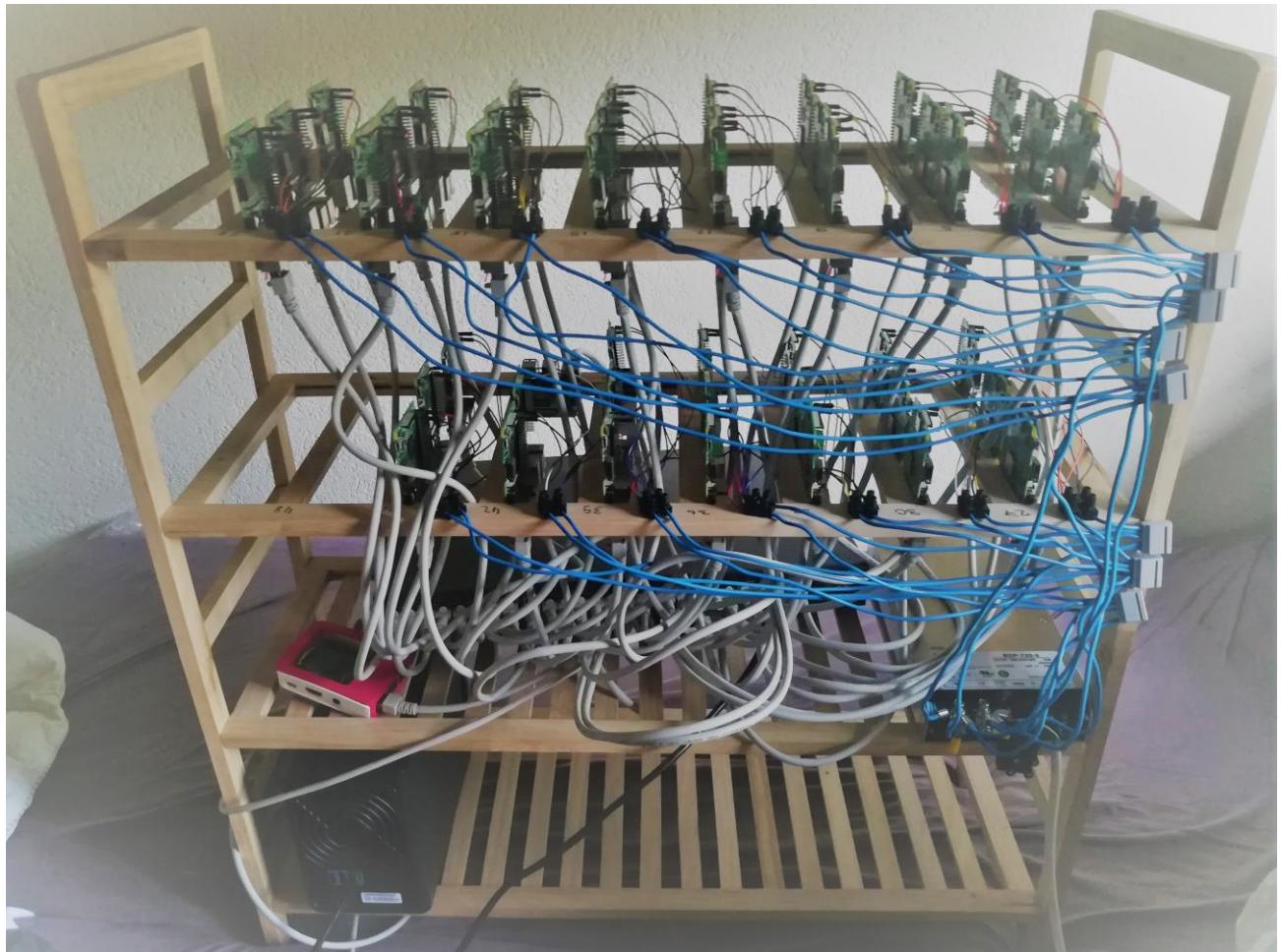


# Nebula: Mining Cluster

Christoph Amrein



**Nebula**

---

## Management Summary

Es wurde ein High Performance Computing Cluster bestehend aus 46 Raspberry PI's für das Schürfen von Kryptowährungen aufgebaut. Ausfallende Compute Nodes werden durch Reserve Nodes abgedeckt. Dadurch werden Unterbrüche und Systemabstürze für einen stabilen Betrieb verhindert. Dennoch werden Probleme über eine implementierte Überwachungs- und Alarmierungslösung an den Systemadministrator gemeldet, um ein rasches Eingreifen zu ermöglichen, welches Systemabstürze verhindern soll. Zudem kann während des Betriebes der Cluster jederzeit ausgebaut werden. Der Cluster ist in der Lage, vollautomatisiert Kryptowährungen über die CPU Ressourcen zu schürfen. Der geringe Stromverbrauch ermöglicht einen kosteneffizienten Einsatz. Während der Umsetzung wurde darauf geachtet, nur die nötigsten Komponenten zu beschaffen und das Betriebssystem über das Netzwerk an die Compute Nodes zu verteilen, um den Kostenrahmen nicht zu überschreiten. Durch die geringen Anschaffungs- und Betriebskosten kann der Cluster über mehrere Jahre rentabel verwendet werden. Weiterhin ist die Flexibilität ebenfalls eine Stärke des Produktes. Diese ermöglicht ebenfalls einen Einsatz in anderen Anwendungsgebieten.

Inhaltsverzeichnis

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Initialisierung</b>	<b>6</b>
1.1	Ausgangslage . . . . .	6
1.1.1	Weshalb soll das Projekt realisiert werden? . . . . .	6
1.1.2	Für wen ist das Projekt gedacht? . . . . .	6
1.2	Situationsanalyse . . . . .	6
1.2.1	Stärken . . . . .	7
1.2.2	Schwächen . . . . .	7
1.3	Ziele . . . . .	7
1.3.1	Vorgehensziele . . . . .	7
1.3.2	Projektziele . . . . .	8
1.3.3	Lieferobjekte . . . . .	9
1.3.4	Rahmenbedingungen . . . . .	9
1.3.5	Abgrenzungen . . . . .	9
1.4	Lösungsbeschreibung . . . . .	10
1.5	Kosten . . . . .	10
1.5.1	Einmalige Kosten . . . . .	10
1.5.2	Betriebskosten (repetitiv) . . . . .	11
1.5.3	Gesamtkosten . . . . .	11
1.6	Wirtschaftlichkeit . . . . .	12
1.6.1	Spekulation . . . . .	12
1.6.2	Infrastruktur . . . . .	12
1.7	Planung . . . . .	13
1.7.1	Grober Projektplan . . . . .	13
1.7.2	Termine . . . . .	14
1.8	Ressourcen . . . . .	14
1.8.1	Budget . . . . .	14
1.8.2	Sachmittel . . . . .	14
1.9	Organisation . . . . .	15
1.9.1	Projektorganisation . . . . .	15
1.9.2	Projektablage . . . . .	15
1.10	Cluster-Software Evaluation . . . . .	16
1.10.1	Cluster Software Kriterien . . . . .	16
1.10.2	Informationsbeschaffung . . . . .	16
1.11	Lösungsvarianten . . . . .	17
1.11.1	Variantenübersicht . . . . .	17
1.11.2	Variante V1 «OpenHPC» . . . . .	17
1.11.3	Variante V2 «TinyTitan» . . . . .	17
1.11.4	Variante V3 «Minimale Lösung» . . . . .	18
1.11.5	Anforderungsabdeckung der Varianten . . . . .	18

*Inhaltsverzeichnis*

---

1.11.6	Notenskala der Kriterien . . . . .	19
1.12	Bewertung der Varianten . . . . .	19
1.13	Variantenentscheid . . . . .	19
1.14	Risiken . . . . .	19
<b>2</b>	<b>Konzept</b>	<b>21</b>
2.1	Physikalischer Überblick . . . . .	21
2.2	Physikalische Verbindungen . . . . .	22
2.2.1	Stromversorgung Management Node . . . . .	22
2.2.2	Compute Nodes . . . . .	22
2.2.3	Übrige Geräte . . . . .	22
2.2.4	Netzwerkverbindungen . . . . .	22
2.3	Technischer Überblick . . . . .	23
2.3.1	Verwendete Protokolle . . . . .	24
2.4	Technische Verbindungen & Kommunikation . . . . .	25
2.5	Komponentenbeschreibung . . . . .	25
2.5.1	Router . . . . .	25
2.5.2	PC . . . . .	25
2.5.3	Management Node . . . . .	26
2.5.4	Netzteil Management Node . . . . .	26
2.5.5	NAS . . . . .	26
2.5.6	Switch . . . . .	26
2.5.7	Compute Nodes . . . . .	26
2.5.8	Schaltnetzteil Compute Nodes . . . . .	27
2.6	Tests . . . . .	27
2.6.1	Testobjekte . . . . .	27
2.6.2	Testarten . . . . .	27
2.6.3	Testvoraussetzungen . . . . .	28
2.6.4	Fehlerklassen . . . . .	28
2.6.5	Testhilfsmittel . . . . .	28
2.6.6	Testfazit . . . . .	29
2.7	Monitoring . . . . .	29
2.7.1	Service Monitoring - Nagios . . . . .	29
2.7.2	Performance Monitoring - Ganglia . . . . .	30
2.8	Mining . . . . .	30
2.8.1	Kryptowährungen . . . . .	30
2.9	Hostnamen . . . . .	30
2.9.1	Management Node Name . . . . .	31
2.9.2	Compute Node Namen . . . . .	31
2.9.3	Reserve Node Name . . . . .	32

*Inhaltsverzeichnis*

---

<b>3</b>	<b>Realisierung</b>	<b>33</b>
3.1	Physischer Aufbau . . . . .	33
3.1.1	Komponenten Platzierung . . . . .	33
3.1.2	Kühlung . . . . .	34
3.1.3	Stromversorgung . . . . .	34
3.1.4	Kommunikation . . . . .	34
3.2	Technischer Aufbau . . . . .	34
3.2.1	Betriebssystem . . . . .	34
3.2.2	Vorbereitungen . . . . .	35
3.2.3	Installation . . . . .	35
<b>4</b>	<b>Schlussbetrachtung</b>	<b>36</b>
4.1	Abweichungen . . . . .	36
4.2	Arbeiten nach dem Projekt . . . . .	36
4.3	Persönliche Betrachtung . . . . .	36
4.4	Danksagung . . . . .	36
<b>5</b>	<b>Authentizität</b>	<b>38</b>
	<b>Anhang</b>	<b>39</b>
<b>A</b>	<b>Vorbereitungen RPI's</b>	<b>39</b>
A.1	Betriebssystem installieren . . . . .	39
A.2	RPI für den Netzwerkboot vorbereiten . . . . .	42
A.3	Hostname und IP der MAC Adresse zuweisen . . . . .	42
A.4	Netzwerkshare einrichten . . . . .	44
<b>B</b>	<b>Installation Management Node</b>	<b>45</b>
B.1	Variablen Definition . . . . .	45
B.2	Basiskonfiguration . . . . .	49
B.3	OpenHPC Komponenten installieren . . . . .	49
B.4	Netzwerkboot einrichten . . . . .	50
B.5	Netzwerkshare einbinden . . . . .	55
B.6	Registration Compute Nodes . . . . .	55
B.7	Monitoring installieren . . . . .	56
B.8	Miner installieren . . . . .	57
<b>C</b>	<b>Benutzerhandbuch</b>	<b>61</b>
C.1	Systemstart . . . . .	61
C.2	SLURM . . . . .	62
<b>D</b>	<b>Projektplan</b>	<b>65</b>
<b>E</b>	<b>Diplomeingabe</b>	<b>66</b>

*Inhaltsverzeichnis*

---

<b>F</b>	<b>Testfälle</b>	<b>73</b>
F.1	Komponententests . . . . .	73
F.2	Integrationstests . . . . .	89
F.3	Systemtests . . . . .	90
<b>G</b>	<b>Testprotokoll</b>	<b>93</b>
G.1	Komponententests . . . . .	93
G.2	Integrationstests . . . . .	117
G.3	Systemtests . . . . .	122
<b>H</b>	<b>Kick-Off Protokoll</b>	<b>127</b>
<b>I</b>	<b>Arbeitsjournal</b>	<b>129</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>		<b>144</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>		<b>148</b>
<b>Quellenverzeichnis</b>		<b>149</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>		<b>150</b>
<b>Glossar</b>		<b>151</b>

*1 Initialisierung*

---

## 1 Initialisierung

### 1.1 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. Deswegen 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.

#### 1.1.1 Weshalb soll das Projekt realisiert werden?

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

#### 1.1.2 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.

### 1.2 Situationsanalyse

Für das Schürfen von Kryptowährungen werden folgende Komponenten eingesetzt:

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

Tabelle 1: Situationsanalyse Komponenten

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

## 1 Initialisierung

### 1.2.1 Stärken

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

Tabelle 2: Situationsanalyse Stärken

### 1.2.2 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 können nicht durchgehend Kryptowährungen geschürft werden.

Tabelle 3: Situationsanalyse Schwächen

## 1.3 Ziele

### 1.3.1 Vorgehensziele

#### Zeitplan

Während der Initialisierungsphase wurde eine Projektplanung mit den Aufgaben und den vorgesehnen 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 überprüfen.

#### Beweiserbringung

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

## 1 Initialisierung

### 1.3.2 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	M
02	Die Daten werden auf einem Network Attached Storage (NAS) mit Redundant Array of Independent Disks (RAID I) gesichert.	Die Festplatten werden einzeln überprüft, der Datenbestand muss identisch sein.	BZ	M TZ
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	M
04	Es können während des Betriebs neue Compute Nodes hinzugefügt werden & ausfallende Compute Nodes verursachen keinen Unterbruch des Betriebs.	Während der Testphase werden neue Compute Nodes hinzugefügt und Compute Nodes vom Cluster getrennt.	LZ BZ TZ	M
05	Der Cluster kann für verschiedene Anwendungsgebiete eingesetzt werden.	Während der Testphase werden andere Applikationen, welche die Cluster Ressourcen verwenden sollen, installiert.	BZ	M
06	Das Betriebssystem soll über das Netzwerk an die Compute Nodes 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	M
07	Das Schürfprogramm soll automatisch die gewinnbringendste Währung abbauen.	Nach der Testphase werden die Logdateien und Wallets ausgewertet und mit Daten der Währungskurse abgeglichen.	LZ WZ	K
08	Mit der geschürften Währung soll auf Börsen gehandelt werden können.	Kann nach der Realisierung durch Transaktionslogdaten gemessen werden.	LZ WZ	K
09	Die Wartungsarbeiten sollen pro Monat nicht mehr als 3 Stunden betragen.	Wird durch ein Eingriffsprotokoll nach der Realisierungsphase festgehalten.	BZ	K
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	K

Tabelle 4: Projektziele

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

## 1 Initialisierung

### 1.3.3 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	Detailkonzept	Konzept	17.03.2018
6	Testkonzept	Konzept	22.03.2018
7	Testprotokoll	Realisierung	03.05.2018
8	Installationshandbuch	Realisierung	10.05.2018
9	Betriebshandbuch	Realisierung	13.05.2018

Tabelle 5: Lieferobjekte

### 1.3.4 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.

### 1.3.5 Abgrenzungen

- Das Projekt wird für den privaten Nutzen durchgeführt.
- Die Experten sind in den Kostenrechnungen 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.

## *1 Initialisierung*

### 1.4 Lösungsbeschreibung

Es wird physisch ein Cluster aus mindestens 40 aktiven Raspberry PI's (RPI's) aufgebaut. Der Cluster soll aus finanziellen Gründen mit möglichst wenig Komponenten, wie Netzteile, USB Kabel & Speicherkarten in Betrieb genommen werden. Dabei wird das Betriebssystem zentral verwaltet und über das Netzwerk an die einzelnen RPI's verteilt. Zugleich wird zur Datensicherheit ein Netzwerkshare (NAS) mit RAID 1 installiert. 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, 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 Webbrower aufrufbar.

### 1.5 Kosten

#### 1.5.1 Einmalige Kosten

##### Beschaffungskosten

Anzahl	Komponente	Stückpreis(CHF)	Gesamtwert(CHF)
40	Raspberry PI Model B	33.00	1'320.00
1	Schaltnetzteil	229.00	229.00
1	TTL Serial Kabel	30.00	30.00
40	Patchkabel 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>-</b>	<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>2'489.00</b>

Tabelle 6: Beschaffungskosten

##### Aufwandskosten

Stunden	Phase	Stundenansatz(CHF)	Gesamtkosten(CHF)
30	Initialisierung	120.00	3'600.00
41	Konzept	120.00	4'920.00
171	Realisierung	120.00	20'520.00
25.5	Einführung	120.00	3'060.00
25	Periodische Arbeiten	120.00	3'000.00
1.5	Reserve / Administration	120.00	180.00
<b>294</b>	<b>Total</b>	<b>120.00</b>	<b>35'280.00</b>

Tabelle 7: Aufwandskosten

## *1 Initialisierung*

---

### 1.5.2 Betriebskosten (repetitiv)

Folgende Voraussetzungen sind für die folgenden Berechnungen definiert:

- 1000 Watt die Stunde kostet 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	1'000.20

Tabelle 8: Stromkostenrechnung

### 1.5.3 Gesamtkosten

#### Jährliche Kosten

Das Projekt wird Anfang Juni abgeschlossen sein. Deshalb belaufen sich die Wartungs- und Stromkosten im 1. Jahr auf die Hälfte gegenüber den Folgejahren. Der Cluster soll innerhalb von 3 Jahren gewinnbringend wirken. Die jährlichen sowie täglichen Kosten (in CHF) sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

Kostengrund	Kosten 1. Jahr	Kosten 2. Jahr	Kosten 3. Jahr
Beschaffung	2'489.00	-	-
Aufwand	35'280.00	-	-
Wartungskosten	2'160.00	4'320.00	4'320.00
Stromkosten	500.00	1'000.00	1'000.00
<b>Total</b>	<b>40'429.00</b>	<b>45'749.00</b>	<b>51'069.00</b>

Tabelle 9: Gesamtkosten

#### Tägliche Kosten

Auf 3 Jahre ausgerechnet, muss täglich ein Ertrag von 47.29 CHF erwirtschaftet werden, um die investierten Aufwände und Kosten zu decken.

## *1 Initialisierung*

### **1.6 Wirtschaftlichkeit**

Das Projekt wird für den privaten Nutzen und aus eigenem Interesse aufgebaut. Aus diesem Grunde ist die Wirtschaftlichkeit kein Kernpunkt des Clusters.

#### **1.6.1 Spekulation**

Das Ziel des Clusters ist es, täglich **30 CHF** zu erwirtschaften. Dieser Wert ist nicht deckungsgleich mit den täglichen Kosten, soll aber über Marktspekulationen gedeckt werden. Durch die volatilen Märkte sind Kursschwankungen in beide Richtungen möglich. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Währungen in Zukunft noch an Wert zulegen werden, sobald diese einmal als geltende Zahlungsmittel aufgenommen werden. Durch reine Betriebskosten ohne Spekulation **47.29 CHF** ergibt sich ein tägliches Defizit von **17.29 CHF**, welches einem Verlust von **36.56%** entspricht.

#### **1.6.2 Infrastruktur**

Beim Projekt wird der Fokus der Wirtschaftlichkeit hauptsächlich auf den Aufbau gelegt. Hier gilt es, möglichst wenige überflüssige Komponenten zu benutzen. 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, was Speicherkarten einspart.

Anzahl	Komponente	Stückpreis in CHF	Gesamtwert in CHF
<b>Standardlösung</b>			<b>700.00</b>
4	Universal-Serial-Bus(USB)-HUB 10 Ports	35.00	140.00
40	Mini-USB Kabel	6.00	240.00
40	MicroSD Karten	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 10: Wirtschaftlichkeit Hardware

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

## *1 Initialisierung*

### 1.7 Planung

#### 1.7.1 Grober Projektplan

Die folgende Tabelle zeigt die Arbeiten an, welche während des Projektes erledigt werden sollen. Ein grafischer und detaillierter Projektplan ist über das eingerichtete Confluence<sup>1</sup> zugänglich und kann dem Anhang E entnommen werden. Die “Ist-Spalte“ habe ich nachträglich noch ausgefüllt.

Aufgabe	Start	Ende	Dauer in Stunden		
			Soll	Ist	Abw.
<b>0.0 Initialisierung</b>			30	38.5	+8.5
0.1 Projektplan erstellen	06.02.2018	15.02.2018	4	6	+2
0.2 Projektlogo erstellen	06.02.2018	20.02.2018	2	0.5	-1.5
0.3 Studie durchführen	06.02.2018	20.02.2018	18	24	+6
0.4 Projektauftrag erstellen	20.02.2018	25.02.2018	2	4	+2
0.5 Diplombericht erstellen	25.02.2018	28.02.2018	4	4	0
<b>1.0 Konzept</b>			41	38.5	-2.5
1.1 Zwischen-Meeting	01.03.2018	01.03.2018	6	5.5	-0.5
1.2 Detailkonzept erstellen	05.03.2018	17.03.2018	12	18	+6
1.3 Testkonzept erstellen	18.03.2018	22.03.2018	11	12	+1
1.4 Dokumenten Review	24.03.2018	26.03.2018	12	3	-9
<b>2.0 Realisierung</b>			171	176	+5
2.1 Physischer Aufbau	03.04.2018	07.04.2018	20	32	+12
2.2 Stromversorgung einrichten	08.04.2018	09.04.2018	8	7	-1
2.3 Raspberry PI's vorbereiten	17.04.2018	17.04.2018	4	6	+2
2.4 Netzwerkboot einrichten	21.04.2018	23.04.2018	25	25	0
2.5 Cluster Software installieren	24.04.2018	25.04.2018	25	20	-5
2.6 Schürf Software installieren	26.04.2018	26.04.2018	12	10	-2
2.7 Entwickeln von Tools und Automatismen	02.04.2018	28.04.2018	30	17	-13
2.8 Monitoring einrichten	01.05.2018	10.05.2018	14	7	-7
2.9 Periodische Systemtests	10.04.2018	13.05.2018	7	30	+23
3.0 Installationshandbuch erstellen	02.04.2018	10.05.2018	8	10	+2
3.1 Testprotokoll erstellen	02.05.2018	03.05.2018	9	9	0
3.2 Betriebshandbuch	01.05.2018	13.05.2018	9	3	-6
3.3 Freigabe zur Einführung	07.05.2018	15.05.2018	0	0	0
<b>4.0 Einführung</b>			25.5	27	+1.5
4.1 Abschlussbericht	17.05.2018	22.05.2018	9.5	15	+5.5
4.2 Management Summary	20.05.2018	24.05.2018	8	2	-6
4.3 Vorbereitung Abschluss Meeting	22.05.2018	27.05.2018	3	5	+2
4.4 Drucken und Binden	24.05.2018	01.06.2018	2	2	0
4.5 Abschluss-Meeting	02.06.2018	02.06.2018	2	2	0
4.6 Projektabschluss	03.06.2018	03.06.2018	1	1	0

Tabelle 11: Grober Projektplan

<sup>1</sup><http://wiki.influ.ch/download/attachments/327735/NEBULA-Projektplan-v1.xlsx?api=v2>

## 1 Initialisierung

### 1.7.2 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	2x Wöchentlich	Projektleiter	-

Tabelle 12: Termine

## 1.8 Ressourcen

### 1.8.1 Budget

Dem privaten Projekt steht ein Budget von 3'250 CHF zu. Die Aufwände werden hierbei nicht berücksichtigt, da keine Löhne bezahlt werden müssen.

Nr.	Verwendungszweck	Budget in CHF
1	Beschaffungen	3'000.00
2	Apéro	150.00
3	Drucken & Binden	100.00
<b>Total</b>		<b>3'250.00</b>

Tabelle 13: Projektbudget

### 1.8.2 Sachmittel

Die aufgelisteten Komponenten werden für die Lösung benötigt.

Nr.	Anzahl	Komponenten	Modell / Spezifikationen
1	40	Mini Computer	Raspberry PI 3 Model B+
2	1	Schaltnetzteil	RSP-750-5, Mean Well
3	1	USB zu TTL Serial-Kabel	Adafruit USB zu TTL Serial Kabel, 75cm
4	40	Ethernetkabel	FTP Cat.5e Patchkabel
5	1	Switch	TL-SL3452 48-Port 10/100, TP-Link
6	1	Datenspeicher	Synology NAS DS216
7	*	Diverse Kabel & Befestigungsmaterialien	*

Tabelle 14: Sachmittel

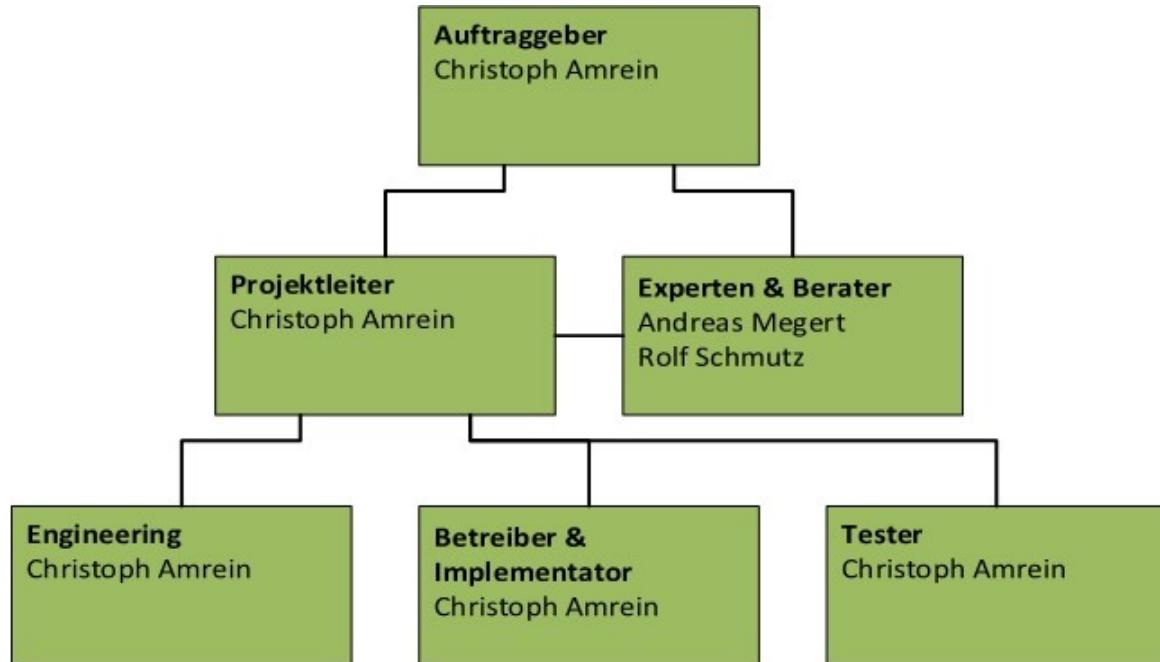
\* Anzahl und Hersteller unbekannt. Die Artikel wurden in lokalen Baumärkten eingekauft.

1 Initialisierung

## 1.9 Organisation

### 1.9.1 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 15: Organisation

### 1.9.2 Projektablage

Nr.	Was	Wo
1	Allgemeine Ablage	<a href="http://wiki.influ.ch">wiki.influ.ch</a>
2	Dokumentation	<a href="https://github.com/amreinch/Nebula_AMC">https://github.com/amreinch/Nebula_AMC</a>
3	Snapshots	Lokal, D:\Diplomarbeit\CentOS_works
4	Skripte, Entwürfe	<a href="https://github.com/amreinch/OpenHPC_Install_Nebula">https://github.com/amreinch/OpenHPC_Install_Nebula</a>

Tabelle 16: Projektablage

*1 Initialisierung*

## 1.10 Cluster-Software Evaluation

### 1.10.1 Cluster Software Kriterien

Es wurden drei Cluster Software Produkte evaluiert. Dabei mussten die Muss-Kriterien erfüllt werden, um in die Auswahl zu kommen. Diese Kriterien werden für den Entscheid der Software nicht berücksichtigt, grenzen aber die Auswahlmöglichkeit der Produkte ein.

Nr.	Anforderung	Prio.
1	Ist die Software High-Performance-Computing (HPC) tauglich?	M
2	Kann das Produkt innerhalb des vorgesehenen Zeitraumes installiert werden?	M
3	Ist die Lösung skalierbar?	M
4	Existieren Dokumentationen?	S
5	Kann Support beansprucht und bezogen werden?	S
6	Ist die Lösung benutzerfreundlich?	S
7	Existieren Verwaltungstools?	S
8	Fallen zusätzliche Kosten an?	S

Tabelle 17: Software Kriterien

### 1.10.2 Informationsbeschaffung

Es wurde nach einer Lösung gemäss der oben definierten Kriterien gesucht. Dabei bin ich auf einen Wikipedia Eintrag<sup>2</sup> 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 herauskristallisiert. Weiterhin wurden Suchbegriffe wie "HPC Raspberry PI" über Suchmaschinen eingegeben, da die Compute Nodes des Clusters Raspberry PI's sein sollen. Den Artikel über TinyTitan<sup>3</sup> habe ich als interessant erachtet und deshalb genauer untersucht. Mit einer weiteren Suche (hpc cluster software raspberry) bin ich auf einen Guide<sup>4</sup> gestossen, der relativ simpel aussieht und einfach umzusetzen ist. 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 Varianten zu empfehlen. Während der Informationsbeschaffung bin ich auf zwei Fachbegriffe Message Passing Interface (MPI) & Simple Linux Utility for Resource Management (SLURM), welche meistens in Zusammenhang mit HPC stehen, gestossen. Diese musste ich ebenfalls noch in Erfahrung bringen.

<sup>2</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_cluster\\_software](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_cluster_software)

<sup>3</sup><http://www.hptctoday.com/best-practices/tinytitan-a-raspberry-pi-computing-based-cluster/>

<sup>4</sup><http://thundaxsoftware.blogspot.ch/2016/07/creating-raspberry-pi-3-cluster.html>

## *1 Initialisierung*

### **1.11 Lösungsvarianten**

#### **1.11.1 Variantenübersicht**

Die Informationen wurden über die folgenden Produkte gesammelt und zusammengestellt:

Nr.	Variante	Bezeichnung
1	OpenHPC	HPC Lösung entwickelt von der Linux Foundation
2	TinyTitan	Open Source Lösung entwickelt von Oak Ridge Leadership Computing Facility
3	Minimale Lösung	Simple 32-Bit Architekturlösung

Tabelle 18: Variantenübersicht

#### **1.11.2 Variante V1 «OpenHPC»**

##### **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.

##### **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.

##### **Voraussetzungen, Abhängigkeiten**

Für die Cluster Software werden mindestens ein Management Node und 4 Compute Nodes vorausgesetzt. Die Cluster Software wird nur durch die Betriebssysteme CentOS und Suse Linux Enterprise unterstützt.

#### **1.11.3 Variante V2 «TinyTitan»**

##### **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.

## 1 Initialisierung

---

### 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 Light Emitting Diodes (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.

### Voraussetzungen, Abhängigkeiten

Laut Guides werden lediglich 2 RPI's benötigt.

#### 1.11.4 Variante V3 «Minimale Lösung»

##### 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.

##### Installation und Betrieb

Da es bei dieser Lösung selber zu entscheiden gilt, 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.

##### Voraussetzungen, Abhängigkeiten

Es werden 2 RPI's benötigt.

#### 1.11.5 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 19: Anforderungsabdeckung

## *1 Initialisierung*

### 1.11.6 Notenskala der Kriterien

Nr.	Kriterium	Note	Begründung
1	Installation	0/3/5	5 = Kann gemäss Anleitung direkt installiert werden. 3 = Veraltete Anleitung. Komplikationsprobleme möglich. 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 Tools angeboten.

Tabelle 20: Notenskala der Kriterien

### 1.12 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>300</b>

Tabelle 21: Bewertung der Varianten

### 1.13 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.

### 1.14 Risiken

Der nachstehenden Abbildung kann entnommen werden, welche Risiken während des Projekts existieren. Dabei sind Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkungen tabularisch aufgelistet.

1 Initialisierung

---

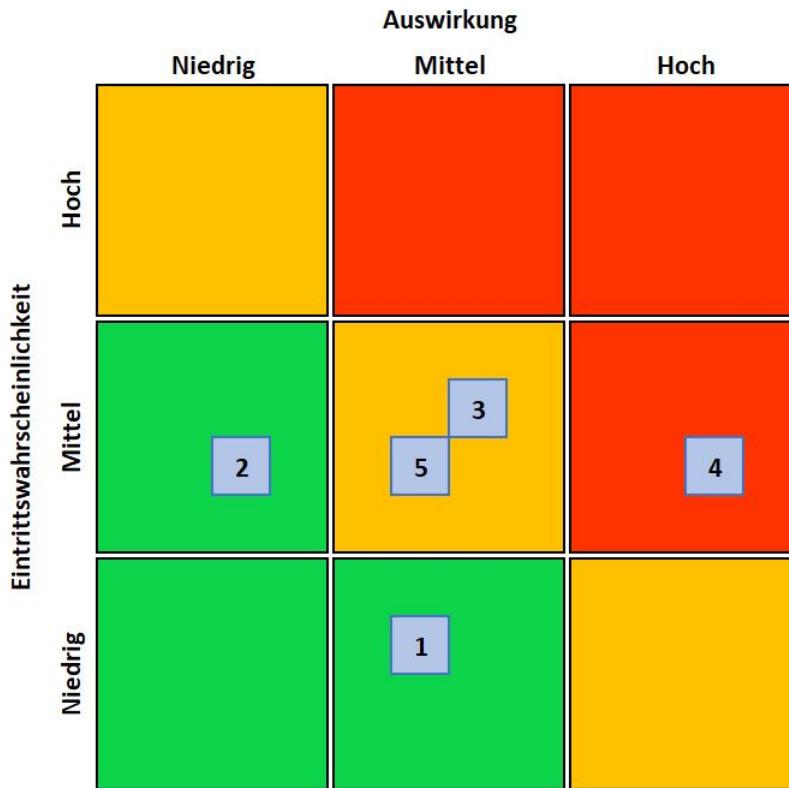


Abbildung 1: Risiken

Nr.	Beschreibung	Massnahmen zur Problemlösung
1	Der Terminplan kann nicht eingehalten werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeitplan anpassen.</li> <li>- Experten informieren und nach einer Lösung suchen.</li> </ul>
2	Ausfall durch Unfall	Experten informieren und nach einer Lösung suchen.
3	Technische Umsetzungsprobleme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informieren der Experten.</li> <li>- Hilfe der Experten einholen.</li> <li>- Alternative Lösung umsetzen.</li> </ul>
4	Defekte Hardware (Switch, Netzteil)	Hardware muss umgehend neu beschafft werden.
5	Softwarefehler	Patches einspielen, Kontakt mit Lieferanten aufnehmen.

Tabelle 22: Risiken

*2 Konzept*

## 2 Konzept

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

### 2.1 Physikalischer Überblick

Durch die aufgeführte Abbildung ist eine Übersicht der vorhandenen und angeschlossenen Komponenten des Projektes ersichtlich.

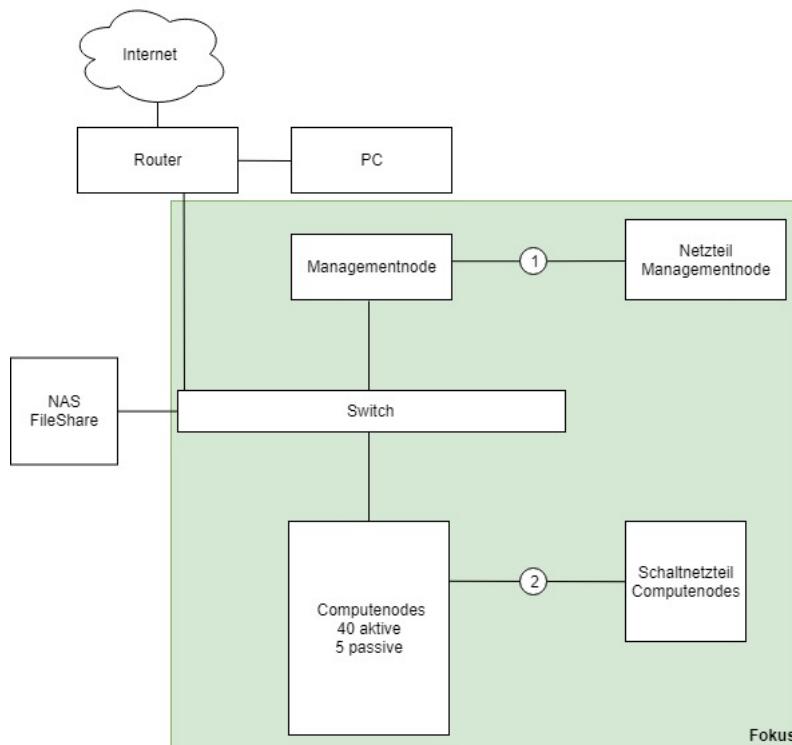


Abbildung 2: Physikalischer Überblick

#### Beschreibung

Der grün markierte Teil beinhaltet das Vorhaben. Diese Komponenten werden neu in das Netzwerk eingebunden und aufgebaut. Die Komponenten ausserhalb des grünen Bereiches existieren bereits und es müssen für die Umsetzung Konfigurationen vorgenommen werden.

#### Verbindung 1

Der Management Node wird über ein herkömmliches Netzteil per Micro USB mit Strom versorgt.

#### Verbindung 2

Die Compute Nodes werden über ein Schaltnetzteil über die General Purpose Input/Output (GPIO) Pins mit Strom betrieben.

## 2.2 Physikalische Verbindungen

### 2.2.1 Stromversorgung Management Node

Der Management Node wird über den Micro USB Anschluss mit Strom versorgt. Dabei muss darauf geachtet werden, dass ein mindest Strom von 2 Ampere fliesst. Zudem wird eine konstante Spannung von 5 Volt benötigt. Deshalb wird ein Netzteil mit einer Leistung von 10 Watt verwendet. Das Netzteil wird über eine Stromschiene an das Stromnetz angeschlossen.

### 2.2.2 Compute Nodes

Die Compute Nodes werden über die GPIO Pins via Jumperkabel über ein gemeinsames Netzteil mit Strom versorgt. Da es sich hierbei um eine Anzahl von mindestens 45 Raspberry's handelt, ist ein Netzteil mit einer Leistung von 500W vorgesehen. Das Netzteil wird über die Stromschiene an das Stromnetz angeschlossen.

### 2.2.3 Übrige Geräte

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

### 2.2.4 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:

- Management Node
- Compute Nodes
- NAS

## 2.3 Technischer Überblick

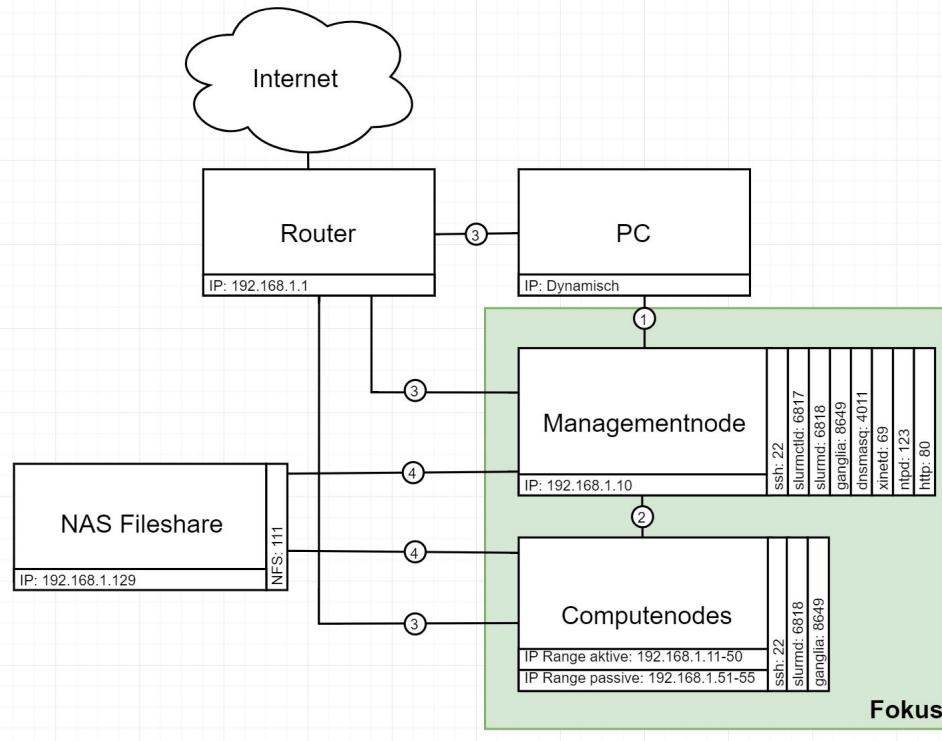


Abbildung 3: Technischer Überblick

### Beschreibung

Der grün markierte Teil beinhaltet das Vorhaben. Diese Komponenten werden neu in das Netzwerk eingebunden und aufgebaut. Die Komponenten ausserhalb des grünen Bereiches existieren bereits und es müssen für die Umsetzung Konfigurationen vorgenommen werden.

### Verbindung 1

Der Personal Computer (PC) kann mit dem **Secure Shell (SSH)** Protokoll auf den Management Node zugreifen. Dadurch kann die Installation vorgenommen werden. Zugleich wird über **Hypertext Transfer Protocol (HTTP)** via Webbrowser der Zugriff auf diverse Applikationen, wie z.B. Nagios & Ganglia, ermöglicht.

### Verbindung 2

Der Management Node verteilt via **dnsmasq** und **Trivial File Transfer Protocol (TFTP)** das Betriebssystem an die Compute Nodes über das Netzwerk. Sogleich ist auch der **Slurm Controller** für die Jobsteuerung auf dem Management Node installiert, welcher mit den **Slurm Daemons** auf den Compute Nodes kommuniziert. Weiterhin sind die Monitoring Komponenten **Ganglia** und **Nagios** auf dem Management Node installiert, welche Monitoringdaten der Compute Nodes sammeln und zur Auswertung verarbeiten.

*2 Konzept*

---

### Verbindung 3

Der Router verteilt via **Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)** statische Internet Protocol (IP) Adressen und Hostnamen, welche über die Media-Access-Control (MAC) Adressen definiert sind.

### Verbindung 4

Der NAS Share wird über **Network File System (NFS)** auf den Compute Nodes und dem Master Node angehängt.

#### 2.3.1 Verwendete Protokolle

Verbindung	Protokoll	Protokollfamilie	Ports
1	SSH	TCP	22
2	SMTP	TCP	25
3	DHCP	UDP	67 / 78
4	TFTP	UDP	69
5	HTTP	TCP	80
6	NFS	TCP	111

Tabelle 23: Protokolle

## 2 Konzept

### 2.4 Technische Verbindungen & Kommunikation

Nr.	Quelle	Ziel	Betrifft	Beschreibung
01	NAS	Mgmt	Datenablage	Der NAS Share wird über das NFS Protokoll angehängt.
02	NAS	Compute	Datenablage	Der NAS Share wird über das NFS Protokoll angehängt.
03	Router	Mgmt	IP Adresse	Anhand der MAC Adresse wird eine statische IP Adresse zugewiesen.
04	Router	Compute	IP Adressen	Anhand der MAC Adressen werden statische IP Adressen zugewiesen.
05	Router	Mgmt	Hostname	Es wird über den Router ein definierter Hostname verteilt.
06	Router	Compute	Hostnamen	Es werden über den Router definierte Hostnamen verteilt.
07	Mgmt	Compute	Netzwerkboot	Der Management Node beliefert die Compute Nodes über das TFT Protokoll mit dem Betriebssystem
08	Internet	Mgmt	Zeitserver	Die aktuelle Zeit wird mit Network Time Protocol (NTP) über das Internet synchronisiert.
09	Mgmt	Compute	Zeitserver	Die Compute Nodes beziehen die aktuelle Zeit über NTP.
10	Internet	Compute	Internetzugriff	Die Compute Nodes können über ein Routing über den Mgmt auf das Internet zugreifen.
11	PC	Mgmt	Zugriff	Verbindungen über den PC können mit dem SSH Protokoll aufgebaut werden.
12	PC	Compute	Zugriff	Verbindungen über den PC können mit dem SSH Protokoll aufgebaut werden.

Tabelle 24: Verbindungen & Kommunikation

**Legende:** Mgmt = Management Node, Compute = Compute Nodes, PC = Home Computer

### 2.5 Komponentenbeschreibung

#### 2.5.1 Router

Bei dem Router handelt es sich um eine Internet-Box Plus von Swisscom. Das Admin Interface ist über <http://internetbox> aufrufbar.

#### 2.5.2 PC

Der PC ist selbst zusammengestellt und wird für den SSH Zugriff auf den Management Node und für Zugriffe auf die Webanwendungen des Clusters benötigt.

---

*2 Konzept*

### 2.5.3 Management Node

Der Management Node dient der Jobsteuerung sowie Clusterverwaltung. Alle zentralen Programme sind auf diesem Node installiert.

Hostname	nebula
Modell	Raspberry PI 3 B
Betriebssystem	Centos 7.4
CPU	Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 64bit CPU
RAM	1GB

Tabelle 25: Komponente Management Node

### 2.5.4 Netzteil Management Node

Das Netzteil liefert eine konstante Spannung von 5V und Strom von mindestens 2 Ampere. Dabei handelt es sich um ein Noname Netzteil, welches eine Mindestleistung von 10 Watt aufbringen muss.

### 2.5.5 NAS

Das NAS ist von der Firma Synology. Das Modell lautet DS216 und wird als redundanter Datenspeicher benutzt.

### 2.5.6 Switch

Der Managed Switch TL-SL3428 von TP-Link wird für die Kommunikation zwischen NAS, Router, Management Node und den Compute Nodes benötigt. Auf die Managed Funktion wird allerdings während des Aufbaus und Betriebes verzichtet.

### 2.5.7 Compute Nodes

Die Compute Nodes erhalten über das Netzwerk das Betriebssystem durch den Management Node zugestellt. Dabei sind alle Hostnamen der Compute Nodes mit dem Prefix "c" versehen und werden aufnummerniert. Dabei sind die Compute Nodes in aktiv und passiv (Fallback, Reserve) aufgeteilt. Die passiven Compute Nodes sollen ausgefallene aktive Compute Nodes ersetzen und deren Arbeiten übernehmen und die Leistung des Clusters konstant halten.

#### Aktiv

## 2 Konzept

Hostname	c[1-40]
Modell	Raspberry PI 3 B
Betriebssystem	Centos 7.4
CPU	Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 64bit CPU
RAM	1GB

Tabelle 26: Komponente aktive Compute Nodes

## Passiv

Hostname	c[41-45]
Modell	Raspberry PI 3 B
Betriebssystem	Centos 7.4
CPU	Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 64bit CPU
RAM	1GB

Tabelle 27: Komponente passive Compute Nodes

### 2.5.8 Schaltnetzteil Compute Nodes

Das Schaltnetzteil RSP-750-5 von Mean Well liefert konstante 5 Volt als Ausgangsspannung und kann eine Leistung bis zu 500 Watt aufbringen. Daraus können 100 Ampere auf die Nodes verteilt werden.

## 2.6 Tests

### 2.6.1 Testobjekte

Die folgende Hardware ist für die Tests der Funktionsfähigkeit des Clusters im Scope vorgesehen:

Nr.	Objekt	Beschreibung
1	Management Node	Raspberry PI 3
2	Compute Nodes	Raspberry PI 3
3	NAS	Synology NAS DS216

Tabelle 28: Testobjekte

### 2.6.2 Testarten

Die Tests werden in folgende Kategorien eingestuft:

## 2 Konzept

Nr.	Testart	Beschreibung
1	Komponententest K-[0-9]	Die Lauffähigkeit und Erreichbarkeit der einzelnen Hardware Komponenten wird überprüft.
2	Integrationstest I-[0-9]	Es wird die Zusammenarbeit der aktiven und neu integrierten abhängigen Komponenten überprüft.
3	Systemtest S-[0-9]	Das System wird als Komplettlösung getestet. Hierbei soll geprüft werden, ob die Lösung den Anforderungen der Anwendbarkeit und Nutzbarkeit dem Auftrag entspricht.

Tabelle 29: Testarten

### 2.6.3 Testvoraussetzungen

#### Startbedingungen

Für den Start der Tests muss der Cluster aufgebaut sein und die einzelnen Komponenten müssen mit Strom versorgt sein.

#### Abbruchbedingungen

Die Tests werden abgebrochen, sobald Fehler auftauchen, welche Folgetests verhindern.

### 2.6.4 Fehlerklassen

Nr.	Fehlerklassen	Beschreibung
1	Fehlerfrei	Die Erwartungen sind erfüllt.
2	Harmloser Mangel	Es sind keine Betriebsverhinderungen zu erkennen. Die Erwartungen sind erfüllt.
3	Kleiner Mangel	Der Betrieb kann aufgenommen werden. Das Problem sollte aber über einen Zeitraum von 6 Monaten behoben werden.
4	Schwerer Mangel	Der Cluster kann nur teilweise in Betrieb genommen werden. Der Mangel muss innerhalb zwei Wochen behoben werden.
5	Kritischer Mangel	Der Cluster kann nicht in Betrieb genommen werden. Die Mängel müssen umgehend behoben werden.

Tabelle 30: Fehlerklassen

### 2.6.5 Testhilfsmittel

Die Dokumentation der Tests wird im Testprotokoll nachgeführt. Damit die Tests durchgeführt werden können, wird ein PC oder Notebook als Testclient benötigt. Dieser Client muss sich im selben Netzwerk wie der Cluster befinden.

## 2.6.6 Testfazit

Die Tests wurden gemäss Testkonzept durchgeführt worden. Alle Testfälle sind im Anhang F dokumentiert. Das Testprotokoll befindet sich im Anhang G und beinhaltet alle Resultate der durchgegangenen Testfälle. Dem Testprotokoll ist zu entnehmen, dass ein gutes Resultat erzielt wurde. Dadurch sollten keine Hindernisse bei der Inbetriebnahme des Clusters anzutreffen sein. Während der Tests sind jedoch kleinere Probleme aufgefallen, welche behoben werden müssen.

### K-037: Compute Node c35

Der Compute Node c35 ist nicht mehr funktionsfähig und muss innerhalb von 6 Monaten ausgetauscht werden. Während dieser Zeit wird auf einen unbestimmten Reserve Node c[41-45] zugegriffen. Der Compute Node c35 soll vom Netzwerk und von der Stromversorgung abgekoppelt werden, um Energie zu sparen.

### S-004: Ganglia Monitoring

Es wurde festgestellt, dass Ganglia jeweils alle Daten zusammenfasst und auf einem Node darstellt. Die Ursache ist noch nicht bekannt und es müssen Analysen stattfinden. Da Ganglia als Performance Messungs-Tool benutzt wird, ist dies nicht kritisch. Eine Lösung sollte dennoch innerhalb von 6 Monaten gefunden werden.

## 2.7 Monitoring

Als Monitoring-Lösungen werden die Applikationen Nagios und Ganglia eingesetzt. Die Einsatzgebiete sind wie folgt definiert:

- Nagios = Service Monitoring
- Ganglia = Performance Monitoring

### 2.7.1 Service Monitoring - Nagios

Sämtliche Service Tests werden vom Management Node aus automatisch in definierten Intervallen ausgeführt. Fehlgeschlagene Tests sowie Statusänderungen der Überwachungsstatis generieren eine Benachrichtigungs-E-Mail, welche an den Systemadministrator versendet wird. Nagios ist über den Browser via <http://nebula/nagios> zu erreichen.

Die folgenden Überwachungen sollen während der Realisierungsphase implementiert werden. Die Intervalle sind in Minuten angegeben. Weitere Überwachungen können nach dem Projektabschluss implementiert werden:

## 2 Konzept

Nr.	Überwachung	Schweregrad	Intervall	Beschreibung
1	Erreichbarkeit	Kritisch	5	Es wird mittels Ping eine Statusüberprüfung der Nodes durchgeführt.
2	SSH Zugriff	Mittel	60	Die Zugriffe auf die Compute Nodes sollen über den Management Node stattfinden.
3	CPU Last	Hoch	5	Die CPU's sollen ständig ausgelastet sein.

Tabelle 31: Service Monitoring

### 2.7.2 Performance Monitoring - Ganglia

Die Ganglia Applikation ist auf dem Management Node installiert und kommuniziert mit den Ganglia Daemons auf den Compute Nodes. Dabei werden die übermittelten Daten als Grafen dargestellt. Ganglia ist über <http://nebula/ganglia> aufrufbar.

## 2.8 Mining

Die Kryptowährungen werden über die Miningpools von Minergate.com geschürft. Dafür wird die cpuminer Version von tkinjo1985 verwendet. Diese Version unterstützt die ARMv8 Prozessoren und bietet alle gängigen Algorithmen für das Schürfen der Währungen an. Zudem werden nur Währungen geschürft, welche auf Börsen resp. Märkten gehandelt werden können.

### 2.8.1 Kryptowährungen

Folgende Kryptowährungen werden über die Minergate Pools mit dem CryptoNight Algorithmus geschürft:

Nr.	Währung	Kürzel	Märkte
1	Bytecoin	BCN	HitBTC, Poloniex
2	Monero	XMR	HitBTC, Binance, Bitfinex, Poloniex
3	Monero Original	XMO	HitBTC
4	DigitalNote	XDN	HitBTC, Bittrex
5	Quazar Coin	QCN	HitBTC
6	DashCoin	DSH	HitBTC
7	FantomCoin	FCN	HitBTC

Tabelle 32: Kryptowährungen

## 2.9 Automatisiertes Schürfen

Das zu entwickelnde Skript, welches automatisch die gewinnbringendste Kryptowährung schürfen soll, muss per Curl auf die API von <https://api.coinmarketcap.com/> der jeweiligen Währung zugreifen. Dabei soll die Antwort für das Ermitteln der gewinnbringendsten Währung dienen.

2 Konzept

## 2.10 Hostnamen

Die Compute Node Namen wurden nach einem überschaulichen Konzept definiert. Jeder Compute Node 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.

### 2.10.1 Management Node Name

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

Tabelle 33: Management Node Name

### 2.10.2 Compute Node Namen

Nr.	Name	IP	MAC
01	c1	192.168.1.11	B8:27:EB:32:39:A7
02	c2	192.168.1.12	B8:27:EB:2E:A3:D1
03	c3	192.168.1.13	B8:27:EB:50:45:3F
04	c4	192.168.1.14	B8:27:EB:0D:E6:25
05	c5	192.168.1.15	B8:27:EB:3E:96:B5
06	c6	192.168.1.16	B8:27:EB:EE:77:DA
07	c7	192.168.1.17	B8:27:EB:21:63:E6
08	c8	192.168.1.18	B8:27:EB:2E:2E:CC
09	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

## 2 Konzept

---

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 34: Compute Node Namen

### 2.10.3 Reserve Node Name

Die Reservenodes sind als Fallback für ausgefallene Compute Nodes vorgesehen.

Nr.	Name	IP	MAC
1	c41	192.168.1.51	B8:27:EB:DE:C9:69
2	c42	192.168.1.52	B8:27:EB:7E:6F:48
3	c43	192.168.1.53	B8:27:EB:5D:DD:FE
4	c44	192.168.1.54	B8:27:EB:A6:6D:4D
5	c45	192.168.1.55	B8:27:EB:0C:63:10

Tabelle 35: Reserve Node Namen

### 3 Realisierung

## 3 Realisierung

Dieses Kapitel beschreibt, in welcher Reihenfolge der Cluster aufgebaut wurde. Einen tieferen Einblick des Aufbaus und der verwendeten Installationsbefehle kann dem Anhang B entnommen werden. Die Anleitungen zu den Vorbereitungen der Installation sind im Anhang A vermerkt. Weiterhin ist das Betriebshandbuch mit den gängigsten Aufgaben und Befehlen für die Verwaltung des Clusters im Anhang C zu finden.

### 3.1 Physischer Aufbau

#### 3.1.1 Komponenten Platzierung

Der Cluster ist in einem Gestell, welches 4 Ebenen hat, implementiert. Die Ebenen sind wie folgt aufgeteilt:

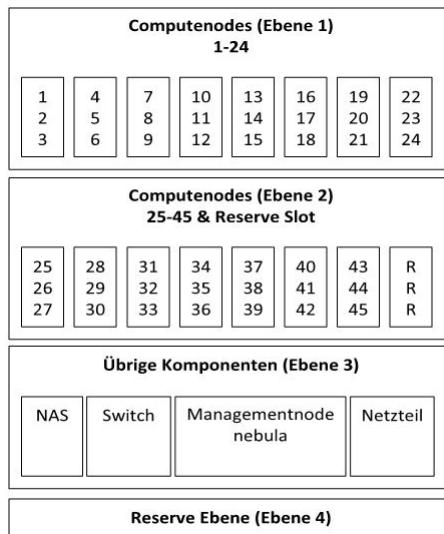


Abbildung 4: Physischer Aufbau

#### Ebene 1

24 RPI's sind auf dieser Ebene befestigt worden.

#### Ebene 2

Es befinden sich 21 RPI's auf dieser Ebene. Es können noch 3 weitere platziert werden.

#### Ebene 3

Hier wurden alle übrigen Komponenten befestigt. Darunter ist das NAS, der Switch, der Management Node und das Netzteil zu finden.

#### Ebene 4

Auf dieser Ebene wurde nichts installiert. Sie kann als Reserve Ebene betrachtet werden.

### *3 Realisierung*

---

#### **3.1.2 Kühlung**

Die CPU, RAM und GPU der RPI's wurden mit Aluminium-Kühlkörpern ausgestattet. Die passive Kühlung soll die übertakten CPU's der RPI's am laufen halten.

#### **3.1.3 Stromversorgung**

##### **Compute Nodes**

Die Compute Nodes wurden über die GPIO Pins 2 (5 Volt Anschluss) und 6 (Ground (GND) Anschluss) über Jumperkabel und weiteren Leiterkabeln, welche zur Verlängerung dienen, mit dem Netzteil verbunden. Es wurde darauf geachtet, dass der Kabeldurchschnitt für eine Anzahl von mindestens 25 Ampere ausreicht, so dass diese nicht durchbrennen.

##### **Netzteil**

Am Netzteil wurden Kabelschuhe befestigt, welche es ermöglichen, eine Verbindung mit den Leitern in Richtung RPI's herzustellen. Das Netzteil ist an einer gewöhnlichen Stromschiene angeschlossen.

##### **Generelle Verkabelung**

Die Leiter wurden hauptsächlich mit Lüsterklemmen verlängert und auf das zusammenlöten der Komponenten wurde deswegen verzichtet. Dies bietet für neue Verkabelungen eine grössere Flexibilität.

#### **3.1.4 Kommunikation**

Alle Komponenten, welche eine Netzwerkverbindung benötigen, sind über den Switch mit Patchkabeln zusammengeschlossen worden. Es wurde dabei keine spezielle Slotzuweisung des Switches berücksichtigt.

### **3.2 Technischer Aufbau**

#### **3.2.1 Betriebssystem**

Es existiert zur Zeit kein 64-Bit CentOS Kernel, welcher mit den RPI's kompatibel ist. Deswegen wurde mit einer alternativen Lösung das Gentoo Image vom Github Repository<sup>5</sup> von Sakaki heruntergeladen und auf die SD-Karte geschrieben. Dabei wurden zwei Partitionen erstellt: Die Boot-Partition, welche den Kernel und die Bootbefehle beinhaltet, und die Dateisystem-Partition. Diese beinhaltet die Ordnerstruktur und Dateien des Betriebssystems. Diese Partition muss mit dem eines CentOS Dateisystems überschrieben werden. Dabei wurde das Dateisystem aus dem offiziellen Repository von CentOS<sup>6</sup> heruntergeladen und auf die Dateisystem Partition kopiert.

---

<sup>5</sup><https://github.com/sakaki-/gentoo-on-rpi3-64bit>

<sup>6</sup><http://mirror.centos.org/altarch/7/isos/aarch64/CentOS-7-aarch64-rootfs-7.4.1708.tar.xz>

### *3 Realisierung*

---

#### **3.2.2 Vorbereitungen**

##### **Netzwerk**

Die IP- und Hostnamenzuweisung wurde über die Internetbox von Swisscom eingerichtet. Dabei wurden alle RPI's an das Netzwerk und den Strom angeschlossen. Nach ca. 2 Minuten wurden alle angeschlossenen Geräte im Interface aufgelistet und konnten anhand des Hostnamenkonzeptes eingerichtet werden.

##### **Netzwerkboot**

Der Management Node dient als Provider und verteilt das Betriebssystem an alle angeschlossenen Compute Nodes. Diese mussten vorgängig bearbeitet werden und benötigen bei einem Power On einen One Time Programmable (OTP) Eintrag. Dadurch wird eine Anfrage von jedem Compute Node (Client) an den Management Node gestellt, ob es das Betriebssystem erhalten darf. Zeitgleich wurden noch alle MAC-Adressen ausgelesen, diese werden später für die statische Zuweisung von IP-Adressen und Hostnamen benötigt.

#### **3.2.3 Installation**

Während der Realisierung wurde nach Erfolgserlebnissen jeweils ein aktueller Snapshot der SD-Karte mit dem Programm Win32DiskImager erstellt. Dadurch war es möglich, ein rasches Vorantreiben der Installation zu gewährleisten. Falls zuviele Änderungen am System vorgenommen wurden, welche nicht mehr rasch rückgängig gemacht werden konnten und Probleme verursachten, wurde als Wiederherstellung eines funktionierenden Systems der letzte Snapshot wieder eingespielt.

Zudem wurde für die Installation des Clusters und dessen Komponenten die Installationsanleitung (Install guide with Warewulf + Slurm) von OpenHPC verwendet. Dabei wurde der Warewulf Part zu einem grossen Teil übersprungen. Dieser hätte es ermöglicht, einen vereinfachten Netzwerkboot der Compute Nodes einzurichten. Es ist aber leider nicht möglich, die RPI's damit zu managen, da Warewulf iPXE benutzt und dies nicht kompatibel mit den RPI's ist.

#### *4 Schlussbetrachtung*

## 4 Schlussbetrachtung

Der Cluster kann parallele Berechnungen durchführen. Leider ist es nicht möglich, Kryptowährungen mit nur einem Prozess über den Cluster hinweg zu schürfen. Jedoch ergibt es hierbei keinen Unterschied, ob jeweils neue Prozesse pro Node gestartet werden oder ob diese in einen Prozess zusammengeführt sind. Dies würde erst eine Wichtigkeit erlangen, wenn es darum ginge, Währungen zu schürfen, welche in den Blockchains diverse Bountys bereithalten, welche Belohnungen für das Schürfen beinhalten.

### 4.1 Abweichungen

Leider konnte keine Software installiert werden, welche die Logdateien der Komponenten sammelt und zur Analyse bereitstellt. Dazu haben die Raspberry PI's schlachtweg zu wenig RAM-Ressourcen. Ich habe jedoch ein Compute Modul für ein Raspberry PI bestellt und werde es nach dem Projekt versuchen, zu installieren. Der Flaschenhals bei der Installation liegt darin, dass die Verwendung von Elastic Search unumgänglich ist und dafür die RAM-Ressourcen nicht ausreichen.

### 4.2 Arbeiten nach dem Projekt

Generell gilt es den Cluster in Betrieb zu nehmen und Kryptowährungen nach dem Projektabschluss zu schürfen. Die festgestellten Mängel werden innerhalb von 6 Monaten beseitigt. Zudem soll die Stromversorgung optimiert werden. Die Compute Nodes sollen erst den Strom erhalten, nachdem der Management Node gestartet ist. Dieser soll dann über einen Stromstoss-Schalter das Signal an das Netzeil der Compute Nodes senden. Weiterhin gilt es ein zentrales Log Analyse Tool zu installieren, welches bei der Analyse von Problemen Zeit einsparen soll.

### 4.3 Persönliche Betrachtung

Generell ist es mir gelungen, eine grössere Anzahl von verschiedenen Komponenten zu einem einheitlichen Produkt zu verbinden. Dadurch habe ich nun private CPU Ressourcen, welche abgekoppelt von meinem PC sind. Den Cluster kann ich für meine Vorhaben in naher Zukunft benutzen und ich erhoffe mir durch Spekulationen beim Schürfen von Kryptowährungen ein zusätzliches Einkommen.

### 4.4 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich speziell bei den unten aufgeführten Personen für die Unterstützung meiner Diplomarbeit bedanken:

#### Monika Amrein

Vielen Dank für die Überprüfung der Satzstellungen und das Korrigieren der Schreibfehler.

4 Schlussbetrachtung

**Stefan Räz**

Vielen Dank für die Beratung der Stromversorgung der Compute Nodes.

*5 Authentizität*

---

## 5 Authentizität

Mit meiner Unterschrift bestätige ich, die vorliegende Diplomarbeit selbstständig, ohne Hilfe Dritter und nur unter Benutzung der angegebenen Quellen ohne Copyright-Verletzung, erstellt zu haben.

Schüpfen, 27.05.2018

Christoph Amrein

## Anhang

Die folgenden Kapitel gehören zum Anhang und ergänzen den Diplombericht.

## A Vorbereitungen RPI's

### A.1 Betriebssystem installieren

Für die Installation des CentOS 7.4 ist kein boot fähiger Kernel vorhanden. Das RPI kann aber dennoch mit einem Centos 7.4 betrieben werden. Dafür sind die folgenden Schritte vorzunehmen. Die Installation des Betriebssystems ist von einem Fedora Linux Client aus beschrieben.

1. Gentoo 64 Bit Image herunterladen aus dem Github Repository<sup>7</sup> von Sakaki
2. Das Archiv wird mit dem Fedora Media Writer auf die SD Karte geschrieben. Dies ist anhand der Screenshots beschrieben.



Abbildung 5: FMW: Fedora Media Writer starten

<sup>7</sup><https://github.com/sakaki-/gentoo-on-rpi3-64bit>

### A Vorbereitungen RPI's

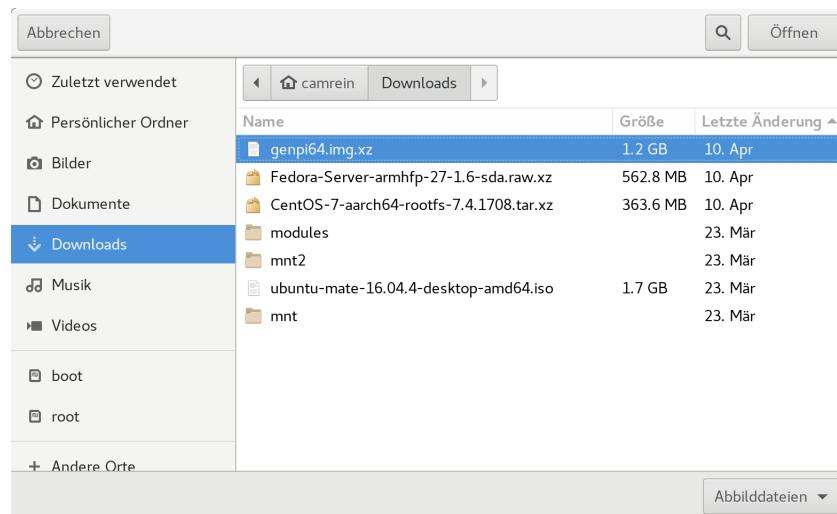


Abbildung 6: FMW: Archiv auswählen

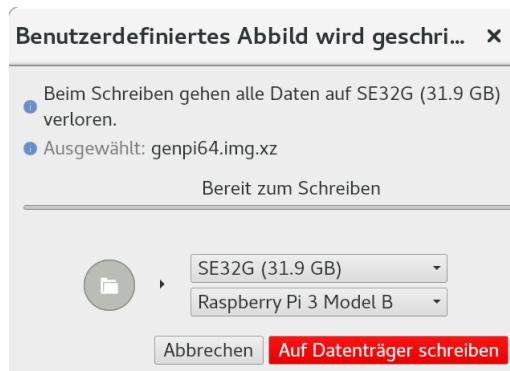


Abbildung 7: FMW: Abbild schreiben

3. Durch das Schreiben des Archivs wurden zwei Partitionen (boot & rootfs) auf der SD Karte erstellt.  
Diese werden wie folgt ausgelesen:

```

1 [camrein@wifibridge ~]\$ lsblk
2 NAME MAJ:MIN RM SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
3 sda 8:0 0 238.5G 0 disk
4 -sda1 8:1 0 200M 0 part /boot/efi
5 -sda2 8:2 0 1G 0 part /boot
6 -sda3 8:3 0 237.3G 0 part
7 --fedora--root 253:0 0 50G 0 lvm /
8 --fedora--swap 253:1 0 7.8G 0 lvm [SWAP]
9 --fedora--home 253:2 0 179.5G 0 lvm /home
10 mmcblk0 179:0 0 29.7G 0 disk}
11 -mmcblk0p1 179:1 0 43.1M 0 part /run/media/camrein/boot
12 -mmcblk0p2 179:2 0 29.7G 0 part /run/media/camrein/rootfs
13 [camrein@wifibridge ~]\$
```

*A Vorbereitungen RPI's*

4. Die Dateisystem-Partition muss mit der von CentOS überschrieben werden. Dazu wird die Partition auf dem Linux Client angehängt. Bei Schritt 5-7 wird überprüft, ob die Partition wirklich leer ist.

```
1 [root@wifibridge Downloads]# mkdir mnt
2 [root@wifibridge Downloads]# mount /dev/mmcblk0p2 mnt
3 [root@wifibridge Downloads]# cd mnt
4 [root@wifibridge mnt]# rm -rf *
5 [root@wifibridge mnt]# ls -lrtha
6 drwxr-xr-x. 5 camrein camrein 20K 15. Mai 17:39 ..
7 drwxr-xr-x. 2 root root 4.0K 16. Mai 17:58 .
```

Die Dateisystem-Partition ist nun leer und kann mit der von CentOS überschrieben werden.

5. Das Dateisystem aus dem offiziellen Centos Repository<sup>8</sup> beziehen.

6. Die geleerte Partition wird nun mit dem Dateisystem von Centos7.4 überschrieben. Zugleich soll bei Schritt 2 überprüft werden, ob die Daten wirklich auf die Partition geschrieben wurden.

```
1 [root@wifibridge mnt]# tar --numeric-owner -xpJf ..//CentOS-7-aarch64-rootfs-7.4.1708.tar.xz
2 [root@wifibridge mnt]# ls -lrtha
3 insgesamt 84K
4 drwxr-xr-x. 2 root root 4.0K 23. Nov 2016 srv
5 drwxr-xr-x. 2 root root 4.0K 23. Nov 2016 opt
6 drwxr-xr-x. 2 root root 4.0K 23. Nov 2016 mnt
7 drwxr-xr-x. 2 root root 4.0K 23. Nov 2016 media
8 drwxr-xr-x. 2 root root 4.0K 23. Nov 2016 home
9 drwxr-xr-x. 2 root root 4.0K 12. Sep 2017 dev
10 drwxr-xr-x. 2 root root 4.0K 12. Sep 2017 proc
11 drwxr-xr-x. 2 root root 4.0K 12. Sep 2017 run
12 drwxr-xr-x. 2 root root 4.0K 12. Sep 2017 sys
13 lrwxrwxrwx. 1 root root 7 12. Sep 2017 bin -> usr/bin
14 lrwxrwxrwx. 1 root root 8 12. Sep 2017 sbin -> usr/sbin
15 lrwxrwxrwx. 1 root root 9 12. Sep 2017 lib64 -> usr/lib64
16 lrwxrwxrwx. 1 root root 7 12. Sep 2017 lib -> usr/lib
17 drwxr-xr-x. 13 root root 4.0K 12. Sep 2017 usr
18 drwxr-xr-x. 19 root root 4.0K 12. Sep 2017 var
19 dr-xr-xr-x. 17 root root 4.0K 12. Sep 2017 .
20 drwxr-xr-x. 82 root root 4.0K 12. Sep 2017 etc
21 dr-xr-xr-x. 3 root root 4.0K 12. Sep 2017 boot
22 drwxrwxrwt. 7 root root 4.0K 12. Sep 2017 tmp
23 dr-xr-x---. 2 root root 4.0K 12. Sep 2017 root
24 drwxr-xr-x. 5 camrein camrein 20K 15. Mai 17:39 ..
25 [root@wifibridge mnt]#
```

Die SD Karte kann nun mit den RPI's verwendet werden. Diese starten jeweils mit dem Hostnamen centos.

<sup>8</sup><http://mirror.centos.org/altarch/7.4.1708/isos/aarch64/CentOS-7-aarch64-rootfs-7.4.1708.tar.xz>

A Vorbereitungen RPI's

## A.2 RPI für den Netzwerkboot vorbereiten

Für das Vorbereiten der Clients für den Netzwerkboot wurde der Guide NETWORK BOOT YOUR RASPBERRY PI von raspberrypi.org<sup>9</sup> verwendet. Die RPI's werden wie folgt vorbereitet:

1. Die config.txt Datei im /boot Verzeichnis benötigt einen OTP Eintrag, dieser sagt aus, dass das RPI ohne SD Karte nach einem Betriebssystem anfragen soll.

```
1 echo program_usb_boot_mode=1 | sudo tee -a /boot/config.txt
```

2. RPI neu starten.
3. Prüfen, ob die Änderung aktiv ist.

```
1 vcgencmd otp_dump | grep 17:
```

Erwartetes Ergebnis:

```
1 17:3020000a
```

4. Den Eintrag in der /boot/config.txt wieder entfernen.

### MAC-Adressen auslesen

Um Zeit zu sparen können alle MAC-Adressen der RPI's während der Vorbereitung der Clients auf den Netzwerkboot ausgelesen werden.

5. nmap Scan auf die IP Range 192.168.1.0-255 von einem Linux Client aus durchführen.

```
1 nmap -sP 192.168.1.0/24
```

Erwartetes Ergebnis für ein RPI:

```
1 Nmap scan report for centos.home (192.168.1.11)
2 Host is up (0.00055s latency).
3 MAC Address: B8:27:EB:32:39:A7 (Raspberry Pi Foundation)
```

Die Vorbereitung der RPI (Compute Nodes) ist somit abgeschlossen und es kann mit der Installation des Management Node fortgefahrene werden.

## A.3 Hostname und IP der MAC Adresse zuweisen

über <http://internetbox/> wird die IP Adresse sowie der Hostname der MAC Adresse der RPI's zugewiesen. Alle jemals angeschlossenen Geräte werden unter der Geräteliste aufgelistet. Dort können ebenfalls die Hostnamen den Geräten zugewiesen werden.

<sup>9</sup>[https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/bootmodes/net\\_tutorial.md](https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/bootmodes/net_tutorial.md)

A Vorbereitungen RPI's

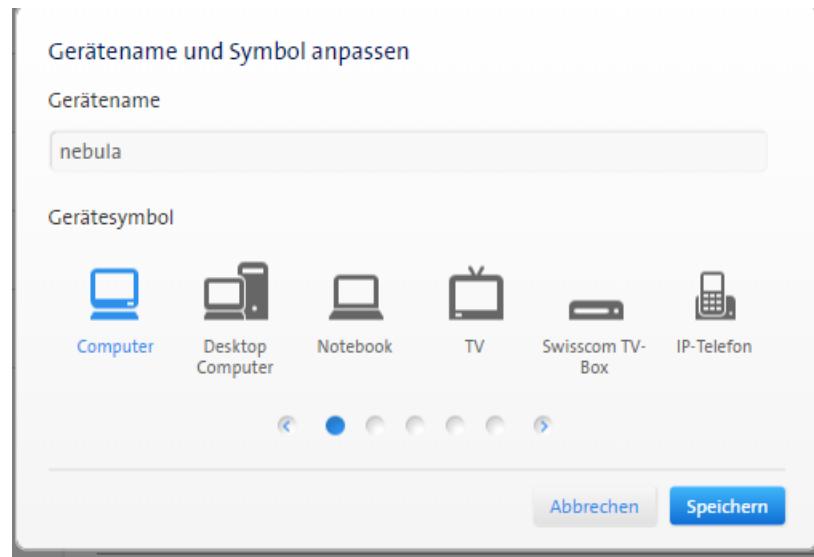


Abbildung 8: Hostnamen editieren

Gerätename	IP-Adresse	MAC-Adresse
nebula	(fix) 192.168.1.10	B8:27:EB:32:A9:1C

Abbildung 9: Übersicht der Hostnamen Zuweisung

Die fixe IP Adresse wird unter den Netzwerkeinstellungen des Routers direkt vorgenommen. Hierbei kann den bereits erkannten und definierten RPI's per Hostname eine IP zugewiesen werden.

Statische IP-Adresse automatisch zuweisen				
Gerätename	Statische IP-Adresse	MAC-Adresse	Aktionen	
nebula	192.168.1.10	B8:27:EB:32:A9:1C		
c1	192.168.1.11	B8:27:EB:32:39:A7		
c2	192.168.1.12	B8:27:EB:2E:A3:D1		

Abbildung 10: Statische IP vergeben

A Vorbereitungen RPI's

#### A.4 Netzwerkshare einrichten

Der Netzwerkshare wird über das Synology NAS mit dem Network File System (NFS) Protokoll bereitgestellt. Der Share wird gemäss den aufgelisteten Schritten erstellt.

1. Über den Browser auf das NAS via <http://influbox/> verbinden.
2. Anmelddaten eingeben.
3. Über die Systemsteuerung die Einstellungen für Dateidienste aufrufen.
4. Unter dem Reiter SMB/AFP/NFS soll die Funktion "NFS aktivieren" aktiviert werden.
5. Der NFS Dienst ist nun aktiviert und es kann unter "Gemeinsam Ordner" ein neues Verzeichnis angelegt werden. Dieses Verzeichnis wird der Mountpoint für die Nodes. Der Mountpoint wurde nebula genannt.
6. Für den erstellten Ordner müssen nun noch die Berechtigungen für Zugriffe eingerichtet werden. Dazu bearbeitet man unter Einstellungen die Rechte auf das Verzeichnis.
7. Damit nicht jeder das Verzeichnis mounten kann, wurde auf 192.168.10/24 eingegrenzt. Dies kann über das GUI von Synology direkt eingerichtet werden.

Freigegebenen Ordner nebula bearbeiten					
Allgemein	Verschlüsselung	Berechtigungen	Erweiterte Berechtigungen	NFS-Berechtigungen	
Erstellen		Bearbeiten		Löschen	
Client	Privileg	Squash	Asynchron	Nicht-privilegiert	Über Kreuz anh...
= 192.168.1.10/...	Lesen/Schreiben	Keine Zuordnung	Ja	Abgelehnt	Abgelehnt

Abbildung 11: NFS: Erlaubte Clients

8. Der Netzwerkshare kann von nun an auf dem Management Node und den Computes eingebunden werden.

## B Installation Management Node

Die Serverinstallation des Management Nodes wird nach dem offiziellen OpenHPC Guide mit einigen Abweichungen durchgeführt. Die Installation basiert auf der Anleitung CentOS 7.4 aarch64 Install guide with Warewulf + Slurm<sup>10</sup>. Die Installation wird hauptsächlich mit dem ROOT-Benutzer durchgeführt, falls nichts anderes erwähnt wird.

### B.1 Variablen Definition

Durch die Installation hinweg werden die folgenden Variablen verwendet:

Nr.	Variable	Beschreibung	Werte
1	sms_name	Hostname des Managementhosts	nebula
2	sms_ip	IP Adresse des Managementhosts	192.168.1.10
3	sms_eth_internal	Ethernet Interface	eth0
4	ntp_server[0] ntp_server[1] ntp_server[2] ntp_server[3]	Zeitserver (Array)	server 0.ch.pool.ntp.org server 1.ch.pool.ntp.org server 2.ch.pool.ntp.org server 3.ch.pool.ntp.org
5	num_computes	Anzahl Compute Nodes	45
6	c_ip[0] c_ip[1] c_ip[2] c_ip[3] c_ip[4] c_ip[5] c_ip[6] c_ip[7] c_ip[8] c_ip[9] c_ip[10] c_ip[11] c_ip[12] c_ip[13] c_ip[14] c_ip[15] c_ip[16] c_ip[17] c_ip[18]	IP Adressen der Compute Nodes (Array)	192.168.1.11 192.168.1.12 192.168.1.13 192.168.1.14 192.168.1.15 192.168.1.16 192.168.1.17 192.168.1.18 192.168.1.19 192.168.1.20 192.168.1.21 192.168.1.22 192.168.1.23 192.168.1.24 192.168.1.25 192.168.1.26 192.168.1.27 192.168.1.28 192.168.1.29

<sup>10</sup><http://openhpc.community/downloads/>

*B Installation Management Node*

---

Nr.	Variable	Beschreibung	Werte
6	c_ip[19]	IP Adressen der Compute Nodes (Array)	192.168.1.30
	c_ip[20]		192.168.1.31
	c_ip[21]		192.168.1.32
	c_ip[22]		192.168.1.33
	c_ip[23]		192.168.1.34
	c_ip[24]		192.168.1.35
	c_ip[25]		192.168.1.36
	c_ip[26]		192.168.1.37
	c_ip[27]		192.168.1.38
	c_ip[28]		192.168.1.39
	c_ip[29]		192.168.1.40
	c_ip[30]		192.168.1.41
	c_ip[31]		192.168.1.42
	c_ip[32]		192.168.1.43
	c_ip[33]		192.168.1.44
	c_ip[34]		192.168.1.45
	c_ip[35]		192.168.1.46
	c_ip[36]		192.168.1.47
	c_ip[37]		192.168.1.48
	c_ip[38]		192.168.1.49
	c_ip[39]		192.168.1.50
	c_ip[40]		192.168.1.51
	c_ip[41]		192.168.1.52
	c_ip[42]		192.168.1.53
	c_ip[43]		192.168.1.54
	c_ip[44]		192.168.1.55
7	c_name[0]	Hostnamen der Compute Nodes (Array)	c1
	c_name[1]		c2
	c_name[2]		c3
	c_name[3]		c4
	c_name[4]		c5
	c_name[5]		c6
	c_name[6]		c7
	c_name[7]		c8
	c_name[8]		c9
	c_name[9]		c10
	c_name[10]		c11
	c_name[11]		c12
	c_name[12]		c13

*B Installation Management Node*

---

Nr.	Variable	Beschreibung	Werte
7	c_name[13]	Hostnamen der Compute Nodes (Array)	c14
	c_name[14]		c15
	c_name[15]		c16
	c_name[16]		c17
	c_name[17]		c18
	c_name[18]		c19
	c_name[19]		c20
	c_name[20]		c21
	c_name[21]		c22
	c_name[22]		c23
	c_name[23]		c24
	c_name[24]		c25
	c_name[25]		c26
	c_name[26]		c27
	c_name[27]		c28
	c_name[28]		c29
	c_name[29]		c30
	c_name[30]		c31
	c_name[31]		c32
	c_name[32]		c33
	c_name[33]		c34
	c_name[34]		c35
	c_name[35]		c36
	c_name[36]		c37
	c_name[37]		c38
	c_name[38]		c39
	c_name[39]		c40
	c_name[40]		c41
	c_name[41]		c42
	c_name[42]		c43
	c_name[43]		c44
	c_name[44]		c45
8	c_mac[0]	MAC Adressen der Compute Nodes (Array)	B8:27:EB:32:39:A7
	c_mac[1]		B8:27:EB:2E:A3:D1
	c_mac[2]		B8:27:EB:50:45:3F
	c_mac[3]		B8:27:EB:0D:E6:25
	c_mac[4]		B8:27:EB:3E:96:B5
	c_mac[5]		B8:27:EB:EE:77:DA
	c_mac[6]		B8:27:EB:21:63:E6

*B Installation Management Node*

---

Nr.	Variable	Beschreibung	Werte
8	c_mac[7]	MAC Adressen der Compute Nodes (Array)	B8:27:EB:2E:2E:CC
	c_mac[8]		B8:27:EB:17:32:96
	c_mac[9]		B8:27:EB:B2:1C:A9
	c_mac[10]		B8:27:EB:AF:63:1F
	c_mac[11]		B8:27:EB:43:00:2C
	c_mac[12]		B8:27:EB:13:7B:18
	c_mac[13]		B8:27:EB:43:CD:29
	c_mac[14]		B8:27:EB:FF:C7:56
	c_mac[15]		B8:27:EB:CE:98:66
	c_mac[16]		B8:27:EB:5D:63:34
	c_mac[17]		B8:27:EB:91:3E:0F
	c_mac[18]		B8:27:EB:F4:65:EC
	c_mac[19]		B8:27:EB:3E:AB:DC
	c_mac[20]		B8:27:EB:66:60:F6
	c_mac[21]		B8:27:EB:37:3F:74
	c_mac[22]		B8:27:EB:18:5E:F0
	c_mac[23]		B8:27:EB:B0:23:B8
	c_mac[24]		B8:27:EB:BE:C4:94
	c_mac[25]		B8:27:EB:FB:FF:57
	c_mac[26]		B8:27:EB:4E:EC:CE
	c_mac[27]		B8:27:EB:43:1C:35
	c_mac[28]		B8:27:EB:DC:74:5F
	c_mac[29]		B8:27:EB:D1:DE:2F
	c_mac[30]		B8:27:EB:5E:90:34
	c_mac[31]		B8:27:EB:DE:80:24
	c_mac[32]		B8:27:EB:A4:79:6F
	c_mac[33]		B8:27:EB:0A:4D:C7
	c_mac[34]		B8:27:EB:5C:53:5F
	c_mac[35]		B8:27:EB:F7:AF:C2
	c_mac[36]		B8:27:EB:CE:BA:ED
	c_mac[37]		B8:27:EB:59:38:3C
	c_mac[38]		B8:27:EB:99:BB:8E
	c_mac[39]		B8:27:EB:8F:7A:0D
	c_mac[40]		B8:27:EB:DE:C9:69
	c_mac[41]		B8:27:EB:7E:6F:48
	c_mac[42]		B8:27:EB:5D:DD:FE
	c_mac[43]		B8:27:EB:A6:6D:4D
	c_mac[44]		B8:27:EB:0C:63:10

*B Installation Management Node*

---

Tabelle 36: Variablen Definition

## B.2 Basiskonfiguration

Dem Management Node muss ein eindeutiger Hostname zugewiesen werden. Hierbei werden die untenstehenden Kommandos abgesetzt:

```
1 echo ${sms_ip} ${sms_name} >> /etc/hosts
2 hostnamectl set-hostname ${sms_name}
```

Für die folgenden Arbeiten müssen die Firewall und SELinux deaktiviert werden. DHCP wird aufgrund der Verwendung von dnsmasq deaktiviert.

```
1 systemctl disable firewalld
2 systemctl stop firewalld
3 systemctl disable dhcpcd
4 systemctl stop dhcpcd
5 echo 0 > /selinux/enforce
```

## B.3 OpenHPC Komponenten installieren

Es wird das OpenHPC Repository für die Installation der OpenHPC Komponenten benötigt. Dieses muss installiert werden:

```
1 yum install http://build.openhpc.community/OpenHPC:/1.3/CentOS_7/aarch64/ohpc-release-1.3-1.el7.aarch64.
  rpm
```

Von nun an können die benötigten Pakete über den Red Hat Package Manager (RPM-Paketmanager) installiert werden.

Durch das neu angehängte Repository können nun die folgenden Pakete installiert werden:

```
1 yum -y install ohpc-base
2 yum -y install ohpc-warewulf
```

Weiterhin spielt die Zeit eine wichtige Rolle zwischen der Kommunikation des Managementhosts und der Compute Nodes. Dazu müssen die bereits vorhandenen Einträge der Zeitserver in der ntp.conf entfernt werden.

```
1 systemctl disable chronyd.service
2 systemctl stop chronyd.service
3 systemctl enable ntpd.service
4 sed -i '/^server / d' /etc/ntp.conf
5 echo "server ${ntp_server[0]}" >> /etc/ntp.conf
6 echo "server ${ntp_server[1]}" >> /etc/ntp.conf
```

*B Installation Management Node*

```
7 echo "server ${ntp_server[2]}" >> /etc/ntp.conf  
8 echo "server ${ntp_server[3]}" >> /etc/ntp.conf  
9 systemctl restart ntpd
```

Nun wird der Slurmcontroller installiert. Dieser dient dazu, die Jobs auf die Compute Nodes zu verteilen. Dieser steuert die Jobverwaltung und muss installiert und eingerichtet werden. Hierbei wird die Konfiguration für 45 Compute Nodes vorgenommen.

```
1 yum -y install ohpc-slurm-server  
2 perl -pi -e "s/ControlMachine=\$+/ControlMachine=${sms_name}/" /etc/slurm/slurm.conf  
3 sed -i '/^NodeName/ d' /etc/slurm/slurm.conf  
4 sed -i '/^Partition/ d' /etc/slurm/slurm.conf  
5 echo "NodeName=c[1-45] CoresPerSocket=1 ThreadsPerCore=1 SocketsPerBoard=4 State=UNKNOWN" >> /etc/  
      slurm/slurm.conf  
6 echo "PartitionName=normal Nodes=c[1-45] Default=YES MaxTime=INFINITE State=UP" >> /etc/slurm/slurm.  
      conf
```

## B.4 Netzwerkboot einrichten

Das Dateisystem und die Boot-Partition werden in zwei verschiedenen Verzeichnissen erstellt und abgelegt.

Definieren des Dateisystem-Verzeichnisses und das Centos7.4 Basis-Dateisystem erstellen.

```
1 export CHROOT=/opt/ohpc/admin/images/centos7.4  
2 wwmkchroot centos-7 $CHROOT
```

Anstelle von DHCPD muss der networking Service verwendet werden. Deshalb wird dieser aktiviert und gestartet.

```
1 systemctl enable networking  
2 systemctl start networking
```

Nun wird das Paket dnsmaq installiert. Dadurch wird die Verteilung des Betriebssystems an eine gewisse IP Range und an ein Subnetz gewährleistet. Geräte ausserhalb der Range und des Subnetzes sollen das Betriebssystem nicht erhalten dürfen.

```
1 yum -y install dnsmasq
```

Nach der Installation kann die Konfiguration von dnsmasq vorgenommen werden. Dazu werden die Datei /etc/dnsmasq.conf angepasst und die Datei /etc/dnsmasq.d/host.allow erstellt.

In der dnsmasq.conf Datei wird das Konfigurationsverzeichnis für die erlaubten Hosts erstellt, zudem wird eine IP Range angegeben, alle Geräte innerhalb dieser Range dürfen den Kernel des Betriebssystems aus dem Verzeichnis /tftboot erhalten.

*B Installation Management Node*

```
1 [root@nebula etc]# cat /etc/dnsmasq.conf
2 conf-dir=/etc/dnsmasq.d
3 port=0
4 dhcp-range=192.168.1.10,192.168.1.50,12h
5 log-dhcp
6 enable-tftp
7 tftp-root=/tftpboot
8 pxe-service=0,"Raspberry Pi Boot"
```

Falls sich andere Geräte in dieser IP Range befinden, wird dies durch die /etc/dnsmasq.d/host.allow Datei abgefangen. Dort sind alle Compute Nodes mit MAC Adresse, Hostnamen und IP Adresse hinterlegt.

Die host.allow Datei kann in einer for Schlaufe mit den definierten Variablen einfach abgefüllt werden.

```
1 for ((i=0; i<45; i++)); do echo "dhcp-host=${c_mac[$i]}:${c_name[$i]}:${c_ip[$i]}" >> /etc/dnsmasq.d/host.
allow; done
```

Das Ergebnis muss wie folgt aussehen:

```
1 [root@nebula etc]# cat /etc/dnsmasq.d/host.allow
2 dhcp-host=B8:27:EB:32:39:A7,c1,192.168.1.11
3 dhcp-host=B8:27:EB:2E:A3:D1,c2,192.168.1.12
4 dhcp-host=B8:27:EB:50:45:3F,c3,192.168.1.13
5 dhcp-host=B8:27:EB:0D:E6:25,c4,192.168.1.14
6 dhcp-host=B8:27:EB:3E:96:B5,c5,192.168.1.15
7 dhcp-host=B8:27:EB:EE:77:DA,c6,192.168.1.16
8 dhcp-host=B8:27:EB:21:63:E6,c7,192.168.1.17
9 dhcp-host=B8:27:EB:2E:2E:CC,c8,192.168.1.18
10 dhcp-host=B8:27:EB:17:32:96,c9,192.168.1.19
11 dhcp-host=B8:27:EB:B2:1C:A9,c10,192.168.1.20
12 dhcp-host=B8:27:EB:AF:63:1F,c11,192.168.1.21
13 dhcp-host=B8:27:EB:43:00:2C,c12,192.168.1.22
14 dhcp-host=B8:27:EB:13:7B:18,c13,192.168.1.23
15 dhcp-host=B8:27:EB:43:CD:29,c14,192.168.1.24
16 dhcp-host=B8:27:EB:FF:C7:56,c15,192.168.1.25
17 dhcp-host=B8:27:EB:CE:98:66,c16,192.168.1.26
18 dhcp-host=B8:27:EB:5D:63:34,c17,192.168.1.27
19 dhcp-host=B8:27:EB:91:3E:0F,c18,192.168.1.28
20 dhcp-host=B8:27:EB:F4:65:EC,c19,192.168.1.29
21 dhcp-host=B8:27:EB:3E:AB:DC,c20,192.168.1.30
22 dhcp-host=B8:27:EB:66:60:F6,c21,192.168.1.31
23 dhcp-host=B8:27:EB:37:3F:74,c22,192.168.1.32
24 dhcp-host=B8:27:EB:18:5E:F0,c23,192.168.1.33
25 dhcp-host=B8:27:EB:B0:23:B8,c24,192.168.1.34
26 dhcp-host=B8:27:EB:BE:C4:94,c25,192.168.1.35
27 dhcp-host=B8:27:EB:FB:FF:57,c26,192.168.1.36
28 dhcp-host=B8:27:EB:4E:EC:CE,c27,192.168.1.37
```

*B Installation Management Node*

```
29 dhcp-host=B8:27:EB:43:1C:35,c28,192.168.1.38
30 dhcp-host=B8:27:EB:DC:74:5F,c29,192.168.1.39
31 dhcp-host=B8:27:EB:D1:DE:2F,c30,192.168.1.40
32 dhcp-host=B8:27:EB:5E:90:34,c31,192.168.1.41
33 dhcp-host=B8:27:EB:DE:80:24,c32,192.168.1.42
34 dhcp-host=B8:27:EB:A4:79:6F,c33,192.168.1.43
35 dhcp-host=B8:27:EB:0A:4D:C7,c34,192.168.1.44
36 dhcp-host=B8:27:EB:5C:53:5F,c35,192.168.1.45
37 dhcp-host=B8:27:EB:F7:AF:C2,c36,192.168.1.46
38 dhcp-host=B8:27:EB:CE:BA:ED,c37,192.168.1.47
39 dhcp-host=B8:27:EB:59:38:3C,c38,192.168.1.48
40 dhcp-host=B8:27:EB:99:BB:8E,c39,192.168.1.49
41 dhcp-host=B8:27:EB:8F:7A:0D,c40,192.168.1.50
42 dhcp-host=B8:27:EB:DE:C9:69,c41,192.168.1.51
43 dhcp-host=B8:27:EB:7E:6F:48,c42,192.168.1.52
44 dhcp-host=B8:27:EB:5D:DD:FE,c43,192.168.1.53
45 dhcp-host=B8:27:EB:A6:6D:4D,c44,192.168.1.54
46 dhcp-host=B8:27:EB:0C:63:10,c45,192.168.1.55
```

Boot-Verzeichnis erstellen. Aus diesem Verzeichnis wird der Kernel den Compute Nodes angeboten und übermittelt. Dabei wird das /boot Verzeichnis des Management Nodes in dieses Verzeichnis kopiert, da es sich um das selbe Betriebssystem handelt.

```
1 [root@nebula /]# mkdir /tftpboot
2 [root@nebula /]# chmod 777 /tftpboot
3 [root@nebula /]# cp -r /boot /tftpboot
```

Dabei muss darauf geachtet werden, dass die cmdline.txt Datei im /tftpboot Verzeichnis folgenden Eintrag erhält. Dieser sagt aus, dass der Compute Node sein /root Verzeichnis vom Management Node unter dem Pfad /opt/ohpc/admin/images/centos7.4 beziehen soll.

```
1 [root@nebula etc]# cat /tftpboot/cmdline.txt
2 dwc_otg.lpm_enable=0 root=/dev/nfs nfsroot=192.168.1.10:/opt/ohpc/admin/images/centos7.4,vers=3 rw ip=dhcp
   rootwait elevator=deadline
```

Zudem wird die config.txt angepasst. Hierbei wird die Taktrate der CPU auf 1400 MHz hochgetaktet. Dadurch steigt die Mining Performance von einer Hashrate 1.6 H/s auf 1.9 H/s.

```
1 [root@nebula /]# echo "arm_freq=1400" > /tftpboot/config.txt
```

Den dnsmaq Service aktivieren und starten.

```
1 [root@nebula /]# systemctl enable dnsmasq.service
2 [root@nebula /]# systemctl restart dnsmasq.service
```

OpenHPC Pakete für die Compute Nodes installieren.

```
1 [root@nebula /]# yum -y --installroot=$CHROOT install ohpc-base-compute
```

*B Installation Management Node*

Damit die Compute Nodes über den Hostnamen angesprochen werden können, wird eine Domain Name System (DNS) Konfiguration benötigt. Die Auflösung findet über folgende Einstellung statt. Dabei wird vom Management Node die resolv.conf Datei übernommen und auf das Dateisystem der Compute Nodes kopiert:

```
1 [root@nebula /]# cp -p /etc/resolv.conf $CHROOT/etc/resolv.conf
```

Die zusätzlichen Pakete werden für die Kommunikation mit dem Slurmcontroller und der Zeitsynchronisierung benötigt.

```
1 [root@nebula /]# yum -y --installroot=$CHROOT install ohpc-slurm-client
2 [root@nebula /]# yum -y --installroot=$CHROOT install ntp
```

Beim Booten der Compute Nodes muss das Dateisystem gemountet werden. Dafür werden fstab Einträge erstellt. Außerdem wird auf der letzten Zeile der gemeinsame Netzwerkshare mit NFS angehängt.

```
1 [root@nebula /]# echo "${sms_ip}:/home /home nfs nfsvers=3,nodev,nosuid,noatime 0 0" >> $CHROOT/etc/fstab
2 [root@nebula /]# echo "${sms_ip}:/opt/ohpc/pub /opt/ohpc/pub nfs nfsvers=3,nodev,noatime 0 0" >> $CHROOT/etc/fstab
3 [root@nebula /]# echo "192.168.1.129:/volume1/nebula /media/nebula_data nfs" >> $CHROOT/etc/fstab
```

Zudem müssen gewisse Verzeichnisse vom Management Node aus exportiert werden.

```
1 [root@nebula /]# echo "/home *(rw,no_subtree_check,fsid=10,no_root_squash)" >> /etc/exports
2 [root@nebula /]# echo "/opt/ohpc/pub *(ro,no_subtree_check,fsid=11)" >> /etc/exports
3 [root@nebula /]# echo "/opt/ohpc/admin/images/centos7.4 *(rw,sync,no_subtree_check,no_root_squash)" /etc/
     exports
4 [root@nebula /]# exportfs -a
5 [root@nebula /]# systemctl restart nfs-server
6 [root@nebula /]# systemctl enable nfs-server
```

Damit die Zeitsynchronisierung über den Management Node läuft, wird folgendes umgesetzt:

```
1 [root@nebula /]# chroot $CHROOT systemctl enable ntpd
2 [root@nebula /]# echo "server ${sms_ip}" >> $CHROOT/etc/ntp.conf
```

Die Compute Nodes können nun mit Strom versorgt werden. Dabei wird auf dem Management Node auf die /var/log/messages Logdatei geachtet. Dort sind alle Einträge des Netzwerkboots zusammengefasst. Dabei müssen folgende Einträge erscheinen:

```
1 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 next server: 192.168.1.10
2 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 sent size: 1 option: 53 message-type 2
3 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 sent size: 4 option: 54 server-identifier 192.168.1.10
4 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 sent size: 4 option: 51 lease-time 12h
5 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 sent size: 4 option: 58 T1 6h
6 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 sent size: 4 option: 59 T2 10h30m
7 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 sent size: 4 option: 1 netmask 255.255.255.0
8 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 sent size: 4 option: 28 broadcast 192.168.1.255
```

### B Installation Management Node

```

9 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 sent size: 9 option: 60 vendor-class 50:58:45:43:6c:69:65:6e
   :74
10 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 sent size: 17 option: 97 client-machine-id
   00:44:44:44:44:44:44:44:44:44:44:44...
11 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 sent size: 32 option: 43 vendor-encap 06:01:03:0a
   :04:00:50:58:45:09:14:00:00:11...
12 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 available DHCP range: 192.168.1.10 -- 192.168.1.50
13 May 17 20:31:34 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 653460281 vendor class: PXEClient:Arch:00000:UNDI:002001
14 ..
15 ..
16 ..
17 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: sent /tftpboot/bootcode.bin to 192.168.1.46
18 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: file /tftpboot/autoboot.txt not found
19 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: sent /tftpboot/config.txt to 192.168.1.38
20 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: file /tftpboot/recovery.elf not found
21 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: file /tftpboot/beb21ca9/start.elf not found
22 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: file /tftpboot/75a66d4d/start.elf not found
23 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: file /tftpboot/d0185ef0/start.elf not found
24 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: file /tftpboot/10dec969/start.elf not found
25 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: file /tftpboot/d4373f74/start.elf not found
26 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: file /tftpboot/0643cd29/start.elf not found
27 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: file /tftpboot/bootsig.bin not found
28 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: sent /tftpboot/bootcode.bin to 192.168.1.40
29 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: file /tftpboot/bootsig.bin not found
30 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: sent /tftpboot/bootcode.bin to 192.168.1.16
31 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: file /tftpboot/bootsig.bin not found
32 May 17 20:31:35 nebula dnsmasq-tftp[382]: sent /tftpboot/bootcode.bin to 192.168.1.27
33 ..
34 ..
35 ..
36 May 17 20:32:56 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 925035958 next server: 192.168.1.10
37 May 17 20:32:56 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 925035958 sent size: 1 option: 53 message-type 2
38 May 17 20:32:56 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 925035958 sent size: 4 option: 54 server-identifier 192.168.1.10
39 May 17 20:32:56 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 925035958 sent size: 4 option: 51 lease-time 12h
40 May 17 20:32:56 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 925035958 sent size: 4 option: 58 T1 6h
41 May 17 20:32:56 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 925035958 sent size: 4 option: 59 T2 10h30m
42 May 17 20:32:56 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 925035958 sent size: 4 option: 1 netmask 255.255.255.0
43 May 17 20:32:56 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 925035958 sent size: 4 option: 28 broadcast 192.168.1.255
44 May 17 20:32:56 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 925035958 sent size: 4 option: 3 router 192.168.1.10
45 May 17 20:32:56 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 925035958 sent size: 3 option: 12 hostname c12
46 May 17 20:32:56 nebula dnsmasq-dhcp[382]: 925035958 available DHCP range: 192.168.1.10 -- 192.168.1.50
47 May 17 20:32:56 nebula rpc.mountd[495]: authenticated mount request from 192.168.1.22:999 for /opt/ohpc/admin/
   images/centos7.4 (/opt/ohpc/admin/images/centos7.4)

```

Durch die letzte Zeile (authenticated mount request from 192.168.1.22) ist ersichtlich, dass der Compute Node c12 gestartet wurde und nach dem Betriebssystem angefragt hat und dieses mounten will.

*B Installation Management Node*

## B.5 Netzwerkshare einbinden

Der Netzwerkshare wird über NFS auf dem Management Node eingebunden. Dies wird mit einem Eintrag in /etc/fstab erledigt. Dadurch ist bei einem Neustart der Netzwerkshare automatisch wieder verbunden.

```
1 [root@nebula /]# echo "192.168.1.129:/volume1/nebula /media/nebula_data nfs" >> /etc/fstab
```

## B.6 Registration Compute Nodes

Die Basisinstallation ist soweit abgeschlossen. Nun werden die Compute Nodes registriert. Ab diesem Zeitpunkt kennt der Management Node jeden Compute Node. Die Compute Nodes werden wie folgt in den Datastore aufgenommen:

```
1 [root@nebula /]# echo "GATEWAYDEV=${eth_internal}" > /tmp/network.$$
2 [root@nebula /]# wws -y file import /tmp/network.$$ --name network
3 [root@nebula /]# wws -y file set network --path /etc/sysconfig/network --mode=0644 --uid=0
4 [root@nebula /]# for ((i=0; i<$num_computes; i++)) ; do
5 [root@nebula /]# wws -y node new ${c_name[i]} --ipaddr=${c_ip[i]} --hwaddr=${c_mac[i]} -D ${
      eth_internal}
6 done
```

*B Installation Management Node*

## B.7 Monitoring installieren

Das Nagios Monitoring wird wie folgt installiert. Dabei werden alle Grundüberwachungen installiert und können Out of the Box verwendet werden:

```
1 [root@nebula /]# yum -y install ohpc-nagios
2 [root@nebula /]# yum -y --installroot=$CHROOT install nagios-plugins-all-ohpc nrpe-ohpc
3 [root@nebula /]# chroot $CHROOT systemctl enable nrpe
4 [root@nebula /]# perl -pi -e "s/^allowed_hosts=/# allowed_hosts=/" $CHROOT/etc/nagios/nrpe.cfg
5 [root@nebula /]# echo "nrpe 5666/tcp # NRPE" >> $CHROOT/etc/services
6 [root@nebula /]# echo "nrpe : ${sms_ip} : ALLOW" >> $CHROOT/etc/hosts.allow
7 [root@nebula /]# echo "nrpe : ALL : DENY" >> $CHROOT/etc/hosts.allow
8 [root@nebula /]# chroot $CHROOT /usr/sbin/useradd -c "NRPE user for the NRPE service" -d /var/run/nrpe -r
   -g nrpe -s /sbin/nologin nrpe
9 [root@nebula /]# chroot $CHROOT /usr/sbin/groupadd -r nrpe
10 [root@nebula /]# mv /etc/nagios/conf.d/services.cfg.example /etc/nagios/conf.d/services.cfg
11 [root@nebula /]# mv /etc/nagios/conf.d/hosts.cfg.example /etc/nagios/conf.d/hosts.cfg
12 [root@nebula /]# for ((i=0; i<$num_computes; i++)) ; do
13     perl -pi -e "s/HOSTNAME$((\$i+1))/${c_name[\$i]}/ || s/HOST$((\$i+1))_IP/${c_ip[\$i]}/"
14 [root@nebula /]# /etc/nagios/conf.d/hosts.cfg
15 done
16 [root@nebula /]# perl -pi -e "s/ \\\bin\\\mail/ \\\usr\\\bin\\\mailx/g" /etc/nagios/objects/commands.cfg
17 [root@nebula /]# perl -pi -e "s/nagios@localhost/root@${sms_name}/" /etc/nagios/objects/contacts.cfg
18 [root@nebula /]# echo command[check_ssh]=/usr/lib64/nagios/plugins/check_ssh localhost >> $CHROOT/etc/
   nagios/nrpe.cfg
19 [root@nebula /]# htpasswd -bc /etc/nagios/passwd nagiosadmin ${Eigenes_Passwort}
20 [root@nebula /]# chkconfig nagios on
21 [root@nebula /]# systemctl start nagios
22 [root@nebula /]# chmod u+s `which ping
```

Nagios kann nun eingesetzt werden und ist über <http://nebula/nagios> erreichbar.

Das Performance Monitoring wird mit Ganglia realisiert, welches sich wie folgt installieren lässt:

```
1 [root@nebula /]# yum -y install ohpc-ganglia
2 [root@nebula /]# yum -y --installroot=$CHROOT install ganglia-gmond-ohpc
3 [root@nebula /]# cp /opt/ohpc/pub/examples/ganglia/gmond.conf /etc/ganglia/gmond.conf
4 [root@nebula /]# perl -pi -e "s/<sms>/${sms_name}/" /etc/ganglia/gmond.conf
5 [root@nebula /]# cp /etc/ganglia/gmond.conf $CHROOT/etc/ganglia/gmond.conf
6 echo "gridname MySite" >> /etc/ganglia/gmetad.conf
7 [root@nebula /]# systemctl enable gmond
8 [root@nebula /]# systemctl enable gmetad
9 [root@nebula /]# systemctl start gmond
10 [root@nebula /]# systemctl start gmetad
11 [root@nebula /]# chroot $CHROOT systemctl enable gmond
12 [root@nebula /]# systemctl try-restart httpd
```

Ganglia kann nun eingesetzt werden und ist über <http://nebula/ganglia> erreichbar.

## B.8 Miner installieren

Es wird die cpuminer-multi Version von tkinjo verwendet. Diese ist mit dem ARMv8 Prozessor kompatibel und der Miner kann kompiliert werden.

Die folgenden Schritte sind für die Installation notwendig:

Verzeichnis erstellen, in dem der Miner installiert werden soll.

```
1 [root@nebula /]# mkdir -p /opt/miners
```

Das tkinjo cpuminer-multi Repository klonen. Dabei wird das /opt/miners/tkinjo Verzeichnis erstellt.

```
1 [root@nebula /]# cd /opt/miners
2 [root@nebula miners]# git clone https://github.com/tkinjo1985/cpuminer-multi.git tkinjo
3 Klone nach 'tkinjo'...
4 remote: Counting objects: 3805, done.
5 remote: Total 3805 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 3805
6 Empfange Objekte: 100% (3805/3805), 18.98 MiB | 3.77 MiB/s, done.
7 Loese Unterschiede auf: 100% (2589/2589), done.
```

Die geklonte Version wurde noch modifiziert, so dass die jeweiligen Hostnamen beim Schürfen angegeben werden. Dazu wird die /opt/miners/tkinjo/cpu-miner.c wie folgt angepasst. Dies kann mit git apply cpu-miner.c.diff installiert werden:

```
1 cat /opt/miners/tkinjo/cpu-miner.c.diff
2 diff --git a/cpu-miner.c b/cpu-miner.c
3 index 0620d15..0d8c5e2 100644
4 --- a/cpu-miner.c
5 +++ b/cpu-miner.c
6 @@ -281,6 +281,11 @@ char *opt_api_allow = NULL;
7 int opt_api_remote = 0;
8 int opt_api_listen = 4048; /* 0 to disable */
9
10 +#ifndef MAX_HOST_LEN
11 +#define MAX_HOST_LEN 0xff
12 +char local_hostname[MAX_HOST_LEN];
13 +#endif
14 +
15 #ifdef HAVE_GETOPT_LONG
16 #include <getopt.h>
17 #else
18 @@ -1011,6 +1016,7 @@ out:
19 #define YAY "yay!!!"
20 #define BOO "booooo"
21
22 +
23 static int share_result(int result, struct work *work, const char *reason)
24 {
```

### B Installation Management Node

```

25     const char *flag;
26 @@ -1052,14 +1058,14 @@ static int share_result(int result, struct work *work, const char *reason)
27     case ALGO_PLUCK:
28     case ALGO_SCRYPTJANE:
29         sprintf(s, hashrate >= 1e6 ? "%.0f" : "%2f", hashrate);
30 -         applog(LOG_NOTICE, "accepted: %lu/%lu (%s), %s H/s %s",
31 -             accepted_count, accepted_count + rejected_count,
32 +         applog(LOG_NOTICE, "[" CL_LBL "%s" CL_N "] accepted: %lu/%lu (%s), %s H/s %s",
33 +             local_hostname, accepted_count, accepted_count + rejected_count,
34 +             suppl, s, flag);
35         break;
36     default:
37         sprintf(s, hashrate >= 1e6 ? "%.0f" : "%2f", hashrate / 1000.0);
38 -         applog(LOG_NOTICE, "accepted: %lu/%lu (%s), %s kH/s %s",
39 -             accepted_count, accepted_count + rejected_count,
40 +         applog(LOG_NOTICE, "[" CL_LBL "%s" CL_N "] accepted: %lu/%lu (%s), %s kH/s %s",
41 +             local_hostname, accepted_count, accepted_count + rejected_count,
42 +             suppl, s, flag);
43         break;
44     }
45 @@ -2388,12 +2394,12 @@ static void *miner_thread(void *userdata)
46     case ALGO_CRYPTONIGHT:
47     case ALGO_PLUCK:
48     case ALGO_SCRYPTJANE:
49 -         applog(LOG_INFO, "CPU #%-d: %.2f H/s", thr_id, thr_hashrates[thr_id]);
50 +         applog(LOG_INFO, "[" CL_LBL "%s" CL_N "] CPU #%-d: %.2f H/s",
51         local_hostname, thr_id, thr_hashrates[thr_id]);
52         break;
53     default:
54         sprintf(s, thr_hashrates[thr_id] >= 1e6 ? "%.0f" : "%2f",
55                 thr_hashrates[thr_id] / 1e3);
56 -         applog(LOG_INFO, "CPU #%-d: %s kH/s", thr_id, s);
57 +         applog(LOG_INFO, "[" CL_LBL "%s" CL_N "] CPU #%-d: %s kH/s",
58         local_hostname, thr_id, s);
59         break;
60     }
61     tm_rate_log = time(NULL);
62 @@ -2409,11 +2415,11 @@ static void *miner_thread(void *userdata)
63     case ALGO_AXIOM:
64     case ALGO_SCRYPTJANE:
65         sprintf(s, "%3f", hashrate);
66 -         applog(LOG_NOTICE, "Total: %s H/s", s);
67 +         applog(LOG_NOTICE, "[" CL_LBL "%s" CL_N "] Total: %s H/s",
68         local_hostname, s);
69         break;
70     default:
71         sprintf(s, hashrate >= 1e6 ? "%.0f" : "%2f", hashrate / 1000);
72 -         applog(LOG_NOTICE, "Total: %s kH/s", s);
73 +         applog(LOG_NOTICE, "[" CL_LBL "%s" CL_N "] Total: %s kH/s",
74         local_hostname, s);

```

*B Installation Management Node*

```
71                     break;
72                 }
73             global_hashrate = (uint64_t) hashrate;
74         @@ -3338,6 +3344,8 @@ int main(int argc, char *argv[])
75             long flags;
76             int i, err;
77
78         + gethostname(local_hostname, MAX_HOST_LEN*sizeof(char));
79 +
80         pthread_mutex_init(&applog_lock, NULL);
81
82         show_credits();
```

Ohne Anpassung sieht die Ausgabe wie folgt aus:

```
1 [2018-05-19 14:09:03] CPU #3: 1.86 H/s
2 [2018-05-19 14:09:03] CPU #2: 1.86 H/s
3 [2018-05-19 14:09:03] CPU #3: 1.86 H/s
4 [2018-05-19 14:09:03] CPU #1: 1.86 H/s
5 [2018-05-19 14:09:03] CPU #3: 1.86 H/s
6 [2018-05-19 14:09:03] CPU #0: 1.86 H/s
7 [2018-05-19 14:09:03] CPU #2: 1.86 H/s
8 [2018-05-19 14:09:03] CPU #2: 1.85 H/s
9 [2018-05-19 14:09:03] CPU #2: 1.86 H/s
10 [2018-05-19 14:09:03] CPU #3: 1.85 H/s
11 [2018-05-19 14:09:03] CPU #3: 1.86 H/s
12 [2018-05-19 14:09:03] CPU #0: 1.85 H/s
13 [2018-05-19 14:09:03] CPU #0: 1.85 H/s
14 [2018-05-19 14:09:03] CPU #0: 1.85 H/s
15 [2018-05-19 14:09:03] CPU #2: 1.85 H/s
16 [2018-05-19 14:09:03] CPU #1: 1.85 H/s
17 [2018-05-19 14:09:03] CPU #2: 1.85 H/s
```

Durch die Modifikation werden die Compute Node Namen ausgegeben:

```
1 [2018-05-19 14:06:33] [c26] CPU #2: 1.86 H/s
2 [2018-05-19 14:06:33] [c14] CPU #1: 1.86 H/s
3 [2018-05-19 14:06:33] [c1] CPU #1: 1.86 H/s
4 [2018-05-19 14:06:33] [c30] CPU #1: 1.85 H/s
5 [2018-05-19 14:06:33] [c9] CPU #3: 1.86 H/s
6 [2018-05-19 14:06:33] [c21] CPU #1: 1.86 H/s
7 [2018-05-19 14:06:33] [c9] CPU #2: 1.85 H/s
8 [2018-05-19 14:06:33] [c21] CPU #2: 1.86 H/s
9 [2018-05-19 14:06:33] [c14] CPU #3: 1.85 H/s
10 [2018-05-19 14:06:33] [c1] CPU #2: 1.85 H/s
11 [2018-05-19 14:06:33] [c39] CPU #2: 1.85 H/s
12 [2018-05-19 14:06:33] [c39] CPU #0: 1.85 H/s
13 [2018-05-19 14:06:33] [c13] CPU #2: 1.84 H/s
14 [2018-05-19 14:06:33] [c13] CPU #0: 1.84 H/s
15 [2018-05-19 14:06:33] [c4] CPU #3: 1.85 H/s
```

*B Installation Management Node*

---

Die geklonte Version kann nun kompiliert werden. Dabei kann die Warnung: "Implizite Deklaration der Funktion" ignoriert werden. Zur Übersicht wurde die Ausgabe unten gekürzt:

```
1 [root@nebula miners]# cd tkinjo/
2 [root@nebula tkinjo]#./build.sh
3 make: *** Keine Regel, um >>clean<< zu erstellen. Schluss.
4 clean
5 configure.ac:15: installing './ compile'
6 configure.ac:4: installing './ config.guess'
7 configure.ac:4: installing './ config.sub'
8 configure.ac:9: installing './ install -sh'
9 configure.ac:9: installing './ missing'
10 Makefile.am: installing './depcomp'
11 checking build system type... aarch64-unknown-linux-gnu
12 checking host system type... aarch64-unknown-linux-gnu
13 checking target system type... aarch64-unknown-linux-gnu
14 checking for a BSD-compatible install... /usr/bin/install -c
15 checking whether build environment is sane ... yes
16 checking for a thread-safe mkdir -p... /usr/bin/mkdir -p
17 In file included from algo/../../scryptjane/scrypt-jane-romix.h:2:0,
     from algo/scrypt-jane.c:24:
18 algo/../../scryptjane/scrypt-jane-chacha.h: In Funktion >>scrypt_test_mix<<:
19 algo/../../scryptjane/scrypt-jane-chacha.h:125:20: Warnung: Implizite Deklaration der Funktion >>detect_cpu<< [-
    Wimplicit-function-declaration]
20     size_t cpuflags = detect_cpu();
21     ^
22 make[2]: Leaving directory '/opt/miners/tkinjo'
23 make[1]: Leaving directory '/opt/miners/tkinjo'
```

## C Benutzerhandbuch

Der Cluster ist vollautomatisch eingerichtet. Deshalb gibt es nur beim Systemstart kleinere Tasks zu erledigen.

### C.1 Systemstart

Es existieren noch kleinere Fehler. Deshalb sind bei einem Systemstart folgende Punkte jeweils zu erledigen:

#### Hostnamen Computenodes

Da gleichzeitig 45 Compute Nodes den Hostnamen zugewiesen erhalten, entstehen Komplikationen. Nicht jeder Compute Node erhält direkt einen Hostnamen. Dazu müssen folgende Tests nach einem Systemstart vollzogen werden:

1. Prüfen, ob der Compute Node einen Hostnamen zugewiesen erhalten hat.

```
1 [root@nebula ~]# pdsh -w c[1-45] hostname
2 c4: c4
3 c8: c8
4 c29: c29
5 c1: c1
6 c10: 192.168.1.20
7 c5: 192.168.1.15
8 c36: 192.168.1.46
9 ...
```

2. Auslesen, welche Hostnamen eine IP Adresse ausgeben.

3. Die identifizierten Hosts neustarten.

```
1 [root@nebula ~]# pdsh -w c[10,5,36] reboot
2 c36: Connection to c36 closed by remote host.
3 pdsh@nebula: c36: ssh exited with exit code 255
4 c5: Connection to c5 closed by remote host.
5 pdsh@nebula: c5: ssh exited with exit code 255
6 c10: Connection to c10 closed by remote host.
7 pdsh@nebula: c10: ssh exited with exit code 255
8 [root@nebula ~]#
```

4. Prüfen, ob die Hosts nun einen Hostnamen erhalten haben.

```
1 [root@nebula ~]# pdsh -w c[10,5,36] hostname
2 c10: c10
3 c36: c36
4 c5: c5
5 [root@nebula ~]#
```

*C Benutzerhandbuch*

5. Falls nicht alle Hosts einen Hostnamen erhalten haben, müssen die Schritte wiederholt werden.

**Internetzugang für die Compute Nodes**

Standardmäßig können die Compute Nodes keine Verbindung zum Internet aufbauen. Deshalb muss das Routing jeweils eingerichtet werden.

1. Prüfen, ob Compute Nodes das Internet erreichen können.

```
1 [root@nebula ~]# pdsh -w c1 ping -c 1 google.de
2 c1: ping google.de
3 c1: PING google.de (172.217.168.3) 56(84) bytes of data.
```

2. Wenn der Compute Node nichts erreichen kann, soll das Routing eingerichtet werden.

```
1 [root@nebula ~]# pdsh -w c1 route add -net 0.0.0.0 netmask 0.0.0.0 gw 192.168.1.1 dev eth0
```

3. Erneute Prüfung

```
1 [root@nebula ~]# pdsh -w c1 ping -c 1 google.de
2 c1: PING google.de (172.217.19.163) 56(84) bytes of data.
3 c1: 64 bytes from zrh04s07-in-f3.1e100.net (172.217.19.163): icmp_seq=1 ttl=57 time=16.9 ms
4 c1:
5 c1: ---- google.de ping statistics ----
6 c1: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
7 c1: rtt min/avg/max/mdev = 16.925/16.925/16.925/0.000 ms
```

4. Um jeden Compute Node gleichzeitig zu bearbeiten, kann folgendes eingegeben werden:

```
1 [root@nebula ~]# pdsh -w c[1-45] route add -net 0.0.0.0 netmask 0.0.0.0 gw 192.168.1.1 dev eth0
```

**Nagios starten**

Nagios kann mit dem aktuellen Betriebssystem nicht automatisch gestartet werden. Das /var/run/-nagios Verzeichnis kann vom System nicht erstellt werden.

```
1 [root@nebula ~]# mkdir /var/run/nagios
2 [root@nebula ~]# chown nagios:nagios /var/run/nagios
3 [root@nebula ~]# systemctl start nagios
4 [root@nebula ~]# systemctl status nagios
5 nagios.service - Nagios Network Monitoring
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nagios.service; enabled; vendor preset: disabled)
   Active: active (running)
```

**C.2 SLURM**

**Status der Nodes abfragen**

Befehl: sinfo -N -l

C Benutzerhandbuch

```
1 [root@nebula ~]# sinfo -N -l
2 Thu May 31 20:24:02 2018
3 NODELIST NODES PARTITION STATE CPUS S:C:T MEMORY TMP_DISK WEIGHT AVAIL_FE REASON
4 c1      1  normal*    idle   4  4:1:1    1     0     1  (null) none
5 c2      1  normal*  down*   4  4:1:1    1     0     1  (null) Not responding
6 c3      1  normal*    idle   4  4:1:1    1     0     1  (null) none
7 c4      1  normal*    idle   4  4:1:1    1     0     1  (null) none
8 c5      1  normal*    idle   4  4:1:1    1     0     1  (null) none
9 c6      1  normal*    idle   4  4:1:1    1     0     1  (null) none
10 c7     1  normal*    idle   4  4:1:1    1     0     1  (null) none
11 c8     1  normal*    idle   4  4:1:1    1     0     1  (null) none
```

## Jobs starten

Befehl: srun [Parameter] [Programm]

```
1 [root@nebula tkinjo]# srun --nodes=10 --ntasks=10 --cpus-per-task=4 [Programm]
```

## Job Warteschlange abfragen

Befehl: squeue

```
1 [root@nebula ~]# squeue
2          JOBID PARTITION NAME USER ST      TIME NODES NODELIST(REASON)
3            126  normal cpuminer  root  R      0:13     10 c[3-8,13-14,29-30]
4 [root@nebula ~]#
```

## Job abbrechen

Befehl: scancel [Job-ID]

```
1 [root@nebula ~]# scancel 126
2 [root@nebula ~]# squeue
3          JOBID PARTITION NAME USER ST      TIME NODES NODELIST(REASON)
4 [root@nebula ~]#
```



D Projektplan

**D Projektplan**

Aktivität	Start	Ende	Dauer [h]	Wer	2018																
					Februar			März			April			Mai - Juni							
Datum	Soll	Abw.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
Phasen Vorarbeiten					5-11	12-18	19-25	26-1	2-3	4-15	16-22	23-29	30-6	7-13	14-20	21-27	28-3				
1.0 Abage erstellen	05.02.2018	05.02.2018	0,2	0,2	0	CA															
2.0 Projektinitialisierungsauftrag schreiben	05.02.2018	05.02.2018	3	2	-1	CA															
3.0 Kick-off-Meeting	05.02.2018	05.02.2018	0	0	CA																
3.1 Kick-off-Meeting (Vorberichtung / Präsentation Raum, Aero)	05.02.2018	05.02.2018	2	2	0	CA															
3.2 Kick-off-Meeting Durchführen	05.02.2018	05.02.2018	2	2	0	CA/MARS															
4.0 Kick-off-Dokumente nachführen, anpassen, fertigstellen	05.02.2018	08.02.2018	1	1	0	CA															
5.0 Abnahme Projektinitialisierungsauftrag durch Experten [M1]	05.02.2018	15.02.2018	0	0	AM/RIS																
<b>Initialisierung</b>																					
6.0 Projektplan erstellen	06.02.2018	15.02.2018	4	6	2	CA															
7.0 Projektlogo erstellen	06.02.2018	20.02.2018	2	0,5	-1,5	CA															
8.0 Studie durchführen	06.02.2018	20.02.2018	5	10	5	CA															
8.1 Studie: Informationsbeschaffung	06.02.2018	20.02.2018	5	5	0	CA															
8.2 Studie: verschiedene Varianten	06.02.2018	20.02.2018	4	6	2	CA															
8.3 Studie: Analyse der Varianten	06.02.2018	20.02.2018	2	2	0	CA															
8.4 Studie: Wirtschaftlichkeit	06.02.2018	20.02.2018	2	1	-1	CA															
8.5 Studie: Realisierungsschätzug	06.02.2018	20.02.2018	0,5	1	0	CA															
9.0 Projektstartauftrag erstellen	20.02.2018	25.02.2018	0,5	2	1,5	CA															
9.1 Projektstarttag: Ist- und Sollzustand	20.02.2018	25.02.2018	1	1,5	0,5	CA															
9.2 Projektstarttag: Ziele und deren Messbarkeit	20.02.2018	25.02.2018	0,5	0,5	0	CA															
9.3 Projektstarttag: Projektorganisation	20.02.2018	28.02.2018	0,5	0	0	CA															
Konzept																					
11.0 Zwischen-Meeting	01.03.2018	01.03.2018	2	0,5	-1,5	CA															
11.1 Zwischen-Meeting (Vorberichtung / Präsentation Raum, Aero)	01.03.2018	01.03.2018	2	0,5	-1,5	CA															
11.2 Zwischen-Meeting durchführen	01.03.2018	01.03.2018	2	2	0	CA/MARS															
12. Zwischen-Meeting Dokumente nachführen, anpassen, Fertigstellen	02.03.2018	04.03.2018	2	3	1	CA															
13. Dokumentkonzept erstellen	05.03.2018	17.03.2018	12	18	6	CA															
14. Testkonzept schreiben	18.03.2018	22.03.2018	11	12	1	CA															
15. Dokumenten Review der Phasen Konzept	24.03.2018	26.03.2018	12	3	-9	CA															
<b>Realisierung</b>																					
16. Physischer Aufbau des Clusters	03.04.2018	07.04.2018	20	32	12	CA															
17. Stromversorgung des Clusters [M2]	08.04.2018	09.04.2018	9	7	-1	CA															
18. Raspberry Pi vorbereiten	17.04.2018	17.04.2018	4	6	2	CA															
19. PXE Boot / DHCP / DNS / Netzwerk	19.04.2018	23.04.2018	25	25	0	CA															
20. Cluster Software installieren und Konfigurieren	24.04.2018	26.04.2018	25	20	-5	CA															
21. Mining Software installieren und Konfigurieren	26.04.2018	28.04.2018	12	10	-2	CA															
22. Entwicklung von Tools und Automatismen	02.05.2018	28.04.2018	30	17	-13	CA															
23. Monitoring einrichten	01.05.2018	10.05.2018	14	7	-7	CA															
24. Periodische Tests	10.04.2018	13.05.2018	7	30	23	CA															
25. Installationshandbuch erstellen	02.04.2018	10.05.2018	8	10	2	CA															
26. Testprotokol gemäß Testkonzept	03.05.2018	03.05.2018	9	9	0	CA															
27. Betriebshandbuch	01.05.2018	13.05.2018	9	3	-6	CA															
<b>Einführung / Abschluss</b>																					
28. Abschlussbericht	17.06.2018	22.06.2018	9,5	15	5,5	CA															
29. Management Summary	20.06.2018	24.06.2018	9	2	-8	CA															
30. Vorbereitung Abschluss-Meeting	22.06.2018	27.06.2018	3	5	2	CA															
31. Drucken & Binden	24.06.2018	01.06.2018	2	2	0	CA															
32. Abschluss-Meeting [M3]	03.06.2018	03.06.2018	2	2	0	CA															
Weitere Tasks																					
34. Förmliche Prüfung der Dokumente auf Rechtschreibfehler	05.02.2018	03.06.2018	8	18	10	CA															
35. Logbuch / Journal / Protokole	05.02.2018	03.06.2018	17	25	8	CA															
Reserven für unvorhergesehene Arbeiten (ZB eingeparkt)	06.02.2018	08.02.2018	1	1	0	CA															
36. Wiki aktualisieren	05.02.2018	03.06.2018	0,5	1	0,5	CA															
37. Projektteam definieren																					
Total / bereits benötigt / Restliche Stunden:																					
Total	294	315	21																		

Abbildung 12: Projektplan detailliert

E Diplomeingabe

**E Diplomeingabe**

**TSBE Bern**  
Höhere Fachschule

Dossier Nr.

31  
leer lassen

Praktische Diplomarbeit 2018

! Diese Eingabe inkl. Beilagen ist dem Diplombericht im Anhang beizufügen !

**Thema**

Mining Cluster

**Wer ist Wer**

	<u>Diplomand/In</u>	<u>Diplomand/In</u>
Vorname	CHRISTOPH	
Name	AMREIN	
Adresse	ROHRMATTWEG 9	
PLZ Wohnort	3054 SCHÜPFEN	
Handy	079 467 21 15	
E-mail	christoph.amrein.86@gmail.com	
Matr. Nr.		

	<u>Experte/In</u>	<u>Dozent/In</u>
Vorname	Rolf	Audreas
Name	Schmutz	Meged
Adresse	Schulhausstr. 2	Bittelwil 519
PLZ Wohnort	3052 Zollikofen	3253 Rüppeswil
Handy		079 1247 2689
E-mail	rolf.schmutz@post.ch	audreas.meged@gib.ch
Firma	Die Schweizerische Post	gib
Abschluss	HTL / FH	Hug HIL

! Alle Daten werden vertraulich behandelt und nicht an Dritte weitergegeben !

E Diplomeingabe



## Beschreibung

Als Beilage ist eine Beschreibung beizulegen. Diese ist kein ordentliches Dokument aus dem Projektmanagement! Sie dient ausschliesslich als Entscheidungsgrundlage für die Prüfungskommission. Die Beschreibung muss genaue Angaben über die nachfolgenden Punkte enthalten:

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. Ausgangslage           | <i>(Möglichst genaue Beschreibung der momentanen Situation oder Problems. Ist-Zustand)</i>   |
| 2. Begründung             | <i>(Weshalb soll das Projekt realisiert werden, wie soll die neue Situation aussehen? Soll-Zustand, Nutzen der generiert werden soll)<br/>!!! Achtung: das ist keine Beschreibung der Lösung !!!</i> |
| 3. Themenbereiche         | <i>(Welche Themen- und Wissensbereiche werden für die Durchführung der Diplomarbeit abgehandelt?)</i>  |
| 4. Projektziele           | <i>(Welche Projektziele sollen erreicht werden? Auf Messbarkeit achten! Abwicklungsziele, operationelle Ziele, Wirkungs- und Nutzenziele)</i>  |
| 5. Lieferobjekte          | <i>(Ergebnisse die aus der Projektarbeit entstehen.)</i>   |
| 6. Zeit- oder Projektplan | <i>(Grafischer Ablaufplan nach Kalenderwochen. Bis wann sollen welche Ergebnisse erreicht werden?)</i>   |
| 7. Organisation           | <i>(Struktur der Projektgruppe, wer ist für welche Tätigkeiten zuständig? Welche "Player" spielen mit? Vorgesehene Infrastruktur?)</i>   |

Anzahl Beilageblätter :

3

Eigenständiges Projekt

Teilprojekt von : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Bemerkungen : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

E Diplomeingabe



Durchführung, Termine

Abgabetermin der Diplomeingabe ! Samstag, 16. Dezember 2017, 13:30 !

Offizieller Starttermin 12. Januar 2018 (oder nach PRK Freigabe)

Kickoff-Meeting geplant in KW

3

Zwischen-Meeting geplant in KW

12

Abschluss-Meeting geplant in KW

24

Unterschriften

	<u>Diplomand/In</u>	<u>Diplomand/In</u>
Ort	Schöpfen	
Datum	14.12.2017	
Unterschrift		

	<u>Experte/In</u>	<u>Dozent/In</u>
Ort	Bolliken	Bern
Datum	14.12.2017	15.12.17
Unterschrift		

E Diplomeingabe



## Entscheid der Prüfungskommission

Die Diplomarbeit kann in vorgesehener Weise :  durchgeführt werden.

Vorbehalte : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

nicht durchgeführt werden.

Begründung : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Bemerkungen : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

	<u>Prüfungsleiter</u>	<u>Fachexperte</u>	<u>Fachexperte</u>
Vorname	Alex	Matthias	
Name	Abrecht	Zaugg	
Ort	Bern	Bern	
Datum	21. DEZ. 2017	21. DEZ. 2017	
Unterschrift			

# Projekt: Mining Cluster

Praktische Diplomarbeit 2018

Christoph Amrein TSBE 16B

## Ausgangslage

Gemäss der Webseite 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

- Diplombericht
- 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)

### Projektabchluss

- 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		
Abschluss					Ms	
Meetings	Me		Me			Me
Dokumentation						
<b>Meilensteine Ms</b> Realisierung						
KW 9	Physischer Aufbau und Inbetriebnahme des Raspberry Pi Verbunds					
KW 13	Erfolgreiche Abnahme des installierten Clusters					
KW 20	Erste Kryptowährung wird geschürft					
<b>Meetings Me</b> Terminplan der Meetings						
KW 3	Kickoff-Meeting					
KW 12	Zwischen-Meeting					
KW 24	Abschluss-Meeting					

## 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

F Testfälle

## F Testfälle

### F.1 Komponententests

Bezeichnung	<b>K-001</b>	Management Node	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Management Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Management Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Management Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 30 Sekunden warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl “nmap -sn 192.168.1.10“ eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob der die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 37: Testfall K-001

Bezeichnung	<b>K-002</b>	Management Node	Anmelden
Beschreibung	Es wird getestet, ob der Management Node über das SSH Protokoll erreichbar ist.		
Testvoraussetzung	Der Management Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Management Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 30 Sekunden warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell den Befehl “ssh root@nebula“ eingeben.</li> <li>- Passwort eingeben.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Der Zugriff auf den Management Node funktioniert.		

Tabelle 38: Testfall K-002

Bezeichnung	<b>K-003</b>	Compute Node c1	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl “nmap -sn 192.168.1.11“ eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 39: Testfall K-003

F Testfälle

Bezeichnung	<b>K-004</b>	Compute Node c2	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.12" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 40: Testfall K-004

Bezeichnung	<b>K-005</b>	Compute Node c3	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.13" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 41: Testfall K-005

Bezeichnung	<b>K-006</b>	Compute Node c4	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.14" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 42: Testfall K-006

F Testfälle

Bezeichnung	<b>K-007</b>	Compute Node c5	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.15" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 43: Testfall K-007

Bezeichnung	<b>K-008</b>	Compute Node c6	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.16" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 44: Testfall K-008

Bezeichnung	<b>K-009</b>	Compute Node c7	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.17" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 45: Testfall K-009

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-010</b>	Compute Node c8	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.18" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 46: Testfall K-010

Bezeichnung	<b>K-011</b>	Compute Node c9	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.19" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 47: Testfall K-011

Bezeichnung	<b>K-012</b>	Compute Node c10	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.20" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 48: Testfall K-012

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-013</b>	Compute Node c11	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.21" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 49: Testfall K-013

Bezeichnung	<b>K-014</b>	Compute Node c12	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.22" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 50: Testfall K-014

Bezeichnung	<b>K-015</b>	Compute Node c13	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.23" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 51: Testfall K-015

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-016</b>	Compute Node c14	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.24" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 52: Testfall K-016

Bezeichnung	<b>K-017</b>	Compute Node c15	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.25" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 53: Testfall K-017

Bezeichnung	<b>K-018</b>	Compute Node c16	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.26" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 54: Testfall K-018

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-019</b>	Compute Node c17	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.27" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 55: Testfall K-019

Bezeichnung	<b>K-020</b>	Compute Node c18	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.28" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 56: Testfall K-020

Bezeichnung	<b>K-021</b>	Compute Node c19	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.29" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 57: Testfall K-021

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-022</b>	Compute Node c20	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.30" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 58: Testfall K-022

Bezeichnung	<b>K-023</b>	Compute Node c21	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.31" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 59: Testfall K-023

Bezeichnung	<b>K-024</b>	Compute Node c22	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.32" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 60: Testfall K-024

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-025</b>	Compute Node c23	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.33" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 61: Testfall K-025

Bezeichnung	<b>K-026</b>	Compute Node c24	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.34" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 62: Testfall K-026

Bezeichnung	<b>K-027</b>	Compute Node c25	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.35" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 63: Testfall K-027

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-028</b>	Compute Node c26	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.36" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 64: Testfall K-028

Bezeichnung	<b>K-029</b>	Compute Node c27	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.37" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 65: Testfall K-029

Bezeichnung	<b>K-030</b>	Compute Node c28	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.38" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 66: Testfall K-030

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-031</b>	Compute Node c29	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.39" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 67: Testfall K-031

Bezeichnung	<b>K-032</b>	Compute Node c30	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.40" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 68: Testfall K-032

Bezeichnung	<b>K-033</b>	Compute Node c31	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.41" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 69: Testfall K-033

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-034</b>	Compute Node c32	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.42" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 70: Testfall K-034

Bezeichnung	<b>K-035</b>	Compute Node c33	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.43" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 71: Testfall K-035

Bezeichnung	<b>K-036</b>	Compute Node c34	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.44" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 72: Testfall K-036

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-037</b>	Compute Node c35	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.45" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 73: Testfall K-037

Bezeichnung	<b>K-038</b>	Compute Node c36	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.46" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 74: Testfall K-038

Bezeichnung	<b>K-039</b>	Compute Node c37	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.47" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 75: Testfall K-039

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-040</b>	Compute Node c38	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.48" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 76: Testfall K-040

Bezeichnung	<b>K-041</b>	Compute Node c39	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.49" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 77: Testfall K-041

Bezeichnung	<b>K-042</b>	Compute Node c40	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.50" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 78: Testfall K-042

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>K-043</b>	Compute Node c41	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.51" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 79: Testfall K-043

Bezeichnung	<b>K-044</b>	Compute Node c42	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.52" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 80: Testfall K-044

Bezeichnung	<b>K-045</b>	Compute Node c43	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.53" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 81: Testfall K-045

F Testfälle

Bezeichnung	<b>K-046</b>	Compute Node c44	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.54" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 82: Testfall K-046

Bezeichnung	<b>K-047</b>	Compute Node c45	Hostnamen / IP / MAC
Beschreibung	Der Compute Node wird auf die zugewiesene IP Adresse, MAC Adresse und den Hostnamen geprüft.		
Testvoraussetzung	Der Compute Node und der Testclient befinden sich im selben Netzwerk.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.55" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Rückgabewerte (Hostnamen, IP- und MAC-Adresse) sollen identisch mit deren im Hostnamenkonzept sein.		

Tabelle 83: Testfall K-047

Bezeichnung	<b>K-048</b>	NAS	Erreichbarkeit
Beschreibung	Das NAS soll auf die Erreichbarkeit geprüft werden.		
Testvoraussetzung	Das NAS ist am Netzwerk angeschlossen.		
Testschritte	Den Befehl "ping 192.168.1.129" auf dem Testclient ausführen und 2 Versuche abwarten.		
Erwartetes Ergebnis	Das NAS antwortet auf den Ping befehl mit: "2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss".		

Tabelle 84: Testfall K-048

F Testfälle

## F.2 Integrationstests

Bezeichnung	<b>I-001</b>	Compute Nodes	Internet Zugang
Beschreibung	Es wird getestet, ob alle Compute Nodes auf das Internet zugreifen können.		
Testvoraussetzung	Das Routing ist eingerichtet.		
Testschritte	- Den Befehl "pdsh -w c[1-45] ping -c 1 google.de" auf dem Management Node eingeben.		
Erwartetes Ergebnis	Der Rückgabewert muss pro Compute Node die Ausgabe "1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss" beinhalten. Damit der Test erfolgreich war.		

Tabelle 85: Testfall I-001

Bezeichnung	<b>I-002</b>	NAS / Management Node	Mountpoint
Beschreibung	Es wird getestet, ob der Management Node sich automatisch bei einem Systemstart mit dem Netzwerkshare verbindet.		
Testvoraussetzung	Der fstab-Eintrag muss vorhanden sein.		
Testschritte	- Management Node starten. - Auf dem Management Node anmelden. - Den Befehl "ls -l /media/nebula_data/   wc -l" eingeben.		
Erwartetes Ergebnis	Die Ausgabe des Befehls muss einen grösseren Wert als "1" zurückgeben.		

Tabelle 86: Testfall I-002

Bezeichnung	<b>I-003</b>	NAS / Compute Nodes	Mountpoint
Beschreibung	Es wird getestet, ob die Compute Nodes sich automatisch bei einem Systemstart mit dem Netzwerkshare verbinden.		
Testvoraussetzung	Der fstab-Eintrag muss vorhanden sein.		
Testschritte	- Compute Nodes starten. - Auf dem Management Node anmelden. - Den Befehl "pdsh -w c[1-45] ls -l /media/nebula_data/   wc -l" eingeben.		
Erwartetes Ergebnis	Die Ausgabe des Befehls muss jeweils einen grösseren Wert als "1" zurückgeben.		

Tabelle 87: Testfall I-003

#### F Testfälle

Bezeichnung	<b>I-004</b>	Cluster	Wiederaufbau
Beschreibung	Es wird getestet, ob der Cluster in einem Raum innerhalb von 15 Minuten wiederaufgebaut werden kann.		
Testvoraussetzung	Cluster ist kompakt aufgebaut.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cluster herunterfahren.</li> <li>- Externe physische Verbindungen trennen.</li> <li>- Cluster in ein anderes Zimmer verschieben und wiederaufbauen (selbes Netzwerk).</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Der Wiederaufbau soll nicht länger als 15 Minuten dauern.		

Tabelle 88: Testfall I-004

Bezeichnung	<b>I-005</b>	NAS	RAID I
Beschreibung	Es wird getestet, ob die Daten redundant gesichert sind.		
Testvoraussetzung	Es wurde eine Datei mit dem Namen test.txt auf den Fileshare geschrieben.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NAS ausschalten.</li> <li>- Festplatte 1 abhängen.</li> <li>- Prüfen ob Die Datei test.txt auf der Festplatte 2 ist.</li> <li>- Festplatte 1 anhängen.</li> <li>- Die obenstehenden Punkte mit der jeweils anderen Festplatte wiederholen.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die test.txt Datei ist auf beiden Festplatten vorhanden.		

Tabelle 89: Testfall I-005

### F.3 Systemtests

Bezeichnung	<b>S-001</b>	Compute Nodes	CPU Last
Beschreibung	Es wird geprüft, ob die CPU während des Schürfens der Kryptowährungen zu über 90% beansprucht wird.		
Testvoraussetzung	Der Cluster muss am Schürfen einer Kryptowährung sein. Dazu muss er bereits 15 Minuten am Schürfen sein, bevor mit dem Test begonnen werden kann.		
Testschritte	<p>Die Tests finden vom Management Node aus statt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Den Befehl “pdsh -w c[1-45] uptime“ eingeben.</li> <li>- Alternativ kann man sich auf jeden Compute Node anmelden und den Befehl “top“ eingeben.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Die Loadaverage-Werte überschreiten jeweils den Wert 1, die Ausgabe sollte in etwa so aussehen: load average: 4.18, 2.44, 1.16		

Tabelle 90: Testfall S-001

F Testfälle

Bezeichnung	<b>S-002</b>	Nodes	Nagios Monitoring
Beschreibung	Es wird geprüft, ob alle Nodes von Nagios überwacht werden.		
Testvoraussetzung	Alle Nodes müssen einmal in Betrieb gewesen sein.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="http://nebula/nagios">http://nebula/nagios</a> aufrufen.</li> <li>- Bei Nagios anmelden.</li> <li>- Auf den Reiter "Hosts" klicken.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Es werden alle Nodes aufgelistet. Unabhängig des Status, ob der Node in Betrieb ist oder nicht.		

Tabelle 91: Testfall S-002

Bezeichnung	<b>S-003</b>	Nodes	Nagios Alarmierung
Beschreibung	Bei aufgetretenen Problemen soll Nagios eine E-Mail versenden.		
Testvoraussetzung	Der Cluster muss in Betrieb sein.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strom von Node c1 trennen.</li> <li>- 5 Minuten warten.</li> <li>- Email prüfen (christoph.amrein86@gmail.com).</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Es trifft eine Alarmierungs-Email ein.		

Tabelle 92: Testfall S-003

Bezeichnung	<b>S-004</b>	Nodes	Ganglia Monitoring
Beschreibung	Es wird geprüft, ob alle Nodes von Ganglia gemonitored werden.		
Testvoraussetzung	Alle Nodes müssen einmal in Betrieb gewesen sein.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="http://nebula/ganglia">http://nebula/ganglia</a> aufrufen.</li> <li>- Quelle "Nebula" auswählen.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Es werden alle Nodes aufgelistet.		

Tabelle 93: Testfall S-004

Bezeichnung	<b>S-005</b>	Nodes	Cluster Jobs
Beschreibung	Es wird geprüft, ob Jobs auf dem Cluster laufen.		
Testvoraussetzung	Der Cluster muss in Betrieb sein.		
Testschritte	Auf dem Management Node sind folgende Befehle abzusetzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- "mpicc -O3 /opt/ohpc/pub/examples/mpi/hello.c"</li> <li>- "srun -n 8 -N 2 -pty /bin/bash"</li> <li>- "squeue"</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Der Job wird in der Queue angezeigt und ist 2 Nodes zugewiesen.		

Tabelle 94: Testfall S-005

*F Testfälle*

Bezeichnung	<b>S-006</b>	Nodes	Schürfen
Beschreibung	Es wird geprüft, ob über den Cluster Kryptowährung über einen Job geschürft werden kann.		
Testvoraussetzung	Der Cluster muss in Betrieb sein.		
Testschritte	Auf dem Management Node sind folgende Befehle als root abzusetzen: - "cd /opt/miners/tkinjo" - "srun --nodes=40-45 --ntasks=40 --cpus-per-task=4 ./cpuminer -a cryptonight -o stratum+tcp://xdn.pool.minergate.com:45620 -u x -p x"		
Erwartetes Ergebnis	Es soll direkt in der Shell die Ausgabe des Miners ausgegeben werden.		

Tabelle 95: Testfall S-006

Bezeichnung	<b>S-007</b>	Wallet	Minergate
Beschreibung	Es wird geprüft, ob die Minergate Wallet die geschürften Kryptowährungen erhalten hat.		
Testvoraussetzung	Der Cluster muss bereits die DigitalNote Kryptowährung geschürft haben.		
Testschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auf <a href="http://minergate.com">minergate.com</a> anmelden.</li> <li>- Auf Dashboard klicken.</li> <li>- Prüfen ob die Coins unter DigitalNote angezeigt werden.</li> </ul>		
Erwartetes Ergebnis	Es soll eine grössere Zahl als 0 unter DigitalNote erscheinen.		

Tabelle 96: Testfall S-007

G Testprotokoll

## G Testprotokoll

### G.1 Komponententests

<b>Test-ID:</b>	<b>K-001</b>
<b>Testobjekt</b>	Management Node
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Management Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 30 Sekunden warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl “nmap -sn 192.168.1.10“ eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = nebula IP = 192.168.1.10 MAC = B8:27:EB:32:A9:1C
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for nebula.home (192.168.1.10) MAC Address: B8:27:EB:32:A9:1C (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.26 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	21.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 97: K-001 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-002</b>
<b>Testobjekt</b>	Management Node
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Management Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 30 Sekunden warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell den Befehl “ssh root@nebula“ eingeben.</li> <li>- Passwort eingeben.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Die SSH Verbindung auf den Management Node hat funktioniert und man ist als root-Benutzer angemeldet.
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	login as: root root@nebula's password: Last login: Fri May 18 17:40:34 2018 from desktop-rrq1k7v.home
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	21.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 98: K-002 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-003</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c1
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.11" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c1 IP = 192.168.1.11 MAC = B8:27:EB:32:39:A7
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c1.home (192.168.1.11) MAC Address: B8:27:EB:32:39:A7 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	21.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 99: K-003 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-004</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c2
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.12" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c2 IP = 192.168.1.12 MAC = B8:27:EB:2E:A3:D1
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c2.home (192.168.1.12) MAC Address: B8:27:EB:2E:A3:D1 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 100: K-004 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-005</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c3
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.13" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c3 IP = 192.168.1.13 MAC = B8:27:EB:50:45:3F
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c3.home (192.168.1.13) MAC Address: B8:27:EB:50:45:3F (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 101: K-005 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-006</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c4
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.14" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c4 IP = 192.168.1.14 MAC = B8:27:EB:0D:E6:25
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c4.home (192.168.1.14) MAC Address: B8:27:EB:0D:E6:25 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.10 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 102: K-006 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-007</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c5
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.15" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c5 IP = 192.168.1.15 MAC = B8:27:EB:3E:96:B5
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c5.home (192.168.1.15) MAC Address: B8:27:EB:3E:96:B5 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 103: K-007 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-008</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c6
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.16" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c6 IP = 192.168.1.16 MAC = B8:27:EB:EE:77:DA
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c6.home (192.168.1.16) MAC Address: B8:27:EB:EE:77:DA (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 104: K-008 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-009</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c7
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.17" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c7 IP = 192.168.1.17 MAC = B8:27:EB:21:63:E6
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c7.home (192.168.1.17) MAC Address: B8:27:EB:21:63:E6 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 105: K-009 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-010</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c8
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.18" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c8 IP = 192.168.1.18 MAC = B8:27:EB:2E:2E:CC
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c8.home (192.168.1.18) MAC Address: B8:27:EB:2E:2E:CC (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 106: K-010 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-011</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c9
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.19" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c9 IP = 192.168.1.19 MAC = B8:27:EB:17:32:96
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for galaxy-a5-2017.home (192.168.1.19) MAC Address: B8:27:EB:17:32:96 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 107: K-011 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-012</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c10
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.20" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c10 IP = 192.168.1.20 MAC = B8:27:EB:B2:1C:A9
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c10.home (192.168.1.20) MAC Address: B8:27:EB:B2:1C:A9 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 108: K-012 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-013</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c11
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.21" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c11 IP = 192.168.1.21 MAC = B8:27:EB:AF:63:1F
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c11.home (192.168.1.21) MAC Address: B8:27:EB:AF:63:1F (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 109: K-013 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-014</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c12
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.22" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c12 IP = 192.168.1.22 MAC = B8:27:EB:43:00:2C
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c12.home (192.168.1.22) MAC Address: B8:27:EB:43:00:2C (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.10 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 110: K-014 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-015</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c13
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.23" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c13 IP = 192.168.1.23 MAC = B8:27:EB:13:7B:18
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c13.home (192.168.1.23) MAC Address: B8:27:EB:13:7B:18 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 111: K-015 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-016</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c14
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.24" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c14 IP = 192.168.1.24 MAC = B8:27:EB:43:CD:29
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c14.home (192.168.1.24) MAC Address: B8:27:EB:43:CD:29 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 112: K-016 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-017</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c15
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.25" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c15 IP = 192.168.1.25 MAC = B8:27:EB:FF:C7:56
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c15.home (192.168.1.25) MAC Address: B8:27:EB:FF:C7:56 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 113: K-017 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-018</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c16
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.26" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c16 IP = 192.168.1.26 MAC = B8:27:EB:CE:98:66
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c16.home (192.168.1.26) MAC Address: B8:27:EB:CE:98:66 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.10 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 114: K-018 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-019</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c17
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.27" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c17 IP = 192.168.1.27 MAC = B8:27:EB:5D:63:34
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c17.home (192.168.1.27) MAC Address: B8:27:EB:5D:63:34 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 115: K-019 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-020</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c18
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.28" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c18 IP = 192.168.1.28 MAC = B8:27:EB:91:3E:0F
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c18.home (192.168.1.28) MAC Address: B8:27:EB:91:3E:0F (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.08 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 116: K-020 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-021</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c19
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.29" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c19 IP = 192.168.1.29 MAC = B8:27:EB:F4:65:EC
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c19.home (192.168.1.29) MAC Address: B8:27:EB:F4:65:EC (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 117: K-021 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-022</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c20
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.30" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c20 IP = 192.168.1.30 MAC = B8:27:EB:3E:AB:DC
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c20.home (192.168.1.30) MAC Address: B8:27:EB:3E:AB:DC (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.10 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 118: K-022 Protokoll

G Testprotokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-023</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c21
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.31" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c21 IP = 192.168.1.31 MAC = B8:27:EB:66:60:F6
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c21.home (192.168.1.31) MAC Address: B8:27:EB:66:60:F6 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 119: K-023 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-024</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c22
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.32" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c22 IP = 192.168.1.32 MAC = B8:27:EB:37:3F:74
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c22.home (192.168.1.32) MAC Address: B8:27:EB:37:3F:74 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 120: K-024 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-025</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c23
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.33" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c23 IP = 192.168.1.33 MAC = B8:27:EB:18:5E:F0
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c23.home (192.168.1.33) MAC Address: B8:27:EB:18:5E:F0 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 121: K-025 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-026</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c24
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.34" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c24 IP = 192.168.1.34 MAC = B8:27:EB:B0:23:B8
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c24.home (192.168.1.34) MAC Address: B8:27:EB:B0:23:B8 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 122: K-026 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-027</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c25
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.35" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c25 IP = 192.168.1.35 MAC = B8:27:EB:BE:C4:94
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c25.home (192.168.1.35) MAC Address: B8:27:EB:BE:C4:94 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 123: K-027 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-028</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c26
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.36" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c26 IP = 192.168.1.36 MAC = B8:27:EB:FB:FF:57
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c26.home (192.168.1.36) MAC Address: B8:27:EB:FB:FF:57 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 124: K-028 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-029</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c27
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.37" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c27 IP = 192.168.1.37 MAC = B8:27:EB:4E:EC:CE
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c27.home (192.168.1.37) MAC Address: B8:27:EB:4E:EC:CE (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.10 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 125: K-029 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-030</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c28
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.38" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c28 IP = 192.168.1.38 MAC = B8:27:EB:43:1C:35
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c28.home (192.168.1.38) MAC Address: B8:27:EB:43:1C:35 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 126: K-030 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-031</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c29
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.39" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c29 IP = 192.168.1.39 MAC = B8:27:EB:DC:74:5F
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c29.home (192.168.1.39) MAC Address: B8:27:EB:DC:74:5F (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 127: K-031 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-032</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c30
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.40" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c30 IP = 192.168.1.40 MAC = B8:27:EB:D1:DE:2F
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c30.home (192.168.1.40) MAC Address: B8:27:EB:D1:DE:2F (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 128: K-032 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-033</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c31
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.41" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c31 IP = 192.168.1.41 MAC = B8:27:EB:5E:90:34
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c31.home (192.168.1.41) MAC Address: B8:27:EB:5E:90:34 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.10 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 129: K-033 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-034</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c32
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.42" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c32 IP = 192.168.1.42 MAC = B8:27:EB:DE:80:24
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c32.home (192.168.1.42) MAC Address: B8:27:EB:DE:80:24 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 130: K-034 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-035</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c33
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.43" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c33 IP = 192.168.1.43 MAC = B8:27:EB:A4:79:6F
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c33.home (192.168.1.43) MAC Address: B8:27:EB:A4:79:6F (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 131: K-035 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-036</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c34
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.44" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c34 IP = 192.168.1.44 MAC = B8:27:EB:0A:4D:C7
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c34.home (192.168.1.44) MAC Address: B8:27:EB:0A:4D:C7 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 132: K-036 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-037</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c35
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.45" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c35 IP = 192.168.1.45 MAC = B8:27:EB:5C:53:5F
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Note: Host seems down. If it is really up, but blocking our ping probes, try -Pn Nmap done: 1 IP address (0 hosts up) scanned in 0.45 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	3 - Das Problem sollte innerhalb von 6 Monaten behoben werden.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	Der Compute Node ist defekt und kann nicht mehr in Betrieb genommen werden.

Tabelle 133: K-037 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-038</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c36
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.46" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c36 IP = 192.168.1.46 MAC = B8:27:EB:F7:AF:C2
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c36.home (192.168.1.46) MAC Address: B8:27:EB:F7:AF:C2 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 134: K-038 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-039</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c37
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.47" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c37 IP = 192.168.1.47 MAC = B8:27:EB:CE:BA:ED
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c37.home (192.168.1.47) MAC Address: B8:27:EB:CE:BA:ED (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 135: K-039 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-040</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c38
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.48" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c38 IP = 192.168.1.48 MAC = B8:27:EB:59:38:3C
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c38.home (192.168.1.48) MAC Address: B8:27:EB:59:38:3C (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 136: K-040 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-041</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c39
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.49" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c39 IP = 192.168.1.49 MAC = B8:27:EB:99:BB:8E
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c39.home (192.168.1.49) MAC Address: B8:27:EB:99:BB:8E (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 137: K-041 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-042</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c40
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.50" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c40 IP = 192.168.1.50 MAC = B8:27:EB:8F:7A:0D
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c40.home (192.168.1.50) MAC Address: B8:27:EB:8F:7A:0D (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.10 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 138: K-042 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-043</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c41
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.51" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c41 IP = 192.168.1.51 MAC = B8:27:EB:DE:C9:69
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c41.home (192.168.1.51) MAC Address: B8:27:EB:DE:C9:69 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 139: K-043 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-044</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c42
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.52" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c42 IP = 192.168.1.52 MAC = B8:27:EB:7E:6F:48
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c42.home (192.168.1.52) MAC Address: B8:27:EB:7E:6F:48 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 140: K-044 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-045</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c43
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.53" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c43 IP = 192.168.1.53 MAC = B8:27:EB:5D:DD:FE
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	nmap scan report for c43.home (192.168.1.53) MAC Address: B8:27:EB:5D:DD:FE (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 141: K-045 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-046</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c44
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.54" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c44 IP = 192.168.1.54 MAC = B8:27:EB:A6:6D:4D
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c44.home (192.168.1.54) MAC Address: B8:27:EB:A6:6D:4D (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.10 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 142: K-046 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>K-047</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Node c45
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Node starten (Strom anschliessen).</li> <li>- 3 Minuten warten.</li> <li>- Auf dem Testclient über Putty oder Shell mit dem Befehl "nmap -sn 192.168.1.55" eingeben.</li> <li>- Prüfen, ob die Zuweisung gemäss Hostnamenkonzept richtig ist.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Hostname = c45 IP = 192.168.1.55 MAC = B8:27:EB:0C:63:10
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Nmap scan report for c45.home (192.168.1.55) MAC Address: B8:27:EB:0C:63:10 (Raspberry Pi Foundation) Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.09 seconds
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 143: K-047 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>K-048</b>
<b>Testobjekt</b>	NAS
<b>Testschritte</b>	Den Befehl "ping 192.168.1.129" auf dem Testclient ausführen und 2 Versuche abwarten.
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Das NAS antwortet auf den Ping befehl mit: "2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss".
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	PING 192.168.1.129 (192.168.1.129) 56(84) bytes of data. 64 bytes from 192.168.1.129: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.539 ms 64 bytes from 192.168.1.129: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.434 ms — 192.168.1.129 ping statistics — 2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms rtt min/avg/max/mdev = 0.434/0.486/0.539/0.056 ms
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 144: K-048 Protokoll

G Testprotokoll

## G.2 Integrationstests

<b>Test-ID:</b>	<b>I-001</b>
<b>Testobjekt</b>	Compute Nodes
<b>Testschritte</b>	Den Befehl "pdsh -w c[1-45] ping -c 1 google.de" auf dem Management Node eingeben.
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Der Rückgabewert muss pro Compute Node die Ausgabe "1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss" beinhalten. Damit der Test erfolgreich war.
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	— google.de ping statistics — c1: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c2: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c3: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c4: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c5: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c6: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c7: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c8: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c9: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c10: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c11: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c12: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c13: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c14: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c15: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c16: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c17: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c18: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c19: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c20: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c21: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c22: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c23: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c24: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c25: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c26: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms

G Testprotokoll

<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	c27: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c28: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c29: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c30: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c31: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c32: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c33: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c34: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c35: ssh: connect to host c35 port 22: No route to host c36: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c37: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c38: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c39: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c40: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c41: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c42: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c43: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c44: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms c45: 1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	Der Compute Node c35 wurde bereits bei den Komponententests als fehlerhaft erkannt. Deshalb ist das Ergebnis wie erwartet.

Tabelle 145: I-001 Protokoll

G Testprotokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>I-002</b>
<b>Testobjekt</b>	NAS / Mountpoint / Management Node
<b>Testschritte</b>	- Management Node starten. - Auf dem Management Node anmelden. - Den Befehl "ls -l /media/nebula_data/   wc -l" eingeben.
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Die Ausgabe des Befehls muss einen grösseren Wert als "1" zurückgeben.
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	17
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 146: I-002 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>I-003</b>
<b>Testobjekt</b>	NAS / Mountpoint / Compute Nodes
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compute Nodes starten.</li> <li>- auf dem Management Node anmelden.</li> <li>- Den Befehl "pdsh -w c[1-45] ls -l /media/nebula_data/   wc -l" eingeben.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Die Ausgabe des Befehls muss jeweils einen grösseren Wert als "1" zurückgeben.
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	<p>Alle Compute Nodes haben folgendes ausgegeben. Die Ausgabe ist gekürzt.</p> <pre>c1: 17 c2: 17 c3: 17 c4: 17 c5: 17 c6: 17 c7: 17  ... c35: ssh: connect to host c35 port 22: No route to host pdsh@nebula: c35: ssh exited with exit code 255 c36: 17  ... c43: 17 c44: 17 c45: 17</pre>
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	Der Compute Node c35 wurde bereits bei den Komponententests als fehlerhaft erkannt. Deshalb ist das Ergebnis wie erwartet.

Tabelle 147: I-003 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>I-004</b>
<b>Testobjekt</b>	Cluster
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cluster herunterfahren.</li> <li>- Externe physische Verbindungen trennen.</li> <li>- Cluster in ein anderes Zimmer verschieben und wiederaufbauen (selbes Netzwerk).</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Der Wiederaufbau soll nicht länger als 15 Minuten dauern.
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Der Cluster konnte innerhalb von 12 Minuten wiederaufgebaut werden.
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 148: I-004 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>I-005</b>
<b>Testobjekt</b>	Cluster
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NAS ausschalten.</li> <li>- Festplatte 1 abhängen.</li> <li>- Prüfen ob Die Datei test.txt auf der Festplatte 2 ist.</li> <li>- Festplatte 1 anhängen.</li> <li>- Die obenstehenden Punkte mit der jeweils anderen Festplatte wiederholen.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Die test.txt Datei ist auf beiden Festplatten vorhanden.
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Die test.txt Datei war auf beiden Festplatten zu finden.
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 149: I-005 Protokoll

### G.3 Systemtests

<b>Test-ID:</b>	S-001
<b>Testobjekt</b>	Compute Nodes / CPU Last
<b>Testschritte</b>	<p>Die Tests finden vom Management Node aus statt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Den Befehl "pdsh -w c[1-45] uptime" eingeben.</li> <li>- Alternativ kann man sich auf jeden Compute Node anmelden und den Befehl "top" eingeben.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	<p>Die Loadaverage-Werte überschreiten jeweils den Wert 1, die Ausgabe sollte in etwa so aussehen:</p> <p>load average: 4.18, 2.44, 1.16</p>
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	<p>c1: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.26, 4.41, 3.29      c2: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.25, 4.26, 3.20      c3: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.38, 4.32, 3.25      c4: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.50, 4.35, 3.25      c5: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.42, 4.30, 3.22      c6: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.26, 4.38, 3.25      c7: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 5.01, 4.46, 3.25      c8: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.54, 4.42, 3.29      c9: 16:42:24 up 1:02, 0 users, load average: 4.68, 4.38, 3.23      c10: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.84, 4.54, 3.31      c11: 16:42:24 up 1:02, 0 users, load average: 4.36, 4.38, 3.23      c12: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.30, 4.22, 3.18      c13: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.42, 4.36, 3.28      c14: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.38, 4.28, 3.18      c15: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.61, 4.53, 3.31      c16: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.43, 4.39, 3.22      c17: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.29, 4.28, 3.21      c18: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.47, 4.34, 3.24      c19: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.69, 4.42, 3.26      c20: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.71, 4.42, 3.26      c21: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.91, 4.46, 3.22      c22: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.64, 4.34, 3.23      c23: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.47, 4.32, 3.25</p>

*G Testprotokoll*

---

<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	c24: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.36, 4.30, 3.23 c25: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.34, 4.31, 3.24 c26: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.54, 4.43, 3.26 c27: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.82, 4.45, 3.27 c28: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.48, 4.38, 3.24 c29: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.28, 4.32, 3.22 c30: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.37, 4.31, 3.24 c31: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.48, 4.36, 3.24 c32: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.27, 4.26, 3.19 c33: 16:42:27 up 1:02, 0 users, load average: 4.62, 4.42, 3.30 c34: 16:42:28 up 1:02, 0 users, load average: 4.52, 4.27, 3.16 c35: ssh: connect to host c35 port 22: No route to host c36: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.82, 4.45, 3.27 c37: 16:42:23 up 1:02, 0 users, load average: 4.48, 4.38, 3.24 c38: 16:42:28 up 1:29, 0 users, load average: 4.28, 4.18, 3.12 c39: 16:42:28 up 1:02, 0 users, load average: 4.28, 4.40, 3.29 c40: 16:42:28 up 1:02, 0 users, load average: 4.58, 4.51, 3.34 c41: 16:42:28 up 20 min, 0 users, load average: 4.70, 4.40, 3.20 c42: 16:42:28 up 1:02, 0 users, load average: 4.55, 4.38, 3.26 c43: 16:42:28 up 1:29, 0 users, load average: 4.82, 4.49, 3.30 c44: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.47, 4.34, 3.24 c45: 16:42:23 up 1:29, 0 users, load average: 4.82, 4.45, 3.27
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	Der Compute Node c35 wurde bereits bei den Komponententests als fehlerhaft erkannt. Deshalb ist das Ergebnis wie erwartet.

Tabelle 150: S-001 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>S-002</b>
<b>Testobjekt</b>	Nodes / Nagios Monitoring
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="http://nebula/nagios">http://nebula/nagios</a> aufrufen.</li> <li>- Bei Nagios anmelden.</li> <li>- Auf den Reiter "Hosts" klicken.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Es werden alle Nodes aufgelistet. Unabhängig des Status, ob der Node in Betrieb ist oder nicht.
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Alle Nodes sind aufgelistet und haben den Status UP, mit Ausnahme des Compute Nodes c35.
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	22.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	Der Compute Node c35 wurde bereits bei den Komponententests als fehlerhaft erkannt. Deshalb ist das Ergebnis wie erwartet.

Tabelle 151: S-002 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>S-003</b>
<b>Testobjekt</b>	Nodes / Nagios Alarmierung
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strom von Node c1 trennen.</li> <li>- 5 Minuten warten.</li> <li>- Email prüfen (christoph.amrein86@gmail.com)</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Es trifft eine Alarmierungs-Email ein.
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	<p>E-Mail ist eingetroffen.  ***** Nagios *****  Notification Type: PROBLEM  Host: c1  State: DOWN  Address: 192.168.1.11  Info: CRITICAL - Host Unreachable (192.168.1.11)  Date/Time: Sat May 26 17:59:10 CEST 2018</p>
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	26.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 152: S-003 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>S-004</b>
<b>Testobjekt</b>	Nodes / Ganglia Monitoring
<b>Testschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="http://nebula/ganglia">http://nebula/ganglia</a> aufrufen.</li> <li>- Quelle "Nebula" auswählen.</li> </ul>
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Es werden alle Nodes aufgelistet.
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Alle Nodes sind aufgelistet, jedoch nicht wie gewünscht gemonitored.
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	26.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	3 - Kleiner Mangel, muss innerhalb von 6 Monaten gelöst werden.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	Es wird nur jeweils ein Node mit aktuellen Aufzeichnungen dargestellt. Es sollten aber alle Nodes aktive Aufzeichnungen haben.

Tabelle 153: S-004 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>S-005</b>												
<b>Testobjekt</b>	Nodes / Cluster Jobs												
<b>Testschritte</b>	<p>Auf dem Management Node sind folgende Befehle abzusetzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "mpicc -O3 /opt/ohpc/pub/examples/mpi/hello.c"</li> <li>- "srun -n 8 -N 2 -pty /bin/bash"</li> <li>- "squeue"</li> </ul>												
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Der Job wird in der Queue angezeigt und ist 2 zufälligen Compute Nodes zugewiesen.												
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	<p>Die Spalten wurden gekürzt.  [<code>root@nebula tmp]</code># squeue</p> <table> <thead> <tr> <th>JOBID</th> <th>USER</th> <th>ST</th> <th>TIME</th> <th>NODES</th> <th>NODELIST(REASON)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>123</td> <td>root</td> <td>R</td> <td>6:14</td> <td>2</td> <td>c[36-37]</td> </tr> </tbody> </table>	JOBID	USER	ST	TIME	NODES	NODELIST(REASON)	123	root	R	6:14	2	c[36-37]
JOBID	USER	ST	TIME	NODES	NODELIST(REASON)								
123	root	R	6:14	2	c[36-37]								
<b>Tester</b>	Christoph Amrein												
<b>Datum des Tests</b>	26.05.2018												
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.												
<b>Fehlerbeschreibung</b>													

Tabelle 154: S-005 Protokoll

*G Testprotokoll*

<b>Test-ID:</b>	<b>S-006</b>
<b>Testobjekt</b>	Nodes / Schürfen
<b>Testschritte</b>	Auf dem Management Node sind folgende Befehle als root abzusetzen: - “cd /opt/miners/tkinjo“ - “srun –nodes=40-45 –ntasks=40 –cpus-per-task=4 ./cpuminer -a cryptonight -o stratum+tcp://xdn.pool.minergate.com:45620 -u x -px“
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Es soll direkt in der Shell die Ausgabe des Miners ausgegeben werden.
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Es erscheint die gewünschte Ausgabe, es sind 40 aktive Nodes zu sehen, welche am Schürfen sind.
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	26.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 155: S-006 Protokoll

<b>Test-ID:</b>	<b>S-007</b>
<b>Testobjekt</b>	Wallet / Minergate
<b>Testschritte</b>	- Auf <a href="http://minergate.com">minergate.com</a> anmelden. - Auf Dashboard klicken. - Prüfen ob die Coins unter DigitalNote angezeigt werden.
<b>Erwartetes Ergebnis</b>	Es soll eine grössere Zahl als 0 unter DigitalNote erscheinen.
<b>Tatsächliches Ergebnis</b>	Es werden über 62 XDN angezeigt.
<b>Tester</b>	Christoph Amrein
<b>Datum des Tests</b>	26.05.2018
<b>Testergebnis (Fehlerklasse)</b>	1 - Fehlerfrei, die Erwartungen sind erfüllt.
<b>Fehlerbeschreibung</b>	

Tabelle 156: S-007 Protokoll

## H Kick-Off Protokoll

Diplomarbeit Mining Cluster

Dokumentenart	Sitzungsprotokoll
Titel	<b>Kick-Off Meeting Mining Cluster</b>
Nummer	1
Autor/-in	Christoph Amrein
Kontaktangaben	christoph.amrein86@gmail.com
Ausgabestelle	Christoph Amrein, Privat
Geltungsbereich	Im Rahmen der Diplomarbeit
Klassifizierung	Nicht klassifiziert
Ausgabedatum	5. Februar 2018
Teilnehmer/-innen	Christoph Amrein CA, Andreas Megert, AM, Rolf Schmutz RS
Sachgeschäfte / Referenten	
Verteiler	Christoph Amrein (christoph.amrein86@gmail.com), Andreas Megert (andreas.megert@gibb.ch), Rolf Schmutz (rolf.schmutz@post.ch)
Entschuldigt	
Sitzungsort	Webergutstrasse 12, 3052 Zollikofen
Sitzungsdatum	05.02.2018

Themen / Notizen	Termin / Betreff
<b>Arbeitsjournal Rapportierung</b> CA soll alle 2 Wochen an den Verteiler das aktuelle Arbeitsjournal senden	Alle 2 Wochen / CA
<b>Arbeitsjournal &amp; Hilfe anfordern</b> Im Arbeitsjournal soll klar ersichtlich sein, ob Hilfe bei einem Task benötigt wird, oder ob man bei einem Task ansteht. Hilfe sollte dennoch direkt per E-Mail Anfrage angefordert werden.	CA
<b>Feedback, Antworten, Entscheide</b> Feedback soll aktiv eingeholt werden. Falls offene Punkte bestehen, dann soll nochmals nachgefragt und nicht selbst entschieden werden. NOGO: z.B. <b>wenn ich innerhalb 2 Wochen keine Antwort erhalte... dann mache ich es so ...</b>	CA
<b>Projektinitialisierungsauftrag</b> Der Projektinitialisierungsauftrag wird per E-Mail an den Verteiler versendet (CA) und per Antwort quittiert (AM, RS). Die Quittierung darf bei der Abgabe der Diplomarbeit im Anhang verwendet werden und ersetzt die physische Unterschrift.	CA, AM, RS
<b>Projektname</b> Es soll ein Projektname definiert werden.	08.02.2018 / CA
<b>E-Mail Subject</b> Durch das Projekt hinweg, soll für die Kommunikation per E-Mail folgender Betreff verwendet werden. Projektname: Inhalt, z.B. Mining Cluster: Arbeitsjournal	CA
<b>Informationsplattform</b> Es wurde entschieden, dass ein Wiki (Confluence) installiert wird. Alle erarbeiteten Dokumente inklusive Journal werden auf dieser Plattform abgelegt oder erfasst und können von allen beteiligten Personen zu jeder Zeit aufgerufen werden. die Domain wird noch bekannt gegeben.	08.02.2018 / CA
<b>Zwischenmeeting</b> Das Zwischenmeeting soll am 05.03.2018 in den Räumen der GIBB stattfinden. AM hat sich dazu bereit erklärt einen Raum zu organisieren. CA soll möglichst rasch den Termin und die Uhrzeit festlegen und danach die Einladungen versenden.	08.02.2018 / CA, AM
<b>Konzeptphase</b> CA soll mindestens 7-8 Muss-Kriterien für die Erfüllung des Ziels während der Konzeptphase liefern.	Konzeptphase / CA
<b>Testkonzept</b>	Konzeptphase / ALLE

H Kick-Off Protokoll

Die Experten legen viel Wert auf ein gut erstelltes Testkonzept, dabei soll klar vorab definiert werden, welche Komponenten und Funktionen getestet werden sollen.

Protokollführer  
Christoph Amrein

I Arbeitsjournal

## I Arbeitsjournal

<b>Tag:</b> 1	<b>Datum:</b> 05.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Es wurde ein Share für die Ablage der entstehenden Dokumente und Arbeiten erstellt.</li><li>- Projektinitialisierungsauftrag wurde geschrieben.</li><li>- Kick-Off Meeting geplant und durchgeführt.</li></ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 2	<b>Datum:</b> 06.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Confluence für das Projekt eingerichtet (Wurde am Kick-Off Meeting entschieden).</li><li>- Protokoll des Kick-Off Meetings verfeinert.</li><li>- Projektinitialisierungsauftrag gemäss Feedback aus Kick-Off Meeting angepasst.</li><li>- Projektnamen definiert.</li><li>- Beginn mit der Projektplanung.</li></ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 3	<b>Datum:</b> 07.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Zusammenfassung des Kick-Off Meetings an die Anwesenden versendet.</li><li>- Administrative Arbeiten (Organisation).</li></ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 4	<b>Datum:</b> 08.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- An der Projektplanung gearbeitet.</li></ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 5	<b>Datum:</b> 09.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 6	<b>Datum:</b> 10.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 7	<b>Datum:</b> 11.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 8	<b>Datum:</b> 12.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Terminplan und Projektübersicht im Confluence erstellen.</li><li>- An der Projektplanung weitergearbeitet.</li><li>- Beginn mit dem Projektauftrag</li></ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 9	<b>Datum:</b> 13.02.2018

I Arbeitsjournal

---

<b>Erledigte Arbeit</b>	- Am Projektauftrag weitergearbeitet.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 10	<b>Datum:</b> 14.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 11	<b>Datum:</b> 15.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Projektauftrag fertiggestellt. - Administrative Arbeiten
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 12	<b>Datum:</b> 16.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Krank.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 13	<b>Datum:</b> 17.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Krank.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 14	<b>Datum:</b> 18.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Krank.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 15	<b>Datum:</b> 19.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Krank.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 16	<b>Datum:</b> 20.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Krank.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 17	<b>Datum:</b> 21.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Krank.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 18	<b>Datum:</b> 22.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Krank.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 19	<b>Datum:</b> 23.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Krank.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 20	<b>Datum:</b> 24.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Krank. - Mit der Studie begonnen. - Informationsbeschaffung der Varianten.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 21	<b>Datum:</b> 25.02.2018

*I Arbeitsjournal*

---

<b>Erledigte Arbeit</b>	- Studie ausarbeiten. - Informationsbeschaffung. - Ist-Zustand beschreiben. - Ziele beschreiben.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 22	<b>Datum:</b> 26.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Studie abschliessen. - Ziele erweitern. - Varianten beschreiben. - Variantenentscheid fällen. - Empfehlung der Variante beschreiben.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 23	<b>Datum:</b> 27.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Projektauftrag mit den neuen Erkenntnissen der Studie ergänzen.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 24	<b>Datum:</b> 28.02.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Projektauftrag fertigstellen. - Studie fertigstellen. - Zwischenmeeting vorbereiten.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	Das vorgesehene Zeitkontingent der Studie wurde überschritten.
<b>Tag:</b> 25	<b>Datum:</b> 01.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Zwischenmeeting vorbereiten. - Finale Version Projektauftrag. - Finale Version Studie. - Powerpoint Präsentation (Agenda) erstellen. - Projektplan updaten.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 26	<b>Datum:</b> 02.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 27	<b>Datum:</b> 03.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 28	<b>Datum:</b> 04.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 29	<b>Datum:</b> 05.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 30	<b>Datum:</b> 06.03.2018

*I Arbeitsjournal*

---

<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 31	<b>Datum:</b> 07.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Erneute Informationsbeschaffung. Es sind Probleme bei der Installation der Variante OpenHPC aufgetreten. Als Zwischenlösung habe ich entschieden, einen Laptop, der keinen AMD Prozessor verwendet, zu benutzen, da dort das Produkt einfach installiert werden kann. Die Compute Nodes sollen aber weiterhin via Raspberry PI betrieben werden.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	Zuwenig Informationen über OpenHPC gesammelt.
<b>Tag:</b> 32	<b>Datum:</b> 08.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Hostnamen und IP's definiert und in Konzept aufgenommen.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 33	<b>Datum:</b> 09.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Ich habe versucht, verschiedene CentOS Images auf die Raspberry PI's zu installieren, keines hat funktioniert. Es wird weiterhin nach einer Alternative gesucht.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	CentOS Images können nicht auf Raspberry PI's installiert werden.
<b>Tag:</b> 34	<b>Datum:</b> 10.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Neudefinition der Hostnamen.</li> <li>- OpenHPC wurde auf einem Laptop installiert.</li> <li>- Die MAC Adressen der Nodes wurden noch nicht ausgelesen, deshalb können die Compute Nodes noch nicht dem Cluster zugewiesen werden.</li> <li>- Die Warewulf Komponente funktioniert noch nicht. Somit kann das Betriebssystem noch nicht auf die Compute Nodes verteilt werden.</li> </ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	WareWulf Komponente blockiert die PXE Boot Installation.
<b>Tag:</b> 35	<b>Datum:</b> 11.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 MAC Adressen der RPI's ausgelesen. Dafür musste ich eine SD Karte, welche ein kompatibles OS für die RPI's besitzt, verwenden. Danach habe ich über nmap die MAC Adressen jeweils ausgelesen.</li> </ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 36	<b>Datum:</b> 12.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ich habe mit dem physischen Aufbau des Clusters begonnen.</li> <li>- Distanzbolzen mit Raspberry PI's verbunden.</li> <li>- Patchkabel and Raspberry PI's und Switch angeschlossen.</li> <li>- Netzteil via Jumper Kabel an Raspberry PI's angeschlossen.</li> </ul>

*I Arbeitsjournal*

---

<b>Aufgetretene Probleme</b>	Die Lösung sieht instabil aus.
<b>Tag:</b> 37	<b>Datum:</b> 13.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stromtest des Clusters durchgeführt. 24 Stunden lang den Cluster mit Strom versorgt und beobachtet, ob am Schluss Raspberry PI's ausgefallen sind.</li> <li>- Informationen über das Bedienen von OpenHPC eingeholt.</li> </ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	
<b>Tag:</b> 38	<b>Datum:</b> 14.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Ein weiterer Versuch, PXE Boot mit Warewulf umzusetzen. Dabei bin ich auf Informationen gestossen, dass dies mit den ARMv8 Prozessoren aufgrund der Architektur nicht möglich ist.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	Warewulf ist nicht mit Raspberry PI's kompatibel.
<b>Tag:</b> 39	<b>Datum:</b> 15.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Weitere Versuche, PXE Boot mit Warewulf einzurichten, da ich es nicht glauben kann, dass dies nicht gehen soll.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	Warewulf ist nicht mit Raspberry PI's kompatibel
<b>Tag:</b> 40	<b>Datum:</b> 16.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Weitere Versuche, PXE Boot mit Warewulf einzurichten, da ich es nicht glauben kann, dass dies nicht gehen soll.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	Warewulf ist nicht mit Raspberry PI's kompatibel.
<b>Tag:</b> 41	<b>Datum:</b> 17.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Weitere Versuche, PXE Boot mit Warewulf einzurichten, da ich es nicht glauben kann, dass dies nicht gehen soll.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	Warewulf ist nicht mit Raspberry PI's kompatibel.
<b>Tag:</b> 42	<b>Datum:</b> 18.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Den PXE Boot mit einem NOOBS Betriebssystem aufgesetzt. Dies hat funktioniert.</li> <li>- Dies habe ich versucht in Warewulf zu implementieren. Leider erfolglos.</li> </ul> <p>Entschieden, den TFTBOOT / PXE ohne WareWulf auf dem Management Node einzurichten.</p>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	
<b>Tag:</b> 43	<b>Datum:</b> 19.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Installationsscript geschrieben, welches alles automatisch installiert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	Es bestehen noch Probleme mit der Installation von CentOS auf den Raspberry PI's.
<b>Tag:</b> 44	<b>Datum:</b> 20.03.2018

I Arbeitsjournal

---

<b>Erledigte Arbeit</b>	- Den Managementnode mehrfach neu aufgesetzt. - Weitere Abklärungen betreffend, PXE, CentOS und Warewulf.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	
<b>Tag:</b> 45	<b>Datum:</b> 21.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Ich habe versucht diverse Images auf die SD Karte zu schreiben und die Raspberry PI's zu betreiben. - Die Images stammen von <a href="http://mirror.centos.org/altarch/7/isos/aarch64/">http://mirror.centos.org/altarch/7/isos/aarch64/</a> .
<b>Aufgetretene Probleme</b>	- Leider hat kein Image funktioniert. - Vermutlich kann der Kernel nicht richtig geladen werden oder ist nicht kompatibel.
<b>Tag:</b> 46	<b>Datum:</b> 22.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Weitere fremde Images versucht zu installieren, z.B. Gentoo 64 Bit für Raspberry PI's, Fedora, usw.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 47	<b>Datum:</b> 23.03.2018

I Arbeitsjournal

<b>Erledigte Arbeit</b>	- Ich habe nach einer alternativen 64 Bit Version für RPI's gesucht. Dabei bin ich auf diverse Images gestossen: Fedora <a href="https://fedoraproject.org/wiki/Architectures/ARM">https://fedoraproject.org/wiki/Architectures/ARM</a> , die Installation hat einwandfrei funktioniert. (CentOS nahe) Gentoo <a href="https://github.com/sakaki-/gentoo-on-rpi3-64bit">https://github.com/sakaki-/gentoo-on-rpi3-64bit</a> , die Installation haut auf anhieb funktioniert. Ich bin auf diesen Guide gestossen: <a href="https://github.com/umiddelb/aarch64-wiki/Install-CentOS-7-on-your-favourite-ARMv8-ARM64-AArch64-board">https://github.com/umiddelb/aarch64-wiki/Install-CentOS-7-on-your-favourite-ARMv8-ARM64-AArch64-board</a> . Mit diesem Guide habe ich den Durchbruch geschafft. Die Installation habe ich mit der Fedora Boot Partition leider nicht geschafft. Mit der Gentoo Lösung ging es aber. Ich bin dabei wie folgt vorgegangen: Beim Schreiben des Gentoo Images auf die SD Karte werden zwei Partitionen erstellt (Boot & FileSystem). Die Boot Partition habe ich nicht angepasst. Wichtig dabei ist, dass das RPI ein Kernel8.img für ARMv8 in der Boot Partition benötigt. Dies musste ich also stehen lassen. Als zweiten Schritt habe ich aus dem CentOS Repos das Archiv CentOS-7-aarch64-rootfs-7.4.1708.tar.xz heruntergeladen. Darin ist das komplette FileSystem enthalten. Dies habe ich auf der FileSystem Partition mit dem Befehl tar -numeric-owner -xpJf .../CentOS-7-aarch64-rootfs-7.4.1708.tar.xz -C /home/camrein/Downloads/mnt2 niedergeschrieben. (Achtung: Die Partition wurde nach /home/camrein/Downloads/mnt2 gemountet). Danach hatte ich ein funktionsfähiges CentOS 64 Bit auf dem Raspberry PI.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 48	<b>Datum:</b> 24.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Da das CentOS nun erfolgreich auf dem RPI betrieben werden kann, habe ich versucht, ein RPI als Management Node zu verwenden. Bei der Installation des Provisioning Progammes Warewulf bin ich jeweils auf Fehler gestossen. Leider konnte ich in keinem Log, inkl. Systemlogs, einen Eintrag zum Fehler finden. Das RPI ist jedoch immer wieder eingefroren. Deshalb habe ich versucht, einen üblichen PXE Boot mit TFT einzurichten. Dies hat einwandfrei funktioniert. Bei jedem Erfolg habe ich die SD Karte erneut kopiert, so dass beim Aufsetzen des RPI's wieder möglichst rasch mit einem stabilen Ausgangspunkt weitergemacht werden kann.

I Arbeitsjournal

---

<b>Aufgetretene Probleme</b>	Beim PXE Boot traf ich auf diverse Probleme. Jedoch habe ich durch Lesen von mehreren Anleitungen und Guides dies beheben können. Es waren nicht alle Dateien von der Boot Partition im entsprechenden tftboot Ordner vorhanden.
<b>Tag:</b> 49	<b>Datum:</b> 25.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Administratives, Dokumente nachführen, Entscheidungen treffen. Ich habe mich entschieden, es nochmals mit dem Laptop als Management Node zu versuchen. Dieser hat einen Intel Prozessor und Warewulf kann ohne Probleme auf dem Management Node installiert werden. Ich habe mich dazu entschlossen, als nächsten Schritt es nochmals zu versuchen, das vorhandene tftboot Image in Warewulf zu implementieren. Dies würde die Installation enorm vereinfachen, da die Raspberry PI's direkt über die MAC Adresse eine IP und einen Hostnamen zugewiesen würden.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 50	<b>Datum:</b> 26.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Zur Kenntnis genommen, dass die MS Office Tools für mich nicht zu gebrauchen sind. Ich habe mich entschieden, die Dokumentation mit LaTeX zu schreiben.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 51	<b>Datum:</b> 27.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Studieren von LaTeX: Ich habe noch nie mit LaTeX gearbeitet. Es begeistert mich aber. Deshalb habe ich mir Beispiele von Dokumentationen und Befehlen angeschaut.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 52	<b>Datum:</b> 28.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Versuche mit LaTeX: Ich habe versucht selbst ein LaTeX Dokument zu erstellen, und mich mit Freunden darüber unterhalten. Dabei habe ich erfahren, dass es bereits sehr gute vordefinierte Templates gibt, welche frei im Internet beziehbar sind.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 53	<b>Datum:</b> 29.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Ich habe mich für ein LaTeX Template von Macke entschieden und mit der Migration von Word nach LaText begonnen.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 54	<b>Datum:</b> 30.03.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Ausgangslage und Projektziele nach LaTeX migriert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 55	<b>Datum:</b> 31.03.2018

*I Arbeitsjournal*

---

<b>Erledigte Arbeit</b>	Termine und Projektorganisation nach LaTeX migriert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 56	<b>Datum:</b> 01.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Überarbeitung der Darstellung der bereits migrierten Inhalte.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 57	<b>Datum:</b> 02.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Kapitel Ressourcen nach LaTeX migriert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 58	<b>Datum:</b> 03.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Überarbeitung bisheriger Dokumentation in LaTeX.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 59	<b>Datum:</b> 04.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Design Anpassungen des Diplomberichts.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 60	<b>Datum:</b> 05.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 61	<b>Datum:</b> 06.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 62	<b>Datum:</b> 07.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abschliessen der Migration des Projektauftrags (LaTeX).</li> <li>- Informationen über OpenHPC Warewulf und ARMv8 sammeln, da ich noch Probleme mit dem Provisioning des Betriebssystems habe.</li> </ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 63	<b>Datum:</b> 08.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Studie nach LaTeX migrieren.</li> <li>- Informationen über OpenHPC Warewulf und ARMv8 sammeln, da ich noch Probleme mit dem Provisioning des Betriebssystems habe.</li> </ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 64	<b>Datum:</b> 09.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Überarbeitung bisheriger Dokumentation und Konzept Dokumentation migrieren.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 65	<b>Datum:</b> 10.04.2018

*I Arbeitsjournal*

---

<b>Erledigte Arbeit</b>	Entschieden, Warewulf auszulassen und mit dnsmasq und pxe boot fortzufahren. PXE Boot mit Centos eingerichtet. Alle Raspberry PI's können gestartet werden und beziehen das Betriebssystem über das Netzwerk.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 66	<b>Datum:</b> 11.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Nagios einrichten. Es existiert ein Bug mit Centos 7.4. Der Ordner /var/run/nagios wird nicht automatisch erstellt. Debuggen bislang erfolglos. Wenn ich in der Konfiguration ein anderes Verzeichnis für die PID Ablage erstelle, funktioniert dies noch nicht. Standard Monitoring für alle Nodes eingerichtet. Es müssen aber noch spezifiziertere Überwachungen geschrieben werden.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 67	<b>Datum:</b> 12.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Installationsskript anpassen und updaten. Ich habe eine Kopie der SD Karte erstellt. Die SD Karte wurde danach gelöscht und ich habe mit dem automatisierten Installationsskript versucht, den Cluster wieder zu installieren. Dabei sind noch folgende Probleme vorhanden:           <ul style="list-style-type: none"> <li>- NTP Sync von Master zu Computenodes.</li> <li>- Slurmd startet nicht automatisch auf den Computers.</li> <li>- Nagios PID Fehler.</li> <li>- Ganglia Errors in /var/log/messages (Es werden keine Nodes aufgeführt).</li> </ul> </li> </ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 68	<b>Datum:</b> 13.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Slurm Konfiguration manuell angepasst. Fehler gefunden und behoben. Versucht, den ersten Job zu erstellen. Jedoch noch erfolglos.</li> </ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	- Jobs können mit Slurm noch nicht erstellt werden.
<b>Tag:</b> 69	<b>Datum:</b> 14.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Herausgefunden, wie Jobs erstellt werden müssen. Anstatt ein sbatch Script zu erstellen, muss mit dem Befehl srun gearbeitet werden. Job erstellt und einen Testlauf vollzogen.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 70	<b>Datum:</b> 15.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation nachgeführt.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 71	<b>Datum:</b> 16.04.2018

I Arbeitsjournal

---

<b>Erledigte Arbeit</b>	- Bei einem erneuten Testlauf ist ein Raspberry PI beschädigt worden. Ich wollte es austauschen und habe bemerkt, dass der Aufwand für den Austausch zu viel Zeit kostet. Deshalb habe ich nochmals den Aufbau überdacht. - Dokumentation nachführen, Heatsinks installieren.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 72	<b>Datum:</b> 17.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Neuen Aufbau des Clusters in Angriff genommen. Ich habe mir ein passendes Gerüst / Gestell in einem Warenhaus gekauft.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 73	<b>Datum:</b> 18.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Schrauben für die Montage der Raspberry PI's bestellt. - Dokumentation nachgeführt.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 74	<b>Datum:</b> 19.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Überarbeitung des Diplomberichts.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 75	<b>Datum:</b> 20.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Diplombericht erweitern.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 76	<b>Datum:</b> 21.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Diplombericht erweitern.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 77	<b>Datum:</b> 22.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Diplombericht erweitern.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 78	<b>Datum:</b> 23.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Schrauben sind angekommen. - Ich habe den Cluster neu zusammengestellt.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 79	<b>Datum:</b> 24.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Wackelkontakte waren vorhanden. Ich musste nochmals die Verkabelung stabiler gestalten. Die Raspberry PI's wurden nicht konstant mit 5 Volt versorgt.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 80	<b>Datum:</b> 25.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 81	<b>Datum:</b> 26.04.2018

*I Arbeitsjournal*

---

<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 82	<b>Datum:</b> 27.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Monitoring Programme optimieren und einrichten. Nagios konnte nicht auf allen Ports eine Verbindung aufbauen. Dies wurde gefixt. Die ursprüngliche Konfiguration war nicht für die Umgebung eingerichtet.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 83	<b>Datum:</b> 28.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 84	<b>Datum:</b> 29.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 85	<b>Datum:</b> 30.04.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Ganglia Monitoring konfiguriert, XMLParser Fehler waren vorhanden. Ganglia wurde für RPI Tests optimiert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 86	<b>Datum:</b> 01.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Mining Tests absolviert. Alle gewünschten Währungen wurden für eine Testdauer von jeweils 30 Minuten geschürft. - Die Raspberry PI's müssen noch übertaktet werden.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 87	<b>Datum:</b> 02.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Dokumentation nachgeführt. - Raspberry PI's übertaktet (PXE Boot Image).
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 88	<b>Datum:</b> 03.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 89	<b>Datum:</b> 04.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 90	<b>Datum:</b> 05.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 91	<b>Datum:</b> 06.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-

I Arbeitsjournal

---

<b>Tag:</b> 92	<b>Datum:</b> 07.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	-
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 93	<b>Datum:</b> 08.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 94	<b>Datum:</b> 09.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 95	<b>Datum:</b> 10.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 96	<b>Datum:</b> 11.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 97	<b>Datum:</b> 12.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 98	<b>Datum:</b> 13.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 99	<b>Datum:</b> 14.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 100	<b>Datum:</b> 15.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 101	<b>Datum:</b> 16.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 102	<b>Datum:</b> 17.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 103	<b>Datum:</b> 18.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 104	<b>Datum:</b> 19.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation erweitert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-

I Arbeitsjournal

---

<b>Tag:</b> 105	<b>Datum:</b> 20.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Dokumentation abgeschlossen. - Die Dokumentation ist nun bereit für Korrekturen.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 106	<b>Datum:</b> 21.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Überarbeitung der Dokumentation. - Die K-001, K-002 und K-003 Tests durchgeführt.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 107	<b>Datum:</b> 22.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	- Die restlichen Komponenten- und Integrationstestfälle durchgespielt und im Testprotokoll dokumentiert. - S-001 und S-002 Testfälle durchgespielt und im Testprotokoll dokumentiert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 108	<b>Datum:</b> 23.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Diplombericht überarbeitet.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 109	<b>Datum:</b> 24.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Diplombericht überarbeitet.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 110	<b>Datum:</b> 25.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Diplombericht überarbeitet.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 111	<b>Datum:</b> 26.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Testfälle S-003 bis S-007 durchgespielt und im Testprotokoll dokumentiert.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 112	<b>Datum:</b> 27.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Diplombericht überarbeitet.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 113	<b>Datum:</b> 28.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Diplombericht überarbeitet.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 114	<b>Datum:</b> 29.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Diplombericht überarbeitet.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 115	<b>Datum:</b> 30.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Diplombericht überarbeitet.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-

I Arbeitsjournal

---

<b>Tag:</b> 116	<b>Datum:</b> 31.05.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	Diplombericht überarbeitet.
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-
<b>Tag:</b> 117	<b>Datum:</b> 01.06.2018
<b>Erledigte Arbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Management Summary geschrieben.</li><li>- Titelblatt gestaltet.</li><li>- Diplombericht fertiggestellt.</li><li>- Diplombericht gedruckt.</li><li>- Diplombericht gebunden.</li></ul>
<b>Aufgetretene Probleme</b>	-

Tabelle 157: Arbeitsjournal

*Tabellenverzeichnis*

**Tabellenverzeichnis**

1	Situationsanalyse Komponenten . . . . .	6
2	Situationsanalyse Stärken . . . . .	7
3	Situationsanalyse Schwächen . . . . .	7
4	Projektziele . . . . .	8
5	Lieferobjekte . . . . .	9
6	Beschaffungskosten . . . . .	10
7	Aufwandskosten . . . . .	10
8	Stromkostenrechnung . . . . .	11
9	Gesamtkosten . . . . .	11
10	Wirtschaftlichkeit Hardware . . . . .	12
11	Grober Projektplan . . . . .	13
12	Termine . . . . .	14
13	Projektbudget . . . . .	14
14	Sachmittel . . . . .	14
15	Organisation . . . . .	15
16	Projektablage . . . . .	15
17	Software Kriterien . . . . .	16
18	Variantenübersicht . . . . .	17
19	Anforderungsabdeckung . . . . .	18
20	Notenskala der Kriterien . . . . .	19
21	Bewertung der Varianten . . . . .	19
22	Risiken . . . . .	20
23	Protokolle . . . . .	24
24	Verbindungen & Kommunikation . . . . .	25
25	Komponente Management Node . . . . .	26
26	Komponente aktive Compute Nodes . . . . .	27
27	Komponente passive Compute Nodes . . . . .	27
28	Testobjekte . . . . .	27
29	Testarten . . . . .	28
30	Fehlerklassen . . . . .	28
31	Service Monitoring . . . . .	30
32	Kryptowährungen . . . . .	30
33	Management Node Name . . . . .	31
34	Compute Node Namen . . . . .	32
35	Reserve Node Namen . . . . .	32
36	Variablen Definition . . . . .	49
37	Testfall K-001 . . . . .	73
38	Testfall K-002 . . . . .	73
39	Testfall K-003 . . . . .	73

Tabellenverzeichnis

---

40	Testfall K-004 . . . . .	74
41	Testfall K-005 . . . . .	74
42	Testfall K-006 . . . . .	74
43	Testfall K-007 . . . . .	75
44	Testfall K-008 . . . . .	75
45	Testfall K-009 . . . . .	75
46	Testfall K-010 . . . . .	76
47	Testfall K-011 . . . . .	76
48	Testfall K-012 . . . . .	76
49	Testfall K-013 . . . . .	77
50	Testfall K-014 . . . . .	77
51	Testfall K-015 . . . . .	77
52	Testfall K-016 . . . . .	78
53	Testfall K-017 . . . . .	78
54	Testfall K-018 . . . . .	78
55	Testfall K-019 . . . . .	79
56	Testfall K-020 . . . . .	79
57	Testfall K-021 . . . . .	79
58	Testfall K-022 . . . . .	80
59	Testfall K-023 . . . . .	80
60	Testfall K-024 . . . . .	80
61	Testfall K-025 . . . . .	81
62	Testfall K-026 . . . . .	81
63	Testfall K-027 . . . . .	81
64	Testfall K-028 . . . . .	82
65	Testfall K-029 . . . . .	82
66	Testfall K-030 . . . . .	82
67	Testfall K-031 . . . . .	83
68	Testfall K-032 . . . . .	83
69	Testfall K-033 . . . . .	83
70	Testfall K-034 . . . . .	84
71	Testfall K-035 . . . . .	84
72	Testfall K-036 . . . . .	84
73	Testfall K-037 . . . . .	85
74	Testfall K-038 . . . . .	85
75	Testfall K-039 . . . . .	85
76	Testfall K-040 . . . . .	86
77	Testfall K-041 . . . . .	86
78	Testfall K-042 . . . . .	86
79	Testfall K-043 . . . . .	87
80	Testfall K-044 . . . . .	87

Tabellenverzeichnis

---

81	Testfall K-045 . . . . .	87
82	Testfall K-046 . . . . .	88
83	Testfall K-047 . . . . .	88
84	Testfall K-048 . . . . .	88
85	Testfall I-001 . . . . .	89
86	Testfall I-002 . . . . .	89
87	Testfall I-003 . . . . .	89
88	Testfall I-004 . . . . .	90
89	Testfall I-005 . . . . .	90
90	Testfall S-001 . . . . .	90
91	Testfall S-002 . . . . .	91
92	Testfall S-003 . . . . .	91
93	Testfall S-004 . . . . .	91
94	Testfall S-005 . . . . .	91
95	Testfall S-006 . . . . .	92
96	Testfall S-007 . . . . .	92
97	K-001 Protokoll . . . . .	93
98	K-002 Protokoll . . . . .	93
99	K-003 Protokoll . . . . .	94
100	K-004 Protokoll . . . . .	94
101	K-005 Protokoll . . . . .	95
102	K-006 Protokoll . . . . .	95
103	K-007 Protokoll . . . . .	96
104	K-008 Protokoll . . . . .	96
105	K-009 Protokoll . . . . .	97
106	K-010 Protokoll . . . . .	97
107	K-011 Protokoll . . . . .	98
108	K-012 Protokoll . . . . .	98
109	K-013 Protokoll . . . . .	99
110	K-014 Protokoll . . . . .	99
111	K-015 Protokoll . . . . .	100
112	K-016 Protokoll . . . . .	100
113	K-017 Protokoll . . . . .	101
114	K-018 Protokoll . . . . .	101
115	K-019 Protokoll . . . . .	102
116	K-020 Protokoll . . . . .	102
117	K-021 Protokoll . . . . .	103
118	K-022 Protokoll . . . . .	103
119	K-023 Protokoll . . . . .	104
120	K-024 Protokoll . . . . .	104
121	K-025 Protokoll . . . . .	105

Tabellenverzeichnis

---

122	K-026 Protokoll . . . . .	105
123	K-027 Protokoll . . . . .	106
124	K-028 Protokoll . . . . .	106
125	K-029 Protokoll . . . . .	107
126	K-030 Protokoll . . . . .	107
127	K-031 Protokoll . . . . .	108
128	K-032 Protokoll . . . . .	108
129	K-033 Protokoll . . . . .	109
130	K-034 Protokoll . . . . .	109
131	K-035 Protokoll . . . . .	110
132	K-036 Protokoll . . . . .	110
133	K-037 Protokoll . . . . .	111
134	K-038 Protokoll . . . . .	111
135	K-039 Protokoll . . . . .	112
136	K-040 Protokoll . . . . .	112
137	K-041 Protokoll . . . . .	113
138	K-042 Protokoll . . . . .	113
139	K-043 Protokoll . . . . .	114
140	K-044 Protokoll . . . . .	114
141	K-045 Protokoll . . . . .	115
142	K-046 Protokoll . . . . .	115
143	K-047 Protokoll . . . . .	116
144	K-048 Protokoll . . . . .	116
145	I-001 Protokoll . . . . .	118
146	I-002 Protokoll . . . . .	119
147	I-003 Protokoll . . . . .	120
148	I-004 Protokoll . . . . .	121
149	I-005 Protokoll . . . . .	121
150	S-001 Protokoll . . . . .	123
151	S-002 Protokoll . . . . .	124
152	S-003 Protokoll . . . . .	124
153	S-004 Protokoll . . . . .	125
154	S-005 Protokoll . . . . .	125
155	S-006 Protokoll . . . . .	126
156	S-007 Protokoll . . . . .	126
157	Arbeitsjournal . . . . .	143
158	Quellenverzeichnis . . . . .	149

## Abbildungsverzeichnis

1	Risiken . . . . .	20
2	Physikalischer Überblick . . . . .	21
3	Technischer Überblick . . . . .	23
4	Physischer Aufbau . . . . .	33
5	FMW: Fedora Media Writer starten . . . . .	39
6	FMW: Archiv auswählen . . . . .	40
7	FMW: Abbild schreiben . . . . .	40
8	Hostnamen editieren . . . . .	43
9	Übersicht der Hostnamen Zuweisung . . . . .	43
10	Statische IP vergeben . . . . .	43
11	NFS: Erlaubte Clients . . . . .	44
12	Projektplan detailliert . . . . .	65

Abbildungsverzeichnis

## Quellenverzeichnis

Namen der Quelle	Titel und Bemerkung
<b>Wikipedia</b> <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_cluster_software">https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_cluster_software</a>	Cluster Software Vergleichstabelle
<b>HPC Today</b> <a href="http://www.hpctoday.com/best-practices/tinytitan-a-raspberry-pi-computing-based-cluster/">http://www.hpctoday.com/best-practices/tinytitan-a-raspberry-pi-computing-based-cluster/</a>	Installationsanleitung und Beschreibung der HPC Lösung TinyTitan
<b>Jordi Corbilla von Thundax Software</b> <a href="http://thundaxsoftware.blogspot.ch/2016/07/creating-raspberry-pi-3-cluster.html">http://thundaxsoftware.blogspot.ch/2016/07/creating-raspberry-pi-3-cluster.html</a>	Komplette Installationsanleitung einer Noname Cluster Lösung
<b>Benutzer Sakaki auf Github</b> <a href="https://github.com/sakaki-/gentoo-on-rpi3-64bit">https://github.com/sakaki-/gentoo-on-rpi3-64bit</a>	Repository des Gentoo Images und Installationsanleitung
<b>CentOS</b> <a href="http://mirror.centos.org/altarch/7.4.1708/isos/aarch64/">http://mirror.centos.org/altarch/7.4.1708/isos/aarch64/</a>	Image Repository von CentOS
<b>raspberrypi.org</b> <a href="https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/bootmodes/net_tutorial.md">https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/bootmodes/net_tutorial.md</a>	Installationsanleitung zu PXE / Netzwerkboot
<b>Fedora</b> <a href="https://fedoraproject.org/wiki/Architectures/ARM">https://fedoraproject.org/wiki/Architectures/ARM</a>	Fedora Image für Raspberry PI's und Installationsanleitung dazu
<b>Benutzer Uli Middelberg auf Github</b> <a href="https://github.com/umiddelb/aarch64/wiki/Install-CentOS-7-on-your-favourite-ARMv8-ARM64-AArch64-board">https://github.com/umiddelb/aarch64/wiki/Install-CentOS-7-on-your-favourite-ARMv8-ARM64-AArch64-board</a>	Beschreibung und Anleitung der Umgehungslösung für die Installation von CentOS auf den Raspberry PI's
<b>CoinMarketCap</b> <a href="https://api.coinmarketcap.com/">https://api.coinmarketcap.com/</a>	Informationen zu den relevanten Kryptowährungen wurden von hier bezogen.

Tabelle 158: Quellenverzeichnis

*Abbildungsverzeichnis*

## Abkürzungsverzeichnis

API	Application Programming Interface
BKW	Ehemals Bernische Kraftwerke
CPU	Central Processing Unit
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name System
GND	Ground
GPIO	General Purpose Input/Output
GPU	Graphics Processing Unit
GUI	Graphical User Interface
HERMES	Handbuch der Elektronischen Rechenzentren des Bundes, eine Methode zur Entwicklung von Systemen
HPC	High-Performance-Computing
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IP	Internet Protocol
LED	Light Emitting Diode
MAC	Media-Access-Control
MPI	Message Passing Interface
NAS	Network Attached Storage
NFS	Network File System
NTP	Network Time Protocol
OTP	One Time Programmable
PC	Personal Computer
RAID	Redundant Array of Independent Disks
RAM	Random Access Memory
RPM	Red Hat Package Manager
RPI	Raspberry PI
SD	Secure Digital
SLURM	Simple Linux Utility for Resource Management
SSH	Secure Shell
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
TFTP	Trivial File Transfer Protocol
UDP	User Datagram Protocol
USB	Universal Serial Bus

## Glossar

**API - Application Programming Interface** Schnittstelle zu einem Webservice, welcher Daten für eine Verarbeitung liefert.

### Cluster

Ein Cluster ist ein Verbund aus mehreren Recheneinheiten. In diesem Projekt ist der Cluster bestehend aus dem Management Node und den Compute Nodes.

### Compute Nodes

Compute Nodes sind die Ressourcen des Clusters. Auf diesen werden die Aufgaben des Clusters ausgeführt.

### Confluence

Dokumentations- und Ablagetool für die kollaborative Arbeit innerhalb eines Teams. Kann aber auch für Einzelanwender benutzt werden.

### CPU - Central Processing Unit

Prozessor der Computer.

### DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol

Kommunikationsprotokoll, welches für die Zuweisung von Netzwerkkonfigurationen an Clients benutzt wird.

### DHCPD - Dynamic Host Configuration Protocol Daemon

DHCPD ist ein Serverdaemon, welcher die Kommunikation mit DHCP ermöglicht.

### DNS - Domain Name System

Ist für die Namensauflösung auf IP Adressen und umgekehrt zuständig.

### GND - Ground

Wird in der Elektronik verwendet und dient als leitender Körper, welcher ein Potential von NULL zugewiesen hat.

### GPIO - General Purpose Input/Output

Während des Projektes werden die Raspberry PI's über die GPIO Pins mit Strom versorgt. Kann aber generell auch Steuerungsbefehle entgegennehmen und dient als Hardware Schnittstelle.

### GPU - Graphics Processing Unit

Grafikprozessor der Grafikkarte.

### GUI - Graphical User Interface

Grafische Benutzeroberfläche für das Bedienen von Programmen.

### HERMES

HERMES ist eine Projektvorgehensweise.

---

*Abbildungsverzeichnis*

**Hostname**

Eindeutiger Name eines Gerätes in einem Netzwerk.

**HPC - High-Performance-Computing**

Ist ein allgemeiner Begriff für das Hochleistungsrechnen in einem Cluster.

**HTTP - Hypertext Transfer Protocol**

Zustandsloses Protokoll, welches für die Übertragung von Daten auf der Anwendungsschicht über ein Netzwerk verwendet wird.

**Interface**

Ist eine Schnittstelle, welche bei IT-Systemen für den Datenaustausch steht.

**IP-Adresse**

Die IP-Adresse ist eine eindeutige Adresse im Netzwerk. Durch diese können Datenpakete adressiert werden.

**Kernel**

Der Kernel ist der zentrale Bestandteil eines Betriebssystems. Die Prozess- und Datenorganisation ist darin festgelegt.

**Kryptowährung**

Umfasst virtuelle Währungen, welche für Bezahlungen über das Internet angedacht sind.

**LED - Light Emitting Diode**

Eine Leuchtdiode wird mit Strom versorgt. Sie dient meistens als Statusanzeige auf Hardware-Ebene.

**MAC-Adresse**

Eindeutige Hardware Adresse eines beliebigen Gerätes.

**Management Node**

Innerhalb des Clusters ist der Management Node die zentrale Komponente. Über den Management Node werden die Compute Nodes gesteuert.

**Mining**

Der Ausdruck wird oft für das Schürfen, Generieren oder Abbauen von Kryptowährungen benutzt.

**Monitoring**

Überwachung von Systemen und Diensten.

**Mounten**

Anhängen von Netzwerkverzeichnissen auf Systemen.

**MPI - Message Passing Interface**

Ist ein Standard für den Nachrichtenaustausch bei parallelen Berechnungen auf verschiedenen Systemen.

---

*Abbildungsverzeichnis*

**NAS - Network Attached Storage**

Ist ein Netzwerkverzeichnis, welches auf Systemen eingebunden werden kann. Dient als gemeinsame Ablage von wichtigen Daten. Die Daten werden oft redundant gesichert.

**Netzwerkboot**

Das Betriebssystem wird über das Netzwerk an Geräte verteilt.

**NFS - Network File System**

Ist ein Protokoll, welches den Zugriff auf Dateien und Verzeichnisse über das Netzwerk ermöglicht.

**NTP - Network Time Protocol**

Ist ein Protokoll, welches zur Zeit-Synchronisierung dient. Dadurch werden Zeiten von Servern und Clients synchronisiert.

**OTP - One Time Programmable**

Ist ein einmalig programmierbarer Eintrag. Er wird für den Netzwerkboot benötigt, damit die Compute Nodes nach einem Betriebssystem über das Netzwerk anfragen.

**Patch**

Kleinere Veränderungen an Programmen und Paketen.

**RAID - Redundant Array of Independent Disks**

Redundante Anordnung unabhängiger Festplatten.

**RAM - Random Access Memory**

Arbeitsspeicher eines Servers oder Clients.

**Release**

Veröffentlichung eines Programmes.

**Repository**

Verwaltetes digitales Verzeichnis für das Speichern von Daten.

**RPM - Red Hat Packet Manager**

Paket Manager von Red Hat.

**RPI - Raspberry PI**

Mini Computer, wird oft für private Projekte oder schulische Ausbildungen eingesetzt.

**SLURM - Simple Linux Utility for Resource Management**

Dient der Verwaltung von Ressourcen und Aufgaben über mehrere Systeme.

**SSH - Secure Shell**

Protokoll für die sichere Verbindung auf Linux Systeme.

**SMTP - Simple Mail Transfer Protocol**

Protokoll, welches in Zusammenhang mit dem Mailverkehr steht.

---

*Abbildungsverzeichnis*

**Switch**

Netzwerkverteiler für die Kommunikation unter den angeschlossenen Geräten.

**TCP - Transmission Control Protocol**

Verbindungsorientiertes Netzwerkprotokoll.

**TFTP - Trivial File Transfer Protocol**

Einfaches Datenübertragungsprotokoll.

**Token**

Bezeichnet eine Währungseinheit.

**UDP - User Datagram Protocol**

Verbindungsloses Netzwerkprotokoll.

**Wallets**

Brieftasche für Kryptowährungen.