

Digital Subscriber Line

aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie



 T-DSL-Modem

Digital Subscriber Line (engl. für *Digitale Teilnehmeranschlussleitung*; Abk.: **DSL**, **xDSL**) bezeichnet verschiedene Techniken, um über zwei bis vier [Kupferadern](#) des [Telefonnetzes](#), d.h. die [Teilnehmeranschlussleitung](#), Daten mit hoher [Datenübertragungsrate](#) zu übertragen. Dabei kann es sich um beliebige Daten handeln, also auch um Sprache und Video.

Inhaltsverzeichnis

- [1 Geschichte](#)
- [2 Arten von DSL-Verfahren](#)
- [3 ADSL](#)
- [4 Reichweite](#)
- [5 Bandbreite, Datenübertragungsrate und Dämpfung](#)
- [6 Dämpfungsvergrößerung bei Pupinleitungen](#)
- [7 Verfügbarkeit](#)
- [8 Andere als »DSL« bezeichnete Verfahren](#)
- [9 Anwendungen](#)
- [10 ADSL-Geräte](#)
 - [10.1 Kundenseitig](#)
 - [10.2 Anbieterseitig](#)
- [11 Schnittstellen und Spezifikationen](#)
- [12 Protokolle](#)
- [13 Verbreitung](#)
- [14 Weiterführende Angaben](#)
 - [14.1 Siehe auch](#)
- [15 Weblinks](#)

Geschichte

Ursprünglich wurde unter dem Begriff "Digital Subscriber Line" die [Übertragungstechnik](#) für den Basisanschluss von [ISDN](#) verstanden, d.h. das [Echokompensationsverfahren](#). Ende der [1980er-](#) und Anfang der [1990er-](#)Jahre wurden [digitale Signalprozessoren](#) mit sehr hoher

Rechenleistung verfügbar. Das erste DSL-Verfahren, das mit diesen Bausteinen entwickelt wurde, war [HDSL](#). Normungsbehörden in Amerika ([ANSI](#)) und Europa ([ETSI](#)) begannen damals sofort damit, diese Technik zu standardisieren, um sie in großem Maßstab für [Standleitungen](#) einzusetzen. Es gab wichtige Randbedingungen: es sollten die bereits für [Telefonie](#) verlegten [Kupfer-Doppeladern](#) verwendet werden, es sollten in USA eine Bitrate von 1,544 MBit/s ([T1](#)), in Europa 2,048 Mbit/s ([E1](#)) erreicht werden, es sollte eine Reichweite von 3 bis 4 km erzielt werden. HDSL wurde standardisiert und einige Jahre lang für Standleitungen verwendet. Es wurde aber inzwischen von [SDSL](#) abgelöst, das eine höhere Reichweite bei geringerem Stromverbrauch bietet.

In den 1990er-Jahren wurden eine Reihe weiterer DSL-Verfahren entwickelt. Ursprünglich war ADSL, nach HDSL die nächste zur Verfügung stehende Technik, die Technik für [Video on Demand](#), einen Dienst, der sich aber aus den verschiedensten Gründen nur sehr langsam entwickelte. Als aber der [Internet](#)-Verkehr so hohe Wachstumsraten aufzuweisen begann, dass der Ausbau der Netze kaum mehr mit dem wachsenden Bedarf an [Bandbreite](#) Schritt halten konnte, sollten nicht nur die [Backbones](#) ausgebaut werden, sondern auch den Benutzern höhere Geschwindigkeiten geboten werden. Das inzwischen verfügbare ADSL wurde als Technik für den Hochgeschwindigkeitszugang zum Internet ausgewählt und weltweit von den [Netzbetreibern](#) im Telefonnetz zugelassen.

In Deutschland wurde die Bezeichnung *DSL* zunächst als Synonym für einen breitbandigen Internetzugang über [ADSL](#) bekannt, so dass inzwischen auch andere breitbandige Internetzugänge (zum Beispiel über Satellit) als »DSL« vermarktet werden. Die DSL-Techniken wurden jedoch auch für andere Anwendungen als den Internetzugang konzipiert. Ursprünglich verwendet für Standleitungen, die keine hohe Stückzahl haben, waren Internetzugänge die erste Massenanwendung. Besonders Video-Anwendungen sollen künftig über fortgeschrittene DSL-Techniken mit hoher Bitrate neue Märkte erschließen.

Arten von DSL-Verfahren

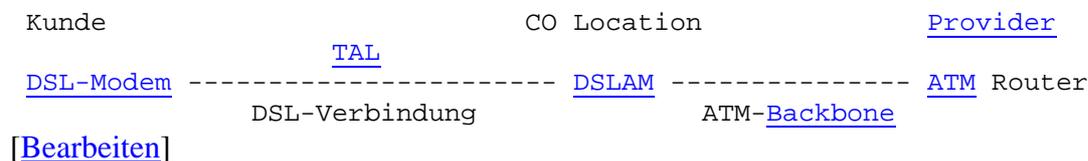
Es gibt verschiedene Arten von DSL-Techniken, die unter der Bezeichnung »DSL« oder »xDSL« (*x* als Platzhalter für das spezifische Verfahren) zusammengefasst werden:

- [ADSL](#) - *Asymmetric Digital Subscriber Line*, eine asymmetrische Datenübertragungstechnologie, z.B. mit Datenübertragungsraten von z.B. 8 Mbit/s zum Teilnehmer (*downstream*) und 1 Mbit/s in der Gegenrichtung (*upstream*);
- [HDSL](#) - *High Data Rate Digital Subscriber Line*, eine symmetrische Datenübertragungstechnologie mit Datenraten zwischen 1,54 und 2,04 Mbit/s;
- [SDSL](#) - *Symmetrical Digital Subscriber Line*, eine symmetrische Datenübertragungstechnologie mit Bitraten von bis zu 2,3 Mbit/s symmetrisch, das heißt im Download wie auch im Upload; bei 4-adriger Anschaltung (2*Cu-Doppelader) können max. 4 Mbit/s übertragen werden. Alternativ kann mit 4-adriger Anschaltung auch die Reichweite auf Kosten der Bandbreite erhöht werden.
- [VDSL](#) - *Very High Speed Digital Subscriber Line*, eine asymmetrische Datenübertragungstechnologie mit Bitraten von 12,9 bis 51,8 Mbit/s (*downstream*) beziehungsweise 1,6 bis 2,3 Mbit/s (*upstream*);
- [UADSL](#), [UDSL](#) - *Universal (Asymmetric) Digital Subscriber Line*

ADSL

Der grundlegende strukturelle Unterschied zwischen ADSL und herkömmlichen Datenverbindungen über [POTS](#) oder ISDN besteht darin, dass eine DSL-Verbindung nicht zwischen zwei Teilnehmern (Endpunkten), sondern nur auf der [letzten Meile](#) zwischen Teilnehmer und Vermittlungsstelle (genauer: [CO Location](#)) aufgebaut wird. Vom [DSL-Modem](#) des Kunden kommend wird das [analoge DSL-Signal](#) in der CO Location in einem DSL-Multiplexer ([DSLAM](#)) [demoduliert](#), [digitalisiert](#) und über einen [breitbandigen Backbone](#) von der CO Location über einen Konzentrador ([DSL-AC](#)) zum [Provider](#) übertragen. Durch die im Vergleich zu einem Kanal im [Telefonnetz](#) sehr hohe Übertragungskapazität der Backbone-Anbindung kann die Übertragungskapazität der [Teilnehmeranschlussleitung](#) (TAL) besser ausgenutzt werden als bei analoger oder ISDN-Datenübertragung. Dies geschieht durch verbesserte [Modulationsverfahren](#) und die Nutzung einer größeren Bandbreite, vgl. unten.

DSL Verbindung (vereinfacht):



Reichweite

Es gibt einige Faktoren, die die Reichweite bzw. die erzielbare Bitrate für eine Kupferleitung beeinträchtigen. Vor allem ist die Länge der Leitung entscheidend, aber auch ihr Durchmesser. Die in Deutschland verlegten Kupferadern haben Durchmesser zwischen 0,25 bis 0,6 mm, je nach Länge der Leitung. Für lange Leitungen, d.h. Leitungen von 6 km Länge und mehr wurden die dickeren Kupferadern verwendet. Zu den Störfaktoren gehört besonders das [Übersprechen](#). Um zu verhindern, dass durch Nebensprechen benachbarte Doppeladern in einem [Kabelbaum](#) von einer DSL-Übertragung beeinträchtigt werden, werden in der Regel nicht alle Doppeladern eines Kabelbaums mit DSL-Abschlüssen beschaltet.

Generell gilt: Je weiter ein [Teilnehmer](#) von der [Vermittlungsstelle](#) entfernt ist, desto niedriger ist die maximal erzielbare [Datenübertragungsrate](#). Die Bedingung für die Verfügbarkeit von DSL ist eine geringe [Dämpfung](#) der [Teilnehmeranschlussleitung](#) (gemessen in [dB](#)) - je niedriger diese ist, desto höher die maximale Datenübertragungsrate.

Bandbreite, Datenübertragungsrate und Dämpfung

	Bandbreite	Datenübertragungsrate
POTS	300 Hz - 3.4 kHz	bis ca. 56 kbit/s, typisch 3 kByte/s
ISDN	0 - 130 kHz	2x64 kbit/s, typisch 14 kByte/s
ADSL	138 kHz - 1.1 MHz	z.B. 1 Mbit/s downstream, 0,1 Mbit/s upstream
VDSL	- 12 MHz	

Faktoren, die die Datenübertragungsrate beeinflussen sind

- Leitungsdämpfung (abhängig unter anderem von Länge und Durchmesser der Kupferleitungen und dem Frequenzspektrum des Signals)

- [Modulationsverfahren](#)
- [Leitungscode](#)

Die [Dämpfung](#) stellt die Minderung der übertragenen Energie eines Signals im Verlauf einer Übertragungsstrecke dar und ist somit ein entscheidender Wert für DSL. Ist die Dämpfung zu hoch, kann kein bzw. nur ein langsames DSL geschaltet werden. Daraus resultieren verschiedene Dämpfungsgrenzen, bis zu welcher Dämpfung eine gewisse DSL-Geschwindigkeit geschaltet werden kann.

Dämpfungsgrenzen bei [T-DSL](#)

- 384 kbit/s bis 50 dB
- 768 kbit/s bis 46 dB
- 1.024 kbit/s bis 43 dB
- 1.536 kbit/s bis 39,5 dB
- 2.048 kbit/s bis 36,5 dB
- 2.304 kbit/s bis 35 dB
- 3.072 kbit/s bis 32 dB
- 6.016 kbit/s bis 18 dB

Für [FastPath](#) je 4 dB weniger bzw. 3 dB weniger bei 6.016 kbit/s

Dämpfungsgrenzen bei [Arcor](#):

- DSL 1000 bis 46dB
- DSL 2000 bis 41dB
- DSL 3000 bis 33dB
- DSL 6000 bis 25dB

Dämpfungsvergrößerung bei Pupinleitungen

[Bespulte \(pupinisierte, durch Spulen dämpfungsgeminderte\) Leitungen](#) sind kein Weg, die DSL-Reichweite zu erhöhen. Pupinleitungen bilden einen [Tiefpass](#) (Frequenzfilter), der theoretisch die von DSL benutzten Frequenzen nicht durchlässt. In der Praxis kann man auf einer Pupinleitung dennoch häufig DSL-Signale übertragen, allerdings nur auf einer erheblichen kürzeren Leitungslänge als bei unbespulter Leitung. Im deutschen Telefonnetz sind bespulte Leitungen nicht mehr vorhanden. Sie sind aber nach wie vor bei Daten-Standleitungen (Typ: Analog-G), auch von der Telekom, anzutreffen.

Verfügbarkeit

Aufgrund der technischen Infrastruktur ist ADSL in ganz Europa und insbesondere in Deutschland nicht überall verfügbar, weswegen alternative Zugangsarten wie z.B. [Internetzugang über Satellit](#) Zulauf erhalten. Auf den Internetportalen [Deutschland-will](#) und [kein-dsl.de](#) treffen Betroffene aus unversorgten Gebieten zusammen. Sehr viel Druck auf die Telekom und die Politik geht auch von der ["Initiative gegen digitale Spaltung"](#) aus.

Andere als »DSL« bezeichnete Verfahren

- [IDSL](#) - *ISDN Digital Subscriber Line* verwendet vorhandene ISDN-Technik und ermöglicht Datenraten bis zu 160 kbit/s.
- [cableDSL](#) - Markenname der [TELES AG](#) für einen speziellen [Internetzugang über Kabelanschluss](#).
- [skyDSL](#) - Markenname der TELES AG für einen europaweit flächendeckend verfügbaren [Internetzugang über Satellit](#) mit bis zu 24.000 kbit/s im Download.
- T-DSL via Satellit - Markenname der [T-Com](#) für einen Internetzugang über Satellit.

Der Zugang über den Satelliten ermöglicht bei den genannten Produkten lediglich den [Downstream](#) von [Daten](#), zum Senden wird ein herkömmliches [Modem](#) oder eine [ISDN-Verbindung](#) verwendet.

- [PortableDSL](#) Internet via Funk.

Anwendungen

Während ISDN in erster Linie für die [Telefonie](#) mit zwei [Amtsleitungen](#) genutzt wird, ist ADSL die erste Technologie, die [Netzbetreiber](#) für den schnellen [Internet-Zugang](#) von [Privatkunden](#) installiert haben. SDSL ist für beide Bereiche geeignet und kommt hauptsächlich für Geschäftskunden zum Einsatz. ISDN hat somit im Privatkundenbereich einen Konkurrenten durch DSL erhalten.

Die Tendenz geht dahin, mehrere Dienste über eine einzige Doppelader übertragen zu können - idealerweise das "Triple Play" aus Telefonie (siehe [DSL-Telefonie](#)), Internet-Zugang und Video (siehe auch [Line-Sharing](#))

ADSL-Geräte

Für den ADSL-Zugang werden folgende Hardwarebauteile benötigt:

Kundenseitig

- [DSL-Modem](#), verallgemeinernd [CPE](#) (Customer **P**remise **E**quipment) oder im Spezialfall ADSL [ATU-R](#) (ADSL Transceiver Unit - **R**emote) genannt
- [Breitband-Anschlusseinheit \(BBAE\)](#), umgangssprachlich [Splitter](#) genannt, je nach Leitungstyp einen der Folgenden:
 - [POTS-Splitter](#) sind (passive) Frequenzweichen, um Daten- und Sprachfrequenzband zu trennen. Ihre Grenzfrequenz bildet sich aus 4 kHz Sprachband und 12 kHz für den [Gebührenimpuls](#) und liegt somit bei 16 kHz.
 - [ISDN-Splitter](#) haben die gleiche Funktion wie POTS-Splitter, jedoch ist ihre Grenzfrequenz bei 130 kHz.
 - in Deutschland werden generell ISDN-Splitter installiert, auch wenn der zugrunde liegende [Telefonanschluss](#) kein ISDN-Anschluss ist. POTS-Splitter sind nicht üblich.

Anbieterseitig

- [DSLAM](#) (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) oder [ATU-C](#) (ADSL Transceiver Unit - [Central Office](#)), auch [COE](#) (Central Office Equipment) genannt. Im DSLAM sind Splitter und Modems integriert.
- [DSL-AC](#) (Digital Subscriber Line Access Concentrator) oder auch Breitband-[PoP](#)

Dazu kann je nach technischer Realisierung weiteres Equipment wie [RADIUS](#)-Server für die Benutzeranmeldung und -Verwaltung und das [Billing](#) (Verbrauchsdatenspeicherung zum Zwecke der Rechnungserstellung), oder Splitter zur Abtrennung von [ISDN](#)-/[POTS](#)-Signalen kommen. Im erweiterten Sinne gehört auch noch der PC oder der Router des Kunden zur DSL-Ausrüstung, weil dort die [PPPoE](#)-Strecke vom DSL-AC terminiert.

Schnittstellen und Spezifikationen

Schnittstellen und Spezifikationen für DSL-Technologien sind beispielsweise:

- U-R2 (1TR112) - Ende 2001 von der Telekom definierte Schnittstelle für die Interoperabilität von ADSL-Endgeräten [\[1\]](#)
- ETSI TS 1010338 und ETSI TS102 080 Annex B (ADSL over ISDN) und Annex A (ADSL over PSTN)
- ITU-T G.992.1 (auch hier Annex A und B, G.dmt)
- ITU-T G.992.2 (G.lite)
- ITU-T G.992.3 (ADSL2)
- ITU-T G.992.4 (splitterless ADSL2)
- ITU-T G.992.5 (ADSL2+)

Protokolle

Protokolle für ADSL-Technologien sind beispielsweise:

- [PPP over Ethernet](#)-Protokoll (*PPPoE*), das die Kapselung von [PPP](#)-Paketen in Ethernet-Frames regelt; PPPoE wird zum Beispiel von der [Deutschen Telekom](#) für [T-DSL](#) verwendet.
- [PPP over ATM](#)-Protokoll (*PPPoA*), das die Kapselung von [PPP](#)-Paketen in [ATM](#)-Zellen regelt.
- [Point-to-Point Tunneling Protocol](#) (*PPTP*), das einen Tunnel über eine [PPP](#)-Verbindung herstellt. PPTP wird in Deutschland selten für ADSL verwendet, zum Beispiel in München von [M-net](#) bei älteren Anschlüssen. Neue Anschlüsse verwenden auch hier PPPoE, eine Umstellung vorhandener Anschlüsse ist kostenfrei möglich. Häufig wird PPTP jedoch in Österreich verwendet.

Verbreitung

Nach einer [PointTopic](#)-Studie gab es im ersten Quartal 2005 7,45 Millionen ADSL-Anschlüsse in [Deutschland](#). Die ADSL-Anschlüsse werden laut einer [Bitkom](#)-Studie bis 2006 auf rund 8,2 Mio. steigen. Ein Ende des Wachstums ist nicht absehbar. Weltweit gab es im

ersten Quartal 2005 107 Mio. ADSL-Anschlüsse. 2003 waren es nur 58 Mio. Anschlüsse, gegenüber 90 Mio. [Breitband](#)-Anschlüssen insgesamt, davon wiederum 23 Mio. per [Kabelmodem](#). *Quelle: Bitkom-Studie "Daten zur Informationsgesellschaft" 2004* [\[2\]](#)

Zum Ende des Geschäftsjahres 2003 meldete die [Deutsche Telekom](#) eine Steigerung der ADSL-Anschlüsse auf 4 Millionen, was einer Steigerung von 40% gegenüber dem Vorjahr bedeutet. Laut Angaben der Telekom-Festnetztochter [T-Com](#) ist vier Jahre nach Beginn der Vermarktung am 23. September 2004 der fünfmillionste ADSL-Anschluss in Betrieb genommen worden. Bis 2007 will die Telekom die ADSL-Anschlüsse auf zehn Millionen verdoppeln.

Absoluter Spitzenreiter bei der reinen Zahl der ADSL-Anschlüsse ist [China](#) mit 19,5 Millionen, wobei allerdings die Einwohnerzahl Chinas beachtet werden sollte. Den Angaben der PointTopic-Studie zufolge stammen rund 95% aller ADSL-Nutzer aus Süd- und Südostasien. Dahinter folgen die [USA](#) mit etwas mehr als 15 Mio. Anschlüssen. Der am schnellsten wachsende etablierte ADSL-Markt ist [Großbritannien](#). Das Vereinigte Königreich verzeichnete im ersten Quartal 2005 einen Zuwachs an ADSL-Anschlüssen um 20% auf knapp 5 Mio. Die [Europäische Union](#) bleibt die Region mit den weltweit meisten DSL-Nutzern: Fast jeder dritte ADSL-Anschlusskunde kommt aus einem der EU-Mitgliedstaaten. Gemessen an der reinen Zahl der ADSL-Anschlüsse liegt Deutschland im internationalen Vergleich an vierter Stelle. Im Verhältnis zu den vorhandenen Telefonanschlüssen schneidet die Bundesrepublik jedoch weitaus schlechter ab und liegt weltweit nur auf Platz 19: Auf 100 Telefonanschlüsse kommen hierzulande 13,9 ADSL-Anschlüsse. Spitzenreiter bei der ADSL-Durchdringung ist Südkorea mit 28,9%.

Die T-Com wird ab September 2005 die maximalen ADSL-Geschwindigkeiten deutlich erhöhen, wenn auch vorerst nur im Testbetrieb. Dann werden bis zu 800 Pilotkunden in Hamburg und Stuttgart T-DSL 25000 beziehungsweise T-DSL 16000 ausprobieren können.

Weiterführende Angaben

Siehe auch

- [Breitbandkommunikation](#), [DSL-by-Call](#), [Internetzugang über Satellit](#), [Internet über Kabelanschluss](#), [Kommunikation](#), [DSL-Telefonie](#)
- [Optische Anschlussleitung](#) (OPAL)

Weblinks

- [Tarifrechner des ZDF-Wirtschaftsmagazins WISO](#)
- [DSL: Regionale Initiativen und Alternativen](#)
- [Broadband over DSL Tutorial](#)
- [DSL Geschwindigkeitsmessung](#)
- [U-R2-Schnittstellenspezifikation für die ADSL-Variante der T-Com \(T-DSL\)](#)
- [FAQ der Newsgroup de.comm.technik.dsl](#)

Dieser Artikel ist Teil des [WikiReader Internet](#). Dies bedeutet, dass der Artikel zusammen mit anderen Artikeln in ein [PDF](#)-Dokument eingearbeitet ist und es dadurch einen gebündelten Überblick über das Thema Internet gibt.

Von "http://de.wikipedia.org/wiki/Digital_Subscriber_Line"

Einordnung: Kommunikationstechnik

Die Inhalte von Wikipedia stehen unter der GNU-FDL.

Hauptautoren:

- Chrislb
- Moil
- Uweschoebel
- Swgreed
- Ahasver
- Nraeth