

Energy Self-Sufficient Sensor for Monitoring Overflow Events at Combined Sewer Tanks in Urban Water Environments

Am Urban-Water-Observatory in Fehraltorf verwendet die EAWAG batteriebetriebene Sensorknoten unter anderem dazu, um Regenbecken zu überwachen. Der Betrieb dieser Knoten erfordert einen regelmässigen Austausch der Batterien und verursacht Wartungskosten. Sollen zukünftig in grösserem Massstab weitere Regenbecken umfassender überwacht werden, ist ein grösseres Sensornetzwerk mit mehr Knoten notwendig.

In dieser Masterarbeit wurde untersucht, wie sich solche Sensorknoten mittels Energy-Harvesting energieautark betreiben lassen und welche Energieformen dazu geeignet sind. Ziel ist es, die Batterien durch einen Harvester zu ersetzen und damit die Wartungskosten für ein Sensornetzwerk auf ein Minimum zu reduzieren.

Anhand der Literatur wurden geeignete Energieformen evaluiert und anschliessend drei Konzepte erstellt. Die Konzepte zeigen auf, wo die Harvester in der Umgebung eines Regenbeckens und in der Kanalisation positioniert werden können. Um die optimale Kombination aus Harvester und Spannungswandler für die drei Konzepte zu bestimmen, wurden die voraussichtlichen Leistungen und Energien der Kombinationen anhand der durchgeführten Messungen in einem Modell in MATLAB berechnet. Alle ausgewählten Systemkomponenten wurden auf einem PCB zu einem funktionalen Prototyp zusammengebaut. Die Energiemodelle zeigen, dass mit einer Solarzelle im Auslasskanal am meisten Energie zu erwarten ist. Mit der Solarzelle SM531 lässt sich in Kombination mit dem SPV1050 und BQ25570 voraussichtlich eine jährliche Energie zwischen 10 und 36 kJ sammeln. Damit könnte das EH-System vergleichbare Mess- und Sendeintervalle wie ein batteriebetriebener Knoten erreichen. Für einen TEG wurden zwei Iterationen eines Aufbaus (PVC und 3D-Druck) erstellt, um die Temperaturdifferenz zwischen Abwasser und Kanalwand zu nutzen. Trotz der hohen Differenz von bis zu 6 K konnten am TEG nur RMS-Leerlaufspannungen von 4.88 bis 11.6 mV gemessen werden. Die voraussichtlich sammelbare Energie von 65 J der TEG-Kombination mit der zweiten Iteration des Aufbaus reicht nicht für den Betrieb des Systems aus. Wenn die Spannung am TEG durch weitere Verbesserungen am Aufbau auf 20 mV vergrössert werden kann, lassen sich weitere Anwendungsfälle abdecken.

Mit dem solarbetriebenen Prototyp ist ein energieautarker Betrieb eines Sensorknoten zur Überwachung von Regenbecken möglich. Zur Validierung der Prototypen in den verschiedenen Anwendungsszenarien sind weitere und zeitlich längere Untersuchungen notwendig.



Diplomand/in
Simon Mathis

Dozent/in
Juan-Mario Gruber

Bild klein 1.