

Praxiswissen • Problemlösungen • Tests

Hardware, Praxis, Betriebssysteme

## NAS-Guide

Günstige Gehäuse • Mikro-Server • Highspeed-NAS  
Ausprobiert: FreeNAS, Synology, Windows Server  
Netzwerkspeicher gekonnt einrichten

## LAN-Praxis

Werkzeugkoffer Kali-Linux  
Server fernschalten & absichern  
IPv6 clever kaskadieren  
WLAN-FAQ • Linkchecker

## Multitalent Fritzbox

VoIP, DECT/WLAN-Repeater, Fax  
GSM-Gateway, Least Cost Router

Die besten Umstiegs-Strategien: Von Hinauszögern bis optimal nutzen

## Der VoIP-Ratgeber

Für jeden Zweck den richtigen Adapter • ISDN-Ende meistern  
Verschlüsselung und Fax ausschöpfen



# GNADENLOS DURCHLEUCHTET.

THEMEN UND TESTS MIT LEIDENSCHAFT.

4x  
**c't PLUS**  
FÜR 14,20 €\*



## JETZT 2 MONATE DAS c't-PLUSABO TESTEN:

- 4x c't als **HEFT + DIGITAL\*\***  
+ Online-Zugriff auf das **ARTIKEL-ARCHIV**  
für nur 14,20 €\*
- Bereits **freitags** lesen
- Nach der Testphase erwartet Sie die **c't-NETZWERKKARTE** mit exklusiven Vorteilen.

## IHR GESCHENK: POWERBANK

Für Ihre Testbestellung bedanken wir uns mit der **Powerbank 5.000mAh** als Stromreserve für unterwegs (für Smartphones und Tablets).

**Sie sind bereits Abonnent** und möchten für 18,20 € auf das Plus-Abo umsteigen? Unser Leserservice hilft Ihnen gern beim Wechsel – mit einer Powerbank als Dankeschön.



**ct.de/plusabo**

0541 / 80 009 120

leserservice@heise.de

\*Preis in Dt. inkl. MwSt. Auslandspreise können abweichen.

\*\*Verfügbar für Android (Tablet, Smartphone, Kindle Fire) und iOS (iPad, iPhone)

Folgen Sie uns auf:   

Bitte bei Bestellung angeben: 1CEA1501

## Liebe Leserin, lieber Leser,

VoIP, die Telefonie übers Internet, wird unausweichlich. Welche Strategie brauchen Sie für den Umstieg? Ob Sie ihn noch ein wenig hinauszögern müssen oder den Wechsel aktiv gestalten wollen: In diesem Sonderheft finden Sie Strategien für beide Wege. VoIP birgt zwar Ungewissheiten, aber mit wenigen Vorkehrungen wappnen Sie sich gegen Ausfälle und nutzen Vorteile wie Verschlüsselung, Nebenkosten gratis oder bessere Sprachqualität.

Im Zentrum der VoIP-Welt steht oft die Fritzbox, der Tausendsassa unter den Routern. Sie bringt vieles Erforderliche für den Umstieg auf VoIP schon mit und bildet daher einen eigenen Schwerpunkt. Sollten jedoch an Ihrem Router Telefonanschlüsse fehlen, verlängern Sie das Leben von Altgeräten mit dem richtigen VoIP-Adapter. Mit etwas Know-how lässt sich auch die Ausfallsicherheit des Fax-Dienstes erhöhen.

Medienspieler, Fernseher, Smartphones und nicht zuletzt PCs entfalten ihr Potenzial erst, wenn Sie ihnen zur Dateiablage genügend Speicherplatz im LAN bieten. Anhand unseres NAS-Schwerpunkts finden Sie den passenden Netzwerkspeicher – ob Leergehäuse zum kleinen Preis für viel Speicherplatz, leistungsstarker Mikro-Server oder Highspeed-NAS-Zentrale mit 10-Gigabit-Anschluss und schnellen SSDs.



Dušan Živadinović



# Inhalt

## VoIP

- 6 Das Ende von ISDN
- 11 Fritzfon M2 und MT-F
- 12 Umstieg auf VoIP
- 16 VoIP günstig einsetzen
- 22 VoIP-Adapter und -Telefone
- 27 FAQ: Anschlusswechsel
- 28 VoIP-Adapter und Schnurlostelefone
- 32 VoIP-Vorteile
- 34 Optimale Faxeinstellungen
- 36 Fax per VoIP-Router
- 39 Verschlüsselung mit Enigmabox
- 40 VoIP-Protokolle: Verschlüsselung
- 46 Fritzbox als VoIP-Least-Cost-Router
- 51 Fritzbox: DECT-Reichweite erhöhen
- 52 Verschlüsselung mit VoIP-Apps
- 56 Fritzbox: Vernetzte Tk-Anlagen
- 58 WLAN-Router mit Telefonzentrale
- 60 Mumble als VoIP-Server

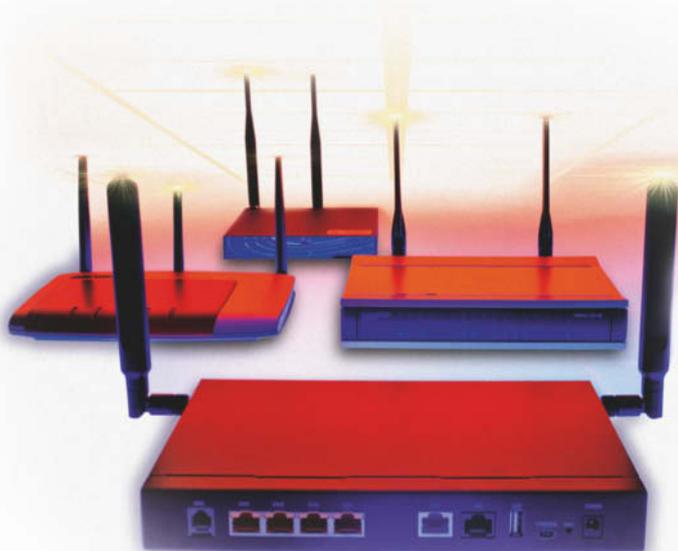
## Hardware für Netzwerker

- 62 Gigabit-Powerline-Adapter
- 66 Musiksteuerung per Telefonanlage
- 68 USV für den Raspberry Pi
- 72 Gigabit-Switches

### VoIP

Alles, was Sie für die IP-Telefonie und den Umstieg brauchen: Adapter für ISDN-, Analog- und Faxgeräte, Schnurlostelefone, Zeitpläne der Provider, Know-how und Tipps zur Verschlüsselung sowie Konfigurationsbeispiele zur Kostenersparnis

ab Seite 6



### Hardware für Netzwerker

Highspeed-Zubehör: Gigabit-schnelle LAN-Verlängerung per Stromleitung und schlaue Switches für die Gigabit-Generation stützen die Arbeitspferde VoIP und NAS im Netz.

ab Seite 62



## NAS und Server

Wenn die schlaue Vorratskammer schon für TV- und Audio-Dienste rund um die Uhr läuft, warum sie nicht auch Serverdienste wie Groupware, Mail und Webseiten anbieten lassen und sogar als virtuelle Maschine für den PC-Ersatz nutzen? Das und mehr gibts in vielerlei Gestalt: als fertige Geräte, als Reizobjekte fürs Tuning oder als Highspeed-Maschinen.

ab Seite 74



## Praxis und Monitoring

Damit ein NAS oder Server seinen Dienst dauerhaft unbeirrt verrichtet, braucht er gelegentlich Zuwendung. Mit dem Know-how zur Server-Absicherung vermeiden Sie Probleme schon im Vorfeld und setzen Überwachungs- und Log-Auswertungs-Tools als flankierende Maßnahmen ein.

ab Seite 120

## NAS und Server

- 74 Das kann NAS
- 80 NAS-Alternativen
- 86 NAS-Leergehäuse
- 93 NAS-Newcomer, VM-Host
- 94 Mainboards und Komplettsysteme
- 100 HP ProLiant Microserver Gen8
- 102 FAQ: Festplatten für NAS
- 104 NAS mit Cloud-Kontakt
- 105 NAS wird zum VM-Server
- 106 Netzwerkspeicher mit Windows Storage Server
- 108 NAS-Betriebssystem Rockstor
- 110 Jabber-Server Prosody am DSL-Anschluss
- 112 FAQ: Microsoft Small Business Server
- 114 Netzwerkspeicher mit 10-Gigabit-Ethernet

## Praxis und Monitoring

- 120 Server-Absicherung
- 126 Logdateien überwachen mit Logwatch
- 130 Server-Überwachung mit Raspberry Pi
- 134 Hacker-Werkzeug Kali Linux 2.0
- 137 Protokollierung, Fernschalter
- 138 Netzwerk-Tools
- 139 FAQ: WLAN
- 140 IPv6-Praxis
- 144 Ethernet-Linkchecker

## Zum Heft

- 3 Editorial
- 146 Impressum



Urs Mansmann

## Das Ende von ISDN

**Die Tage des konventionellen Telefonnetzes sind gezählt. Alle Anbieter bauen ihre digitalen Telefonnetze in den kommenden Jahren komplett ab und ersetzen sie mit der IP-Telefonie. Kunden erhalten früher oder später eine Kündigung und müssen ihren Anschluss umstellen. Dabei gilt es vieles zu beachten.**

**D**em bewährten ISDN-Netz bereiten die Provider derzeit einen schleichenden Tod. Bereits heute gibt es DSL-Anschlüsse bei der Telekom nur noch in Kombination mit IP-Telefonie, aber nicht mit einem herkömmlichen Anschluss. Der Anschluss mit IP-Telefonie ist inzwischen Standard; 2018 wird dann der letzte Splitter am letzten Altanschluss der Telekom zu Elektronikschrott. Allerdings haben die Provider unterschiedliche Pläne, wie

schnell die Umstellung vonstatten gehen soll und welche Taktik sie dabei verfolgen.

Die Provider können die Umstellung nicht weiter auf die lange Bank schieben. Der Parallelbetrieb zweier Infrastrukturen, des alten Telefonnetzes und der Breitband-Infrastruktur, verursacht Mehrkosten und ist ein Preis- und damit ein Wettbewerbsnachteil. ISDN-Gerätschaften werden schon lange nicht mehr produziert und auch Ersatzteile werden allmählich knapp. Die Geräte haben nach 20

bis 30 Jahren im Einsatz das Ende ihrer Lebensdauer erreicht. Hinzu kommt, dass die Zahl der Mitarbeiter stetig abnimmt, die diese Technik noch bedienen und warten können.

Früher oder später werden die Provider ihren Kunden also kündigen und ihnen den Umstieg auf einen Anschluss mit IP-Telefonie anbieten. Erhält man eine solche Kündigung, sollte man zunächst prüfen, ob der Anbieter die vertraglich vereinbarte Kündigungsfrist

einhält und bei Bedarf auf deren Einhaltung dringen. Erfolgt die Kündigung form- und fristgerecht, kann der Kunde nichts dagegen unternehmen.

Betroffen von Kündigungen sind bei der Telekom derzeit nur Kunden mit einem DSL-Anschluss, der mit einem Telefonanschluss über einen Splitter kombiniert ist. Betreiber von ISDN-Anschlüssen werden bei der Telekom aber ebenfalls bis Ende 2018 alle eine Kündigung erhalten haben. Im Moment kann man ISDN-Anschlüsse bei der Telekom unter dem Namen „Universal“ noch buchen, aber das Ende dieser Anschlussart ist absehbar. Der Aufpreis gegenüber dem Analoganschluss beträgt bei der Telekom inzwischen acht Euro monatlich. Die Laufzeit beträgt zwölf Monate – die Telekom kann sich dieses Vertrags nach Ablauf der Frist und nach jeder Verlängerung um weitere zwölf Monate ebenso entledigen wie der Kunde.

Kunden, die nur einen einfachen Analoganschluss gebucht haben, können sich entspannt zurücklehnen. Sie werden zwar auch auf IP-Telefonie umgestellt, das aber passiert in der Vermittlungsstelle; die Telekom wird diese Verträge nicht ändern oder kündigen. Die analoge Telefonleitung wird die Telekom auch künftig anbieten. Zum einen verdient sie an der Leistung nicht schlecht, zum anderen ist sie gesetzlich verpflichtet, überall Telefonanschlüsse anzubieten. Anders als fürs Breitband-Internet gilt hier eine Versorgungspflicht.

Allerdings kann niemand einen gekündigten Kunden zwingen, beim gegenwärtigen Anbieter zu bleiben. Wenn Sie sowieso einen neuen Vertrag schließen müssen, sollten Sie

die Gelegenheit nutzen, Preise vergleichen und zu dem Provider wechseln, der Ihnen das beste Angebot macht [1]. Meist gibt es beim Abschluss eines Zwei-Jahres-Vertrags vergünstigte Hardware und Nachlässe auf die monatlichen Gebühren. Der Wettbewerb zwischen den Providern ist knallhart; der wirtschaftliche Vorteil für den Kunden kann bei einem Wechsel durch Hardware-Subventionen und Gebührengutschriften in den ersten zwei Jahren des Vertrags mehrere Hundert Euro ausmachen.

Die Umstellung auf IP-Telefonie kann aber auch eine Chance sein, vorhandene Technik zu modernisieren und aufzurüsten. SIP-Anbieter haben maßgeschneiderte Angebote für Unternehmen in allen Größen, die bei Sprachqualität und Konfigurationsmöglichkeiten ISDN-Anlagen in jeder Hinsicht alt aussehen lassen.

## Mehr Tempo

Der Wegfall des Telefonanschlusses bedeutet mehr Internet-Bandbreite auf der Leitung. In Deutschland wurde in der Vergangenheit grundsätzlich DSL mit Annex B eingesetzt. Für das ISDN-Signal wird dabei ein 138 kHz breites Fenster am Beginn des Frequenzbereichs ausgespart. Diese niedrigen Frequenzen werden am geringsten gedämpft. Benötigt man diesen Frequenzanteil nicht, kann man stattdessen Annex J einsetzen und die 138 kHz dem Uplink der ADSL-Verbindung zuschlagen. Statt rund 1 sind dann in Senderichtung bei ADSL2+ bis zu 2,5 MBit/s möglich. Bei VDSL-Verbindungen fällt dieser Unterschied kaum ins Gewicht, da hier

ein viel größerer Frequenzbereich für den Upstream vorgesehen ist.

Ältere Modems und Router beherrschen kein Annex J. Bevor man seinen Anschluss darauf umstellen lässt, sollte man also prüfen, ob die Geräte dafür geeignet sind. Im Zweifelsfall empfiehlt es sich, ein neues Gerät zu beschaffen.

## Telekom-Pläne

Die Telekom baut im Rahmen der IP-Umstellung auch ihr Zugangsnetz aus. Bis 2018 soll für 80 Prozent aller Haushalte VDSL mit einer Mindestdatenrate von 50 MBit/s im Downstream erhältlich sein, verkündete der Konzern der Presse. „Super Vectoring“, soll bis dahin 250 MBit/s im Downstream und 50 im Upstream bereitstellen. Die Lücken im Netz soll LTE dann mit einer Abdeckung von 95 Prozent der Bevölkerung und einer Datenrate bis zu 300 MBit/s stopfen. Über eine Kombination aus VDSL und LTE sollen bis zu 550 MBit/s verfügbar sein.

Die Netztopologie will das Unternehmen indes vereinfachen. Wo bisher Änderungen an Anschlüssen Konfigurationen in zahlreichen verschiedenen Instanzen erforderten, soll das künftig über eine zentrale Einrichtung laufen, das Broadband Network Gateway (BNG). Dort werden alle Provisionierungsdaten hinterlegt sein. Die Einrichtungszeiten von bisher rund einer Woche für einen neuen Anschluss sollen dadurch künftig erheblich sinken.

Die Telefontechnik ändert sich beim Umstieg grundlegend. Die Vermittlungstechnik, früher auf fast 10 000 Vermittlungsstellen im ganzen Bundesgebiet verteilt, wird zentrali-

## Zwangsabschaltung für DSL-Resale-Kunden

Wer noch einen alten Anschluss mit Line-Sharing hat, läuft möglicherweise in eine Offline-Falle. Sie erkennen diese Kombination daran, dass Telefon- und DSL-Anschluss über eine Leitung laufen, die Rechnungen aber von unterschiedlichen Anbietern stammen, beispielsweise fürs Telefon von der Telekom und für den DSL-Anschluss von 1&1.

Die Telekom kündigt derzeit diese Verträge mit anderen Anbietern. Diese müssen die Kündigung akzeptieren und teilen das dann wiederum ihren Kunden mit. Üblicherweise bieten sie die Umstellung auf einen All-IP-Anschluss an. Ein Problem ent-

steht, wenn die Restvertragslaufzeit des Telefonanschlusses länger ist als die Restlaufzeit des DSL-Anschlusses. Dann wird der DSL-Anschluss zum Kündigungstermin abgeklemmt, der Telefonanschluss bleibt aber bestehen – und blockiert einen DSL-Neuanschluss.

In einem c't vorliegenden Fall, in dem zwischen DSL-Abschaltung und Vertragslaufzeitende für den Telefonanschluss rund sechs Monate liegen, weigerte sich die Telekom, den Anschluss vorzeitig abzuschalten. Auch das Angebot des Kunden, dafür eine Ablöse in Höhe der noch ausstehenden Grundgebühren zu

bezahlen, schlug die Telekom aus. Der Kunde muss den Vertrag bis zum bitteren Ende aussitzen – und muss wohl insgesamt ein halbes Jahr lang ein 56-kBit/s-Modem statt des 16-MBit/s-DSL-Anschlusses nutzen.

Falls Sie einen solchen Line-Sharing-Anschluss haben, sollten Sie prüfen, zu welchem Datum Ihr Telefon-Vertrag ausläuft. Anschließend sollten Sie mit Ihrem DSL-Anbieter einen Wechsel zu einem All-IP-Anschluss zu diesem Zeitpunkt vereinbaren und dabei auch klären, ob er die Kündigung vornimmt oder ob Sie das tun müssen.

siert. Die Anbindung dorthin erfolgt über eine IP-Verbindung, die Wandlung zwischen analog und digital geschieht bei digitalen Geräten wie DECT-, ISDN- oder IP-Telefonen im Gerät selbst oder, bei reinen Analoggeräten, im VoIP-Adapter. Wo früher eigene Hard- und Software das Telefonnetz bildete, ist die Telefonie künftig nur noch ein IP-Service, der ein funktionierendes Breitbandnetz voraussetzt.

Mit dem Umstieg fällt für viele Kunden auch die Notstromversorgung ihres Anschlusses weg. Eine USV für seinen DSL-Router hat niemand, so das Kalkül der Provider, da kann man sich die USV für die Vermittlungsstelle auch gleich sparen. Mit USVs ausgestattet sind nur die Hauptvermittlungsstellen (HVT); wer an einem der großen grauen Kästen am Straßenrand angeschlossen ist, den sogenannten MSAN (Multi-Service Access Node), hat keine Notstromversorgung. Bei einem Stromausfall gibt es eine Stützung, die für einige Sekunden weiter Strom liefert und dafür sorgt, dass die Geräte korrekt herunterfahren und den Stromausfall melden. Allerdings wäre es technisch kein Problem, die MSAN mit einer USV auszustatten – die Batterieanschlüsse sind an den Geräten vorhanden. Diese Möglichkeit nutzt beispielsweise die hannoversche Telefongesellschaft HTP. Bei geplanten Wartungsarbeiten an der Stromversorgung rückt auch die Telekom mit einem Akkupack an, das den Ausfall überbrückt.

Sollen Notrufsysteme, etwa Hausnotrufe oder Alarmanlagen, auch bei einem Stromausfall im Wohnviertel funktionieren, müssen sie den Mobilfunk nutzen. Dessen Basisstationen sind in den meisten Fällen mit USVs ausgestattet, die zumindest einige Stunden lang funktionieren. Da bei einem Stromausfall durch Smartphones, die sich beim Verlust des WLANs automatisch in LTE- und UMTS-Netze einbuchen, eine Überlastung droht, empfiehlt es sich, für Telefonieverbindungen im Notfall das robuste GSM-Netz einzusetzen, bei dem Daten- und Sprachverbindungen strikt getrennt laufen.

## Alte Geräte für neue Anschlüsse

Findige Geschäftemacher verkaufen natürlich gerne auch gleich neue Telefone und Telefonanlagen zusammen mit dem neuen Anschluss. Die meisten alten Geräte können aber auch an einem VoIP-Anschluss weitergenutzt werden. An den Analoganschlüssen der Telekom funktionieren auch nach der Umstellung auf neue Technik alle Geräte, die seit 1948 auf den Markt gekommen sind, verspricht die Telekom.

Für den Weiterbetrieb alter Telefone an DSL-Anschlüssen ist vor allem entscheidend, welche Schnittstellen der Router aufweist. Vor der Bestellung sollte man das Datenblatt deshalb sorgfältig studieren. Fast alle VoIP-Router bieten einen oder mehrere Analoganschlüsse,

an denen sich analoge schnurgebundene Telefone und Basisstationen von Schnurlostelefonen anschließen lassen. Wie bei einer ISDN-Anlage kann man festlegen, auf welche Rufnummern die Geräte bei kommenden Telefonaten reagieren sollen und welche sie für gehende einsetzen sollen. Meist erfolgt eine solche Einstellung im Benutzer-Interface des VoIP-Routers, bei Anbietern, die die Router ihrer Kunden fernkonfigurieren, im Web-Interface des Kundencenters.

Mehr Möglichkeiten bietet ein interner S<sub>0</sub>-Bus für den Anschluss von ISDN-Geräten und -Anlagen, der sich bei den teureren Routern findet. Die Speedport-Router der Telekom haben keinen ISDN-Anschluss, dafür bietet die Telekom ein separates Gerät, den „Speedport ISDN Adapter“ für den stolzen Preis von 70 Euro plus Versand. An einen ISDN-Bus lassen sich bis zu acht Geräte anschließen, beispielsweise ISDN-Telefone, aber auch komplette ISDN-Anlagen, sofern sie am Mehrgeräteanschluss arbeiten. Bis zu zehn Rufnummern von VoIP-Anbietern lassen sich an ISDN-Geräten verwalten. Eine bestehende Analog- oder ISDN-Anlage kann man am VoIP-Anschluss ohne Änderung weiter betreiben, wenn der Router eine Schnittstelle dafür hat. Das kommt Nutzern entgegen, die beispielsweise für eine ins bestehende System integrierte Türsprechanlage nur sehr schwer Ersatz finden würden oder deren bestehende ISDN-Anlage einwandfrei funktioniert und alle Bedürfnisse abdeckt.

Die DSLAMs für viele Dutzend VDSL-Teilnehmer sind mit bis zu 10 GBit/s mit dem Backbone verbunden; eine Verbindung zu einer konventionellen Telefonvermittlungsstelle ist nicht mehr vorgesehen.



Als Einzelanschluss ohne ADSL oder VDSL sind ISDN-Anschlüsse bei der Telekom noch buchbar. Spätestens 2017 wird die Telekom dieses Angebot aber einstellen.

Call Start/Universal (ISDN)  
ist bestellbar  
Ihr Wunsch: [Neuanschluss](#)  
[Neue Recherche](#)

Call Start/Universal (ISDN)  
**Der Einsteigertarif für Vielsparer**

monatlich  
**25,95 €** <sup>(\*)</sup>  
plus 69,95 € einmaliger  
Bereitstellungspreis

- Für 2,9 Cent/Minute ins deutsche Festnetz
- Ab 2,9 Cent/Minute ins Ausland
- Für 19 Cent/Minute in deutsche Mobilfunknetze

[Weiter](#)

Eine schnurlose Alternative zu Analog- und ISDN-Anschlüssen ist DECT. VoIP-Router der gehobenen Preisklasse enthalten auch eine DECT-Basisstation, an der sich mehrere Schnurlostelefone anmelden lassen, je nach Modell vier bis sechs. Der GAP-Standard für diese Telefone ist herstellerübergreifend, bietet aber nur grundlegende Funktionen wie Gesprächsannahme, Wählen, Makeln, Vermitteln oder Dreierkonferenz. Die Rufnummernanzeige funktioniert meistens, aber nicht mit allen Geräten.

Wer weitergehende Leistungen nutzen will, etwa den Zugriff auf das anlageninterne Telefonbuch sowie auf Ruflisten, oder die Rufnummernunterdrückung gerne über das Menü des Telefons aufrufen will und nicht über den schwer zu merkenden Code \*31# vor der Rufnummer, sollte ein zur Anlage passendes Telefon erwerben wie das Fritzfon zur Fritzbox. Allerdings bietet nicht jeder Router-Hersteller speziell auf den Router abgestimmte Telefone. Die Home-Box 2 von O2 beispielsweise bietet im Vergleich zur Fritzbox nur einen stark eingeschränkten Funktionsumfang für angeschlossene DECT-Geräte.

Hat man eine Kombination aus DECT-Basis (ISDN oder analog) und DECT-Telefon,

kann es sinnvoll sein, die alte Basis weiter zu benutzen, wenn diese einen größeren Funktionsumfang bietet als das Telefon im Zusammenspiel mit dem VoIP-Router. Bei mehreren Telefonen an einer Basis mit Analoganschluss ist wiederum die DECT-Basis des Routers die bessere Alternative, wenn dieser mehrere Gespräche gleichzeitig erlaubt.

## Probleme für Faxe

Eine VoIP-Verbindung weist längst nicht die Zuverlässigkeit einer ISDN-Verbindung auf. ISDN wird im Time-Division-Multiplex-Verfahren (TDM) vermittelt. Die Datenrate von 64 kBit/s auf dem Medium ist garantiert, Datenverluste kommen praktisch nicht vor. Für analoge Leitungen geschaffene Modems konnten darüber problemlos Daten übertragen.

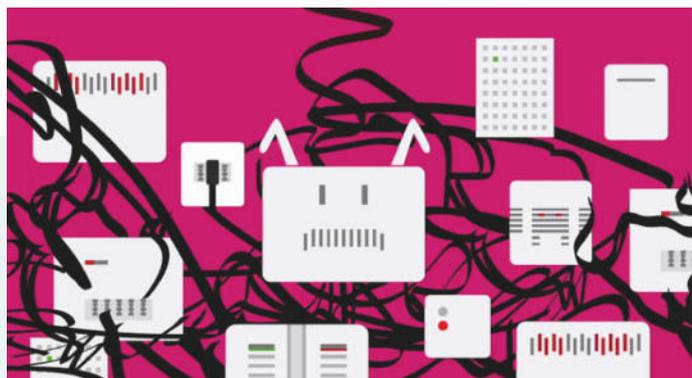
Mit VoIP fällt diese Übertragungssicherheit weg. Voice over IP ist ausschließlich auf die Übertragung von Sprache optimiert. Wenn ab und zu mal ein Datenpaket bei der Übertragung verloren geht, gibt es einen kleinen Knackser, den die Teilnehmer aber kaum wahrnehmen. Wird die Verzögerung zu groß, vergrößert sich der Puffer und es

kommt zu einem Aussetzer. Für Sprachverbindungen ist das kein Problem, Modemverbindungen hingegen reagieren auf derlei Störungen in der Regel mit einem Verbindungsabbruch.

Zwar gibt es das Protokoll T.38 für Fax over IP, aber viele Anbieter setzen es nicht ein, obwohl viele Router diesen Standard beherrschen. Ein Argument lautet, dass die VoIP-Verbindungen qualitativ so gut seien, dass man darüber problemlos eine Modemverbindung herstellen könne. Die verbreiteten Klagen der Anwender über Probleme beim Faxen widerlegen dieses Argument. Trotz großer Bandbreiten kann es auf einer Internetverbindung jederzeit zu Paketverlusten oder Schwankungen bei der Latenz kommen.

Eine gangbare Alternative für Gelegenheitsnutzer ist ein Webfax. Viele VoIP-Anbieter, etwa Sippgate oder dus.net, bieten ein Fax-to-Mail-Gateway (Fax2Mail) an, das eingehende Faxe in ein PDF-Dokument packt und per Mail an den Empfänger verschickt. Das funktioniert auch in Senderichtung: Sippgate bietet dazu einen Druckertreiber und alternativ ein Mail2Fax-Gateway an, das in E-Mails enthaltene Dokumente per Fax verschickt. Diese Dienste sind meist kostenlos

Die Telekom preist IP-Telefonie als Befreiungsschlag vom riesigen Altanschluss-Geräte-zoo. Tatsächlich fallen mit dem Umstieg auf IP-Telefonie nur Splitter und gegebenenfalls ISDN-NTBA ersatzlos weg.



## Telefonieren in HiFi

Im herkömmlichen Telefonnetz ist die Sprachqualität festgeschrieben. Netzintern kommt weltweit bei allen Telefongesellschaften der Codec G.711 zum Einsatz, der bei einer Datenrate von 64 kBit/s eine Audio-Bandbreite von rund 3,1 kHz liefert. Bei IP-Telefonie wird die Verwendung des Codecs bei jeder Verbindung ausgehandelt. Hier können auch neuere Codecs mit höheren Datenraten und größerer Audiobandbreite eingesetzt werden. Als Standard in VoIP-Netzen hat sich G.722 durchgesetzt, der bei gleicher Datenrate wie G.711 die doppelte Audiobandbreite erreicht.

Auch im Mobilfunk kommt HD-Voice mit dem Codec AMR Wideband (G.722.2) zum Einsatz. Dieser ist auf minimalen Bandbreitenbedarf optimiert, braucht dafür aber viel Rechenleistung – die ein Smartphone problemlos bereitstellen kann.

Für eine funktionierende HD-Voice-Verbindung müssen die Geräte beider Gesprächspartner den verwendeten Codec

beherrschen. Außerdem müssen alle Vermittlungseinheiten auf dem Kommunikationspfad damit umgehen können. Bei Gesprächen zwischen Fest- und Mobilfunknetz muss außerdem eine Codec-Wandlung stattfinden. Für die Netzbetreiber bedeutet das zusätzlicher Aufwand.

Netzintern klappt HD-Voice bereits in vielen Fällen zwischen IP-Anschlüssen, netzübergreifend fehlen oft noch die erforderlichen Gateways. Wer Analog- oder ISDN-Hardware nutzt, ist damit an den alten Codec G.711 gebunden und kann HD-Voice nicht nutzen.

Der Analoganschluss der Telekom arbeitet auch nach der Umstellung auf IP auf der digitalen Seite ausschließlich mit dem G.711-Codec und einer Audiobandbreite von 3,1 kHz. Beim Umstieg auf IP-Telefonie sollte man sich daher überlegen, sich ein DECT-Telefon nach dem CAT-iq-Standard zuzulegen, das mit HD-Voice eine deutlich verbesserte Tonqualität bietet.



Das Gigaset A540 CAT für unter 40 Euro lässt sich an bestehende VoIP-Anlagen anknüpfen und beherrscht HD-Voice.

und sparen dem Kunden die Kosten für Wartung und Betrieb eines Faxgeräts.

Probleme können auch Alarmanlagen, Hausnotrufsysteme und Aufzugsnotrufe bereiten, die auf eine herkömmliche analoge oder ISDN-Datenverbindung angewiesen sind. Viele dieser Geräte arbeiten an IP-Anschlüssen nicht zuverlässig oder stellen die Funktion gleich ganz ein. Wenn Sie solche Geräte betreiben, sollten Sie den Hersteller befragen, ob ein Betrieb an einem IP-Anschluss möglich ist. In einigen Fällen gibt es auch Software- oder Hardware-Upgrades, die die Geräte fit für einen IP-Anschluss machen. Die Telekom hat nach eigenem Bekunden ein „Spezial-Team“ eingerichtet, das die Kunden in solchen Problemfällen berät.

Transparente Datenverbindungen über den B- oder D-Kanal, wie sie ISDN anbietet, sind an VoIP-Anschlüssen nicht mehr möglich, selbst wenn deren Router eine S<sub>0</sub>-Schnittstelle aufweisen. Wer noch eine ISDN-Datenverbindung einsetzt, muss sich künftig umstellen. Typische Anwendungen für solche Verbindungen sind ältere EC-Kartenterminals, die sich für jeden Zahlungsvorgang einwählen. Diese müssen entweder mit einer LAN-Schnittstelle nachgerüstet oder durch ein neueres Modell mit LAN- oder Mobilfunkanbindung ersetzt werden. Mit

dem Ende von ISDN definitiv obsolet sind die früher sündhaft teuren Gruppe-4-Faxgeräte. Anders als ihre immer noch wesentlich verbreiteteren Vorgänger der Gruppe 3 tauschen sie ihre Daten digital aus und nicht über ein Analogmodem – da hilft auch kein interner S<sub>0</sub>-Bus am Router oder ein S<sub>0</sub>-zu-VoIP-Adapter, da dieser den erforderlichen Datenmodus nicht beherrscht.

### Betriebsicherheit

Ein IP-Anschluss fällt deutlich häufiger aus als ein herkömmlicher Anschluss. Die Technik ist noch nicht so recht ausgereift. ISDN- und Analoganschlüsse sind gegenüber Störungen deutlich robuster als ADSL- oder VDSL-Anschlüsse. Jeder Sync-Verlust des DSL-Anschlusses führt zwangsläufig zu einem Abbruch aller IP-Telefonieverbindungen.

Auch die Zentralisierung birgt Gefahren: Der Ausfall eines Dienstes wie des DNS (Dynamic Name Server) oder einzelner Routen im Netz kann zahlreiche IP-Anschlüsse gleichzeitig lahmlegen. Die Telekom kämpfte im August und September 2014 mit einer Serie von Störungen, die immer wieder Hunderttausende von Anschlüssen stundenlang lahmlegte [2]. Inzwischen hat der Konzern die Lage aber offenbar im Griff.

Die große Zahl der neuen Anschlüsse stellt die Techniker vor Herausforderungen. Trotz aller Simulationen und Testläufe treten im Realbetrieb mit Millionen von Kunden mitunter unvorhergesehene Probleme auf. Wer zwingend auf einen funktionierenden Anschluss angewiesen ist, sollte sich einen Mobilfunkanschluss als Backup zulegen, wenn die Umstellung auf IP-Telefonie ins Haus steht. Mit einer bedingten Rufumleitung für den Fall, dass der IP-Anschluss nicht erreichbar ist, lassen sich kleinere Störungen problemlos überbrücken.

Wer vorerst nicht auf ISDN verzichten mag, findet immer noch Anschlüsse bei Regionalgesellschaften und Konkurrenten wie Vodafone, die durch den Wegfall ihres größten Konkurrenten ihre Chance wittern, neue Kunden zu gewinnen. (uma)

### Literatur

- [1] Urs Mansmann, Auf Trab gebracht, Neue Internetzugänge mit mehr Tempo, c't 22/14, S. 142
- [2] heise online, Anhaltende und massive Störungen bei IP-Telefonie der Telekom, <http://heise.de/-2305334>

## Fritzchens Freunde

Die DECT-Telefone Fritzfon M2 und MT-F sind der kleinste und größte Vertreter aus der Produktpalette des Router-Herstellers AVM.

Beide lassen sich dank DECT-üblichem GAP-Standard auch mit anderen Stationen koppeln. Den vollen Funktionsumfang kann man freilich nur an einer Fritzbox mit DECT-Basis nutzen.

Die offensichtlichen Unterschiede beschränken sich auf das Display – monochrom beim M2, etwas größer und farbig beim MT-F –, den Head-Set-Anschluss beim MT-F sowie die Gehäuse und Tastaturen. Dem M2 hat AVM ein weißes Gehäuse mit erhabenen Tasten spendiert, dem MT-F ein schwarz glänzendes mit eingelassenen Tasten.

Die Akkulaufzeit ist beim M2 klar besser; beim MT-F fordert das größere und farbige Display seinen Tribut. Bei den anderen Merkmalen, seien es Sprachqualität, Steuerung der Fritzbox, Zugriff auf das dort hinterlegte Telefonbuch oder den Anrufbeantworter oder auch beim Abruf von Internetdiensten wie

RSS-Feeds und Podcasts, gibt es keine nennenswerten Unterschiede. Für die Wiedergabe von Audio-Streams eignet sich der in den Telefonen eingebaute kleine Lautsprecher nur als Notnagel. Manches könnte AVM bei beiden Modellen verbessern, etwa die umständliche Steuerung des UPnP-Medienservers.

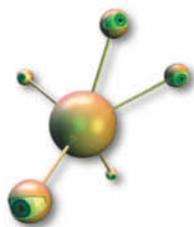
Letztlich stellt sich beim Kauf nur die Frage, was einem wichtiger ist: längere Akkulaufzeit und erhabene Tasten, die sich leicht treffen lassen, oder das größere und kontraststarke Farbdisplay und der Anschluss für ein kabelgebundenes Head-Set

(Kai Wasserbäch/dz)



### DECT-Telefone

	Fritzfon M2	Fritzfon MT-F
Hersteller	AVM, www.avm.de	
Display	einfarbig	mehrfarbig
Anschlüsse	–	Head-Set
Laufzeit (Gespräch/Standby)	15 Stunden/8 Tage	10 Stunden/5 Tage
Lieferumfang	Ladestation, Akku, Anleitung, Mobilteil	
Preis	43 €	54 € 



iX-Workshop

## Open Source Monitoring mit Icinga 2

**Begrenzte Teilnehmerzahl!**  
–  
**Jetzt buchen**

### Zwei-Tage-Intensiv-Workshop

Icinga 2 ist ein Open Source Monitoring-System für den Unternehmenseinsatz zur Überwachung von Netzwerkressourcen, Benachrichtigung von Benutzern im Fehlerfall und bei Wiederherstellung und Generierung von Mess-Daten zur Trendanalyse und Reporting.

Durch Skalierbarkeit und Erweiterbarkeit ist Icinga 2 in der Lage auch große, komplexe Umgebungen über verschiedene Standorte hinweg zu überwachen. Icinga 2 ist hierbei eine komplette Neuentwicklung bleibt aber mit Plugins und Add-ons, die von Nagios und Icinga 1 bekannt sind, kompatibel.

Dieser Workshop erläutert die Grundlagen von Monitoring mit Icinga 2, führt in praktischen Beispielen von der Installation zu einer Basisüberwachung von Linux und Windows inklusive Performance-Graphen. Des Weiteren wird auf die Migration von Nagios und Icinga 1 zu Icinga 2 eingegangen und ein Ausblick auf Erweiterungsmöglichkeiten gegeben.

**Termin: 03. - 04. November 2015, Hannover**

**Teilnahmegebühr: 1.190,00 Euro (inkl. MwSt.)**

Referent:



**Dirk Götz** (links) ist als Senior Consultant und Trainer im Bereich Monitoring, Reporting und Konfigurationsmanagement für die NETWAYS GmbH unterwegs.

Eine Veranstaltung von:



Organisiert von:



Weitere Infos unter: [www.heise-events.de/icinga2015](http://www.heise-events.de/icinga2015)  
[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)



Urs Mansmann

# Alte Telefon-Hardware mit VoIP weaternutzen

**Die Telekom drängt ihre Kunden zum Umstieg von ISDN auf VoIP. Sie will so schnell wie möglich ihre alten Vermittlungsstellen abschalten. Beim Wechsel auf die neue Technik müssen die Kunden aber nicht auf ihre alten Geräte verzichten. Selbst antike Hardware lässt sich noch an VoIP-Routern betreiben. Die neuen Anschlüsse bieten zusätzliche Vorteile.**

**W**er bei der Telekom einen herkömmlichen Telefonanschluss haben will, muss mittlerweile hartnäckig sein. Neukunden erhalten in Kombination mit DSL auf jeden Fall automatisch einen VoIP-Anschluss.

ISDN-Anschlüsse gibt es zwar noch, aber ausschließlich ohne DSL und mit einer Vertragslaufzeit von nur einem Jahr. Der Betrieb des Telefonnetzes parallel zur Internet-Infrastruktur ist teuer. Die Geräte altern, Ersatzkomponenten werden nicht mehr hergestellt und immer weniger Fachkräfte kennen sich noch mit ISDN aus. Innerhalb der nächsten Jahre soll ISDN ganz abgeschaltet werden.

Das ist für die Kunden ärgerlich. ISDN-Anlagen sind aufwendig verkabelt, ihre Bedienung in vielen Jahren erlernt. Viele bieten Sonderfunktionen, auf die man nicht verzichten möchte, etwa die automatische Verwendung von Sparvorwahlen, internes Weiterverbinden oder eine integrierte Türsprechstelle.

Grundsätzlich muss man die ISDN-Anlage mit dem Wechsel nicht aufs Altenteil schicken. Generell arbeiten ISDN- und VoIP-Anlagen gut zusammen. In beiden Welten ist G.711 der Standard-Codec für die digitale Sprachübertragung. ISDN-Telefonate lassen sich also ohne Codec-Wandlung per VoIP

durchleiten. Einzige Voraussetzung ist, dass der Router mit einem internen S<sub>0</sub>-Bus ausgestattet sein muss. Daran lassen sich ein oder mehrere ISDN-Geräte oder eben ganze Anlagen anschließen. Einige Breitbandanbieter haben Geräte mit internem ISDN-Anschluss, also einem S<sub>0</sub>-Bus, im Sortiment. In den meisten Fällen bieten sie solche aber nur gegen Aufpreis an.

In Privathaushalten eingesetzte ISDN-Anlagen verwenden fast ausschließlich Mehrgeräteanschlüsse, wie auch VoIP-Router sie bereitstellen. ISDN-Anlagenanschlüsse werden hingegen fast nur in Unternehmen eingesetzt. Im Folgenden geht es daher ausschließlich um Mehrgeräteanschlüsse.

## Splitter ade

Wird ein Anschluss von einem kombinierten DSL- und ISDN-Anschluss auf einen DSL-Anschluss mit VoIP umgestellt, sollte man den Splitter entfernen und den VoIP-Router direkt mit der Telefondose verbinden. Bei Annex-J-Anschlüssen, auch splitterlose Anschlüsse genannt, ist das sogar zwingend nötig. Den Splitter kann man zum Elektroschrott geben. Den NTBA sollte man beiseitelegen und noch nicht entsorgen, denn er kann noch anderweitig gute Dienste leisten,

dazu später mehr. Zur Umstellung auf VoIP muss man die ISDN-Anlage lediglich mit dem S<sub>0</sub>-Bus der VoIP-Anlage verbinden.

Ein NTBA hat zwei S<sub>0</sub>-Anschlüsse, die meisten VoIP-Adapter besitzen nur einen. Um daran mehrere Geräte anzuschließen, muss man einen ISDN-Verteiler einsetzen (ab 5 Euro im Handel). In der VoIP-Anlage muss der ISDN-Anschluss in der Regel nicht separat konfiguriert werden. In ISDN-Anlage und -Endgeräten verwendet man die im Router vom Provider oder Anwender eingerichteten VoIP-Rufnummern ohne Vorwahl als MSNs (Multiple Subscriber Numbers). Mit der MSN signalisiert die VoIP-Anlage auf dem ISDN-Bus, für welche der Rufnummern ein Anruf eingeht.

Wenn man zusätzliche VoIP-Accounts einrichtet, die eine vorhandene Rufnummer für gehende Telefonate mit verwenden, hat man zwei oder mehr VoIP-Anschlüsse mit identischen externen Rufnummern. Diese kann man unterscheiden, indem man unterschiedliche interne Rufnummern für sie festlegt. Extern ändert sich dadurch natürlich nichts, durch die Änderung erhält man aber beispielsweise die virtuelle MSN 12341 zusätzlich zu 1234, die man in der ISDN-Anlage wiederum getrennt konfigurieren kann.

Ältere busgespeiste ISDN-Geräte halten sich oft nicht an die Norm, die ihnen maximal

1 Watt Leistungsaufnahme gestattet. Das verursacht in der Praxis keine Probleme, weil ein NTBA mehrere Watt bereitstellt. Die Routerhersteller legen hingegen den Standard enger aus. Spätestens mit dem Anschluss des zweiten busgespeisten Geräts bricht deshalb die Spannungsversorgung des Bus in der Regel zusammen, in einigen Fällen sogar schon beim ersten.

Das Problem lässt sich lösen, indem man den alten NTBA sowohl mit dem Stromnetz als auch dem ISDN-Verteiler verbindet. Da er in Richtung Vermittlungsstelle nicht mit dem ISDN-Netz verbunden ist, bleibt er auf dem S<sub>0</sub>-Bus passiv. Andererseits stellt er eine Stromversorgung mit typischerweise 4,5 Watt bereit, was für einen ganzen busgespeisten Gerätepark ausreicht.

Fast alle VoIP-Router und -Adapter sind mit einem oder mehreren analogen Anschlüssen für Telefone oder Faxgeräte ausgestattet. Hängen an einer ISDN-Anlage ausschließlich Analoggeräte, kann man die alte Anlage beim Umstieg auf VoIP in Rente schicken, sofern die neue genügend Anschlüsse aufweist. Die alten Geräte kann man stattdessen direkt mit dem neuen Router verbinden. VoIP-Router der gehobenen Preis- und Leistungsklasse

integrieren sogar eine eingebaute DECT-Basisstation. Das erlaubt den Einsatz günstiger DECT-Endgeräte ohne Basisstation. Vorhandene Mobilteile kann man direkt bei der DECT-Basis der VoIP-Anlage anmelden und ohne die mitgelieferte Basisstation betreiben.

Seit den 20er Jahren hat sich an den physikalischen Parametern eines Analogtelefons fast nichts geändert. Versieht man ein Modell aus den 20er Jahren von Siemens & Halske mit einem modernen TAE-Stecker und verbindet es mit einer VoIP-Anlage, klingelt es bei Anrufen und man kann damit immer noch Gespräche annehmen. Allerdings funktioniert das Herauswählen per Wählscheibe mit VoIP-Routern nicht, wenn sie das altmodische Impulswahlverfahren (IWW) nicht mehr unterstützen. In der Dokumentation ist es mitunter gar nicht erwähnt, wenn ein Router das alte IWW beherrscht. Ausprobieren schadet also überhaupt nicht.

Auch Tastentelefone der ersten Generation beherrschen keine Tonwahl. Spätere Modelle ab ungefähr Mitte der 90er Jahre verwenden oft noch IWW, lassen sich aber in vielen Fällen per Tastatur-Code oder durch interne Schalter, Drahtbrücken oder Potis auf das Mehrfrequenzwahlverfahren (MFV) umstellen. Infor-

mationen dazu sind mit der Modellnummer und dem Stichwort „MFV“ leicht zu finden.

## Fax und VoIP

Größtes Problem beim Umstieg auf einen VoIP-Anschluss bleiben Faxgeräte. Die meisten VoIP-Router beherrschen den Übertragungsmodus T.38 für Faxe via IP. Um T.38 zu nutzen, muss das Faxgerät direkt mit dem VoIP-Router verbunden sein, nicht über eine nachgeschaltete ISDN-Anlage. Allerdings verzichten viele Breitbandanbieter darauf, dieses Protokoll zu implementieren. Dann müssen die Faxgeräte mit einer normalen Telefonverbindung per G.711 vorliebnehmen.

Das klappt grundsätzlich auch, allerdings reagieren per Telefonie-Codec übermittelte Faxsendungen extrem empfindlich auf kleinste Qualitätsmängel der Verbindung. Mehrseitige Faxe kommen an solchen Anschlüssen oft nur mit viel Glück durch.

Viele Breitbandanbieter und VoIP-Provider wie Sipgate oder dus.net bieten ihren Kunden ein Fax-to-Mail-Gateway an. Hat der Kunde eine Faxnummer eingerichtet, nimmt der Provider darunter Verbindungen direkt



iX-Workshop

# Freies Cloud-Computing mit OpenStack

ZUSATZTERMIN

**Grundlagen, Installation und Betrieb eines eigenen Cloud-Systems**

Dieser Workshop behandelt Theorie und Praxis zum Open-Source-Projekt OpenStack. Mit OpenStack ist es möglich eine private oder öffentliche Cloud zu betreiben. Dabei wird dem Nutzer eine vollständige IaaS-Lösung (Infrastructure-as-a-Service) präsentiert.

Nach einer kleinen Einführung zum Thema „Cloud“ wird das Projekt selbst in einem Kurzportrait dargestellt, direkt im Anschluss beginnen die Teilnehmer bereits mit der Installation und Konfiguration der einzelnen Komponenten. Dies beinhaltet das Identitätsmanagement Keystone und die Bereitstellung von Images mit Glance. Am Folgetag liegt der Fokus auf der eigentlichen Provisionierung von virtuellen Maschinen. Ein Blick auf das Webinterface zur Verwaltung aller Komponenten rundet den Workshop ab.

**Voraussetzungen:**  
Als Teilnehmer des Workshops sollten Sie ein grundlegendes Verständnis für die System- und Netzwerkadministration unter Linux mitbringen. Zusätzlich sind Erfahrungen im Bereich der Virtualisierung notwendig.

**Termin: 17. - 18. November 2015, München**

**Teilnahmegebühr: 1.496,00 Euro (inkl. MwSt.)**

**JETZT anmelden und Plätze sichern!**

Ihr Referent wird gestellt von:



Eine Veranstaltung von:



Organisiert von:



Weitere Infos unter: [www.heise-events.de/openstack2015](http://www.heise-events.de/openstack2015)  
[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)

entgegen und erzeugt aus eingehenden Faxen typischerweise ein PDF oder eine TIFF-Datei, die er dann per E-Mail zustellt. Auch umgekehrt funktioniert dieses Verfahren: Hierfür schickt man eine E-Mail mit einem angehängten PDF an den Dienst, woraus dieser ein Fax generiert und versendet. Der Kunde spart sich die Betriebskosten für ein Faxgerät und umschiffert elegant alle möglichen Inkompatibilitäten.

Auch wenn ein VoIP-Router eine interne ISDN-Schnittstelle besitzt, unterstützt diese keinen Datenverkehr, sondern nur Sprachverbindungen. Nicht alle automatisch wählenden Systeme wie Alarmanlagen oder Hausnotrufsysteme vertragen sich mit VoIP-Anschlüssen. Wer solche Systeme betreibt, muss unbedingt vor dem Wechsel mit dem Hersteller Kontakt aufnehmen und klären, ob Kompatibilitätsprobleme auftreten können. Ist das der Fall, kann man durch eine Verschiebung des Wechsels zu VoIP nur ein bisschen Zeit kaufen. In wenigen Jahren kommt man am Umstieg nicht mehr vorbei.

Erhält man vom Internet-Provider die Zugangsdaten für den VoIP-Anschluss, kann man diese auch unterwegs am Smartphone oder mit einem SIP-Telefon im Büro nutzen. Das ist beispielsweise bei der Telekom, 1&1, Congstar, Easybell und Primacall der Fall. Einen VoIP-Router am Aufenthaltsort vorausgesetzt ist man dann auch im Wochenendhäuschen unter der gewohnten Nummer erreichbar – selbst wenn dieses an der Côte d’Azur oder in Florida steht.

Auch auf Smartphones lassen sich kostenlose VoIP-Clients installieren; in neueren Versionen der Betriebssysteme gehören sie oft zum Lieferumfang. Der Provider Easybell bietet direkt eine VoIP-to-go-App für Android an, um es den Kunden so einfach wie möglich zu machen. Eine weitere App von Easy-

bell leitet Anrufe durch den heimischen Festnetzanschluss (Callthrough), was die Kosten für Auslandsgespräche massiv drückt. Die Nutzung von VoIP in UMTS-Mobilfunknetzen führt aufgrund hoher Latenzzeiten und schwankender Datendurchsatzraten mitunter zu einer schlechten Gesprächsqualität, obwohl die Verbindung nur 80 kBit/s in beide Richtungen erfordert. Per WLAN oder LTE klappt es aber meistens problemlos.

## HD-Telefonie

Voice over IP hängt immer noch der Ruf an, schlechte Tonqualität zu bieten. Die meisten negativen Erfahrungen mit VoIP stammen aus der Anfangszeit der Technik, als Bandbreite noch ein knappes Gut war. Inzwischen telefonieren viele Kunden über VoIP, ohne sich dieser Tatsache überhaupt bewusst zu sein. Voice over IP hat seine Kinderkrankheiten längst hinter sich gelassen, der Ausbau der Datennetze sorgt für stabile Verbindungen.

Die Qualität eines VoIP-Telefonats hängt direkt von der Qualität der Internetverbindung ab. Solange jedes Datenpaket zwischen den beiden Endpunkten einer VoIP-Verbindung rechtzeitig ankommt, unterscheidet sich die Tonqualität einer VoIP-Verbindung nicht von ISDN-Telefonie. Zu hörbaren Aussetzern kommt es nur, wenn zahlreiche Paketverluste auftreten.

VoIP bietet die Möglichkeit, Codecs und Datenraten jenseits von ISDN einzusetzen. Außer dem Standard-Codec G.711 sind auch die komprimierenden Codecs G.726 und G.729 in Gebrauch, die eine ähnliche Tonqualität bieten. Zusätzlich bietet VoIP mit neuer Hardware die Möglichkeit, die Tonqualität dramatisch zu verbessern. Der Codec G.722 überträgt bei gleicher Datenrate wie G.711 (64 kBit/s pro Richtung) mit

rund 7 kHz rund die doppelte Audiobandbreite. Damit klingt ein Telefonat nicht mehr wie Mittelwellenempfang, sondern schon fast wie UKW.

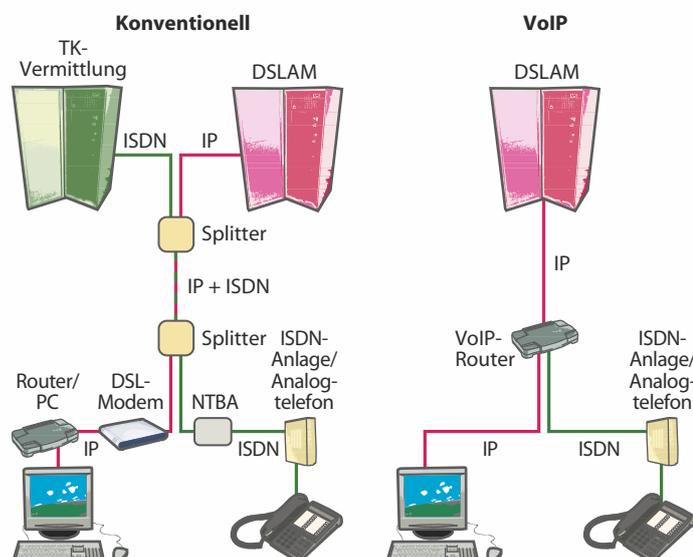
Diesen Vorteil kann ein VoIP-Anschluss allerdings nur ausspielen, wenn die Gegenseite und alle dazwischenliegenden Stationen in der Lage sind, solche HD-Telefonieverbindungen abzuwickeln. Die Netzbetreiber übergeben zwischen ihren Netzen schon seit einiger Zeit Verbindungen mit G.722. Auch in die Mobilfunknetze gibt es inzwischen erste Gateways, die eine Wandlung auf den dort verwendeten Codec AMR-Wideband (G.722.2) vornehmen. Die Chancen, ein Telefonat in HD-Voice zu führen, stehen an einem VoIP-Anschluss also gar nicht so schlecht.

## Umsteigen oder nicht?

Innerhalb der kommenden drei Jahre führt für Festnetzkunden ohnehin kein Weg mehr an VoIP vorbei: Die Tage des herkömmlichen Telefonnetzes sind gezählt. Wer umsteigt, muss möglicherweise ein paar kleine Probleme lösen, erhält mit passender HD-Telefonie-Hardware aber eine spürbar verbesserte Tonqualität bei Telefonaten.

Qualitätsmängel treten bei VoIP-Anschlüssen nur noch selten auf. Die technischen Probleme haben die Anbieter beispielsweise mit Priorisierung der VoIP-Verbindungen und einer verbesserten Echo-Unterdrückung in den VoIP- Routern inzwischen recht gut im Griff. Ein weiterer Vorteil: VoIP weicht die Bindung der Rufnummer an den Anschluss auf und ermöglicht eine flexible Nutzung am Mobilgerät oder an zusätzlichen Standorten. Schon dieser Mehrwert kann einen Wechsel lohnend machen. (uma) **ct**

Der Umstieg auf VoIP macht die bisher verwendeten Telefonvermittlungen (grün) überflüssig.



# FÜR ROOTINIERS.

iX. WIR VERSTEHEN UNS.

**Jetzt auch für Android!  
Das Mini-Abo testen:**

3 Hefte + 16GB USB-Stick nur 13,50 Euro  
[www.iX.de/digital](http://www.iX.de/digital)



Sie wollen Zugriff auf alle Fakten? Nehmen Sie ihn sich – iX ab sofort auch als Android-App. Testen Sie 3 aktuelle Ausgaben jetzt komplett papierlos auf Ihrem Android/iOS-Tablet & -Smartphone per HTML5 oder PDF zum Vorzugspreis. **Jetzt zugreifen: [www.iX.de/digital](http://www.iX.de/digital)**

