

Quellwasser Monitoring mit zwei Schrauben und etwas Softwarekenntnissen...

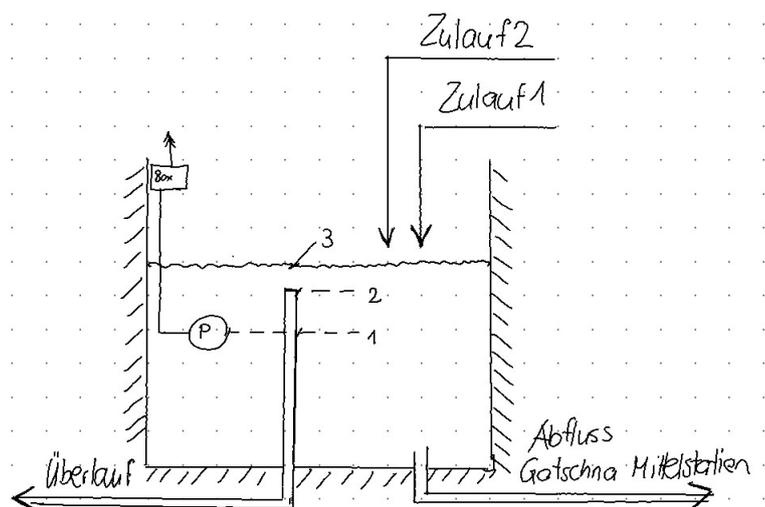
Peter Lietha von den Davos Klosters Bergbahnen muss monatlich die Quellwasserfassung im Gebiet Gotschnawang überprüfen. Bei dieser mobilen Messung werden die Leitfähigkeit, die Wassertemperatur und die Schüttmenge pro Zufluss erfasst. Der Aufwand für diese Messung ist hoch, da die Quelle sich 15min Gehminuten im schwierigen Gefälle befindet und im Winter Lawinengefahr besteht. Auch muss der Schnee meterweise wegtransportiert werden, um den Deckel zum Reservoir entfernen zu können. Bei dieser Fassung gibt es weder Netzwerk noch Strom für eine fix installierte Messung.

Zusammen mit Enrico Feurer wurde eine Lösung gesucht, um die Daten permanent und einfacher zu erfassen. Nach langer Recherche wurde ein Druckfühler mit integrierter Leitfähigkeitsmessung bei der Firma Decentlab bestellt. Das Prinzip der Druck- und Leitfähigkeitserfassung ist im Prinzip simpel und nichts Neues, nur die Kommunikation in Zusammenhang mit einer (kleinen) Batterie war für uns etwas neu und wir waren grundsätzlich skeptisch, ob das auch nur einen Monat funktionieren würde.

Das Gerät wurde bestellt und traf zwei Tage später ein. Mit Bohrmaschine, zwei Schrauben und einer selbst erstellten Aufnahmeplatte machten wir uns auf den Weg zur Quellwasserfassung. Den Sensor installierten wir 10cm unterhalb des Überlaufrohres, sodass dieser im richtigen Messbereich arbeitet und sich immer im Wasser befindet.

Die folgende Grafik zeigt den schematischen Aufbau:

Zulauf 1 und 2: Quellwasserleitungen zum Reservoir
 P: Drucksonde mit integrierter Messung zur Leitfähigkeit
 Box: mit Anbindung Sensor mit Batterie und Funkmodem.
 1: Drucklinie Sensor
 2: Drucklinie Überlauf (Nulllinie)
 3: Wasserlinie



Mit der Leitfähigkeit [μS] wird die Trübung im Wasser gemessen und dieser Wert gibt einen indirekten Zusammenhang zur Wasserqualität. Ist die Leitfähigkeit tief, sind mögliche Verunreinigungen im Wasser und das Quellwasser hat eine tiefere Qualität.

Mit dem gemessenen Druck kann über die Wehrformel den Durchfluss der beiden Quellen berechnet werden. Für eine korrekte Berechnung wird die Nulllinie des Druckfühlers, die Drucklinie des Überlaufes und für die Kalibration den aktuellen Wassertand benötigt. Zudem werden der Durchmesser und die Form des Überlaufrohres benötigt.

Mit der Wehr Formel

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot B \cdot h^{3/2}$$

wird der Durchfluss in l/min berechnet. Bei μ handelt es sich um den Überfallbeiwert, welcher bei einem Rohr Faktor 0.6 ist. Dieser Wert kann mit einer Kalibration angepasst werden, um genauere Werte zu erhalten. Bei B handelt es sich um den Durchmesser des Überlaufrohres. In unserem Fall $d \cdot \text{Kreiszahl} = 31.4\text{cm}$. h entspricht die Überfallhöhe, resp. Niveau 3 abzüglich Niveau 2 in cm.

Mit dieser Berechnung kann jetzt die Pegelhöhe und der Durchfluss beider Quellschüttungen erfasst werden.

Der Sensor übermittelt die Daten über LoRaWAN mit einer Frequenz von 866MHz. Dieser neuartige Funkstandard benötigt wenig Sendeleistung und hat eine hohe Reichweite. Die Daten werden in unserem Fall über die Swisscom-Antenne in Klosters empfangen und auf einen Decentlab Server geroutet. Das Datenabo für den Sensor kostet ca. 2CHF/Monat, daher sind diese Kosten zu vernachlässigen. Die Datenrate wählten wir „stündlich“, so dass jede volle Stunde gemessen wird und die Batterie geschont wird.

Die Rohdaten des Sensors müssen auf dem Portal so angepasst werden, dass der Sensor ein aussagekräftiges Diagramm anzeigen kann. Dies stellte sich als äusserst schwierig heraus, da man einerseits Programmierkenntnisse braucht und die Anwendung kennen sollte. Nach ein paar Anfragen an den Support lieferte der Sensor plausible Daten und wir konnten die ersten positiven Schlüsse über die Messung ziehen.

Nach rund einem Jahr Betrieb haben wir folgende Erkenntnisse:

Leifähigkeit: Der Grenzwert liegt bei $300\mu\text{S}/\text{cm}$ und dieser wurde nie erreicht. Der rote Strich ist die Warnung. Wird dieser Wert unterschritten, wird eine Alarmmeldung ausgelöst. Gut zu sehen sind die drei Gewitter zwischen September und Oktober. Starker Regen verunreinigt die Quellwasserfassung.



Durchfluss: Entgegen unseren Erwartungen liefert die Quelle im Winter mehr Wasser als im Sommer. Auch zeigt die Messung der Pegelhöhe, dass das Reservoir auch im Hochbetrieb nie geleert wird und genügend Reserve hat.



Ein Überlauf von ca. 200l/min ist relativ viel. Aus diesem Grund kam die Idee, das Wasser mit einer Wasserturbine zu nutzen und Strom zu erzeugen, da der Wasserbau resp. die Leitung zu Mittelstation schon besteht. Die Turbine könnte in der Mittelstation installiert werden und die beiden Bahnmotoren unterstützen.

Der Eingangsdruck der Leitung liegt bei 8 Bar. Mit Reibungsverlusten und durchschnittlich 200l/min liegt die Generatorenleistung bei ca. 2.3kW. Mit 8760 Produktionsstunden werden ca. 20MWh/Jahr Strom erzeugt und die Stromkosten um ca. 3'600CHF/Jahr reduziert. Die Kosten für den Bau der Turbine inkl. elektrischer Verdrahtung liegt bei ca. 28'000CHF. Leider ist die Amortisationszeit zu hoch für einen wirtschaftlichen Betrieb.

Fazit: Die installierte Messung der Quellwasserfassung zeigt auf, wie einfach eine Installation einer solchen Messung im Prinzip ist und welche Informationen daraus gewonnen werden können. Auch entfällt die monatliche Messung komplett, was Ressourcen und Arbeitszeit einspart.

Ort der Fassung:



