

STPViz

Visualizing network topologies with the help of the
Spanning Tree Protocol

Überblick

- ▶ **Einleitung & Motivation**
- ▶ **Spanning Tree Protocol (STP)**
- ▶ **STPViz**
- ▶ **Software-Switch**
- ▶ **Tests**
- ▶ **Zusammenfassung & Ausblick**



- ▶ **Einleitung & Motivation**
- ▶ **Spanning Tree Protocol (STP)**
- ▶ **STPViz**
- ▶ **Software-Switch**
- ▶ **Tests**
- ▶ **Zusammenfassung & Ausblick**



Warum STP?

- ▶ Redundanz in großen Netzwerken erwünscht



Warum STP?

- ▶ Redundanz in großen Netzwerken erwünscht
- ▶ Schleifen im Netzwerk entstehen

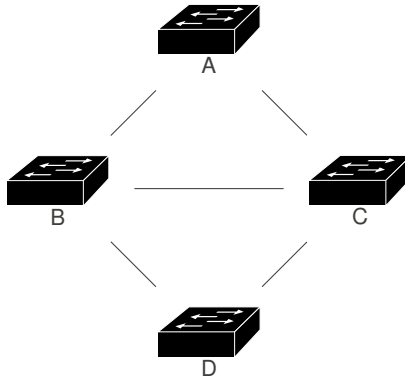


Warum STP?

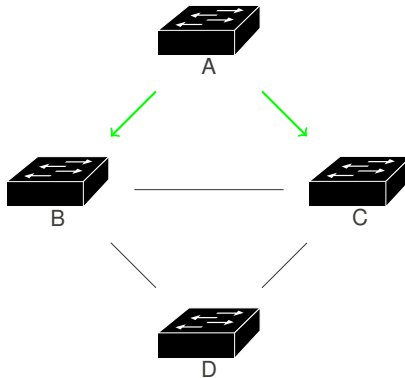
- ▶ Redundanz in großen Netzwerken erwünscht
- ▶ Schleifen im Netzwerk entstehen
- ▶ Das führt zu Broadcast Storms



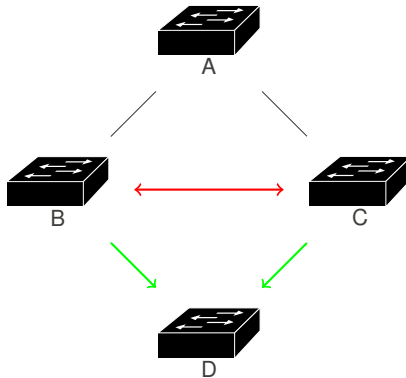
Broadcast Storms



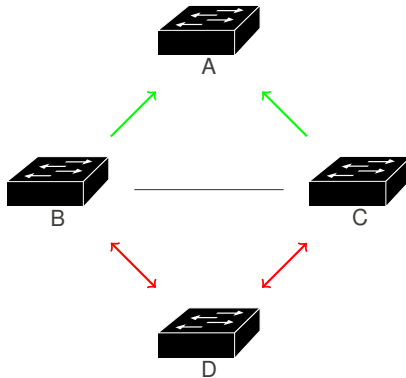
Broadcast Storms



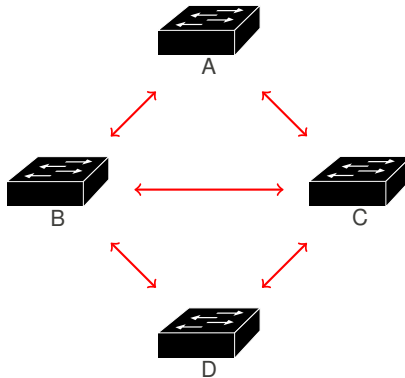
Broadcast Storms



Broadcast Storms



Broadcast Storms



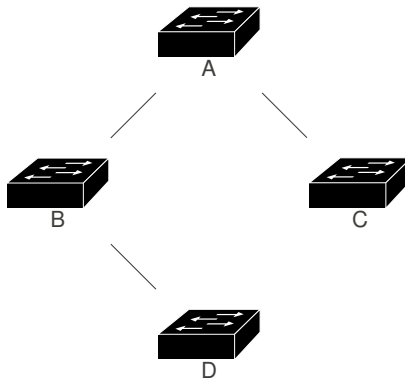
Broadcasts mit STP

STP deaktiviert doppelte Verbindungen.
Baumtopologie entsteht



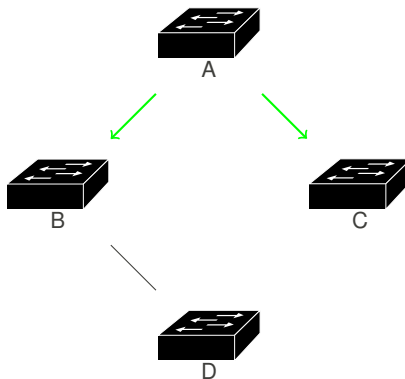
Broadcasts mit STP

STP deaktiviert doppelte Verbindungen.
Baumtopologie entsteht



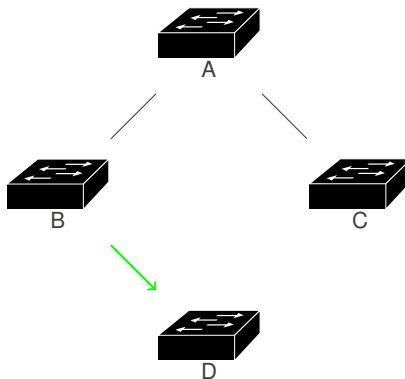
Broadcasts mit STP

STP deaktiviert doppelte Verbindungen.
Baumtopologie entsteht



Broadcasts mit STP

STP deaktiviert doppelte Verbindungen.
Baumtopologie entsteht



- ▶ Große Netzwerke sind schwer zu administrieren



Grundidee

- ▶ Große Netzwerke sind schwer zu administrieren
- ▶ STP verbirgt Fehler und Änderungen zusätzlich



Grundidee

- ▶ Große Netzwerke sind schwer zu administrieren
- ▶ STP verbirgt Fehler und Änderungen zusätzlich
- ▶ STP Konfiguration ist komplex



Grundidee

- ▶ Große Netzwerke sind schwer zu administrieren
- ▶ STP verbirgt Fehler und Änderungen zusätzlich
- ▶ STP Konfiguration ist komplex



Grundidee

- ▶ Große Netzwerke sind schwer zu administrieren
- ▶ STP verbirgt Fehler und Änderungen zusätzlich
- ▶ STP Konfiguration ist komplex

Kommerzielle Tools existieren.

Aber: Diese nutzen SNMP



Was waren unsere Ziele?

- ▶ Nur STP



Was waren unsere Ziele?

- ▶ Nur STP
- ▶ Geringe verursachte Netzwerkauslastung



Was waren unsere Ziele?

- ▶ Nur STP
- ▶ Geringe verursachte Netzwerkauslastung
- ▶ Passiv



Was waren unsere Ziele?

- ▶ Nur STP
- ▶ Geringe verursachte Netzwerkauslastung
- ▶ Passiv
- ▶ Verteilt



Was waren unsere Ziele?

- ▶ Nur STP
- ▶ Geringe verursachte Netzwerkauslastung
- ▶ Passiv
- ▶ Verteilt
- ▶ Geringe Hardwareauslastung



Was waren unsere Ziele?

- ▶ Nur STP
- ▶ Geringe verursachte Netzwerkauslastung
- ▶ Passiv
- ▶ Verteilt
- ▶ Geringe Hardwareauslastung
- ▶ Keine Instandhaltung notwendig

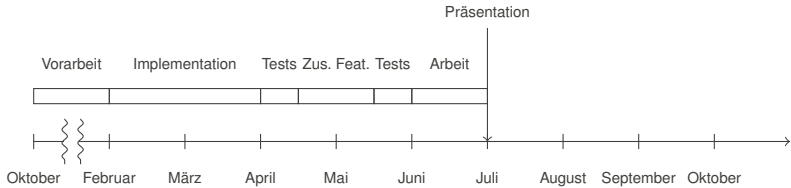


Was waren unsere Ziele?

- ▶ Nur STP
- ▶ Geringe verursachte Netzwerkauslastung
- ▶ Passiv
- ▶ Verteilt
- ▶ Geringe Hardwareauslastung
- ▶ Keine Instandhaltung notwendig
- ▶ Mehrere Bäume möglich



Zeitplanung



Überblick

- ▶ Einleitung & Motivation
- ▶ **Spanning Tree Protocol (STP)**
- ▶ STPViz
- ▶ Software-Switch
- ▶ Tests
- ▶ Zusammenfassung & Ausblick



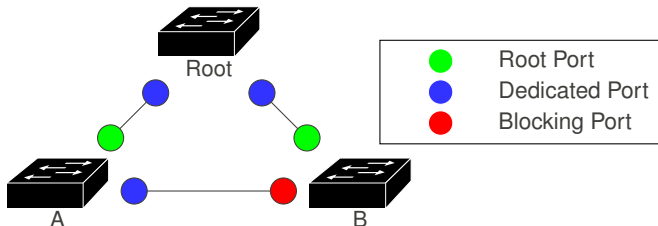
STP Funktionsweise

Globale Root wird durch Prioritäten bestimmt.
Nur kürzester Pfad zur Root bleibt erhalten



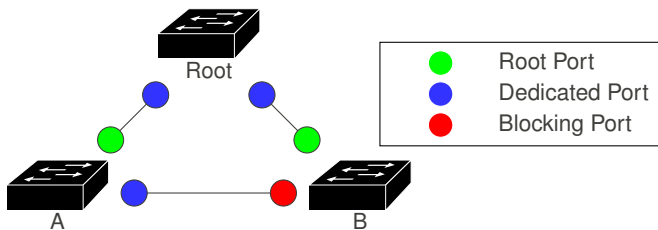
STP Funktionsweise

Globale Root wird durch Prioritäten bestimmt.
Nur kürzester Pfad zur Root bleibt erhalten



STP Funktionsweise

Globale Root wird durch Prioritäten bestimmt.
Nur kürzester Pfad zur Root bleibt erhalten



Bemerkung: Wir werden Switches Bridges nennen

STP Pakete

0	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	27	28	29	30	31
Protocol Identifier																Version Id								BPDU Type							
Flags								Root Identifier																							
Root Identifier																															
Root Identifier								Root Path Cost																							
Root Path Cost								Bridge Identifier																							
Bridge Identifier																															
Bridge Identifier								Port Identifier																Message Age							
Message Age								Max Age																Hello Time							
Hello Time								Forward Delay																							



STP Pakete

0	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	27	28	29	30	31
Protocol Identifier																Version Id								BPDU Type							
Flags								Root Identifier																							
Root Identifier																															
Root Identifier								Root Path Cost																							
Root Path Cost								Bridge Identifier																							
Bridge Identifier																															
Bridge Identifier								Port Identifier																Message Age							
Message Age								Max Age																Hello Time							
Hello Time								Forward Delay																							



STP Pakete

0	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	27	28	29	30	31
Protocol Identifier																Version Id								BPDU Type							
Flags								Root Identifier																							
Root Identifier																															
Root Identifier								Root Path Cost																							
Root Path Cost								Bridge Identifier																							
Bridge Identifier																															
Bridge Identifier								Port Identifier																Message Age							
Message Age								Max Age																Hello Time							
Hello Time								Forward Delay																							

STP Pakete

0	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	27	28	29	30	31
Protocol Identifier																Version Id								BPDU Type							
Flags								Root Identifier																							
Root Identifier																															
Root Identifier								Root Path Cost																							
Root Path Cost								Bridge Identifier																							
Bridge Identifier																															
Bridge Identifier								Port Identifier																Message Age							
Message Age								Max Age																Hello Time							
Hello Time								Forward Delay																							



STP Pakete

0	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	27	28	29	30	31
Protocol Identifier																Version Id								BPDU Type							
Flags								Root Identifier																							
Root Identifier																															
Root Identifier								Root Path Cost																							
Root Path Cost								Bridge Identifier																							
Bridge Identifier																															
Bridge Identifier								Port Identifier																Message Age							
Message Age								Max Age																Hello Time							
Hello Time								Forward Delay																							



- ▶ Einleitung & Motivation
- ▶ Spanning Tree Protocol (STP)
- ▶ **STPViz**
- ▶ Software-Switch
- ▶ Tests
- ▶ Zusammenfassung & Ausblick



Struktur & Funktion

- Mehrere Clients senden ihre Daten an einen Server



Struktur & Funktion

- ▶ Mehrere Clients senden ihre Daten an einen Server
- ▶ Server kombiniert Daten



Struktur & Funktion

- ▶ Mehrere Clients senden ihre Daten an einen Server
- ▶ Server kombiniert Daten
- ▶ Parser erstellt Visualisierung



Struktur & Funktion

- ▶ Mehrere Clients senden ihre Daten an einen Server
- ▶ Server kombiniert Daten
- ▶ Parser erstellt Visualisierung



Struktur & Funktion

- ▶ Mehrere Clients senden ihre Daten an einen Server
- ▶ Server kombiniert Daten
- ▶ Parser erstellt Visualisierung

Client sammelt Daten aus STP Paketen und kombiniert sie zu einem Pfad zur Root

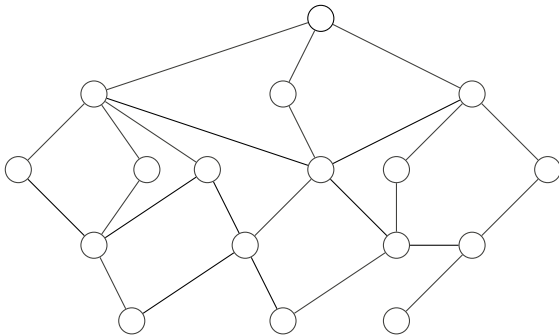


STP Pakete

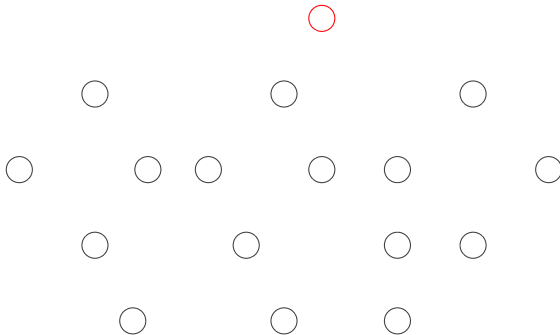
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Protocol Identifier																Version Id								BPDU Type							
Flags								Root Identifier																							
Root Identifier																															
Root Identifier								Root Path Cost																							
Root Path Cost								Bridge Identifier																							
Bridge Identifier																															
Bridge Identifier								Port Identifier																Message Age							
Message Age								Max Age																Hello Time							
Hello Time								Forward Delay																							



Pfadkonstruktion



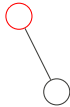
Pfadkonstruktion



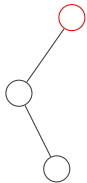
Pfadkonstruktion



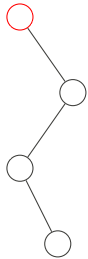
Pfadkonstruktion



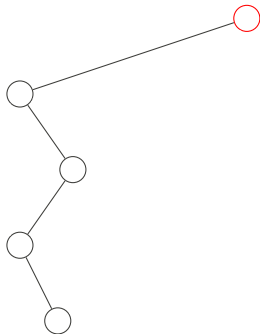
Pfadkonstruktion



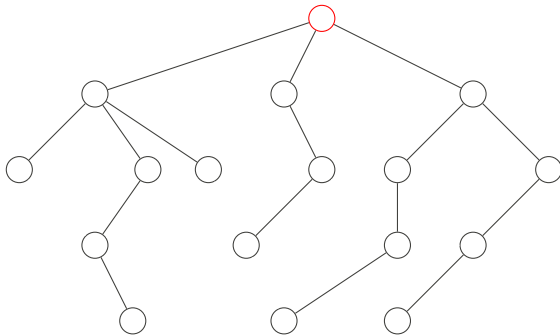
Pfadkonstruktion



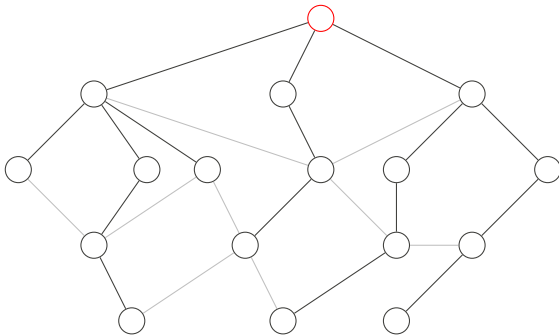
Pfadkonstruktion



Pfadkonstruktion



Pfadkonstruktion



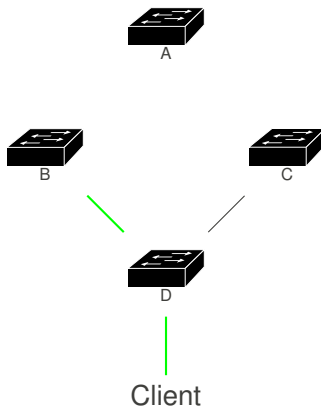
Problem

Durch diese Konstruktion können Fehler entstehen.
Diese müssen korrigiert werden



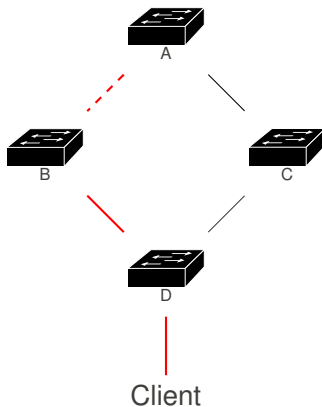
Problem

Durch diese Konstruktion können Fehler entstehen.
Diese müssen korrigiert werden

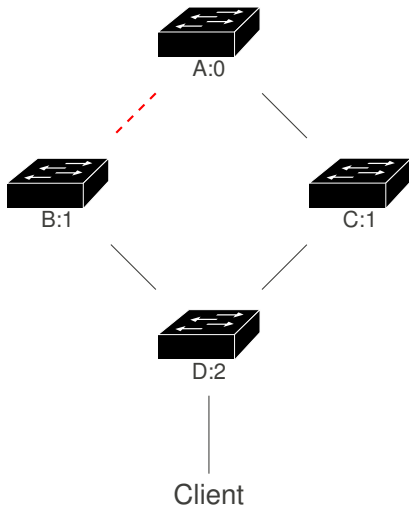


Problem

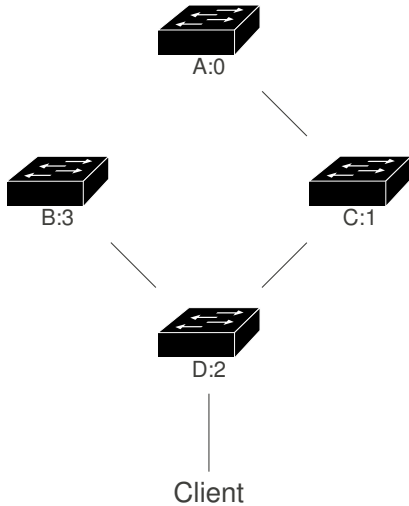
Durch diese Konstruktion können Fehler entstehen.
Diese müssen korrigiert werden



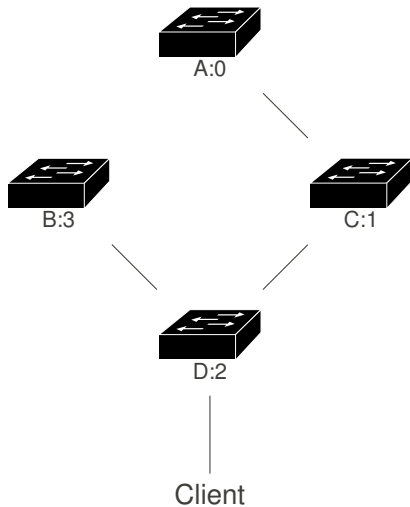
Fehlerkorrektur



Fehlerkorrektur



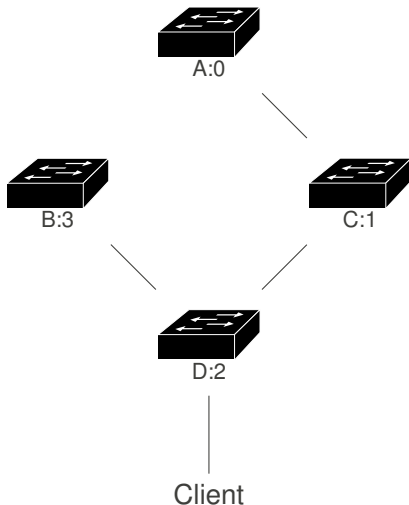
Fehlerkorrektur



1. Vergleiche alle Bridges mit allen anderen



Fehlerkorrektur



1. Vergleiche alle Bridges mit allen anderen
2. Entferne Duplikate mit höherer Message Age

Dadurch bleiben alle korrekten Pfade erhalten

Visualisierung



Root



Root

A, 1



Visualisierung

Root

A, 1

B, 1



Visualisierung

Root

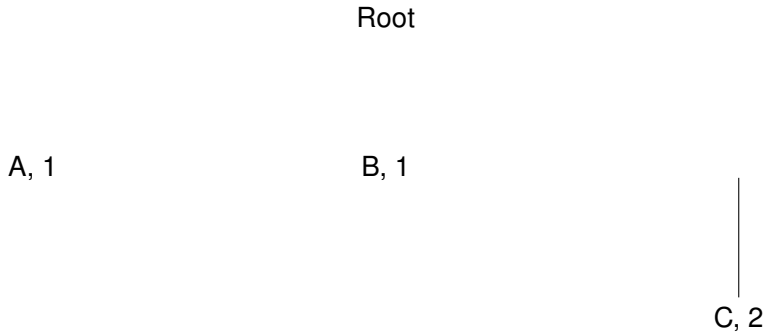
A, 1

B, 1

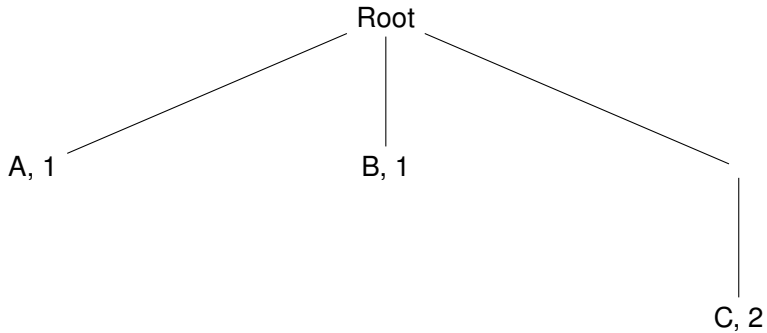
C, 2



Visualisierung



Visualisierung



Testen?



Überblick

- ▶ Einleitung & Motivation
- ▶ Spanning Tree Protocol (STP)
- ▶ STPViz
- ▶ **Software-Switch**
- ▶ Tests
- ▶ Zusammenfassung & Ausblick



Software-Switch

- ▶ STP Implementation in OpenWrt und dd-wrt fehlerhaft



Software-Switch

- ▶ STP Implementation in OpenWrt und dd-wrt fehlerhaft
- ▶ Emuliert STP fähige Bridge



Software-Switch

- ▶ STP Implementation in OpenWrt und dd-wrt fehlerhaft
- ▶ Emuliert STP fähige Bridge
- ▶ Multithreaded (POSIX Threads)



Software-Switch

- ▶ STP Implementation in OpenWrt und dd-wrt fehlerhaft
- ▶ Emuliert STP fähige Bridge
- ▶ Multithreaded (POSIX Threads)
- ▶ Probleme mit NetworkManager



Software-Switch

- ▶ STP Implementation in OpenWrt und dd-wrt fehlerhaft
- ▶ Emuliert STP fähige Bridge
- ▶ Multithreaded (POSIX Threads)
- ▶ Probleme mit NetworkManager
- ▶ Nicht sehr ausgiebig getestet



Software-Switch

- ▶ STP Implementation in OpenWrt und dd-wrt fehlerhaft
- ▶ Emuliert STP fähige Bridge
- ▶ Multithreaded (POSIX Threads)
- ▶ Probleme mit NetworkManager
- ▶ Nicht sehr ausgiebig getestet



Software-Switch

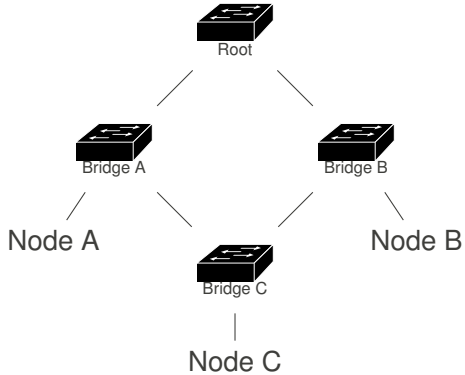
- ▶ STP Implementation in OpenWrt und dd-wrt fehlerhaft
- ▶ Emuliert STP fähige Bridge
- ▶ Multithreaded (POSIX Threads)
- ▶ Probleme mit NetworkManager
- ▶ Nicht sehr ausgiebig getestet



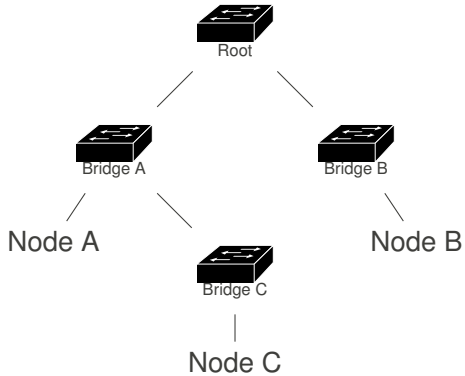
- ▶ **Einleitung & Motivation**
- ▶ **Spanning Tree Protocol (STP)**
- ▶ **STPViz**
- ▶ **Software-Switch**
- ▶ **Tests**
- ▶ **Zusammenfassung & Ausblick**



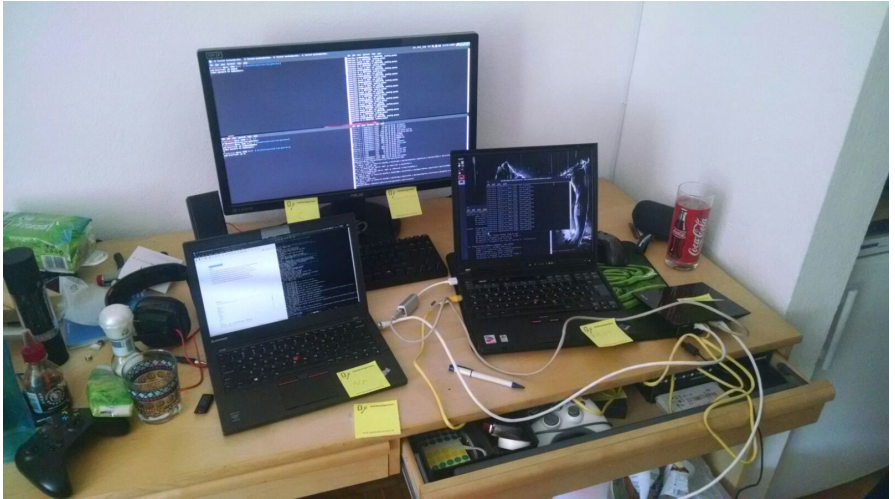
Setup



Setup



Physisches Setup



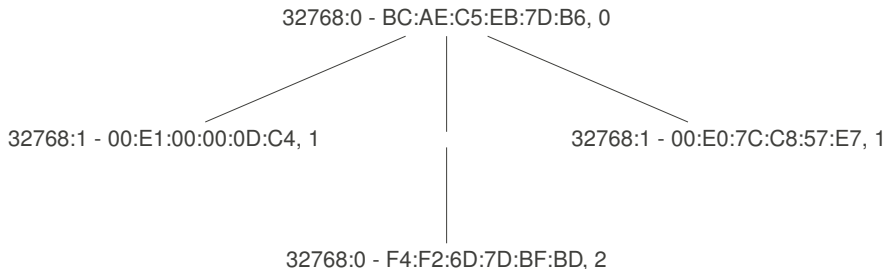
Plug and Play Test

Verbindung wird hergestellt, bevor STPViz gestartet wird



Plug and Play Test

Verbindung wird hergestellt, bevor STPViz gestartet wird



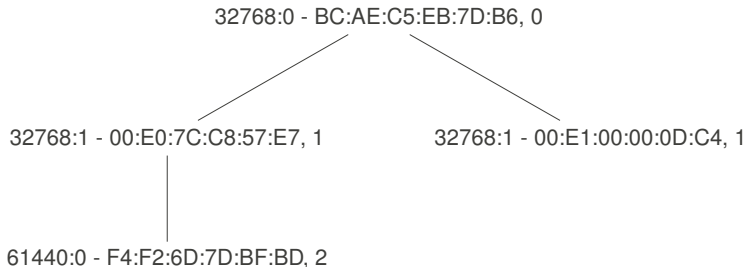
Tree Establishment Test

STPViz wird gestartet, bevor Verbindung hergestellt wird



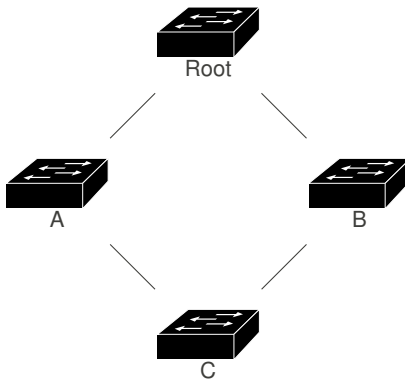
Tree Establishment Test

STPViz wird gestartet, bevor Verbindung hergestellt wird



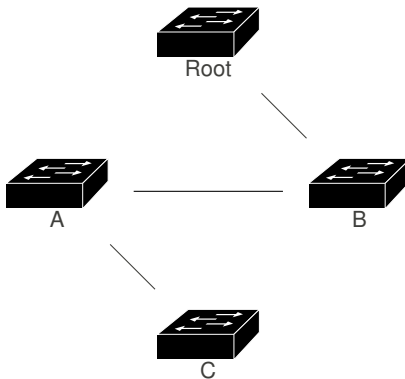
Dynamische Tests

(Physische) Topologie wird nach der Erkennung verändert



Dynamische Tests

(Physische) Topologie wird nach der Erkennung verändert



Dynamische Tests

(Physische) Topologie wird nach der Erkennung verändert

32768:0 - BC:AE:C5:EB:7D:B6, 0



32768:1 - 00:E0:7C:C8:57:E7, 2



61440:0 - F4:F2:6D:7D:BF:BD, 3



Überblick

- ▶ **Einleitung & Motivation**
- ▶ **Spanning Tree Protocol (STP)**
- ▶ **STPViz**
- ▶ **Software-Switch**
- ▶ **Tests**
- ▶ **Zusammenfassung & Ausblick**



Ergebnisse & Limitationen

STPViz Fähigkeiten:



Ergebnisse & Limitationen

STPViz Fähigkeiten:

1. Bridges und ihre Entfernung zur Root werden erkannt



Ergebnisse & Limitationen

STPViz Fähigkeiten:

1. Bridges und ihre Entfernung zur Root werden erkannt
2. Pfade zur Root werden angenommen



Ergebnisse & Limitationen

STPViz Fähigkeiten:

1. Bridges und ihre Entfernung zur Root werden erkannt
2. Pfade zur Root werden angenommen
3. Fehler werden entfernt



Ergebnisse & Limitationen

STPViz Fähigkeiten:

1. Bridges und ihre Entfernung zur Root werden erkannt
2. Pfade zur Root werden angenommen
3. Fehler werden entfernt
4. Ergebnisse werden sinnvoll visualisiert



Ergebnisse & Limitationen

STPViz Fähigkeiten:

1. Bridges und ihre Entfernung zur Root werden erkannt
2. Pfade zur Root werden angenommen
3. Fehler werden entfernt
4. Ergebnisse werden sinnvoll visualisiert

STPViz Limitationen:



Ergebnisse & Limitationen

STPViz Fähigkeiten:

1. Bridges und ihre Entfernung zur Root werden erkannt
2. Pfade zur Root werden angenommen
3. Fehler werden entfernt
4. Ergebnisse werden sinnvoll visualisiert

STPViz Limitationen:

1. STP Erweiterungen werden nicht genutzt



Ergebnisse & Limitationen

STPViz Fähigkeiten:

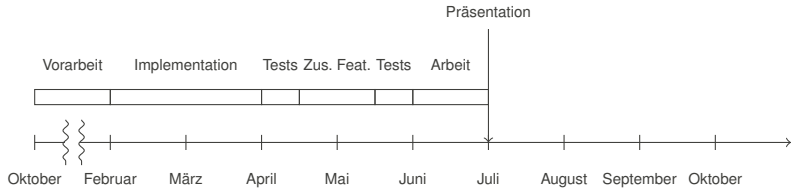
1. Bridges und ihre Entfernung zur Root werden erkannt
2. Pfade zur Root werden angenommen
3. Fehler werden entfernt
4. Ergebnisse werden sinnvoll visualisiert

STPViz Limitationen:

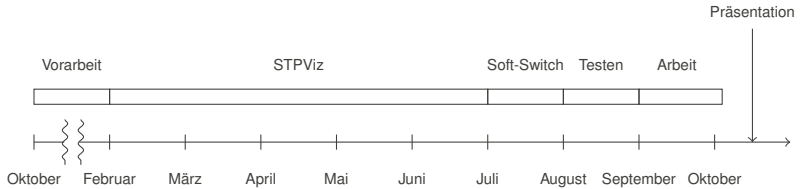
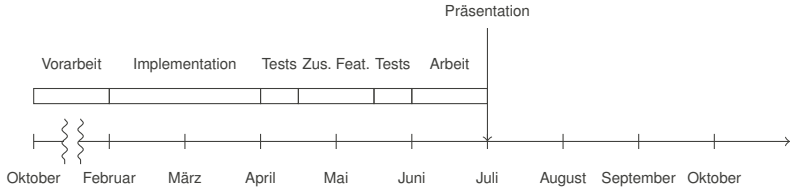
1. STP Erweiterungen werden nicht genutzt
2. Mehr Information als notwendig wird verworfen



Zeitplanung



Zeitplanung



Ausblick

Sinnvolle nächste Schritte:



Sinnvolle nächste Schritte:

1. Features von STP Erweiterungen nutzen



Sinnvolle nächste Schritte:

1. Features von STP Erweiterungen nutzen
2. Minimale Information verwerfen



Ausblick

Sinnvolle nächste Schritte:

1. Features von STP Erweiterungen nutzen
2. Minimale Information verwerfen
3. Kabeltypen bestimmen



Ausblick

Sinnvolle nächste Schritte:

1. Features von STP Erweiterungen nutzen
2. Minimale Information verwerfen
3. Kabeltypen bestimmen
4. Topologien direkt aus *.pcapng* Dateien erstellen



Sinnvolle nächste Schritte:

1. Features von STP Erweiterungen nutzen
2. Minimale Information verwerfen
3. Kabeltypen bestimmen
4. Topologien direkt aus *.pcapng* Dateien erstellen
5. STP Implementation in OpenWrt und dd-wrt verbessern



Sinnvolle nächste Schritte:

1. Features von STP Erweiterungen nutzen
2. Minimale Information verwerfen
3. Kabeltypen bestimmen
4. Topologien direkt aus *.pcapng* Dateien erstellen
5. STP Implementation in OpenWrt und dd-wrt verbessern
6. Software-Switch voll funktionstüchtig machen



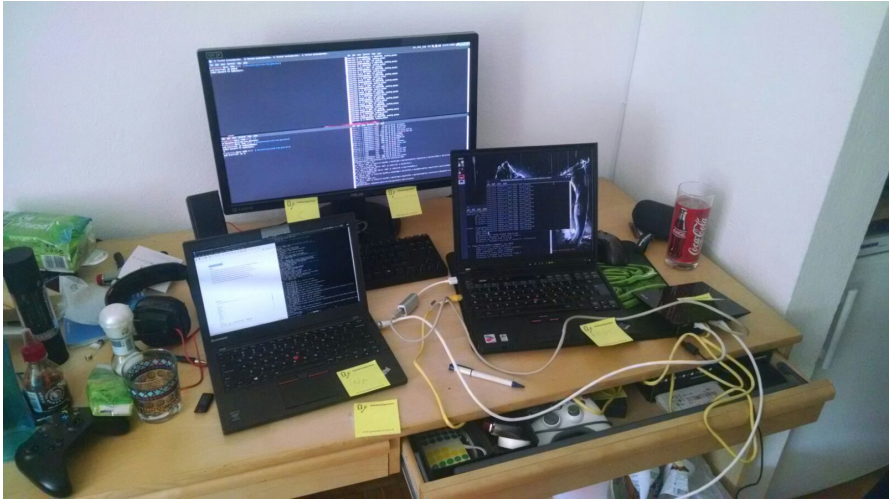
Konklusion

Was wurde erreicht?



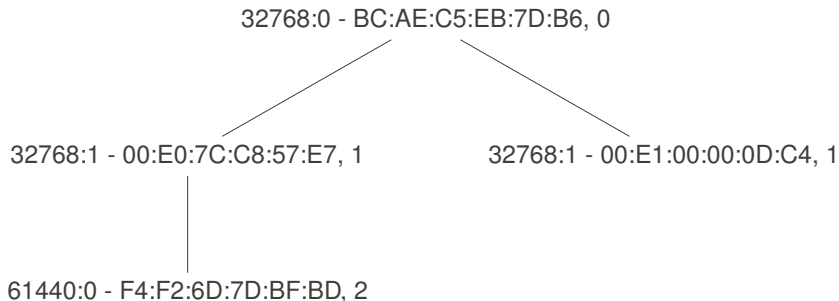
Konklusion

Was wurde erreicht?



Konklusion

Was wurde erreicht?



Konklusion

In Worten:



Konklusion

In Worten:

- ▶ Graphenkonstruktion nur mit lokaler Information ist schwer



Konklusion

In Worten:

- ▶ Graphenkonstruktion nur mit lokaler Information ist schwer
- ▶ Besonders, da STP keine Information über Nachbarn überträgt



Konklusion

In Worten:

- ▶ Graphenkonstruktion nur mit lokaler Information ist schwer
- ▶ Besonders, da STP keine Information über Nachbarn überträgt
- ▶ STPViz schafft dies mit Annahmen



Konklusion

In Worten:

- ▶ Graphenkonstruktion nur mit lokaler Information ist schwer
- ▶ Besonders, da STP keine Information über Nachbarn überträgt
- ▶ STPViz schafft dies mit Annahmen
- ▶ Billige Fehlerkorrektur mit $\mathcal{O}(n^2)$ Komplexität



Konklusion

In Worten:

- ▶ Graphenkonstruktion nur mit lokaler Information ist schwer
- ▶ Besonders, da STP keine Information über Nachbarn überträgt
- ▶ STPViz schafft dies mit Annahmen
- ▶ Billige Fehlerkorrektur mit $\mathcal{O}(n^2)$ Komplexität
- ▶ Weniger mächtig als kommerzielle Tools, setzt aber weniger voraus



Konklusion

In Worten:

- ▶ Graphenkonstruktion nur mit lokaler Information ist schwer
- ▶ Besonders, da STP keine Information über Nachbarn überträgt
- ▶ STPViz schafft dies mit Annahmen
- ▶ Billige Fehlerkorrektur mit $\mathcal{O}(n^2)$ Komplexität
- ▶ Weniger mächtig als kommerzielle Tools, setzt aber weniger voraus

STPViz bietet eine Grundlage für zukünftige mächtigere Tools



Code

Code und Arbeit sind verfügbar unter:

<https://github.com/alxshine/stp-tree-generator>

<https://github.com/alxshine/software-switch>

