



**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

C. Einleitung	VII
C.1. Ausgangslage	VII
C.2. Zielsetzung	VII
C.2.1. Musskriterien	VII
C.2.2. Wunschkriterien	VIII
C.2.3. Abgrenzungskriterien	VIII
C.2.4. Bauliche Massnahmen	VIII
C.2.5. Sensorkonstruktion	VIII
C.2.6. Stromverbrauch	IX
1.3. Datenlogger	8
1.4. Sensor	8
2. Verzeichnisse	12
Literaturverzeichnis	XV
(Abbildungsverzeichnis)	14
(Tabellenverzeichnis)	15
(Abkürzungsverzeichnis)	XVIII
(Listingverzeichnis)	17
A. Anhang	I
A.1. Projektmanagement	I
A.2. Weiteres	I
(Abkürzungsverzeichnis)	XVIII
B. LaTeX Kurzanleitung	IV
B.1. Visio Vektorgraphik einfügen	IV
B.1.1. Graphiken in LaTeX zuschneiden	IV
B.1.2. Mehrere Bilder nebeneinander	V
B.2. Tabellen aufbauen	V
B.3. Code Listings aufbauen	VI
B.4. Citation nach IEEE	VI
C. Einleitung	VII
C.1. Ausgangslage	VII
C.2. Zielsetzung	VII
C.2.1. Musskriterien	VII
C.2.2. Wunschkriterien	VIII
C.2.3. Abgrenzungskriterien	VIII
C.2.4. Bauliche Massnahmen	VIII
C.2.5. Sensorkonstruktion	VIII
C.2.6. Stromverbrauch	IX
D. (Theoretische Grundlagen)	X
E. Vorgehen / Methoden	XI
E.1. (Verwendete Software)	XI
F. Resultate	XII

G. Diskussion und Ausblick	XIII
H. Verzeichnisse	XIV
Literaturverzeichnis	XV
(Abbildungsverzeichnis)	XVI
(Tabellenverzeichnis)	XVII
(Abkürzungsverzeichnis)	XVIII
(Listingverzeichnis)	XIX
A. Anhang	I
A.1. Projektmanagement	I
A.2. Weiteres	I

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.

- Nennt bestehende Arbeiten/Literatur zum Thema -> Literaturrecherche
- Stand der Technik: Bisherige Lösungen des Problems und deren Grenzen
- (Nennt kurz den Industriepartner und/oder weitere Kooperationspartner und dessen/deren Interesse am Thema Fragestellung)

1.2. Zielsetzung

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 speichern.

Die Miniaturisierung des Sensors ist eines der Hauptziele dieser Arbeit, da dadurch die baulichen Massnahmen einer Installation viel geringer ausfallen. Weiter soll der Stromverbrauch gesenkt werden, um die Anlagen durch erneuerbare Energien, die vor Ort erzeugt werden, versorgt werden können. Die Qualität der gemessenen Signale soll mindestens erhalten werden.

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.

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 XXX (Bruno?) Minuten/Stunden aufzuzeichnen. Während einer solchen Messung dürfen die anderen Sensoren ihre Messung einstellen.

- Die Sensoren können über bis zu XXX (Bruno?) Meter im Bachbett verteilt sein.
- Die Leistungsaufnahme der Anlage beim Betrieb von 10 Sensoren ist kleiner als XXX (Bruno?) Watt.
-

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.
-

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.
-

AB HIER NUR NOCH PROVISORIUM: =====

Zukünftig sollen die Geophone durch eindimensionale MEMS Beschleunigungssensoren ersetzt werden, da diese kleiner sind. Die Kosten für zukünftige Anlagen sollen gesenkt werden. Dazu gibt es verschiedene Ansätze.

- Bauliche Massnahmen verringern
- Einfachere Sensorkonstruktion wählen
- Stromverbrauch senken

1.2.4. Bauliche Massnahmen

Die Geophone werden in der bestehenden Konstruktion unter Stahlplatten montiert, um sie im Bachbett zu verankern. Die Stahlplatten sind in einer Betonrinne fixiert, die zugleich als Kabelkanal für die Signalkabel dient. Da die Messstationen häufig im Gebirge oder schwer zugänglichem Gelände erstellt werden, ist schon der Bau der Betonrinne sehr teuer.

Mit einer Konstruktion aus Elastomerplatten, die im Bachbett verankert werden, könnte man diese Kosten senken. Der Schutz der Kabel darf natürlich nicht beeinträchtigt sein.

1.2.5. Sensorkonstruktion

Jedes Geophon ist über ein Kabel mit dem Auswertungsrechner verbunden. Der Rechner wertet die Signale aller angeschlossenen Geophone kontinuierlich aus, um die Ereignisse zu detektieren. Bei mehreren Geophonen ist hier ein recht leistungsfähiger Rechner nötig, der eine entsprechend hohe Leistungsaufnahme hat.

1.2.6. Stromverbrauch

XXX sensor und stromverbrauch hängen zusammen.... XXX

und die zu übertragende Datenmenge zu reduzieren, soll die Auswertung der Daten direkt am Sensor erfolgen. 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 Auswertungsalgorithmen sind nicht Bestandteil der Arbeit und werden vom WSL zur Verfügung gestellt. Denkbar wäre es, einen Prototyp für Vergleichsmessungen im Erlenbach (Alptal, SZ) an einer bestehenden Schwelle zu implementieren.

===== bla von der vorlage =====

- Formuliert das Ziel der Arbeit
- Verweist auf die offizielle Aufgabenstellung des/der Dozierenden im Anhang
- (Pflichtenheft, Spezifikation)
- (Spezifiziert die Anforderungen an das Resultat der Arbeit)
- (Übersicht über die Arbeit: stellt die folgenden Teile der Arbeit kurz vor)
- (Angaben zum Zielpublikum: nennt das für die Arbeit vorausgesetzte Wissen)
- (Terminologie: Definiert die in der Arbeit verwendeten Begriffe)

Zielbestimmung

Produkteinsatz

Funktionale Anforderungen

1.3. Datenlogger

Busmaster

Uhrzeit verteilen. Wie wird Uhrzeit eingestellt? Setupfile auf SD-Karte? UART?

Schnittstelle zum Steuerrechner. UART? Können hierüber auch Daten ausgelesen werden? Oder nur über SD-Karte?

Erkennen der angeschlossenen Sensoren, ID erteilen

Polling der Sensoren nach Daten. Token vergeben? Zeitfenster oder bis Daten fertig? Dürfen andere Sensoren verhungern=überlaufen? Welches Polling-Intervall?

Abspeichern der Daten. Flash oder SD-Karte? Bei Blackout: was passiert mit den Daten? Worst Case: Datenlogger crasht, wie können Daten ausgelesen werden?

Kontrolle über den Betriebsmodus der Sensoren: Nur Ereignisdaten von allen Sensoren oder Rohdaten von einem einzelnen Sensor? Rohdaten evtl. nur bei angeschlossenem Rechner wegen Speicherplatz?

1.4. Sensor

Detektion und Aufzeichnung von Ereignissen mit Timestamp: Samplingrate? Auflösung? Benötigte Daten: Zeitpunkt, Dauer, Anzahl Peaks, höchster Peak. Allenfalls die Rohdaten der Ereignisse immer übermitteln, damit alle Ereignisse vollständig erfasst werden? Speichern dieser Daten bis zum nächsten Abruf der Daten. => Wie viel Speicher nötig? / Wie lange kann aufgezeichnet werden? Persistenter oder flüchtiger Speicher?

Übermittlung der Ereignisdaten bei Anfrage durch Datenlogger. Wie lange darf übermittelt werden? Gibt es bei zu vielen Ereignissen eine Möglichkeit, weniger Daten zu übermitteln? Welche Daten dürften in diesem Fall wegfallen?

Sondermodus: Aufzeichnung und Speicherung von Rohdaten. Annahme 10 bit/Sample, 10kHz => 10kbit/s => Kein Problem, CAN Bus kann bis 1 Mbit/s => es könnten unter Umständen sogar mehrere Sensoren Rohdaten übermitteln. Mit 1 GB Speicher auf dem Logger könnten 10 Tage Rohdaten gesammelt werden XXX(Prüfen, es ist schon spät)XXX

Übermittlung der Rohdaten bei Anfrage durch Datenlogger

Funktionsbaum

Nichtfunktionale Anforderungen

- weniger Stromverbrauch (wie viel pro Sensor, wie viel für den Logger?)
- geringere Installationskosten
- Daten vorverarbeitet

Abnahmekriterien

xxx

2. 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.
- [3] Latex Programmiers Umgebung (basic-miktex-2.8.3582.exe)
miktex.org, 28.03.2010
- [4] Wireshark, Programm zur Darstellung von Ethernet Paketen
<http://www.wireshark.org/download.html>

Abbildungsverzeichnis

B.1. Ideenskizze	IV
B.2. clip=true, trim = 60 10 0 10	V
B.3. Visir10b Detector	V
B.4. Visir10b Model	V
B.5. Visir 10 mit optimiertem Reflektor	V

Tabellenverzeichnis

B.1. Port Schwierigkeiten der Funkmodule	V
B.2. Morphologischer Kasten für die Speisung	VI

(Glossar)

In diesem Abschnitt werden Abkürzungen und Begriffe kurz erklärt.

Abk	Abkürzung
XY	Ix Ypsilon
YZ	Ypsilon Zet

Listings

B.1. Test Kommandozeilen Ausgabe	VI
--------------------------------------------	----

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)

(Glossar)

In diesem Abschnitt werden Abkürzungen und Begriffe kurz erklärt.

Abk	Abkürzung
XY	Ix Ypsilon
YZ	Ypsilon Zet

====hier endet das Dokument====

B. LaTeX Kurzanleitung

Dieses Kapitel führt mit Beispielcode in den LaTeX Code ein.¹

Die nachfolgende Berichtstruktur wurde aus der Vorlage² der PA/BA Termin-Webseite vom ZHAW Intranet entnommen.

(): alle in Klammer aufgeführten Einträge sind situativ anzupassen

B.1. Visio Vektorgraphik einfügen

(Graphik auswählen) Speichern unter -> PDF -> Optionen.. -> Auswahl

Mit Adobe Akrobat öffnen: Erweitert -> Druckproduktion -> Seiten beschneiden -> Weisse Ränder entfernen -> OK -> Ctrl-S

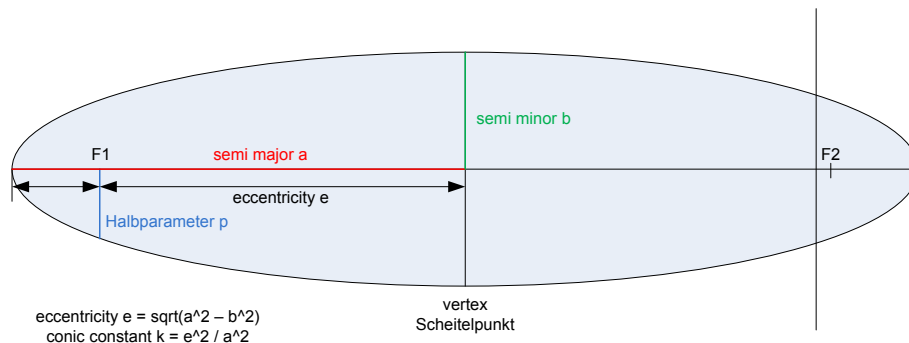


Abbildung B.1.: Ideenskizze

So kann die Abbildung B.1 referenziert werden. Bei der PDF Erstellung ist darauf zu achten, dass LaTeX nur Versionen bis 1.4 voll unterstützt.

B.1.1. Graphiken in LaTeX zuschneiden

Mit dem Befehl Clip kann eine Graphik auch in LaTeX zugeschnitten werden:

¹Verbesserungsvorschläge bitte an remo.ritzmann@pfunzle.ch senden

²Berichtstruktur Vorlage, Stand: August 2011

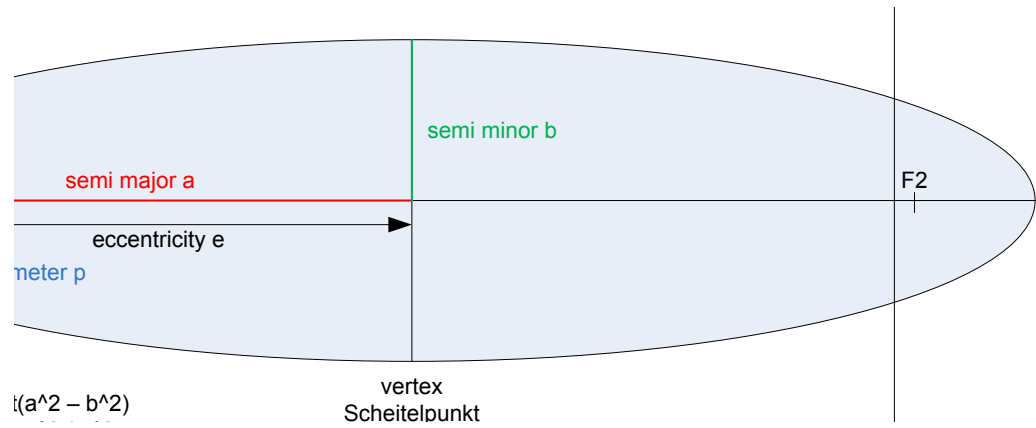


Abbildung B.2.: clip=true, trim = 60 10 0 10

B.1.2. Mehrere Bilder nebeneinander

Dank Minipages können mehrere Bilder auch nebeneinander sein:

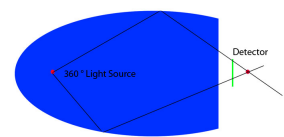


Abbildung B.3.: Visir10b Detector

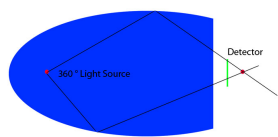


Abbildung B.4.: Visir10b Model

Abbildung B.5.: Visir 10 mit optimiertem Reflektor

B.2. Tabellen aufbauen

Kleine Tabelle:

Modul	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10
FPGA_DATEN					X	X		X	X	
IRQ	X	X	X		X				X	X
Nachbar Core				X		X		X		

Tabelle B.1.: Port Schwierigkeiten der Funkmodule

Die nachfolgende longtable kann sich über mehrere Seiten erstrecken.

Typ	Variante A	Variante B	Variante C
	Vorteile: + hohe Spannungen Nachteile: - Grosse Abmessung	Vorteile: + einfache Montage Nachteile: - max. 2A Eingangsstrom	Vorteile: + hoher Strom Nachteile: - max. 12 V Eingangsspannung
Zeit	2 h	5 h	3 h

Preis	520 CHF/Stück	800 CHF/Stück	360 CHF/Stück
-------	---------------	---------------	---------------

Tabelle B.2.: Morphologischer Kasten für die Speisung

Diese Art von Tabelle erstreckt sich immer auf der ganzen Seitenlänge:

Salat	Schnecke	Igel
Montag	Hier ist ein langes Wort	Dienstag

B.3. Code Listings aufbauen

```

1  /******
2  /* Name      : M07Setup
3  /* Description : EM9201 init for adress and pck
4  /* Input     : targetadr (DevAdr_M00 - DevAdr_M39)
5  /*          : drate (Drate_M00 - Drate_M39)
6  /* Output    : -0x01 -> Setup OK
7  /*          : -0x5E -> Setup Error Channel write
8  /*          : -0x6E -> Setup Error power write
9  /*          : -0x7E -> Error in Device Address
10 /*          : -0x8E -> Error in Peer Address
11 /******

```

Listing B.1: Test Kommandozeilen Ausgabe

Formula $e = \sqrt{a^2 - b^2}$

Diese Textstelle ist sehr interessant.

Hier wird auf die Textstelle B.3 verwiesen, die sich auf der Seite VI befindet.

B.4. Citation nach IEEE

Das ist ein [1] Verweis aufs Literaturverzeichnis. Ein anderes Beispiel ist das hier [2].

Das ist eine Aufzählung:

- Erste Zeile
- Zweite Zeile
- Dritte Zeile

1. erstens

2. zweitens

Das ist eine verschachtelte Aufzählung:

Register Performance Alle Signale die das FPGA nicht verlassen, also von FF zu FF weitergeleitet werden. Daraus ergibt sich die maximale Taktfrequenz F_{MAX} .

Externes Timing FPGA Ein- und Ausgänge

- Ausgänge = Von FF's durch Logik zu Ausgängen (t_{CO})
- Eingänge = Von Eingängen durch Logik zu FF's (t_{SU} , t_H)
- Durchgänge = kombinatorische Pfade durch das FPGA (t_{PD})

C. Einleitung

C.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.

- Nennt bestehende Arbeiten/Literatur zum Thema -> Literaturrecherche
- Stand der Technik: Bisherige Lösungen des Problems und deren Grenzen
- (Nennt kurz den Industriepartner und/oder weitere Kooperationspartner und dessen/deren Interesse am Thema Fragestellung)

C.2. Zielsetzung

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 speichern.

Die Miniaturisierung des Sensors ist eines der Hauptziele dieser Arbeit, da dadurch die baulichen Massnahmen einer Installation viel geringer ausfallen. Weiter soll der Stromverbrauch gesenkt werden, um die Anlagen durch erneuerbare Energien, die vor Ort erzeugt werden, versorgt werden können. Die Qualität der gemessenen Signale soll mindestens erhalten werden.

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.

C.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 XXX (Bruno?) Minuten/Stunden aufzuzeichnen. Während einer solchen Messung dürfen die anderen Sensoren ihre Messung einstellen.

- Die Sensoren können über bis zu XXX (Bruno?) Meter im Bachbett verteilt sein.
- Die Leistungsaufnahme der Anlage beim Betrieb von 10 Sensoren ist kleiner als XXX (Bruno?) Watt.
-

C.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.
-

C.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.
-

AB HIER NUR NOCH PROVISORIUM: =====

Zukünftig sollen die Geophone durch eindimensionale MEMS Beschleunigungssensoren ersetzt werden, da diese kleiner sind. Die Kosten für zukünftige Anlagen sollen gesenkt werden. Dazu gibt es verschiedene Ansätze.

- Bauliche Massnahmen verringern
- Einfachere Sensorkonstruktion wählen
- Stromverbrauch senken

C.2.4. Bauliche Massnahmen

Die Geophone werden in der bestehenden Konstruktion unter Stahlplatten montiert, um sie im Bachbett zu verankern. Die Stahlplatten sind in einer Betonrinne fixiert, die zugleich als Kabelkanal für die Signalkabel dient. Da die Messstationen häufig im Gebirge oder schwer zugänglichem Gelände erstellt werden, ist schon der Bau der Betonrinne sehr teuer.

Mit einer Konstruktion aus Elastomerplatten, die im Bachbett verankert werden, könnte man diese Kosten senken. Der Schutz der Kabel darf natürlich nicht beeinträchtigt sein.

C.2.5. Sensorkonstruktion

Jedes Geophon ist über ein Kabel mit dem Auswertungsrechner verbunden. Der Rechner wertet die Signale aller angeschlossenen Geophone kontinuierlich aus, um die Ereignisse zu detektieren. Bei mehreren Geophonen ist hier ein recht leistungsfähiger Rechner nötig, der eine entsprechend hohe Leistungsaufnahme hat.

C.2.6. Stromverbrauch

XXX sensor und stromverbrauch hängen zusammen.... XXX

und die zu übertragende Datenmenge zu reduzieren, soll die Auswertung der Daten direkt am Sensor erfolgen. 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 Auswertungsalgorithmen sind nicht Bestandteil der Arbeit und werden vom WSL zur Verfügung gestellt. Denkbar wäre es, einen Prototyp für Vergleichsmessungen im Erlenbach (Alptal, SZ) an einer bestehenden Schwelle zu implementieren.

===== bla von der vorlage =====

- Formuliert das Ziel der Arbeit
- Verweist auf die offizielle Aufgabenstellung des/der Dozierenden im Anhang
- (Pflichtenheft, Spezifikation)
- (Spezifiziert die Anforderungen an das Resultat der Arbeit)
- (Übersicht über die Arbeit: stellt die folgenden Teile der Arbeit kurz vor)
- (Angaben zum Zielpublikum: nennt das für die Arbeit vorausgesetzte Wissen)
- (Terminologie: Definiert die in der Arbeit verwendeten Begriffe)

D. (Theoretische Grundlagen)

E. Vorgehen / Methoden

- (Beschreibt die Grundüberlegungen der realisierten Lösung (Konstruktion/Entwurf) und die Realisierung als Simulation, als Prototyp oder als Software-Komponente)
- (Definiert Messgrößen, beschreibt Mess- oder Versuchsaufbau, beschreibt und dokumentiert Durchführung der Messungen/Versuche)
- (Experimente)
- (Lösungsweg)
- (Modell)
- (Tests und Validierung)
- (Theoretische Herleitung der Lösung)

E.1. (Verwendete Software)

Für die vorliegende Arbeit wurden die unten aufgeführten Programme eingesetzt.

Arbeitsumgebung

- Microsoft Windows 8 developer preview

Virtual Machine

- Oracle VM VirtualBox, Version 3.2.10

CAD Catia

- CATIA, Version 5.19 (in VirtualBox)

Dokumentation

- proTeXt mit TexMakerX 2.1 (SVN 1774), latex-project.org
- Microsoft Visio 2007
- Adobe Acrobat 8 Professional 8.1.6

F. Resultate

- (Zusammenfassung der Resultate)

G. Diskussion und Ausblick

- Bespricht die erzielten Ergebnisse bezüglich ihrer Erwartbarkeit, Aussagekraft und Relevanz
- Interpretation und Validierung der Resultate
- Rückblick auf Aufgabenstellung, erreicht bzw. nicht erreicht
- Legt dar, wie an die Resultate (konkret vom Industriepartner oder weiteren Forschungsarbeiten; allgemein) angeschlossen werden kann; legt dar, welche Chancen die Resultate bieten

H. 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.
- [3] Latex Programmiers Umgebung (basic-miktex-2.8.3582.exe)
miktex.org, 28.03.2010
- [4] Wireshark, Programm zur Darstellung von Ethernet Paketen
<http://www.wireshark.org/download.html>

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

(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)