



# **Nebula: Mining Cluster**

Christoph Amrein

(dieser Bereich kann von den Diplomanden  
zur freien Gestaltung verwendet werden)

## Management Summary

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>1</b>
1.1	Weshalb soll das Projekt realisiert werden? . . . . .	1
1.2	Für wen ist das Projekt gedacht? . . . . .	1
1.3	Situationsanalyse . . . . .	1
1.3.1	Stärken . . . . .	2
1.3.2	Schwächen . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Ziele</b>	<b>2</b>
2.1	Vorgehensziele . . . . .	2
2.2	Projektziele . . . . .	3
2.2.1	Lieferobjekte . . . . .	4
2.2.2	Rahmenbedingungen . . . . .	4
2.2.3	Abgrenzungen . . . . .	4
2.3	Lösungsbeschreibung . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Kosten</b>	<b>5</b>
3.1	Einmalige Kosten . . . . .	5
3.2	Betriebskosten (Repetitiv) . . . . .	6
3.3	Gesamtkosten . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Wirtschaftlichkeit</b>	<b>7</b>
4.1	Spekulation . . . . .	7
4.2	Infrastruktur . . . . .	7
4.3	Return of Investment . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Planung</b>	<b>9</b>
5.1	Grober Projektplan . . . . .	9
5.2	Termine . . . . .	10
5.3	Ressourcen . . . . .	10
5.3.1	Personal . . . . .	10
5.3.2	Budget . . . . .	10
5.3.3	Sachmittel . . . . .	10
<b>6</b>	<b>Organisation</b>	<b>11</b>
6.1	Projektorganisation . . . . .	11
6.2	Projektablage . . . . .	12

<b>7</b>	<b>Cluster-Software evaluation</b>	<b>12</b>
7.1	Cluster Software Kriterien . . . . .	12
7.2	Informationsbeschaffung . . . . .	13
<b>8</b>	<b>Lösungsvarianten</b>	<b>13</b>
8.1	Variantenübersicht . . . . .	13
8.2	Variante V1 «OpenHPC» . . . . .	13
8.2.1	Beschreibung . . . . .	13
8.2.2	Installation und Betrieb . . . . .	14
8.2.3	Voraussetzungen, Abhängigkeiten . . . . .	14
8.3	Variante V2 «TinyTitan» . . . . .	14
8.3.1	Beschreibung . . . . .	14
8.3.2	Installation und Betrieb . . . . .	14
8.3.3	Voraussetzungen, Abhängigkeiten . . . . .	14
8.4	Variante V3 «Minimale Lösung» . . . . .	15
8.4.1	Beschreibung . . . . .	15
8.4.2	Installation und Betrieb . . . . .	15
8.4.3	Voraussetzungen, Abhängigkeiten . . . . .	15
8.5	Anforderungsabdeckung der Varianten . . . . .	15
8.6	Bewertung der Varianten . . . . .	16
8.7	Variantenentscheid . . . . .	16
<b>9</b>	<b>Risiken</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>Konzept</b>	<b>17</b>
10.1	Aufbau . . . . .	18
10.1.1	Physikalische Verbindungen . . . . .	18
10.1.2	Technische Verbindungen & Kommunikation . . . . .	20
10.2	Hostnamen . . . . .	21
10.2.1	Managementnode Name . . . . .	21
10.2.2	Reservenode Name . . . . .	21
10.2.3	Computenode Namen . . . . .	22
10.3	Design der Lösung . . . . .	23
<b>11</b>	<b>Realisierung und Einführung</b>	<b>23</b>
11.1	Ausführen . . . . .	23
11.2	Tests . . . . .	23
11.3	Wirtschaftlichkeit . . . . .	24
11.4	Persönliche Betrachtung . . . . .	24
11.5	Danksagung . . . . .	24
11.6	Urheberrecht . . . . .	24

<b>12</b>	<b>Schlussbetrachtung</b>	<b>24</b>
12.1	Schlusskommentar zum Ergebnis der gesamten Arbeit . . . . .	24
12.2	Wie geht es mit dem Projekt weiter? . . . . .	24
12.3	Persönliche Betrachtung . . . . .	24
12.4	Danksagung . . . . .	24
12.5	Urheberrecht . . . . .	24
12.6	Zwischenstand . . . . .	24
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>i</b>
A.1	Quellenverzeichnis . . . . .	ii
	<b>Eidesstattliche Erklärung</b>	<b>iii</b>
A.2	Kontakte . . . . .	iii
A.3	Diplomeingabe . . . . .	iii
A.4	Arbeitsjournal . . . . .	vii
A.5	Protkolle . . . . .	vii
A.6	Mails . . . . .	vii
A.7	Datenblätter . . . . .	viii
A.8	Produktinformationen . . . . .	viii
A.9	Benutzerdokumentation . . . . .	viii
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>viii</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>ix</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>x</b>
	<b>Listings</b>	<b>xi</b>

## 1 Ausgangslage

Die aktuelle Umgebung ist nicht auf das Schürfen von Kryptowährungen ausgelegt. Das System hat eine Uptime von maximal 40%. Auch der Standort, der Lärm und die Hitze des Systems und Raumes werden als störend empfunden. Dadurch wurden hauptsächlich Tokens auf Börsen gekauft, welche nicht geschürft werden können. Die Sicherung der Daten ist ebenfalls nicht gewährleistet. Zudem existieren keine Monitoring Tools, welche den Status des Schürfens und der Hardware zu erkennen geben. Dabei wird das Analysieren von Problemen als schwierig erachtet, da keine Logdaten existieren, oder diese mit viel Aufwand zusammengesucht werden müssen. Es wurde bereits vor dem Projektstart die benötigte Hardware für die Umsetzung der neuen HPC Cluster Lösung besorgt.

### 1.1 Weshalb soll das Projekt realisiert werden?

Es soll eine stabile Lösung zum Schürfen von Kryptowährungen auf CPU Basis erschaffen werden, welche permanent in Betrieb sein kann und Profit generiert.

### 1.2 Für wen ist das Projekt gedacht?

Das Projekt wird in eigenem Interesse aufgebaut. Es existieren demnach keine Kunden und Abhängigkeiten zu anderen Personen oder Unternehmen.

### 1.3 Situationsanalyse

Für das Schürfen von Kryptowährungen werden folgende Komponenten eingesetzt:

Nr.	Typ	Komponente	Modell Version
1	HW	Prozessor (CPU)	Intel Core i7-4700, 3.40 GHz Quad Core
2	HW	Grafikkarte (GPU)	NVIDIA GeForce GTX 1070 Ti
3	HW	Festplatte (HDD)	TOSHIBA DT01ACA200
4	SW	Schürf-Software	Minergate, Version 7.2
5	SW	Betriebssystem (OS)	Windows 10 EDU, Version 1709

Tabelle 1: Situationsanalyse Komponenten

**Legende:** HW = Hardware, SW = Software

## 2 Ziele

### 1.3.1 Stärken

Nr.	Kategorie	Beschreibung
1	Bedienbarkeit	Das Schürfen der Währungen kann über ein GUI gestartet werden.
2	Wartung	Es existieren keine Umsysteme

Tabelle 2: Situationsanalyse Stärken

### 1.3.2 Schwächen

Nr.	Kategorie	Beschreibung
1	Flexibilität	Während des Schürfens, ist der Computer für andere Tätigkeiten blockiert.
2	Kosten	die Betriebskosten sind höher als der Ertrag
3	Betriebszeit	Es kann nicht durchgehend Kryptowährungen geschürft werden.

Tabelle 3: Situationsanalyse Stärken

## 2 Ziele

### 2.1 Vorgehensziele

#### Zeitplan

Während der Initialisierungsphase wurde eine Projektplanung mit den Aufgaben und den vorgesehenen Aufwänden während des Projektes erstellt. Die definierten Soll-Aufwände sollen mit den stetig nachgeführten IST-Aufwänden verglichen werden. Die Abweichungen werden im Projektplan direkt errechnet.

#### Meilensteine

Die Meilensteine wurden in der Zeitplanung des Projektes berücksichtigt und definiert. Die Aufwände werden jeweils im Projektplan nachgeführt, dies ermöglicht einen Ist- und Soll-Aufwand Vergleich

#### Arbeitsjournal

Das Arbeitsjournal wird alle 2 Wochen an die Experten versendet. Diese haben die Möglichkeit die Aufwände und investierte Zeit zu prüfen.

#### Beweiserbringung

Alle geleisteten Arbeiten sollen in dokumentarischer Form, Präsentation oder einem Gespräch bewiesen werden können.

## 2.2 Projektziele

Nr.	Ziel	Messgrösse	Kat.	Prio.
01	Die CPU des Clusters soll zu 90% zum Schürfen von Kryptowährung beansprucht werden	Log und Monitoring Auswertungen nach dem Testlauf	LZ	<b>M</b>
02	Die Daten werden auf einem NAS mit RAID I gesichert	Die Festplatten werden einzeln überprüft, der Datenbestand muss identisch sein	BZ TZ	<b>M</b>
03	Der Cluster soll eine Verfügbarkeit von 98% aufweisen	Dies kann erst nach dem Testlauf durch ein Monitoring der Laufzeit gemessen werden	LZ BZ TZ	<b>M</b>
04	Es können während des Betriebs neue Computenodes hinzugefügt werden & ausfallende Computenodes verursachen keinen Unterbruch des Betriebs	Während der Testphase werden neue Computenodes hinzugefügt und Computenodes vom Cluster getrennt	LZ BZ TZ	<b>M</b>
05	Der Cluster kann für verschiedene Anwendungsgebiete eingesetzt werden	Während der Testphase werden andere Applikationen welche die Cluster Ressourcen verwenden sollen installiert	BZ	<b>M</b>
06	Das Betriebssystem soll über das Netzwerk an die Computenodes verteilt werden um SD-Karten zu sparen und ein Betriebssystem zentral verwalten zu können	Wird während der Installation über Systemlogdateien ausgelesen und mit SSH-Zugriffen getestet.	WZ BZ TZ	<b>M</b>
07	Das Schürfprogramm soll automatisiert die gewinnbringendste Währung abbauen	Nach der Testphase werden die Logdateien und Wallets ausgewertet und mit Daten der Währungskurse abgeglichen	LZ WZ	<b>K</b>
08	Mit der geschürften Währung soll auf Börsen gehandelt werden können	Kann nach der Realisierung durch Transaktionslogdaten gemessen werden	LZ WZ	<b>K</b>
09	Die Wartungsarbeiten sollen pro Monat nicht mehr als 3 Stunden betragen	Wird durch ein Eingriffsprotokoll nach der Realisierungsphase festgehalten	BZ	<b>K</b>
10	Der Cluster soll einfach transportierbar und wiederaufbaubar sein	Der Cluster wird nach der Testphase physisch verschoben und neu aufgebaut, dabei wird die Zeit des Wiederaufbaus gemessen	TZ	<b>K</b>

Tabelle 4: Projektziele

**Legende:** LZ = Leistungsziel, WZ = Wirtschaftsziel, BZ = Betriebsziel, TZ = Technisches Ziel, M = Muss-Kriterium, K = Kann-Kriterium



### 2.2.1 Lieferobjekte

Folgende Dokumente werden während des Projektes erstellt und geliefert.

Nr.	Dokument	Phase	Termin
1	Projektplan	Initialisierung	15.02.2018
2	Projektlogo	Initialisierung	20.02.2018
3	Projektauftrag	Initialisierung	20.02.2018
4	Studie	Initialisierung	25.02.2018
5	Detaillkonzept	Konzept	17.03.2018
6	Testkonzept	Konzept	22.03.2018
7	Einführungskonzept	Konzept	27.03.2018
8	Präsentation der Konzepte	Konzept	28.03.2018
9	Installationshandbuch	Realisierung	10.05.2018
10	Testprotokoll	Realisierung	03.05.2018
11	Produktdokumentation	Realisierung	10.05.2018
12	Betriebshandbuch	Realisierung	13.05.2018
13	Diplombericht	Einführung	22.05.2018

Tabelle 5: Lieferobjekte

### 2.2.2 Rahmenbedingungen

Folgende Bedingungen gelten für die Durchführung des Projektes:

- Dem Projekt stehen 294 Stunden Arbeitszeit zur Verfügung.
- Es wird nach der Projektmethode HERMES gearbeitet.
- Der Stundenansatz der involvierten Personen ist auf 120.00 CHF angesetzt.
- Neue Anforderungen werden erst nach dem Projektabschluss berücksichtigt.

### 2.2.3 Abgrenzungen

- Das Projekt wird für den privaten Nutzen durchgeführt.
- Die Experten sind in den Kostentrechnungen nicht berücksichtigt.
- Der Cluster wird aus Kosten- und Leistungsgründen nicht redundant aufgebaut.
- Neue Anforderungen können während des Projektes nicht berücksichtigt werden.
- Das Projektbudget kann aus finanziellen Gründen nicht erhöht werden.
- Defekte Computenodes werden während des Projektes nicht ersetzt.

## 2.3 Lösungsbeschreibung

Es wird physisch ein Cluster aus mindestens 40 Raspberry PI's aufgebaut. Der Cluster soll aus finanziellen Gründen mit möglichst wenigen Komponenten wie, Netzteile & Speicherkarten in Betrieb genommen werden. Dabei wird das Betriebssystem zentral verwaltet und über das Netzwerk an die einzelnen Raspberry PI's verteilt. Zugleich wird zur Datensicherheit ein Netzwerkshare (NAS) mit RAID I installiert, auf diesem werden die Wallets abgelegt. Zusätzlich soll die rentabelste Währung automatisch für eine Woche geschürft werden, bevor eine erneute Prüfung auf die rentabelste Währung geschieht. Die geschürften Kryptowährungen werden jeweils in die entsprechenden verschlüsselten Wallets transferiert. Durch die geschürften Währungen soll an Börsen gehandelt werden können, welche es ermöglichen sollen privaten Profit zu erzielen. Durch eine Monitoring, Alarming und Logdaten Lösung soll auf Missstände des Clusters aufmerksam gemacht werden. Die Tools bieten sich sogleich für eine Analyse der Probleme an und sind über einen Webbrowser aufrufbar.

## 3 Kosten

### 3.1 Einmalige Kosten

#### Beschaffungskosten

Anzahl	Komponente	Stückpreis(CHF)	Gesamtwert(CHF)
40	Raspberry PI Model B+	33.00	1320.00
1	Schaltnetzteil	229.00	229.00
1	Midi Tower	80.00	80.00
1	TTL Serial Kabel	30.00	30.00
40	Pazchkabel Cat. 5e	1.00	40.00
1	TP-Link Switch	220.00	220.00
1	Synology NAS DS216	600.00	600.00
1	Diverse Kabel, Schrauben	50.00	50.00
-	<b>Total</b>	-	<b>2'569.00</b>

Tabelle 6: Beschaffungskosten

#### Aufwandskosten

### 3 Kosten

Stunden	Phase	Stundenansatz(CHF)	Gesamtkosten(CHF)
30	Initialisierung	120.00	3'600.00
50	Konzept	120.00	6'000.00
142	Realisierung	120.00	17'040.00
22	Einführung	120.00	2'640
25	Periodische Arbeiten	120.00	3'000.00
25	Reserve	120.00	3'000.00
<b>294</b>	<b>Total</b>	<b>120.00</b>	<b>35'280.00</b>

Tabelle 7: Aufwandskosten

### 3.2 Betriebskosten (Repetitiv)

Folgende Voraussetzungen sind für die folgenden Berechnungen definiert.

- 1000 Watt die Stunde kosten 0.2894 CHF.
- Ein Monat hat 30 Tage
- Ein Jahr hat 360 Tage

#### Wartungskosten

Pro Monat sind 3 Stunden Wartungsaufwand einzuberechnen, dadurch ergeben sich mit dem definierten Stundenansatz jährliche Wartungskosten von **4'320.00 CHF**.

**Stromkosten** Der Strom wird durch die BKW über den Vertrag Energy Blue bezogen.

Anzahl	Leistung	Kosten in CHF			
RPI	kW	Stunde	Tag	Monat	Jahr
40	0.4	0.11576	2.78	83.35	1000.17

Tabelle 8: Stromkostenrechnung

### 3.3 Gesamtkosten

#### Jährliche Kosten

Das Projekt ist Anfangs Juni abgeschlossen. Deshalb belaufen sich die Wartungs- und Stromkosten auf die Hälfte gegenüber den Folgejahren. Der Cluster soll innerhalb von 3 Jahren gewinnbringend wirken. Die jährlichen sowie täglichen Kosten sind unten zu entnehmen.

#### 4 Wirtschaftlichkeit

Kostengrund	Kosten 1.Jahr	Kosten 2.Jahr	Kosten 3.Jahr
Beschaffung	2'569.00	-	-
Aufwand	35'280.00	-	-
Wartungskosten	2'160.00	4'320.00	4'320.00
Stromkosten	500.00	1000.00	1000.00
<b>Total</b>	<b>40'509.00</b>	<b>45'829.00</b>	<b>51'149.00</b>

Tabelle 9: Gesamtkosten

#### Tägliche Kosten

	3.Jahr
Kosten (CHF)	53'809.00
Dauer (Tage)	1080
<b>Kosten pro Tag</b>	<b>47.36</b>

Tabelle 10: tägliche Kosten

## 4 Wirtschaftlichkeit

### 4.1 Spekulation

Der Cluster soll täglich **30 CHF** erwirtschaften.

Daraus ergibt sich ein tägliches Defizit von -17.36 CHF, welches durch Handeln an Börsen gedeckt werden soll. Durch den volatilen Markt ist es durchaus möglich die **36.65%** durch das Handeln zu decken.

### 4.2 Infrastruktur

Es wurde darauf geachtet, dass die Komponenten durch eine zentrale Stelle versorgt werden. Dabei werden die Raspberry PI's mit nur einem Netzteil versorgt und das Betriebssystem wird über das Netzwerk verteilt welches Speicherkarten einspart.

#### 4 Wirtschaftlichkeit

Anzahl	Komponente	Stückpreis in CHF	Gesamtwert in CHF
<b>Standardlösung</b>			<b>700.00</b>
4	USB-HUB 10 Ports	35.00	140.00
40	Mini-USB Kabel	6.00	240.00
40	MicroSD Karte	8.00	320.00
<b>Projektlösung</b>			<b>268.00</b>
1	Netzteil	230.00	230.00
1	MicroSD Karte	8.00	8.00
-	Diverse Stromkabel	30.00	30.00
<b>Differenz der Lösungen</b>			<b>432.00</b>

Tabelle 11: Wirtschaftlichkeit Hardware

Durch die vorgesehene Hardwarelösung können 432.00 CHF eingespart werden. Dies entspricht einer Einsparung von **261%**.

### 4.3 Return of Investment

## 5 Planung

### 5.1 Grober Projektplan

Die folgende Tabelle zeigt die Arbeiten an, welche während des Projektes erledigt werden sollen. Ein grafischer und detaillierter Projektplan ist dem Anhang zu entnehmen.

Aufgabe	Start	Ende	Dauer in Stunden		
			Soll	Ist	Abw.
<b>0.0 Initialisierung</b>			30		
0.1 Projektplan erstellen	06.02.2018	15.02.2018	4		
0.2 Projektlogo erstellen	06.02.2018	20.02.2018	2		
0.3 Studie: durchführen	06.02.2018	20.02.2018	18		
0.4 Projektauftrag erstellen	20.02.2018	25.02.2018	5		
0.5 Diplombericht erstellen	25.02.2018	28.02.2018	4		
<b>1.0 Konzept</b>			50		
1.1 Zwischen-Meeting	01.03.2018	01.03.2018	6		
1.2 Detailkonzept erstellen	05.03.2018	17.03.2018	12		
1.3 Testkonzept erstellen	18.03.2018	22.03.2018	11		
1.4 Einführungskonzept erstellen	23.03.2018	27.08.2013	7		
1.5 Dokumenten Review	24.03.2018	26.03.2018	12		
1.6 Präsentation der Dokumente erstellen	09.03.2018	28.03.2018	2		
<b>2.0 Realisierung</b>			142		
2.1 Physischer Aufbau	03.04.2018	07.04.2018	20		
2.2 Stromversorgung einrichten	08.04.2018	09.04.2018	8		
2.3 Raspberry PI's vorbereiten	17.04.2018	17.04.2018	4		
2.4 Netzwerkboot einrichten	21.04.2018	23.04.2018	8		
2.5 Cluster Software installieren	24.04.2018	25.04.2018	20		
2.6 Schürf Software installieren	26.04.2018	26.04.2018	12		
2.7 Entwickeln von Tools und Automatismen	02.04.2018	28.04.2018	30		
2.8 Monitoring einrichten	01.05.2018	10.05.2018	14		
2.9 Periodische Systemtests	10.04.2018	13.05.2018	7		
3.0 Installationshandbuch erstellen	02.04.2018	10.05.2018	8		
3.1 Testprotokoll erstellen	02.05.2018	03.05.2018	3		
3.2 Produktdokumentation	02.04.2018	10.05.2018	3		
3.3 Betriebshandbuch	01.05.2018	13.05.2018	5		
3.4 Freigabe zur Einführung	07.05.2018	15.05.2018	0		
<b>4.0 Einführung</b>			22		
4.1 Abschlussbericht	17.05.2018	22.05.2018	6		
4.2 Management Summary	20.05.2018	24.05.2018	8		
4.3 Vorbereitung Abschluss Meeting	22.05.2018	27.05.2018	3		
4.4 Drucken und Binden	24.05.2018	01.06.2018	2		
4.5 Abschluss-Meeting	02.06.2018	02.06.2018	2		
4.6 Projektabschluss	03.06.2018	03.06.2018	1		

Tabelle 12: Grober Projektplan

## 5.2 Termine

Ereignis	Datum	Teilnehmer	Standort
<b>Einmalige Ereignisse</b>			
Kick-Off Meeting	05.02.2018	Projektleiter & Experten	Post IT, Zollikofen
Zwischenmeeting	01.03.2018	Projektleiter & Experten	GIBB (TSBE), Bern
Abgabe des Diplomberichts	01.06.2018	Projektleiter	-
Abschlussmeeting	07.06.2018	Projektleiter & Experten	GIBB (TSBE), Bern
<b>Periodische Ereignisse</b>			
Statusbericht	Monatlich	Projektleiter	-
Arbeitsjournal	2-Wöchentlich	Projektleiter	-

Tabelle 13: Termine

## 5.3 Ressourcen

### 5.3.1 Personal

Kann dem Kapitel Organisation entnommen werden.

### 5.3.2 Budget

Dem privaten Projekt steht ein Budget von 3'750 CHF zu. Die Aufwände werden hierbei nicht berücksichtigt, das keine Löhne bezahlt werden müssen.

Nr.	Verwendungszweck	Budget in CHF
1	Beschaffungen	3'000
1	Apéro	150
2	Drucken & Binden	100
3	Reserve Kontingent	500
<b>Total</b>		<b>3'750</b>

Tabelle 14: Projektbudget

### 5.3.3 Sachmittel

Die aufgelisteten Komponenten werden für die Lösung benötigt.

## 6 Organisation

Nr.	Anzahl	Komponenten	Modell / Spezifikationen
1	40	Mini Computer	Raspberry PI 3 Model B+
2	1	Schaltnetzteil	RSP-750-5, Mean Well
3	1	Midi Tower	Corsair Crystal 570X RGB
4	1	USB zu TTL Serial-Kabel	Adafruit USB zu TTL Serial Kabel, 75cm (Kabel)
5	40	Ethernetkabel	FTP Cat.5e Patchkabel
6	1	Switch	TL-SL3452 48-Port 10/100, TP-Link
7	1	Datenspeicher	Synology NAS DS218
8	*	Diverses, Kabel, Distanzbolzen, Kabelschuhe	*

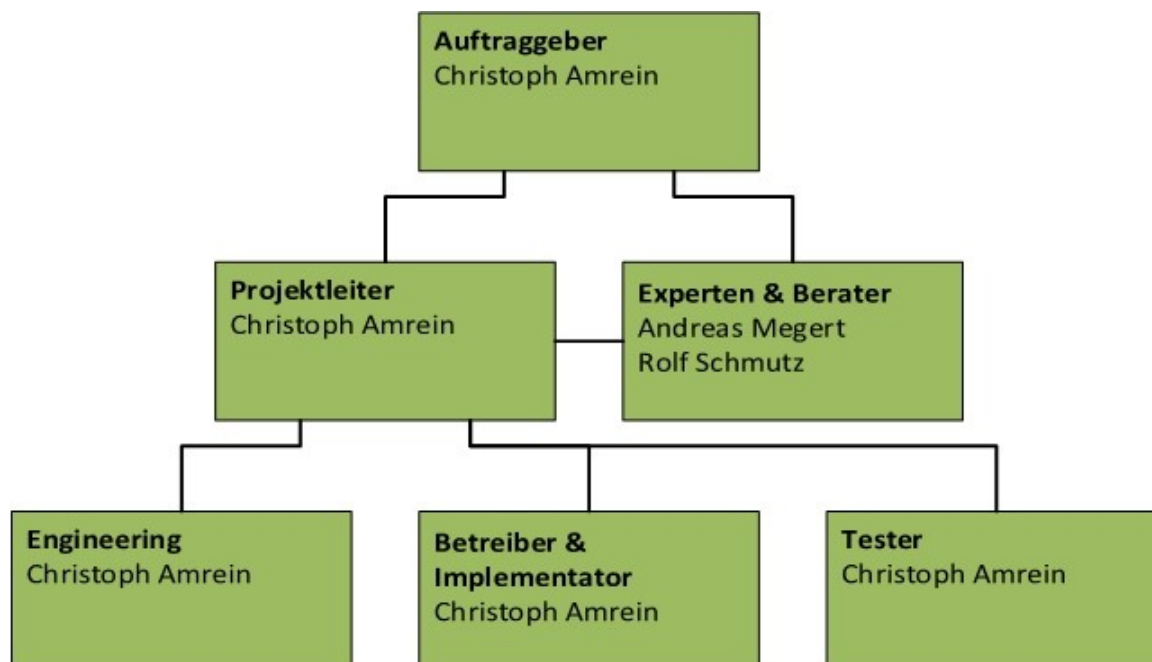
Tabelle 15: Sachmittel

\* Anzahl und Hersteller unbekannt. Die Artikel wurden in lokalen Baumärkten eingekauft

## 6 Organisation

### 6.1 Projektorganisation

Die Projektorganisation ist wie folgt aufgebaut.





Rolle	Verantwortlichkeit
Auftraggeber	Erstellt den Auftrag und übergibt diesen an den Projektleiter
Projektleiter	Organisiert die Planung, Durchführung und präsentiert das Projekt.
Experte	Stehen in Kontakt mit dem Projektleiter und beraten ihn bei Schwierigkeiten
Engineering	Stellt dem Betreiber zu implementierende Applikationen zur Verfügung
Betreiber	Setzt die Lösung technisch um
Tester	Testet die Lösung auf Fehler

Tabelle 16: Organisation

## 6.2 Projektablage

Nr.	Was	Wo
1	Dokumentationen, Entscheide, Protokolle, Planungen, Daten	wiki.influ.ch
2	Skripte	<a href="https://github.com/amreinch/OpenHPC_Install_Nebula">https://github.com/amreinch/OpenHPC_Install_Nebula</a>

Tabelle 17: Projektablage

## 7 Cluster-Software evaluation

### 7.1 Cluster Software Kriterien

Es werden folgende Anforderungen an die Cluster Software gestellt. Dabei werden die Messgrößen der Anforderungen den Herstellerseiten entnommen.

Nr.	Anforderung	Prio.
01	Ist die Software HPC tauglich?	M
02	Kann das Produkt innerhalb des vorgesehenen Zeitraumes installiert werden?	M
03	Ist die Lösung skalierbar?	M
04	Existieren Dokumentationen?	S
05	Kann Support beansprucht und bezogen werden?	S
06	Ist die Lösung benutzerfreundlich?	S
07	existieren Verwaltungstools?	S
08	Fallen zusätzliche Kosten an?	S

Tabelle 18: Software Kriterien

## 7.2 Informationsbeschaffung

Es wurde nach einer Lösung gemäss der oben definierten Kriterien gesucht. Dabei bin ich auf den Wikipedia Eintrag [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_cluster\\_software](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_cluster_software) gestossen, welcher die verschiedenen Cluster Software Angebote auflistet. Dabei wurde nur nach einer HPC Lösung gefiltert. Durch diese Analyse hat sich die OpenHPC Lösung der Linux Foundation herauskristalisiert. Weiterhin wurden Suchbegriffe wie "HPC Raspberry PI" über Suchmaschinen eingegeben da die Computenodes des Cluster Raspberry PI's sein sollen. Folgender Artikel habe ich als interessant erachtet und wurde genauer betrachtet. <http://www.hpctoday.com/best-practices/tinytitan-a-raspberry-pi-computing-based-cluster/> Mit einer weiteren Suche (hpc cluster software raspberry) bin ich auf einen Guide gestossen, der relativ simpel aussieht und einfach umzusetzen ist. <http://thundaxsoftware.blogspot.ch/2016/07/creating-raspberry-pi-3-cluster.html>. Es gab durchaus noch weitere Guides und Softwarelösungen, welche ich aber nach einer genaueren Analyse der Installationsanleitung verworfen habe, da diese mir zum Teil zu wenig Informationen lieferten. Während der Informationsbeschaffung wurden alle Installationsskripte und Anleitungen sorgfältig durchgelesen um diese als mögliche Variante zu empfehlen. Während der Informationsbeschaffung bin ich auf zwei Fachbegriffe (MPI & SLURM) welche meistens in Zusammenhang mit HPC stehen gestossen. Diese musste ich ebenfalls noch in Erfahrung bringen.

## 8 Lösungsvarianten

### 8.1 Variantenübersicht

Die Informationen wurden über die folgenden Produkte gesammelt und zusammengestellt:

Nr.	Variante	Bezeichnung
01	OpenHPC	HPC Lösung entwickelt von der Linux Foundation
02	TinyTitan	Open Source Lösung entwickelt von Oak Ridge Leadership Computing Facility
03	Minimale Lösung	Simple 32-Bit Architektururlösung

Tabelle 19: Variantenübersicht

### 8.2 Variante V1 «OpenHPC»

#### 8.2.1 Beschreibung

OpenHPC gilt als vorangeschrittenes OpenSource Projekt der Linux Foundation. Das Produkt steht in direkter Verbindung mit diversen grossen IT Unternehmen weltweit. Das Ziel der Linux Foundation ist es, durch OpenHPC eine kostengünstige sowie schnell zu installierende HPC-Umgebung aufzubauen. Durch viele zusätzliche OpenSource Tools rundet sich das Produkt ab und gilt als ernstzunehmender Konkurrent gegenüber kostenpflichtiger Software.

### 8.2.2 Installation und Betrieb

Es existieren diverse Guides, Foren und Chats sowie eine E-Mail-Liste zu OpenHPC. Dadurch scheint die Unterstützung bei allfälligen Problemen vorhanden zu sein. Die Installationsanleitung, welche von der Linux Foundation geschrieben wurde, liest sich sehr gut und ist absolut ausreichend für die Installation. Der Betriebsaufwand wird als gering eingeschätzt, da es ein sehr ausgereiftes Produkt, welches stetig weiterentwickelt wird, ist.

### 8.2.3 Voraussetzungen, Abhängigkeiten

Für die Cluster Software werden mindestens ein Masternode und 4 Computenodes vorausgesetzt. Das Betriebssystem bezieht sich hierbei auf ein CentOS7x. Jeder Computenode benötigt 2 Netzwerkschnittstellen. Das eine Interface wird für den Standard Ethernet Zugriff verwendet und das zweite Interface wird für die Kommunikation zu jedem BMC Host verwendet. Es werden zusätzliche Intel Bibliotheken benötigt. Dazu müssen Lizenzen für Parallel Studio XE von Intel besorgt werden. Die Lizenzen können mit einer offiziellen E-Mail-Adresse der Schule gratis bezogen werden. Die Linux Foundation erwähnt in ihrem Guide, dass sie die «Bring your own Licence» Strategie verfolgt.

## 8.3 Variante V2 «TinyTitan»

### 8.3.1 Beschreibung

Das Produkt wurde von der Firma «Oak Ridge Facility» entwickelt. Die Software ist unter anderem für RPI's entwickelt worden. TinyTitan wurde für das Durchführen wissenschaftlicher Berechnungen entworfen. Jedoch wurde seit geraumer Zeit an dem Produkt nicht mehr weitergearbeitet, wie dem offiziellen GitHub Repository zu entnehmen ist. Die Community selbst erweist sich ebenfalls als sehr klein.

### 8.3.2 Installation und Betrieb

Für die Installation des Produktes wird ein XServer vorausgesetzt, da empfohlen wird Tiny-Titan über ein GUI zu installieren. Der Installationsanleitung ist ebenfalls zu entnehmen, dass sich die Entwickler viele Gedanken über das Look a Like des Clusters gemacht haben, zum Beispiel wird ein Thema dem Einbinden von LED's gewidmet. Die Installation findet ausschliesslich durch vordefinierte Scripts statt. Durch die kleine Community und nicht mehr gepflegte Software kann nichts über den Betriebsaufwand in Erfahrung gebracht werden.

### 8.3.3 Voraussetzungen, Abhängigkeiten

Laut Guides werden lediglich 2 RPI's benötigt.

## 8.4 Variante V3 «Minimale Lösung»

### 8.4.1 Beschreibung

Die Minimale Installation ist eine zum Teil Eigenbau Lösung, welche sich nahe an diverse Guides aus dem Internet bezieht. Jedoch wird diese auf eigene Bedürfnisse angepasst.

### 8.4.2 Installation und Betrieb

Da es bei dieser Lösung selber zu entscheiden gibt, was und wie die Lösung installiert und umgesetzt werden soll, kann während der Installation darauf geachtet werden, was den grössten Vorteil für den Betrieb danach mit sich bringt. Während dem Projekt soll die Installation aber klein gehalten werden und nur das nötigste wird umgesetzt.

### 8.4.3 Voraussetzungen, Abhängigkeiten

Es werden 2 RPI's benötigt.

## 8.5 Anforderungsabdeckung der Varianten

Nr.	Kriterium	Gewichtung	Begründung
1	Installation	40%	Die Installation soll keine Hürden aufweisen, da der Zeitplan ansonsten nicht eingehalten werden kann.
2	Partner	10%	Je mehr Partner vorhanden sind, desto grösser und innovativer ist die Software. Die Software hat dadurch einen fixen Standpunkt auf dem Markt und wird weiterentwickelt.
3	Aktualität	20%	Fördert den LifeCycle und die Sicherheit der Cluster-Software.
4	Tools	30%	Mitgelieferte Tools

Tabelle 20: Anforderungsabdeckung

## 9 Risiken

Nr.	Kriterium	Note	Begründung
1	Installation	0/3/5	5 = Kann gemäss Anleitung direkt installiert werden 3 = Veraltete Anleitung, es wird mit Kompatibilitätsproblemen gerechnet 0 = Keine Anleitung vorhanden
2	Partner	0/2	2 = Viele Partner vorhanden 0 = keine Partner vorhanden
3	Aktualität	0/3/5	5 = Releases in den letzten 2 Monaten 3 = Releases in den letzten 6 Monaten 0 = Keine Releases seit einem Jahr
4	Tools	0/5	5 = Es werden Tools angeboten 0 = Es werden keine angeboten

Tabelle 21: Bewertung der Varianten

## 8.6 Bewertung der Varianten

Kriterium	Gewicht	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Installation	40%	5x40 = 200	4x40 = 160	5x40 = 200
Partner	10%	2x10 = 20	0x10 = 0	0x10 = 0
Aktualität	20%	5x20 = 100	0x20 = 0	5x20 = 100
Tools	30%	5x30 = 150	0x30 = 0	0x30 = 0
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>470</b>	<b>160</b>	<b>260</b>

Tabelle 22: Bewertung der Varianten

## 8.7 Variantenentscheid

Anhand der Bewertung wird empfohlen, die OpenHPC Lösung der Linux Foundation zu verwenden. Die Installation kann gemäss Anleitung in kürzester Zeit umgesetzt werden. Die Releases können mit kleinerem Aufwand installiert werden. Zudem runden die Möglichkeiten der Schnittstellen und Komponenten den Entscheid ab. Es ist möglich, Administrations- sowie Performance Monitoring Tools einzusetzen, welche mit der Lösung harmonieren. Als Hürde sehe ich die möglichen anfallenden Lizenzen und das zweite Netzwerk Interface, welches man für die Kommunikation unter den RPI's benötigt.

## 9 Risiken

In der untenstehenden Abbildung kann entnommen werden, welche Risiken während des Projekts existieren. Dabei sind Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkungen tabularisch aufgelistet.

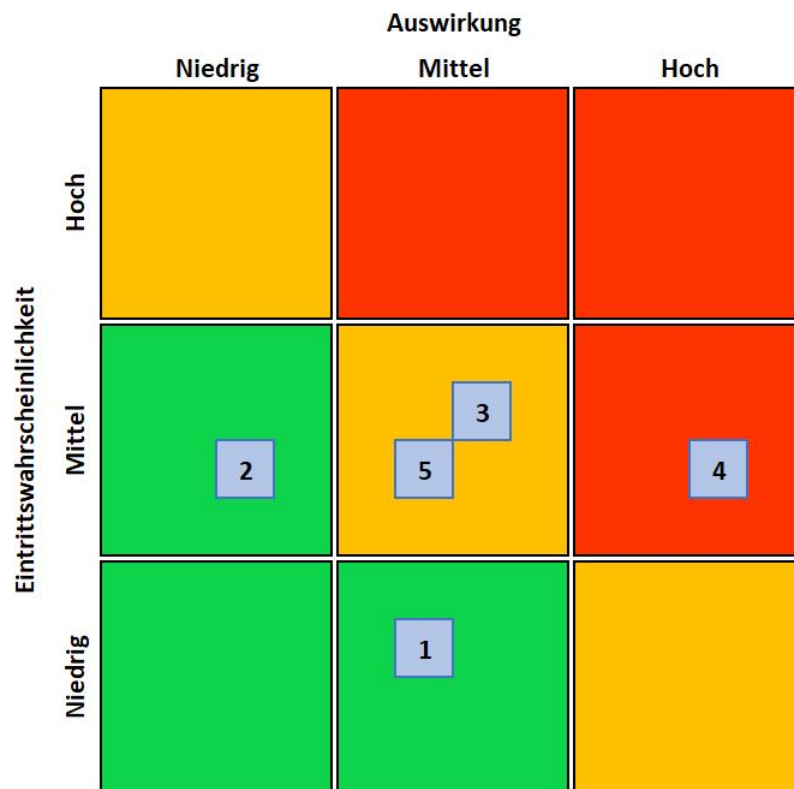


Abbildung 1: Risiken

Nr.	Beschreibung	Massnahmen zur Problemlösung
1	Der Terminplan kann nicht eingehalten werden	- Zeitplan anpassen - Experten informieren und nach einer Lösung suchen
2	Ausfall durch Unfall	Experten informieren und nach einer Lösung suchen
3	Technische Umsetzungsprobleme	- Informieren der Experten - Hilfe der Experten einholen - Alternative Lösung umsetzen
4	Defekte Hardware (Switch, Netzteil)	Hardware muss umgehend neu beschafft werden
5	Softwarefehler	Patches einspielen, Kontakt mit Lieferanten aufnehmen

Tabelle 23: Risiken

## 10 Konzept

Das Konzept beschreibt den vorgesehenen Aufbau des Clusters und beinhaltet die Testfälle welche bei der Abnahme nach der Realisierung berücksichtigt werden müssen.

## 10.1 Aufbau

Die Infrastruktur des Clusters soll wie folgt aussehen:

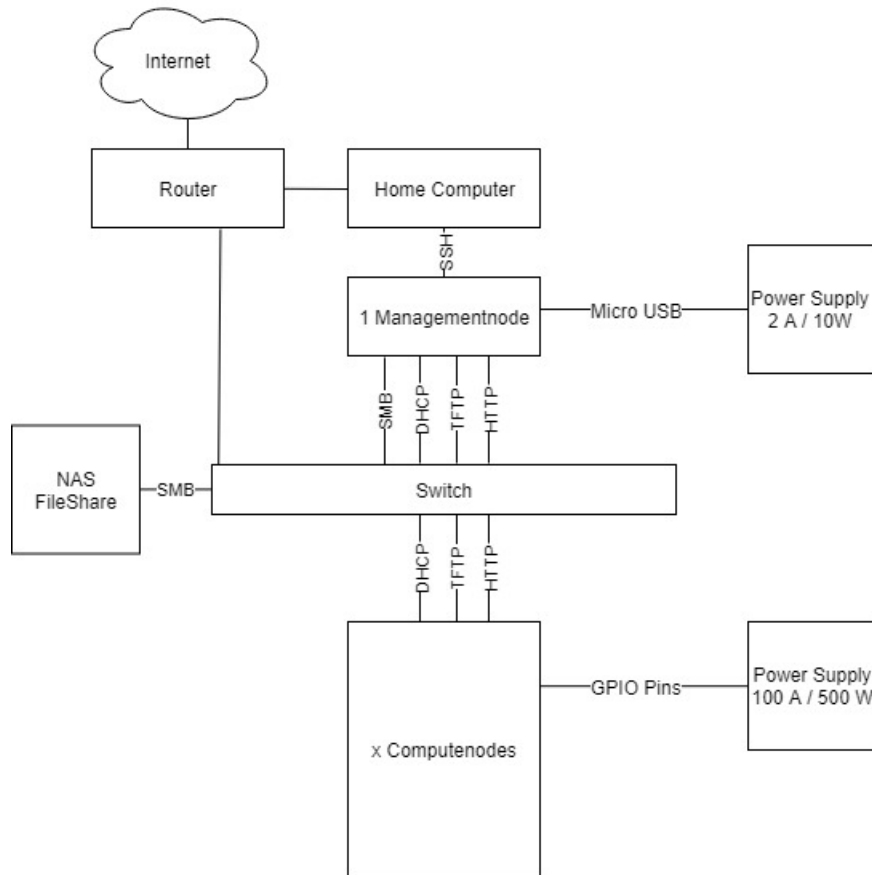


Abbildung 2: Systemlandschaft

### Benötigte Protokolle

Nr.	Protokoll	Protokollfamilie	Ports
1	SSH	TCP	22
2	SMB	TCP	445
3	DHCP	UDP	67 / 78
4	TFTP	UDP	69
5	HTTP	TCP	80

Tabelle 24: Protokolle

### 10.1.1 Physikalische Verbindungen

#### Stromversorgung Managementnode

Der Managementnode wird über den Micro USB Anschluss mit Strom versorgt. Dabei muss darauf geachtet werden, dass ein mindest Strom von 2 Ampere und ein maximaler Strom von 2.5 Ampere

## 10 Konzept

fließt. Zudem wird eine konstante Spannung von 5 Volt benötigt. Deshalb wird ein Netzteil mit einer Leistung von 12.5 Watt benötigt. Das Netzteil wird über eine Stromschiene an das Stromnetz angeschlossen.

### Stromversorgung Computenodes

Die Managementnodes werden über die GPIO Pins 2 und 6 mit Strom versorgt (siehe Abbildung ). Dazu werden Jumper Kabel benötigt. Da es sich hierbei um eine Anzahl von mindestens 40 Raspberry's handelt ist ein Netzteil mit einer Leistung von 500W vorgesehen. Das Netzteil wird über die Stromschiene an das Stromnetz angeschlossen.

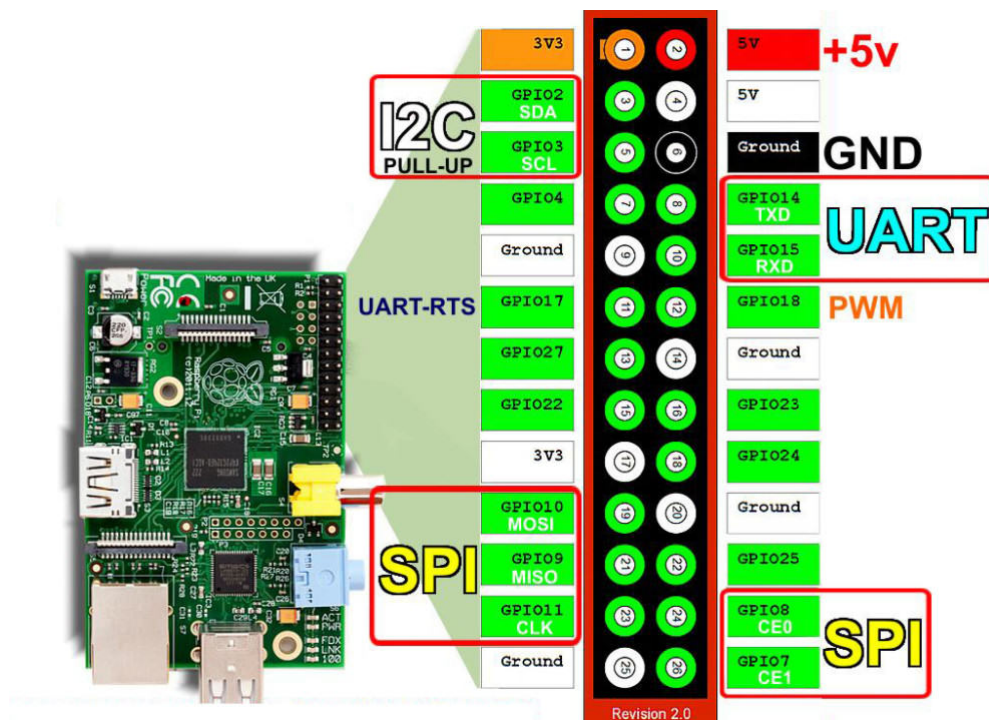


Abbildung 3: GPIO Anschlüsse

Quelle: <https://developer-blog.net/wp-content/uploads/2013/09/raspberry-pi-rev2-gpio-pinout-1024x715.jpg>

### Stromversorgung übriger Geräte

Die übrigen Geräte werden über den herkömmlichen Weg mit Strom über eine Stromschiene versorgt.

### Netzwerkverbindungen

Die folgenden Komponenten sind über den Switch in das lokale Netzwerk eingebunden, die nicht aufgelisteten Geräte werden direkt über Powerline oder WLAN mit dem Router verbunden.

- Managementnode
- Computenodes
- NAS



### 10.1.2 Technische Verbindungen & Kommunikation

Nr.	Quelle	Ziel	Betrifft	Beschreibung
1	NAS	Mgmt	Datenablage	Der NAS Share wird über das SMB Protokoll angehängt.
2	NAS	Compute	Datenablage	Der NAS Share wird über das SMB Protokoll angehängt.
3	Router	Mgmt	IP Adresse	Anhand der MAC Adresse wird eine statische IP Adresse zugewiesen.
4	Router	Compute	IP Adressen	Anhand der MAC Adressen werden statische IP Adressen zugewiesen.
5	Router	Mgmt	Hostname	Es wird über den Router ein definierter Hostname verteilt.
6	Router	Compute	Hostnamen	Es werden über den Router definierte Hostnamen verteilt.
7	Mgmt	Compute	Netzwerkboot	Der Managementnode beliefert die Computenodes über das TFTP Protokoll mit dem Betriebssystem
8	Internet	Mgmt	Zeitserver	Die aktuelle Zeit wird mit NTP über das Internet synchronisiert.
8	Mgmt	Compute	Zeitserver	Die Computenodes beziehen die aktuelle Zeit über NTP.
9	Internet	Compute	Internetzugriff	Die Computenodes können über ein routing über den Mgmt auf das Internet zugreifen.
10	PC	Mgmt	Zugriff	Verbindungen über den PC können mit dem SSH Protokoll aufgebaut werden.
11	PC	Compute	Zugriff	Verbindungen über den PC können mit dem SSH Protokoll aufgebaut werden.

Tabelle 25: Verbindungen & Kommunikation

**Legende:** Mgmt = Managementnode, Compute = Computenode, PC = Home Computer

## 10.2 Hostnamen

Die Computennamen wurden nach einem überschaulichen Konzept definiert. Jeder Computenode trägt den Prefix "c". Dies soll bei der Behebung von Problemen auf physischer Ebene, z.B. Austauschen eines Nodes dienen. Zudem werden alle Hostnamen immer in kleinen Buchstaben geschrieben.

### 10.2.1 Managementnode Name

Name	IP	MAC
nebula	192.168.1.10	B8:27:EB:32:A9:1C

Tabelle 26: Managementnode Name

### 10.2.2 Reservenode Name

Die Reservenodes sind als Fallback für ausgefallene Computenodes vorgesehen.

Nr.	Name	IP	MAC
1	c36	192.168.1.51	x
2	c37	192.168.1.52	x
3	c38	192.168.1.53	x
4	c39	192.168.1.54	x
5	c40	192.168.1.55	x

Tabelle 27: Reservenode Name

### 10.2.3 Computenode Namen

Nr.	Name	IP	MAC
1	c1	192.168.1.11	B8:27:EB:32:39:A7
2	c2	192.168.1.12	B8:27:EB:2E:A3:D1
3	c3	192.168.1.13	B8:27:EB:50:45:3F
4	c4	192.168.1.14	B8:27:EB:0D:E6:25
5	c5	192.168.1.15	B8:27:EB:3E:96:B5
6	c6	192.168.1.16	B8:27:EB:EE:77:DA
7	c7	192.168.1.17	B8:27:EB:21:63:E6
8	c8	192.168.1.18	B8:27:EB:2E:2E:CC
9	c9	192.168.1.19	B8:27:EB:17:32:96
10	c10	192.168.1.20	B8:27:EB:B2:1C:A9
11	c11	192.168.1.21	B8:27:EB:AF:63:1F
12	c12	192.168.1.22	B8:27:EB:43:00:2C
13	c13	192.168.1.23	B8:27:EB:13:7B:18
14	c14	192.168.1.24	B8:27:EB:43:CD:29
15	c15	192.168.1.25	B8:27:EB:FF:C7:56
16	c16	192.168.1.26	B8:27:EB:CE:98:66
17	c17	192.168.1.27	B8:27:EB:5D:63:34
18	c18	192.168.1.28	B8:27:EB:91:3E:0F
19	c19	192.168.1.29	B8:27:EB:F4:65:EC
20	c20	192.168.1.30	B8:27:EB:3E:AB:DC
21	c21	192.168.1.31	B8:27:EB:66:60:F6
22	c22	192.168.1.32	B8:27:EB:37:3F:74
23	c23	192.168.1.33	B8:27:EB:18:5E:F0
24	c24	192.168.1.34	B8:27:EB:B0:23:B8
25	c25	192.168.1.35	B8:27:EB:BE:C4:94
26	c26	192.168.1.36	B8:27:EB:FB:FF:57
27	c27	192.168.1.37	B8:27:EB:4E:EC:CE
28	c28	192.168.1.38	B8:27:EB:43:1C:35
29	c29	192.168.1.39	B8:27:EB:DC:74:5F
30	c30	192.168.1.40	B8:27:EB:D1:DE:2F
31	c31	192.168.1.41	B8:27:EB:5E:90:34
32	c32	192.168.1.42	B8:27:EB:DE:80:24
33	c33	192.168.1.43	B8:27:EB:A4:79:6F
34	c34	192.168.1.44	B8:27:EB:0A:4D:C7
35	c35	192.168.1.45	B8:27:EB:5C:53:5F
36	c36	192.168.1.46	B8:27:EB:F7:AF:C2
37	c37	192.168.1.47	B8:27:EB:CE:BA:ED
38	c38	192.168.1.48	B8:27:EB:59:38:3C
39	c39	192.168.1.49	B8:27:EB:99:BB:8E
40	c40	192.168.1.50	B8:27:EB:8F:7A:0D

Tabelle 28: Computenode Namen

### 10.3 Design der Lösung

- Grob- und Detaildesign, Prozesse, Abläufe etc. erstellen. Alle Zusaamenhänge müssen nachvollziehbar und transparent sein!

## 11 Realisierung und Einführung

- Schlusskommentar zum Ergebnis der gesamten Arbeit
- Wie geht es weiter mit dem Projekt
- Persönliche Betrachtung
- Danksagung
- Urheberrecht

### 11.1 Ausführen

- Lösungen ausarbeiten
- Prototyp erstellen

### 11.2 Tests

- Planung
  - Was wird getestet
  - Welche Tests sollen durchgeführt werden?
  - Welches Resultat wird erwartet
- Durchführung
- Auswertung, Testbericht
- Protokollierung (wie wurde getestet): Die Testanordnung muss ersichtlich sein. Das Test-Quipment (Geräte, div. Material) muss erfasst und aufgelistet werden. Tests müssen immer nachvollziehbar sein!

### 11.3 Wirtschaftlichkeit

- Darlegung der tatsächlichen Kosten / Renditen
- Diskrepanz zur ursprünglichen Budgetplanung aus der Studie
- Abschliessende wirtschaftliche Betrachtung der Arbeit

### 11.4 Persönliche Betrachtung

### 11.5 Danksagung

### 11.6 Urheberrecht

## 12 Schlussbetrachtung

- Schlusskommentar zum Ergebnis der gesamten Arbeit
- Wie geht es weiter mit dem Projekt
- Persönliche Betrachtung
- Danksagung
- Urheberrecht

### 12.1 Schlusskommentar zum Ergebnis der gesamten Arbeit

### 12.2 Wie geht es mit dem Projekt weiter?

### 12.3 Persönliche Betrachtung

### 12.4 Danksagung

### 12.5 Urheberrecht

**Beispiel** Ein Auszug eines Unit Tests befindet sich im Anhang ??: ?? auf Seite ?. Dort ist auch der Aufruf des Tests auf der Konsole des Webserver zu sehen.

### 12.6 Zwischenstand

Tabelle 29 zeigt den Zwischenstand nach der Abnahmephase.

Vorgang	Geplant	Tatsächlich	Differenz
1. Abnahmetest der Fachabteilung	1 h	1 h	

Tabelle 29: Zwischenstand nach der Abnahmephase

## **A Anhang**

## **A.1 Quellenverzeichnis**



## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich, Christoph Amrein, versichere hiermit, dass ich meine **Diplombericht zur praktischen Arbeit** mit dem Thema

*Nebula - Mining Cluster – Basierend auf der ARMv8 Architektur*

selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe, wobei ich alle wörtlichen und sinngemäßen Zitate als solche gekennzeichnet habe. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Bern, den 03.06.2018

---

CHRISTOPH AMREIN

## **A.2 Kontakte**

## **A.3 Diplomeingabe**

# Projekt: Mining Cluster

Praktische Diplomarbeit 2018

Christoph Amrein TSBE 16B

## Ausgangslage

Gemäss der Webseite [coinmarketcap.com](https://coinmarketcap.com), einer Webseite zur Verfolgung der Kurse von Kryptowährungen, gibt es zurzeit 1349<sup>1</sup> Kryptowährungen und täglich werden es mehr. Aus diesem Grund habe ich anfangs Jahr selbst mit dem Erzeugen von Coins diverser Kryptowährungen begonnen. Jedoch bin ich mit meiner aktuellen Ausrüstung, einem leistungsstarken Computer mit einer guten Grafikkarte, nicht zufrieden. Die Stromkosten sind zu hoch und die Erträge zu gering. Aus diesem Grund will ich ein Projekt durchführen, welches meine Erträge auf ein neues Niveau heben soll. Dazu soll auf einem Cluster, der aus Raspberry PI's besteht, ein Miner<sup>2</sup> installiert werden, welcher alle verfügbaren Ressourcen in diesem Cluster nutzt. Ich habe vor, dieses Projekt im Rahmen meiner Diplomarbeit durchzuführen. Das Projekt soll durch den Handel mit Kryptowährungen finanziert werden.

## Begründung

Es soll ein skalierbarer Cluster aus ca. 40 Raspberry PI's installiert werden, auf dem eine Mining-Software betrieben wird. Das Einsatzgebiet des Clusters soll jederzeit ohne viel Aufwand angepasst werden können. Nach der Umsetzung sollen durch den Cluster möglichst effizient Coins erzeugt werden. Dabei soll der Ertrag aus den erzeugten Coins den Stromkosten gegenübergestellt werden. Ein weiteres Ziel der Projektarbeit ist es, mit diesen auf den üblichen Handelsplattformen tätig zu sein. Aus Kostengründen habe ich als optionales Ziel vorgesehen, Grafikkarten in den Cluster einzubinden und mit diesen ebenfalls möglichst effizient Coins zu erzeugen. Der Fokus der Arbeit liegt hierbei aber hauptsächlich auf dem Cluster und dessen CPU Nutzung. Die Kosten für das Projekt sollen innerhalb von 2 Jahren amortisiert werden. Danach will ich damit über längere Zeit Geld verdienen.

## Themenbereiche

Es wird ein fundamentales Wissen in **Elektrotechnik** benötigt, da die Raspberry PI's durch eine gemeinsame Stromquelle versorgt werden sollen. Damit die Kommunikation zwischen Raspberry PI's eingerichtet werden kann, wird Wissen in **Linux** und **Netzwerktechnik** benötigt. Nach der Installation des Clusters sind Kenntnisse in **Entwicklung, Programmieren, Monitoring** und **Systempflege** von Nöten.

---

<sup>1</sup> Stand 13.12.2017

<sup>2</sup> Software zum Minen der Kryptowährung

## Projektziele

### Operationelles Ziel

Der Cluster soll durchgehend und selbstständig funktionieren. Die Arbeiten auf dem Cluster sollen sich auf das Patching und Updaten des Betriebssystems sowie der Miner- und Cluster-Software beziehen.

Bei Problemen ausserhalb der oben genannten Aufgaben soll automatisch durch die Systemüberwachung Alarm ausgelöst und eine Nachricht versendet werden.

### Abwicklungsziele

- Zeitplan einhalten
  - o Es sollen keine grossen Abweichungen zum Zeitplan entstehen.
  - o Die Meilensteine müssen eingehalten werden.
- Arbeitsjournal führen
  - o Es wird ein lückenloses und verständliches Arbeitsjournal geführt.
  - o Das Arbeitsjournal soll zeitnahe geschrieben und ergänzt werden.

### Wirkungs- und Nutzenziele

- Es soll das Maximale an Ressourcen aus den Raspberry PI's herausgeholt werden.
- Der Cluster kann schnell für andere Anwendungsgebiete konfiguriert werden.
- Durch die Lösung sollen verschiedene Coins diverser Kryptowährungen erzeugt werden.
- Es soll mit den erzeugten Coins auf Handelsplattformen gehandelt werden.

## Lieferobjekte

### Initialisierung

- Detaillierter Projektplan
- Projektauftrag
- Dokumente zum Kick-Off-Meeting

### Voranalyse

- Diplombereich
- Initiale Voranalyse
- Präsentation

### Konzept

- Hostnamenkonzept der einzelnen Raspberry PI's
- Backupkonzept
- Miningkonzept
- Überwachungskonzept

### Realisierung

- Dokumentation der Arbeit
- Abnahmetests, Testprotokoll
- Cluster aus Raspberry PI's
- Transaktionsauszug der erzeugten Währung (Wallet zu Wallet)

### Projektabschluss

- Management Summary
- Abschlussbericht
- Präsentation der Arbeit
- Arbeitsjournal

## Projektplan

Monat	Januar				Februar				März					April				Mai				Juni									
Kalenderwoche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26					
Phasen																															
Initialisierung																															
Voranalyse																															
Konzept																															
Realisierung									Ms					Ms									Ms								
Abschluss																															
Meetings			Me												Me													Me			
Dokumentation																															
</																															

## Organisation

### Infrastruktur

Das Projekt wird bei mir zu Hause durchgeführt.

### Beteiligte Personen

Funktion	Name
Auftraggeber	Christoph Amrein
Projektleiter	Christoph Amrein
Ausführender	Christoph Amrein
Begleitender Dozent	Andreas Megert, TSBE
Begleitender Experte	Rolf Schmutz, Post CH AG

## A.4 Arbeitsjournal

- Tagesziel eintragen - Ereignisse - Erfahrungen, Gedanken, Ideen, Entscheidungen - Ziel erreicht?

Vorgang	Geplant	Tatsächlich	Differenz
1. Abnahmetest der Fachabteilung	1 h	1 h	

## A.5 Protokolle

## A.6 Mails






testestest

## A.7 Datenblätter

## A.8 Produktinformationen

## A.9 Benutzerdokumentation

Ausschnitt aus der Benutzerdokumentation:

Symbol	Bedeutung global	Bedeutung einzeln
	Alle Module weisen den gleichen Stand auf.	Das Modul ist auf dem gleichen Stand wie das Modul auf der vorherigen Umgebung.
	Es existieren keine Module (fachlich nicht möglich).	Weder auf der aktuellen noch auf der vorherigen Umgebung sind Module angelegt. Es kann also auch nichts übertragen werden.
	Ein Modul muss durch das Übertragen von der vorherigen Umgebung erstellt werden.	Das Modul der vorherigen Umgebung kann übertragen werden, auf dieser Umgebung ist noch kein Modul vorhanden.
	Auf einer vorherigen Umgebung gibt es ein Modul, welches übertragen werden kann, um das nächste zu aktualisieren.	Das Modul der vorherigen Umgebung kann übertragen werden um dieses zu aktualisieren.
	Ein Modul auf einer Umgebung wurde entgegen des Entwicklungsprozesses gespeichert.	Das aktuelle Modul ist neuer als das Modul auf der vorherigen Umgebung oder die vorherige Umgebung wurde übersprungen.

## Abkürzungsverzeichnis

**Abbildungsverzeichnis**

1	Risiken . . . . .	17
2	Systemlandschaft . . . . .	18
3	GPIO Anschlüsse . . . . .	19

## Tabellenverzeichnis

1	Situationsanalyse Komponenten . . . . .	1
2	Situationsanalyse Stärken . . . . .	2
3	Situationsanalyse Stärken . . . . .	2
4	Projektziele . . . . .	3
5	Lieferobjekte . . . . .	4
6	Beschaffungskosten . . . . .	5
7	Aufwandskosten . . . . .	6
8	Stromkostenrechnung . . . . .	6
9	Gesamtkosten . . . . .	7
10	tägliche Kosten . . . . .	7
11	Wirtschaftlichkeit Hardware . . . . .	8
12	Grober Projektplan . . . . .	9
13	Termine . . . . .	10
14	Projektbudget . . . . .	10
15	Sachmittel . . . . .	11
16	Organisation . . . . .	12
17	Projektablage . . . . .	12
18	Software Kriterien . . . . .	12
19	Variantenübersicht . . . . .	13
20	Anforderungsabdeckung . . . . .	15
21	Bewertung der Varianten . . . . .	16
22	Bewertung der Varianten . . . . .	16
23	Risiken . . . . .	17
24	Protokolle . . . . .	18
25	Verbindungen & Kommunikation . . . . .	20
26	Managementnode Name . . . . .	21
27	Reservenode Name . . . . .	21
28	Computenode Namen . . . . .	22
29	Zwischenstand nach der Abnahmephase . . . . .	25



## Listings