

Untersuchung von speziellem Abschirmungsgewebe zur möglichen Reduzierung von Mehrwegeinflüssen bei GNSS Antennen

Einleitung

Bei der Benutzung des Global Navigation Satelliten Systems (GNSS) kommt es immer wieder zu fehlerhaften Messungen aufgrund von Phasen-Mehrwegeinflüssen. Mehrwegeinflüsse sind Signale von Satelliten, die nicht auf direktem Weg in das Empfangszentrum einer GNSS-Antenne gelangen. Klassisch ist, dass die Signale durch eine in der Nähe befindliche Reflektionsfläche, wie z.B. eine Hauswand, reflektiert werden und dann zum Empfangsteil einer Antenne gelangen. Durch diesen Umweg kommt es zu einer Fehlinterpretation des Signals. Mehrwegeinflüsse werden unterteilt in Nahfeld- und Fernfeld-Einflüsse. Die systematischen Messabweichungen aufgrund des Nahfeldes haben einen besonders großen negativen Einfluss auf die Bestimmung der Höhe mittels GNSS-Technologie.

Gewebe

Als eine Möglichkeit, Mehrwegeeffekte zu verhindern, erscheint der Einsatz von speziellem Abschirmungsgewebe. Fast jeder große Farben- und Tapetenhersteller hat ein solches spezielles Gewebe in seinem Programm. Versprochen wird ein "elektromogfreier" Raum (frei von Niederfrequenz- und Hochfrequenzstrahlung), wenn das Gewebe flächendeckend im gesamten Raum angebracht wird. Das Gewebe ist atmungsaktiv, verrottungsfest, frostfest und knickbar. Somit sollte es eigentlich ideal auch in der unmittelbaren Antennenumgebung einsetzbar sein. Die Dämpfung wird mit nahezu 100% angegeben. Das Material besteht aus einem Hochleistungs-Kupfer/ Polyester-Gemisch. Aus diesem Grunde ist die Farbe des Gewebes braun.

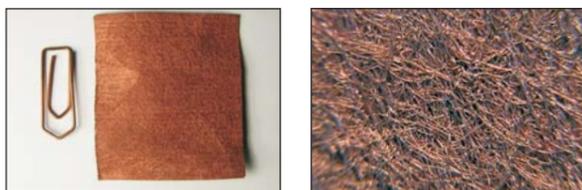


Abb. 1: a) Probe des Abschirmungsgewebes b) Nahaufnahme des Gewebes, wodurch die Struktur der Fasern deutlich wird

Durch die absolut chaotische Struktur der Fasern im Gewebe wird die hohe Abschirmfähigkeit erzeugt.

Analyse und Auswertung

Mittels eines einfachen Versuches konnte bewiesen werden, dass die Abschirmfähigkeit dieses Gewebes auch auf Satellitensignale zutrifft. Dazu ist eine Chokerin-Antenne vollständig mit dem Gewebe zugedeckt worden. In diesem Zustand lief die Antenne 48 Stunden auf einem Messdach bei einer Aufzeichnungsrate von zehn Sekunden. Die anschließende Datenauswertung ergab, dass kein einziger Datensatz aufgrund des Abschirmungsgewebes aufgezeichnet worden ist. Damit ist bestätigt, dass das Gewebe zu 100% keine Signale von GNSS-Satelliten durchlässt.

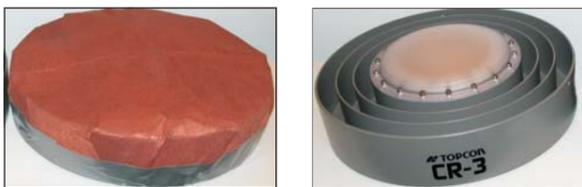


Abb. 2: Chokering-Antenne a) vollflächig mit dem Gewebe abgedeckt b) ohne Abschirmgewebe

Wie das Gewebe optimal zur Vermeidung von Mehrwegeinflüssen eingesetzt werden kann, sollten vier Testanordnungen auf einem GNSS-Antennen-Kalibrierungs-Roboter zeigen.

Diese Tests zeigen das veränderte Verhalten einer Roverantenne beim Einsatz einer Grundplatte (GP) direkt unter der Antenne. Die Grundplatte wirkt für die Signale wie ein Spiegel, wodurch in diesem Fall ein gewollter Mehrwegeeffekt durch Reflexion entsteht. Anschließend wurde versucht, diesen Mehrwegeeffekt mit Hilfe des Gewebes wieder rückgängig zu machen. Das Gewebe wurde als Mehrwegeblocker in zwei möglichen Varianten angebracht. Einmal direkt auf der Reflektionsfläche, der GP (Test 3) und einmal unterhalb der Antenne unter der vermuteten 0°-Empfangsgerade (Test 4).



Abb. 3: a) Rover Antenne mit auf der Antennen-Unterseite angebrachtem Abschirmgewebe b) Möglicher Einsatz des Gewebes auf einer Referenzstation zum Verdecken der großen Reflektionsfläche unterhalb der Antenne

Sollte der Test positiv verlaufen, d.h. die Signale werden vom Gewebe absorbiert (vgl. Testanordnung 3), dann könnte solch ein Gewebe großflächig unter Antennen an Problemstandorten angebracht werden.

Für die Tests wurde mit Bedacht eine Roverantenne benutzt, da diese am deutlichsten auf Mehrwegeinflüsse reagiert.

Der Vergleich der einzelnen Tests kann gut anhand einer Darstellung der elevations- und azimutabhängigen Phasenzentrumsvariationen (PCV), dem sogenannten Vollmodell, erfolgen. Für jeden Test sind die Grafiken für L1 und L2 dargestellt.

Die PCV-Werte von Test 1 zeigen für L1 und L2 unterschiedliche flache, unsymmetrische Figuren.

Beim Test 2 ist die zu erwartende Symmetrie aufgrund der gleichmäßigen Reflexion der GP zu erkennen. Die Grafik ist sowohl für L1 als auch L2 vergleichbar mit einem umgedrehten Pilz oder Sombrero. Chokering-Antennen haben aufgrund ihres stabilen Aufbaues immer solch eine Darstellung des PCV-Modells. Zustande kommt dies zum Teil durch den gewollten Mehrwegeeffekt des Antennengehäuses bzw. hier durch die GP.

Beim Test 3 ist die GP durch das Gewebe komplett verdeckt. Der Vergleich der Grafiken für L1 und L2 mit denen vom Test 2 zeigt deutlich, dass hier keine Reduzierung von Mehrwegeeffekten stattfand. Die GP bzw. die Reflektionsfläche bewirkt den gleichen Effekt, wie beim Test 2.

Der Test 4 zeigt interessante Grafiken: Durch das Anbringen des Gewebes auf der Antennenunterseite werden insbesondere auf dem L1-Signal teilweise Mehrwegeinflüsse verhindert. Das PCV-Vollmodell für L1 ähnelt dem des Tests 1 ohne GP es ist eine flache Figur. Auf L2 trifft dies aber nicht zu: Hier ist immer noch eine von Mehrwegeeffekten geprägte Figur zu erkennen, die im Vergleich zu den Ergebnissen von Test 2 und Test 3 zwar

leicht verändert ist, jedoch ist die grundsätzliche "Sombrero"-Form eindeutig zu erkennen.

Das unterschiedliche Verhalten bei den Frequenzen L1 und L2 kommt dadurch zustande, dass die Empfangsmodule in der Antenne selbst an unterschiedlichen Stellen eingebaut sind. Beschrieben werden diese Positionen durch den Antennen-Offset für L1 und L2. Aufgrund der unterschiedlichen Lage ist natürlich auch der Einfluss des Gewebes verschieden, denn dieses kann nur in einer Höhe optimal für eine Frequenz angebracht werden.

Eindeutig ist hier aber zu erkennen, dass das Gewebe die schädlichen Reflexionsstrahlen der L1-Frequenz reduzieren kann, die von unten durch die Antenne zum Empfangszentrum gelangen.

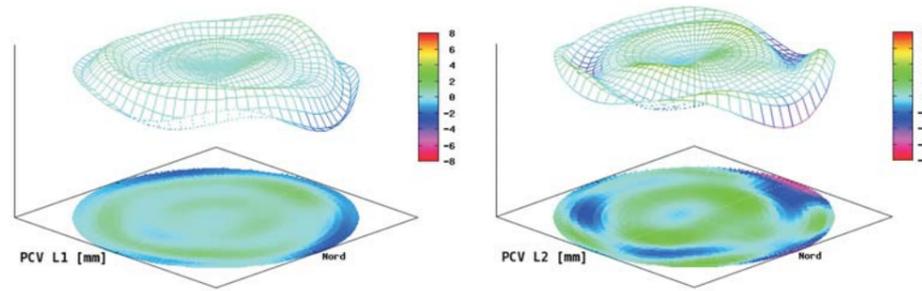
Zusammenfassung

Das Gewebe ist zwar in der Lage die Frequenzen der GNSS-Signale zu blocken und somit ein Durchdringen dieser Signale zu verhindern. Jedoch kann das Gewebe diese Strahlungen nicht so absorbieren, wie es wünschenswert wäre, um Flächen zu überdecken, die für Mehrwegeeffekte anfällig sind. Durch seinen hohen Kupferanteil ist das Gewebe selbst für auftreffende Strahlen ein Reflektor. Durch geschicktes Anbringen des Gewebes auf der Antennenunterseite (vgl. Test 4) können zwar Mehrwegeinflüsse reduziert werden, dies betrifft aufgrund der Antennengeometrie aber immer nur eine Frequenz.

Der Einsatz solch eines Gewebes als Hilfsmittel zur Reduzierung von Mehrwegeinflüssen ist also nur bedingt möglich.

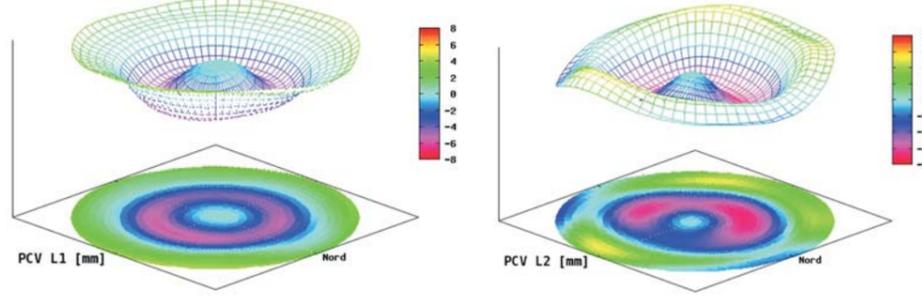
Test 1

Roverantenne ohne GP und ohne Gewebe. MP frei.



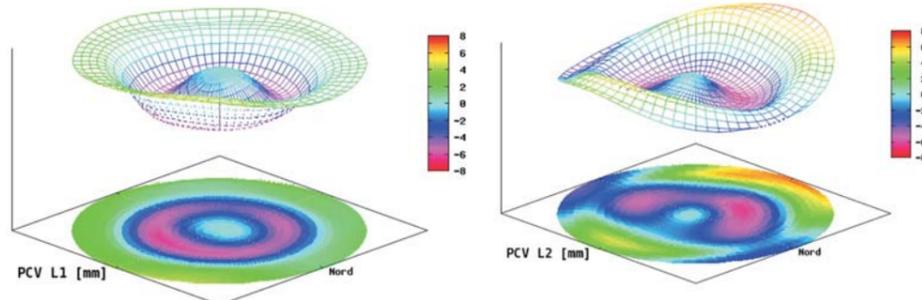
Test 2

Roverantenne mit GP, ohne Gewebe.



Test 3

Roverantenne mit GP und Gewebe auf der GP



Test 4

Roverantenne mit GP und Gewebe auf der Unterseite der Antenne.

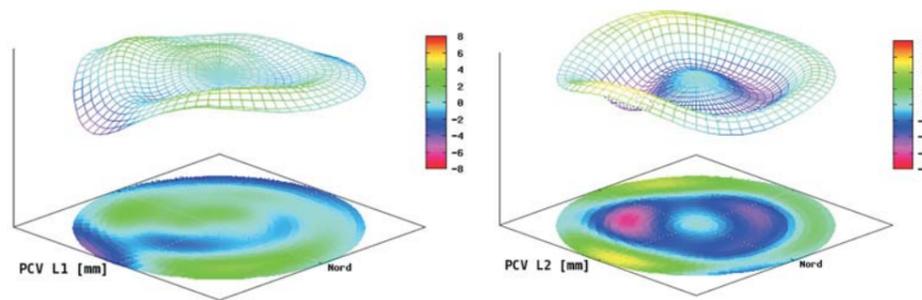


Abb. 4: Zusammenfassung der Tests 1-4 mit Gegenüberstellung der kompletten PCV-Vollmodelle für L1 und L2