

**HTL SAALFELDEN**

**Höhere Abteilung für Informatik**

HTL_Logo

**Pflichtenheft zur Diplomarbeit**

PV-Anlagen

Ertragssteuerung

**Intelligentes Energiemanagementsystem zur optimalen Steuerung von Photovoltaikanlage, Heimspeicher, Elektrofahrzeug und Warmwassererzeugung.**

**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 (RaspberryPI) 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 |
| 0.5 | 19.09.2025 | Jonas Aberger  Fabian Haslinger  Tim Hechenberger | Erweiterung des Dokumentinhaltes   * Projektorganisation * Ziele überarbeitet |
| 0.6 | 23.09.2025 | Tim Hechenberger | Erweiterung des Dokumentinhaltes   * Projektorganisation |
| 0.7 | 25.09.2025 | Jonas Aberger | Erweiterung des Dokumentinhaltes   * Projektorganisation überarbeitet * Projektziele MUSS/SOLL angepasst |
| 0.8 | 29.09.2025 | Tim Hechenberger | Anpassung der Zieldefinitionen nach Besprechung mit Auftraggeber |
| 0.9 | 30.09.2025 | Jonas Aberger |  |

Inhalt

[DOKUMENTVERSIONEN 3](#_Toc209694583)

[Erklärung 6](#_Toc209694584)

[Aufgabenstellung 7](#_Toc209694585)

[Projektfindung 7](#_Toc209694586)

[Ausgangslage 7](#_Toc209694587)

[1. XXX JAHRESBERICHT ZUSAMMENFASSUNG 8](#_Toc209694588)

[Projektziele 8](#_Toc209694589)

[Erweiterbarkeit 8](#_Toc209694590)

[Sicherheit 8](#_Toc209694591)

[Funktionale Anforderungen 9](#_Toc209694592)

[Muss-Ziele 9](#_Toc209694593)

[Soll-Ziele 10](#_Toc209694594)

[Kann-Ziele 10](#_Toc209694595)

[Projektorganisation 11](#_Toc209694596)

[Rollenverteilung 11](#_Toc209694597)

[Aufgabenverteilung 11](#_Toc209694598)

[Jonas Aberger 11](#_Toc209694599)

[Fabian Haslinger 11](#_Toc209694600)

[Tim Hechenberger 12](#_Toc209694601)

[Zeitplan 12](#_Toc209694602)

**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 | | |

Ein Bild, das Text, Screenshot, Quittung, Schrift enthält.

KI-generierte Inhalte können fehlerhaft sein.

# 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

Derzeit nutzt der Auftraggeber zur Verwaltung der Photovoltaikanlage eine bereits etablierte Softwarelösung, die funktional eingeschränkt ist und kaum Flexibilität bei der Verbrauchersteuerung bietet. Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer eigenständigen Mobile-App, die durch die intelligente Steuerung variabler Verbraucher eine flexible und effiziente Nutzung der PV-Anlage ermöglicht.

# XXX JAHRESBERICHT ZUSAMMENFASSUNG

**Prototyp BILD**

**ZUSAMMENFASSUNG DES PROJEKTES**

Die Applikation besteht aus einem Backend mit Datenbank auf einem Raspberry Pi sowie einer Android-App als Benutzeroberfläche. Ziel ist die Entwicklung einer flexiblen und übersichtlichen Softwarelösung, die den erzeugten PV-Strom effizient auf verschiedene aktuelle und zukünftige Verbraucher verteilt. Dadurch wird eine transparente Überwachung & Steuerung des Energieflusses 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.

**Backend-Applikation / Kommunikationsschnittstelle für IoT-Geräte**

*Schnittstelle für die direkte Kommunikation zwischen 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 zur konsistenten Datenspeicherung

**Backend-Applikation / Kommunikationsschnittstelle für Handy-App**

*Schnittstelle für asynchrone Kommunikation zwischen der Handy-App und der Backend-Applikation.*

**Frontend-Applikation / Handy-App**

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

* **Anzeigeoptionen**

­ Stromertrag PV-Anlage

­ Zugeführter StrombetragE-GO Wallbox

­ Aktueller Strompreis (EPEX)

- Gesamtverbrauch Haushalt & untersch. Verbraucher

* + **Einstellungsmöglichkeiten**

­ Ladepriorität

­ Aufwärm-Zyklen des Wasserboilers

­ E-GO Wallbox

­ Flexible Anpassung anhand von Verbrauch / Ertragskurven

### Soll-Ziele

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

**Exception-Handling / Fail-Safe**

*Das System soll fehlerhafte API-Responses der externen APIs korrekt behandeln und den User stets über fehlerhafte Verarbeitungen*

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

*Das System soll flexibel & effizient auf Änderungen reagieren können. Zum Beispiel:*

* + Festlegen eines Ladeziels für das E-Auto (Folgetag, täglich, wochentags).

Falls zu weniger PV-Ertrag à mit Nacht-Strom ausgleichen

**Backgroundservices am lokalen PC**

*Folgende Aufgaben sind definiert:*

* Steuerung der Verbraucher im Tagesverlauf zur Optimierung des Ertrags
* Anpassung der Warmwasserboiler-Steuerung an Sommer und Winterzeitunterschiede

## Kann-Ziele

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

**iOS-Zusatz für die App**

*Eine IOs Version der Handy-Applikation*

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

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

**Externen Zugriff außerhalb des Heimnetzwerkes**

*Der Endnutzer soll auch mittels VPN- / Proxy-Verbindung auf die Applikation zugreifen können.*

# 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**

* Controlling & Testing
* Dokumentation

### Jonas Aberger

**Recherche & Prototyping**

* React Native – Expo Framework
* Recherche InfluxDB / Fronius API / E-Go API

**Programmierung**

* Administrative Tätigkeiten
* UI-Design & Frontend-Entwicklung
* Unterstützung beim Entwurf / Implementierung der Backend-Schnittstellen
* Datenbank-Schema Design
* Datenbankanbindung

### Fabian Haslinger

**Recherche & Prototyping**

* React Native – Expo Framework

**Programmierung**

* UI-Entwurf mittels FIGMA
* Zeiteinteilung
* UI-Design & Frontend-Programmierung
* Implementierung der PV-Diagramme

### Tim Hechenberger

**Recherche & Prototyping**

* Recherche InfluxDB / Fronius API / E-Go API / EPEX-API / RaspberryPI

**Programmierung**

* Backgroundservices am lokalen RaspberryPI
* Entwurf / Implementierung der Backend-Schnittstellen
* Fehler und Ausnahmebehandlung der IoT-Geräte
* Datenbank-Schema Design
* Datenbankanbindung

## Zeitplan

Ein Bild, das Text, Screenshot, Zahl, Diagramm enthält.

KI-generierte Inhalte können fehlerhaft sein.

**Backend (Raspberry Pi):**

* Kommunikation mit IoT-Geräten: PV-Anlage, E-Go Wallbox, Warmwasserboiler, weitere steuerbare Verbraucher
* Schnittstellen zu externen APIs: Fronius API, E-Go API, EPEX-API
* Erfassung aktueller Messwerte, Verbrauchsdaten und Strompreise
* Speicherung in lokaler InfluxDB-Datenbank
* Kontinuierliche Protokollierung und Aggregation in 15-Minuten-Intervallen
* Aufzeichnung aller Steuerentscheidungen zur Nachvollziehbarkeit
* Exception-Handling für fehlerhafte oder unvollständige API-Antworten

**Frontend (Android-App, React Native Expo Framework):**

* Visualisierung des aktuellen Stromertrags, Netzbezugs, Eigenverbrauchs und Ladezustand der Batterie
* Anzeige einzelner Verbraucher und deren Stromverbrauch in Echtzeit
* Einstellungsmöglichkeiten
  + Priorisierung von Ladevorgängen (E-Auto, Warmwasserboiler)
  + Festlegen von Ladezielen
  + Flexible Anpassung anhand von Verbrauchs- und Ertragskurven
* Intuitive / benutzerfreundliche Oberfläche

**Gesamtergebnis**

* Effiziente Verteilung des erzeugten PV-Stroms
* Maximierung der Eigenverbrauchsquote
* Kombination aus lokaler Datenhaltung, flexibler Steuerung und mobiler Bedienung
* Transparente und zukunftsfähige Verwaltung der PV-Anlage