

Inbetriebnahme einer freien Software zur Satellitenbahnvorhersage und Ansteuerung einer Hochleistungsantenne

STUDIENARBEIT
über das dritte Studienjahr

im Studiengang
Elektrotechnik, Nachrichten- und Kommunikationstechnik

an der DHBW Ravensburg
Campus Friedrichshafen

von

Sarah Brückner,
Maximilian Stiefel und
Hannes Bohnengel

8. Mai 2016

Bearbeitungszeitraum:	Oktober - Dezember 2015 April - Juni 2016
Betreuer:	Dipl.-Ing. (DH) Hardy Lau

Kurfassung

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean porttitor mi purus, sit amet efficitur velit semper sit amet. Mauris et pulvinar nunc, id maximus metus. Suspendisse convallis sapien nisi, sed maximus quam gravida eu. Duis faucibus elit non nunc posuere dignissim. Sed ullamcorper fringilla felis ac mollis. Nunc blandit tristique auctor. Praesent elementum dictum nulla et vulputate. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Integer sed rutrum lacus. Morbi tincidunt dui at augue molestie rhoncus. Curabitur sagittis sed sapien quis vestibulum. Cras dictum sem quam, nec tincidunt augue tempor et. Morbi consectetur, dui id scelerisque consequat, velit tortor gravida eros, ac hendrerit massa magna sit amet lacus. Quisque mattis nulla diam, sed efficitur mi fermentum vitae. Nam vestibulum iaculis rhoncus.

Abstract

Translation of „Kurzfassung“ comes here...

Erklärung

gemäß Ziffer 1.1.13 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge im Studienbereich Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2015.

Wir versichern hiermit, dass wir unsere Studienarbeit mit dem Thema:

**Inbetriebnahme einer freien Software zur
Satellitenbahnvorhersage und Ansteuerung einer
Hochleistungsantenne**

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt haben. Wir versichern zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Friedrichshafen, den 8. Mai 2016

Sarah Brückner

Maximilian Stiefel

Hannes Bohnengel

Inhaltsverzeichnis

Formelgrößen und Einheiten	I
Abkürzungen	II
1 Einleitung	1
2 Projektmanagement	2
2.1 Arbeitspakete	3
2.2 Zeitplan	3
3 Hintergründe	4
3.1 Bahnmechanik	4
3.1.1 Die Bahnelemente	4
3.1.2 Vorhersagemodelle	7
4 GPredict	8
4.1 Übersicht	8
4.2 Oberfläche	8
4.3 Inbetriebnahme unter Windows	9
4.4 Inbetriebnahme unter Linux	10
5 Zusammenfassung und Ausblick	11
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Literatur- und Quellenverzeichnis	V
A Datenblatt XYZ	VI

Formelgrößen und Einheiten

Formelzeichen	Einheit	Abkürzung	Physikalische Größe
R	Ohm	Ω	Elektrischer Widerstand
U	Volt	V	Elektrische Spannung
P	Watt	W	Elektrische Leistung
f	Hertz	Hz	Frequenz
D	Bit	-	Daten
l	Meter	m	Länge
-	Dezibel	dB	Logarithmisches Maß (Pseudoeinheit)

Abkürzungen

Einleitung

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean porttitor mi purus, sit amet efficitur velit semper sit amet. Mauris et pulvinar nunc, id maximus metus. Suspendisse convallis sapien nisi, sed maximus quam gravida eu. Duis faucibus elit non nunc posuere dignissim. Sed ullamcorper fringilla felis ac mollis. Nunc blandit tristique auctor. Praesent elementum dictum nulla et vulputate. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Integer sed rutrum lacus. Morbi tincidunt dui at augue molestie rhoncus. Curabitur sagittis sed sapien quis vestibulum. Cras dictum sem quam, nec tincidunt augue tempor et. Morbi consectetur, dui id scelerisque consequat, velit tortor gravida eros, ac hendrerit massa magna sit amet lacus. Quisque mattis nulla diam, sed efficitur mi fermentum vitae. Nam vestibulum iaculis rhoncus.

Aliquam sed finibus sapien. Cras sapien purus, tempus vel lorem nec, egestas auctor urna. Morbi iaculis felis eget mi sollicitudin consectetur sit amet sit amet turpis. Donec malesuada risus sit amet erat euismod dignissim. Etiam faucibus eleifend est in molestie. Maecenas nec elit at purus vulputate tincidunt. Vivamus pulvinar viverra porttitor. Fusce aliquet tristique enim, eget sollicitudin ex tincidunt vel. Praesent turpis erat, consequat at finibus eget, ultrices vel neque. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Pellentesque turpis nulla, suscipit at mauris quis, rhoncus pharetra ligula. Suspendisse leo lorem, imperdiet a vehicula at, porta eu mauris.

Projektmanagement

Schon Thomas Carlyle (1795–1881) erkannte die Wichtigkeit von strukturierten und organisiertem Vorgehen als er sagte:

“Unsere Hauptaufgabe ist nicht, zu erkennen, was unklar in weiter Entfernung liegt, sondern zu tun, was klar vor uns liegt”.

In einem Projekt ist das strukturierte und organisierte Vorgehen der klare Weg zu einem erfolgreichem Ziel. Daher wird sich in dieser Arbeit dem Projektmanagement bedient um die Antennennachführung für Satelliten in die richtige Richtung zu lotzen. Dabei lehnt sich das Management an das bekannte V-Modell, welche den Ablauf von Software-, als auch von Hardwareentwicklungsprozessen beschreibt. Dieses Modell soll einem Projekt die Richtung weisen, jedoch werden die einzelnen Schritte vom Projektmanager selbst definiert. Ein Vorgehensmodell wie dieses legt folgende Prozesse fest:

- die Aktivitäten die durchzuführen sind,
- die Reihenfolge des Arbeitsablaufes,
- die Definition von Ergebnissen,
- die Fertigstellungskriterien,
- die Ressourcen die vorhanden sind
- und die anzuwendenden Standards/Werkzeuge.

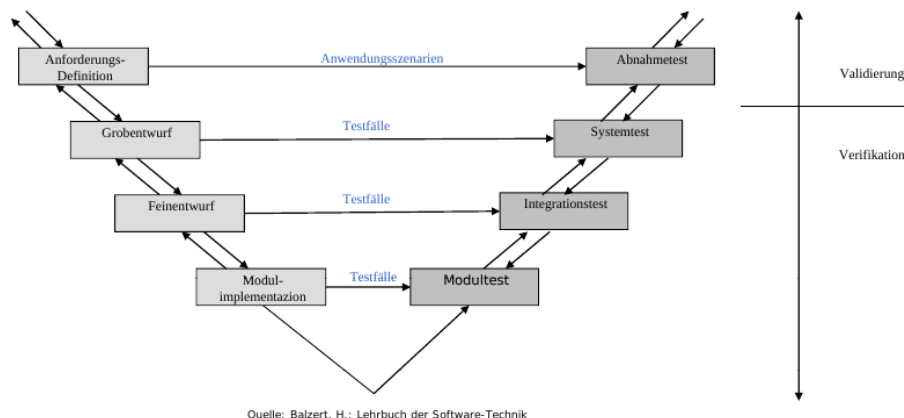


Abbildung 2.1: V-Modell, Quelle: Universität Leipzig, Softwaretechnik

Eine wichtige Rolle spielt die Qualitätssicherung, die das V-Modell sicher stellt. In diesem Modell sind die Verifikation und die Validation ein fester Bestandteil. Verifikation bedeutet, die Sicherstellung dass das entwickelte Produkt mit den Spezifikationen übereinstimmt. Die Validation ist die Eignung des Produkts bezogen auf seinen Einsatzzweck. Durch die Sicherstellung beider Qualitätsmerkmale wird das Projekt erfolgreich zu seinem Ziel, die Antennennachführung für Satelliten, geführt. Aus diesem Grund ist das V-Modell die richtige Vorgehensweise für dieses Projekt.

Anforderungsdefinition

Arbeitspakete

Zeitplan

«««< HEAD

Hintergründe

Bahnmechanik

Die Bahnelemente

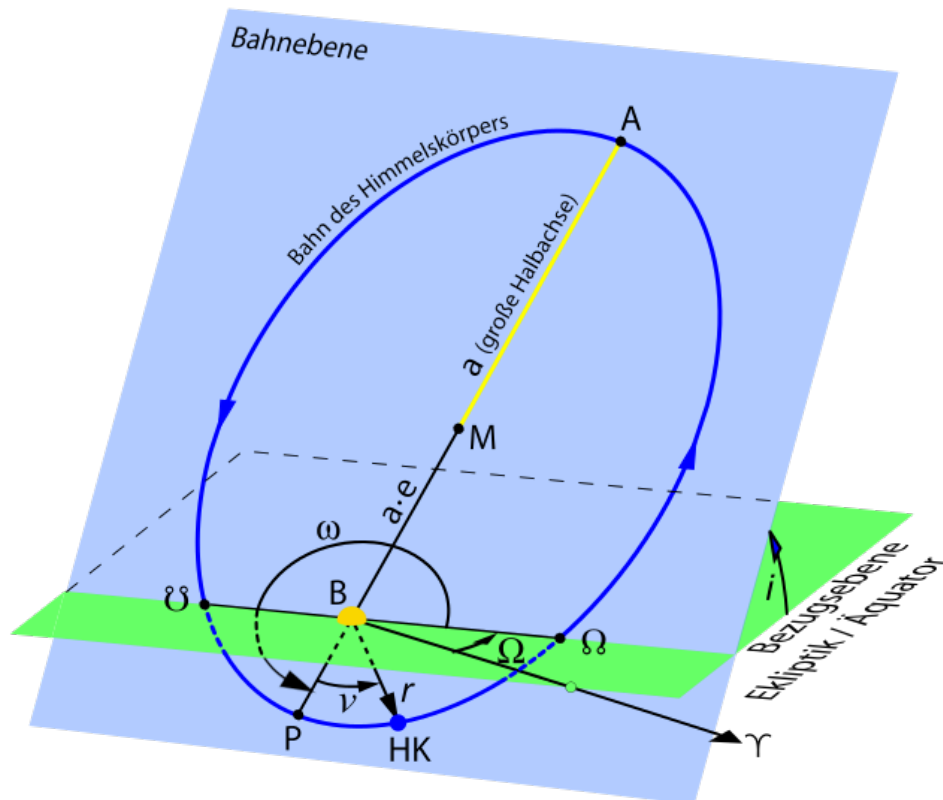


Abbildung 3.1: Bahnelemente, Quelle: Wikipedia

Die Bahnelemente dienen der Beschreibung einer Bewegung eines Himmelskörpers auf einer Umlaufbahn (meist einer Ellipse). Dieser Körper unterliegt den Keplerschen Gesetzen. Wird die Bewegung eines Himmelskörpers durch äußere Einflüsse (z.B. Gravitationskraft der Sonne) nicht gestört, so kann sie durch sechs Größen beschrieben werden. Diese Größen sind die Bahnelemente. Zwei Bahnelemente beschreiben die Form der Bahn, drei legen die Lage der Bahn im dreidimensionalen Raum fest und ein Bahnelement gibt an zu welcher Zeit sich der Himmelskörper wo auf der Bahn befunden hat.

Diese Bahnelemente reichen in der Praxis nicht aus, um die Position eines Himmelskörpers z.B. eines Satelliten mit einem Vorhersagemodell berechnen zu können. Aus diesem

Grund werden die Bahnelemente meist um von Vorhersagemodellen benötigten Informationen ergänzt. Im Folgenden werden die Bahnelemente in Ihrer Bedeutung anhand der Abbildung 3.1 erläutert.

Gestalt der Bahn

Um die Gestalt der Bahn zu beschreiben wird die **numerische Exzentrizität** e und die Angabe der Länge der **großen Halbachse** a benötigt.

Zunächst soll die Ellipse an sich betrachtet werden. Die einfachste Möglichkeit eine Ellipse zu konstruieren besteht darin zwei Nägel in einer Holzplatte mit einem Stück Schnur mit einer Schlaufe zu verbinden. Das Stück Schnur muss länger sein als der Abstand zwischen beiden Nägeln. Nimmt man nun einen Bleistift und drückt ihn in der Schlaufe gegen die Schnur, kann man die beiden Nägel mit Kontakt der Bleistiftspitze zum Holzbrett umrunden. Hält man die Schnur konstant auf Spannung, so ergibt sich eine Ellipse. Nichts anderes besagt die folgende Mengendefinition mit Bezug zu Abbildung 3.2.

$$E = \{P | \overline{F_1P} + \overline{F_2P} = 2a = \text{konstant}\} \quad (3.1)$$

F_1 und F_2 heißen Brennpunkte der Ellipse. M ist der Mittelpunkt der Ellipse. S_1 und S_2 sind die Haupt-, S_3 und S_4 die Nebenscheitel. Die Strecke $\overline{MS_1}$ ist gleich der Strecke

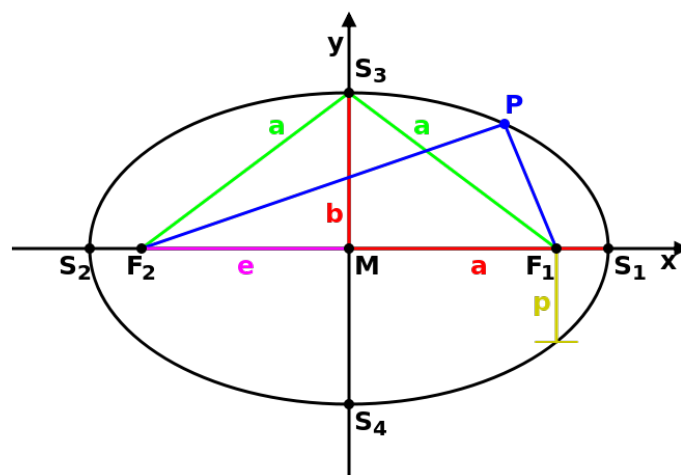


Abbildung 3.2: Ellipse, Quelle: Wikipedia

$\overline{MS_2}$. Man spricht bei der Länge dieser Strecke von der großen Halbachse a . Beide Strecken ergeben zusammen die Hauptachse $\overline{S_1S_2}$. Analog gibt es hierzu die Nebenachse, welche

durch die Strecke $\overline{S_3S_4}$ bestimmt wird. Die kleinen Halbachsen sind $\overline{MS_3}$ und $\overline{MS_4}$. Diese haben die Längen b . Das Wort numerisch gibt bei der Exzentrizität an, dass diese sich auf eine andere Größe (die große Halbachse) bezieht. Der Wert der numerischen Exzentrizität lässt sich in vier Bereiche aufteilen:

- Der Wert 0 repräsentiert eine perfekte kreisförmige Bahn.
- Der Bereich von 0 bis 1 beschreibt eine elliptische Bahn.
- Der Wert 1 erzeugt eine exakt parabolische Bahn.
- Jeder Wert größer 1 gehört zu einer immer offener werdenden Hyperbel.

Bis zum Wert 1 handelt es sich um eine geschlossene Bahn. Oberhalb von 1 ist die Bahn immer geöffnet. Das bedeutet jeder Punkt der Bahn wird von einem Satellit nur einmal abgesperrt. Für eine elliptische Bahn ($e < 1$) kann aus der Halbachse der Ellipse und der numerischen Exzentrizität ein minimaler (r_{min}) und ein maximaler (r_{max}) Abstand vom Brennpunkt der Ellipse berechnet werden.

Lage der Bahn

Zeitlicher Bezug

- Unter der **Inklination** (i) versteht man den Winkel zwischen Bahn- (blau) und Äquatorebene (grün). Der Schnittpunkt mit der Äquatorebene ergibt die Knotenlinie.
- Die **Rektaszension des aufsteigenden Knotens** (Ω) ist jener Winkel, der zwischen einer Geraden vom Brennpunkt (B) zum Frühlingspunkt (γ) und einer Geraden vom Brennpunkt zum aufsteigenden Knoten (Ω) ausgebildet wird.
- Die **Periapsisdistanz** r_{min} stellt den Abstand des Perigäums (P) zum Brennpunkt dar. Das Perigäum ist der Punkt auf der Bahn, welcher den geringsten Abstand zum Brennpunkt hat.
- **Apogäum:** Im Gegensatz zu dem Perigäum definiert das Apogäum den größten Erdbestand den der Satellit erreichen kann.

- **Argument des Perigäums:** Unter dem Argument des Perigäum versteht man den Winkel zwischen der Knotenlinie und der Apsidenlinie, welche die beiden Punkte Perigäum mit Apogäum verbindet.
- **Exzentrizität:** Dadurch dass ein Orbit nicht wie ein Kreis beschreiben lässt, wird ein Maß benötigt, welches die Form beschreibt. Die Exzentrizität gibt an, wie weit die beiden Brennpunkte vom Mittelpunkt der Ellipse entfernt sind und beschreibt somit die Form des Orbits.
- **Mittlere Anomalie:** Die Mittlere Anomalie sagt aus, wo sich der Satellit vom Referenzpunkt Perigäum auf seiner Bahn befindet.
- **Große Halbachse:** Die Große Halbachse beschreibt die Größe der Bahn.

Vorhersagemodelle

GPredict

Übersicht

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean porttitor mi purus, sit amet efficitur velit semper sit amet. Mauris et pulvinar nunc, id maximus metus. Suspendisse convallis sapien nisi, sed maximus quam gravida eu. Duis faucibus elit non nunc posuere dignissim. Sed ullamcorper fringilla felis ac mollis. Nunc blandit tristique auctor. Praesent elementum dictum nulla et vulputate [1]. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Integer sed rutrum lacus. Morbi tincidunt dui at augue molestie rhoncus. Curabitur sagittis sed sapien quis vestibulum. Cras dictum sem quam, nec tincidunt augue tempor et [2]. Morbi consectetur, dui id scelerisque consequat, velit tortor gravida eros, ac hendrerit massa magna sit amet lacus. Quisque mattis nulla diam, sed efficitur mi fermentum vitae. Nam vestibulum iaculis rhoncus.

Donec feugiat augue leo, a malesuada tortor laoreet eu. Praesent dictum tortor eu egestas sodales. Maecenas rhoncus pretium leo ut sodales. Praesent blandit sit amet ante posuere malesuada. Vestibulum egestas sit amet ex et placerat. In sed dapibus sem, placerat interdum mi. Sed eget eros ante. Duis varius molestie eleifend. Suspendisse eu aliquet velit. Nulla facilisi. Morbi eu sapien in odio viverra luctus.

Praesent nec viverra lacus. Integer eget mattis lectus. Sed id neque erat. Etiam fermentum semper euismod. Fusce interdum non nunc sed efficitur. Donec a justo nec lectus cursus dapibus. Morbi eu gravida enim. Donec tellus eros, suscipit vitae ex tristique, lacinia luctus dolor. Praesent vel tellus blandit nulla tempus faucibus. Curabitur cursus nibh quis lectus pulvinar, id aliquam ipsum ultrices. Aenean interdum turpis est, eget feugiat sapien dapibus et. Nulla facilisi. Integer est quam, lacinia et iaculis porta, cursus vitae quam. Nulla facilisi.

Oberfläche

Donec auctor, orci eget fermentum semper, justo justo iaculis nunc, a placerat mauris ligula ac ipsum. Praesent tincidunt iaculis mauris. Donec blandit blandit magna, ac rhon-

cus turpis rutrum at. Etiam rhoncus leo porta nisl eleifend vehicula. Nunc a est egestas, luctus augue in, lacinia orci. Curabitur ultricies, neque sit amet tempor vulputate, diam est dapibus libero, vitae faucibus mauris ante et nisi. Sed efficitur elit ac viverra facilisis. In hac habitasse platea dictumst. In hac habitasse platea dictumst. Etiam eu neque eget eros iaculis iaculis nec eget turpis.

Donec feugiat augue leo, a malesuada tortor laoreet eu. Praesent dictum tortor eu egestas sodales. Maecenas rhoncus pretium leo ut sodales. Praesent blandit sit amet ante posuere malesuada. Vestibulum egestas sit amet ex et placerat. In sed dapibus sem, placerat interdum mi. Sed eget eros ante. Duis varius molestie eleifend. Suspendisse eu aliquet velit. Nulla facilisi. Morbi eu sapien in odio viverra luctus.

Praesent nec viverra lacus. Integer eget mattis lectus. Sed id neque erat. Etiam fermentum semper euismod. Fusce interdum non nunc sed efficitur. Donec a justo nec lectus cursus dapibus. Morbi eu gravida enim. Donec tellus eros, suscipit vitae ex tristique, lacinia luctus dolor. Praesent vel tellus blandit nulla tempus faucibus. Curabitur cursus nibh quis lectus pulvinar, id aliquam ipsum ultrices. Aenean interdum turpis est, eget feugiat sapien dapibus et. Nulla facilisi. Integer est quam, lacinia et iaculis porta, cursus vitae quam. Nulla facilisi.

Inbetriebnahme unter Windows

Donec auctor, orci eget fermentum semper, justo justo iaculis nunc, a placerat mauris ligula ac ipsum. Praesent tincidunt iaculis mauris. Donec blandit blandit magna, ac rhoncus turpis rutrum at. Etiam rhoncus leo porta nisl eleifend vehicula. Nunc a est egestas, luctus augue in, lacinia orci. Curabitur ultricies, neque sit amet tempor vulputate, diam est dapibus libero, vitae faucibus mauris ante et nisi. Sed efficitur elit ac viverra facilisis. In hac habitasse platea dictumst. In hac habitasse platea dictumst. Etiam eu neque eget eros iaculis iaculis nec eget turpis.

Donec feugiat augue leo, a malesuada tortor laoreet eu. Praesent dictum tortor eu egestas sodales. Maecenas rhoncus pretium leo ut sodales. Praesent blandit sit amet ante posuere malesuada. Vestibulum egestas sit amet ex et placerat. In sed dapibus sem, placerat interdum mi. Sed eget eros ante. Duis varius molestie eleifend. Suspendisse eu aliquet velit.

Nulla facilisi. Morbi eu sapien in odio viverra luctus. Praesent nec viverra lacus. Integer eget mattis lectus. Sed id neque erat. Etiam fermentum semper euismod. Fusce interdum non nunc sed efficitur. Donec a justo nec lectus cursus dapibus.

Praesent nec viverra lacus. Integer eget mattis lectus. Sed id neque erat. Etiam fermentum semper euismod. Fusce interdum non nunc sed efficitur. Donec a justo nec lectus cursus dapibus. Morbi eu gravida enim. Donec tellus eros, suscipit vitae ex tristique, lacinia luctus dolor. Praesent vel tellus blandit nulla tempus faucibus. Curabitur cursus nibh quis lectus pulvinar, id aliquam ipsum ultrices. Aenean interdum turpis est, eget feugiat sapien dapibus et. Nulla facilisi. Integer est quam, lacinia et iaculis porta, cursus vitae quam. Nulla facilisi. Curabitur cursus nibh quis lectus pulvinar, id aliquam ipsum ultrices. Aenean interdum turpis est, eget feugiat sapien dapibus et. Nulla facilisi. Integer est quam, lacinia et iaculis porta, cursus vitae quam. Nulla facilisi.

Inbetriebnahme unter Linux

=====

»»»»> 8a18950946a922e331ac98e6f94c2fbe78bc18a0

Zusammenfassung und Ausblick

Today, mobile communication is a matter of course. Every conventional smartphone is transporting a huge amount of data without any interaction of the user. Because of the good network coverage in most of the populous countries even when the smartphone user moves very quickly, for example in a car or train, the data stream does not brake off. But as soon as you leave the populated

Today, mobile communication is a matter of course. Every conventional smartphone is transporting a huge amount of data without any interaction of the user. Because of the good network coverage in most of the populous countries even when the smartphone user moves very quickly, for example in a car or train, the data stream does not brake off. But as soon as you leave the populated

Abbildungsverzeichnis

2.1	V-Modell, Quelle: Universität Leipzig, Softwaretechnik	2
3.1	Bahnelemente	4
3.2	Ellipse	5

Alle hier nicht eigens nachgewiesenen Abbildungen stammen vom Autor.

Tabellenverzeichnis

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] „Getting the message through“, *OnAir #006*, S. 6, 2014, Airbus DS in-house journal.
- [2] D. F.-J. Kauffels, *Lokale Netze*, Deutsch, 12. Aufl. Bonn: MITP-Verlag GmbH, 2000.

Datenblatt XYZ