

Spanning Tree Protocol (STP)

IT Technik - Netzwerkgrundlagen

Sebastian Meisel

19. Januar 2023

1 Spanning Tree Protocol (STP)

STP ist definiert als *IEEE 802.1d*. Es verhindert Netzwerkprobleme, die durch **Loops** in redundanten Netzwerken entstehen können:

- **Broadcaststürme**
- korrupte MAC-Adresstabellen in Switches
- doppelte Frames

Dies wird erreicht indem *dynamisch* Ports blockiert werden, sodass

- Loops aufgelöst werden.
- die aktuell schnellste Verbindung bestehen bleibt.

Es gibt moderne Erweiterungen dieses Protokolls, die zuerst als proprietäre Protokolle von Cisco entwickelt wurden und dann in abgewandelter Form als offizielle Protokolle entwickelt wurden:

IEEE 802.1	Cisco	Ziel
Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) [802.1w]	Rapid Per VLAN Spanning Tree (RPVST)	Schnellerer Verbindungsaufbau
Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) [802.1s]	Per VLAN Spanning Tree + (PVST)	Spanning Tree je VLAN

2 Bridge Protocol Data Units (BPDU)

Jeder *Switch* (oder Router) – im STP **Bridge** genannt – sendet in *regelmäßigen Abständen* kleine **BPDU** genannte Datenpakete. Dies hat zum einen den Zweck, dass

- die anderen *Bridges* sofort erkennen, wenn eine ausfällt.
- erkannt wird, wo es im Netzwerk Loops gibt.

Außerdem enthalten sie Informationen, die dabei helfen, zu bestimmen, welches die aktuell schnellste Verbindung ist.

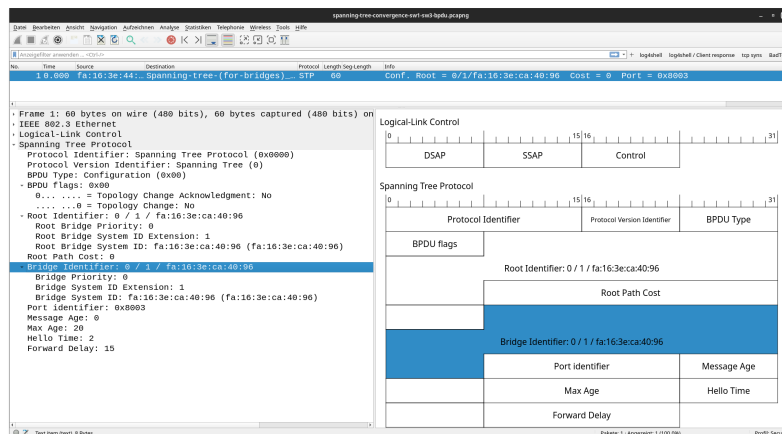


Abbildung 1: BPDU

2.1 Bridge-Identifier (BID)

Die erste wichtigste Information ist die BID. Sie enthält drei Felder (umgekehrte Reihenfolge):

- **MAC-Adresse** (3 Bytes / 24 Bits), z. B. fa:16:3e:ca:40:96
- **System ID** (12 Bits): Wird von Cisco und MSTP für VLAN-ID verwendet.
- **Priorität** (4 Bits): Sie wird als Vielfaches von 4096 angegeben.

Im ursprünglichen **STP** entfällt die **System ID** und die Priorität ist 16 Bits, bzw. 2 Bytes lang.

2.2 Root-Bridge

Die BIDs sind die Grundlage der Bestimmung einer **Rootbridge**. Dies ist die *Bridge* (der Switch) mit der niedrigsten **BID**:

- Dies ist in der Regel die *Bridge* mit der kleinsten MAC-Adresse.
- Über die **Priorität** kann man gezielt steuern welche *Bridge* die *Root-Bridge* sein soll, in dem man ihr eine niedrigere Priorität gibt.

Ist die **Root-Bridge** ermittelt wird ihre **BID** in den **BPDU**s geteilt.

2.3 Hello Time

Außerdem enthalten die **BPDU**s ein Feld für die **Hello Time**. Diese ist normalerweise 2 (Sekunden) und sagt aus, in welchen Abständen jede *Bridge* **BPDU**s senden soll.

Außerdem gibt es noch zwei Felder:

- **Max-Age**: Wie lange gilt die aktuelle Portkonfiguration
- **Forward-Delay**: Sagt aus wie lange jeder Port in den Zuständen LEARNING und LISTENING verbringen soll.

Diese beiden Zustände dienen dazu, dass der Switch, das Netzwerk analysieren, um zu entscheiden, welche Rolle er einnehmen soll.

3 Portkosten

Welche **Rolle** ein Port einnimmt entscheidet **STP** anhand der Kosten. Es gibt 3 Rollen:

- **BLOCKING**: An dem Port werden **nur BPDUs** empfangen, alle anderen Datenpakete werden geblockt.
- **DESIGNATED**: Jeder normale Port, über den Datenpakete empfangen und gesendet werden.
- **ROOT**: Der Port mit den geringsten **Kosten** in Richtung Root.

Offiziell sind nur die beiden letzten *Rollen*, während *BLOCKING* ein Zustand ist.

Die Kosten berechnen sich so: Zunächst wird für jede Verbindung zwischen 2 Switches aufgrund der Bandbreite (der Schnittstelle mit der geringsten Bandbreite), die Kosten anhand folgender Tabelle festgelegt:

Bandbreite	STP-Kosten	Neue Kosten
4 MB/s	250	250.000.000
10 MB/s	100	100.000.000
100 MB/s	19	200.000
1 GB/s	4	20.000
10 GB/s	2	2.000
100 GB/s	N/A	200
1 TB/s	N/A	20

Die *Neuen Kosten* wurden eingeführt, um höhere Bandbreiten berücksichtigen zu können, werden aber noch von wenigen Geräten unterstützt.

3.1 Pfadkosten

Anschließend werden als Kosten vom aktuellen **Port** bis zur **Root-Bridge** addiert.

Dafür werden für jede Verbindung zwischen zwei Switches die Portkosten an beiden Switches verglichen. Der kleinste Wert bestimmt die **Pfadkosten** für diese Verbindung.

Dann werden die **Pfadkosten** aller Verbindungen auf dem Weg zwischen dem aktuellen Switch und dem *Root-Switch* addiert.

Der **Port** an dem die Verbindung mit den **geringsten Pfadkosten** beginnt, wird der **Root-Port**.

Haben 2 Ports die selben Kosten, entscheidet die Bridge-ID des nächsten Switches, welche Verbindung gewählt wird: die, die zum Switch mit der kleinsten Bridge-ID führt.

3.2 Port-Blocking

Um *Loops* zu vermeiden müssen nun die *redundanten* Verbindungen geblockt werden. *Redundant* sind Verbindungen *zwischen Switches*, die *nicht* am *Root-Port* anliegen und potentiell einen Loop schließen.

Auf jeder dieser Verbindungen muss **ein** Switch seinen Port in den Blocking-Status versetzen.

Das geschieht bei dem Switch der:

- insgesamt die geringeren Pfadkosten zur Root-Bridge hat.
- der (bei gleichen Pfadkosten zur Root) die höher Bridge-ID hat.