



VoIP-Gateway für TK-Systeme

Anbindung von externen Mitarbeitern
per VoIP an vorhandenes TK-System

Case Study Locatech GmbH

Frank Ochmann
ochmann@loca.net

Daniel Scheller
scheller@loca.net

LocaNet oHG
<http://www.loca.net>



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Executive Summary	3
Ausgangssituation – Business Challenge	4
Umsetzung - Solution Description	5
Topologie	5
Asterisk als VoIP-Gateway.....	5
Verbindung TK-System und Asterisk (S0-Querverbindung)	6
Rufnummernplan	6
Verbindung Asterisk zum Internet.....	6
Asterisk und SIP	6
Asterisk und Transkodierung	7
Asterisk und AVM Fritz!Box Fon	7
Asterisk und SIP-basiertes SoftPhone	7
Beispiel Verbindungsvorgang	8
Vorteile Asterisk bei Rufsignalisierung.....	8
Nutzen - Solution Benefits.....	9
Spezifikationen	10
Asterisk	10
AVM Fritz!Box Fon (WLAN)	10
Glossar	11
Weitere Informationen	12



Executive Summary

Locatech verbessert durch den Einsatz von VoIP-Technologie das telefonische Erscheinungsbild sowie die Erreichbarkeit der Mitarbeiter, und senkt gleichzeitig die Kosten für die Anbindung von Home-Offices.

Auf Basis der OpenSource-Software Asterisk unter Linux und mittels Nutzung der AVM Fritz!Box Fon wurde ein funktional umfangreiches und flexibles VoIP-Gateway am vorhandenen TK-System realisiert.

Durch die Verwendung offener, interoperabler Software und Standards wird eine hohe Investitionssicherheit erreicht, da die Realisierung von Leistungsmerkmalen wie ACD, IVR, Mailboxsystemen und standortübergreifender Anlagenkopplung jederzeit ohne weitere Kosten möglich ist.



Ausgangssituation – Business Challenge

Die Locatech GmbH ist ein mittelständisches Unternehmen im Bereich der Softwarelokalisierung. Die Mitarbeiter des Unternehmens sind sowohl im Büro, von Zuhause als auch vom Ausland aus für das Unternehmen tätig. Hinzu kommen freie Mitarbeiter, die nur zeitweise für das Unternehmen tätig sind.

Mitarbeiter, die ausschließlich im Büro tätig sind, sind unter ihrer festen Bürorufnummer erreichbar. Mitarbeiter, die extern arbeiten, sind unter verschiedenen, teils privaten Rufnummern erreichbar, und übermitteln diese auch bei abgehenden Gesprächen. Ein weiterer Nachteil ist, dass Anrufer sich für „ihren persönlichen“ Ansprechpartner u.U. mehrere Rufnummern merken müssen, und je nach dem, wo dieser sich aufhält, mehrere Anrufversuche unternehmen müssen.

Externe bzw. freie Mitarbeiter verursachen Kosten für Telefonverbindungen sowohl für interne Gespräche zu Büroarbeitsplätzen, für Verbindungen zu anderen externen Mitarbeitern, als auch für Verbindungen zu Kunden. Hinzu kommen weitere Kosten durch Verbindungen vom Büroarbeitsplatz zum externen Mitarbeiter. So sich externe Mitarbeiter im Ausland oder geographisch deutlich getrennt vom Unternehmensstandort aufhalten, fallen Verbindungskosten in signifikanter Höhe an.

Vorhanden sind ein TK-System sowie eine breitbandige Internetanbindung. Externe bzw. freie Mitarbeiter arbeiten von Zuhause aus über DSL-basierte VPN-Verbindungen im unternehmensinternen LAN.

Durch den aktuellen Stand der Technik, der DSL-basierte Internetanbindungen mit ausreichender Bandbreite, Sprachkompressionsverfahren sowie Verbindungsprotokolle (SIP) zur Übertragung von Sprache per Internetprotokoll (IP) zur Verfügung stellt, ist eine Anbindung der externen bzw. freien Mitarbeiter mittels Voice-over-IP (VoIP) möglich.

VoIP-Verbindungen sind reine Datenverbindungen und werden entsprechend pauschal oder nach tatsächlicher Nutzung (anfallendes Datenvolumen) abgerechnet. Durch den Wegfall leitungsvermittelter Verbindungen, die zeitbasiert tarifiert werden, wird eine hohe Kosteneinsparung erreicht.

Aufgrund dieser Ausgangssituation hat sich Locatech für eine Lösung entschieden, bei der die externen bzw. freien Mitarbeiter per VoIP an das vorhandene TK-System angebunden werden. Für die so angebotenen Teilnehmer fallen lediglich die für die Internetnutzung entstehenden Kosten an, da firmeninterne Gespräche zu anderen Mitarbeitern bzw. Amtsgespräche über das TK-System aufgebaut und dort abgerechnet werden können.

Grundlage der von LocaNet realisierten Lösung ist die OpenSource-Software Asterisk¹, die am vorhandenen TK-System ein VoIP-Gateway realisiert. Bei den externen Mitarbeitern kommt sowohl die AVM Fritz!Box Fon (als DSL-Modem, Firewall, und VoIP-Client) als auch optional (z.B. bei mobilen Clients) eine softwarebasierte Telefonlösung zum Einsatz.

¹ kostenlos und frei verfügbar unter der General Public License (GPL).

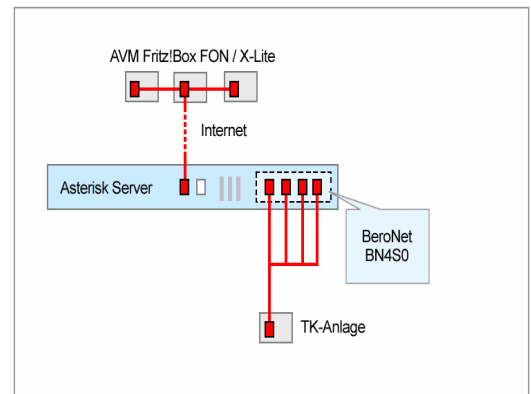
Umsetzung - Solution Description

Topologie

Bei LocaNet ist ein TK-System der Firma DeTeWe installiert, an welchem 60 Nebenstellen (Systemtelefone) angeschaltet sind. Zur Vermittlungsstelle sind über S0-Anschlüsse acht B-Kanäle geschaltet. Teilnehmerseitig stellt das TK-System vier gebündelte S0-Ports als eine Querverbindungsanschlutung (TE/Slave) zur Verfügung. Durch diese Betriebsart wird ein Querverbindungsteilnehmer mit Amtsimulation (NT/Master) bedingt.

Installiert ist ein Server vom Hersteller SuperMicro (19"/1HE-Server mit Intel Celeron 2 GHz-CPU), in welchem eine ISDN-Karte vom Typ BeroNet BN4S0 eingebaut ist, da diese die für die Querverbindung benötigte Amtsimulation (NT-Modus) unterstützt (an anderen TK-Systemen kann eine ISDN-Karte von AVM Fritz!Card PCI/B1/C2/C4 je nach Anzahl benötigter Kanäle eingesetzt werden).

Auf diesem Server kommt Asterisk unter Linux zum Einsatz. Asterisk ist eine umfassende Telefonanlage als reine Softwarelösung, unterstützt alle standardkonformen Telefoneschnittstellen und –protokolle und bietet darüber hinaus VoIP-Unterstützung ohne zusätzliche Hardware. Asterisk stellt die Schnittstelle zwischen leitungsvermittelter und paketvermittelter Telefonie zur Verfügung.



Der Asterisk-Server ist mit einer Bandbreite von 2MBit/s an das Internet angebunden und hinter einer Firewall unter einer öffentlichen IP-Adresse erreichbar.

Mitarbeiter im Home-Office sind per DSL-Anschluss und einer AVM Fritz!Box Fon ans Internet angebunden. Mobile und freie Mitarbeiter nutzen wechselnde Internetzugänge und eine softwarebasierte Telefonielösung, z.B. X-Lite.

Asterisk als VoIP-Gateway



Asterisk steht dafür, die unterschiedlichsten Aufgaben in einem Telefonesystem übernehmen zu können. Die Basis dieser Flexibilität liegt in der modularen Architektur, die beinahe alle gängigen Techniken einbinden kann, seien es VoIP-Protokolle wie SIP, H.323 und das Asterisk-spezifische Protokoll IAX oder traditionelle Verfahren wie T1, ISDN PRI und BRI sowie analoge PSTN.

Kernstück von Asterisk ist ein PBX-Vermittlungskern, der Anrufe über die verschiedenen Schnittstellen entgegennimmt und anhand des internen Wählplans an andere Schnittstellen weitervermittelt. Gesteuert durch Konfigurationsdateien ermittelt der Vermittlungskern, auf welche Kommunikationskanäle er zugreifen kann und ob für die Gesprächsvermittlung zwischen verschiedenen Kanälen Transkodierungen nötig sind. Der eingebaute Codec-Übersetzer ermöglicht es, Verbindungen zwischen Schnittstellen herzustellen, deren Sprachdatenströme mit unterschiedlichen Codecs digitalisiert sind. Im Anwendungsfall VoIP-Gateway transkodiert Asterisk zwischen ISDN BRI (S0)- und IP-Schnittstelle.



Verbindung TK-System und Asterisk (S0-Querverbindung)

Das vorhandene TK-System bündelt vier ISDN BRI (S0)-Anschlüsse als Querverbindung zum Asterisk-Server in der Betriebsart TE. Die BeroNet ISDN BRI (S0)-Karte im Asterisk-Server stellt vier Ports in der Betriebsart NT zur Verfügung. Verwendet wird das Protokoll DSS1 (Euro-ISDN) zur Sprach-/Datenübertragung und zur Signalisierung von Verbindungszuständen und -informationen (Rufnummernübermittlung, Halten, Rückfrage usw.).

Rufnummernplan

Es wird ein einheitlicher, öffentlicher Rufnummernplan verwendet, der die VoIP-Teilnehmer als normale Durchwahlen am vorhandenen TK-System darstellt. VoIP-Teilnehmer erhalten über eine Verkehrausscheidungskennziffer (VAK) eine zweistellige Rufnummer innerhalb des Rufnummernplans. Nach der VAK gewählte Ziffern werden nicht mehr innerhalb des TK-Systems, sondern innerhalb des Asterisk-Servers ausgewertet.

VoIP-Teilnehmer sind somit normale Nebenstellen des TK-Systems, erreichen andere Nebenstellen oder andere VoIP-Teilnehmer durch Wahl der entsprechenden Durchwahl, und belegen mittels einer Amtskennziffer einen externen Kanal zur Vermittlungsstelle.

<p>+49 231 91596 - 0 Zentrale - 23 Nebenstelle im Büro - 8:xx Kennziffer für VoIP-Gateway - 8:23 VoIP Home Office</p> <p>xx werden in Asterisk ausgewertet (Rufnummernplan TK-System)</p>

Der einheitliche Rufnummernplan wird durch entsprechende Konfiguration des TK-Systems und des Asterisk-Servers erreicht (andere Rufnummernsysteme sind beliebig durch entsprechende Konfiguration des Asterisk-Servers möglich).

Verbindung Asterisk zum Internet

Der Asterisk-Server ist über eine Standard-Ethernet-Schnittstelle an eine symmetrische LWL-basierte Internetverbindung mit einer Bandbreite von 2 MBit/s angebunden, durch eine Firewall abgesichert und über eine öffentlich erreichbare IP-Adresse von außen ansprechbar.

Asterisk und SIP

Die von Asterisk verwendete SIP-Implementierung bietet die Möglichkeit, verschiedene Verbindungsqualitäten durch Vorgabe der zu verwendenden Codecs für die Sprachkomprimierung festzulegen. Diese Zuordnung kann teilnehmerbezogen oder generell vorgenommen werden, wobei die Zuordnung sinnvollerweise in Abhängigkeit der vorhandenen Bandbreite des VoIP-Teilnehmers gewählt wird. Durch die Vorgabe mehrerer ausgewählter Codecs kann das sich per SIP verbindende Endgerät den optimalen Codec aushandeln.

Asterisk und Transkodierung

Asterisk wandelt automatisch die komprimierten Gesprächsdaten zwischen zwei Teilnehmern ineinander um (Transkodierung). Die Transkodierung erfolgt hierbei zwischen a-law (ISDN) und dem entsprechenden per SIP ausgehandelten Codec (VoIP) sowie zwischen zwei per SIP verbundenen Teilnehmern (VoIP zu VoIP). Die Auslastung des Asterisk-Servers variiert dabei in Abhängigkeit von Teilnehmeranzahl und jeweils ausgehandeltem Codec.

Asterisk und AVM Fritz!Box Fon



Die AVM Fritz!Box Fon beinhaltet in einem Gerät Telefonanlage, DSL-Modem, eine Router-/Firewall-Lösung, einen SIP-Client sowie ein Bandbreitenmanagement mit VoIP-Priorisierung. Durch die Integration aller Funktionen in einem einzelnen Gerät, der Möglichkeit zur Administration per SSH-Zugang² oder Webfrontend und der vom Anwender einfach vorzunehmenden Installation eignet sich die AVM Fritz!Box Fon besonders zum Einsatz in Home-Offices.

Der Anwender kann über die an der AVM Fritz!Box Fon angeschlossenen analogen oder ISDN-Endgeräte (oder nachgeschaltetes TK-System) Gespräche über die folgenden Wege führen:

- Verbindung vom/ins Festnetz (durch die mögliche direkte Anschaltung der Fritz!Box Fon an einen vor Ort vorhandenen analogen und/oder ISDN-Amtsanschluß)
- Verbindungen per VoIP vom/ins Büro
- Verbindungen per VoIP ins Festnetz (durch die Anschaltung über Asterisk an das TK-System im Büro)
- Verbindungen per VoIP zu anderen SIP-Teilnehmern/Gatewaybetreibern (z.Zt. nicht genutzt).

Durch die mögliche Voreinstellung des per SIP zu verwendenden Codecs und dem integrierten Bandbreitenmanagement wird eine gute Gesprächsqualität auch bei gleichzeitigem Arbeiten im VPN bzw. beim Surfen im Internet erreicht.

Der direkte Zugang zur AVM Fritz!Box Fon per SSH ermöglicht die zentrale Verwaltung, Steuerung und Wartung für den Administrator von LocaTech. Durch die Verwendung von Linux innerhalb der AVM Fritz!Box Fon ist eine eingeschränkte Administration der an der Box angeschalteten Hardware (Netzwerk, [WLAN], Telefone, ISDN) möglich.

Asterisk und SIP-basiertes SoftPhone



SoftPhones, wie z.B. X-Lite, stellen rein softwarebasierte SIP-Clients als mobile Telefonielösungen dar, die bei LocaTech von Mitarbeitern unterwegs und von freien Mitarbeitern zur Anbindung an das Büro genutzt werden.

² mittels modifizierten Firmware



Beispiel Verbindungsvorgang

Externer Anruf auf einer einem VoIP-Teilnehmer zugeordneten Rufnummer

- Anruf steht über Vermittlungsstelle an TK-System an
- TK-System wertet ankommende Rufnummer bis VAK 8 aus und leitet den Anruf über die Querverbindung an Asterisk-Server
- Asterisk wertet die durchgereichte Ziffernfolge anhand seiner Konfigurationsdatei aus
- Asterisk prüft, ob der Teilnehmer, für den die Durchwahl registriert ist, im Augenblick per SIP registriert ist; falls dies nicht der Fall ist, wird dem Anrufer an dieser Stelle ein „Besetzt“ signalisiert (je nach Konfiguration auch andere Töne oder Ansagen)
- Asterisk sendet (via Internet) SIP-Anfrage an angerufenen Teilnehmer; falls dieser Teilnehmer telefoniert oder sich als „abwesend“ deklariert hat, wird dem Anrufer dies durch z.B. Besetzt-Meldung signalisiert. Bei dieser SIP-Anfrage wird gleichzeitig ausgehandelt, welche Codecs für die aufzubauende Verbindung zur Verfügung stehen.
- angerufener Client (Fritz!BoxFon oder SoftPhone) sendet Antwort an Asterisk, dass Anruferanforderung angekommen und akzeptiert ist, und teilt Asterisk gleichzeitig mit, welcher Codec ausgehandelt wurde
- dem Anrufer wird ein „Freizeichen“ signalisiert, beim VoIP-Teilnehmer wird ein Anruf signalisiert bzw. es wird eine entsprechende Mitteilung auf dem Bildschirm ausgegeben
- innerhalb Asterisk beginnt der Transkodierungsprozess
- der VoIP-Teilnehmer nimmt den Anruf entgegen – Asterisk wandelt die vom TK-System ankommenden ISDN-Sprachdaten (a-law oder mu-law) in den mit dem VoIP-Teilnehmer ausgehandelten Codec (z.B. GSM) um, und sendet diese transkodierten Daten an den VoIP-Teilnehmer. Zeitgleich wandelt Asterisk die vom Angerufenen gesendeten GSM-codierten Sprachdaten in ISDN-Sprachdaten um und sendet diese weiter an das TK-System, wo die Sprachdaten dem Anrufer übermittelt werden. Asterisk vermittelt hier also als „Zwischenstück“ zwischen TK-System und VoIP-Teilnehmer
- bei Gesprächsende wird seitens Asterisk per entsprechender SIP-Nachricht die Verbindung zum VoIP-Teilnehmer abgebaut. Zwischen Asterisk, TK-System und Vermittlungsstelle wird der Verbindungsabbau durch entsprechende Signalisierung im D-Kanal mitgeteilt.

Vorteile Asterisk bei Rufsignalisierung

- teilnehmerbezogene individuelle Rufsignalisierung beim Anrufer möglich
- Verbindung der Teilnehmer per SIP
- Asterisk kann bei Vermittlung zwischen zwei Teilnehmern individuell Codecs festlegen, die genutzt werden sollen
- Signalisierungstöne können auch länderbezogen eingespielt werden (Signalton Freizeichen in Deutschland anders als in UK oder Frankreich)
- bei Verwendung von SoftPhones genaue Übermittlung von Gründen, weshalb ein Anruf nicht möglich ist (z.B. „Bin in Besprechung“ anstatt einfach „Besetzt“ oder „Teilnehmer nicht verfügbar“)



Nutzen - Solution Benefits

Mitarbeiter (sowohl feste, als auch externe und freie) sind überall dort, wo ein Internetzugang zur Verfügung steht, unter ihrer festen Arbeitsplatzrufnummer erreichbar.

Bei internen Gesprächen entfallen die sonst üblichen Gesprächskosten und eventuelle Fern- und Auslandsgesprächskosten.

Für per VoIP angebundene Teilnehmer fallen lediglich die für die Internetnutzung entstehenden Kosten an, da Amtsgespräche über das TK-System aufgebaut und dort abgerechnet werden.

Anrufer/Kunden merken sich nur noch eine einzige Rufnummer, unter der „ihr persönlicher“ Ansprechpartner erreichbar ist.

Bei abgehenden Verbindungen wird anstatt der privaten Festnetz- oder Mobilfunknummer die Arbeitsplatzrufnummer übermittelt.

Freie Mitarbeiter bekommen, z.B. im Rahmen eines Projektes, bedarfsbezogen eine Durchwahl aus dem Rufnummernblock von Locatech zugeordnet.

Betriebssystem (Linux) und Applikation (Asterisk) sind frei verfügbar, veränderbar und kostenlos erhältlich.

Die Adaption eines VoIP-Gateways an das vorhandene TK-System lässt sich mit einfachen Mitteln und günstiger Standardhardware (PC ISDN-Karte) realisieren.

Im Vergleich zu VoIP-Systemlösungen anderer Hersteller werden offene, interoperable Standards und Protokolle sowie deutlich günstigere Hardware für die Ausstattung der Home-Office-Umgebungen verwendet.

Asterisk ist zukunftssicher, da hierdurch funktionale Möglichkeiten wie ACD, IVR, Mailboxsystem und standortübergreifende Anlagenkopplungen kostengünstig realisierbar sind.

Spezifikationen

Asterisk

Protokolle

IAX™ (Inter-Asterisk Exchange)
 H.323
 SIP (Session Initiation Protocol)
 MGCP (Media Gateway Control Protocol)
 SCCP (Cisco® Skinny®)

PRI

BRI (ISDN4Linux)
 DSS1 (EuroISDN)

Codecs

ADPCM
 G.711 (A-Law & μ -Law)
 G.723.1 (pass through)
 G.726
 G.729
 GSM
 Linear
 Speex

Skalierbarkeit

Time Division Multiplex over Ethernet (TDMoE) – erlaubt direkte Anschaltung der Asterisk PBX, zero latency, Nutzung von Standard-Hardware für Interfaces

Voice-over-IP – für die Integration räumlich getrennter Standorte zu einem System, ermöglicht einen gemeinsamen einheitlichen Rufnummernplan über diese Standorte, gemeinsame Nutzung bereitgestellter Datenverbindungen

AVM Fritz!Box Fon (WLAN)

FRITZ!Box Fon (WLAN) Anschlüsse:

3 Anschlüsse für analoge Telefone, Fax, Anrufbeantworter

ISDN-S0-NT für ISDN-Telefone/Telefonanlagen

Wahlweise Anschluss an DSL+ISDN oder DSL+analoges Festnetz

USB-Anschluss für PC oder Notebook (Windows, Linux, Mac)

2 x Ethernet-Anschluss (10/100 Base-T) für Computer oder einen Netzwerk-Hub oder -Switch (zum Anschluss weiterer PCs)

nur WLAN: WLAN-Verbindungen nach IEEE 802.11b/g Standard (11/54 MBit/s)

FRITZ!Box Fon (WLAN) Details:

Telefonanlage für Internet- und Festnetztelefonie (ISDN und analoge Anschlüsse)

(WLAN-)Router mit DHCP-Server, IP-Masquerading, Network Address Translation

Integriertes DSL-Modem mit bis zu 8 MBit/s Übertragungsrate (bereits vorbereitet für ADSL 2+)

Internettelefonie SIP-konform nach RFC 3261

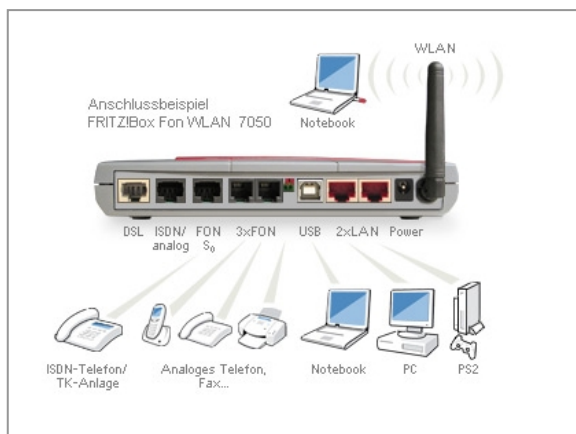
Intelligenten Codec Management

(Codecs: G.711, G.726-32, G.726-40, G.726-24)

Stateful Packet Inspection Firewall, sichere Portfreigabe für eigene Server-Angebote

Bandbreitenmanagement DSL Traffic Shaping zur optimalen Nutzung des DSL-Anschlusses

nur WLAN: WLAN-Verschlüsselung mit WPA2, WPA, WEP-64 oder WEP-128





Glossar

ACD – Automated Call Distribution, automatische Anrufverteilung nach speziellen Kriterien auf angeschlossene Teilnehmer, z.B. Call-Center Funktionalität

DSL – Digital Subscriber Line, bezeichnet verschiedene Techniken für eine breitbandige digitale Verbindung über ein Telefon-Zugangsnetz

DTMF – Dual Tone Multi-Frequency, Mehrfrequenzwahlverfahren/Tonwahlverfahren

Gateway – erlaubt es Netzwerken miteinander zu kommunizieren, die auf völlig unterschiedlichen Protokollen basieren

GPL – General Public License. Die GNU General Public License (GPL) ist Lizenz für die Lizenzierung freier Software

IP – Internet Protokoll, weit verbreitetes Netzwerkprotokoll (Teil von TCP/IP)

ISDN BRI – Basic Rate Interface, ISDN Basisanschluss für den SmallOffice/HomeOffice-Bereich mit zwei 64kbps Nutzkanälen (B-Kanäle) und einem 16kbps Signalisierungskanal (D-Kanal)

ISDN PRI – Primary Rate Interface, ISDN-Primärmultiplexanschluss für den Enterprise-Bereich mit 30 B-Kanälen je 64kbps und einem D-Kanal mit 64kbps

IVR – Interactive Voice Response, Sprachnavigation bei TK-Systemen per Voice oder DTMF-Tönen. Beispiel: "Um ein Produkt bei uns zu kaufen sagen Sie jetzt bitte 'Verkauf' oder drücken Sie die Ziffer 1, haben Sie Probleme mit einem Produkt sagen Sie bitte jetzt 'Service' oder drücken Sie die Ziffer 2, ..."

Linux – ein unter der GPL frei erhältliches /frei veränderbares Unix-ähnliches Betriebssystem

LWL – Lichtwellenleiter (Glasfaser), optische Datenübertragungsverbindung für hohe Bandbreiten

NT – Network Terminator eines ISDN-Zugangs, der Übergabepunkt der Telefongesellschaft zum Kunden

Open Source Software – quelloffene Software die jedem erlaubt, Einblick in den Quelltext eines Programmes zu nehmen und selbst Veränderungen durchführen zu können

PBX – Private Branch Exchange, Nebenstellenanlage

PSTN – Public Switched Telephone Network; das klassische, leitungsvermittelnde Festnetz

SIP – Session Initiation Protocol, Verfahrensvorschriften für IP-Telefonie aus der IT-Welt, entwickelt von einer Arbeitsgruppe der IETF, veröffentlicht im RFC 2543

SSH - Secure Shell, ist sowohl ein Programm als auch ein Netzwerkprotokoll, mit dessen Hilfe man sich über eine verschlüsselte Verbindung per Internet auf einem entfernten System einloggen und dieses administrieren kann

TE – Terminal Endpoint einer ISDN-Verbindung, also die Geräteschnittstelle

VAK – Verkehrsauscheidungskennziffer, bezeichnet die führenden Ziffern der Telefonvorwahl

VoIP – Voice over IP, Telefonieren über ein Computernetzwerk auf der Grundlage des Internetprotokolls

VPN – Virtual Private Network, ein virtuelles Computernetz, das zum Transport privater Daten ein öffentliches Netzwerk (zum Beispiel das Internet) nutzt



Weitere Informationen

AVM GmbH – Fritz!Box Fon, Fritz!Card PCI, AVM C2/C4
<http://www.avm.de>

Asterisk - The Open Source Linux PBX
<http://www.asterisk.org>

Asterisk Handbook - second draft
<http://www.digium.com/handbook-draft.pdf>

Asterisk Mailing List
http://www.asteriskpbx.com/index.php?menu=support#mailing_list

The GNU General Public License (GPL)
<http://www.opensource.org/licenses/gpl-license.html>

Digium – Wildcard PCI Card E1/T1
<http://www.digium.com>

beroNet technologies GmbH – BN4S0/BN8S0 PCI ISDN Card
<http://www.beronet.com>

Copyright © 2005 LocaNet oHG.

Names and brands may be claimed as the property of others. Information regarding products is provided solely for educational purposes. LocaNet oHG is not responsible for the performance or support of any products and does not make any representations or warranties whatsoever regarding quality, reliability, functionality, or compatibility of these devices or products.

LocaNet oHG
Lindemannstr. 81
D-44137 Dortmund

Seite 12 von 12
<http://www.loca.net>
e-mail:info@loca.net