

## HELIX-ANTENNEN FÜR DIE CM-GENAUE GNSS-PUNKTBESTIMMUNG

### Einleitung

Seit dem Jahr 2019 kamen neuartige Helixempfangsantennen auf den Markt, welche aus schraubenförmig gewundenen elektrischen Leitern zum Empfang der GNSS-Satellitensignale bestehen. Der Antennentyp bietet eine kompakte Baugröße sowie ein geringes Gewicht und dient daher vornehmlich dem Einsatz auf Unmanned Aerial Vehicles (UAV). Im geodätischen Bereich liegen bis jetzt kaum Erfahrungswerte zu den Eigenschaften dieses Antennentyps vor. Daher wurde eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt. Dabei kamen die Multifrequenz-Helixantennentypen M7HCT-A-SMA und HC975 der Firmen Maxtena und Tallysman zum Einsatz (Abb. 1, Abb. 2). Zum Vergleich diente eine geodätische Antenne vom Typ NavXperience 3G+C (Abb. 3). Als GNSS-Empfänger wurden Septentrio PolaRx5e genutzt.



Abb. 1: Maxtena M7HCT-A-SMA



Abb. 2: Tallysman HC975



Abb. 3: NavXperience 3G+C

### Signalverfügbarkeit

Beide Helixantennentypen können dieselben Frequenzen wie die geodätische Antenne NavXperience empfangen. Eine Übersicht gibt die Tab. 1.

Tab. 1: Aufgezeichnete Signalfrequenzen

GNSS	Frequenz
GPS	G1, G2, G5
GLONASS	R1, R2, R3
Galileo	E1, E5, E6, E7, E8
BeiDou	C1, C2, C5, C6, C7

### Signalqualität

Die Signalqualität wird anhand des Träger-Rausch-Verhältnisses (SNR) beurteilt. Je größer das SNR ist, desto besser ist die Signalqualität. Die Abb. 4 enthält die jeweiligen SNR-Werte der Frequenzen gemittelt für den Elevationsbereich von 60° bis 80°. Die Helixantennen erreichen größtenteils etwas geringere SNR-Werte im Vergleich zur NavXperience. Dabei sind die SNR-Werte der Tallysman besser als die der Maxtena.

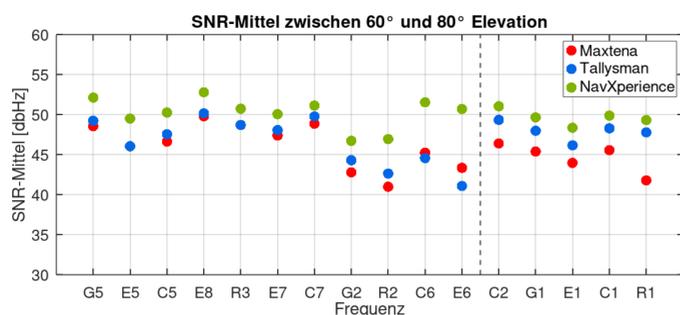


Abb. 4: SNR-Mittelwerte zwischen 60° und 80° Elevation. Nach aufsteigender Trägerfrequenz geordnet.

### Mehrwegeempfindlichkeit

Auf Grundlage der Multipath (MP)-Linearkombination wurden RMS MP-Werte berechnet und in Abb. 5 als Mittel über das Azimut und den gesamten Elevationsbereich dargestellt. Die NavXperience weist erwartungsgemäß die kleinsten RMS MP-Werte auf. Bei den Helixantennen sind die RMS MP-Werte der Maxtena größer als die Werte der Tallysman. Weiterführende

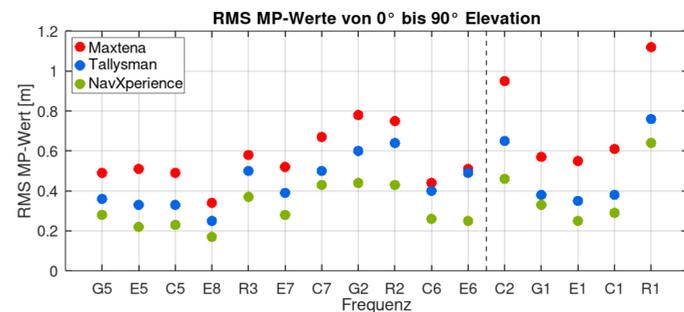


Abb. 5: RMS MP-Werte von 0° bis 90° Elevation. Nach aufsteigender Trägerfrequenz geordnet.

Messungen mit verschiedenen Aufbauhöhen bestätigen die höhere Mehrwegeempfindlichkeit der Maxtena.

### Kalibrierung

Alle Antennen wurden mithilfe der automatischen Dreheinrichtung DRB2 kalibriert. Die Phasenzentrumsoffsets (PZO) der Höhe liegen bei beiden Helixantennen bei ca. 25-40 mm. Die diesbezüglichen Werte der Maxtena weisen eine größere Frequenzabhängigkeit sowie größere individuelle Unterschiede als die der Tallysman auf. Die Höhenoffsets der NavXperience sind weniger frequenzabhängig. Die horizontalen PZO sind bei den Helixantennen bis zu 3 mm und bei der NavXperience bis zu 1 mm groß. Dabei streuen die Werte der Maxtena größer. Die Phasenzentrumsvariationen der Helixantennen variieren stärker als die der NavXperience (Abb. 6).

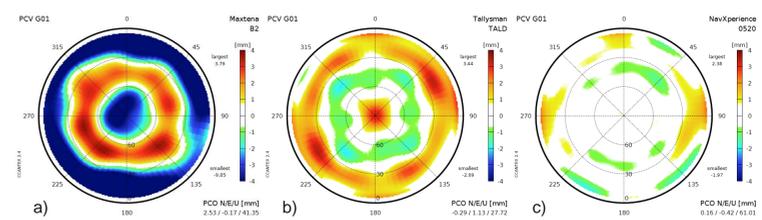


Abb. 6: Phasenzentrumsvariationen der Frequenzen G1/E1/C1 der Maxtena (a), Tallysman (b) und NavXperience (c)

### Feldmessung

Zur Beurteilung der Genauigkeit der Antennen bei kurzzeitstatischer Punktbestimmung wurden die 2h-Beobachtungsdaten von neun guten und sechs schlechten Punkten in je 24 5 min-Abschnitte geteilt und relativ zu einer virtuellen Referenzstation (VRS), die aus den Beobachtungen der umliegenden SAPOS-Referenzstationen berechnet wurde, ausgewertet. Die Einteilung der Punkte in gut und schlecht bezieht sich auf die Abschätzung sowie die Mehrwegewahrscheinlichkeit. Auf Grundlage einer Sollkoordinate wurden RMS-Werte der theoretischen Standardabweichungen der jeweiligen Punktgruppe berechnet (Tab. 2). Es ergeben sich Genauigkeiten der Lage von ca. 0,5 cm und der Höhe von 1-2 cm. Die etwas größeren RMS-Werte in der Höhe bei den Helixantennen sind wahrscheinlich z. T. auf deren stärkere Mehrwegeempfindlichkeit zurückzuführen.

Tab. 2: RMS-Werte der theoretischen Standardabweichungen der Koordinatenkomponenten aus 5 min-Abschnitten berechnet. In gute und schlechte Punkte unterteilt.

	Gute Punkte			Schlechte Punkte		
	O [cm]	N [cm]	H [cm]	O [cm]	N [cm]	H [cm]
Maxtena	0,40	0,54	1,71	0,36	0,62	1,98
Tallysman	0,40	0,41	1,25	0,30	0,63	1,50
NavXperience	0,40	0,52	0,89	0,35	0,52	1,35

### Fazit

Die Helixantennen sind zur cm-genauen GNSS-Punktbestimmung geeignet. Die Tallysman weist dabei bessere Signalqualitäten sowie Koordinatengenauigkeiten als die Maxtena auf. Ein Grund dafür ist die größere Mehrwegeempfindlichkeit der Maxtena.