

## **MSE - Masterthesis**

Horw, 18. August 2017

Seite 1/6

Aufgabenstellung für:

Attila Horvath (Masterstudierende/r)

Elektrotechnik (Fachgebiet)

von Prof. Dr. Klaus Zahn (Advisor)  
Andreas Rumsch (Coadvisor)  
Dr. Markus Besthorn (Experte/Expertin)

---

### **1. Arbeitstitel**

*ProSekKa - Prognose der Sonneneinstrahlung mit einer kostengünstigen Kamera*

---

### **2. Fremdmittelfinanziertes Forschungs-/Entwicklungsprojekt**

*Forschungs-/Entwicklungsprojekt*

---

### **3. Industrie-/Wirtschaftspartner**

*Industriepartner*

---

### **4. Fachliche Schwerpunkte**

*Signal Processing*

*Sensordatenfusion*

*Embedded Systems Design*

*Bewegtbildanalyse*

*Vorhersage*

---

## 5. Einleitung

Das iHomeLab der Hochschule Luzern ist Schweizer Denkfabrik und Forschungszentrum für Gebäudeintelligenz. Der Schwerpunkt der Forschung am iHomeLab liegt in den beiden Themenbereichen «Smart Energy Management» (SEM) und „Ambient Assisted Living“ (AAL). In beiden Bereichen werden mittels Netzwerken verschiedener Sensoren Daten vom Gebäude, den Bewohnern und der Umgebung gesammelt, um damit das Gebäude energieeffizienter, sicherer und komfortabler, oder anders gesagt, intelligenter zu machen.

Eine zunehmend wichtige Herausforderung ist der Umgang mit elektrischer Energie, insbesondere aus neuen erneuerbaren Energiequellen wie PV-Anlagen oder Windgeneratoren. Die aus diesen Quellen erzeugte elektrische Energie fällt nicht gleichmässig an, sondern unterliegt grossen, wetterbedingten Schwankungen. Die Sonnenenergie verändert sich zusätzlich während des Tages- und des Jahresverlaufs.

Mit der Annahme der Energiestrategie 2050 im Mai 2017 durch das Schweizer Volk ist der Ausstieg aus der Atomenergie und die Förderung der erneuerbaren Energien beschlossen worden. Es wird künftig also einen breiteren Energiemix geben, bei dem neben den neuen Erneuerbaren auch die Wasserkraft eine grosse Rolle spielen wird. Am iHomeLab forschen wir an einem intelligenten Umgang mit der elektrischen Energie. Dabei fokussieren wir auf die Energie aus PV-Anlagen und suchen Strategien, wie der Solarstrom optimal genutzt werden kann. Dabei spielt nicht nur die Eigenverbrauchsoptimierung eines Anlagenbesitzers eine Rolle. Die Optimierung muss auch auf Ebene Quartier bis hin zum Versorgungsgebiet eines EVU betrachtet werden.

Für die Optimierung des Verbrauchs von Solarstrom ist die Kenntnis der zukünftigen Wetterentwicklung vorteilhaft. Denn so kann ein System zur Verbrauchsoptimierung die Wetterentwicklung in die Entscheidung mit einbeziehen, ob ein Haushaltgerät ein- oder ausgeschaltet werden soll. Das ist besonders bei Haushaltgeräten wichtig, die einen Aufwärmvorgang beinhalten, z.B. Waschmaschinen. Wenn das System weiss, dass in der nächsten Zeit die Sonne scheinen wird, kann es die Waschmaschine starten. Andernfalls sollte es damit noch zuwarten, bis dann die Sonne genügend Energie liefern wird.

Zur Vorhersage des Wetters für die nächsten Minuten und Stunden sind die verfügbaren Wetterdaten zu unpräzise. Besonders bei wechselnder Bewölkung liefern die öffentlichen Daten keine zuverlässigen Angaben, wann und wie lange die Sonne durch die Wolken drückt. Optimal wäre dazu ein Gerät, welches vor Ort die Vorhersage auf der Basis von lokalen Beobachtungen liefern könnte. Ein solches Gerät gibt es (<http://www.fulcrum3d.com/index.php/cloudcam/technology/>), ist aber auf den professionellen Einsatz von Wetterdiensten ausgerichtet. Dieses Produkt ist nicht geeignet für die Eigenverbrauchsoptimierung in Eigenheimen, da die Kosten zu hoch sind.

In dieser Master Thesis soll deshalb eine kostengünstige Variante eines «Kurzzeitwettervorhersagers» entwickelt werden. Das Gerät soll über handelsübliche Komponenten verfügen (z.B. RaspberryPi mit einer Webcam), um die Kosten tief zu halten. Als Ergebnis soll die Intensität der Sonneneinstrahlung für die unmittelbare Zukunft zur Verfügung stehen. Diese Information kann anschliessend ein System zur Optimierung des Eigenverbrauchs verwenden, um darüber zu entscheiden, welche Haushaltgeräte gestartet werden sollen.

---

## 6. Aufgabenstellung

In dieser Masterthesis soll ein Gerät entstehen, welches für die unmittelbare Zukunft (ca. bis zu 60 Minuten) eine Vorhersage macht, wie gross die Strahlungsintensität der Sonne sein wird. Die Arbeit wird einerseits darin bestehen, einen entsprechenden Sensor zu evaluieren und aufzubauen. Andererseits wird ein wesentlicher Teil die Entwicklung resp. Adaption passender Algorithmen sein, welche eine Vorhersage der Strahlungsintensität der Sonne zulassen.

### Vorgaben

Folgend beschriebene Vorgaben sind dabei einzuhalten.

Horw, 18. Dezember 2015

Seite 3/6

### *Funktion*

Das Gerät liefert die Strahlungsintensität zurück, welche im Verlauf der nächsten 60 Minuten zu erwarten ist. So kann abgeschätzt werden, wieviel Energie zu welcher Zeit verfügbar sein wird. Der Zeithorizont der Vorhersage ist auf Machbarkeit hin zu prüfen.

Das Gerät soll möglichst ohne Konfiguration und ohne Lernvorgang funktionieren, so dass es sofort nach Inbetriebnahme funktioniert.

### *Kommunikation*

Die Vorhersagen sollen von einem Optimierungssystem über Standard-Internetprotokolle abgerufen werden können. Für diese Arbeit kann wahlweise eine drahtlose oder drahtgebundene Technologie verwendet werden.

### *Energieversorgung*

Dem Energieverbrauch ist Beachtung zu schenken, obwohl es sich im Rahmen der Arbeit um einen Prototypen handeln wird. Der Energieverbrauch muss so gering wie möglich sein und soll eine durchschnittliche Leistungsaufnahme von 2 Watt nicht übersteigen. Das Gerät muss nicht für Batteriebetrieb ausgelegt werden.

### *Sensorik*

Es sind die Anforderungen an die Sensorik zu definieren, u.a. die Dynamik, welche ein Sensor umfassen muss. Passende Sensoren zur Beobachtung des aktuellen Wettergeschehens sind zu evaluieren. Naheliegend ist eine Kamera, es soll aber geprüft werden, ob weitere Sensoren in Frage kommen.

### *Baugrösse und Kosten*

Die Baugrösse ist nicht kritisch, soll trotzdem so gering wie möglich gehalten werden und nicht wesentlich über die Grösse einer Zigarettenschachtel hinausgehen.

Erfahrungsgemäss sind Besitzer von PV-Anlagen sehr preissensitiv, wenn es um Eigenverbrauchsoptimierung geht. Daraus kann abgeleitet werden, dass das zu entwickelnde Gerät extrem kostengünstig sein muss. Die Materialkosten für den Prototyp sollen deshalb 50 Franken nicht übersteigen. Es ist aufzuzeigen, welche Kosten für ein Seriengerät zu erwarten sind.

## **Teilaufgaben**

Im Rahmen dieser Masterthesis sind folgende Teilaufgaben zu erledigen:

### *Anforderungen definieren*

Basierend auf den obgenannten Vorgaben sind die Anforderungen an das Gerät zu definieren. Für die Anforderungen soll auch definiert werden, welche Kriterien erfüllt sein müssen resp. gewünscht sind. Z.B. ist wünschenswert, dass der Vorhersagezeitraum 60' beträgt. Aber welcher Zeitraum muss mindestens erfüllt sein?

### *Analyse des Stands der Technik*

Es ist eine Analyse zum Stand der Technik durchzuführen. Es soll aufgezeigt werden, welche Produkte bereits am Markt erhältlich sind und welche Eigenschaften diese haben.

Weiter sind Algorithmen zu evaluieren, welche die Aufgabe lösen können. Eine Möglichkeit besteht auch darin, Algorithmen von frei verfügbaren Bibliotheken zu analysieren (z.B. OpenCV). Für die Algorithmen ist zu evaluieren, welche Daten diese benötigen und welche Rechenleistung erforderlich ist.

Die Analyse der Algorithmen hat u.U. auch einen Einfluss auf die Anforderungen. Mögliche Einschränkungen durch die Algorithmen sind in den Anforderungen zu berücksichtigen.

### *Evaluation*

Horw, 18. Dezember 2015

Seite 4/6

Anhand der Anforderungen und der Analyse der Algorithmen ist die Sensorik zu evaluieren. Auch eine geeignete Controller-Plattform ist zu bestimmen.

Es sind geeignete Verfahren zu bestimmen, um die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Ergebnisse der Algorithmen zu überprüfen.

#### *Entwicklung, Produktion und Test der HW und SW*

Es ist ein funktionierender Prototyp zu bauen und zu programmieren. Die vom Gerät zur Verfügung gestellten Resultate gemäss Vorgaben sind auf einer Weboberfläche darzustellen.

#### *Feldtest*

In einem Feldtest ist die Zuverlässigkeit der Vorhersage zu eruieren. Es ist die Abweichung der Vorhersage zum tatsächlichen Verlauf zu messen und festzuhalten.

#### *Optimierung*

Möglichkeiten zur Erhöhung der Zuverlässigkeit aufzeigen, nach Möglichkeit auch messtechnisch nachweisen.

Möglichkeiten der Kostenoptimierung aufzeigen, z.B. wie weit kann die Auflösung oder der Dynamikumfang der Kamera reduziert werden, um noch zuverlässige Ergebnisse zu erhalten?

#### **Dokumentation**

Umfassende Dokumentation der Arbeiten inkl.

- Projektplanung und Risikoabschätzungen
- Technische Dokumentation
- Schemas, Layouts, Technische Skizzen
- Programmcode
- Testberichte
- Arbeitsjournal

---

## 7. Durchführung der Arbeit

### Termine

Start der Arbeit:	18. September 2017
Abgabe Prüfungsexemplar:	tbd (Termine für HS 16/17 nicht bekannt) bis 17.00 Uhr Sekretariat Bachelor&Master
Verteidigung:	tbd
Abgabe def. Masterthesis:	tbd (Termine für HS 16/17 nicht bekannt) bis 17.00 Uhr Sekretariat Bachelor&Master
Diplomausstellung	8. Juli 2016
→ Weitere Termine gemäss Ablauf Master-Thesis	

Die Prüfungsexemplare der Masterthesis (Korrektorexemplare) werden vom Sekretariat Bachelor & Master dem Advisor und den Experten/Expertinnen zur Korrektur und Vorbereitung der Verteidigung zugestellt. Die Abgabe der Thesis muss nicht zwingend über das Sekretariat laufen, d.h. der Advisor kann die Thesis auch direkt dem Experten übergeben. Das Sekretariat benötigt jedoch rechtzeitig eine Information. Das Sekretariat benötigt zu diesem Zeitpunkt noch kein Exemplar für die Archivierung. Allfällige Korrekturen und Nachbesserungen zur Erarbeitung der definitiven Masterthesis werden dem Studierenden nach der Verteidigung mitgeteilt.

Ein **definitives Exemplar der Masterthesis** muss **im Sekretariat Bachelor & Master abgeben** werden. Dieses Exemplar wird danach in der Bibliothek archiviert. Vertrauliche Arbeiten sind in einem verschlossenen Couvert abzugeben. Die termingerechte Abgabe wird mit einer Bestätigung beglaubigt.

### Organisatorisches

Wenigstens alle 4 Wochen hat eine Zwischenbesprechung zwischen dem Studierenden und dem Advisor stattzufinden. Diese müssen vom Studierenden organisiert werden.

Der Termin für die Verteidigung der Masterthesis wird dem Diplomanden frühzeitig durch den Advisor mitgeteilt.

---

## 8. Dokumentation

Die definitive Masterthesis ist in **1-facher Ausführung** (für Bibliotheksarchiv) zu erstellen. Die Masterthesis enthält zudem zwingend

- die folgende Selbstständigkeitserklärung auf der Rückseite des Titelblattes:  
„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche verwendeten Textausschnitte, Zitate oder Inhalte anderer Verfasser wurden ausdrücklich als solche gekennzeichnet.  
Horw, Datum, eigenhändige Unterschrift“
- Inhaltsverzeichnis.
- eine Zusammenfassung maximal 1 A4.
- einen englischen Abstract maximal 1 A4.
- Kurzlebenslauf maximal 1 A4 (tabellarisch).

Zusätzlich muss dem Advisor eine CD mit dem Bericht (inkl. Anhänge), mit den Präsentationen, Messdaten, Programmen, Auswertungen, usw. abgeben werden.

Horw, 18. Dezember 2015

Seite 6/6

Für die öffentliche Diplomausstellung im Sommer ist ein Poster gemäss Abteilungsleiter zu erstellen. Die Präsenz an der Diplomausstellung ist notwendig (gilt auch für Absolventen vom Herbstsemester). Auf Antrag an den Studiengangleiter kann eine begründete Abwesenheit bewilligt werden.

---

## 9. Fachliteratur/Web-Links/Hilfsmittel

Dev, Soumyabrata, et al. "Estimation of solar irradiance using ground-based whole sky imagers." Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2016 IEEE International. IEEE, 2016.

Gauchet, Charlotte, et al. "Surface solar irradiance estimation with low-cost fish-eye camera." Workshop on Remote Sensing Measurements for Renewable Energy". 2012.

Chu, Yinghao, et al. "Real-time forecasting of solar irradiance ramps with smart image processing." Solar Energy 114 (2015): 91-104.

---

## 10. Zusätzliche Bemerkungen

---

## 11. Beilagen

- Bewertungsraster für Masterthesis

Horw,

Advisor

Experte/Expertin

Studierende

---

→ eine Kopie der Aufgabenstellung ist vor Semesterbeginn an den Studiengangleiter abzugeben!