



Lukas Haag

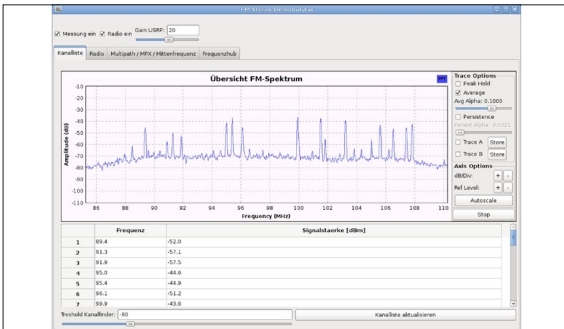


Fabian Knutti

Diplomanden	Lukas Haag, Fabian Knutti
Examinator	Prof. Dr. Heinz Mathis
Experte	Stefan Hänggi, Enkom Inventis AG, Gümligen BE
Themengebiet	Digitale Signalverarbeitung
Projektpartner	Enkom Inventis AG, Gümligen BE

Bestimmung von FM-Qualitätsparametern mittels Softwareradio

Messsystem für UKW-Radiosender mit einem Universal Software Radio Peripheral (USRP)

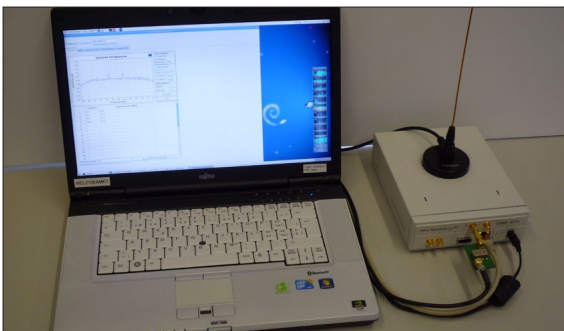


FM-Spektrum mit Kanalliste

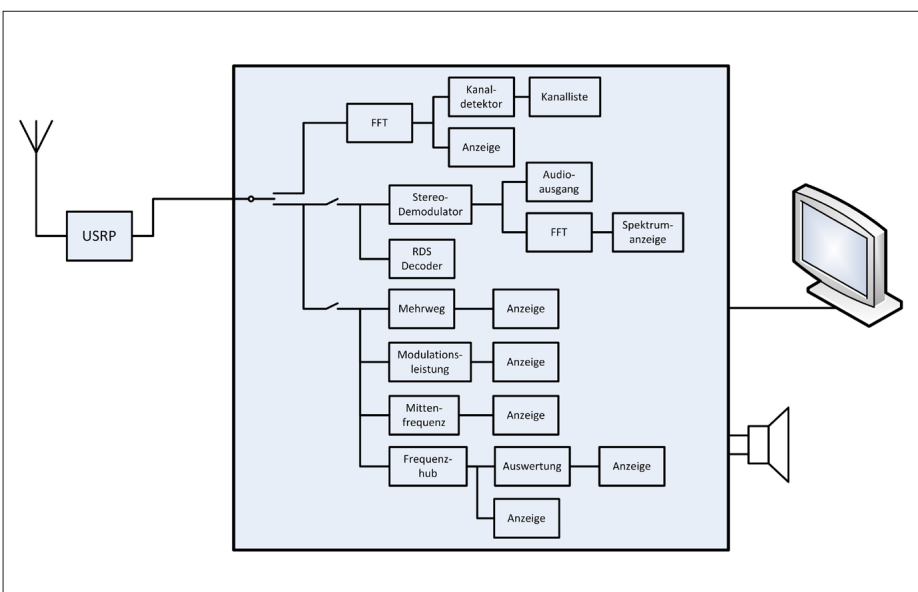
Ausgangslage: Trotz zunehmender Digitalisierung im Broadcastbereich werden Radiosignale nach wie vor auch noch analog ausgestrahlt. Die Firma Enkom möchte deshalb ein softwarebasiertes Messsystem für FM-Radiosender entwickeln, um Qualitätsmerkmale von Radiostationen zu messen und diese auf die Einhaltung gesetzlicher Normen zu überprüfen. Zur Verfügung steht dafür ein RF-Frontend von Ettus Research, das die empfangenen Radiosignale per I/Q Stream über Ethernet an einen Computer sendet. Aus den I/Q-Daten sollen verschiedene Qualitätsparameter extrahiert werden. Die Ergebnisse sind in einem einfachen GUI darzustellen. Die erarbeitete Lösung soll später in ein bestehendes Messsystem von Enkom integriert werden können.

Vorgehen: Aus verschiedenen Quellen wurden mögliche Qualitätsparameter frequenzmodulierter Signale zusammengetragen. Teilweise gibt es Vorgaben von der ITU oder dem BAKOM, wie gewisse Parameter gemessen werden sollen. Aus unseren Recherchen wurden sechs qualitätsrelevante Parameter definiert, die gemessen werden sollen. In MATLAB wurden geeignete Algorithmen entwickelt, um diese Qualitätsmerkmale aus dem I/Q Stream zu extrahieren. Danach wurden die Algorithmen mithilfe von GNU Radio, einem Open-Source-Projekt für digitale Signalverarbeitung, in C++ implementiert.

Ergebnis: Entstanden ist eine Softwarelösung auf Basis von C++ und Python, womit folgende Parameter gemessen werden können: Mittenfrequenz, Frequenzhub, MPX-Leistung, demoduliertes Audiofrequenzspektrum, Signalleistung und Mehrweganteil. Die Parameter werden in einem GUI grafisch und numerisch dargestellt. Am Messstandort kann automatisch eine Kanalliste aller verfügbaren Stationen erzeugt werden.



Messsystem, bestehend aus Laptop und USRP



Schematische Darstellung des Signalfusses