Ein Bild, das Grafiken, Schrift, Text, Logo enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Diplomarbeit in höherer Abteilung für Informatik

Green Crypto Mining

## Überschussbasierte Crypto-Mining Software für eine Photovoltaik-Anlage und Speicher mit InfluxDB und MongoDB

Diplomarbeitsnummer:

Autoren:

Alessandro Davare

Sarah Hagenhofer

Betreuer:

Dipl.-Ing. Raimund Eigner

Prof. Mag. Robert Gröbl

Ausgeführt im Jahr 2023/24

Vorwort

Die Aufgabe dieses Projektes besteht darin, eine Software für unseren Auftraggeber Raimund Eigner zu entwickeln, welche Daten einer geplanten PV-Anlage mit dazugehörigem Stromspeicher erfasst und anhand der ausgelesenen Daten eine automatische Steuerung der für uns bereitgestellten Mining Asics der Marke Whatsminer und Antminer bietet. Ebenfalls soll es eine Möglichkeit geben, die Rechner manuell zu konfigurieren und die Hashrate von jeden einzelnen sowie von allen Geräten gleichzeitig verändern zu können….

Abstracts

The goal of this project is the development of a software for our partner Raimund Eigner, which records data from a planned PV system with associated electricity storage and based on the data read, offers automatic control of the mining asics from Whatsminer and Antminer provided to us. here should also be an option to configure the miners manually and to be able to change the hashrate of each individual and all devices at the same time…

# Kurzfassung/Aufgabenstellung

## 5AHINF – Reife und Diplomprüfung 2023/24

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Thema | Entwicklung einer Software zum überschussbasierten Crypto-Mining für eine Photovoltaik-Anlage mit Speicher | |
| Aufgabenstellung(Kurzfassung) | Ziel ist die Planung und Programmierung einer Software, welche auf einem handelsüblichen RasPi zur Steuerung von Crypto-Mining-Hardware umgesetzt werden soll. Das System soll Daten aus einer Photovoltaik-Anlage zur optimier­ten Steuerung nutzen. Einerseits die Momentan Produktionsleistung der An­lage sowie die Momentan Kapazität des Speichers.  Die intelligente und adaptive Steuerung der Hashrate der Mining-Hardware ba­siert auf momentan produzierter und gespeicherter Energie, der aktuellen Ta­ges- und Jahreszeit sowie die momentan betrieblich benötigte Leistung (saiso­nal starke Schwankungen). Dadurch soll lediglich Überschussenergie sowie nicht benötigte Speicherkapazität des Systems (über Nacht) für Mining zur Ver­fügung gestellt werden. | |
| Kandidaten / Kandidatinnen | | Betreuer / Betreuerin |
| Sarah Hagenhofer | | Dipl.-Ing. Raimund Eigner  Prof. Mag. Robert Gröbl |
| Alessandro Davare | | Dipl.-Ing. Raimund Eigner  Prof. Mag. Robert Gröbl |

|  |
| --- |
| Externe Kooperationspartner |
| Firma / Institution: - |
| Betreuer / Kontaktperson: Raimund Eigner |
| Schriftliche Kooperationsvereinbarung liegt vor: / |
| **Budget:** 10.000 € |
| Bedeckung durch: Dipl.-Ing. Raimund Eigner |
| **Geplante Verwertung der Ergebnisse:**  Inbetriebnahme der Software |

Erklärung

Die unterfertigten Kandidaten haben gemäß § 34 (3) SchUG in Verbindung mit § 22

(1) Zi. 3 lit. b der Verordnung Uber 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**

**05.04.2024**

**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.**

|  |  |
| --- | --- |
| Kanditaten / Kandidatinnen | Unterschrift |
| Alessandro Davare |  |
| Sarah Hagenhofer |  |

# Inhaltsverzeichnis

[Überschussbasierte Crypto-Mining Software für eine Photovoltaik-Anlage und Speicher mit InfluxDB und MongoDB 1](#_Toc153813252)

[1. Kurzfassung/Aufgabenstellung 3](#_Toc153813253)

[5AHINF – Reife und Diplomprüfung 2023/24 3](#_Toc153813254)

[Thema 3](#_Toc153813255)

[Entwicklung einer Software zum überschussbasierten Crypto-Mining für eine Photovoltaik-Anlage mit Speicher 3](#_Toc153813256)

[Aufgabenstellung 3](#_Toc153813257)

[(Kurzfassung) 3](#_Toc153813258)

[Kandidaten / Kandidatinnen 3](#_Toc153813259)

[Betreuer / Betreuerin 3](#_Toc153813260)

[Externe Kooperationspartner 4](#_Toc153813261)

[Inhaltsverzeichnis 6](#_Toc153813262)

[1. [ Planung ] 10](#_Toc153813263)

[2. [ Einleitung ] 11](#_Toc153813264)

[3. Motivation und Zielsetzung 12](#_Toc153813265)

[4. Arbeitsdokumentation 13](#_Toc153813266)

[Recherche 13](#_Toc153813267)

[PV-Paneele / Hagenhofer 13](#_Toc153813268)

[Speicher / Hagenhofer 13](#_Toc153813269)

[5. Zusammenfassung 15](#_Toc153813270)

[6. Literaturverzeichnis 17](#_Toc153813271)

[7. Anhänge 18](#_Toc153813272)

[8. [ Selbstständigkeitserklärung ] 19](#_Toc153813273)

**NOTES AN UNS WÄHREND WIR SCHREIBEN:**

* **Umbrüche, Schriften etc. vor Abgabe noch einmal korrigieren**
* **Überschriften 1. Ordnung Arial 16, fett, Abstand** 🡪 **12 Pt. links (0,42 cm) und 5 Pt. rechts (0,18 cm)**
* **Überschriften 2. Ordnung Arial 14 fett, Abstand 🡪 12 Pt. links und 5 Pt. rechts**
* **Standard-Schrift: Arial 12, Blocksatz, Zeilenabstand 1.5,**

[ Abbildungsverzeichnis ]

# [ Planung ]

# Aufgabenstellung

# Projektfindung

Das Interesse an Kryptowährungen jeglicher Art als Geldanlage oder generell als sichere sowie verschlüsselte digitale Währung ist heute auf einem All-Time-High und immer mehr und mehr Menschen wollen sich damit auseinandersetzen, genauso wie unser Auftraggeber Raimund Eigner.

Die Idee hinter dieser Diplomarbeit ist die alternative Verwertung von PV-produzierten Überstrom. Nachdem die Einspeisetarife wieder gefallen sind und die Crypto-Adoption im Vormarsch ist, kann diese alternative Verwertung von Überstrom durchaus als ein interessantes Pilotprojekt gesehen werden.

# Ausgangslage

Der Auftraggeber plant derzeit eine PV-Anlage für einen bestehenden Ferienhauskomplex. Der Strombedarf des Betriebes schwankt saisonal sehr stark, wobei die PV-Anlage den Großteil des nötigen Strombedarfs decken soll. Die Anlage liefert eine Engpassleistung von ca. 70 kWp und wird über einen Stromspeicher von ca. 60 Ah verfügen.

In den Wintermonaten zwischen Dezember und März wird ein zusätzlicher Stromzukauf aufgrund der wenigen Sonnenstunden und des niedrigen Sonnenstandes notwendig sein. In diesen Monaten beträgt der Verbrauch im Schnitt 140 kWh. In den Zwischensaisonen im Frühjahr und im Herbst sink der tägliche Verbrauch auf ca. 11 kWh, was zu einer Überkapazität von geschätzten 340 kWh pro Tag führt. Der Verbrauch in der Sommersaison beträgt 130 kWh. Mit den Überkapazitäten soll in erster Instanz der Stromspeicher gefüllt werden und folglich die Restkapazität für Mining-ASICs zur Verfügung stehen.

# Ziele

Das Projektziel ist es, über einen Raspberry Pi 4 den Controller umzusetzen, welcher folglich im Headless-Mode (ohne Maus, Tastatur, Bildschirm) im 24/7 Betrieb läuft und über entsprechende APIs der Hersteller (PV-Steuermodul sowie Batterie-Speicher-Steuermodul) die nötigen Daten bzgl. Verfügbarer Leistung – sowie über die APIs der Mining-ASICs die nötigen Steuerbefehle bzgl. Anpassung der Hashrate – auswertet bzw. absetzt

Der Zugriff soll über eine Mobile-App sowie über den Browser auf eine Maintenance Page zur Einstellung und zum Monitoring des Systems umgesetzt werden. Es sollen auch Status-Meldungen von den Minern als auch der PV-Anlage sowie des Stromspeichers angezeigt werden

# Funktionale Anforderungen

## Muss-Ziele

Diese Ziele müssen nach Fertigstellung des Projektes erfüllt sein, damit es als gelungen betrachtet werden kann.

### Recherche: Hersteller APIs der einzelnen Komponenten

Es muss eine umfangreiche Recherche über die verfügbaren APIs der Hersteller durchgeführt und dokumentiert werden.

### Kommunikationsfähigkeit: RasPi-GCMC-Controller / Mining-Hardware / PV-Controller / Stromspeicher-Controller

Es muss der Softwarecontroller mit den nötigen Interfaces zu den Systemkomponenten voll funktionsfähig auf dem RasPi umgesetzt werden.

### GCMC Maintenance-App mobile und Browser Webapp

Es muss eine App mit responsivem Design für mobile Endgeräte und Browser umgesetzt werden, über welche diverse Einstellungen vorgenommen- und das Monitoring des Systems dargestellt werden kann (Verbrauchskurve, geminte Crypto Tokens, Produktionsleistung, Ladestand Stromspeicher, etc.)

## Soll-Ziele

Diese Ziele sind optional, an ihnen wird nur gearbeitet, wenn nach der Bearbeitung der Muss-Ziele noch Zeit zur Verfügung steht.

### Adaptive Logik für prädikative Stromproduktion und Verbrauch auf Basis historischer Daten

Es soll eine Logik integriert werden, welche auf Basis von Jahreszeit (Produktionsleistung aufgrund des Sonnenstandes und der Sonnenstunden) und saisonaler Auslastung (Verbrauchsdaten im saisonalen Betrieb) einen Stellwert für eine optimale Wahl der Hashrates definiert. Es werden daher historische Daten verwendet um eine Vorhersage (predictive algorithm) über Produktion und Verbrauch treffen zu können.

### Einbindung von ROI (return of investment) Daten in die App auf Basis von Crypto-Kursen und Strompreisen

Es soll eine Rentabilitätsdarstellung in der App umgesetzt werden.

# Nichtfunktionale Anforderungen

…

# Projektorganisation

# Rollenverteilung

Auftraggeber Dipl.-Ing. Raimund Eigner

Hauptbetreuer Dipl.-Ing. Raimund Eigner

Nebenbetreuer Prof. Mag. Robert Gröbl

Projektleiter Alessandro Davare

Projektteam Alessandro Davare, Sarah Hagenhofer

# Aufgabenverteilung

## Alessandro Davare

* Recherche und Dokumentation: Mining Asics bzw. deren APIs
* Aufsetzung und Konfiguration Raspberry Pi
* Miner Controller
* Webapp für Monitoring sowie Maintenance Page
* Möglichkeit mehrere Asics hinzuzufügen
* Einstellungsseite User
* Return of Investment (Soll Ziel)

## Sarah Hagenhofer

* Recherche und Dokumentation: PV-Paneele und Speicher
* PV Controller
* Speicher Controller
* Mobile App für Monitoring sowie Maintenance Page
* Vergangene Wetterdaten in Datenbank (Soll Ziel)
* Vorhersage für „beste“ Einstellungen anhand Wetterdaten (Soll Ziel)

# Zeitplan

# Projektrecherche

# Anwendungen

Für die Umsetzung dieser Arbeit werden einige externe Softwares benutzt, um die genannten Ziele zu erreichen. Die folgenden Programme werden hauptsächlich für das Programmieren unserer Software, Planung bzw. Design der Software sowie Datenaustausch und Projektumsetzung benutzt.

# Programmierumgebungen (Davare)

Daher dass es die Hauptaufgabe dieses Projektes ist, eine Anwendung für die Steuerung von sogenannten Mining-Asics zu programmieren, werden auch einige Anwendungen benötigt, in denen programmiert werden kann. Die IDEs (Integrated Development Environment) bieten dem Entwickler einige Tools, die bei der Programmierung direkt oder auch indirekt helfen. Mögliche Beispiele für Tools sind Texteditor mit Code-Autovervollständigung und Syntaxhervorhebung, Code-Compiling, Projekt- und Dateiverwaltung und noch viele weitere.

# Visual Studio (Davare)

Die von Microsoft entwickelte IDE ist die Anlaufstelle, wenn es um die Umsetzung von C++-, C#-, J#-, Visual Basic- und .NET Projekten geht. Im Gegensatz zu andere bereits bestehende Programmierumgebungen bietet VS noch einen Compiler, Codeabschlusstools, grafische Designer sowie viele Weitere Quality of Life (QoL) Features, welche den Entwickler dabei unterstützen, die Projektentwicklung so einfach wie möglich zu machen. Durch die Möglichkeit weitere Pakete zu Visual Studio hinzuzufügen, bieten sich noch viele weitere Möglichkeiten, welche mit der Standardversion nicht möglich sind, z.B. Azure-, Python- und Node.js Entwicklung, Desktop bzw. Mobileentwicklung mit C++ oder auch direkt Spieleentwicklung mit Unity oder anderen ähnlichen Engines.   
In diesem Projekt wird die Software für die Umsetzung der Webapp in .NET MudBlazor benutzt.   
[VS Seite]

# Visual Studio Code

# Jetbrains PyCharm

# Microsoft Office Produkte

# Weitere Anwendungen

# Figma

# Draw.io

# MongoDB Compass

# Postman

# Discord

# Google Chrome

# Microsoft Edge

# Google Suchmaschine

# Oracle VM Virtual Box

# EndeavourOS „Galileo“

# Projekt Verwaltung

# Git

# GitHub

# Programmiersprachen

# Python

# C#

# JavaScript

# Datenbanken

# MongoDB

# InfluxDB

# Frameworks

# .NET

# Blazor

# MudBlazor

# Systemkomponenten

# Stromkomponenten

# Miner

# Whatsminer

# Antminer

# Weitere Komponenten

# Revolution Pi

# Umsetzung

# [ Einleitung ]

# Motivation und Zielsetzung

# Arbeitsdokumentation

## Recherche

### PV-Paneele / Hagenhofer

Für eine funktionierende PV-Anlage werden natürlich Paneele benötigt. Für unser Projekt war es zunächst unklar, ob mit Paneelen der Marke „Fronius“ oder „Huawei“ gearbeitet wird.

Fronius ist ein seit 1945 existentes österreichisches Unternehmen, das unter anderem seit 1992 auf Solarenergie spezialisiert ist. Das Unternehmen ist innovativ, hochqualitativ und wurde von Dun & Bradstreet, dem größten Dienstleister für B2B-Wirtschaftsinformation weltweit, mit dem höchsten Sicherheitsfaktor ausgezeichnet [Fronius, Zugriff: 22.01.2024]. Zudem wurde Fronius mit zahlreichen Leistungen wie dem Österreichischen Staatspreis für Umwelt- und Energietechnologie (2007) und dem Intersolar Award (Symo GEN24 Plus, 2020) ausgezeichnet [Fronius, Zugriff: 22.01.2024].

Huawei ist ein ursprünglich chinesisches Unternehmen, das sich seit mehreren Jahren auch auf Solarenergie spezialisiert hat. Inzwischen ist es führend in mehreren verwandten Bereichen, unter anderem auch bei der Innovation von Energie-Speichersystem-Architekturen. Das Unternehmen hat zum aktuellen Stand 997 Mrd. kWh grüne Energie erzeugt und damit 431 Mio. Tonnen CO2 Emissionen reduziert [Huawei, 22.01.2024].

### Speicher / Hagenhofer

Der Stromspeicher ist wohl das Herz einer hoch-funktionalen PV-Anlage. Wenn der Bedarf an Haushaltsstrom gedeckt ist, wird dieser Stromspeicher von dem überschüssigen PV-Strom aufgeladen wie ein Akku. Sobald der Bedarf des Hauses höher ist als der aktuell produzierte Strom, wird der Speicher wieder entladen.  
Obwohl PV-Anlagen grundsätzlich auch ohne Stromspeicher funktionieren, steigert er den Eigenverbrauch des eigenproduzierten Stroms enorm. Die Energiekosten werden dadurch gesenkt und weniger sonnige Zeiten überbrückt [Bundesverband Photovoltaic Austria, Zugriff: 18.12.2023].

Grundsätzlich sind zum aktuellen Stand zwei Batteriearten auf den Markt verbreitet. Sowohl Lithium-Ionen-Batterien, als auch Natrium-Ionen-Batterien werden zum Großteil verwendet. Beide Arten haben verschiedene Vorteile, die durchaus verglichen werden müssen, um die bessere Option für den eigenen Bedarf aussuchen zu können.

* Lithium-Ionen-Batterien:

Lithium-Ionen-Akkus werden schon seit einigen Jahren in elektronischen Gegenständen wie beispielsweise Smartphones verwendet. Sie haben einen hohen Wirkungsgrad und können sehr oft geladen werden, bevor sie ausgetauscht werden müssen. Außerdem sind sie immer noch voll im Trend der Forschung und werden fortlaufend modernisiert und verbessert. Ein potenzielles Problem stellt eine mögliche Überhitzung da, zu der es potentiell bei Speicherüberladung kommen kann. In modernen Batterien wird mögliche Überhitzung allerdings schon aktiv durch intelligente Ladesysteme vorgebeugt [Verbund AG, Zugriff: 18.12.2023], [Bundesverband Photovoltaic Austria, Zugriff: 18.12.2023].

* Natrium-Ionen-Batterien:  
  Natrium-Ionen-Batterien funktionieren grundsätzlich sehr ähnlich wie Lithium-Ionen-Batterien. Natrium, einer der Grundbestandteile, ist allerdings um einiges leichter anzuschaffen als Lithium, weswegen diese Art in der Anschaffung umweltfreundlicher ist. Die Batterie stellt höhere Lade- und Entladeströme bereit, zusätzlich ist sie gegen Überhitzung und Explosion geschützt und deshalb sehr sicher. Ein Nachteil jedoch ist, dass Natrium-Ionen-Batterien recht groß und schwer sind, weswegen sie einen dementsprechend passenden Platz brauchen, um installiert zu werden [Bundesverband Photovoltaic Austria, Zugriff: 18.12.2023], [Energieheld Schweiz, Zugriff: 18.12.2023].

FEHLEND: Genaues Modell des Stromspeichers???

### Miner APIs / Davare

### Bitmain Whatsminer

Die „Whatsminer“ Geräte des weltweit agierenden chinesischen Herstellers Bitmain benutzen eine einheitliche API mit der aktuellen Version 2.0.5 [AWS, Zugriff: 18.12.2023].

Bevor die API vollständig benutzt werden kann, müssen erst ein paar wenige Schritte befolgt werden. Per Default ist nämlich das Schreibrecht deaktiviert und es muss über das Hersteller Tool „WhatminerTool“ aktiviert werden. Hierfür ist es notwendig das Standardpasswort des Admins zu ändern und die API per Knopfdrück und Bestätigung zu aktivieren.

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

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung : Aktivierung API in Whatminer Tool

Bei Erfolgreicher Aktivierung wird bei dem jeweiligen Miner unter „API“ der Status „ON“ angezeigt.

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

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung : API eingeschaltet

Nun sollte auf die API über die IP des Miners sowie dem Port 4028 zugegriffen werden können. Es ist zu beachten, dass wenn eine Verbindung zu dem Port aufgebaut wird und der Miner innerhalb von zehn Sekunden keine Daten erhält, dass die Verbindung automatisch geschlossen wird. Für die Write-Funktionen wird außerdem ein Token benötigt, welcher über den API-Endpoint „get\_token“ angefragt werden kann. Dieser hält für 30 Minuten und muss für weitere Anfragen nach Ablauf erneuert werden. Ein Miner kann gleichzeitig bis zu 16 IP-Clients gleichzeitig haben wobei jeder Client gleichzeitig bis zu 32 Tokens haben kann.

# Zusammenfassung

# Literaturverzeichnis

* [AWS, Zugriff 18.12.2023]:   
  <https://aws-microbt-com-bucket.s3.us-west-2.amazonaws.com/WhatsminerAPI%20V2.0.5.pdf>
* [Bundesverband Photovoltaic Austria, Zugriff: 18.12.2023]: <https://pvaustria.at/pv-speicher/>
* [Verbund AG, Zugriff: 18.12.2023]: <https://www.verbund.com/de-at/privatkunden/themenwelten/photovoltaik/lithium-ionen-akku>
* [Energieheld Schweiz, Zugriff: 18.12.2023]: <https://www.energieheld.ch/solaranlagen/stromspeicher/salzspeicher#:~:text=Salzwasserspeicher%2C%20welche%20auf%20die%20Natrium,Kilowattstunden%20(kWh)%20Kapazit%C3%A4t%20angeboten>
* [Fronius, Zugriff: 22.01.2024]:   
  <https://www.fronius.com/de-at/austria/solarenergie/ueber-uns/warum-fronius>  
  <https://www.fronius.com/de-at/austria/solarenergie/ueber-uns/geschichte>
* [Huawei, Zugriff: 22.01.2024]:  
  <https://solar.huawei.com/at>

# Anhänge

# [ Selbstständigkeitserklärung ]