mm	3.0 mm

Abb. 10: Mittelwert und Standardabweichung der Messpunkte (Eigene Grafik).

Einflüsse auf kinematische Messung

Grundlegend

- Leistungsfähigkeit Totalstation
- Prisentyp

Bewegung Prisma

- Geschwindigkeit Prisma
- Standort Totalstation
→ Synchronisierung Rohmesswerte (ATR, Distanz und Winkel)

Leica AP20

- Ungenauigkeit durch Neigungskompensation
- Abweichung IMU Z-Richtung von Stockachse
- Zeitsynchronisierung MS60 ↔ AP20



Leica AP20
(UTB, 2024).

Quellen

- Kleemaier, Gerhard (2018): Multisensorsystem Totalstation. In: DVW e.V. (Hrsg.): MST 2018 – Multisensortechnologie: Low-Cost Sensoren im Verbund. DVW-Schriftenreihe, Band 92, Augsburg, 2018, S. 25-36.
- Dusty Robotics (2024) <https://www.dustyrobotics.com/>
- REIF Bauunternehmung (o. J.) <https://reif-bau.de/gleismesswagen-trimble-gedo-ce/>
- Hürzeler, Marius (2022): Work on the Kinematic Test Track to Evaluate the Accuracy of Kinematic Measurements. Masterarbeit Fachhochschule Nordwestschweiz Muttenz (nicht veröffentlicht).
- UTB (2024) <https://www.utb.at/shop/bauvermessung/produktdetail/leica-ap20->