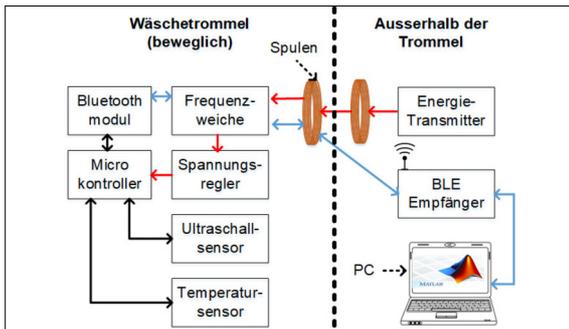




Fabian Burkhalter

Diplomanden	Fabian Burkhalter, Pascal Engeler
Examinatoren	Prof. Dr. Heinz Mathis, Nicola Ramagnano
Experte	Stefan Hänggi, VBS / armasuisse, Bern, BE
Themengebiet	Wireless Communications

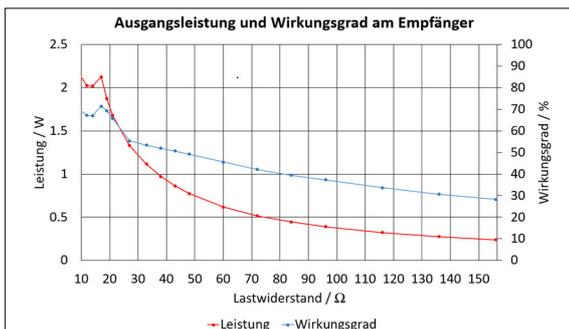
Energieautarke Sensorik für Haushaltgeräte



Übersicht Gesamtsystem (Datenpfad blau, Energiepfad rot)
Eigene Darstellung

Ausgangslage: Eine Waschmaschine soll so umgebaut werden, dass diverse Messungen innerhalb der Waschmaschinentrommel (also möglichst nahe an der Wäsche) vorgenommen werden können. Diese Messungen sollen helfen, die Wäsche-prozedur zu steuern. Um die Sensoren mit Energie zu versorgen, muss entweder Energie aus der Umgebung im Inneren der Waschmaschine extrahiert werden ("Energy Harvesting") oder Energie muss von ausserhalb an die bewegliche Trommel gesendet werden. Zusätzlich soll eine bidirektionale Kommunikation zwischen den Sensoren und einem Anwender-PC bereitgestellt werden.

Vorgehen: Grundsätzlich wurde das Bottom-Up-Prinzip verwendet. Das heisst, zunächst werden verschiedene Ideen mithilfe von Evaluations-Kits, vorgefertigten Leiterplatten und verschiedensten Messungen auf die Realisierbarkeit überprüft. Danach wurde das System in Funktionsblöcke aufgeteilt und realisiert. Dadurch konnten früh die nicht realisierbaren Ideen verworfen werden. Schlussendlich wurden die Komponenten, welche sich bewährt haben, kombiniert und in die Waschmaschine eingebaut.



Maximale Leistung und Wirkungsgrad des Empfängers mit den eingebauten Spulen
Eigene Darstellung

Ergebnis: Zusammen mit dem Industriepartner wurde entschieden, eine Sensorplattform an der Wand der Trommel zu installieren und die elektrische Energie mittels induktiver Kopplung von zwei Spulen entlang der Achse der Wäschetrommel zu übertragen. Die besonders relevanten Messungen sind nun in einer ersten Version umgesetzt. Beispielsweise kann jetzt mit einem Temperatursensor, der in der Nähe der Wäsche liegt, sichergestellt werden, dass die im Waschprogramm vorgesehene Temperatur tatsächlich erreicht wird. Für die Energieübertragung wird ein Sender verwendet, welcher einen LC-Schwingkreis an der Resonanzfrequenz betreibt, um Verluste zu minimieren. Der Empfänger hat ebenfalls einen auf die Sendefrequenz angepassten Schwingkreis. Die Übertragungsspulen versorgen die Sensorplattform mit einer Spannung von 6V und können maximal 2W übertragen. Eine dauerhafte Maximalbelastung wurde jedoch nicht getestet. Die Plattform benötigt im aktiven Betrieb eine Leistung von 0.18W, somit hat es genügend Reserve, um diese gegebenenfalls zu erweitern. Ein Bluetooth-Modul stellt die Kommunikation zwischen den Sensoren und dem externen PC her. Um den Empfang ohne Unterbruch sicherzustellen, werden die Bluetooth-Signale zur Sekundärspule hinter der Trommel geführt. Mit einem Bluetooth-Dongle können dann die Daten an einen PC übertragen werden. Da die Daten- und Energieübertragung über dieselbe Leitung erfolgt, ist in der Sensorplattform eine Frequenzweiche zur Trennung der Signale eingebaut.



Links: Sekundärspule an Trommelrückwand
Rechts: Sensorplattform im wasserdichten Gehäuse
Eigene Darstellung