



Hochschule Darmstadt
- FACHBEREICH INFORMATIK -

Name der Arbeit

Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Science (B.Sc.)

vorgelegt von

Can Kedik

731620

Referent: Prof. Dr. Ronald C. Moore

Korreferent: Prof. Dr. Bettina Harriehausen-Mühlbauer

Abstract

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.

Dies ist ein Zitat.

verstanden, scheinen nun doch vorueber zu sein. Dies ist der Text sein.
siehe: <http://janeden.net/die-praeambel>

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
1 Einführung	1
2 Das Framework	2
2.1 Verwendete Hardware	2
2.2 Aufbau der Software	2
2.2.1 Zabbix	3
2.2.2 Eigenentwicklung	3
2.3 Einsatz im Netzwerk	4
3 Testaufbau	6
3.1 Testbeschreibung	6
3.2 Pis Real	8
3.3 Pis Virtuell	8
4 Versuche	9
4.1 Raspberry Pi Versuche	9
4.1.1 Normalbetrieb	9
4.1.2 Loop	11
4.1.3 Doppelte IP	12
4.2 Virtual Machine Versuche	12
4.2.1 Gemachte Tests	12
4.2.2 Ergebnisse	12
5 Vergleich VM/HW	13
5.1 Versuchsergebnisse	13
5.2 Kosten nutzen Faktor	13
6 Fazit	14

Abbildungsverzeichnis

2.1	Aufbau des Netzwerks	5
3.1	Ein Loop an einem Switch	7
3.2	Ein Loop zwischen beiden Switches	8
4.1	Traffic auf Eth0 bei Pi Dazzle	9
4.2	I/O-Last auf der Festplatte von Dazzle	10
4.3	Traffic auf Eth0 bei einem Loop	11
4.4	I/O-Last auf der Festplatte bei einem Loop	12

Tabellenverzeichnis

4.1	Traffic auf allen Pis	10
4.2	Standarbweichung der Werte	10

Listingverzeichnis

Kapitel 1

Einführung

Hallo sehr geschätzter Leser Willkommen bei meiner Bachelor Thesis in der ich den die Differenz zwischen Virtuellen Maschinen und realen Maschinen in einem Netzwerk vergleichen möchte. Dazu habe ich selber ein Netzwerktestframework entwickelt und von Netzwerktestframeworks demonstrieren, die in Netzwerken die aus realen Maschinen bestehen und aus virtuellen Maschinen verwendet werden. Wieso hat das eine Relevanz? Das werde ich euch erklären wieso. Wir leben in einer immer weiter hochvernetzten Welt sind und die Industrie 4.0 wird immer mehr Bestandteil unserer Welt, Kühlschränke werden mit dem Internet verbunden. Um eine hohe Netzstabilität gewährleisten müssen wir.

Kapitel 2

Das Framework

2.1 Verwendete Hardware

Die in Abschnitt 3.1 beschriebenen Versuche wurden mit folgender Hardware durchgeführt.

- Zwei Switches
- Vier Raspberry Pi der ersten Generation
- Ein Raspberry Pi der zweiten Generation
- Mehrere Ethernet Kabel

Diese Geräte wurden in einem eigenständigen Netzwerk zusammengeschaltet. So sind an jedem Switch zwei Pi der ersten Generation angeschlossen während an einem der Switches der Pi der zweiten Generation angeschlossen ist (siehe Abb. 2.1). Welche Software auf den Pi verwendet wurde, wird in Abschnitt 2.2 erklärt.

2.2 Aufbau der Software

Das Testframework besteht aus drei verschiedenen Teilen.

- Zabbix
- Entwicklung auf dem Server
- Entwicklung auf dem Agent

Die Entwicklungen sind alle in Bash programmiert, während Zabbix eine bereits fertige Open Source Lösung ist. In den folgenden Abschnitten werde ich einen Einblick in diese Teile geben.

2.2.1 Zabbix

Zabbix ist ein Open Source Netzwerk Monitoring System. Die erste Version wurde von Alexei Vladishev entwickelt, welches seit 2005 von der Firma Zabbix SIA weiterentwickelt wird [SIA16]. Ein weiterer bekannter Vertreter der Netzwerk Monitor Systeme ist Nagios, welches wie Zabbix unter der GPL Lizenz vertrieben wird [LLC16]. Beide Systeme basieren auf einer Client-Server Architektur. Im weiteren wird jedoch nur Zabbix betrachtet. Zabbix besteht aus zwei Komponenten.

Zabbix Server Der Server hat eine auf PHP basierende Weboberfläche über die es für den Benutzer möglich ist die Agents zu konfigurieren. So können manuell die Templates erstellt werden, die den Zabbix Agents mitteilen, welche Informationen dem Server zu übermitteln sind. Über die API Schnittstelle ist es möglich Programme für den Server zu schreiben und diese auszuführen. Der Zabbix Server ist ein sich selbst überwachender Agent. Dieser ist jedoch nicht beteiligt im allgemeinen Prozess des Frameworks.

Zabbix Agent Die Clients, die im Netzwerk überwacht werden sollen sind sogenannten Agents, die an den Server die Informationen weiterleiten, die vom Server gefordert werden.

2.2.2 Eigenentwicklung

Die selbstentwickelte Software wird in zwei Kategorien unterteilt; ein Teil der Software läuft auf den Agents, diese haben den Zweck Netzwerk Traffic zu erzeugen. Dadurch entsteht auf dem Netzwerk und auf den Zabbix Agents eine Nutzlast, die vom Zabbix Server gesammelt werden kann. Der zweite Teil der Software die auf dem Server läuft, die Software auf dem Server unterstützt den Entwicklungsprozess auf den Agents.

1. Zabbix Server

Update Script: Dieses Script wird von der Software Entwicklungsmaschine ausgeführt. Es aktualisiert den Code auf den Endgeräten, die die Programme Hintergrundrauschen, Pinger, Synchronize und Startrauschen aktualisieren. Dabei wird mittels Secure Copy der Quellcode auf das Endgerät gespielt.

Get logs: Die Skripte Pinger und Hintergrundrauschen erstellen jeweils auf den Endgeräten logfiles. Da es jedoch ein sehr hoher Verwaltungsaufwand wäre auf den Endgeräten die Logfiles weiterzuverwerten, werden mit dem Skript Get Logs die auf den Agents gelagerten Logfiles auf dem Rechner der dieses Skript startet gesammelt. Somit hat man die von den Endgeräten gesammelten Daten auf einem Rechner und kann dessen Weiterverarbeitung betreiben.

Calculate Average: Berechnet den Durchschnitt der Dauer, die ein Paket braucht, um erfolgreich versendet zu werden.

2. Zabbix Agent

Hintergrundrauschen: Diese Eigentwicklung stellt mit Zabbix die Kernkomponente des Frameworks dar. Wie der Rest der selbstentwickelten Software wurde sie komplett in Bash programmiert, da das Framework ausschließlich in einer Linux Umgebung entwickelt, getestet und verwendet wird. Hintergrundrauschen schickt über Secure Copy, Pakete von einem Agent zum anderen. So wird eine Last auf dem Netzwerk erzeugt, die Mithilfe des Zabbix Servers gemessen werden kann. Ausserdem speichert Hintergrundrauschen die Dauer, bis ein Paket erfolgreich bei seinem zufällig ausgewählten Empfänger angekommen ist.

Startrauschen: wird automatisch zum Start eines der Endgeräte ausgeführt. Es dient als eine Zeitschaltuhr und ermöglicht ein zeitversetztes Starten des Scripts Hintergrundrauschen, wodurch man den sequentiellen Anstieg an Last im Netzwerk beobachten kann.

Synchronize: Raspberry Pis besitzen keine eigene Batterie wie es handelsübliche Rechner haben, deshalb ist nach jedem Neustart die Uhrzeit der Pis unzuverlässig. Dieses Programm synchronisiert die Uhrzeiten der Agents mit der Zeit des Servers.

Pinger: wird zusammen mit dem Hintergrundrauschen ausgeführt und ist um den Linux eigenen Ping Befehl aufgebaut. Mittels Pinger wird die Latenz unter den einzelnen Endgeräten gemessen.

2.3 Einsatz im Netzwerk

Mit dem Einsatz der im vorherigen Abschnitt vorgestellten Software ist das Testframework aufgebaut. In der Abb. 2.1 wird dargestellt, wie die einzelnen Komponenten zusammenspielen. Hier sieht man, dass an einem Switch zwei Raspberry Pis und an einem anderen Switch drei Raspberry Pis angeschlossen sind. Einer von diesen Pis ist der Zabbix Server, der die Aktiven Hosts im Netzwerk überwacht.

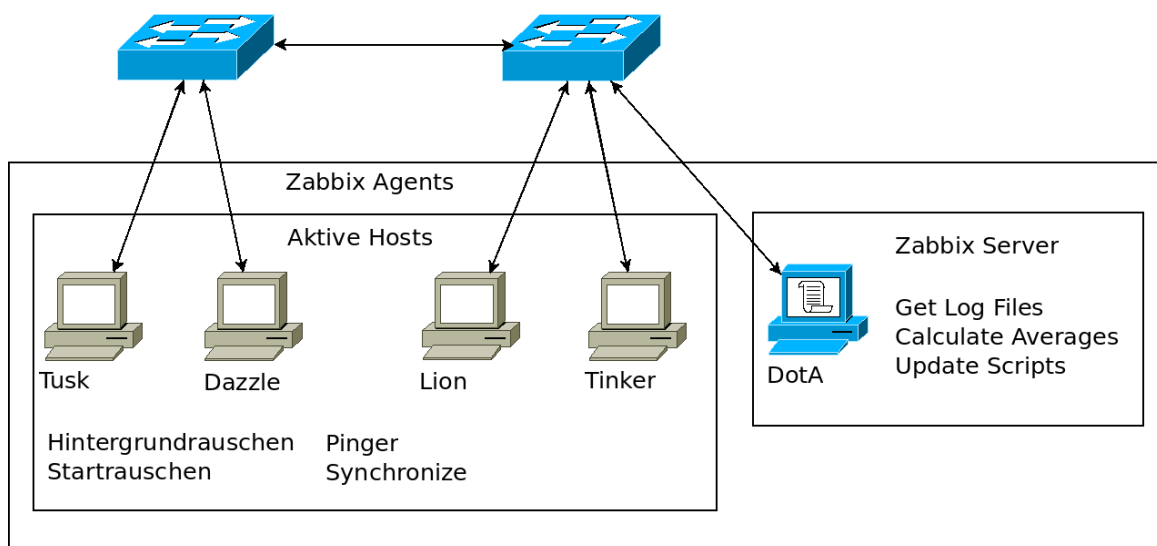


Abbildung 2.1: Aufbau des Netzwerks

Kapitel 3

Testaufbau

Die beste Art ein Netzwerktestframework zu testen, ist in dem man das Framework benutzt. Dazu wurden am Anfang der Arbeiten mehrere Tests definiert. Jeder dieser Tests ist eine in einem Netzwerk mögliche Fehlerquelle, die die Leistung des Netzwerkes beeinträchtigen kann. Um Fehler identifizieren zu können müssen jedoch auch die Normalwerte bestimmt werden. Dazu muss zunächst ein störungsfreies Netzwerk aufgebaut werden und dieses muss beobachtet werden. Die in diesem Netz gesammelten Werte stellen die Basis für die späteren Ergebnisse dar. Im zweiten Schritt wird das Netz mit Fehlern aufgebaut und beobachtet. Die somit gewonnenen Werte eines fehlerbehafteten Netzwerkes können nun mit dem fehlerfreien Netzwerk verglichen werden.

3.1 Testbeschreibung

In diesem Abschnitt sind die Tests beschrieben die im Rahmen der Arbeit durchgeführt worden sind. Alle Tests sind für eine Dauer von fünf Stunden ausgelegt.

Normalbetrieb: Dieser Test erzeugt die Werte mit denen die fehlerbehafteten Tests verglichen werden. Dazu wird das Netzwerk wie in Abb. 2.1 verwendet.

Ethernetkabel ohne Isolierung: Ethernetkabel werden häufig sehr strapaziert dies kann dazu führen, dass sich die Isolation löst und somit Strahlung einwirken kann. Dies kann die Übertragungsqualität im Netzwerk beeinträchtigen.

Falsch gedrehtes Twisted Pair Kabel: Twisted Pair Kabel gehören zu den gängigsten Kabeln des Ethernet Standards [Tan09], welche durch eine Verdrillung der einzelnen Kabel einen erhöhten Einstrahlungsschutz bilden.

Loop: Bei einem Loop sind zwei Ports eines Switches miteinander verbunden. Wenn jetzt über ARP Pakete über das Netzwerk verschickt werden. Entsteht eine Endlosschleife aus ARP Paketen die das Netzwerk blockieren. [Sch14] In dem in Abb. 2.1 gezeigten Versuchsaufbau ist jedoch noch eine weitere Form des Loops mögliches, es ist möglich beide Switches

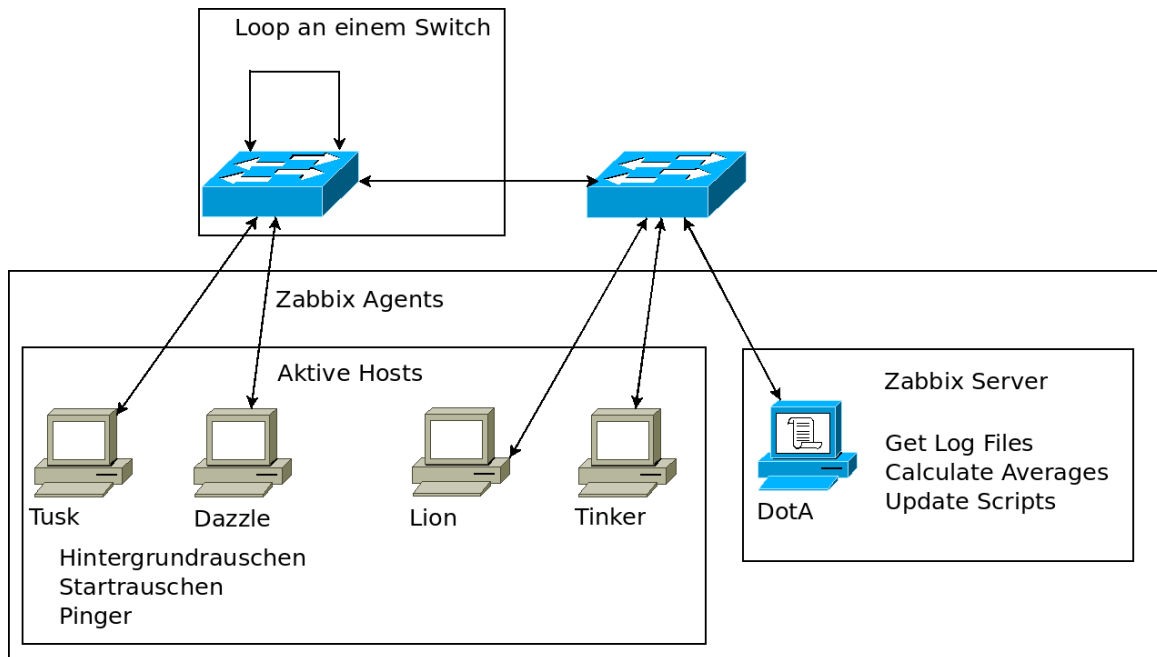


Abbildung 3.1: Ein Loop an einem Switch

miteinander über zwei Ethernetkabel zu verbinden. Dieser Versuch hat den Aufbau wie in Abb. 3.2

Nicht angeschlossenes Kabel: Wie verhält sich das Netzwerk wenn ein Kabel von einem Endgerät im laufenden Betrieb entkoppelt wird.

Forkbomb: Unter einer Forkbomb versteht man ein Programm, das von sich selbst rekursiv Kopien erstellt so dass der Computer all seine Ressourcen dazu verwendet weitere Kindprozesse von sich selber zu erzeugen.

:(){ :|:&}:: [Wik15]

Festplatte: In einem Netzwerk werden ständig Daten versandt, was also passiert wenn die Festplatte von einem Rechner vollläuft und der PC somit arbeitsunfähig wird.

IP Adresse doppelt belegt: In einem Netzwerk alle Geräte eine einmalige IP Adresse über diese sind Computer in einem Netzwerk erreichbar. In privaten Haushalten, wird die Vergabe von IP Adressen über das DHCP Protokoll verwaltet. [Dro97]

Kollisionsdomänen: Kollisionsdomänen sind Bereiche in einem Netzwerk, in denen sich mehrere Rechner eine Leitung teilen, wenn also zwei Computer gleichzeitig dieselbe Leitung benutzt kann es dazu kommen dass Pakete verloren gehen.

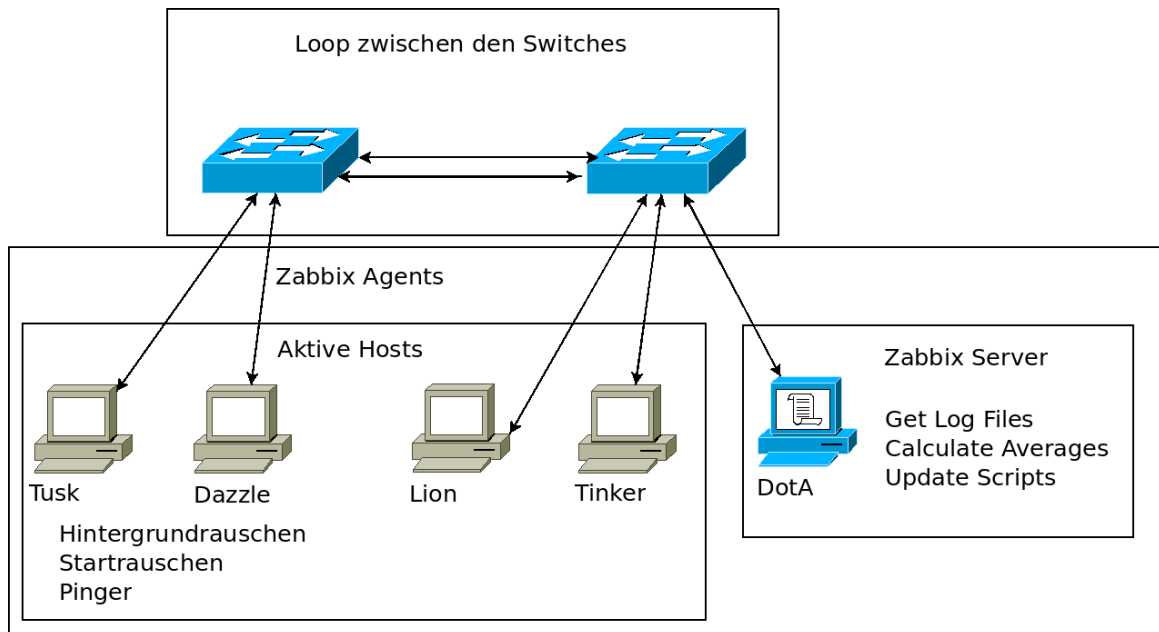


Abbildung 3.2: Ein Loop zwischen beiden Switches

3.2 Pis Real

3.3 Pis Virtuell

Kapitel 4

Versuche

Aufgrund der Unterschiede zwischen einer Virtuellen und realen Maschine können nicht auf beiden Systemen die gleichen Versuche gemacht. Deshalb müssen von den oben vorgestellten Versuchen ein paar Versuche entfernt werden da diese in einem realen Netzwerk nicht auftreten.

4.1 Raspberry Pi Versuche

4.1.1 Normalbetrieb

Der erste durchgeführte Test ist der Versuch Normalbetrieb. In diesem Test ist das Ziel zu sehen wie sich das Netzwerk verhält wenn keine Störungen stattfinden. Dadurch erhalten wir einen Nennwert mit es möglich ist Aussagen über das Netzwerk zu treffen wenn ein Störfall eintritt. Dieser Test wird über einen Zeitraum von fünf Stunden absolviert. Die Dateien die im Netzwerk verschickt werden sind alle 20 Megabytes groß, dadurch wird ein gleichmäßiger Datenstrom erzeugt. Als erste Kontroll Instanz werden die Daten die vom Zabbix Server erzeugt werden überprüft, da dieses Tool ein für den Endverbraucher praktisches Frontend besitzt. Wie sich ein Agent verhält wenn im Netz Traffic störungsfrei läuft sieht man in den folgenden zwei Graphen.

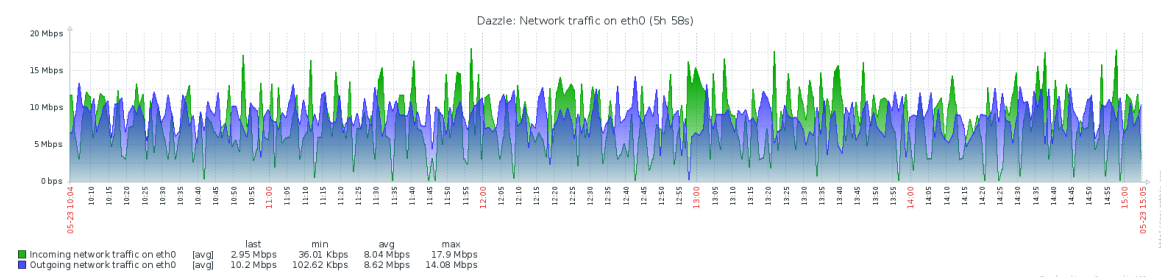


Abbildung 4.1: Traffic auf Eth0 bei Pi Dazzle

Wie man in Abb. 4.1 sehen kann ist der durchschnittlich eingehende Durchsatz auf dem Pi Dazzle 8,04 Megabit pro Sekunde. Der ausgehende Traffic beträgt durchschnittlich 8,62

Agent	Eingehende MB/s	Ausgehende MB/s	Gesamt MB/s	Last auf Eth0 %
DotA	MB/s	MB/s	MB/s	%
Dazzle	1,005 MB/s	1,0775 MB/s	2,0825 MB/s	20,825 %
Tusk	1,06 MB/s	1,0463 MB/s	2,1063 MB/s	21,0625 %
Tinker	1,0525 MB/s	1,07 MB/s	2,1225 MB/s	21,225 %
Lion	1,0525 MB/s	1,0813 MB/s	2,1338 MB/s	21,3375 %

Tabelle 4.1: Traffic auf allen Pis

Agent	Eingehende MB/s	Ausgehende MB/s	Gesamt MB/s	Last auf Eth0 %
Agents	MB/s	MB/s	MB/s	%
Agents & Server	0,043875 MB/s	0,027196 MB/s	0.03855 MB/s	0,385 %

Tabelle 4.2: Standardabweichung der Werte

Megabit pro Sekunde. Rechnet man diese Werte in Bytes pro Sekunde um beträgt der ausgehende Datenstrom 1,0775 Megabyte/s und der durchschnittlich eingehende Datenstrom 1,005 Megabyte/s. Daraus können wir schließen das der Ethernet Port von Dazzle unter einer durchschnittlichen I/O-Last von 2,0825 Megabyte/s stand. Woraus folgt das der Ethernet Port zu 20,825% belastet war.

In der Tabelle in Abschnitt 4.1.1 sind die Werte der jeweiligen Agents eingespeichert. Auch der des Servers, da dieser im selben Netzwerk aufgestellt ist wie die anderen Agents. Die Tabelle zeigt uns auch das sich die Agents alle in einem ähnlichen Umfeld befinden was deren Input sowie Output betrifft. So beträgt die Standardabweichung der Pis nach der Tabelle in Abschnitt 4.1.1

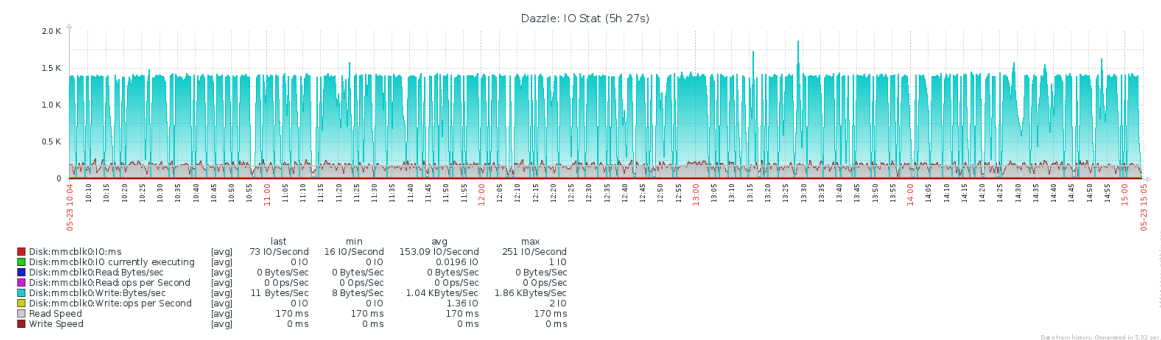


Abbildung 4.2: I/O-Last auf der Festplatte von Dazzle

In der Abb. 4.2 sieht man das die Festplatte des Raspberry Pis konstant beschrieben wird. Im durchschnitt werden 1.04 Kilobytes die Sekunde geschrieben. Mit einem einer Maximallast von 1.86 Kilobytes die Sekunde. Was nicht annähernd die Maximale Schreibgeschwindigkeit der verwendeten SanDisk SD Karten ist welche bei 30 Megabyte[Cor16] pro Sekunde liegen.

Schlussfolgerung Test: Normalbetrieb

Nach erfolgreichem durchführen des Tests kann man sehen wie sich die einzelnen Endgeräte im Netzwerk verhalten wenn Pakete von 20 MB große darüber läuft. Man kann sehen das der Datenstrom konstant bleibt und es keine hohen Abweichungen im eingehenden und ausgehenden Traffic gibt. Woraus man schließen kann das ein Reibungsloser Ablauf im Netzwerk geleistet ist.

4.1.2 Loop

Wie in Abschnitt 3.1 beschrieben ist ein Loop ein Fehler der auftritt wenn in einem Switch zwei Ports miteinander verbunden worden sind. Dasselbe gilt auch wenn zwei Switches miteinander verbunden werden. Loops sind Fehler die auftreten wenn der Endnutzer nicht mit dem Umgang der Hardware vertraut ist, oder die IT-Infrastruktur zu groß wird. Der erwartete Ausgang des Tests ist nach Abschnitt 3.8 [Sch14] ein totaler Ausfall des Netzwerkes. Die nun gezeigten Ergebnisse bestätigen diese Annahme.

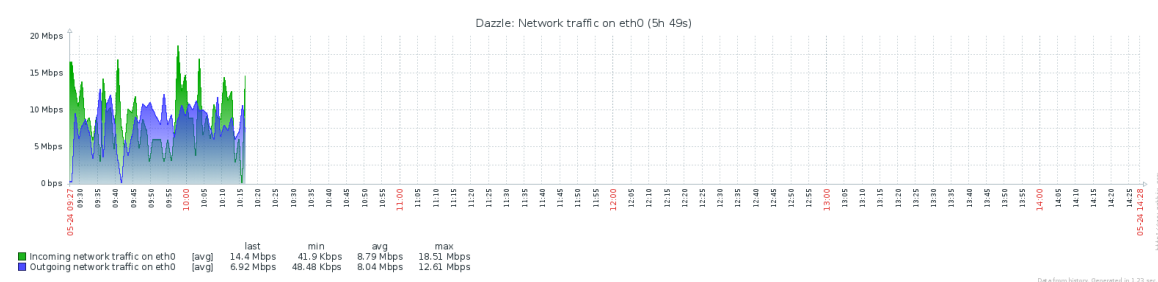


Abbildung 4.3: Traffic auf Eth0 bei einem Loop

Wie man in der Graphik sehen kann bricht die Verbindung zum Zabbix Server komplett ab. Es findet nichtmal der wie in ?? aufgezeigte Server Poll statt, der einen geringen Traffic erzeugt. Auch der Graph für die Festplatten Last bricht zum Zeitpunkt des Loops ab. Wieder werden im Graphen auch die Durchschnittswerte des Traffics aufgezeigt. Wenn man nun die Werte mit denen aus dem Abschnitt 4.1.1 vergleicht stellt man fest das die Durchschnittswerte eine geringe Abweichung aufzeigen. Dies liegt dem zugrunde das Zabbix keine neue Daten von den Agents erhalten kann. Da die Berechnung des durchschnittlichen Traffic erst dann erfolgt wenn der Agent eine Nachricht über seinen Zustand versendet. Da diese jedoch nicht den Server erreichen bleiben die Durchschnittswerte wie beim Normalbetrieb.

Hier kann man sehen das der Loop auch die Informationen die der Agent über die Festplatte verschickt unerreichbar sind. Dies hat jedoch aus Erfahrungswerten keinen Einfluß auf die Performanz der Agents. Man kann davon ausgehen das sich die I/O-Last der Agents auf den Wert der in ?? gezeigten Werte einpendelt.

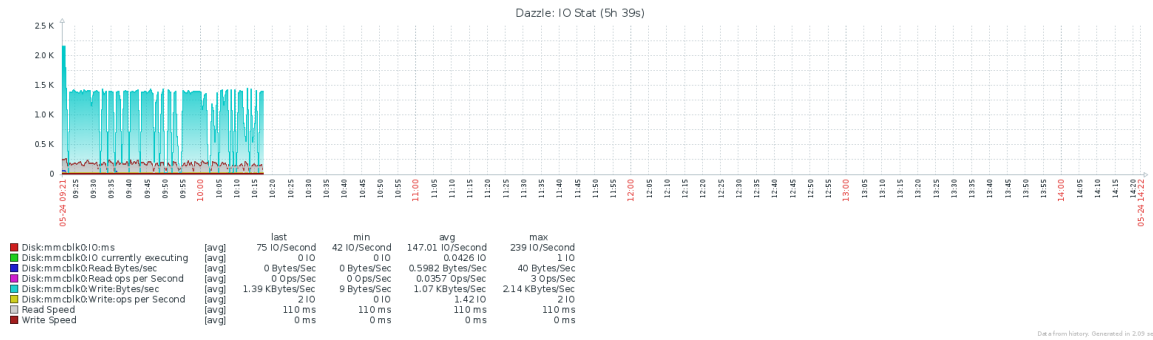


Abbildung 4.4: I/O-Last auf der Festplatte bei einem Loop

Schlussfolgerung Test: Loop

Wie man in Abschnitt 4.1.2 sehen kann, zeichnet sich ein Loop dadurch aus der komplette Traffic in einem Netzwerk zusammenbricht. In Zabbix selber zeichnet sich das dadurch aus das die Graphen einen direkten Schnitt aufzeigen und auch über einen längeren Zeitraum sich die Durchschnittswerte die von den Agents verschickt werden nicht verändern. Auch die Logfiles geben aufschluss über die Transportierten Pakete so kann man aus diesen lesen das nur noch die Pakete die an den Lokalen Host geschickt werden ihr Ziel erreichen.

4.1.3 Doppelte IP

In diesem Test wurde dem Agent Tinker dieselbe IP vergeben wie sie Dazzle hat. Ohne weiter in den Versuch zu gehen ...

4.2 Virtual Machine Versuche

4.2.1 Gemachte Tests

4.2.2 Ergebnisse

Kapitel 5

Vergleich VM/HW

5.1 Versuchsergebnisse

5.2 Kosten nutzen Faktor

Kapitel 6

Fazit

Literatur

- [Cor16] SanDisk Corporation. *SD/SDHC/SDXC Specifications and Compatibility*. [Online; Stand 29. Mai 2016]. 2016. URL: http://kb.sandisk.com/app/answers/detail/a_id/2520/~sd/sdhc/sdxc-specifications-and-compatibility.
- [Dro97] R. Droms. *Dynamic Host Configuration Protocol*. [Online; Stand 24. Mai 2016]. 1997. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc2131>.
- [LLC16] Nagios Enterprises LLC. *Nagios*. [Online; Stand 29. Mai 2016]. 2016. URL: <https://www.nagios.org/>.
- [Sch14] Rüdiger Schreiner. *Computernetzwerke : von den Grundlagen zur Funktion und Anwendung*. 5., erw. Aufl. München: Hanser, 2014. ISBN: 9783446441545. URL: <http://www.hanser-elibrary.com/doi/book/10.3139/9783446441545>.
- [SIA16] Zabbix SIA. *Zabbix*. [Online; Stand 11. Mai 2016]. 2016. URL: <http://www.zabbix.com/>.
- [Tan09] Andrew S. Tanenbaum. *Computernetzwerke*. 4. Überarb. Aufl., [Nachdr.] i - Informatik. München [u.a.]: Pearson Studium, 2009. ISBN: 9783827370464. URL: http://scans.hebis.de/HEBCGI/show.pl?21727132_toc.pdf.
- [Wik15] Wikipedia. *Forkbomb — Wikipedia, Die freie Enzyklopadie*. [Online; Stand 11. Mai 2015]. 2015. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Forkbomb>.