

**HTL SAALFELDEN**

**Höhere Abteilung für Informatik**

HTL_Logo

**Pflichtenheft zur Diplomarbeit**

Ertragssteuerung

PV-Anlage

**Entwicklung eines intelligenten Energiemanagementsystems zur Steuerung von PV-Anlage, Haus-Akku, E-Auto-Ladung und Warmwasserbereitung**

**Diplomarbeitsnummer**  
5AHINF-2025/26-DA02

**Autoren**

Tim Hechenberger

Fabian Haslinger

Jonas Aberger

**Betreuer**

Mag. (FH) Gröbl Robert

Dipl.-Ing. (FH) Eigner Raimund

Ausgeführt im Schuljahr 2025/26

**Version: 0.1**

**Vorwort**

Der Gebrauch erneuerbarer Energien im privaten sowie im gewerblichen Umfeld gewinnt zunehmend an Bedeutung. Im Wesentlichen stellen Photovoltaikanlagen eine nachhaltige Alternative dar, Strom kostengünstig und umweltfreundlich zu erzeugen. Allerdings um das volle Potenzial dieser Technologie ausschöpfen zu können, wird eine intelligente Steuerung der Energieflüsse sowie ein flexibles Energiemanagementsystem benötigt.

Ziel ist es ein System zu entwickeln, welches die Energieerzeugung einer Photovoltaikanlage mit den Verbrauchern Haus-Akku, Elektroauto und Warmwasserbereitung optimal verknüpft. Durch den Einsatz von IoT-Geräten und eines lokalen Steuerrechners wird ein Werkzeug erschaffen, das den Eigenverbrauch Solarenergie automatisiert und maximiert, um die Energiekosten zu senken und Unabhängigkeit zu erhöhen.

**Abstract**

The use of renewable energy in both private and commercial sectors is gaining increasing importance. Essentially, photovoltaic systems represent a sustainable alternative for generating electricity in a cost-efficient and environmentally friendly way. However, in order to fully exploit the potential of this technology, intelligent control of energy flows and a flexible energy management system are required.

The goal is to develop a system that optimally links the energy production of a photovoltaic system with consumers such as a home battery, an electric vehicle, and water heating. By using IoT devices and a local control unit, a tool will be created that automates and maximizes the self-consumption of solar energy, thereby reducing energy costs and increasing independence.

DOKUMENTVERSIONEN

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Versionsnr.** | **Datum** | **Autor** | **Änderungsgrund / Bemerkungen** |
| 0.1 | 19.06.2025 | Fabian Haslinger | Ersterstellung |
| 0.2 | 10.09.2025 | Tim Hechenberger | Grundlegendes Layout überarbeitet |
| 0.3 | 11.09.2025 | Jonas Aberger  Fabian Haslinger  Tim Hechenberger | Erweiterung des Dokumentinhaltes   * Projektfindung * Ausgangslage |
| 0.4 | 16.09.2025 | Jonas Aberger  Fabian Haslinger  Tim Hechenberger | Erweiterung des Dokumentinhaltes   * Muss-Ziele * Soll-Ziele * Kann-Ziele |
| 0.4 | 19.09.2025 | Jonas Aberger  Fabian Haslinger  Tim Hechenberger | Erweiterung des Dokumentinhaltes   * Projektorganisation * Ziele überarbeitet |

Inhalt

[DOKUMENTVERSIONEN 3](#_Toc209172821)

[Erklärung 6](#_Toc209172822)

[Aufgabenstellung 7](#_Toc209172823)

[Projektfindung 7](#_Toc209172824)

[Ausgangslage 7](#_Toc209172825)

[Projektziele 8](#_Toc209172826)

[Erweiterbarkeit 8](#_Toc209172827)

[Sicherheit 8](#_Toc209172828)

[Funktionale Anforderungen 8](#_Toc209172829)

[Muss-Ziele 8](#_Toc209172830)

[Soll-Ziele 9](#_Toc209172831)

[Kann-Ziele 10](#_Toc209172832)

[Projektorganisation 10](#_Toc209172833)

[a. Rollenverteilung 10](#_Toc209172834)

[Aufgabenverteilung 10](#_Toc209172835)

[Zeitplans 11](#_Toc209172836)

**5AHINF – Reife und Diplomprüfung 2025/26**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Thema** | Ertragssteuerung der PV-Anlage  mit Haus-Akku, E-Auto und Warmwasserboiler | |
| **Aufgabenstellung** | Entwicklung eines Systems zur intelligenten Steuerung & Visualisierung einer PV-Anlage mit Haus-Akku, E-Auto und Wasserboiler, inklusive Handy-App und lokalem Steuerrechner zur Optimierung des Eigenverbrauchs | |
| **Kandidaten / Kandidatinnen** | | **Betreuer / Betreuerin** |
| Tim Hechenberger | | Mag. (FH) Gröbl Robert, Dipl.-Ing. (FH) Eigner Raimund |
| Jonas Aberger | | Mag. (FH) Gröbl Robert, Dipl.-Ing. (FH) Eigner Raimund |
| Fabian Haslinger | | Mag. (FH) Gröbl Robert, Dipl.-Ing. (FH) Eigner Raimund |
| **Externe Kooperationspartner** | | |
| Privatperson: Andreas Hechenberger | | |
| Schriftliche Kooperationsvereinbarung liegt vor: Nein | | |
| **Budget:** - | | |
| Bedeckung durch: - | | |
| **Geplante Verwertung der Ergebnisse:**   * Praktische Nutzung: Das Endprodukt wird im Privathaushalt genutzt und weiterverwendet * Weiterentwicklung: Ergebnisse könnten als Basis für ein Folgeprojekt dienen * Dokumentation: Erkenntnisse werden dokumentiert und Sourcecode steht dem öffentlichen Gebrauch frei * Kooperation: Die Privatperson nutzt das Resultat im Privatgebrauch | | |

# Erklärung

Die unterfertigten Kandidaten haben gemäß § 34 (3) SchUG in Verbindung mit § 22 (1) Zi. 3 lit. b der Verordnung über die abschließenden Prüfungen in den berufsbildenden mittleren und höheren Schulen, BGBl. II Nr. 70 vom 24.02.2000 (Prüfungsordnung BMHS), die Ausarbeitung einer Diplomarbeit mit der umseitig angeführten Aufgabenstellung gewählt.

**Die Kandidaten / Kandidatinnen nehmen zur Kenntnis, dass die Diplomarbeit in eigenständiger Weise und außerhalb des Unterrichtes zu bearbeiten und anzufertigen ist, wobei Ergebnisse des Unterrichtes mit einbezogen werden können.**

**Die Abgabe der vollständigen Diplomarbeit hat bis spätestens**

**04.04.2026**

**beim zuständigen Betreuer zu erfolgen.**

**Die Kandidaten nehmen weiters zur Kenntnis, dass gemäß § 9 (6) der Prüfungsordnung BMHS nur der Schulleiter bis spätestens Ende des vorletzten Semesters den Abbruch einer Diplomarbeit anordnen kann, wenn diese aus nicht beim Prüfungskandidaten (bei den Prüfungskandidaten) gelegenen Gründen nicht fertiggestellt werden kann.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Kandidaten / Kandidatinnen** | **Unterschrift** |
| **Jonas Aberger** |  |
| **Fabian Haslinger** |  |
| **Tim Hechenberger** |  |

# Aufgabenstellung

## Projektfindung

Photovoltaik und erneuerbare Energien sind die Energiequellen der Zukunft – effizient, nachhaltig und intelligent nutzbar. Im Rahmen dieses Projekts wird untersucht, wie der Stromertrag der Photovoltaikanlage des Auftraggebers optimal genutzt werden kann.

Ziel ist die Entwicklung eines innovativen Steuerungssystems, das durch die Kombination eines lokalen Steuerrechners, einer intuitiven App und modernster IoT-Technologien eine ganzheitliche, vernetzte Lösung bietet. Die neue Applikation soll nicht nur die Effizienz der Anlage maximieren, sondern auch den Nutzer aktiv einbinden und die Potenziale erneuerbarer Energie auf zukunftsweisende, intelligente Weise ausschöpfen.

## Ausgangslage

Zurzeit verwendet der Auftraggeber die von den Herstellern bereitgestellte Software, welche jedoch seine Erwartungen nicht erfüllt. Die vorhandenen Lösungen sind in ihrer Funktionalität eingeschränkt, bieten keine ausreichende Flexibilität bei der Steuerung der Verbraucher und lassen sich nur begrenzt an individuelle Anforderungen anpassen.

Daher soll im Rahmen dieses Projekts eine eigenständige Softwarelösung entwickelt werden, die den Stromertrag der Photovoltaikanlage optimal nutzbar macht, die Steuerung variabler Verbraucher intelligent übernimmt und gleichzeitig eine einfache Bedienung über eine mobile App ermöglicht.

# Projektziele

## Erweiterbarkeit

Bei der Entwicklung wird stets der Ansatz verfolgt, sodass spätere Weiterentwicklungen oder Anpassungen durch den Auftraggeber reibungslos ablaufen können. Um dieses Kernkonzept zu Unterstützen und dem Auftraggeber eine stetige Einsicht in das Projekt zu gewähren wird der gesamte Quellcode öffentlich auf GitHub zugänglich gemacht.

## Sicherheit

Da elektrische Geräte wie der Raspberry Pi verwendet werden, müssen diese vor Staub & Wasser geschützt werden.

Der Zugriff auf die App und Funktionen der App, wird durch die Verwendung eines Master-Passworts geschützt.

Außerdem funktioniert die App nur, wenn sich der Nutzer im Heimnetzwerk befindet, um den Einstieg von unautorisierten Personen zu verhindern.

## Funktionale Anforderungen

Das Projektziel ist es, eine funktionsfähige Handy-App zu planen, entwickeln und konstruieren.

### Muss-Ziele

Diese Ziele müssen nach Fertigstellung des Projekts erfüllt werden, ansonsten gilt es als gescheitert.

**Kommunikationsschnittstelle für IoT-Geräte**

*Schnittstelle für direkte Kommunikation mit IoT-Geräten und Backend-Applikation. Das Backend muss folgende Aufgaben erfüllen:*

* Laufende Protokollierung des aktuellen Stromverbrauchs, Einspeiseleistung, Netzbezugsleistung; Summenbildung für 15min Intervalle
* Log der Steuerentscheidungen
* Lokale Datenbank zum Informationsspeichern/abrufen

**Kommunikationsschnittstelle für Handy-App**

*Schnittstelle für asynchrone Kommunikation mit dem Backend und den jeweiligen IoT-Geräten.*

**Handy-App**

*Implementierung/Design einer Handy-Applikation (Android, IOs) für Verwaltung und Steuerung der PV-Anlage. Das Programm muss folgende Aufgaben erfüllen:*

* **Anzeigeoptionen**

­ Stromertrag PV-Anlage

­ Ladestand E-GO Wallbox

­ Aktueller Strompreis

- Gesamtverbrauch Haushalt & untersch. Verbraucher

* + **Einstellungsmöglichkeiten**

­ Ladepriorität

­ Aufwärm-Zyklen des Wasserboilers

­ E-GO Wallbox

­ Flexible Anpassung Verbrauchs / Ertragskurven

### Soll-Ziele

Diese Ziele werden erst nach Fertigstellung der Muss-Ziele bearbeitet.

**Aktuell gewählte Ladepriorität**

Anzeige einer Liste der aktuellen Prioritäten (Haus-Akku oder E-Auto mit Angabe der tgl. zu ladenden KWh

**Steuerung der variablen Verbraucher nach gewünschter Priorität**

Management der unterschiedl. Verbraucher und Festlegen einzelner Prioritäten.

**Betrag für Einspeisevergütung pro eingespeister KWh**

Übersichtliche Anzeige der aktuellen Einspeisevergütung über externe API.

**Reagieren auf Veränderungen der Verbrauchskurven oder des PV-Ertrags**

Das System soll flexibel & effizient auf Änderungen reagieren.

* Festlegen eines Ladeziels für das E-Auto (Folgetag, täglich, wochentags). Falls zu weniger PV-Ertrag à über Nacht laden

**Backgroundservices am lokalen PC**

* Tabelle für Summenwerte aus der laufenden Protokollierung
* Steuerung der variablen Verbraucher über den Tag, um Ertrag zu optimieren
* Warmwasserboiler – Sommer- & Winterzeitunterschiede

### Kann-Ziele

Diese Ziele sind zusätzliche Funktionen, die nach der Bearbeitung der Muss- und Sollziele bearbeitet werden.

**iOS-Zusatz für die App**

Eine Version der App für Apple-Geräte

**Darstellen der Kurven für Verbrauch, Ertrag, Einspeisung für Tag, Monat, Jahr**

Kurvendiagramme für die Änderungen des Verbrauchs, Ertrag & Einspeisung der letzten Tage / Wochen

# Projektorganisation

## Rollenverteilung

**Auftraggeber**: Andreas Hechenberger

**Hauptbetreuer**: Mag. Gröbl Robert

**Nebenbetreuer**: Dipl.-Ing. Eigner Raimund

**Projektleiter**: Jonas Aberger

**Projektteam**: Jonas Aberger, Fabian Haslinger, Tim Hechenberger

## Aufgabenverteilung

**Übergreifende Aufgaben**

* Machbarkeitsstudien / Prototyping & Framework Recherche
* UI-Entwurf mittels FIGMA
* Controlling & Testing
* Dokumentation

**Jonas Aberger**

* UI-Entwicklung
* Frontend-Programmierung
* Datenbank-Schema Design
* Datenbankanbindung

**Fabian Haslinger**

* Zeiteinteilung (GanttChart)
* UI-Entwicklung
* Frontend-Programmierung
* Implementierung der Diagramme

**Tim Hechenberger**

* Backgroundservices lokaler PC
* Entwurf / Implementierung der Backend-Schnittstellen
* Datenbank-Schema Design
* Datenbankanbindung
* IoT-Backend-Architektur/Umsetzung

## Zeitplans