



---

# Network Unit Testing System

Studienarbeit FS-2020

5. Mai 2020

---

*Autoren:*

Mike SCHMID  
mike.schmid@hsr.ch

Janik SCHLATTER  
janik.schlatter@hsr.ch

*Supervisors:*

Prof. Stettler BEAT  
beat.stettler@hsr.ch

Baumann URS  
urs.baumann@hsr.ch

Dieses Werk einschließlich seiner Teile ist **urheberrechtlich geschützt**. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Autors unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

---

## Aufgabenstellung

---

## Abstract

Das testen von Netzwerkkonfigurationen findet auch heute noch hauptsächlich mit handgeschriebenen CLI-Befehlen oder kleinen Skripten statt. Wenn der Netzwerktechniker einen Fehler bei der Konfiguration macht, oder etwas vergisst, kann es vorkommen, dass im Netzwerk Fehler auftreten, deren Ursprung schwierig zu ermitteln ist und eine komplette Repetition der (handgeschriebenen) Tests erfordert. Ein Programm, welches, wie in der Softwareentwicklung, vordefinierte und automatisch durchgeführte Tests, sogenannte Unit-Tests, ermöglicht, könnte diese Probleme stark verringern. Dabei können zwei grobe Arbeitsvorgänge beschrieben werden. Im ersten schreibt ein Netzwerktechniker Tests, die ein bestehendes Netzwerk möglichst genau abbilden/beschreiben sollen. Die Tests lassen sich jederzeit durchführen und testen den Zustand und die Konfiguration des Netzwerks. Falls nun ein Fehler auftritt, können die Tests automatisiert durchgeführt werden und dann, vorausgesetzt sie sind vollständig, sollte der Report aufzeigen, was genau schiefgegangen ist und wo der Fehler liegt. Der Zweite Arbeitsvorgang entspricht dem in der Softwareentwicklung gängigen Test-Driven-Development (TDD). Beim TDD werden Tests geschrieben, bevor das System verändert wird, oder bevor man neuen Code schreibt. Auf ein Netzwerk abstrahiert könnte beispielsweise ein Administrator, der eine Änderung am Netzwerk vornehmen will, zuerst die Tests schreiben, welche die Änderung testen sollen. Danach werden die Konfigurationen verändert und die Tests durchgeführt. Falls die Tests nun fehlschlagen, kann man die Konfiguration anpassen oder sogar auf einen früheren Zustand zurücksetzen. Beide Arbeitsvorgänge erleichtern die Fehlersuche und erhöhen die Stabilität des Netzwerks.

Aus dieser Arbeit ist das Programm "Nuts2.0" hervorgegangen, die vordefinierte Netzwerktests mit dem Automatisierungsframework Nornir durchführt und die Ergebnisse ausgewertet darstellt. Nornir ermöglicht es, dass unterschiedliche Geräte von verschiedenen Herstellern über mehrere Kommunikationskanäle angesprochen werden können und die Testresultate in einer einheitlichen Formatierung zurückgegeben werden.

---

## Management Summary

### Ausgangslage

Fehler in Teilbereichen von Netzwerksystemen können dazu führen, dass das ganze System nicht mehr funktioniert. Aus diesem Grund ist es essentiell, dass selbst kleine Änderungen an Netzwerken getestet werden können. Diese Tests werden meistens von Hand oder durch Skripte durchgeführt. Ein Tool, welches das automatisierte Testen von Netzwerksystemen ermöglicht, kann dabei helfen, Fehler zu erkennen, bevor sie zu einem Problem werden.

### Vorgehen, Technologien

Zu Beginn wurde eine Domänenanalyse durchgeführt, um die Akteure und Bestandteile einer Netzwerkumgebung zu bestimmen und die zu entwickelnden Netzwerktests zu evaluieren. Darauf aufbauend wurden die funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen an die Software spezifiziert. Auf dieser Basis wurde die Softwarearchitektur ausgearbeitet und mit der Entwicklung begonnen.

Das Programm wurde in der Programmiersprache Python geschrieben und beinhaltet das Modul "Nornir", ein Framework, welches automatisierte Tasks auf Netzwerksysteme, wie z.B. Konfiguration oder Tests, ermöglicht.

### Ergebnisse

Aus dieser Studienarbeit ist ein Python-Programm entstanden, welches Netzwerktests, die in einer Definitionssprache spezifiziert werden, gegen ein Netzwerk durchführt und die Ergebnisse selbstständig auswertet und dem Benutzer anzeigt. Nornir erlaubt dabei, eine Vielzahl von Netzwerkgräten anzusprechen, welche über herkömmliche Methoden wie SSH umfänglicher zu testen wären.

Die Software lässt sich ohne Installation auf jedem Gerät ausführen, welches Python-Code ausführen kann, unabhängig vom Betriebssystem. Geräte, auf denen Python nicht installiert ist, müssen dies zuerst installieren, können das Programm danach aber ohne weiteres ausführen.

Dadurch, dass das Programm reiner Python Code ist, lässt es sich einfach in ein bestehendes Tool für die kontinuierliche Integration einbinden. Die Testdefinitionen lassen sich über ein Versionsverwaltungstool zentralisieren, so dass mehrere Netzwerkleute gleichzeitig Tests für eine Umgebung entwickeln können.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Aufgabenstellung</b>	<b>I</b>
<b>Abstract</b>	<b>II</b>
<b>Management Summary</b>	<b>III</b>
<b>I. Technischer Bericht</b>	<b>1</b>
1 <b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1    Problemstellung . . . . .	<b>1</b>
1.2    Aufgabenstellung . . . . .	<b>1</b>
2 <b>Anforderungen</b>	<b>2</b>
3 <b>Design</b>	<b>3</b>
4 <b>Realisierung</b>	<b>4</b>
5 <b>Ergebnisse</b>	<b>5</b>
6 <b>Ausblick</b>	<b>6</b>
7 <b>Glossar</b>	<b>7</b>
<b>II. Anhang</b>	<b>1</b>
1 <b>Projektplanung</b>	<b>1</b>
2 <b>Zeitauswertung</b>	<b>2</b>
3 <b>Be(nuts)eranleitung</b>	<b>3</b>
4 <b>Persönliche Berichte</b>	<b>4</b>
5 <b>Eigenständigkeitserklärung</b>	<b>5</b>
6 <b>Vereinbarung Urheber-/ Nutzungsrechte</b>	<b>6</b>

## I. Technischer Bericht

### 1 Einleitung

#### 1.1 Problemstellung

Netzwerke bestehen aus dutzenden bis tausenden Komponenten. Jede dieser Komponente hat eine eigene Konfiguration und Aufgabe. In den letzten Jahren ist es durch die softwaregesteuerte Konfiguration von Netzwerkgeräten einfacher geworden, die Komponenten für ihre Aufgabe einzustellen. Trotzdem werden die Überprüfungen der Konfiguration auch heute noch manuell vorgenommen. Dies kann dazu führen, dass wegen menschlicher Fehler ein Fehlverhalten eines der Netzwerkkomponente dazu führt, dass das gesamte Netzwerk gestört wird.

In der Softwareentwicklung werden schon seit Ende der 80er-Jahre Komponententests, sogenannte Unit-Tests, durchgeführt, um einzelne Komponenten (Units) automatisiert zu Testen. Dabei wird ein Computerprogramm ausgeführt, welches mit verschiedenen Eingabeparametern überprüft, ob die Ausgabe des zu testenden Programms den erwarteten Ergebnissen entspricht.

Dabei ist es möglich die Tests vor und nach einer geplanten Änderung durchzuführen, um zu überprüfen, ob die Software innerhalb der definierten Funktionsparameter operiert. Tests sollen dafür so geschrieben werden, dass möglichst jede Situation mit den Eingabeparametern abgebildet wird und Unittests sollen regelmässig durchgeführt werden, damit Fehler früh gefunden werden und sich nicht auf das gesamte System auswirken können.

#### 1.2 Aufgabenstellung

Ziel dieser Arbeit ist, ein Programm zu entwickeln, mit dem sich Netzwerkttests mit der gleichen Arbeitsweise durchführen lassen, wie Unittests in der Softwareentwicklung durchgeführt werden. Dabei müssen folgende Punkte erfüllt sein:

- Tests müssen planbar sein. Es soll ein Testplan existieren.
- Tests müssen systematisch spezifiziert werden. Es existieren Test-Spezifikationen.
- Testresultate werden Dokumentiert.
- Tests sollen, wo möglich, automatisiert durchgeführt werden.
- Testergebnisse müssen reproduzierbar und nachvollziehbar sein.

Es soll evaluiert werden, welche bereits verfügbaren Tools sich für ein solches Testprogramm eignen. Die Umsetzung soll diese Tools einbinden.

## 2 Anforderungen

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### **3 Design**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.



## 4 Realisierung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

## 5 Ergebnisse

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

## **6 Ausblick**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

## 7 Glossar

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

---

## II. Anhang

### 1 Projektplanung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

## **2 Zeitauswertung**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

### **3 Be(nuts)eranleitung**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

---

## 4 Persönliche Berichte

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.



## 5 Eigenständigkeitserklärung

Die Autoren erklären hiermit,

- dass die vorliegende Arbeit selber und ohne fremde Hilfe durchgeführt wurde, ausser derjenigen, welche explizit in der Aufgabenstellung erwähnt ist oder mit den Betreuern vereinbart wurde.
- dass sämtliche verwendeten Quellen erwähnt und gemäss den gängigen wissenschaftlichen Zitierregeln korrekt angegeben wurden.
- dass keine durch Urheberrecht geschützten Materialien (z.B. Bilder) in dieser Arbeit in unerlaubter Weise verwendet wurden.

Ort, Datum:

Ort, Datum:

Name, Unterschrift:

Name, Unterschrift:

## 6 Vereinbarung Urheber-/ Nutzungsrechte

### 1. Gegenstand der Vereinbarung

Mit dieser Vereinbarung werden die Rechte über die Verwendung und die Weiterentwicklung der Ergebnisse der Studienarbeit NUTS2.0 von Janik Schlatter und Mike Schmid unter der Betreuung von Beat Stettler und Urs Baumann geregelt

### 2. Urheberrecht

Die Urheberrechte stehen den Autoren zu.

### 3. Verwendung

Die Ergebnisse der Arbeit dürfen sowohl von den Autoren, von der OST (ehemals HSR), sowie vom INS Institut for Networked Solutions nach Abschluss der Arbeit verwendet und weiter entwickelt werden.

### 4. Softwarelizenz

Die in der Arbeit entstandene Software untersteht der Apache Licence 2.0. Somit darf die Software frei verwendet, verändert und verteilt werden, insofern dies nicht die in der Lizenz genannten Regelungen verletzt.

Rapperswil, den.....  
.....  
Die Studentin/ der Student

Rapperswil, den.....  
.....  
Die Studentin/ der Student

Rapperswil, den.....  
.....  
Der Betreuer/ die Betreuerin der Studienarbeit

Rapperswil, den.....  
.....  
Der Betreuer/ die Betreuerin der Studienarbeit