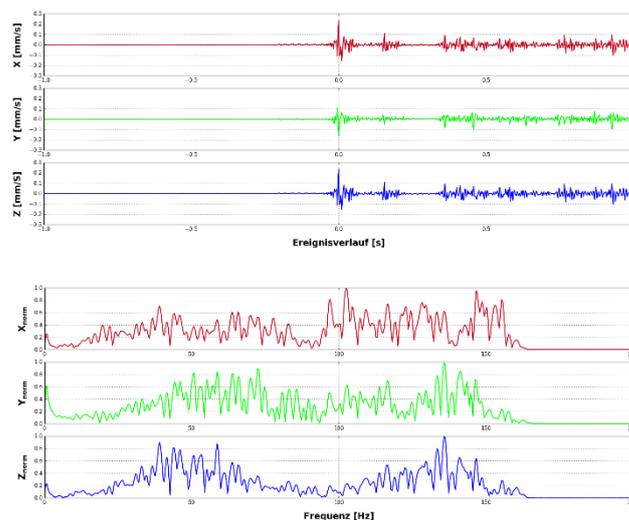


# Bachelor-Thesis 2016

## Triaxiale Erschütterungssensorik

Datenfluss, Datenprozessierung,  
Datenbankdesign, Webvisualisierung  
& Systemintegration



**Diplomand**

**David Horvath**

**Examinator**

**Martin Christen**

**Experte**

**Thomas Schneider,  
Meisser Vermessungen AG**



# Triaxiale Erschütterungssensorik

**Mit triaxialen Sensoren werden Erschütterungen aufgrund Bautätigkeiten gemessen. Diese werden mit Richtwerten verglichen, um Schäden an Bauwerken vorzubeugen. Im Auftrag der Firma Meisser Vermessungen AG wurde der gesamte Workflow von Datenfluss bis Visualisierung im Webportal geo4D.ch bearbeitet. Zusätzlich erfolgte eine Integration in die bestehende Systemumgebung.**

**Schlagworte:** Python, FFT, Datenprozessierung, Geophone, Systemintegration, SN 640 312, Zeitbereich, Frequenzbereich

## 1. Ausgangslage & Zielsetzung

Maschinen und Bauarbeiten erzeugen Erschütterungen, die auf Bauwerke einwirken. Diese werden mit entsprechender Sensorik erfasst, übermittelt, aufbereitet und anschliessend den Kunden im Web zur Verfügung gestellt. Im Rahmen dieser Thesis wurde das Modul „triaxiale Erschütterungssensorik“ in eine bestehende Geomonitoring-Lösung integriert.

## 2. Workflow von Datenfluss bis Visualisierung

Zwei Typen von Daten werden akquiriert: Intervalldaten (Maxima pro Zeitraum) werden laufend erfasst und regelmässig übermittelt. Wird ein Schwellenwert überschritten, werden zusätzlich Ereignisdaten aufgezeichnet und sofort versandt. Empfängt der Webserver neue Files, wird die Datenprozessierung automatisch ausgelöst. Folgende Teilschritte wurden implementiert (Abb. 1):



Abb. 1: Schema des gesamten Workflows

## 3. Datenprozessierung mit FFT & Resultate-Validierung

Kern der Problemstellung war die Prozessierung der Daten mit Hilfe von FFT (Fast Fourier Transformation); damit werden Ereignisdaten in ihre spektralen Anteile aufgeteilt. Als Programmiersprache wurde Python eingesetzt. Um einen Vergleich mit den Richtwerten gemäss SN 640 312 (Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke) vorzunehmen, müssen unter Berücksichtigung des gesamten Erschütterungsverlaufes der Maximalwert sowie die zugehörige Frequenz bestimmt werden. Während der Berechnung im spezifisch entwickelten PyTriaxial werden allfällige Nullpunktabweichungen berücksichtigt, anschliessend die Daten vom Zeit- (Abb. 2) in den Frequenzbereich (Abb. 3) überführt.

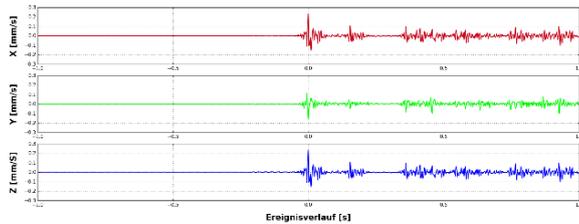


Abb. 2: Resultate im Zeitbereich

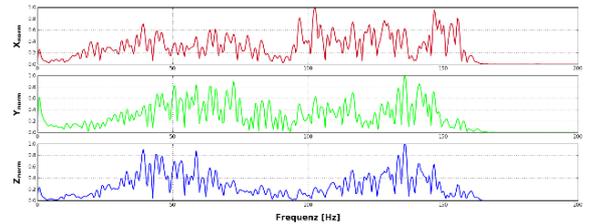


Abb. 3: Resultate im Frequenzbereich

Zwecks Validierung wurde ein Testdatensatzes von 62 Files berechnet; sämtliche Werte konnten übereinstimmend nachgewiesen werden. Gemäss SN 640 312 beträgt die Toleranz 10%. Nach erfolgter Berechnung werden die triaxialen Daten in einer benutzerspezifischen Datenbank unter Berücksichtigung der Datenstruktur (Intervall & Ereignis) so gespeichert, dass für die Webvisualisierung keine weitere Berechnung notwendig ist.

#### 4. Konzept dynamische Webvisualisierung

Die aufbereiteten Daten werden in geo4D.ch zur Verfügung gestellt. In einem Anwendungsfall (Use-Case) wurden die Kundenanforderungen für die Visualisierung definiert, unterschiedliche Varianten skizziert und studiert. Die Varianten hatten sich bestmöglich in die bereits bestehende Website einzufügen sowie dem aktuellen Stand der Technik zu entsprechen. Abb. 4 zeigt die umzusetzende Variante.

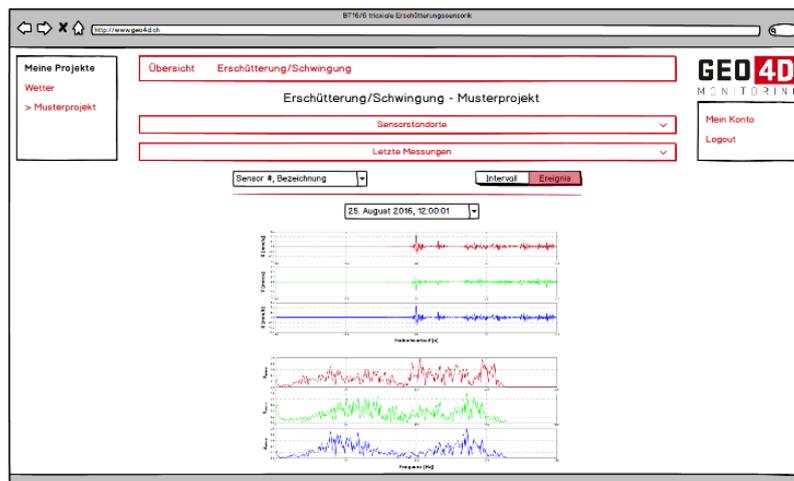


Abb. 4: Konzept Webvisualisierung, Darstellung eines Ereignisses

#### 5. Fazit & Ausblick

Unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen und mit Hilfe von Python wurde das Modul «triaxiale Erschütterungssensorik» in geo4D.ch erfolgreich implementiert. Die Resultate der Datenprozessierung sind korrekt, die Visualisierung ist dynamisch und benutzerfreundlich.

<b>Diplomand</b>	David Horvath	davidhorvath@gmx.ch
<b>Examinator</b>	Martin Christen	martin.christen@fhnw.ch
<b>Experte</b>	Thomas Schneider	thomas.schneider@meisser-geo.ch