

Der Physik auf die Sprünge helfen

Der erfolgreiche Vectoring-Einsatz braucht geeignete Messtechnik

Dennis Zoppke

In der Physik beschreibt der Vektor Größen, die einen Betrag und eine Richtung haben. Wendet man diese Definition auf die derzeit in aller Munde befindliche VDSL2-Vectoring-Technik an, hieße das übersetzt: maximale Bandbreite in Richtung Kunde. Noch höhere Bandbreiten und noch feiner abgestimmte Technik resultieren jedoch in weiter steigenden Anforderungen an die DSL-Messtechnik im Feld und bringen eine Reihe technischer Herausforderungen mit sich.

Der Bedarf nach noch höheren Bandbreiten und der daraus resultierende VDSL2-Vectoring-Ausbau, mit dessen Hilfe das aktuelle VDSL2-Angebot in Deutschland von 50 Mbit/s je nach Leitungslänge auf bis zu 100 Mbit/s erhöht werden kann, werden von zwei Faktoren entscheidend beeinflusst: Die erste Einflussgröße ist der

Typische DSL-Profile in Deutschland und Europa

| | ADSL2+ | VDSL2 | Vectoring | Bonding |
|---------------|-----------|-----------|------------|-------------|
| ITU-Standard | G.992.5 | G.993.2 | G.993.5 | G.998.1/2/3 |
| max. Download | 16 Mbit/s | 50 Mbit/s | 100 Mbit/s | 200 Mbit/s |
| max. Upload | 1 Mbit/s | 10 Mbit/s | 40 Mbit/s | 50 Mbit/s |
| Länge | 3.000 m | 800 m | 500 m | 400 m |

rasant steigende Bandbreitenbedarf im Geschäftsbereich, vor allem durch die zunehmende Nutzung von Cloud-Dienstleistungen, bei denen Anwendungen, Plattformen und Infrastruktur in Form von Speicherplatz oder Rechenleistung (IaaS – Infrastructure as a Service) ins Netz ausgelagert werden. Der gleiche Trend zeichnet sich auch im privaten Bereich durch Videoangebote sowie das immer populärer werdende Audiostreaming ab.

Der zweite Treiber ist der Wettbewerb um das Ziel, die höchsten Datenraten zum kleinsten Preis anzubieten. Hier kämpfen die Betreiber von DSL-, Kabel- und Glasfasernetzen darum, Terrain zu gewinnen. Da die großen Kabel- und kleineren Glasfasernetzbetreiber bereits Datenraten jenseits von 100 Mbit/s anbieten, ist es für die DSL-Netzbetreiber von größter wirtschaftlicher Bedeutung, rasch nachzuziehen. Die Zukunft gehört zwar der Datenübertragung via Glasfaser bis in die Häuser (FTTH – Fiber to the Home), doch ist der FTTH-Ausbau zu langwierig und zu teuer, um schnell an den Wettbewerb anschließen zu können.

Die Lösung für dieses Dilemma heißt VDSL2-Vectoring. Es

- ermöglicht auf kurzen Distanzen und besonders in Ballungsgebieten

einen Downstream von bis zu 100 Mbit/s über die bereits verlegte Kupferleitung und bewegt sich damit auf Augenhöhe der Kabelnetzbetreiber.

- führt das Netz abschnittsweise in Richtung FTTH, da die über ein Glasfaser-Backbone angebotenen Kabelverzweiger (FTTN – Fiber to the

Node) näher zum Kunden rücken und so den FTTH-Ausbau vorbereiten.

- ist durch das Backbone der Kabelverzweiger (KVz) und der bekannten Exklusivität der DSL-Leitung bei einem Teilnehmeranschluss (TAL) zum Kunden kein Shared Medium und teilt demnach nicht die Bandbreite unter den Nutzern auf.
- ist im Upstream durch den möglichen Einsatz höherer Sendeleistungen mit bis zu 40 Mbit/s weit leistungsfähiger als Kabelnetze.
- nutzt die vorhandene Kupferkabelinfrastruktur und macht so nur verhältnismäßig kleine Investitionen in das Netz bzw. in Vectoring-Technik erforderlich.
- lässt sich im Idealfall durch seine Nähe zum Teilnehmer von diesem mit Strom versorgen.

Damit wird VDSL2-Vectoring besonders im dichtbesiedelten Deutschland zu einer geeigneten Brückentechnik.

Politische und wirtschaftliche Hürden für VDSL2-Vectoring

Neben dem wirtschaftlichen Aspekt spielen auch Themen aus der Politik wie die verschiedenen Breitbandinitiativen Deutschlands oder der EU eine Rolle: Obwohl VDSL2-Vectoring zahl-

Dennis Zoppke ist als Produktmanager bei der Intec Gesellschaft für Informationstechnik mbH in Lüdenscheid tätig

reiche Vorteile bietet, hat es einen erheblichen Nachteil: Der Einsatz ist nur dann effektiv, wenn er auf dem gesamten Leitungsbündel und nicht nur auf einer TAL erfolgt (siehe auch *Textkasten* auf Seite 26). Genau der Einsatz auf dem gesamten Leitungsbündel ist allerdings regulatorisch problematisch. Denn gerade in Deutschland sind einzelne DSL-Anschlüsse, also einzelne TAL vom KVz bis hin zum Kunden, entbündelt zu betrachten, d.h., jeder Netzbetreiber kann laut Vorgabe der Regulierungsbehörde jede einzelne Kundenleitung mit eigener Technik betreiben.

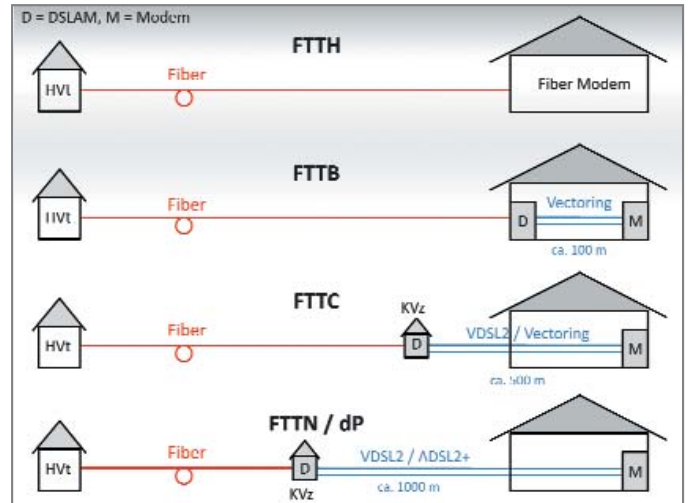
Ein Ausbau von VDSL2-Vectoring jedoch ist genau hier schwierig, da für alle Leitungen eines Bündels Vectoring-taugliche Technik nötig ist, damit die Vorteile zum Tragen kommen können. Standardkonform kann das nur dann erfolgen, wenn alle Leitungen von einem Netzbetreiber kontrolliert werden.

Da diese Situation die Verzerrung des Wettbewerbs in Deutschland zur Folge gehabt hätte, bedurfte es einer Regulierung, die von den deutschen Netzbetreibern, der Bundesnetzagentur (BNetzA) und der EU getragen wird – und seit dem Sommer 2013 haben sich alle Beteiligten geeinigt. Die neue Regulierung sieht im Wesentlichen folgende Punkte vor:

- Pflege einer Vectoring-Liste: Dies soll allen Betreibern gleiche Chan-

cen und Rechte garantieren, indem in der Liste alle geplanten und erfolgten VDSL2-Vectoring-Projekte dokumentiert werden. Die BNetzA hat besondere Eingriffsrechte.

FTTx-DSL-Anschluss-szenarien



- entbündelte DSL-Anschlüsse: Der Zugang zu einem Kabelverzweiger bleibt grundsätzlich entbündelt; eine Erschließung muss prinzipiell durch jeden Netzbetreiber erfolgen können.
- freier Zugang: Der Zugang zu einem KVz kann nur dann unter besonderen Bedingungen für andere eingeschränkt werden, wenn das Ziel verfolgt wird, diesen komplett mit VDSL2-Vectoring auszubauen. Statt einer entbündelten TAL muss dann aber ein Bitstromzugang angeboten werden.

Herausforderungen an die Messtechnik

Speziell in der Einführungsphase von VDSL2-Vectoring, die in Deutschland

noch 2013 mit Feldversuchen starten wird, muss man die drei am Markt befindlichen unterschiedlichen VDSL2-Betriebsarten unterscheiden:

Non-Vectoring

Hier handelt es sich um das klassische VDSL2 mit nicht Vectoring-fähigen DSLAMs (DSL Access Multiplexer) und Modems. Auch kann es zu Mischbetrieben kommen, bei denen von Kunden nicht Vectoring-fähige Modems an Vectoring-fähigen DSLAMs betrieben werden. Für solch einen Fall ist vorgesehen, dass diese Kunden auf

die ADSL2+-Bandbreite (max. 16 Mbit/s) im Frequenzband bis 2,2 MHz gedrosselt werden.

Vectoring-friendly

Gerade in der Anfangszeit können sich Modems mit Chipsätzen, die nicht Full-Vectoring-fähig sind, z.B. durch Firmwareupdates, die vom Kunden eingespielt werden, einer Drosselung auf ADSL-Bandbreiten entziehen, indem sie das Vectoring-Bündel nur in geringer Weise stören, selbst aber für Übersprechen anderer Paare in der Nachbarschaft empfänglich bleiben.

Full-Vectoring

Der Full-Vectoring-Betrieb setzt dazu fähige DSLAMs und Modems voraus, die durch die Netzbetreiber zunächst im Feld verteilt werden müssen. Ist die Technik an beiden Enden eines Bündels umgestellt, können Kunden in den vollen Genuss der VDSL2-Vectoring-Vorteile kommen.

Wichtig ist hierbei, dass ein mobiles DSL-Messgerät vor Ort alle drei Be-

triebsarten erkennt und unterstützt. Um gerade in Mischbetrieben Wechselwirkungen zwischen Full- und Non-Vectoring ausschließen zu können, ist es ausschlaggebend, dass das Messgerät zur Simulation einer dieser drei Betriebsarten vorkonfiguriert werden kann. Dabei muss auch beachtet werden, dass im unteren Frequenzbereich weiterhin ADSL-, ISDN- und Analogtelefonie möglich bleiben wird. Zwar ist das Übersprechen hier vergleichsweise gering, doch auch bei Neuanschaltungen mit VDSL2-Vectoring muss der reibungslose Betrieb an ISDN- und Analoganschlüssen durch geeignete Messtechnik sichergestellt sein.

Die Gesetze der Physik kann man dabei allerdings nicht außer Kraft setzen: So führen schon kurze Stichleitungen, wie sie immer noch oft für die Analogtelefonie in der Gebäudesubstanz vorkommen, zu Bandbreitenverlust und Synchronisationsproblemen. Darum ist es wichtig, bei der Anschaffung neuerer Vectoring-Messtechnik darauf zu achten, dass neben einer ADSL-, ISDN- sowie einer a/b-Schnittstelle auch eine TDR-Funktion (TDR –

Time Domain Reflectometer) zur Verfügung steht. Auch die physikalische Leitungsgüte von alten Kupferleitungen spielt eine Rolle: a- und b-Adern sollten dabei symmetrisch zueinander sein und einen hohen Isolationswiderstand aufweisen. Ebenso sind Fremdspannungen für den reibungslosen Betrieb Gift, können aber nur eliminiert werden, wenn sie sich auch vor Ort messtechnisch erkennen lassen.

Geeignete Mittel gefragt

Irritierend kann der Umstand sein, dass sich VDSL2-Vectoring im Betrieb von anderen DSL-Arten vor allem durch längere Synchronisationszeiten unterscheidet. Diese Zeit wird benötigt, um während des Handshakes alle relevanten Informationen zur Erfassung, Berechnung und Erzeugung des Kompensationssignals durchführen zu können. Bis zum Erreichen des Status „Showtime“ kann es also u.U. doppelt so lange dauern, als man es von VDSL her gewohnt ist. Dieser Zeitraum kann sich weiter verlängern, falls in einem Full-Vectoring-DSLAM

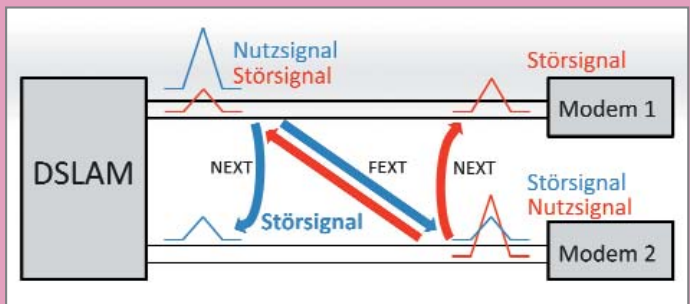
Wie funktioniert VDSL2-Vectoring?

Das VDSL2-Vectoring wurde bereits im März 2010 im ITU-Standard G.993.5 spezifiziert. Hier die Funktionsweise im vereinfachten Überblick: Bei zwei aktiven benachbarten DSL-Leitungen wirkt das Nutzsignal der einen als Störsignal auf die andere. Dadurch schränken sie sich gegenseitig in ihrer Leistungsfähigkeit ein (*Bild*). Dieser Übersprechen (Cross Talk) genannte Effekt verstärkt sich mit jedem weiteren aktiven Teilnehmer in diesem Bündel. Das führt zu einem Signalgemisch, das sich wie ein Störteppich über die gesamte VDSL-Frequenzbandbreite (bei VDSL2 Profil 17a bis zu 17 MHz) legt und die Leistungsfähigkeit sowohl des gesamten Bündels als auch – allerdings stark schwankend – der einzelnen Leitungen erheblich schmälert.

Genau hier setzt VDSL2-Vectoring an, indem es dem Übersprechen durch den Einsatz eines Vectoring-fähigen DSLAMs auf der einen Seite und ei-

nes Vectoring-fähigen Modems auf der anderen Seite weitestgehend entgegenwirkt. Das System ist dadurch in der Lage, alle auftretenden Über-

Übersprechen (Cross Talk) = Nahbenachbarnsprechen (NEXT) + Fernbenachbarnsprechen (FEXT)



bemerkenswerten Anhebung des Niveaus auf eine gleichmäßig hohe Leistungstufe, d.h., alle Kunden erreichen eine VDSL2-Bandbreite nur knapp unterhalb des theoretischen Labormaximums statt stark schwan-

sprechensignale parallel zu erfassen und mit Hilfe aufwendiger Rechenoperationen ein Kompensationssignal für jedes Adernpaar des Bündels zu berechnen. Es wird phasenverdrehen (180°) mit dem Nutzsignal eingespeist und sorgt so für eine Auslöschung des störenden Übersprechens. Gleichzeitig führt dieses Vorgehen im gesamten Bündel zu einer

kender Bandbreiten. Im Upstream auf kurzen Leitungen kann nun auch mit höheren Pegeln gesendet werden, da diese jetzt nicht mehr die schwächeren Signale auf längeren Nachbarleitungen durch hohes Übersprechen stören. Auch darum ist VDSL2-Vectoring in Bezug auf eine maximale Upstream-Bandbreite von bis zu 40 Mbit/s so leistungsfähig.

das sog. Parallel Joining eingestellt ist, dass Modems also gruppenweise synchronisieren. Verpasst ein Modem – oder auch das Messgerät im Modembetrieb – eine solche Gruppensynchronisation, kann es erst mit der nächsten Gruppe aufsynchronisieren. Addieren sich die Zeiten ungünstig, dauert ein Synchronisationsvorgang an einem voll VDSL2-Vectoring-fähigen Leitungsbündel mehrere Minuten. Darum ist es umso wichtiger, dass TK-Installateure und -Techniker mit geeigneten Mess- und Prüfmitteln ausgestattet sind, um hier Fehler zuverlässig ausschließen zu können. Eine solche Lösung stellen z.B. die Argus-Kombitester der Intec GmbH dar, die in verschiedenen Ausbaustufen alle notwendigen Funktionen zum präzisen Messen bieten.

Auf dem Weg zu hohen Bandbreiten

Kombiniert man das VDSL2-Vectoring mit der im ITU-Standard G.998.1/2/3

(G.bond) spezifizierten VDSL2-Bonding-Technik, lassen sich neben höheren Bandbreiten auch größere Entfernungen realisieren und so mehr Teilnehmer mit VDSL2 versorgen. Dazu müssen für einen Teilnehmer mindestens zwei Doppeladern zur Verfügung stehen, was in Deutschland bislang aber nur teilweise der Fall ist.

Darüber hinausgehend wird in den Laboren der DSL-Chip-, DSLAM- und Modemlieferanten schon heute an noch leistungsfähigeren Techniken wie dem sogenannten Phantom Mode gearbeitet. Hierbei wird über die zwei Doppeladern von VDSL2-Bonding eine dritte imaginäre Doppelader zur weiteren Steigerung der Datenübertragung genutzt – was beweist, dass DSL weiterhin zukunftsfähig ist und es bis zur vollständigen Ablösung durch die Glasfaser noch ein weiter Weg werden kann. In Kombination mit Vectoring und Bonding ist DSL auf jeden Fall eine wettbewerbsfähige Brückentechnik. (bk)