

Untersuchungen zu den Signalproblemen beim GPS-Satelliten SVN-49/PRN-01

Einleitung



Abb. 1: SVN-49

Abb. 2: externe Antenne des SVN-49

Der NAVSTAR-Satellit SVN-49 (Space Vehicle Number-49, Abb. 1) bildet mit der zivilen Nutzerfrequenz L5, die neue Ergänzung des aktuellen Global Positioning Systems (GPS). Dieser Satellit wurde am 24. März 2009 in seine Umlaufbahn geschickt. SVN-49 ist der Erste Satellit, welcher aus dem mittleren Erdorbit das L5-Signal sendet. Des Weiteren wurde ihm große Aufmerksamkeit zuteil, da in seinem ausgesandten Signal Anomalien im L1- und L2-Band detektiert wurden.

Diese Störung stellt ein Problem für viele Empfänger dar, da nun die hoch präzise Positionsbestimmung mit Bezug auf diesen Satelliten nicht mehr gewährleistet ist. Das über die selbe Antenne gesendete L5-Signal hingegen, unterliegt keinerlei Störung.

Um diesem Problem entgegen zu wirken wurden unterschiedliche Milderungsmethoden untersucht. Eine der ersten Ideen war, eine Verschiebung des Antennen-Phasen-Zentrums Offset. Dieser soll durch das Anbringen der Zusatznutzlast verursacht worden sein. Nach diversen Untersuchungen, konnte diese Theorie verworfen werden. Andere Ideen, wie beispielsweise modifizierte Empfängersoftware, ändern der User-Rang-Accuracy (Entfernungsmessgenauigkeit zum Satelliten) um zu verhindern, dass SVN-49 mit in die Positionsbestimmung eingeht, Entfernen der Datenmodulation des L2 P(Y)-Codes, oder das Ändern des L2C PRN-Codes in eine „einzigartige“ Reihe, waren auf Grund der Tatsache, dass diese Möglichkeiten nicht einheitlich auf alle Empfänger anwendbar sind, nur teilweise von Erfolg gekrönt.

Ursache des Problems

Schließlich wurde der wahre Grund für die Abweichungen gefunden. Sie entstehen in der Antenne selbst (Abb. 2). Für die ausgesandten Signale stehen an der L-Band-Antenne zwei Eingangsports zur Verfügung. Der J1-Port ist für L1 und L2 bereitgestellt und der J2-Port für L5. Beim Einspeisen in das Kopplungsnetzwerk (Abb. 3), gelangt ein Teil des L1-/L2-Signals in den J2-Port. Dort durchlaufen die Signale ein 4,11 m langes Kabel, bis sie am L5-Filter reflektiert werden und durch das Kabel zurück ins Kopplungsnetzwerk gelangen. An diesem Punkt ist das Signal um das Zeitintervall von 30ns verzögert. Beim Austritten des unechten Signals aus der Antenne überlagert es das echte Signal. Diese Überlagerung äußert sich ähnlich wie ein Mehrwegeeinfluss.

Die L-Band-Antenne besteht aus zwölf spiralförmigen Elementen, welche auf zwei Ringen verteilt

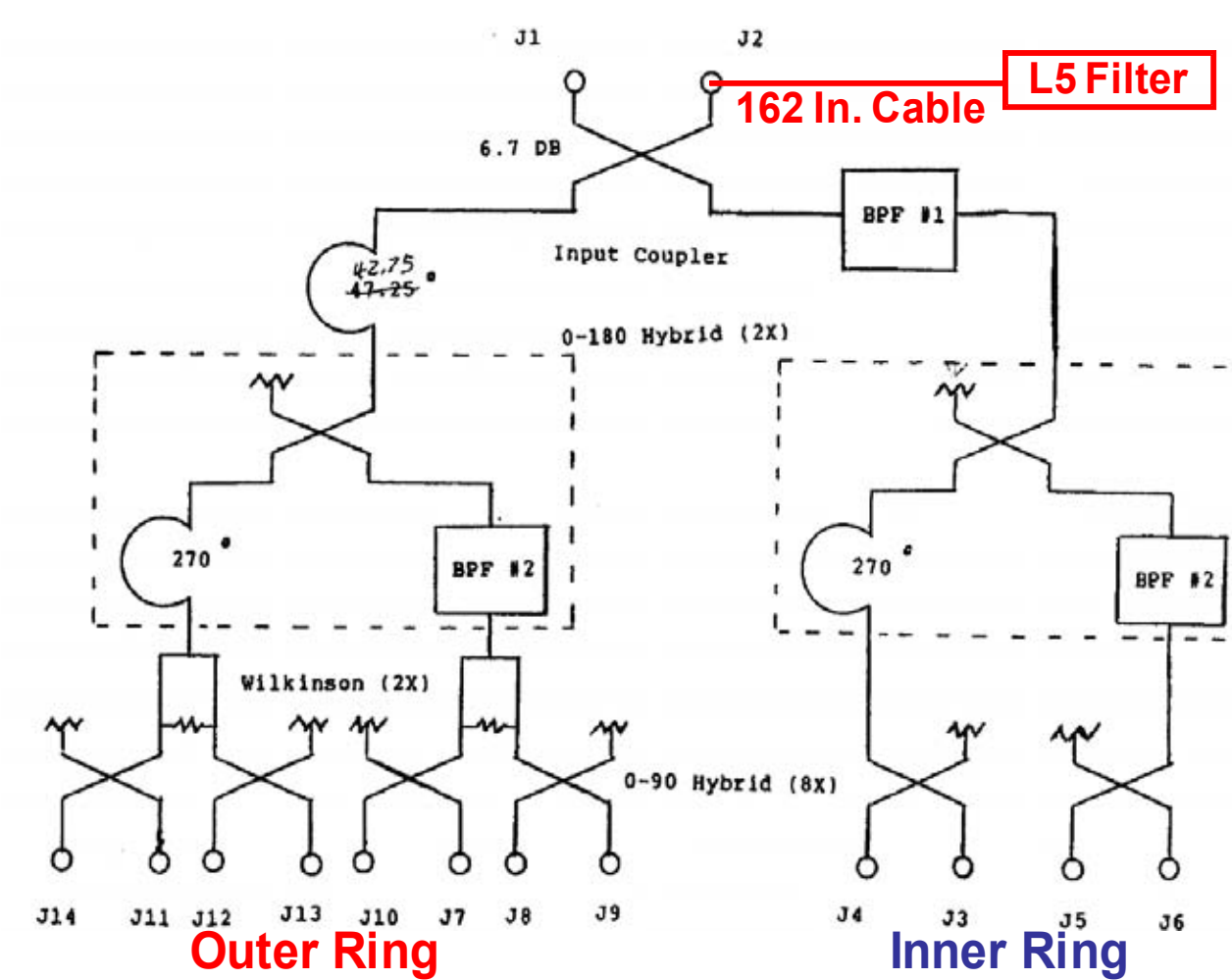


Abb. 3: Antennenkopplungsnetzwerk des SVN-49

sind. Acht der Elemente befinden sich im äußeren, dem Outer Ring und vier von ihnen bilden den inneren, Inner Ring (Abb. 3).

Das Antennenkopplungsnetzwerk ist so konzipiert, dass es ein Signal einheitlicher Intensität zur Erde sendet. Dafür ist das Antennenmuster des inneren Ringes verantwortlich. Er sendet die meiste Signalenergie in einem breiten Strahl in Richtung Erde. Damit dieser breite Energiestrahle gerichtet zur Erde gesendet werden kann und nicht streut, wird durch den äußeren Ring ein schärferes Muster erzeugt. Dieses Muster begrenzt den breiten Strahl des Inner Rings.

Für das austretende Signal am J1-Port gilt, dass die Signalintensität bei hohen Elevationen am größten und somit der Einfluss des überlagernden Signals bei hohen Elevationen am stärksten ist.

Einfluss der Anomalie auf Code, Phase und Signal-Rausch-Verhältnis (S/N)

Der Schwerpunkt der Untersuchungen, lag auf dem Einfluss der Anomalie auf die Code- und Phasenmessung sowie dem S/N.

Bei der Codemessung ist im C1- und P1-Code der stärkste Einfluss zu verzeichnen. Trotzdem sind Unterschiede bei verschiedenen Herstellern zu erkennen. Eine Einteilung in 4 Kategorien, von 1 (keinen Einfluss) bis 4 (stark beeinflusst) wurde vollzogen. Die 24h-Rohdaten verschiedener Stationen wurden mittels Wasoft aufgearbeitet. Wie in den Abb. 4-6 zu sehen, wird die Abweichung auf die Pseudostreckenmessung in Abhängigkeit

von der Elevation dargestellt. Empfänger gleichen Herstellers, lassen sich dabei gleichen Kategorien zuordnen. Der Einfluss auf C1 äußert sich für alle Empfänger von Kategorie 2-4 gleich. Mit zunehmendem Elevationswinkel steigt auch die Abweichung von der Pseudostreckenmessung. Dabei bewegt sich der Graph, wie in Abbildung 6 am besten zu erkennen ist, steigend. Für den Einfluss auf P1 ist ein ähnliches Verhalten nachweisbar.

Auf P2 wirkt die Anomalie vollkommen anders. Hier ist kein positiver Anstieg, sondern ein negativer zu beobachten. Dabei fällt auf, dass die Emp-

fänger auf welche die Signalüberlagerung bei C1 und P1 sehr stark wirkt (Kategorie 4), die Anomalie auf P2 teilweise besser als Kategorie 2 Empfänger verarbeiten.

Die Untersuchungen aller auswertbaren Empfänger ergab, dass die Überlagerung, einen Einfluss auf die Codemessung (C1, P1, P2) ausübt.

Die Untersuchungen des S/N (Maß für die Qualität eines aus einer Quelle stammenden Nutzsignals, das von einem Rauschsignal überlagert ist) und der Phasenmessung zeigen keine Anomalie.

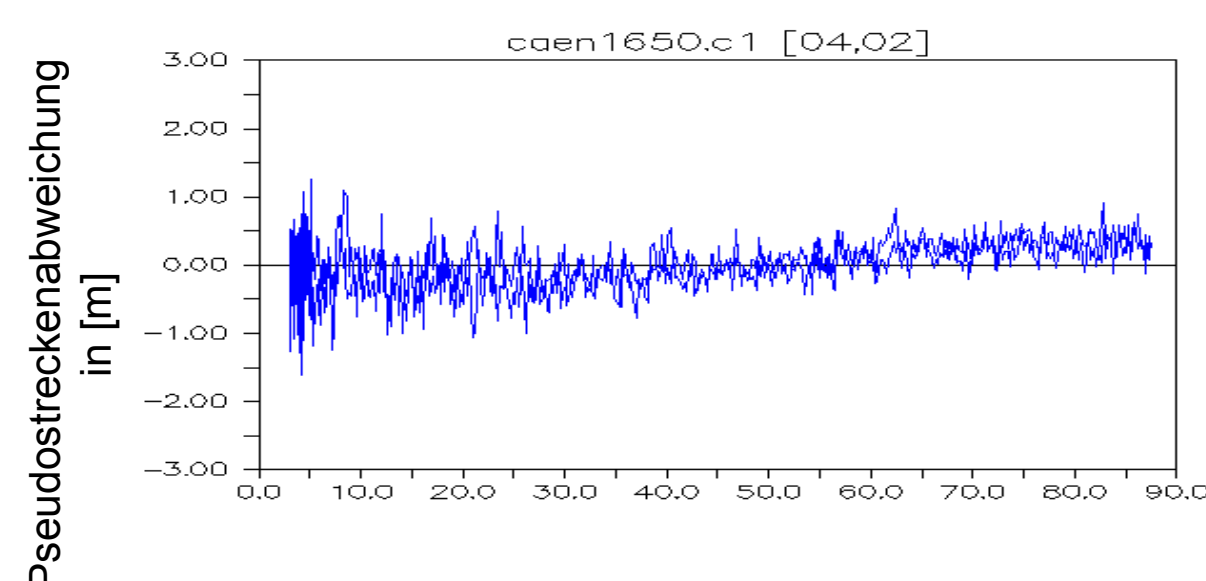


Abb. 4: Einfluss auf die Codemessung C1 / Kategorie 2 (Trimble NETR-5)

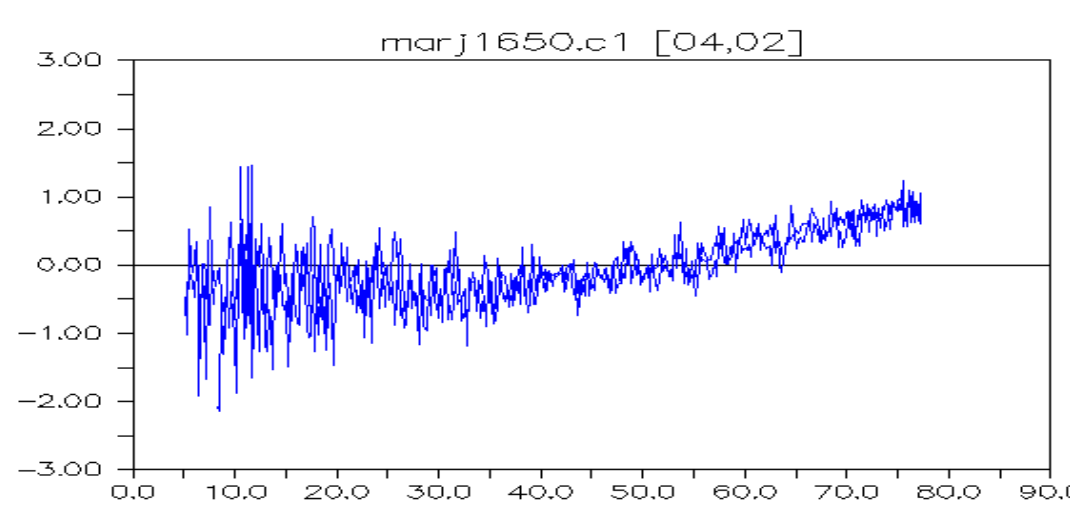


Abb. 5: Einfluss auf die Codemessung C1 / Kategorie 3 (TPS NETG3)

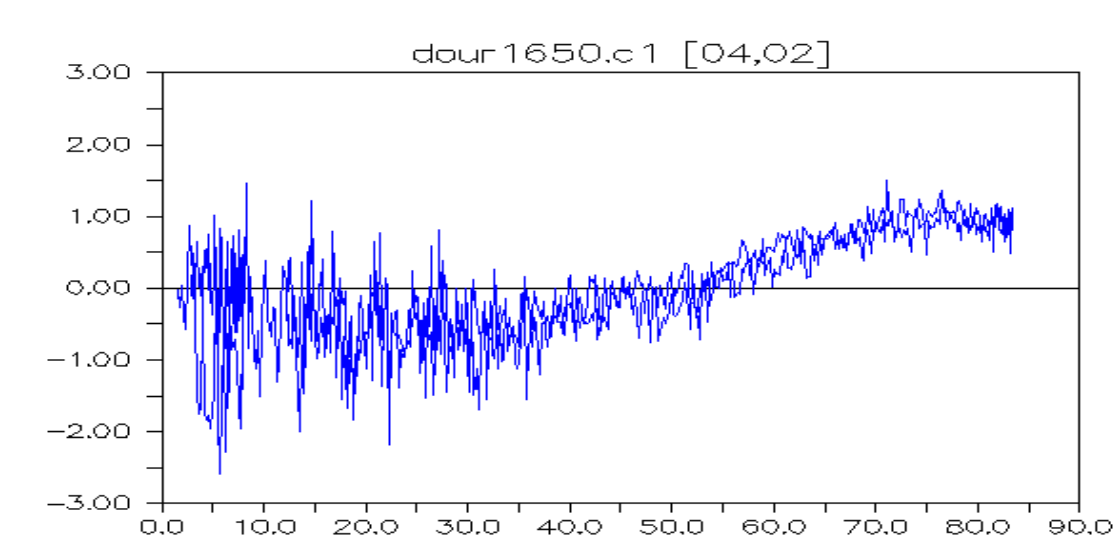


Abb. 6: Einfluss auf die Codemessung C1 / Kategorie 4 (Ashtech UZ-12)

Ausblick

Für den Nutzer des GPS-Systems, ergeben sich durch den „krank“ gesetzten SVN-49 keine Einschränkungen. Derzeit kreisen ca. 30 „gesunde“ Satelliten in ihren Umlaufbahnen und vier weitere

die bei Bedarf dazu geschaltet werden können. Des Weiteren wurde dieses Jahr ein Satellit der Baureihe F in die Testphase geschickt. Dieser besitzt ein neu konzipiertes Kopplungsnetzwerk

um Anomalien, wie sie bei SVN-49 auftreten, zu vermeiden. Eine Lösung für das Problem des SVN-49 wird frühestens im Juni 2011 erwartet.