



DCN/KT

Praktikum - Switching

04 Switching

1 Thema des Praktikums

In diesem Praktikum werden funktionale Eigenschaften von Store-and-Forward-Switches untersucht.

Die Schwerpunkte des Praktikums sind:

- der Self-Learning-Mechanismus transparenter Bridges
- das Verhalten mit Spanning-Tree-Algorithmus

Mittels Filtering-Database kann ein Switch Frames gezielt an ein Netz-Segment weiterleiten. Mit Hilfe eines Self-Learning-Algorithmus ist er in der Lage, die bestehende Netztopologie zu erfassen und die Filtering-Database selbständig anzupassen. Im ersten Teil wird durch den Versand von vorbereiteten Frames die Filtering-Database eines Switches gezielt beeinflusst. Der Vorgang des Self-Learning-Mechanismus und die Auswirkungen werden theoretisch analysiert und praktisch überprüft.

Das Spanning-Tree-Protocol (STP) ist zentraler Teil von Switch-Infrastrukturen, um Frames eindeutig weiterleiten zu können. Es stellt sicher, dass zwischen zwei Netzpunkten jeweils nur ein Datenpfad existiert. Eine Netztopologie kann redundante Datenpfade enthalten. Der Spanning Tree Algorithmus sieht vor, dass redundante Datenpfade gesperrt werden und ein Frame somit nicht mehrfach im Netz verkehrt. Im zweiten Teil soll ein Netz aufgebaut werden, das mittels Spanning Tree konfiguriert wird. Danach sollen die Auswirkungen von Verbindungsausfällen auf den Spanning Tree ermittelt werden.

2 Vorbereitung

2.1 Self-Learning-Mechanismus

Lesen Sie den Anhang A [1] und beantworten Sie die folgenden Fragen:

Q01 Wozu dient die Filtering-Database (deutsch Filtertabelle, Adresstabelle)?

Gelernte Quelladressen werden darin eingetragen.

Q02 Wie viele Adressen kann die Filtering-Database dieses Switches enthalten?

8000

Q03 Was ist die Aging Time?

Grenzwert für das Löschen einer Adresse basierend auf ihres Alters.

Q04 Was ist die Standardeinstellung für die Aging Time?

30s

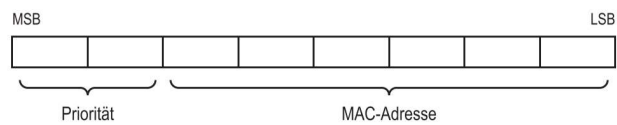
- Gegeben sei die Netzkonfiguration gemäss Abbildung 1. Überlegen Sie sich, auf welchen Segmenten die Frames vom Switch weitergeleitet werden, wenn ein Datenverkehr gemäss Tabelle 2 (Nodes) vorliegt.

- Gegeben sei die Netzkonfiguration gemäss Abbildung 1. Überlegen Sie sich, auf welchen Segmenten die Frames vom Switch weitergeleitet werden, wenn ein Datenverkehr gemäss Tabelle 2 (Nodes) vorliegt.
A→C bedeutet z.B., dass ein Frame vom Rechner A an die Zieladresse C verschickt wird.
Tragen Sie in Tabelle 2 in den Spalten unter „Theoretische Lösung“ ein O ein, falls ein Frame vom Switch empfangen wurde und ein X, falls es vom Switch dort ausgegeben wird.

2.2 A Spanning-Tree-Protocol

Lesen Sie den Anhang B [2] und beantworten Sie die folgenden Fragen:

Q05 Wie ist der Bridge Identifier aufgebaut?



Q06 Wie kann man als Administrator die Root-Bridge festlegen?

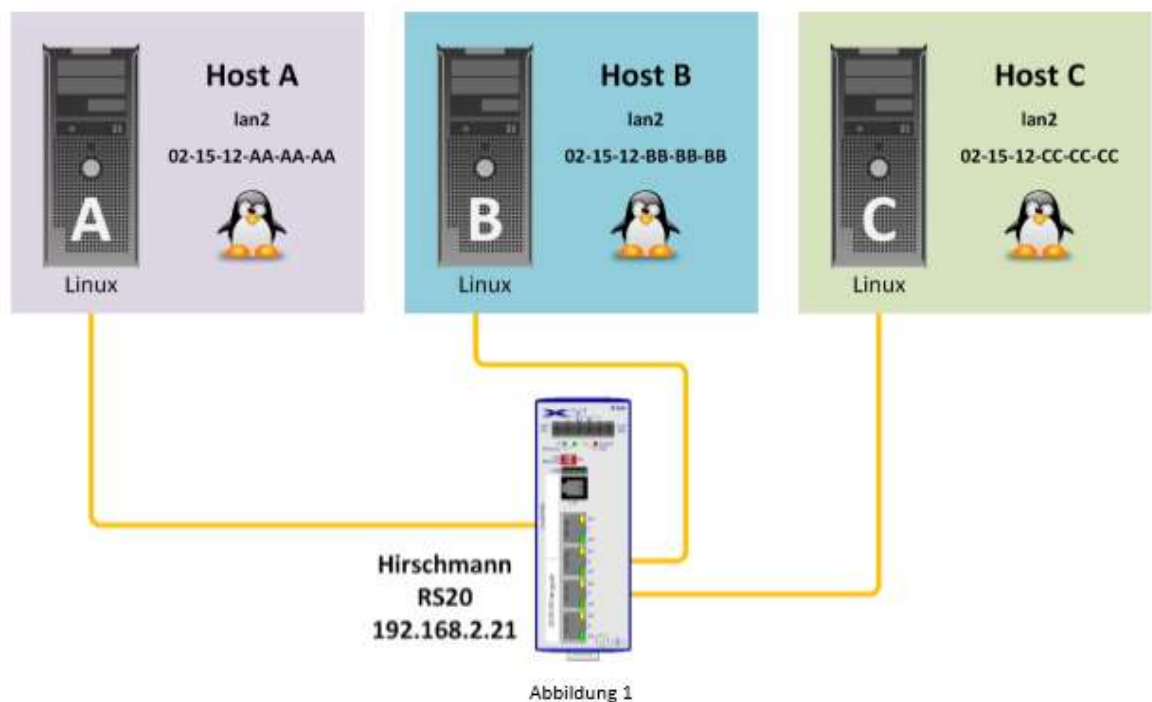
durch das definieren der Distanzen

Q07 Welches ist das primäre Kriterium zur Pfadauswahl, falls es von einer Bridge mehrere Pfade zur Root gibt?

Q08 Welche Eigenschaft einer Verbindung bestimmt massgeblich die Pfadkosten?

3 Versuchsdurchführung zur Filtering-Database

- Bauen Sie die Versuchskonfiguration gemäss Abbildung 1 auf.



- Starten Sie alle Rechner mit Linux, öffnen Sie auf jedem ein Terminal und setzen Sie die Benutzereinstellungen mit dem Skript `reset-kt-home` zurück. Laden Sie dann mit dem Skript `download-kt` die benötigten Dateien auf den PC und wechseln Sie ins Verzeichnis dieses Praktikums:

```
download-kt
cd /home/ktlabor/praktika/switching/
```

Der verwendete Switch Hirschmann RS20 besitzt vier Fast Ethernet Ports 10/100 BASE-T und einen V.24-Port, wobei letzterer im Praktikum nicht verwendet wird.

- Setzen Sie die Konfiguration der Switches zurück. Dazu werden sie ausgeschaltet und mit eingestecktem USB-Stick gebootet. Sie laden dann die Konfiguration; unter anderem die IP-Adresse.

Wichtig: Es muss zwingend der zum Switch gehörige USB-Stick verwendet werden!

Entfernen Sie nach dem Booten (wenn die rote LED erloschen ist) die USB-Sticks wieder.

- Starten Sie auf dem mittleren Rechner mit Hilfe des Programms `hiview` das Webinterface des Switches. Hierfür muss im Adressfeld seine IP-Adresse (`http://192.168.2.21`) eingegeben werden.

- Loggen Sie auf dem Switch ein:

```
User:      admin
Passwort:  private
```

Im Folgenden sollen zwischen den Rechnern Ethernet-Frames mit definierter Absender- und Empfängeradresse verschickt werden. Dazu führen Sie auf dem jeweiligen Rechner das passende Script aus:

Beispiel: `./AtoC` Prozedur zum Senden eines Frames von Rechner A zum Rechner C

- Starten Sie auf allen PCs Wireshark (lan2) und setzen Sie einen Filter für die MAC-Adressen der Test-Frames, damit nur diese angezeigt werden:
Filter: `eth.addr contains 02:15:12`
- Löschen Sie über das Webinterface die Filtering-Datenbank des Switches:
Menüpunkt: **Neustart** → **MAC-Adresstabelle zurücksetzen**
- Überprüfen Sie mit Wireshark, auf welchen Segmenten A, B oder C die Frames von Tabelle 2 auftreten. Die Buchstaben A, B, C und F stehen symbolisch für die Mac-Adressen der Rechner-Ports. Die Zuordnung ist in Tabelle 1 dargestellt. F bezeichnet eine Mac-Adresse, die keinem der Rechner-Ports zugeordnet ist.

Rechner	MAC Adresse
A	02-15-12-AA-AA-AA
B	02-15-12-BB-BB-BB
C	02-15-12-CC-CC-CC
F	02-15-12-FF-FF-FF

Tabelle 1

Q09 Welche zwei Aussagen können Sie über die Adressen in Tabelle 1 machen? (s. Skript oder Unterlagen aus der Vorlesung zu Details der MAC-Adressen)

zuerst Empfänger, danach Absender
alles kleingeschrieben

Q10 Arbeiten Sie die Tabelle 2 zügig durch und tragen Sie die Resultate in der Spalte Messung ein.

Step	Nodes S → E	Versuchsdurchführung: PC / Script		Theoretische Lösung			Messung		
				A	B	C	A	B	C
1	A→F	PC A:	AtoF	0	X	X	0	X	X
2	A→B	PC A:	AtoB	0	X		0	X	X
3	A→C	PC A:	AtoC	0		X	0	X	X
4	B→A	PC B:	BtoA	X	0		X	0	
5	B→C	PC B:	BtoC		0	X		0	X
6	C→A	PC C:	CtoA	X		0	X		0
7	C→B	PC C:	CtoB		X	0		X	0
8	A→F	PC A:	AtoF	0	X	X	0	X	X
9	A→B	PC A:	AtoB	0	X		0	X	
10	A→C	PC A:	AtoC	0		X	0		X

Tabelle 2

Q11 Wie erklären Sie allfällige Abweichungen zwischen der theoretischen Lösung und der Messung?

aging time

Q12 Wird die Absender- oder Empfängeradresse eines Frames für die Filterung verwendet?

Ja, Absenderadresse

Q13 Auf welchen Ethernet-Ports werden die Frames versendet, wenn der Switch die Empfängeradresse noch nicht in der Filtering-Database gespeichert hat?

alle

Q14 Welche der Frames werden immer an alle Ports versendet (an alle ausser an den Eingangs-Port)?

die, die an eine Adresse geschickt werden, welche keinem Port zugeordnet ist

Q15 Wie gross ist die eingestellte Aging Time (Menüpunkt: *Switching:Global*)?

300s

- Setzen Sie die Aging-Time auf 50 Sekunden.
 - Löschen Sie erneut die Filtering-Database des Switches
- Menüpunkt: Neustart → MAC-Adresstabelle zurücksetzen

Q16 Führen Sie die Sendefolge von Tabelle 3 im Abstand von 20 s durch. Nach jedem Versenden erneuern Sie die Anzeige und notieren Sie, welche Adressen die Filtering-Database enthält (nur letztes Byte).

Zeit	Step	S → E	Port 1	Port 2	Port 3	Port 4
			Gelernte Adressen			
0 s	1	AtoB	X			
20 s	2	AtoC	X			
40 s	3	BtoC	X	X		
60 s	4	CtoA	X	X	X	
80 s	5	CtoA		X	X	
100 s	6	BtoA		X	X	
120 s	7	BtoA		X	X	
140 s	8	AtoB	X	X		
160 s	9	AtoB	X	X		
180 s	10	AtoB	X			

Table 1

Q17 Welche Adresse ist für das Self-Learning des Switches massgebend (Absender- oder Empfängeradresse)?

Absender

Q18 Wann genau (zeitlich) verschwinden die Einträge wieder aus der Filtering-Database?

50s nach dem letzten Absender von der Adresse

Q19 Warum wäre eine unendlich grosse Aging Time keine gute Wahl?

Speicherplatz

Q20 Was ist das Problem, wenn die Aging-Time zu kurz gewählt wird?

bei hohem traffic werden Frames oft an alle anderen Geräte gesendet

Zeigen Sie die Resultate dem Laborbetreuer.



4 Messungen zum Spanning Tree Protocol

Für diesen Versuch werden die Rechner A und B mit Linux betrieben.

- Bauen Sie die Versuchskonfiguration gemäss Abbildung 2 auf.

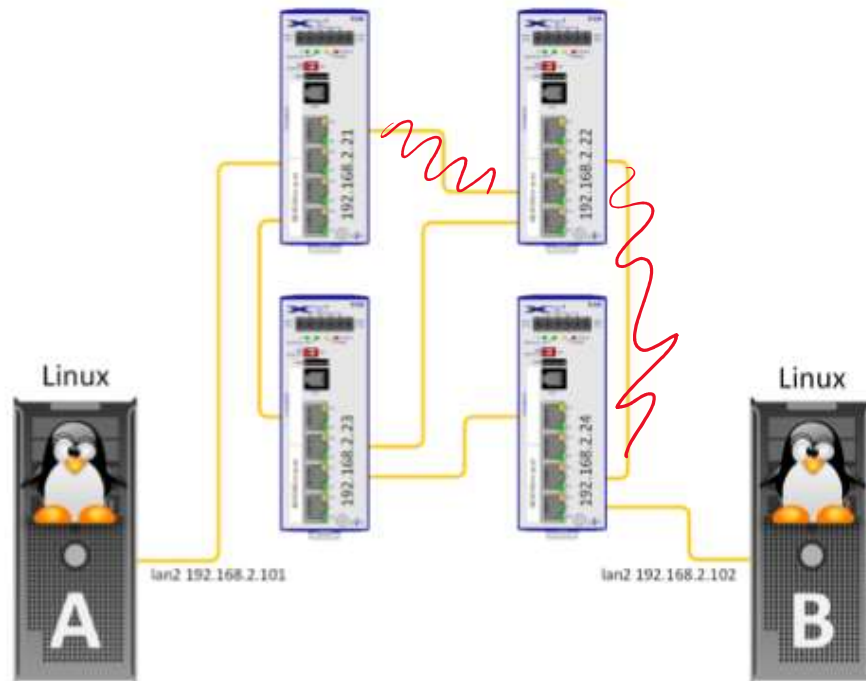


Abbildung 2

- Starten Sie Wireshark auf Rechner B und setzen Sie einen Filter auf `stp` (Spanning Tree Protocol). Untersuchen Sie die BPDU-Frames (Bridge Protocol Data Unit).

Q21 Welcher Switch ist für den Aufbau des Spanning Trees verantwortlich?

3

Q22 Wie heisst das Protokoll-Feld, in dem die Root zu finden ist?

root identifier im Spanning Tree Protocol

Q23 Was lässt sich über die MAC-Adresse des Root-Switches sagen?

die tiefste

Die BPDU-Frames werden in einem bestimmten Intervall von dem Root-Switch (Root-Bridge) abgesetzt. Dieses Intervall ist die so genannte Hello-Time. Diese kann beim Switch verändert werden.

Q24 Wie gross ist die Hello-Time, und welche Kriterien sprechen für eine kurze / grosse Hello-Time?

2s

kurze hello-time für dynamisches Netz
lange hello-time für statisches Netz

- Zeichnen Sie die physikalischen Verbindungen Ihres Aufbaus in Abbildung 3 ein und kennzeichnen Sie aktive Leitungen zwischen den Switches farblich (erkennbar an der orange blinkenden LED). Die Anzeige von Daten-Traffic auf den Switch-Ports (orange blinkende LEDs) können Sie forcieren, indem Sie wie folgt Broadcast-Frames senden (auf Rechner A oder B):
`sendframes lan2 -D ff:ff:ff:ff:ff:ff`

Q25 Was passiert, wenn Sie eine oder mehrere aktive Leitungen unterbrechen?

spanning tree wird neu aufgebaut

- Zeichnen Sie die beobachtete Veränderung andersfarbig in Abbildung 3 ein.

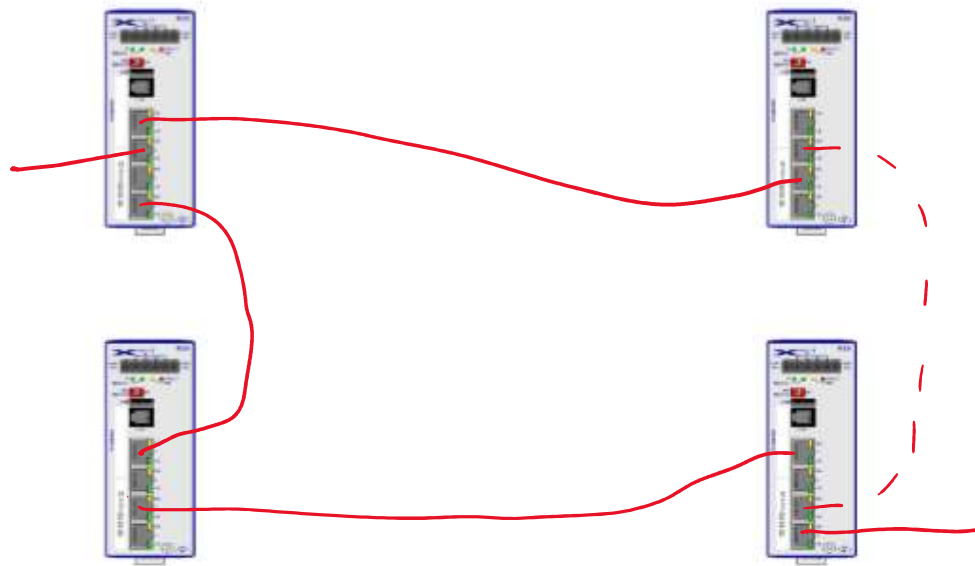


Abbildung 3

- Stecken Sie die Kabel wieder ein (gemäß Ausgangslage in Abbildung 2).
- Machen Sie den Switch oben rechts (192.168.2.22) zur Root, indem Sie nur seine Parameter ändern.

Q26 Welche(n) Parameter mussten Sie anpassen?

Priorität

Q27 Was für ein Prozess ist abgelaufen?

spanning tree hat sich neu aufgebaut

Q28 Was hat sich in den BPDU-Frames verändert?

Port Role: Designated, Proposal → Designated

Zeigen Sie die Resultate dem Laborbetreuer.



Quellenverzeichnis:

- [1] Belden, Anwender-Handbuch Grundkonfiguration Industrial ETHERNET (Gigabit-)Switch RS20/RS30/RS40, MS20/MS30, OCTOPUS L2E (deutsch) (9.0)
- [2] Belden, Anwender-Handbuch Redundanz-Konfiguration Industrial Ethernet (Gigabit-)Switch RS20/RS30/RS40, MS20/MS30, OCTOPUS L2E (deutsch) (9.0)