

UniDirectional Link Routing

Tele-Seminar "Multicast-Kommunikation"

bei

Prof. Dr. Wolfgang Effelsberg

Thema
gehalten von
Stephan Raschke

Inhalt:

1. Einführung und Motivation für UDLR	Seite 3
2. Implementation von UDLR	Seite 6
3. Bewertung von UDLR und Ausblick	Seite 9
4. Internetadressen zu UDLR	Seite 10

1. Einführung

Aufgrund neuer Anforderungen an Bandbreite in Rechnernetzen durch neue Übertragungsmedien und Anwendungen (Audio, Video, Video on Demand, Multicast, etc.) hat man sich die Verwendbarkeit von Satelliten für Rechnernetze betrachtet.

Dies deshalb, weil Satelliten die positive Eigenschaft besitzen, dass sie hohe Bandbreiten zur Verfügung stellen können.

Ausserdem besitzen sie die für Multicast schöne Eigenschaft, dass sie ein Broadcastmedium sind.

Nachteilig für Satelliten ist zu nennen, dass die Sende- und Empfangseinheiten hohe Kosten verursachen. Demgegenüber sind die Kosten für reine Empfangseinheiten aber so gering, dass anzunehmen ist, dass auch private Empfänger sich solche leisten können (momentan liegen die Kosten für Satellitenschüssel und Satellitenempfangskarte bei zusammen rund 1000 DM).

Deshalb hat man sich entschieden Satelliten einzusetzen und zwar als „high speed receive only access“, d.h.: man verwendet Satelliten nur zum Empfang von Daten in hohen Datenraten auf Empfängerseite.

Hier hat man nun das Problem, dass man zwar eine Route vom Sender zum Empfänger hat, aber nicht dieselbe Route vom Empfänger zum Sender gehen kann, da der Empfänger nicht zum Satelliten senden kann (siehe Abb.: 1).

Diese eine Route ist also unidirektional. Man spricht von einer Netzwerkverbindung dann, wenn man einen Pfad vom Empfänger zum Sender kennt, und einen vom Empfänger zum Sender. Also braucht man beim Satellitenempfang noch einen Pfad vom Empfänger zum Sender, der nicht über den Satelliten gehen kann. Nimmt man an, dass die Kosten um vom Sender zum Empfänger zu kommen andere sind als die Kosten um vom Empfänger zum Sender zu kommen hat man unidirektionale asymmetrische Verbindung, sogenannte UDL's (UniDirectional Link).

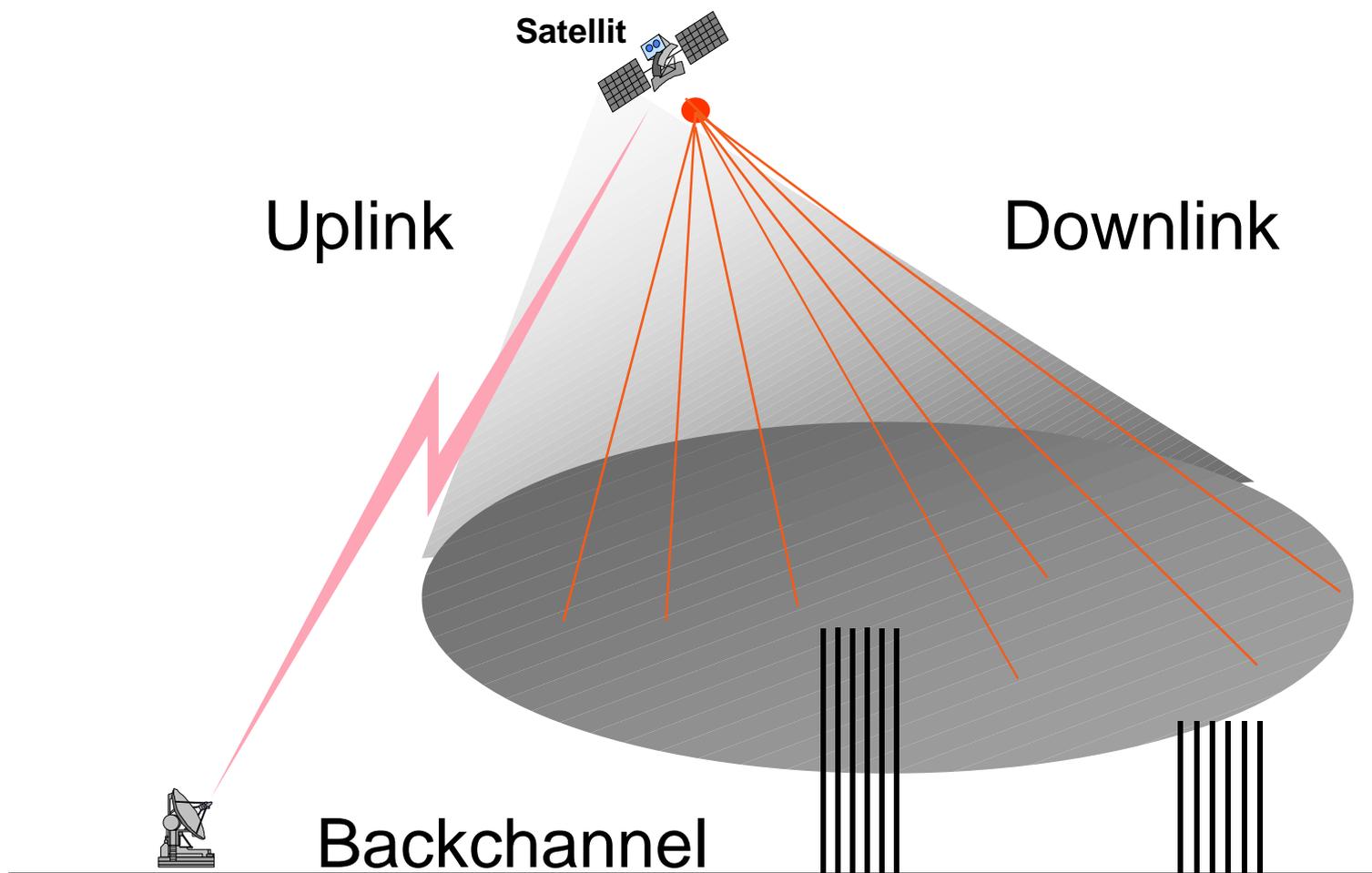


Abbildung 1: Schema einer Satellitenübertragung

Unidirektionale Verbindungen können auf drei verschiedenen Arten auftreten. UDL-Verbindungen, die auf einer BDL-Netztopologie aufsitzen, oder Inseln von BDL-Netzwerken, die über Gateway-Rechner durch UDL-Verbindungen verbunden werden. Als letzte Möglichkeit ist der ganz allgemeine Fall, dass alle Verbindungen im Netzwerk UDL-Verbindungen sind zu nennen. Hierbei werden dann BDL-Verbindungen durch zwei UDL-Verbindungen simuliert.

2. Implementation von UDLR

Problem:

Momentane Internet Routing und Transportprotokolle sind optimiert für bidirektionale und symmetrische Kommunikationsverbindungen, aber UniDirectional Link Routing muss unidirektionale und asymmetrische Verbindungen unterstützen.

Das Ziel ist also die Unterstützung von unidirektionalen und asymmetrischen Verbindungen. Dies wird erreicht durch die von der IETF empfohlenen Techniken für eine kurzfristige Lösung, nämlich dem **Tunneling** oder dem **Modifizieren vorhandener Routingprotokolle**. Als langfristige Lösung mit dem Ansatz, dass alle Verbindungen UDL's sind wird die Entwicklung eines neuen Routingprotokolls vorgeschlagen, z.B.: Circuit Detection-UDLR.

Tunneling:

Das Tunneling verbirgt die physische Netztopologie und simuliert eine virtuelle bidirektionale Satellitenverbindung (siehe Abb.: 2).

Vorteile:

Das Tunneling erlaubt eine schnelle Lösung zum Testen des Konzepts und unterstützt UDLR ohne Modifikation vorhandener Routingprotokolle, das heisst die praktische Umsetzung kann schnell erfolgen.

Nachteile:

Tunneling ist ein Hack, d.h.: eine oft schnelle Implementierung, die oft ineffizient und instabil ist. Ausserdem werden die Daten von der Vermittlungsschicht, nicht von der Sicherungsschicht gesendet, was dem begründetem Ansatz vom Schichtenmodell (z.B.:ISO/OSI) widerspricht.

Die Tunnel müssen bei Sender und Empfänger auch oft von Hand gepflegt werden, da bei Verbindungsaufbau der Pfad zum

Bestätigen der Verbindung vom Empfänger zum Sender bei UDL nicht bekannt ist.

Tunneling darf deshalb als keine Langzeitlösung angesehen werden, da es ineffizient arbeitet und schlecht skaliert.

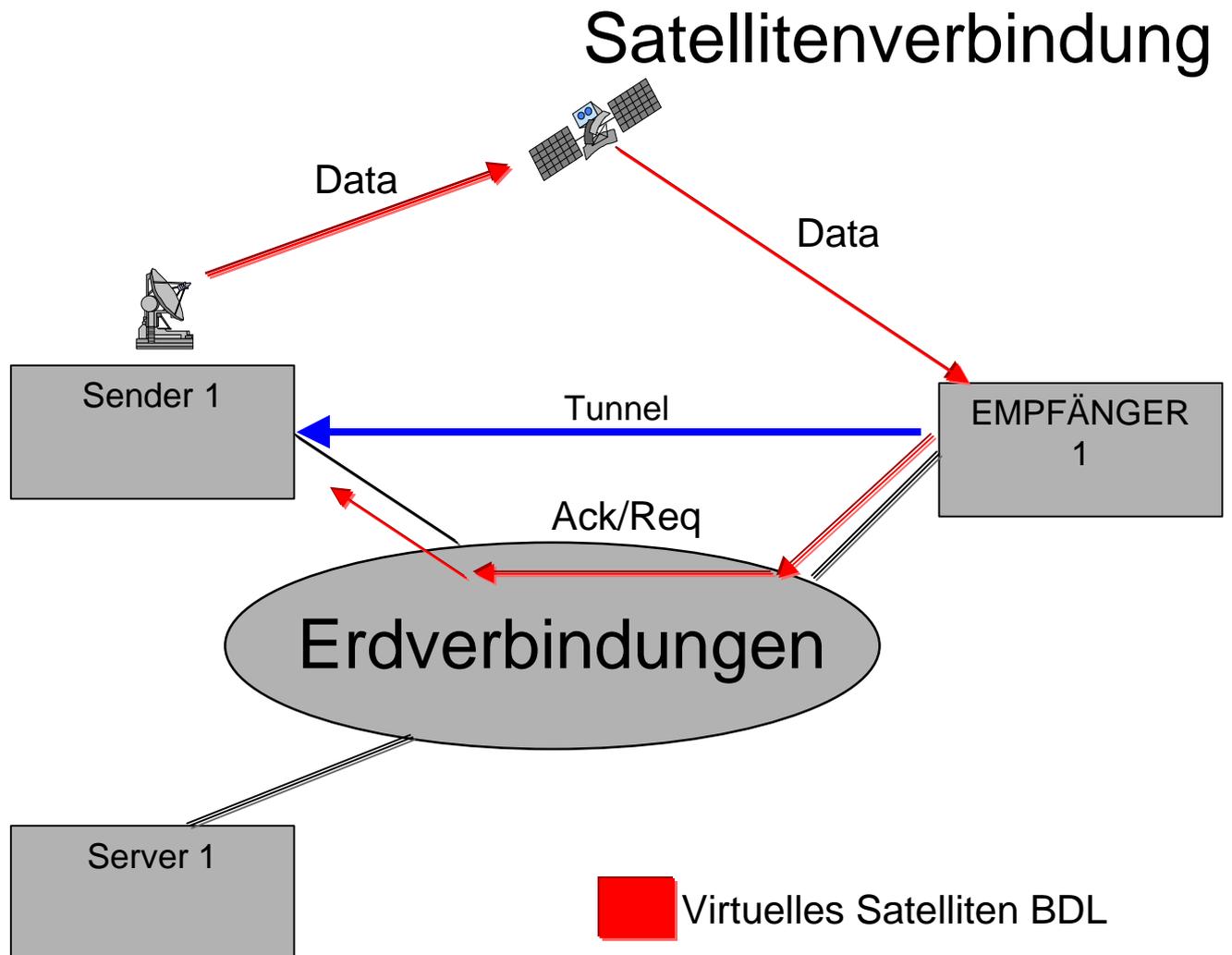


Abbildung 2: Schema des Tunneling

Modifizieren vorhandener Routingprotokolle:

Distance Vector Protokolle (DV):

In Standard-DV-Protokollen (z.B.: RIP) wird nur eine Metrik pro Ziel benutzt. Das heisst das man bei mehreren Metriken mehrere Routingtabellen benötigt. Dadurch werden die DV-Protokolle aber komplex. Das ist aber gerade der Vorteil von DV-Protokollen, das sie durch ihre Einfachheit robust und einfach zu implementieren sind. Nach einer Modifikation um sie um UDL-Fähigkeit zu erweitern hat man dann nur noch die Wahl zwischen Fehleranfälligkeit und Effizienz. Daher kann eine Modifikation von DV-Protokollen für UDLR nicht empfohlen werden.

Link State Protokolle (LS):

LS-Netze skalieren schlecht, da der Speicherbedarf exponentiell mit der Größe des Netzes wächst. LS kann allerdings leicht mehrere Metriken unterstützen, da dies zum Beispiel in OSPF optional unterstützt wird. In der Praxis wird diese Option allerdings nicht oft benutzt, da dadurch das LS-Protokoll weiter an Komplexität zunimmt und dadurch instabiler funktioniert. Weiterhin brauchen LS-Implementationen bidirektionale Verbindungen für Reply und Acknowledgement, dies erfordert eine tiefgreifende Modifikation in das Protokoll, da bei Verbindungsaufbau der Pfad zum Bestätigen der Verbindung vom Empfänger zum Sender bei UDL nicht bekannt ist. Dies würde nochmals die Komplexität von LS-Protokollen signifikant erhöhen. Daher kann eine Modifikation von LS-Protokollen für UDLR auch nicht empfohlen werden.

3. Bewertung von UDLR und Ausblick

Als Ausblick soll nun das Beispiel des Circuit Discovery UniDirectional Link Routing Protokoll (CD-UDLR) dienen. Dabei wird die Annahme getroffen, dass ein Netzwerk welches nur UDL-Verbindungen hat durch einen gerichteten Graphen dargestellt wird.

Ein Circuit ist ein geschlossener Kreis, d.h.: der Zielknoten ist der Ausgangsknoten, wobei beliebig viele andere Knoten dazwischen liegen können.

CD-UDLR will den allgemeinen Fall, dass alle Verbindungen UDL sind lösen. Das heisst CD-UDLR ist eine Langfristige Lösung. Es ist ein sehr komplexes Routingprotokoll, insbesondere wenn dynamisches Routing und Skalierbarkeit auch erfüllt werden sollen.

Die Frage nach effizientem Finden und dem Herausfiltern von unnötigen Circuits ist noch ein offenes Forschungsthema.

Bewertung:

Die Komplexität eines neuen UDLR-Routingprotokolls und die Fülle der von der Wissenschaft noch ungeklärter Fragen lassen eine schnelle realisierbare Lösung momentan nicht zu, so dass sich die Umsetzung von UDLR auf die Lösung mittels Tunneling konzentrieren.

Dennoch sollten die langfristigen und effizienteren Möglichkeiten der Umsetzung weiterhin betrachtet werden, da durch eine ständige Veränderung und Weiterentwicklung von Netzwerktechnik auch Potential für solche eher komplexen aber effizienten Protokolle besteht.

4. Internetadressen zu UDLR

UniDirectional Link Routing home page

<http://www-sop.inria.fr/rodeo/udlr/>

Supporting unidirectional links in the Internet

<http://www-sop.inria.fr/rodeo/udlr/overview.html>

The Internet Engineering Task Force

<http://www.ietf.org/html.charters/udlr-charter.html>

Archive:

<ftp://ftp-sop.inria.fr/rodeo/udlr/archive.txt>