

Notruf bei VoIP – Lösungsmöglichkeiten

Ulrich Trick • Özgür Akkaya • Steffen Oehler

Bei den Telekommunikationsnetzen finden aktuell umfassende Veränderungen statt. Stichworte sind u. a. Voice over Internet, Voice over IP und Next Generation Networks (NGN). Ein hier zumindest in Teilen noch zu lösendes Problem ist das Thema „Notruf bei VoIP“. Nachdem im vorangegangenen Heft die Schwerpunkte Anforderungen, heutige Realisierungen im öffentlichen Telefonnetz (PSTN, Public Switched Telephone Network) und bei Voice over IP sowie Standardisierung aufgegriffen wurden, folgt hier die Fortsetzung zu Lösungen bezüglich der Architekturen und Ortsbestimmung.

Wie in [1] herausgearbeitet wurde, sind die beiden Hauptprobleme beim VoIP-Notruf die Ermittlung der zuständigen Notrufabfragestelle bzw. des PSAP (Public Safety Answering Point) und des Standorts des Notrufenden. Daher sollen im Folgenden mögliche Ortsbestimmungsverfahren aufgeführt und bewertet werden, die auch bei mobiler bzw. nomadischer Nutzung funktionieren.

Mögliche Ortsbestimmungsverfahren

Am einfachsten wäre die in [2] erwähnte Standorteingabe durch den Nutzer selbst – entweder im Endgerät bzw. IAD (Integrated Access Device) oder z. B. per Web-Schnittstelle in einem Location Information Server (LIS). Der Nachteil dabei ist, dass ein Nutzer hierfür seinen Standort kennen und auch richtig eingeben muss.

Alternativ dazu ist die Ortsbestimmung durch das Endgerät. Die dazu zählenden Verfahren werden heute schon in Mobilfunknetzen für die Bereitstellung von ortsbezogenen Diensten (LBS, Location Based Services) angewandt:

- E-OTD (Enhanced Observed Time Difference): Durch Zeitdifferenzmessungen werden die Entfernungen zu drei verschiedenen Basisstationen ermittelt. Hieraus wird dann die aktuelle Position des Endgeräts berech-

net. Die erreichbare Genauigkeit liegt zwischen 50 m und 150 m [3, 4].

- A-GPS (Assisted Global Positioning System): Hier empfängt ein Endgerät die GPS-Signale von GPS-Satelliten und errechnet daraus unter Einbeziehung zusätzlicher, von einem Mobilfunknetz gelieferter Informationen seine aktuelle Position. Dieses Verfahren liefert eine Genauigkeit von 30 m bis 100 m in der Stadt und etwa 10 m auf dem Land. Allerdings kann seine Anwendung in Gebäuden schwierig sein [3, 4].
- A-Galileo: Vergleichbar A-GPS könnte in der Zukunft ein auf dem euro-

Auf einen Blick

Der Übergang zu VoIP (Voice over IP) ist in vollem Gang. Die meisten Probleme sind gelöst, nur der Notruf macht noch Kopfzerbrechen: Welche Notrufzentrale ist zu benachrichtigen, wenn der Standort des Anrufenden nicht direkt mit der IP-Nummer verknüpft ist? Aber auch für dieses Problem werden erste Lösungsansätze sichtbar.

päischen Galileo-System aufbauen – des satellitengestütztes Ortsbestimmungsverfahren mit einer höheren Auflösung benutzt werden.

Ein Nachteil bei all diesen Verfahren ist, dass spezielle mobile Endgeräte oder Festnetzendgeräte mit zusätzlicher Funktechnik für die Standortbestimmung benötigt werden.

Dieser Zusatzaufwand kann vermieden werden, wenn das Netz selbst die zur Ortsbestimmung benötigten Daten ermittelt. Aus dieser Gruppe werden bei Mobilfunknetzen vor allem die folgenden drei Verfahren, ebenfalls im Zusammenhang mit ortsbezogenen Diensten, verwendet:

- Cell ID (Identity): Das Netz kennt die ID der Funkzelle bzw. des Funksektors, in der bzw. dem sich das mobile Endgerät gerade befindet. Das Verfahren ist sehr einfach und in jedem Mobilfunknetz von vornherein verfügbar. Die Genauigkeit liegt jedoch nur bei 50 m bis 1 km in der Stadt und 1 km bis 35 km auf dem Land [3, 4].
- CGI + TA (Cell Global Identity + Timing Advance): Das Cell-ID-Verfahren wird in diesem Fall erweitert, in dem die Signallaufzeit zwischen der Basisstation und dem Endgerät ermittelt wird. Dadurch kann der Standort auf 550-m-Kreis- bzw. Sektorsegmente eingeschränkt werden [3, 4].
- E-CGI (Enhanced CGI): Hier werden zusätzlich zu Cell-ID- und TA-Daten noch die von den Base Station Controllern (BSC) ermittelten Feldstärkewerte herangezogen. Durch diese Kombination erreicht man Genauigkeiten von 50 m bis 550 m in der Stadt und 250 m bis 8 km auf dem Land [4].

Bei den funkgestützten Ortsbestimmungsverfahren (durch Endgerät oder Netz) fällt auf, dass die erzielbare Genauigkeit zwar sicherlich für die Wahl des geografisch zuständigen PSAP ausreicht, aber nicht unbedingt für die genügend genaue Ermittlung des Standorts eines Notrufenden.

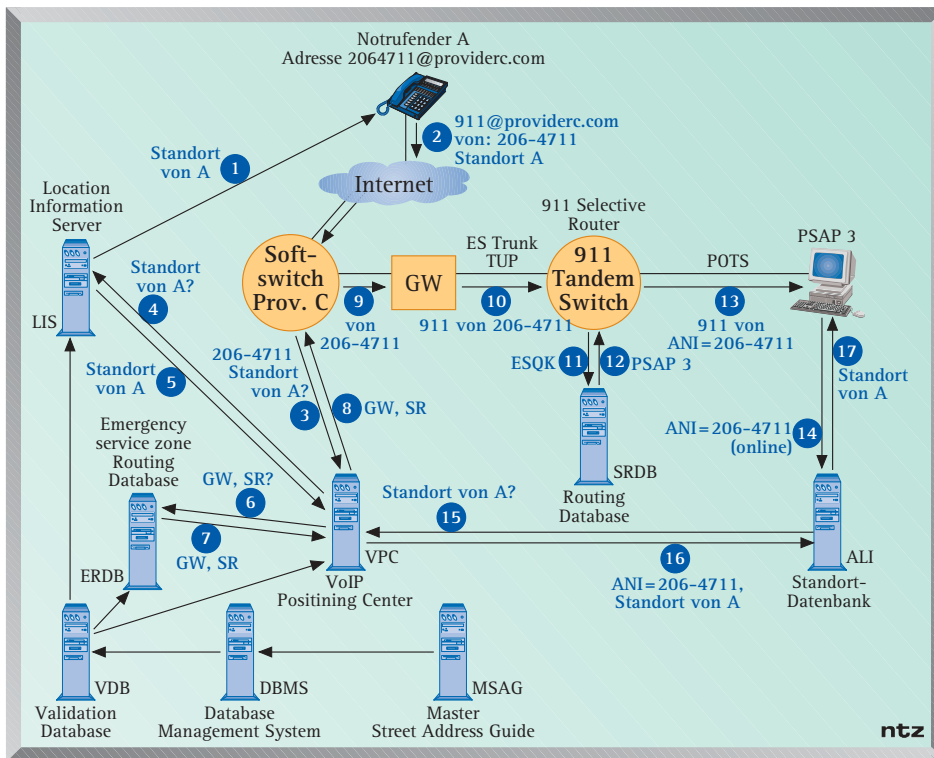


Bild 1. NENA-I2-Lösung für Notruf bei VoIP (Einzelheiten s. Text)

den, wenn dieser selbst keine ergänzenden Informationen liefern kann.

Abschließend soll noch auf vier mögliche Ortsbestimmungsverfahren für Festnetze hingewiesen werden:

- MAC-Adresse (Medium Access Control) und IP-Adresse: Beispielsweise in HFC-Netzen (Hybrid Fibre Coax) kann der Zusammenhang zwischen der MAC-Adresse des Kabelmodems und der an diesem Anschluss vergebenen IP-Adresse zur Bestimmung der Anschlussadresse genutzt werden.
- DHCP Relay Agent Information Option (Dynamic Host Configuration Protocol) [5]: Für Ethernet-Zugangsnetze wurde DHCP um die Relay Agent Information Option (82) erweitert. Dabei liefert ein DHCP Relay Agent, der z. B. Bestandteil eines IAD ist, dem DHCP-Server den Zusammenhang zwischen Switch-Port und IP-Adresse.

Speziell bei mittels DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) realisierten xDSL-Zugängen (z. B. ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line) könnten die auf der nächsten Seite näher erläuterten Verfahren angewandt werden. Um die Anschlussadresse bzw. den Standort abzuleiten, stellen sie bei ATM- (Asynchronous Transfer Mode) bzw. Ethernet/IP-DSLAM den Zusammenhang zwischen dem DSL-Port, dem VPI/VCI (Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier) bzw. der VLAN-ID (Virtual Local Area Network) und der IP-Adresse her.

Lösungsvorschläge der amerikanischen NENA

Was VoIP-Notruf-Lösungen angeht, ist die amerikanische NENA (National Emergency Number Association) am weitesten. Sie hat konkrete Evolutionsschritte mit Anforderungen, Systemdefinitionen und Netzarchitekturen erarbeitet [6].

Im ersten Schritt I1 [6] wird davon ausgegangen, dass ein VoIP-Notruf zwar zum korrekten PSAP geroutet wird, aber ohne Übermittlung der Rückrufadresse und ohne Übermittlung der Rückrufadresse und ohne ALI-Unterstützung (Automatic Location Identification), ähnlich der Lösung in [1, Bild 3b].

Der zweite Evolutionsschritt I2 [6, 7] beruht auf der E911-Lösung gemäß [1, Bild 2b]. In diesem, in Bild 1 skizzierten Szenario wird ein Notruf vom Softswitch per Gateway in das 911-Netz und dort zum zuständigen PSAP geroutet, mit Rückrufadresse, ALI-Datenbankabfrage und Adress-Validierung mit Hilfe des MSAG (Master Street Address Guide). Dabei soll auch eine nomadische Nutzung möglich sein, mit automatischer Ortsbestimmung oder durch den Nutzer, z. B. per Web-Schnittstelle.

Die I2-Lösung in Bild 1 umfasst mehrere Datenbanken bzw. Server speziell für die VoIP-Nutzer. Der LIS (Location Information Server) enthält die per MSAG mit dem DBMS (Database Management System) und der VDB (Validation Database) validierten Standortinformationen der VoIP-Nutzer, die ERDB (Emergency service zone Routing Database) die entsprechend validierten Daten für mögli-

che Gateways (GW) und 911 Selective Router (SR). Das VPC (VoIP Positioning Center) schließlich ist im VoIP-Netz die zentrale Ansprechstation für Routing- und Standort-Informationen.

Ein typischer Ablauf bei einem Notruf könnte wie folgt aussehen:

- Das VoIP-Endgerät erhält vom LIS die Daten zu seinem aktuellen Standort per Download (1).
 - Es generiert einen Notruf, z. B. per SIP Invite (Session Initiation Protocol), und liefert dabei eine Rückrufadresse (z. B. 206-4711) und seinen Standort (2).
 - Der Softswitch detektiert anhand der Ziel-URI (Uniform Resource Identifier, z. B. 911@providerc.com) den Notruf und sendet auf Basis der Rückrufadresse eine Standortanfrage an das VPC (3).
 - Kann der Softswitch keine Standortinformationen liefern, erfragt das VPC diese beim LIS (4) und erhält ihn ggf. in der Antwort (5).
 - Ansonsten werden per Anfrage an die ERDB (6) das zuständige Gateway (GW) und der 911 Selective Router (SR) bestimmt (7) und an den Softswitch übermittelt (8).
 - In der Folge routet der Softswitch den Notruf via GW (9) und SR (10) in das 911-Netz.
 - Anhand der mitgelieferten ESQK (Emergency Services Query Key) ermittelt die SRDB den geografisch zuständigen PSTN-PSAP (11, 12), dem in der Folge der Notruf zugestellt wird (13).
 - Der PSAP fragt die ALI-Datenbank nach dem Standort (15). Da es sich beim Notrufenden um einen VoIP-Nutzer handelt, muss hierfür das VPC einbezogen werden (15, 16), bevor die ALI-Datenbank den Standort von A an das PSAP übergibt (17) [7].
- Vergleicht man die Notrufsituation in Mobilfunknetzen mit der bei VoIP, wird deutlich, dass in beiden Fällen die Rufnummer nicht mehr den Standort kennzeichnet und dass die Nutzer mobil sind. Insofern gibt es relativ viele Gemeinsamkeiten. Diese können für VoIP-Lösungen genutzt werden. Beispielsweise gibt es in Mobilfunknetzen logische Netzknoten, die Positionsanfragen bearbeiten. In GSM-Netzen ist das das MLC (Mobile Location Centre) [8], in Netzen nach US-Standards das MPC (Mobile Position Center) [9].

Entsprechend gibt es bei der I2-Lösung das VPC (VoIP Positioning Center). Allerdings stehen in Mobilfunknetzen, wie oben ausgeführt, von vornherein Techniken für die Ortsbestimmung zur Verfügung; dies gilt nicht für VoIP-Netze. Demzufolge müssen hierfür geeignete Verfahren ermittelt und in den Endgeräten bzw. Netzen implementiert werden. Die NENA liefert hierzu keine konkreten Empfehlungen.

Im dritten Schritt gelangt man dann laut NENA zu einer durchgängig IP-gestützten und dadurch vereinfachten VoIP-Notruf-Lösung I3 (Next Generation 9-1-1) gemäß Bild 2, mit eigenem IP-Netz für Notrufe (IP Emergency Services Network), IP-PSAP sowie automatischer Bereitstellung von Rückrufadresse, Standort und weitergehenden Informationen für eine optimierte Notrufbehandlung. In diesem Fall wird die ALI-Datenbank nicht mehr benötigt, die VPC/MSAG-Abfrage wird, ähnlich wie bei ENUM [10], durch eine DNS-Abfrage (Domain Name Service) bezüglich PSAP und Standort ersetzt [6, 11, 12].

Zukünftige IP-PSAP werden laut [13] u. a. die folgenden neuen Leistungsmerkmale bieten:

- Unterstützung von Sprache, Text, E-Mail und Video,
- Notrufannahme in der Sprache des Notrufenden,
- Austausch von multimedialen Daten mit dem Notrufenden,
- Multimediakonferenzen für eine optimale Notrufbearbeitung sowie
- Unterstützung von Fahrzeug-Notrufen.

Eine prototypische Realisierung der NENA-I3-Lösung wurde von der Columbia University New York vorgenommen [11, 14]. Sie ist im Wesentlichen in Bild 3 dargestellt und baut auf VoIP mit SIP-Signalisierung auf [10]. Auch hier wurde die Art der Positionsbestimmung offen gelassen. Unter anderem wird die Möglichkeit der Standortbestimmung mit DHCP und MAC-Adresse genannt.

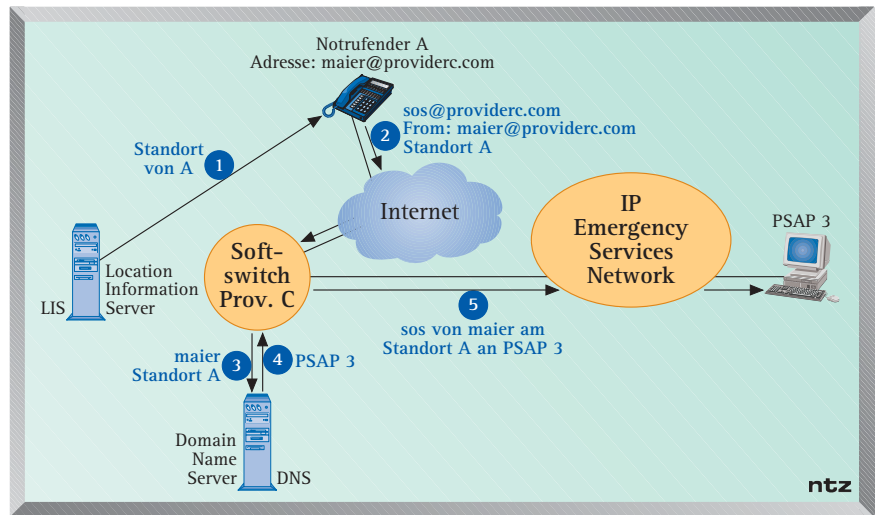


Bild 2. IP-basierte NENA-I3-Lösung für Notruf bei VoIP (Next Generation 9-1-1)

Lösung für IP-Netze mit xDSL-Zugängen

Die bisher dargestellten Lösungen klammerten entweder das Standortbestimmungsproblem weitgehend aus oder beschränkten sich auf funkgestützte Verfahren sowie nur in speziellen Netzszenarien anwendbare Mechanismen wie MAC-Adresse oder DHCP Relay.

Die meisten für Voice bzw. Multimedia over IP geeigneten Anschlüsse werden heute mittels xDSL-Zugangstechnik realisiert, häufig mit sog. DSLAM. Bild 4 zeigt eine entsprechende Netzarchitektur, wobei im Zugangsnetz sowohl die heute üblichen ATM-DSLAM als auch die neuen Ethernet/IP-DSLAM benutzt werden. In dem Beispiel sind VoIP-Telefone über IAD und Kupfer-Zweidrahtleitungen an die DSL-Ports der DSLAM angeschlossen. Die DSLAM wiederum sind über ein ATM- bzw. Ethernet-Netz an einen BRAS (Broadband Remote Access Server) angebunden.

Ein BRAS repräsentiert für einen Nutzer den Einwahlknoten in ein IP-Netz bzw. das Internet. Mittels PPP (Point-to-Point Protocol) realisiert ein BRAS die Nutzer-Authentifizierung sowie die dynamische IP-Adressvergabe. Sollen die Daten für die AAA-Funktionen (Authentication, Authorization, Accounting) nicht in jedem BRAS, sondern zentral vorgehalten werden, kommen ein oder mehrere AAA-Server (z. B. Radius, Remote authentication dial-in user service) hinzu.

Geht Nutzer A in Bild 4 mit Hilfe von Provider E online, „wählt“ er sich an dessen BRAS in das IP-Netz des Providers E ein. Ist stattdessen G sein Provider, läuft die „Einwahl“, vom BRAS des Providers E über L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol) getunnelt, an den BRAS des Providers G.

Im in Bild 4 oben gezeichneten ATM-Netz wird ein Kommunikationspfad zwi-

schen DSL-Port (z. B. U) eines DSLAM und dem terminierenden BRAS des Providers E durch abschnittsweise gültige ATM-Adressen VPI (z. B. X) und VCI (z. B. Y) gekennzeichnet. Das Mapping ist fest, so dass aus VPI = X, VCI = Y eindeutig auf den ATM-Port und in der Folge den DSL-Port U geschlossen werden kann. Letzterer bedient eine Kupferdoppelader und kann damit einer Anschlussadresse zugeordnet werden.

Für die Standortermittlung (u. a. im Notruffall) vorteilhaft liegt in einem BRAS bzw. dem korrespondierenden AAA-Server abrufbar indirekt die Information vor, welche IP-Adresse (z. B. A) an welchem DSLAM-Anschluss (VPI = X, VPI = Y; DSL-Port = U) vergeben wurde. Damit ist es prinzipiell möglich, aus der aktuellen IP-Adresse (z. B. A) eines Nutzers auf seinen Standort zu schließen. Das bedeutet, dass in einem Netz gemäß Bild 4 u. a. bei einem Notruf die benötigte Standortinformation automatisch gewonnen werden kann. Dies gilt auch dann, wenn der zuständige BRAS (z. B. Provider G) nur über L2TP erreicht wird, da die benötigten Parameter mit übertragen werden.

Erkennt ein Softswitch z. B. anhand der SIP-URI 112@providerh.de einen Notruf, ermittelt er auf Basis der Quellen-IP-Adresse (A), z. B. durch Abfrage einer Provider Data Base (PDB), welcher Provider (G) diese IP-Adresse vergeben hat. Dann fragt er dessen AAA-Server ab und erhält den aktuell zur IP-Adresse (A) gehörenden DSLAM-Port (U). Nun muss noch, z. B. mit Hilfe einer DSLAM Data Base (DDB), ermittelt werden, welche Anschlussadresse bzw. welcher Standort (A) dem DSL-Port (U) zugeordnet ist. Daraus kann dann die Region bzw. zuständige Notrufabfragestelle (69 Leitstelle 3/Feuerwehr) abgeleitet werden.

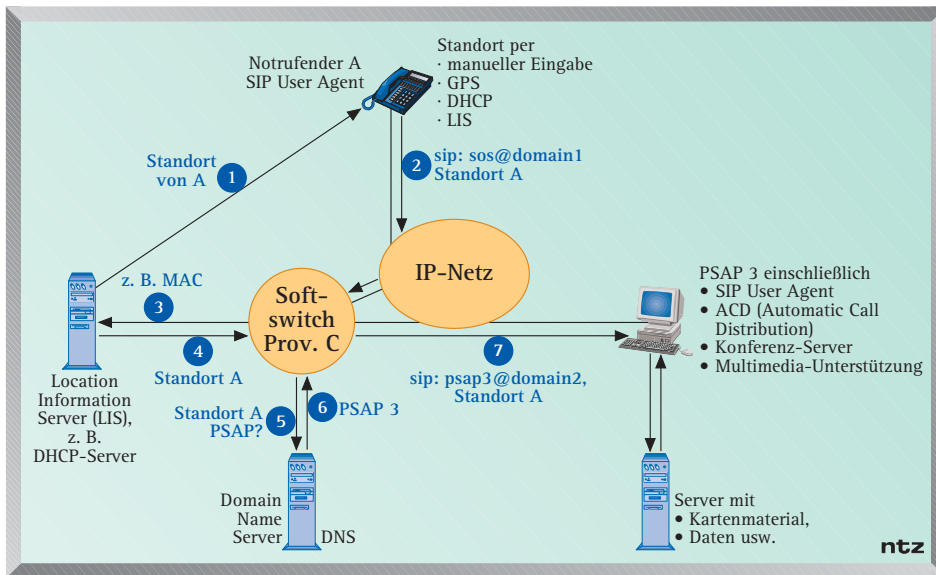


Bild 3. SIP-VoIP-Notruf-Prototyp der Columbia University, New York

Mit diesen Daten versehen wird der Notruf zu einem VoIP-PSTN-Gateway (GW) geroutet und dort per ISUP-Nr.7-Signalisierung (ISDN User Part) CC-coidiert in das PSTN abgesetzt [1].

Diese Lösung unterstützt in vollem Umfang Mobilität bzw. Nomadismus und ist besonders geeignet für Komplettanbieter, d. h. Provider mit eigenem Zugangnetz, BRAS und VoIP-Plattform, da dann der Zugriff auf die benötigten Daten (AAA-Server, PDB, DDB) relativ einfach betreiberspezifisch geregelt werden kann.

Das Zusammenspiel mit Ethernet/IP-DSLAM, in Bild 4 unten gezeichnet, funktioniert genau gleich. In diesem Fall wird z.B. einem Anschluss und damit DSL-Port (V) ein VLAN (Virtual Local Area

Network) mit einer VLAN-ID (Z) zugeordnet – im oben für ATM skizzierten Ablauf sind einfach VPI/VCI durch die VLAN-ID zu ersetzen.

Bild 4 zeigt diese VoIP-Notruf-Gesamtlösung für die Nutzung herkömmlicher PSTN-PSAP. Sie ist noch eleganter bei IP-PSAP, da dann der Softswitch den Notruf unter Angabe des Standorts des Notrufenden direkt zum zuständigen PSAP routen kann.

Zusammenfassung und offene Punkte

Legt man als Maßstab heutige PSTN-Notruflösungen [1] an, könnte bei Würdigung der Ergebnisse dieses Beitrags das Problem „Notruf bei VoIP“ als gelöst gelten. In der Realität und im De-

tail gibt es jedoch noch zahlreiche offene Punkte, beispielsweise:

- die rechtliche Situation in Deutschland und der EU,
- technische Standards für Deutschland und die EU,
- Schnittstellenspezifikationen, z. B. zur Provider- oder DSLAM-Ermittlung,
- Datenformate,
- rechtliche Regelungen für Datenzugriffe zwischen Providern,
- VoIP-Notruf über Ländergrenzen hinweg,
- Peer-to-Peer-VoIP oder auch
- Sicherheitsmechanismen.

Insgesamt scheint es aber möglich, durch VoIP auch den Notruf leistungsfähiger zu machen, vor allem durch die Einführung von IP-PSAP, die multimediale Kommunikation und Datenbankabfragen unterstützen. Um auf diesem Weg auch in Deutschland und der EU ähnlich zielgerichtet wie in den USA vorgehen zu können, sollten die notwendigen Aktivitäten wie bei der NENA gebündelt und vorangetrieben werden.

Literatur

- [1] Trick, U.; Akkaya, Ö.; Oehler, S.: Notruf bei VoIP – heutige Situation und Problemstellung. ntz Nachr.-tech. Z. 59 (2006) H. 2, S. 36–39
- [2] FCC: First Report and Order. Juni 2005
- [3] Schryen, G.: Mobile Computing – Location Based Services. RWTH Aachen, Wirtschaftsinformatik, SS 2003
- [4] C.G.A.L.I.E.S.: Report on implementation issues related to access to location information by emergency services (E112) in the European Union. Jan. 2002
- [5] Patrick, M.: RFC 3046 – DHCP Relay Agent Information Option. IETF, Jan. 2001
- [6] NENA: Future Steps for the Evolution of E9-1-1: Immediate, Migratory, Long Term NG9-1-1. Mai 2005
- [7] NENA: Interim VoIP Architecture for Enhanced 9-1-1 Services (i2). Dez. 2005
- [8] ETSI TS 100522: Digital cellular telecommunications system; Network architecture (GSM, Rel. 1998). 3GPP, Jan. 2000
- [9] NENA: E9-1-1 Requirements Technical Information Document. Juli 2004
- [10] Trick, U.; Weber, F.: SIP, TCP/IP und Telekommunikationsnetze. Oldenbourg, Okt. 2005
- [11] Schulzrinne, H.: Emergency Calling in SIP. Int. SIP Conf. 2005, Paris, Jan. 2005
- [12] Stasny, R.: Clarifying the latest thinking on emergency access from the Internet. ÖFEG, Okt. 2005
- [13] NENA: NENA IP Capable PSAP Features and Capabilities Standard. Febr. 2005
- [14] Mintz-Habib, M.; Rawat, A.; Schulzrinne, H.; Wu, Xiaotao: A VoIP Emergency Services Architecture and Prototype. ICCCN 2005, San Diego, Okt. 2005

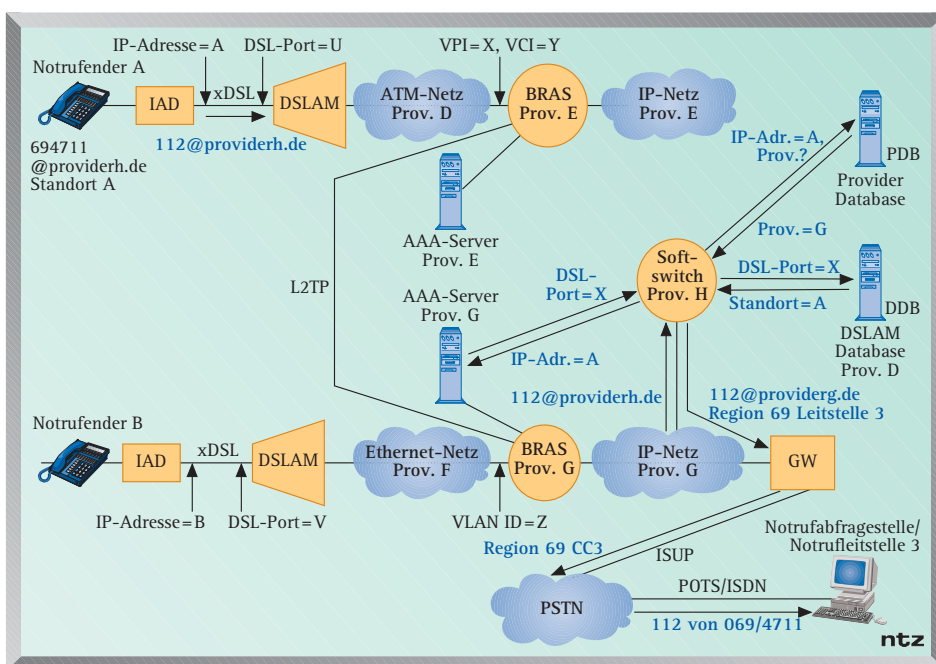


Bild 4. Automatische Standortermittlung für VoIP-Notruf bei xDSL-Zugangsnetzen