

Aktuelle Netzwerkstandards in der Analyse

**Standardisierungsarbeiten für ein neues Bridging
und die Audio/Video- und Data-Center-
Konsolidierung bei IEEE, IETF und ANSI/INCITS**

von

Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler

3.2 TRILL-WG: Shortest Path Bridging mit RBridges

Die TRILL-WG hat im Prinzip den Ansatz, die Arbeitsweise von gerouteten IP-Subnetzen und den hierfür eingesetzten dynamischen Routing-Verfahren auf Layer-2-Netze zu übertragen. Daher leitet sich auch der neue Name "RBridge" (Routing Bridge) für die entsprechenden Switch-Komponenten ab. So wie ein Router lernt, welche IP-Netze über welche Next-Hop-Router auf dem günstigsten Weg erreichbar sind, so lernt eine RBridge, welche MAC-Adressen über welche Next-Hop-RBridge(s) auf dem kürzesten Weg erreichbar sind. Der günstigste Weg berechnet sich nach dem Link-State-Verfahren mit einer Kostenmetrik, wobei jeder Port mit Kosten in ausgehender Richtung belegt wird und die Summe der Kosten der Einzelverbindungen die Kosten für den Gesamtweg ergibt.

3.2.1 Unterstützung vorhandener IEEE-Standards

Die TRILL-Lösung berücksichtigt folgende Bridging- und Spanning-Tree-Protokolle, mit denen sie in Kombination lauffähig sein soll:

- IEEE 802.1D STP
- IEEE 802.1D RST
- IEEE 802.1Q-2005
 - IEEE 802.1Q VLAN-Prioritäten und VLAN-Unterstützung
 - IEEE 802.1Qv Layer-3/4-protokollbasierende VLANs (IP und TCP/UDP-Portnummer)
 - IEEE 802.1Qs MST

Es ist keine Berücksichtigung vorgesehen für

- IEEE 802.1Qad Provider Bridges
- IEEE 802.1Qah Provider Backbone Bridges

Selbstverständlich beachtet die TRILL-Lösung, dass der normale MAC-Dienst für Unicast-, Multicast- und Broadcast-Frames erhalten bleibt. Gleiches gilt für die Beibehaltung der Frame-Reihenfolge im Normalbetrieb (Ausnahme sind Fehlerumschaltungen). Loop-Freiheit ist ebenfalls im Normalbetrieb gegeben, für Schaltsituationen wird eine so genannte Loop-Minimierung (Loop Mitigation) durch „Hop Count Limits“ erreicht – so löst das die IEEE in ihrem Ansatz auch.

3.2.2 Stabile Optimierung für Multicast-Transport

Obwohl es eigentlich eine Layer-2-Verletzung ist, gehört es zu den etablierten Funktionen von Layer-2-Switches, IP-Multicast-Kontrollpakete mitzulesen (IGMP Snooping). Jeder Switch optimiert dadurch das Fluten von Multicasts an jedem seiner Ports. Ergibt sich eine STP-Neuberechnung, so muss diese Op-

timierung an allen Ports erneut durchgeführt werden. Während der STP-Neuberechnung kann kurzfristig ein Denial of Service für Multicasts entstehen, nach der Neuberechnung wird kurzfristig komplett geflutet, bis die Optimierung mit IGMP Snooping wieder hergestellt ist. Würde hier für die Berechnung so genannter Multicast Trees ein Link-State-Verfahren genutzt, könnte eine globale Sicht des kompletten Layer-2-Netzes mit allen Multicast Group Memberships und allen vorhandenen Multicast-Routern in der Link-State-Datenbank gehalten werden, die nach einem LAN-Topologiewechsel eine sofortige Anpassung der Multicast-Weiterleitung ermöglichen würde.

3.2.3 Zielsetzung des TRILL-Protokolls

Für R Bridges bzw. das TRILL-Protokoll ergibt sich folgende Zielsetzung: R Bridges leisten paarweise optimierte Frame-Weiterleitung, kombiniert mit Autokonfiguration (Zero Configuration), sichere Weiterleitung auch in Schaltsituationen sowie Unterstützung von Lastverteilung für Unicast- und Multicast-Verkehr. Um diese Zielsetzung zu erreichen, nutzen R Bridges IS-IS-Routing und eine Encapsulierung, deren Header einen Hop Count enthält, dessen Funktion in der TRILL-Übersicht detaillierter beschrieben wird.

Layer 3 und IP sind zwar für Layer-2-Switches eigentlich transparent, die Unterstützung von sowohl IPv4- als auch IPv6-Routern und -Endgeräten wird jedoch explizit als Zielsetzung aufgeführt.

3.2.4 Übersicht über das TRILL-Protokoll

Als generischer Ansatz beschreibt das TRILL-Protokoll das Verhalten von R Bridges in einem Netz, in dem es auch noch Teilnetze mit normalen Spanning-Tree-Switches gibt. TRILL bezeichnet diese Teilnetze salopp als "Ethernet-Wolke", obwohl es auch WLAN-Netze sein könnten (siehe Abbildung 3.4). Zugegeben, da ein WLAN Access Point meistens weder Spanning Tree noch gar Rapid Spanning Tree unterstützt, scheint es nicht sehr wahrscheinlich, dass wir das TRILL-Protokoll bald in WLAN Access Points sehen.

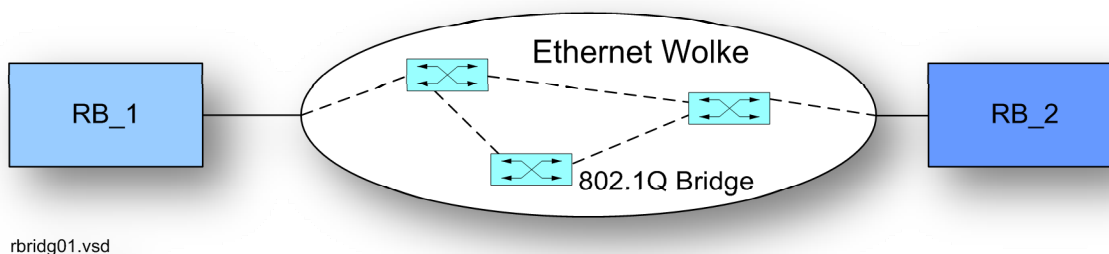


Abbildung 3.4: Mischkonfiguration mit R Bridges und STP Bridges

Das TRILL-Protokoll unterteilt Layer-2-Frames hinsichtlich der Weiterleitung in drei Kategorien:

- Erstens Kontroll-Frames mit einer Multicast-Adresse 01-80-C2-00-00-00 bis 01-80-C2-00-00-0F oder 01-80-C2-00-00-21. High Level Kontroll-Frames sind BPDUs (01-80-C2-00-00-00) und VRP-Frames (MVRP, 01-80-C2-00-00-21). Low Level Kontroll-Frames sind alle anderen Kontroll-Frames.
- Zweitens TRILL-Frames: Diese haben entweder den TRILL Ethertype-Wert im Ethernet-Typfeld eingetragen oder den TRILL-alloquierten MAC-Multicast (dieser muss noch von der IEEE Registration Authority festgelegt werden).
- Drittens "native" Frames, das sind alle anderen Frames außer Kontroll- und TRILL-Frames.

RBRidges fahren untereinander das IS-IS Link-State-Protokoll, um paarweise (zwischen jeweils zwei RBRidges) den günstigsten Weg für Unicast sowie Baumstrukturen (Distribution Trees) für die Weiterleitung von Multicasts, Broadcasts und unbekanntem Zieladressen zu berechnen. Dabei verhält sich ein kompletter RBridge-Campus wie eine nicht weiter hierarchisch unterteilte IS-IS Level-1-Area mit der Area-Nummer 0.

Die erste RBridge (RB_1) in einer Ethernet-Wolke, die ein Unicast-Frame erhält, enkapsuliert dieses in einen TRILL-Header, der die Ziel-RBridge (RB_2, letzte RBridge vor der Ethernet-Wolke) enthält, die das Frame wieder entkapsulieren muss. RB_1 heißt Ingress RBridge, RB_2 Egress RBridge. Um im TRILL-Header Platz zu sparen, verwendet der TRILL-Header die aus IS-IS bekannten 2 Byte langen Nicknames anstelle der 6 Byte langen IS-IS System-ID (6 Byte MAC-Adresse).

Um das Loopverhalten bei Schaltsituationen zu minimieren, enthält der TRILL-Header einen Hop Count. Der Hop Count ist ein 6 Bit langer Integer-Wert. Jede RBridge muss vor der Weiterleitung eines Frames dieses Feld prüfen und das Frame vernichten, wenn der Wert 0 ist. Ist der Wert 1 oder höher, muss er im weitergeleiteten Frame um 1 erniedrigt sein. Außerdem tragen RBRidges bei der Weiterleitung von Unicast-Frames auf ein Shared Medium (z. B. WLAN!) die Next-Hop-RBridge als Ziel in den Header ein, um unnötiges Weiterleiten bei einem temporären Loop zu vermeiden. Für Multi-Destination-Ziele (MC, BC, unbekannte MAC) führen sie unter anderem eine „Reverst Path Forwarding“-Prüfung durch, um potenzielle Loops zu kontrollieren.

Für Multi-Destination-Frames (MC, BC, unbekannte MAC) wird Lastverteilung (Multipathing) unterstützt, sofern es mehrere Distribution Tree Roots gibt, für Unicast-Frames wird Multipathing mit ECMP (mehrere kostengleiche Wege) unterstützt.