

Nestle GNPS-42 GNSS Rover

Absolute Genauigkeit und Überprüfung der Messfunktionen

29.11.2020



Made in Germany

1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 geodätischer Referenzpunkt Lindau	5
Abbildung 2 Positionierung des Rovers über dem Referenzpunkt	6
Abbildung 3 Referenz vs. Messpunkte GNPS-42	6
Abbildung 4 Referenz Strecke und Fläche.....	8
Abbildung 5 Messung1: Berechnung der Strecke zwischen A und B	9
Abbildung 6 Messung 2: Berechnung der Fläche innerhalb des Dreiecks ABC.....	9
Abbildung 7 Messung der Höhendifferenz mit einem Rotationslaser	11
Abbildung 8 Messung 1: Höhendifferenz mit GNPS-42 berechnet.....	12
Abbildung 9 Referenzpunkt einmessen	14
Abbildung 10 Mit Absteckfunktion: zum Punkt führen lassen.....	15
Abbildung 11 Punkt mit Hilfe des Kompasses exakt finden	15
Abbildung 12 Ergebnis fast perfekt	16

2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Längenmessung vs. Referenz.....	10
Tabelle 2 Flächenmessung vs. Referenz.....	10
Tabelle 3 GNPS-42 Rover vs. Rotationslaser Messung.....	12

3 Inhaltsverzeichnis

1	Abbildungsverzeichnis.....	2
2	Tabellenverzeichnis.....	2
4	Einleitung.....	4
5	Absolute Genauigkeit.....	5
5.1	Referenz – geodätischen Referenzpunkte in Lindau.....	5
5.2	Durchführung der Messung.....	5
5.3	Ergebnisse und Auswertung.....	6
6	Messfunktion Längen- und Flächenmessung.....	8
6.1	Referenz – gemessene Strecke sowie Fläche.....	8
6.2	Durchführung der Messung.....	8
6.3	Ergebnisse und Auswertung.....	9
7	Messfunktion Höhendifferenz.....	11
7.1	Referenz – gemessene Höhendifferenz mit einem Rotationslaser.....	11
7.2	Durchführung der Messung.....	11
7.3	Ergebnisse und Auswertung.....	12
8	Messfunktion Abstecken.....	14
8.1	Referenz – mit dem GNPS-42 zuvor vermessener Punkt.....	14
8.2	Durchführung der Messung.....	14
8.3	Ergebnisse und Auswertung.....	16
9	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	17
10	Hinweise.....	18
11	Anhang.....	18

4 Einleitung

Der GNPS-42 ist ein günstiger **GNSS Rover**, der speziell für Anwendungen im Baugewerbe konzipiert ist. Hauptaufgaben sind das Aufmessen und Abstecken von Punkten, die Dokumentation sowie die Bau- und Volumenvermessung. Hierzu ist eine hohe absolute Genauigkeit wichtig, die durch das Verfahren der Echtzeit-Positionierung (Real-Time Kinematic - kurz RTK) erreicht wird. Neben der absoluten Genauigkeit ist für die richtige Längen, Flächen und Volumenberechnung auch eine geeignete Software auf dem Feldrechner notwendig. Im Falle des GNPS-42 handelt es sich um die **Software on2go**, die auf einem Samsung Tablet (Feldrechner) auf Android Basis betrieben wird.

Moderne GNSS Rover sind mächtige Werkzeuge, die die Arbeit erleichtern und die Arbeitszeit massiv verkürzen. Um jedoch in den Genuss eines solchen Systems zu kommen mussten bisher hohe Investition >> 10 000€ getätigt werden. Nicht so beim GNPS-42, der für unter 6000€ zu bekommen ist.

Wir haben uns die Frage gestellt:

„Kann ein System zu einem solchen Preis überhaupt so genau sein?“

Um diese Frage zu beantworten haben wir folgendes getestet

- Absolute Genauigkeit
 - Wie genau sind die gemessenen Punkte in der Welt?
- Wie genau sind die Messfunktionen?
 - Längenberechnungsfunktion
 - Flächenberechnungsfunktion
 - Höhenberechnungsfunktion
 - Absteckfunktion

Um die obige Frage zu beantworten vergleichen wir die Messungen mit bekannten Werten. Wir erzeugen uns also eine Referenz, von der wir die Position, Länge, Fläche und Höhendifferenz genau wissen.

5 Absolute Genauigkeit

Unsere Referenz ist ein **geodätischer Referenzpunkte**. Dabei handelt es sich um einen Kontrollpunkt zum Überprüfen von GNSS-Empfängern. Solche Punkte werden von den jeweiligen Vermessungsämtern der Länder an öffentlichen und gut zugänglichen Orten angebracht.

5.1 Referenz – geodätischen Referenzpunkte in Lindau



Abbildung 1 geodätischer Referenzpunkt Lindau

Koordinaten:

Geographische Koordinaten in ETRS89	nördliche Breite $47^{\circ} 32.59731' = 47^{\circ} 32' 35.8385'' = 47.54328846^{\circ}$ östliche Länge $9^{\circ} 41.10531' = 9^{\circ} 41' 6.3188'' = 9.68508855^{\circ}$
Dreidimensionale kartesische Koordinaten im ETRS89	X = 4252138,87 Y = 725692,49 Z = 4683076,77
UTM 32-Abbildung im ETRS89	Ostwert 32551553.84 E Nordwert 5265768.07 N
Höhe	399.02 m ü. NHN Normalhöhe (DHHN2016) 399.05 m ü. NN (DHHN12) 445.72 m ü. Ellipsoid (GRS80-Ellipsoid)

Quelle: <https://www.ldbv.bayern.de/vermessung/satellitenpositionierung/referenzpunkte/lindau.html>

5.2 Durchführung der Messung

Dauermessung über mehrere Minuten.

Rahmenbedingungen:

- Korrekturdaten: AXIO-NET (AXIO-PED)
- klares Wetter, sehr windig
- keine Abschattung durch Gebäude/Bäume etc., freie Sicht zum Himmel
- Datum: 31.10.20



Abbildung 2 Positionierung des Rovers über dem Referenzpunkt

5.3 Ergebnisse und Auswertung

Im nachfolgenden Diagramm sind die gemessenen UTM Koordinaten des GNPS-42 sowie die Koordinaten der Referenz eingezeichnet (um große Ausreißer bereinigt, da sehr starker Wind herrschte). Um den Referenzpunkt herum ist ein grüner Kreis mit einem Radius von 1cm dargestellt. Die meisten Messpunkte der GNPS-42 liegen innerhalb dieses Kreises. Der äußere Kreis hat einen Radius von 2cm.

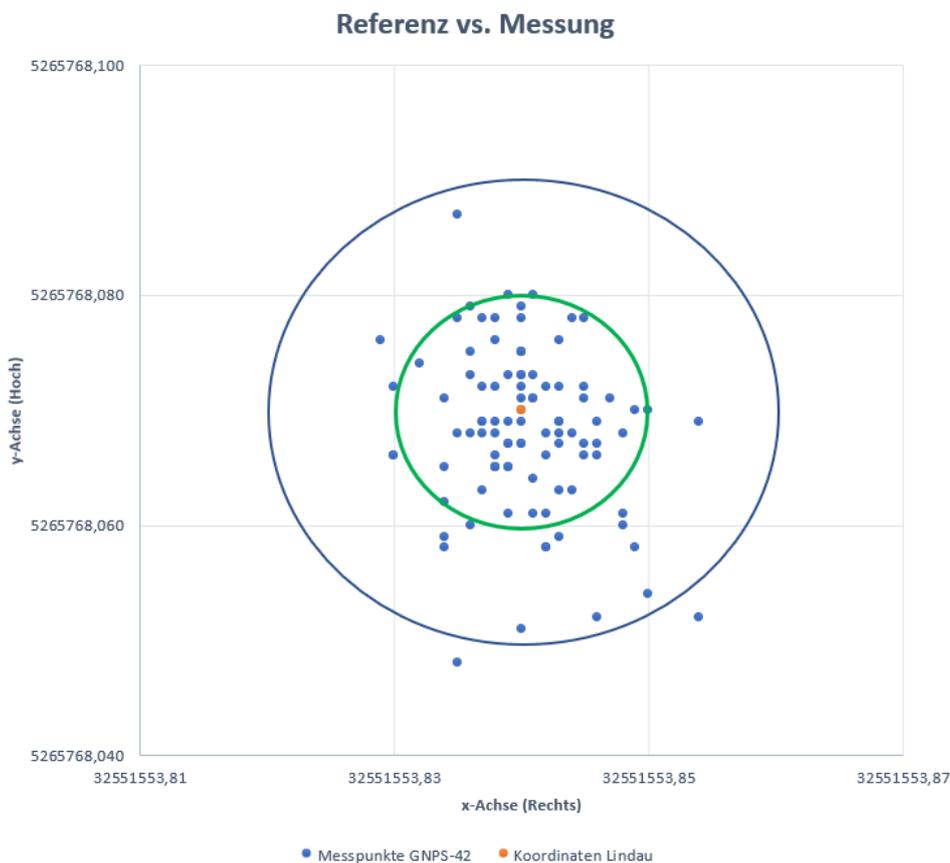


Abbildung 3 Referenz vs. Messpunkte GNPS-42

Die Genauigkeit des **GNPS-42** Systems wird vom Hersteller mit 10mm in der Ebene und 18mm in der Höhe angegeben. In der Literatur gibt es unterschiedliche **Genauigkeitsmaße** und es ist nicht ganz klar, welches Genauigkeitsmaß hier zugrunde liegt. Es ist jedoch Fakt, dass es sich bei solchen Angaben immer um statistische Werte handelt. Eine Genauigkeit in der Ebene von 10mm bedeutet, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von XY% ein gemessener Punkt innerhalb eines Kreises (oder Ellipse) mit dem Radius von 10mm liegt.

Wird beispielsweise als Genauigkeitsmaß der mittlere Punktfehler herangezogen (1dRMS), so müssen ca. 66% der Punkte innerhalb des grünen Kreises liegen. **Dies ist hier der Fall.**

Bei der Messung wurde der Korrekturdatendienst der **AXIO-NET GmbH** verwendet. Laut Firmenangabe kann mit den Korrekturdaten eine Genauigkeit von +/- 2cm in der Lage und 4cm in der Höhe erreicht werden. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass der GNPS-42 am Messort Lindau damit deutlich genauer arbeitete.

Fazit:

*Die Genauigkeit ist **innerhalb der Herstellerangabe** und sogar **deutlich besser** als die angegebenen 10 mm in der Ebene (nach Genauigkeitsmaß: 1dRMS).*



6 Messfunktion Längen- und Flächenmessung

6.1 Referenz – gemessene Strecke sowie Fläche

Mit Hilfe eines Kreuzlinienlaser wurde ein rechtwinkliges Dreieck auf einer Teerfläche aufgezeichnet. Diese Teerfläche wurde mit einem Maßband händisch vermessen. Die Strecke AB stellt unsere Referenzstrecke dar, die Fläche des Dreiecks ABC unsere Referenzfläche.

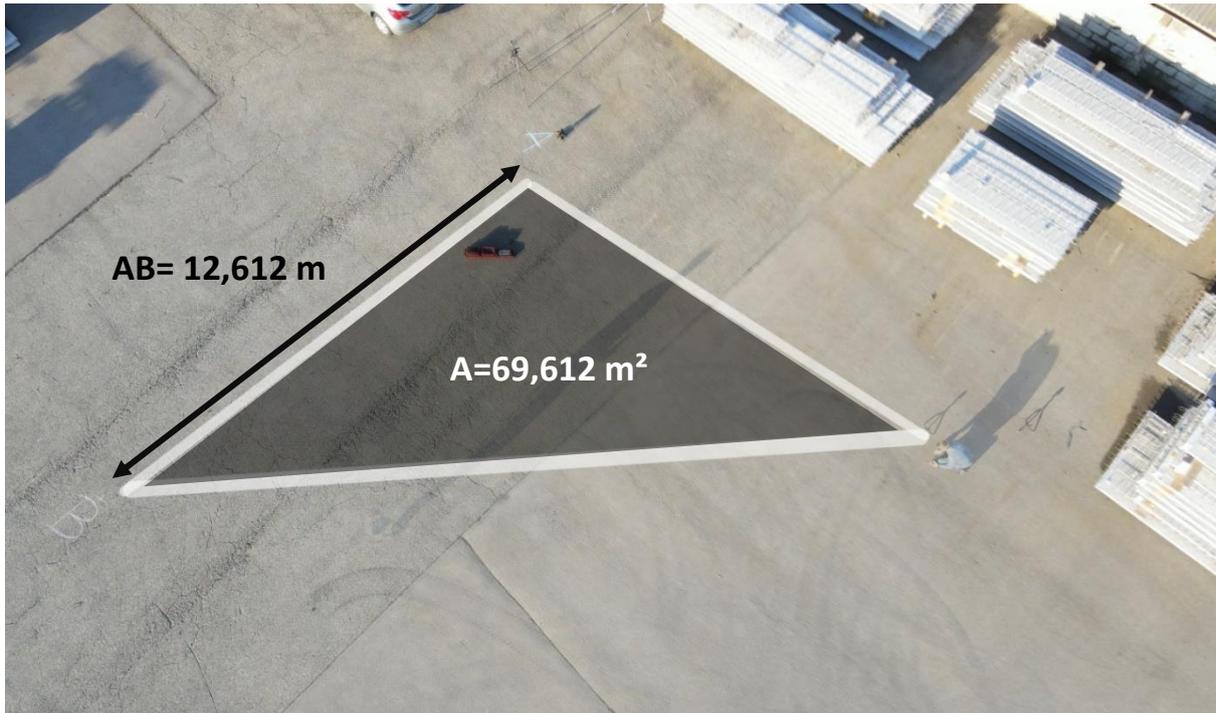


Abbildung 4 Referenz Strecke und Fläche

6.2 Durchführung der Messung

Punkt A und B wurde für die Streckenvermessung jeweils 5x mit dem Rover vermessen. Anschließend wurde mit der Berechnungsfunktion *Strecke* der Abstand ausgegeben.

Für die Flächenberechnung wurde eine geschlossene Fläche bestehend aus den Punkten A, B und C jeweils 5x vermessen. Anschließend mit der Funktion *Fläche* die Fläche ausgegeben.

Rahmenbedingungen:

- Korrekturdaten: AXIO-NET (AXIO-PED)
- klares Wetter
- leichte Abschattung durch Gebäude, freie Sicht zum Himmel
- Datum: 08.11.20

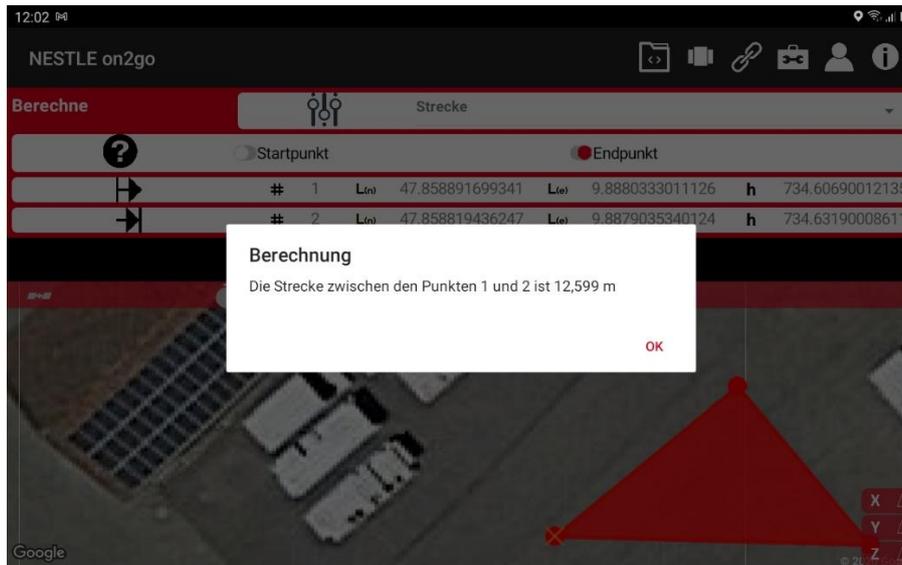


Abbildung 5 Messung 1: Berechnung der Strecke zwischen A und B

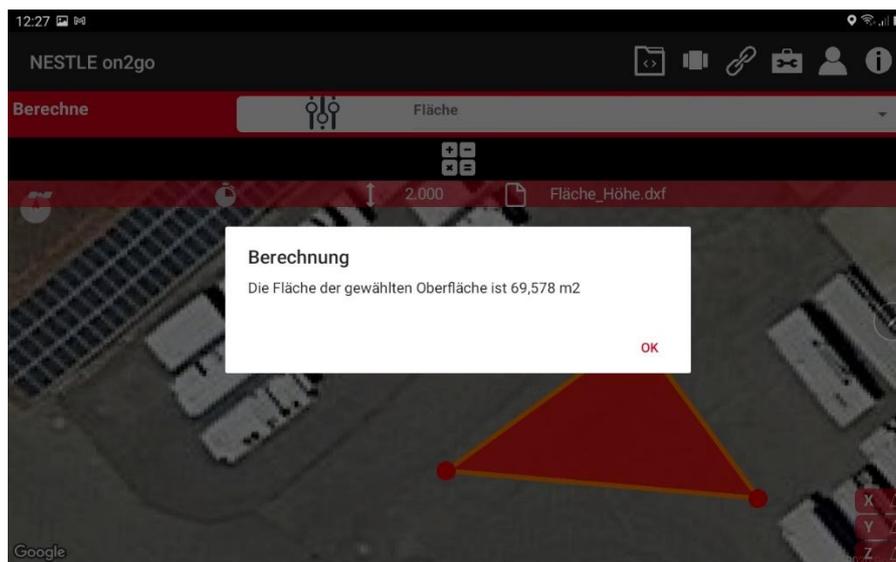


Abbildung 6 Messung 2: Berechnung der Fläche innerhalb des Dreiecks ABC

6.3 Ergebnisse und Auswertung

Es wurde sowohl die absolute Abweichung, d.h. der Messbare Strecken-/Flächenfehler sowie der relative Fehler berechnet.

Absolute Abweichung = *Messung GNPS42* – *Messung Maßband*

Relative Abweichung = $\frac{\text{Messung GNPS42} - \text{Messung Maßband}}{\text{Messung Maßband}}$

Ergebnisse Streckenmessung:

Messung	Länge GNPS-42	Länge AB soll	Absolute Abweichung	Relative Abweichung
1	12,599 m	12,612 m	-0,013 m	-0,1 %
2	12,618 m	12,612 m	-0,003 m	+0,04 %
3	12,626 m	12,612 m	+0,014 m	+0,1 %
4	12,609 m	12,612 m	-0,003 m	-0,02 %
5	12,604 m	12,612 m	-0,008 m	-0,06%

Tabelle 1 Längenmessung vs. Referenz

Ergebnisse Flächenmessung:

Messung	Fläche GNPS-42	Fläche soll	Absolute Abweichung	Relative Abweichung
1	69,391 m ²	69,612 m ²	-0,221 m ²	-0,3 %
2	69,578 m ²	69,612 m ²	-0,034 m ²	-0,05 %
3	69,609 m ²	69,612 m ²	-0,003 m ²	-0,004%
4	69,484 m ²	69,612 m ²	-0,128 m ²	-0,2 %
5	69,469 m ²	69,612 m ²	-0,143 m ²	-0,2 %

Tabelle 2 Flächenmessung vs. Referenz

Abweichungen gegenüber den Referenzmessungen ergeben sich durch statistische Streuung der Punktkoordinaten (siehe hierzu Abbildung 3). Bei den Flächen- sowie Streckenmessungen mit dem Rover handelt es sich um 2D Projektionen. Dies führt ebenfalls zu Unterschieden in den Ergebnissen.

Da die Fläche nicht eben sondern zum Punkt C hin abfallend war, ist die mit Maßband gemessene Strecke AC gegenüber der entsprechenden 2D Projektion länger. Die händisch vermessene Fläche ist somit größer. Diese Tendenz ist auch in den Ergebnissen der Rover Flächenmessung zu erkennen. Die Strecke von A nach B hingegen hat so gut wie keinen Höhenunterschied, wodurch Abweichungen sowohl in positiver als auch negativer Richtung mit geringer Streuung vorkommen.

Fazit:

Der absolute Streckenfehler beträgt max. 1,4 cm, wobei eine Abweichung bis 2 cm noch innerhalb der Herstellerangabe wäre (2 Punkte mit jeweils 10 mm 1dRMS). Bei kurzen Strecken fällt eine Längendifferenz von 1cm prozentual gesehen stärker ins Gewicht, was bei der Interpretation der relativen Abweichung zu berücksichtigen ist.

Auch die Flächen sind alle innerhalb der zu erwartenden Toleranz, ohne nennenswerte statistische Ausreißer.

*Die Ergebnisse sind alle **innerhalb** des zu erwartenden Bereichs, sowohl für die Strecke als auch für die Fläche.*



7 Messfunktion Höhendifferenz

7.1 Referenz – gemessene Höhendifferenz mit einem Rotationslaser

Mit Hilfe eines Rotationslasers mit sehr hoher Genauigkeit (Abweichung +/- 0,5mm bei einem Abstand von 10 m) wurde die Höhendifferenz zwischen 2 Punkten ermittelt.



Abbildung 7 Messung der Höhendifferenz mit einem Rotationslaser

7.2 Durchführung der Messung

Die beiden Höhenpunkte wurden jeweils 5x vermessen. Anschließend wurde mit der Funktion Höhenunterschied die Höhe ausgegeben.

Rahmenbedingungen:

- Korrekturdaten: AXIO-NET (AXIO-PED)
- klares Wetter
- leichte Abschattung durch Gebäude, freie Sicht zum Himmel
- Datum: 08.11.20

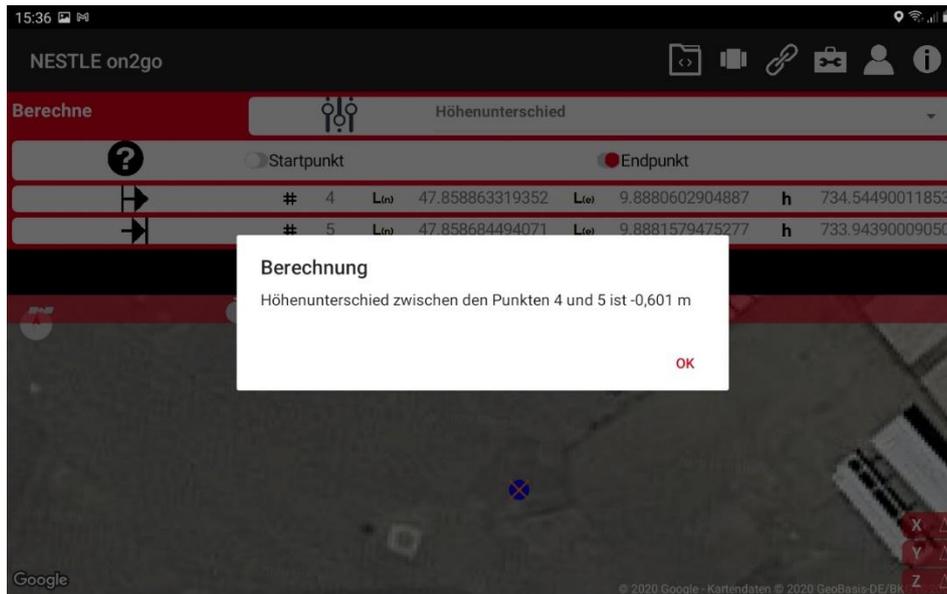


Abbildung 8 Messung 1: Höhendifferenz mit GNPS-42 berechnet

7.3 Ergebnisse und Auswertung

Absolute Abweichung = Höhendifferenz Messung GNPS42 – Höhendifferenz Messung Rotationslaser

$$\text{Relative Abweichung} = \frac{\text{Höhendifferenz Messung GNPS42} - \text{Höhendifferenz Messung Rotationslaser}}{\text{Messung Rotationslaser}}$$

Ergebnisse der Höhendifferenzmessung:

Messung	Höhenunterschied GNPS-42	Höhenunterschied Rotationslaser	Höhenunterschied absolut	Relative Abweichung
1	-0,601 m	-0,624 m	+0,023 m	-3,7%
2	-0,587 m	-0,624 m	+0,037 m	-5,9%
3	-0,594 m	-0,624 m	+0,03 m	-4,8%
4	-0,618 m	-0,624 m	+0,006 m	-0,96%
5	-0,596 m	-0,624 m	+0,028 m	-4,5%

Tabelle 3 GNPS-42 Rover vs. Rotationslaser Messung

Abweichungen gegenüber den Referenzmessungen ergeben sich durch die statistische Streuung der Punktkoordinaten und betragen im schlechtesten Fall 3,7 cm. In vertikaler Richtung (z-Richtung) ist eine stärkere Streuung wie bei Messungen in der Ebene zu beobachten. Der relative Fehler ist aufgrund der sehr kurzen Differenzstrecke verhältnismäßig groß, sinkt aber mit steigender Höhendifferenz. Auffällig ist das gleiche Vorzeichen des Fehlers, was auf einen systematischen Fehler hindeutet. Für mehr Aussagekraft müsste die Anzahl der Messungen deutlich erhöht werden.

Fazit:

Wie dem Datenblatt zu entnehmen ist, ist die Genauigkeit in vertikaler Richtung etwas geringer wie in der Ebene. Bei der Genauigkeitsangabe handelt es sich ebenfalls um einen statistischen Wert. Zwar ist die Genauigkeit in z-Richtung mit 18 mm angegeben, aber der verwendete Korrekturdatendienst (AXIONET-PED) gibt lediglich eine erreichbare Genauigkeit von 4 cm in der Höhe an.

Vor dem Hintergrund sind die Messungen innerhalb des zu erwartenden Bereichs.



8 Messfunktion Abstecken

8.1 Referenz – mit dem GNPS-42 zuvor vermessener Punkt

Abstecken bezeichnet die Übertragung und Kennzeichnung von vorher bestimmten Abmessungen und Punkten auf ein Gelände. Im hier vorliegenden Fall wurde ein Messpunkt aufgenommen und markiert. Anschließend wurde mit der Absteckfunktion der Messpunkt wiedergefunden.



Abbildung 9 Referenzpunkt einmessen

8.2 Durchführung der Messung

Insgesamt wurde der Punkt 5x abgesteckt.

Rahmenbedingungen:

- Korrekturdaten: AXIO-NET (AXIO-PED)
- klares Wetter
- leichte Abschattung durch Gebäude, freie Sicht zum Himmel
- Datum: 08.11.20

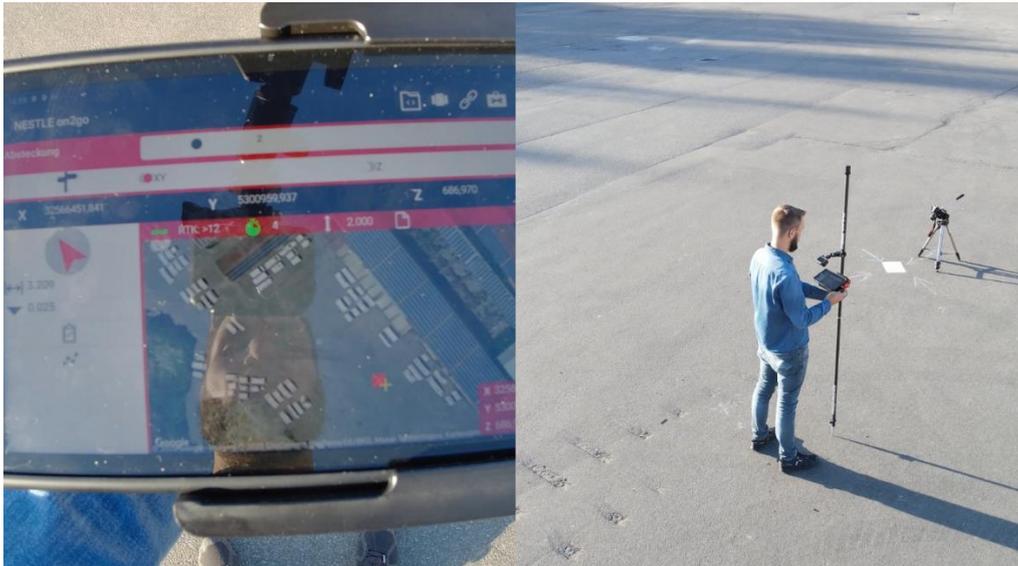


Abbildung 10 Mit Absteckfunktion: zum Punkt führen lassen

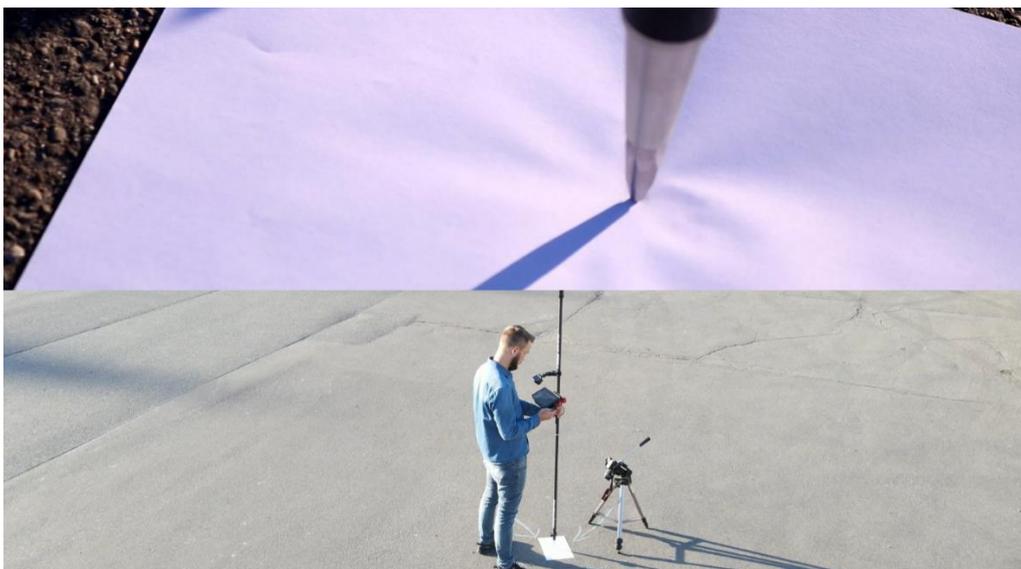


Abbildung 11 Punkt mit Hilfe des Kompasses exakt finden



Abbildung 12 Ergebnis fast perfekt

8.3 Ergebnisse und Auswertung

Maßgeblich für das genaue Treffen der Messpunkte ist eine hohe Qualität der Koordinaten. Im vorliegenden Fall wurde der Punkt mit dem GNPS-42 selbst aufgemessen. Es ist folglich von einer hohen Qualität und Genauigkeit auszugehen. Bei allen 5 Absteckversuchen wurde der Messpunkt bis auf 10 mm genau getroffen.

Fazit:

Je genauer die Koordinaten, desto genauer kann auch der Punkt mit dem GNPS-42 System getroffen werden. Im vorliegenden Fall wurde der Punkt bis auf 10 mm genau getroffen.



9 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse lassen hinsichtlich der Genauigkeit keine Wünsche offen. Vergleicht man die technischen Daten des GNPS-42 mit denen von hochpreisigen Rovern, so ist die Genauigkeit vergleichbar. Zudem konnte die Genauigkeit durch Messungen belegt werden.

Um den Preis deutlich teurere Systeme zu rechtfertigen, bleiben noch die Unterschiede in der Software zu nennen, die mehr Möglichkeiten in den Funktionen sowie bessere Algorithmen zur Filterungen von Störeinflüssen zulassen. Auch Funktionen wie z.B. die Neigungskompensation (Rover muss für Messungen nicht zwangsläufig gerade gehalten werden) spiegeln sich in deutlich höheren Preisen wieder.

Da der GNPS-42 ebenfalls die 4 Satellitensysteme Glonass, Beidu, GPS und Galileo unterstützt, ist unter schwierigen Bedingungen (Abschattung durch z.B. Bäume/Gebäude) kein deutlicher Empfangsvorteil teurer Systeme zu erwarten.

Fazit:

Kein Nachteil in der Genauigkeit und durch die Software für 90% der Messaufgaben ausreichend. Wird davon ausgegangen, dass die gemessenen Punkte in einem Computer CAD Programm für Abrechnungen nachbereitet werden, so wird dieser Nachteil nochmals abgeschwächt.

Du hast Fragen oder möchtest ein Angebot?

Kontakt

Mathias Taube

01772177750

info@messprofiservice.de



10 Hinweise

Die oben aufgeführten Tests wurden nach bestem Wissen und Gewissen von uns durchgeführt und ausgewertet. Fehler sind nicht auszuschließen. Bei dem Bericht handelt es sich um kein offizielles Dokument, sondern wurde von uns angefertigt, um die technischen Daten zu objektivieren.

Unser Ziel ist es dem Kunden/Interessenten eine vernünftige Entscheidungsgrundlage zu bieten, die über die reinen technischen Daten hinausgeht. Das verstehen wir unter dem **messprofiservice Mehrwert**.

11 Anhang

Vergleich mit deutlich teureren Systemen:

			
	Nestle GNPS-42	Leica GS18 T	Trimble R12i
Genauigkeit Lage	10mm	8mm	8mm
Genauigkeit Höhe	18mm	15mm	15mm
Kosten	< 6000€	> 10 000€	> 10 000€