

Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Dresden  
Fakultät Elektrotechnik

# DIPLOMARBEIT

Thema: Entwicklung eines GPS-gestützten  
Nachverfolgungssystems für Satelliten

Verfasser: Matthias Engicht

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Ralf Collmann  
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Bartzsch

Zum Verfasser:

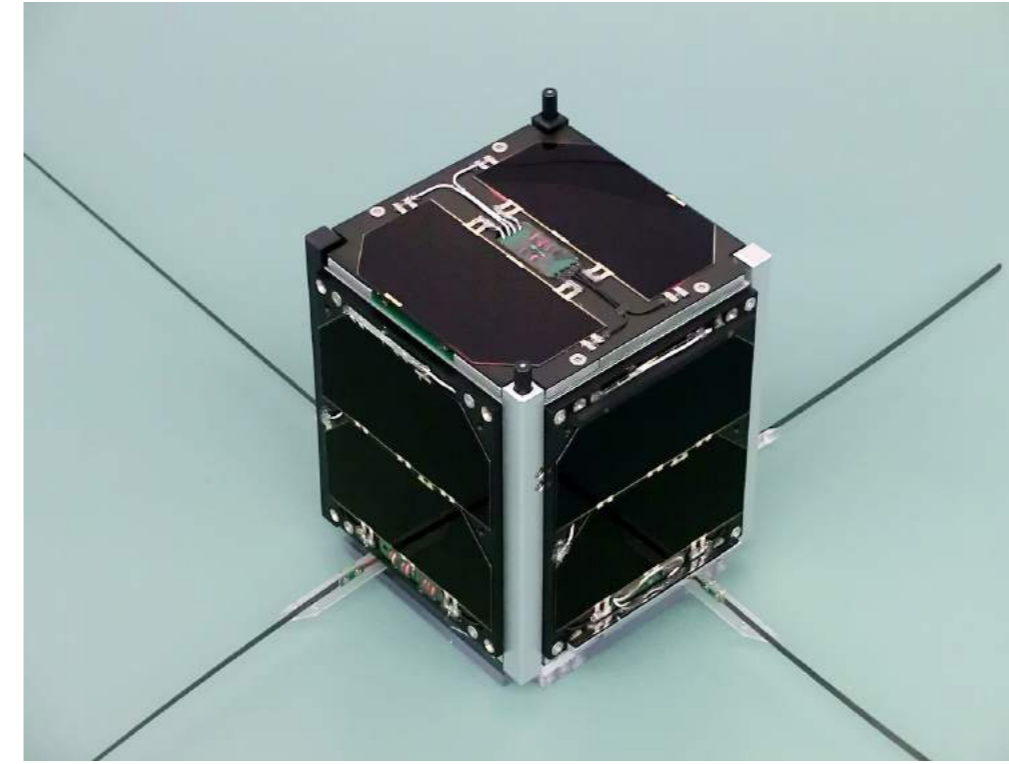


Matthias Engicht  
geb. in Mühlhausen

1999-2007 Abitur  
2007-2008 Zivildienst  
2008-2010 Studium Mechatronik  
TU Dresden  
2010-2014 Studium Elektrotechnik/  
Elektronik HTW Dresden

## Motivation

In letzter Zeit sind nicht-kommerzielle Satelliten in einen Orbit um die Erde eingeschossen worden, die Telemetriedaten von vielfältigen Sensoren und Kameras auf Amateurfunkbändern mit niedriger Sendeleistung senden. Zum Empfang von Satelliten soll ein Nachverfolgungssystem aufgebaut werden, welches in der Lage ist, eine Antenne auf einen Satelliten auszurichten und nachzuführen, das Satellitensignal zu empfangen und die Telemetriedaten des Satelliten auszuwerten.



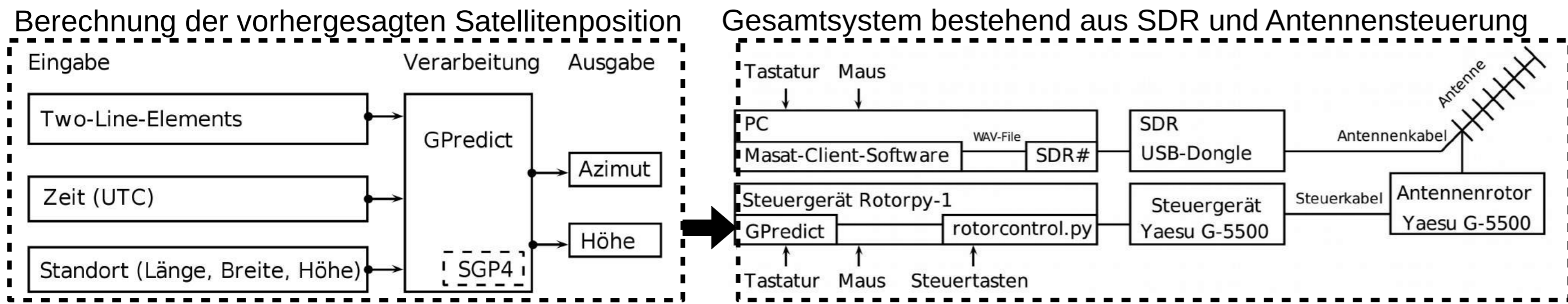
Bildnachweis: Wouter Weggelaar; FUNcube-1 flight model; <http://www.funcube.org.uk/>; public domain



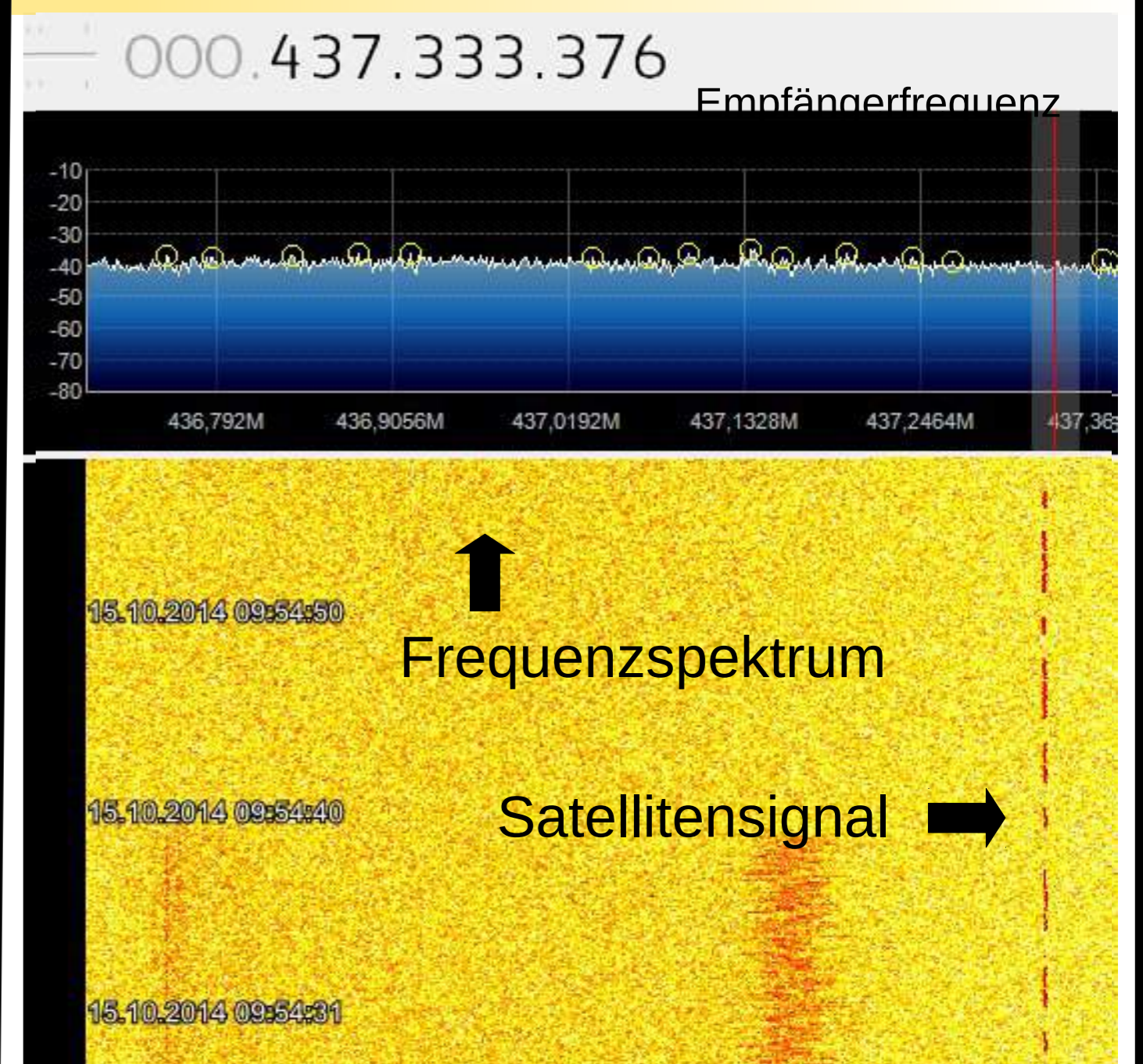
Bodenspur von CubeSat MaSat-1 im Programm GPredict

## Entwicklung

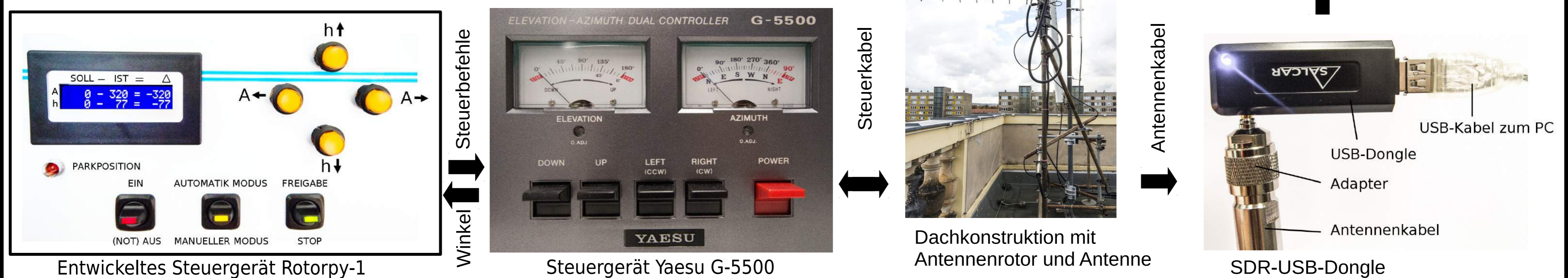
Es wurde eine Konstruktion aus Gerüstrohren auf dem Dach der HTW Dresden aufgebaut, welche den Antennenrotor und die Antenne trägt. Zur Ansteuerung des Antennenrotors „Yaesu G-5500“ wurde das Steuergerät „Rotorpy-1“ entwickelt. Als zentraler Rechner wird ein „Raspberry Pi Board B“ genutzt. Mit der Software „GPredict“ wird die vorhergesagte Satellitenposition aus Satelliten-Bahnelementen (Two-Line-Elements) berechnet. Es wurde eine Schaltung zur Winkelmessung und zur Ausgabe der Steuerbefehle an den Antennenrotor entwickelt. Das Python-Programm „Rotorcontrol.py“ realisiert die Verarbeitung von Messgrößen und Führungsgrößen zur automatischen Nachführung der Antenne. Mit Hilfe eines SDR-USB-Dongles und der Software „SDR#“ wurde ein Software-Defined-Radio (SDR) aufgebaut und mit einer 70cm-Antenne zum Empfang von Satelliten verwendet.



## Software-Defined-Radio



## Automatische Antennenrotor-Steuerung

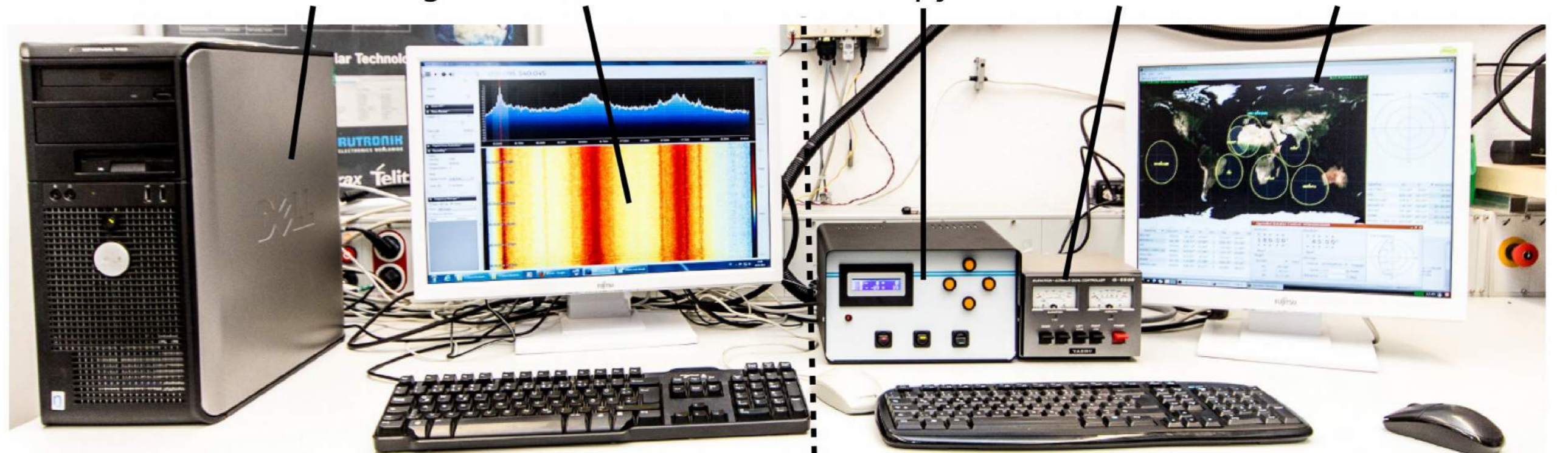


## Ergebnisse

Im Rahmen eines Tests des Gesamtsystems, bestehend aus Antennenrotor-Steuerung und Software-Defined-Radio wurde am 15.10.14 der Satellit MaSat-1 empfangen und anhand seines Rufzeichens in Morsetelegrafie identifiziert. Der Doppler-Effekt und das geringe Signal-Rausch-Verhältnis des Signals verhinderten eine Auswertung der Telemetriedaten. Das entwickelte Gesamtsystem ist geeignet, eine Antenne auf einen Satelliten auszurichten und automatisch nachzuführen sowie das Signal zu empfangen und aufzunehmen. Eine Auswertung des Satelliten-Signals ist mit Einschränkungen möglich.

Software-Defined-Radio  
PC + SDR-USB-Dongle SDR#

Antennenrotorsteuerung  
Rotorpy-1 Yaesu G-5500 GPredict



Arbeitsplatz der Empfangsstation

Rufzeichen von MaSat-1 → H A 5 M A S A T  
 Empfangenes Satellitensignal → [Morse code representation of H A 5 M A S A T]