

**Zeitschrift:** bulletin.ch / Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse  
**Band:** 96 (2005)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Wenn Voice-over-IP nicht funktioniert  
**Autor:** Goldstein, Peter  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857759>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Konzeptionelle Fehler in IP-Anwendungen – NAT ist nicht das Problem



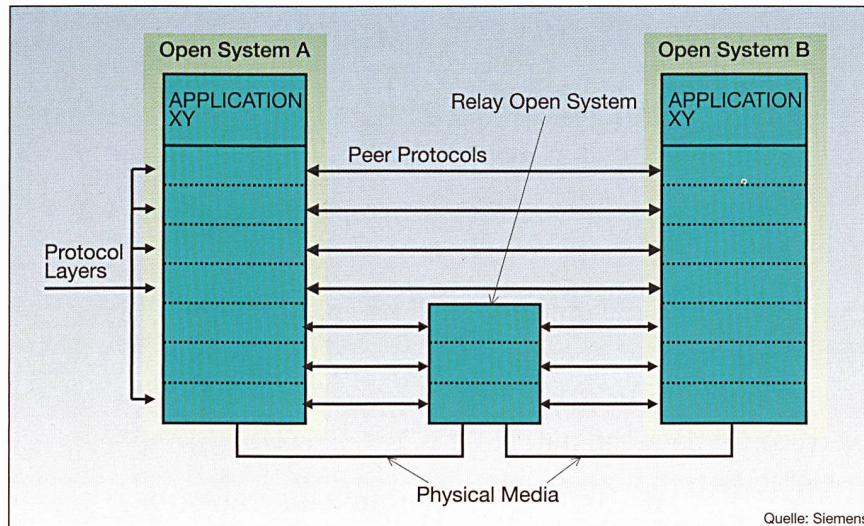


Bild 2 Netzzenario mit Relay

sein. Dies wird oft aus Gründen der Vereinfachung oder des Kosten/Nutzen-Verhältnisses ausgenutzt. Beispiele für geschichtete Protokoll-Architekturen, die nicht alle Schichten des OSI-Modells realisieren sind SS7 und ATM aus der Telekommunikation und IP aus der Datenwelt.

Anwendungen sollten möglichst unabhängig von Netzwerktechnologien sein, was gerade durch das Modell der geschichteten Protokoll-Architektur unterstützt wird. Die Anwendungsinstanzen benutzen Protokoll-Stacks um miteinander zu kommunizieren (Bild 1). Ein Szenario mit einem Relay Open System zwischen den beiden offenen Systemen zeigt Bild 2. Beispiele für solch ein Relay sind der Signal Transfer Point (STP) des SS7 in Telekommunikationsnetzen oder die

Router<sup>6)</sup> in IP-Netzen. Ein Relay ist bloss für die Weiterleitung der Protokoll-Nachrichten besorgt und kommt mit einem reduzierten Protokoll-Stack aus. Der Aufbau einer Schicht ist aus Bild 3 ersichtlich. Dabei bezeichnet Layer (n) Entity im Wesentlichen die Protokoll-Maschine der Schicht (n), die das Peer-to-Peer-Protokoll abwickelt. Die Umsetzung der Primitives (Modellierung der Kommunikationsschnittstelle zwischen den Protokoll-Schichten) des Service Users durch den Service Provider zeigt Bild 4. Die Primitives sind durch Namen (Generic Name) und Typus (Specific Name) beschrieben und können neben den Anwender-Daten zusätzliche Parameter beinhalten, zum Beispiel die Adresse des Ursprungs und Ziels<sup>7)</sup>. Die Tabelle zeigt in allgemeiner Form die Beschreibung der Primitives.

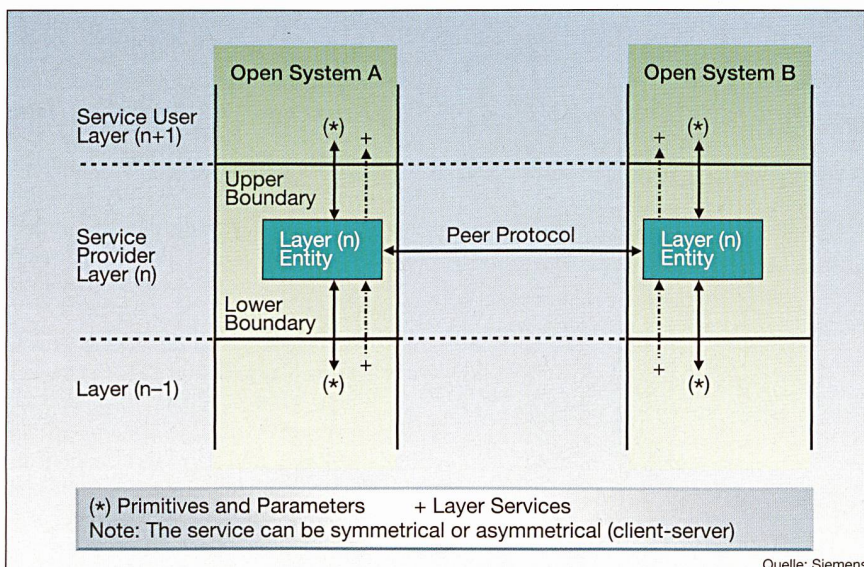


Bild 3 Protokollschicht

## Die IP-Adresse

Anders als in einem leitungsvermittelten Telekommunikationsnetz, wo die Netzknoten zum Beispiel eine SS7-Adresse besitzen und die Telefone/Faxgeräte eine E.164-Adresse, umfasst im Internet die Adressierung auf der Netzwerkschicht auch die IP-basierten Endgeräte. Ein IP-basiertes Endgerät erhält mindestens eine IP-Adresse; die IP-Adresse für die Signalisierung (Control Plane) kann eine andere sein als die IP-Adresse für Sprache, Daten oder Video (User Plane). Die IP-Adresse ist der Schicht 3 (Network Layer) zuzuordnen, das heißt, sie erlaubt das zielgerichtete Weiterleiten der Protokoll-Nachrichten im Netz End-zu-End. Damit hat man im Internet solange kein Problem, als man

## Abkürzungen

ARP	Address Resolution Protocol
ATM	Asynchronous Transfer Mode
DNS	Domain Name System
DoS	Denial of Service
DPC	Destination Point Code (SS7)
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protokoll (v4: Version 4, v6: Version 6)
ISO	International Standardization Organization
ITU-T	International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector
LAN	Local Area Network
NAT	Network Address Translation
MTP	Message Transfer Part (SS7)
OPC	Origination Point Code (SS7)
OSI	Open Systems Interconnection
PC	Personal Computer
SCTP	Stream Control Transmission Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
STP	Signal Transfer Point (SS7)
SS7	Signalling System No.7 (ITU-T)
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
URL	Uniform Resource Locator
VoIP	Voice over IP



nur mit öffentlichen IP-Adressen operiert. Da aber einerseits jede Einrichtung mit öffentlicher IP-Adresse den Gefahren des Internet (DoS-Attacken, Hacker-Angriffe, Viren) ausgesetzt ist und andererseits IP-Adressen unter Umständen nur beschränkt verfügbar sind (Adressraum und/oder Kosten), haben Unternehmen ihre IP-Netze mit privaten IP-Adressen aufgebaut, wie einleitend beschrieben. Sie erhalten nur über Firewalls/NAT Zugang zum Internet. Diese privaten IP-Adressen sind im Internet, d.h. den Routern, nicht bekannt.

### Der konzeptionelle Fehler

Bei einem Zugriff eines Rechners (PC-Client) des privaten IP-Netzes auf eine Website wird in der Regel mittels Adressen-Auflösungsmechanismen, beispielsweise des Domain Name Systems (DNS), aus dem URL die öffentliche IP-Adresse des entsprechenden Servers ermittelt und als Ziel-IP-Adresse auf der Netzwerkschicht eingesetzt. Die eigene IP-Adresse wird sowohl auf der Anwendungsschicht als auch auf der Netzwerkschicht eingefügt (da ja IP dem End-zu-End-Paradigma folgt). Beim Einsatz einer NAT geht diese End-zu-End-Beziehung auf der Netzwerkschicht aber verloren, da die private IP-Adresse auf der Netzwerkschicht im Internet nicht bekannt ist. Sie wird von der NAT auf der Netzwerkschicht gegen die öffentliche IP-Adresse

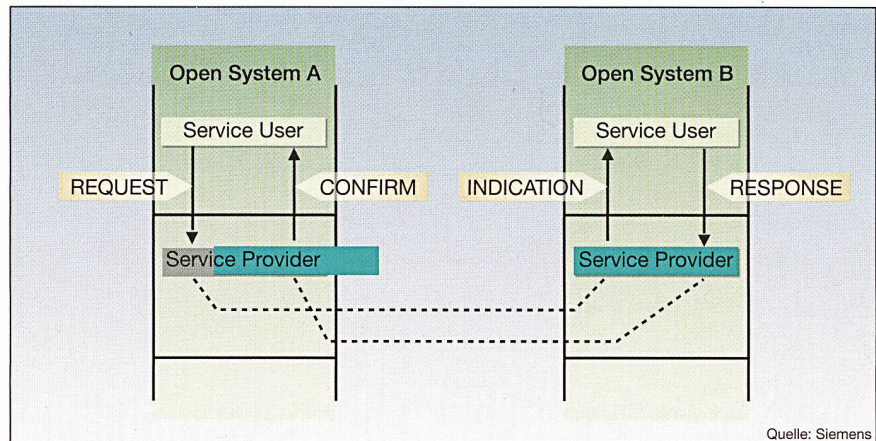


Bild 4 Interaction Primitives

des NAT-Servers ausgetauscht. Da IP einen verbindungslosen Dienst bietet, ist es Sache einer höheren Protokoll-Schicht (z. B. TCP), eine Verbindung zu erstellen, falls es die Anwendung erfordert. Beim Empfang der Nachricht darf nun die Anwendungsinstanz im Server mit der angesprochenen Website die PC-Client-Adresse nicht aus dem Datenfeld der Anwendungsschicht entnehmen und ihrerseits für das Senden von Paketen benutzen, da sie wie erwähnt nicht öffentlich bekannt ist und damit von den Routern nicht weitergeleitet werden kann, beziehungsweise vom NAT nicht akzeptiert wird. Analog verhält es sich mit den Signalingprotokollen für VoIP, zum Beispiel H.323 oder SIP. Sie übertragen die IP-

Adressen (z. B. Adresse des rufenden Endgerätes) in der Anwendungsschicht. Falls die Partner-Anwendungsinstanz diese IP-Adresse zusammen mit ihren Daten der Netzwerkschicht übergibt, haben die Router, beziehungsweise die NAT des rufenden Endgerätes, keine Chance, beim Empfang dieses Paketes die private IP-Adresse zu bearbeiten, da sie nicht der öffentlichen IP-Adresse der NAT entspricht.

Auf einem ähnlichen Missverständnis beruhen Anwendungen, die beim Empfang von IP-Paketen, die zu einer Antwort auf eine vorgängige Anfrage gehören, die IP-Source-Adresse im IP-Header überprüfen und, wenn nicht bekannt, die IP-Pakete verwerfen.

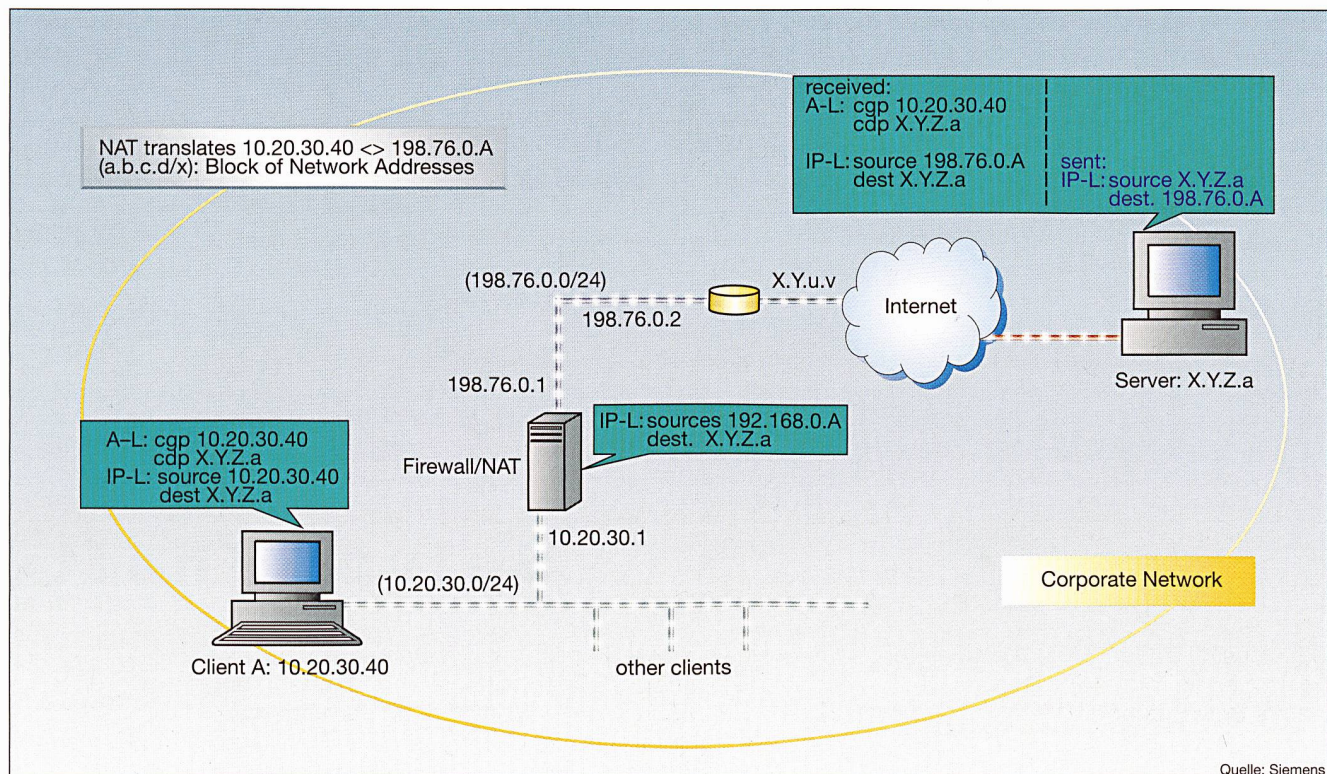


Bild 5 Adressmanipulation bei Zugriff auf einen Server im Internet



Der grundlegende Fehler liegt also darin, dass nicht beachtet wird, dass die Adressen auf der Anwendungsschicht und der Netzwerkschicht verschieden sein können. Beim Weg durch das Internet können IP-Adressen (Netzwerkadressen) beim Weiterleiten von Paketen verändert werden, ohne dass in den Daten der Anwendungsschicht eine entsprechende Anpassung der IP-Adresse erfolgt, beziehungsweise gar nicht erfolgen darf. Das richtige Vorgehen wäre also:

- bei Empfang eines IP-Paketes die Übergabe der Ursprungsadresse, wie sie auf der Netzwerkschicht verwendet wird, durch die Netzwerkschicht an die Anwendungsschicht und
- beim Senden einer Nachricht die Übergabe der gespeicherten Ursprungsadresse durch die Anwendungsschicht an die Netzwerkschicht zur Verwendung als Zieladresse.

Die auf der Anwendungsschicht verwendeten Adressen sind, im Fall von privaten Adressen, nicht für das Routing im Internet bestimmt. Bild 5 zeigt den Zugriff, insbesondere die Verwendung der Adressen auf den verschiedenen Protokollschichten, von einem Client in einem Unternehmensnetz auf einen Server im Internet.

Oder ein Beispiel aus dem VoIP-Bereich: Das SIP-Telefon 1 (10.10.10.117) in einem Unternehmen baut eine Verbindung auf zu einem weiteren SIP-Telefon 2 (sip: 1060@194.90.133.116) im Internet. Die Anbindung des Unternehmensnetzes an das Internet erfolgt über eine Firewall/NAT mit der öffentlichen IP-

**Tabelle Primitive und Parameter**

Eine Primitive (Generic Name) kann in der Form genau eines Typs (Specific Name) oder in der Form mehrerer Typen existieren. A, B,... sind Parameter, z. B. Adressen, Sequenznummer oder Priorität.

Primitives		Parameter
Generic Name	Specific Name	
N-XYZ	Request, Indication	A, B, C, User Data
N-RST	Indication	E
N-OPQ	Request, Indication, Response, Confirmation	A, F, G, H, I

Adresse 194.90.133.115. Der SIP-Proxy hat die Adresse 194.90.133.116.

Die erste Meldung im Verbindungsaufbau ist INVITE: SIP-Telefon 1 → Firewall/NAT → SIP-Proxy → SIP-Telefon 2. NAT ersetzt auf dem IP-Layer die Source-Adresse des SIP-Telefons 1 (10.10.10.117) durch die eigene öffentliche Adresse (194.90.133.115). Die Adressen auf den verschiedenen Protokollschichten beim Empfang der Meldung INVITE im SIP-Proxy sind:

- IP-Layer: Source: 194.90.133.115/ Destination: 194.90.133.116
- SIP-Layer: Via: 10.10.10.117/To: 1060@194.90.133.116

Während der IP-Layer also die öffentlichen IP-Adressen nutzt, arbeitet die Anwendungsschicht mit der SIP-Adresse, respektive mit der privaten IP-Adresse des ersten Telefons. Falls nun die Anwendung auf dem SIP-Proxy feststellt, dass die Verbindung nicht aufgebaut werden kann, muss eine entsprechende Fehlermeldung an die Firewall/NAT gesendet

werden. Die entsprechende Adresse ist nicht die aus dem SIP-Layer (10.10.10.117), sondern die aus dem IP-Layer (194.90.133.115). Da IP verbindungslos operiert, muss die IP-Adresse 194.90.133.115 zusammen mit der INVITE über die Schichten des Protokoll-Stacks an die Anwenderschicht übergeben und hier gespeichert werden. Für die Fehlermeldung zum NAT muss diese dann wiederum zusammen mit den Daten (Failure Response Codes) an die Netzwerkschicht (IP-Layer) übergeben werden.

## Schichten nicht verletzen!

Findige Köpfe haben mittlerweile Umgehungsmöglichkeiten entwickelt, womit sie die Adressen der Anwenderdaten in der Netzwerkschicht, dem Layer 3, manipulieren. Dies widerspricht natürlich dem Konzept des Schichtenmodells, denn eine Schicht (n) manipuliert Daten einer höheren Schicht und verletzt damit das Prinzip des unversehrten Transports der ihr anvertrauten Daten.

## Beispielhaft in

- Hohe Flexibilität in den Stützabständen (bis 9 m)
- Halbieren Sie die Montagezeiten
- Innovative Befestigungen
- Sehr hohe Stabilität durch starke, lange Glasfasern
- Steckbare, selbstpositionierende Muffenmontage
- Schraubenlose, selbsttragende Verbindungen
- Trägermaterial aus GFK, rostfreiem Stahl, verzinkt oder thermolackiert
- Geprüft nach DIN 4102 Teil 12, Funktionserhalt E30
- Bei Ihrem Elektrogrossisten ab Lager lieferbar

0m

1m

2m

3m

4m



### Mit IPv6 wirds einfacher

Für die Probleme bei Netzwerkszenarien mit NAT ist also der Verstoß gegen das Adressierungskonzept bei geschichteten Protokoll-Architekturen entscheidend. IP-Adressen sind für die Adressierung der Netzelemente bestimmt. Die Anwendungen in den Netzelementen (PC, Server, Call-Server/Softswitch, IP-Telefone,...) werden durch die TCP-, UDP- oder SCTP-Port-Nummern adressiert.

Dass Adressen spezifisch nach der Protokollschicht sind, gilt auch für IPv6, der neuen Version 6 des Internet-Protokolls. Die schier grenzenlos verfügbaren IP-Adressen in IPv6 machen zwar den Einsatz von NAT zwecks Einsparung von IP-Adressen obsolet, es sind aber nach wie vor Adressen der Netzwerkschicht und dürfen nicht zur Adressierung von Anwendungsinstanzen verwendet werden. Auch wenn man nun argumentieren kann, dass auf Grund der riesigen Anzahl die Vergabe von IPv6-Adressen pro Anwendung bzw. sogar pro Anwendungsinstanz möglich ist. Es gilt also auch hier: Gemäss der Protokoll-Architektur muss die Adresse auf der Netzwerkschicht unabhängig von der Adresse auf der Anwendungsschicht gehandhabt werden. Auch für die Sicherheit muss in IPv6 kein NAT betrieben werden, da das neue Protokoll auch umfassendere Sicherheitslösungen bietet als IPv4.

### Weiterführende Literatur

ISO/IEC 7498-1 bzw. ITU-T Rec.X.200 Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model

ISO/IEC 10731 bzw. ITU-T Rec. X.210 Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: Conventions for the Definition of OSI Services  
ITU-T Rec.Q.700, Introduction to CCITT Signalling System No. 7  
ITU-T Rec.I.361 B-ISDN ATM layer specification  
ITU-T Rec.H.323 Packet based multimedia communications systems  
IETF RFC 791 IPv4  
IETF RFC 1918 Address Allocation for Private Internets  
IETF RFC 3022 Traditional IP Network Address Translator  
IETF RFC 1631 Network Address Translator

### Angaben zum Autor

**Peter Goldstein**, Dipl. El.-Ing. ETH, arbeitet in der HW/SW-Entwicklung der Siemens Schweiz AG auf dem Gebiet der Telekommunikation. Er war Consultant für Intelsat und arbeitet in der Standardisierung

der ITU-T (SS7, Signal Processing, Rapporteur Q.10/11, Protocols and Network functions for Signal Processing Equipment).  
Siemens Schweiz AG, 8047 Zürich,  
peter.goldstein@siemens.com

<sup>1</sup> 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 und 192.168.0.0/16, siehe auch RFC 1918

<sup>2</sup> Heute: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)

<sup>3</sup> Bei IP over ATM, ATM steht für Asynchronous Transfer Mode

<sup>4</sup> OSI: Open Systems Interconnection, definiert von der International Standardization Organization (ISO)

<sup>5</sup> Der ATM-Stack wurde definiert von der International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)

<sup>6</sup> Sofern sie denn keine Bewertung/Manipulation von/an Informationen der höheren Schichten vornehmen

<sup>7</sup> Bei SS7 (MTP): OPC und DPC, bei IP: Ursprungs- und Zieladresse, die IP-Adressen

## Quand Voice-over-IP ne fonctionne pas

### Défauts de conception dans les applications IP – et NAT n'est pas le problème

Internet se base sur un empilage de protocoles à plusieurs niveaux – un peu comme les 7 couches OSI. L'application opère en général avec l'URL, par exemple <http://www.electrosuisse.ch> ou [sip:absender@sender.net](mailto:sip:absender@sender.net). La couche réseau en revanche travaille avec une adresse IP comme 82.195.225.102. Quelques applications, comme Voice-over-IP, utilisent cependant l'adresse IP également au niveau application et transmettent cette information d'adresse au niveau réseau pour le routing. Conséquence: l'application ne fonctionne pas lorsqu'un serveur NAT change les adresses au niveau réseau.

# der Spannweite

Ebo Systems AG  
Tambourstrasse 8  
CH-8833 Samstagern

Tel. 044 787 87 87  
Fax 044 787 87 99

info.ch@ebo-systems.com  
www.ebo-systems.com



Ebo Systems

Nutzen Sie die kompetente Beratung aus über 40 Jahren Erfahrung.

5m

6m

7m

8m

9m



# *Für die Mitglieder da.*

*Der Schweizer Automatik Pool (SAP) positioniert sich neu als Swiss Technologie Network (**swissT.net**).*

*Das Netzwerk des Schweizer Technologiesektors **swissT.net** wird von den Mitgliedern getragen und ist für die Mitglieder da. **swissT.net** bündelt die Interessen und Kräfte eines lebendigen Schweizer Industriezweiges und bildet als Interessenverbund die Schnittstelle nach aussen.*

*Der 1976 gegründete Wirtschaftsverband umfasst rund 350 Mitgliedfirmen und 100 Sympathiemitglieder in 27 marktorientierten Sektionen. **Weitere sind herzlich willkommen.***