



**School of  
Engineering**

InES Institute of  
Embedded Systems

## **Pflichtenheft**

# Messstation zur Registrierung von Geschiebe- Bewegungen im Fluss

---

**Autoren**

Tobias Keller  
Tobias Welti

---

**Datum**

22.08.2014

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1. Ausgangslage . . . . .	3
1.2. Aufgabenstellung . . . . .	3
1.2.1. Musskriterien . . . . .	3
1.2.2. Wishkriterien . . . . .	4
1.2.3. Abgrenzungskriterien . . . . .	4
1.3. Terminologie . . . . .	4
<b>2. Funktionale Anforderungen</b>	<b>5</b>
2.1. Datenlogger (F1...) . . . . .	5
2.1.1. F110 Busmaster . . . . .	5
2.1.2. F120 Sensorerkennung . . . . .	5
2.1.3. F130 Uhrzeit . . . . .	5
2.1.4. F140 Timestamp verteilen . . . . .	5
2.1.5. F160 Schnittstelle zum Steuerrechner . . . . .	5
2.1.6. F170 Steuerung Betriebsmodus . . . . .	5
2.1.7. F180 Daten sammeln . . . . .	6
2.1.8. F190 Daten speichern . . . . .	6
2.2. Sensoreinheit (F4...) . . . . .	6
2.2.1. F410 Ereignisdetektion . . . . .	6
2.2.2. F430 Datenübertragung . . . . .	6
2.2.3. F450 Rohdatenaufzeichnung . . . . .	6
<b>3. Nichtfunktionale Anforderungen</b>	<b>7</b>
<b>4. Abnahmekriterien</b>	<b>8</b>
<b>5. Verzeichnisse</b>	<b>9</b>
Literaturverzeichnis . . . . .	10
(Abbildungsverzeichnis) . . . . .	11
(Tabellenverzeichnis) . . . . .	12
5.1. (Glossar) . . . . .	13
(Abkürzungsverzeichnis) . . . . .	13
(Listingverzeichnis) . . . . .	14
<b>A. Anhang</b>	<b>I</b>
A.1. Projektmanagement . . . . .	I
A.2. Weiteres . . . . .	I

## **Liste der noch zu erledigenden Punkte**

# 1. Einleitung

## 1.1. Ausgangslage

Die Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) betreibt Messstationen zur Registrierung von Geschiebe-Bewegungen im Fluss mittels Geophonen, die unter Stahlplatten montiert sind. Diese Platten sind in einer Betonkonstruktion eingelassen, um sie im Flussbett zu fixieren. Die Geophone sind über Kabel mit einem Auswertungs-Rechner (Embedded PC) verbunden, der die Signale auswertet. Die baulichen Massnahmen für die Installation der Sensoren, der Auswertungsstation sowie der Stromversorgung sind sehr teuer.

## 1.2. Aufgabenstellung

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll eine Lösung erarbeitet werden, um zukünftige Installationen günstiger zu machen. Da solche Messanlagen an sehr vielen Orten auf der ganzen Welt aufgebaut werden, kann durch eine Vereinfachung der Installation viel Aufwand gespart werden.

Die Projektidee stammt von Bruno Fritschi (WSL). Sein Vorschlag sieht vor, die aufgezeichneten Signale direkt am Sensor auszuwerten und nur die gewünschten Ereignisse zu übertragen und zu speichern. Somit könnten die Daten über ein Bussystem übertragen werden und der Auswertungsrechner bräuchte weniger Leistung.

Dank der Bustopologie ist das Messsystem weniger komplex und kann einfacher installiert werden. Denkbar wäre die Integration in einer Gummimatte anstelle der Stahl- und Betonkonstruktion, da viel weniger Leitungen nötig sind.

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung der Auswertungshardware und des Bussystems. Die Qualität der gemessenen Signale soll mindestens erhalten werden. Die Auswertungsalgorithmen sind nicht Bestandteil der Arbeit und werden vom WSL zur Verfügung gestellt.

Die von der bisherigen Anlage gemachten Messdaten enthalten die Dauer und Intensität jedes Aufschlags (Ereignis) auf der Sensorplatte, sowie die Anzahl Ausschläge (Peaks) pro Aufschlag. Pro Minute wird ein Histogramm über die Intensitäten der Peaks gebildet und abgespeichert.

Denkbar wäre es, einen Prototyp für Vergleichsmessungen im Erlenbach (Alptal, SZ) an einer bestehenden Schwelle zu implementieren.

### 1.2.1. Musskriterien

- Die Anlage zeichnet den Geschiebetransport im Bachbett auf. Die bisherige Aufzeichnungsrate von 10'000 Messpunkten pro Sekunde soll nicht unterschritten werden.
- Die Anlage liefert eine minütliche Zusammenfassung über die Ereignisse an jedem Sensor. Diese Zusammenfassung enthält die Anzahl, Dauer und Intensität der einzelnen Ereignisse sowie ein Histogramm über die Intensitätsverteilung.
- Die Messstation ist fähig, mindestens zehn Sensoren zu betreiben und ihre Messsignale aufzuzeichnen.

- Es ist möglich, die kompletten Rohdaten von einem Sensor über eine Dauer von 30 Minuten aufzuzeichnen. Während einer solchen Messung dürfen die anderen Sensoren ihre Messung einstellen.
- Die Sensoren können über bis zu fünfzehn Meter im Bachbett verteilt sein.
- Die Leistungsaufnahme der Anlage beim Betrieb von 10 Sensoren ist kleiner als zehn Watt.
- Die Datenaufzeichnung erfolgt in einem eigens entwickelten Datenlogger.
- Am Datenlogger kann ein Laptop angeschlossen werden, um Kontrollparameter der Messanlage zu setzen und um den Status der Anlage abzufragen.
- Die erfassten Messdaten werden im Datenlogger auf einer Speicherkarte gespeichert. Dies ermöglicht ein einfaches Abholen der Daten im Feld, indem die Speicherkarte ausgetauscht wird.

### 1.2.2. Wunschkriterien

- Die Anlage liefert für jedes Ereignis die Rohdaten in voller zeitlicher Auflösung.
- Der Sensoraufbau ermöglicht es, die Sensoren in einer Elastomerplatte zu verpacken. Die Elastomerplatte kann ohne Betonkonstruktion im Bachbett verankert werden.
- Am Datenlogger kann ein Laptop angeschlossen werden, um die erfassten Messdaten herunterzuladen.

### 1.2.3. Abgrenzungskriterien

- Es würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, die Messeinheiten zur Produktreife zu bringen. Es wird lediglich aufgezeigt, wie solche Messeinheiten realisiert werden könnten.
- Eine Testinstallation in einem Bach ist nicht möglich. Allenfalls kann in der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich ein kleiner Testlauf stattfinden.
- 

## 1.3. Terminologie

**Datenlogger:** Ein Gerät zur Speicherung von Daten. Der Datenlogger empfängt die Daten, die von den Sensoreinheiten über den Datenbus gesendet werden und speichert sie ab.

**Sensor:** Ein elektronisches Bauteil zur Messung einer physikalischen Grösse wie Temperatur, Feuchtigkeit, Helligkeit, Beschleunigung.

**Ereignis:** Definierte Abfolge von Messdaten eines Sensors. Wird zum Beispiel bei der Beschleunigungsmessung ein gewisser Schwellenwert (Threshold) überschritten, markiert dies den Anfang eines Ereignisses. Liegt die Messgrösse während einer definierten Zeit unterhalb des Thresholds, gilt das Ereignis als beendet.

**Sensoreinheit:** Ein kombiniertes elektronisches Gerät aus einem Sensor und einem Mikroprozessor. Der Mikroprozessor verarbeitet die Messdaten und überträgt sie über das Bussystem an einen Datenlogger.

**Timestamp:** Eine Zeitmarke die verwendet wird um Messdaten zeitlich zuzuordnen. In unserem Fall gibt der Timestamp an, wie viel Zeit vergangen ist seit der Initialisierung des Systems. Die Auflösung beträgt 50  $\mu$ s.

## 2. Funktionale Anforderungen

### 2.1. Datenlogger (F1...)

#### 2.1.1. F110 Busmaster

Der Datenlogger übernimmt die Kontrolle des Bus. Bei Inbetriebnahme des Systems tastet der Datenlogger den Bus nach Sensoreinheiten ab und erteilt jeder Sensoreinheit eine eindeutige Identifikationsnummer (ID). Die ID des Datenloggers soll so gewählt werden, dass er jederzeit Priorität hat, auf den Bus zu schreiben.

#### 2.1.2. F120 Sensorerkennung

Die angeschlossenen Sensoren werden vom Datenlogger erkannt und mit einer ID versehen. Anhand der ID wird die Priorität bei der Datenübertragung festgelegt und der Sensor identifiziert. Können wir die Seriennummer des Boards auslesen? Damit die ID immer gleich ist... über UART-Kommandozeile muss die ID jedes Sensors gesetzt werden können.

#### 2.1.3. F130 Uhrzeit

Der Datenlogger verfügt über eine interne Uhr, um die Ereignisse in den Dateien mit einem lesbaren Zeitstempel zu versehen.

#### 2.1.4. F140 Timestamp verteilen

Der Datenlogger sendet ein Signal an alle Sensoreinheiten, dass der Zeitstempel (Timestamp) neu gestellt werden soll. Ab dann beziehen sich die Timestamps auf die Dauer seit dem jetzigen Zeitpunkt.

#### 2.1.5. F160 Schnittstelle zum Steuerrechner

Der Datenlogger bietet eine Schnittstelle, an der ein Steuerrechner (Laptop, PC) angeschlossen werden kann. Über diese Schnittstelle kann der Betrieb der ganzen Anlage gesteuert werden.

#### 2.1.6. F170 Steuerung Betriebsmodus

Der Betriebsmodus der Sensoren wird vom Datenlogger aus gesteuert: Wie viele und welche Art von Daten gesammelt werden soll und ob alle Sensoren oder nur bestimmte aktiv sein sollen.

Folgende Betriebsmodi sind verfügbar:

- Normaler Modus: Alle Sensoren übermitteln die verarbeiteten Ereignisdaten. Zeitpunkt, Intensität, Dauer und Anzahl Ausschläge jedes Ereignis werden gespeichert.
- Detaillierter Modus: Alle Sensoren übermitteln die verarbeiteten Ereignisdaten sowie die gesamten Messdaten für die Dauer des Ereignis.

- Rohdatenmodus: Ein Sensor übermittelt kontinuierlich Rohdaten, die anderen Sensoren werden vorübergehend abgeschaltet.

### **2.1.7. F180 Daten sammeln**

Der Datenlogger fragt in regelmässigen Abständen bei den Sensoreinheiten an, ob Ereignisdaten zur Übertragung bereit sind. Diese übermitteln die vorliegenden Ereignisdaten.

### **2.1.8. F190 Daten speichern**

Die Daten werden vom Datenlogger auf einer Speicherkarte in Dateien abgelegt. Nach entsprechenden Befehlen vom Steuerrechner kann die Karte entfernt und ausgetauscht werden, um die Daten abzuholen.

## **2.2. Sensoreinheit (F4...)**

### **2.2.1. F410 Ereignisdetektion**

Die Sensoreinheit liest den Sensor mit einer definierten Abtastrate (Samplingrate) aus und wertet die Messdaten aus. Der Prozessor erkennt Ereignisse anhand definierter Kriterien. Zu jedem Ereignis werden folgende Daten gespeichert: Zeitpunkt (Timestamp), Dauer, Anzahl Peaks und höchster Peak. In einem zweiten Betriebsmodus können alle Messpunkte während einem Ereignis gespeichert werden.

### **2.2.2. F430 Datenübertragung**

Die Sensoreinheit übermittelt die Ereignisdaten über das Bussystem an den Datenlogger.

### **2.2.3. F450 Rohdatenaufzeichnung**

In einem Sondermodus werden alle Messpunkte gespeichert und über das Bussystem an den Datenlogger übertragen. In diesem Betriebsmodus kann nur eine Sensoreinheit aktiv sein, die anderen werden auf Standby geschaltet.

### 3. Nichtfunktionale Anforderungen

- Die gesamte Messstation soll eine geringere Leistungsaufnahme haben als eine aktuelle Messstation mit Geophonen. Für zehn Geophone sind dies zur Zeit zehn Watt.
- Die Installation soll weniger bauliche Massnahmen erfordern als eine aktuelle Messstation mit Geophonen.
- Die erfassten Ereignisdaten sollen mehr Details enthalten als mit den bisherigen Installationen.
- Sensoreinheiten müssen wasserdicht verpackt werden können.



## **4. Abnahmekriterien**

Die Abnahmekriterien sind in den Kapiteln 2 und 3 bereits beschrieben.

## **5. Verzeichnisse**

# Literaturverzeichnis

- [1] B. Klaus and P. Horn, Robot Vision. Cambridge, MA: MIT Press, 1986.
- [2] L. Stein, »Random patterns,» in Computers and You, J. S. Brake, Ed. New York: Wiley, 1994, pp. 55-70.

# **Abbildungsverzeichnis**

## **Tabellenverzeichnis**

## 5.1. (Glossar)

In diesem Abschnitt werden Abkürzungen und Begriffe kurz erklärt.

Abk	Abkürzung
XY	Ix Ypsilon
YZ	Ypsilon Zet

## Listings

# A. Anhang

## A.1. Projektmanagement

- Offizielle Aufgabenstellung, Projektauftrag
- (Zeitplan)
- (Besprechungsprotokolle oder Journals)

## A.2. Weiteres

- CD mit dem vollständigen Bericht als pdf-File inklusive Film- und Fotomaterial
- (Schaltpläne und Ablaufschemata)
- (Spezifikationen u. Datenblätter der verwendeten Messgeräte und/oder Komponenten)
- (Berechnungen, Messwerte, Simulationsresultate)
- (Stoffdaten)
- (Fehlerrechnungen mit Messunsicherheiten)
- (Grafische Darstellungen, Fotos)
- (Datenträger mit weiteren Daten (z.B. Software-Komponenten) inkl. Verzeichnis der auf diesem Datenträger abgelegten Dateien)
- (Softwarecode)