

Nordstraße 116
40477 Düsseldorf
Deutschland
www.sbr-net.com

Der Weg zur IP-basierten Zusammenschaltung Evolution statt Revolution

SBR-Diskussionsbeitrag 7

Dipl.-Ing. Wolfgang Reichl
Mag. Jörg Kittl
Dipl. Wirt.-Ing. Stephan Wirsing
Martin Lundborg, M.Sc
Dipl. Volkswirt Matthias Ehrler
Dr. Ernst-Olav Ruhle

Dezember 2013

Inhalt

1 Executive Summary 3

2 Zusammenschaltung im Wandel der Zeit..... 4

3 Wege zur IP-Zusammenschaltung 7

3.1 Zusammenschaltung im PSTN/ISDN/PLMN und im Internet 7

3.2 Entwicklung der Zusammenschaltung im Mobilfunk 9

3.3 Entwicklung der Zusammenschaltung im Festnetz..... 11

3.4 Internationale Beispiele 14

4 Dienste im Internet oder im NGN? – Eine Frage der QoS 15

4.1 Realisierung von Diensten im Internet..... 15

4.2 Realisierungen von Diensten in Managed Networks und NGN..... 16

4.3 Fazit: Ein Nebeneinander von Zusammenschaltungsregimen..... 17

5 Abrechnung für Zusammenschaltung..... 18

5.1 Calling party pays Prinzip und Receiving party pays Prinzip 18

5.2 Abrechnungssysteme auf Vorleistungsebene..... 19

6 Zusammenfassung und Ausblick 22

Referenzen 23

1 Executive Summary

Öffentliche Kommunikation wird durch die Zusammenschaltung vieler einzelner Netze ermöglicht. Die Verpflichtung zur Zusammenschaltung ist also Grundlage der nationalen und internationalen Kommunikation. Bei der Zusammenschaltung von Netzen haben sich zwei unterschiedliche Zusammenschaltungsregimes entwickelt. In Schmalband-Sprachnetzen ist die Zusammenschaltung stark reguliert. Begründet ist dies durch die Dominanz der etablierten Netzbetreiber zum Zeitpunkt der Marktöffnung. Die Abrechnung erfolgt dienstespezifisch und berücksichtigt detailliert die Leistungen der einzelnen Netzbetreiber. Im Internet ist die Zusammenschaltung nicht reguliert und erfolgt auf IP-Basis unabhängig von den verwendeten Diensten.

Mit dem technologischen Wandel der Kommunikationsnetze vollzieht sich auch ein Wandel der Zusammenschaltung. Dedizierte Schmalbandnetze machen Platz für Netze, die in der Lage sind, Multimedia Anwendungen zu übertragen.

Regulierungsbehörden legen bei Maßnahmen zur Regulierung der Zusammenschaltung einen effizienten Netzbetreiber zugrunde. Wir geben einen kurzen Überblick über die Tendenzen der Regulierung von IP-Zusammenschaltung. Regulierungsbehörden nehmen eher wenig Einfluss auf die technische Ausgestaltung.

Traditionelle Kommunikationsnetze befinden sich im Wettbewerb mit dem Internet. Für viele Dienste reicht die "best effort" Qualität des Internet aus. Je mehr Dienste Over-the-Top realisiert werden desto mehr verliert die klassische Zusammenschaltung an Bedeutung und desto geringer ist der Druck auf die Migration des traditionellen Zusammenschaltungsregimes auf IP.

Wir gehen davon aus, dass Mobil- und Festnetzbetreiber mittelfristig ihre Netze und auch die Zusammenschaltung auf IP umstellen werden. Dies passiert aber evolutionär und ist durch ökonomische Gesichtspunkte beeinflusst. Dies bedeutet aber nicht notwendigerweise den Wechsel zum Internetregime der Zusammenschaltung. Ein künftiges Zusammenschaltungsregime für multimediale Netze wird Elemente aus beiden Zusammenschaltungsregimes enthalten. Die wichtigsten Trends und Erkenntnisse sind in diesem White Paper aufbereitet.

2 Zusammenschaltung im Wandel der Zeit

Unter Zusammenschaltung versteht man die Verbindung von öffentlichen Kommunikationsnetzen.¹ Ohne Zusammenschaltung gäbe es keine Kommunikation über Netzgrenzen hinweg. Die Europäische Union definiert in der Zugangsrichtlinie [EU Kommission 2002]:

Zusammenschaltung ist die physische und logische Verbindung öffentlicher Kommunikationsnetze, die von demselben oder einem anderen Unternehmen genutzt werden, um Nutzern eines Unternehmens die Kommunikation mit Nutzern desselben oder eines anderen Unternehmens oder den Zugang zu den von einem anderen Unternehmen angebotenen Diensten zu ermöglichen. Dienste können von den beteiligten Parteien erbracht werden oder von anderen Parteien, die Zugang zum Netz haben. Zusammenschaltung ist ein Sonderfall des Zugangs und wird zwischen Betreibern öffentlicher Netze hergestellt.

Mit der Marktöffnung in der Telekommunikation in den 1990er Jahren erfolgte auch die Zusammenschaltung von Sprachnetzen in einem Wettbewerbsumfeld. Die wesentlichen Kosten von neu in den Markt eintretenden dienstebasierten Netzbetreibern lagen in der Zusammenschaltung. Die Regulierung von Zusammenschaltungsbedingungen und -entgelten war daher ein wichtiges Steuerungsinstrument für die Gestaltung des (infrastrukturbasierten bzw. dienstebasierten) Wettbewerbs [BEREC]. Durch massive Absenkungen der Terminierungsentgelte in den letzten Jahren [EU Kommission, 2009] ist die ökonomische Relevanz der Zusammenschaltungsentgelte heute aber geringer als damals.

In der Definition der Zugangsrichtlinie geht es um die Zusammenschaltung von Kommunikationsnetzen und daher nicht nur um Sprachkommunikation sondern allgemein um Kommunikationsdienste. Zusammenschaltung ist immer dann notwendig, wenn mehrere Netze an der Erbringung von Kommunikationsdiensten beteiligt sind.

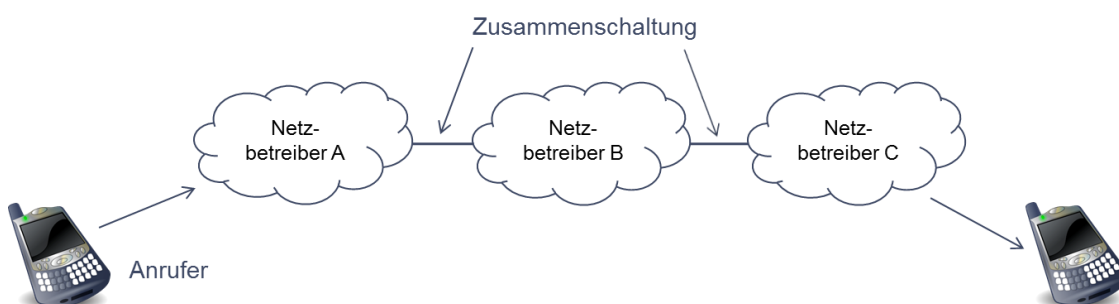


Abbildung 1: Zusammenschaltung von Kommunikationsnetzen

¹ Die Europäische Kommission verwendet in der Rahmenrichtlinie den Begriff "elektronische Kommunikationsnetze". Der Einfachheit halber wird in diesem White Paper der Begriff "Kommunikationsnetze" verwendet.

Zusammenschaltung hat rechtliche, ökonomische und technische Aspekte. Alle Aspekte müssen betrachtet werden um die bestehenden Zusammenschaltungsregimes zu verstehen und deren weitere Entwicklung zu prognostizieren.

- **Rechtliche Rahmenbedingungen:** Betreiber öffentlicher Kommunikationsnetze sind verpflichtet, mit befugten Unternehmen (direkt oder indirekt) zusammenzuschalten.² So wird sichergestellt, dass alle Kommunikationspartner erreicht werden können, unabhängig davon welchen Netzbetreiber der Kunde gewählt hat. Marktbeherrschende Unternehmen in vorab regulierten Märkten³ können unter anderem dazu verpflichtet werden, Standardzusammenschaltungsangebote zu veröffentlichen. Regulierungsbehörden können hierfür kostenorientierte Zusammenschaltungsentgelte festlegen. Zusammenschaltung im Internet ist derzeit unreguliert, da man hier von einem funktionierenden Wettbewerb ausgeht.
- **Ökonomische Rahmenbedingungen:** Alle in Abbildung 1 dargestellten Netzbetreiber erbringen eine Leistung für die Kommunikation zwischen den Endgeräten. Diese Leistungserbringung muss auch bezahlt werden. Für die Abrechnung zwischen Netzbetreibern gilt in Europa der Grundsatz "Calling Party Network Pays". Netzbetreiber A erhält die gesamten Einnahmen von Endkundenseite und bezahlt die Leistungen der Netzbetreiber B (Transitleistung) und Netzbetreiber C (Terminierung). Das ist das übliche Modell in der Sprachkommunikation. Im Internet unterscheidet man zwischen Transitleistung und Peering. Wenn bei Peering das Kommunikationsaufkommen in beiden Richtungen in der gleicher Größenordnung ist, kann man sich darauf verständigen, die Auszahlung zu unterlassen.
- **Technische Rahmenbedingungen:** Während die Technik innerhalb von Kommunikationsnetzen Sache jedes einzelnen Netzbetreibers ist, ist die Technik der Zusammenschaltung international standardisiert. Daher beobachten wir das Phänomen, dass die technologische Anpassung der Netztechnik wesentlich rascher voranschreitet als die Technik bei der Zusammenschaltung. Die Zusammenschaltung von Schmalband-Sprachnetzen ist vielfach noch leitungsvermittelt, auch wenn in Zugangsnetzen und Kernnetzen der zusammenschaltenden Betreiber schon IP-Technologie eingesetzt wird.

Kommunikationsnetze (und deren Zusammenschaltung) waren ursprünglich dienstespezifisch. Das internationale leitungsvermittelte schmalbandige Sprachnetz bezeichnet man als PSTN/ISDN/PLMN⁴. Zur Zusammenschaltung der leitungsvermittelten Netze wurde TDM-PCM⁵ Technologie mit 64 kbit/s Kanälen verwendet. Die Zusammenschaltung in Mobil- und Festnetzen wurde im Zuge der Marktöffnung reguliert, um den Wettbewerb zu fördern.

² In Artikel 4 der Zugangsrichtlinie heißt es dazu: "Betreiber öffentlicher Kommunikationsnetze sind berechtigt und auf Antrag von hierzu befugten Unternehmen verpflichtet, über die Zusammenschaltung zwecks Erbringung der öffentlich zugänglichen elektronischen Kommunikationsdienste zu verhandeln, um die gemeinschaftsweite Bereitstellung von Diensten sowie deren Interoperabilität zu gewährleisten."

³ Siehe [EU Kommission, 2007]

⁴ PSTN = Public Switched Telephone Network; ISDN = Integrated Services Digital Network; PLMN = Public Land Mobile Network

⁵ TDM = Time Division Multiplex; PCM = Pulse Code Modulation

Die Zusammenschaltung im Internet verwendet das Internet-Protokoll (IP). Die Abrechnung ist unabhängig von den verwendeten Diensten und Applikationen und erfolgt in einem Wettbewerbsumfeld ohne Eingriff von Regulierung.

Die Unterschiede zwischen diesen beiden Zusammenschaltungsregimen sind in den letzten Jahren geringer geworden. Durch die Entwicklung des PSTN/ISDN/PLMN zu einem paketerorientierten NGN⁶ sind Kommunikationsnetze heute für Multimedia Anwendungen geeignet. Es liegt daher nahe, auch für die Zusammenschaltung von PSTN/ISDN/PLMN die IP-Technologie zu wählen.⁷ Da Zusammenschaltung von Kommunikationsnetzen aber viele Stakeholder involviert, gibt es eine gewisse Trägheit in der Umsetzung. Wir beschreiben die unterschiedlichen Initiativen von Interessensgruppen und nennen einige Beispiele für Umsetzungen.

Wir beschreiben im Folgenden den Status der Migration von TDM/PCM Zusammenschaltung zu IP-Zusammenschaltung. Unsere These ist, dass dieser Weg auf technischer Ebene unausweichlich ist, dass es allerdings eine Reihe von technischen und ökonomischen Themen gibt, welche die Migration beeinflussen. Wir adressieren in unserem White Paper folgende Fragen:

- Warum dauert die Umstellung die technische Umsetzung auf IP-Zusammenschaltung so lang?
- Wie adressieren Regulierungsbehörden die technische Umsetzung der Zusammenschaltung?
- Wie wird ein künftiges Zusammenschaltungsregime aussehen, insbesondere im Hinblick auf Abrechnungssysteme?
- Wird sich mittelfristig das Internet als allgemeines Kommunikationsnetz durchsetzen und die etablierten TK-Netze verdrängen?

⁶ Das Konzept eines Next Generation Network (NGN) wurde von der ITU-T entwickelt, siehe [ITU Y.2001]. Die Definition eines NGN lautet: NGN is "a packet-based network able to provide telecommunication services and able to make use of multiple broadband, QoS-enabled transport technologies and in which service-related functions are independent from underlying transport-related technologies. It enables unfettered access for users to networks and to competing service providers and/or services of their choice. It supports generalized mobility which will allow consistent and ubiquitous provision of services to users."

⁷ Siehe auch [Analysys Mason], [Ericsson], [Scott Marcus, WIK] und [WIK Consult]

3 Wege zur IP-Zusammenschaltung

3.1 Zusammenschaltung im PSTN/ISDN/PLMN und im Internet

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht der Themen, die im Zusammenhang mit Zusammenschaltung adressiert werden. Dies gilt sowohl für die Zusammenschaltung von PSTN/ISDN/PLMN als auch im Internet, obwohl die Themenstellungen in beiden Fällen unterschiedlich gelöst wurden.



Abbildung 2: Zusammenschaltung – Themen

Die folgende Tabelle stellt die traditionelle Zusammenschaltung im PSTN/ISDN/PLMN der Zusammenschaltung im Internet gegenüber. Dabei werden die einzelnen Themen der Zusammenschaltung adressiert. Wir sehen diese beiden Regimes als Ausgangspunkt der Entwicklung zu einer einheitlichen auf IP-basierenden Zusammenschaltung von Kommunikationsnetzen. Dieses künftige Zusammenschaltungsregime wird Elemente beider Bereiche umfassen.

Thema	PSTN/ISDN/PLMN	Internet
Netzarchitektur	PSTN/ISDN/PLMN Zusammenschaltung ist bilateral und "privat". Meist ist eine Zusammenschaltung mit dem etablierten Netzbetreiber ausreichend, um allgemeine Erreichbarkeit sicherzustellen.	Die physikalische Zusammenschaltung erfolgt in sogenannten IXP (Internet eXchange Points), als private Peerings oder als IP-Upstream/IP-Transit. Die IXP sind für alle Internet Service Provider (ISPs) offen ("öffentlich").
Anzahl und Standorte der Zusammenschaltungspunkte	Etablierte Netzbetreiber bieten PSTN/ISDN/PLMN Zusammenschaltung an mehreren Standorten der Netzhierarchie an. Durch die Konsolidierung der Netze, verringert sich die Anzahl der Zusammenschaltungspunkte.	Internet Service Provider sind an einem oder mehreren IXP angeschaltet und/oder verwenden "private peerings" bzw. IP-Upstream/IP-Transit.
Schnittstellen für Zeichengabe und Nutzdaten	Bei PSTN/ISDN/PLMN Zusammenschaltung wird zwischen Zeichengabe und Nutzdaten unterschieden. Die Zusammenschaltung ist diensteabhängig.	Die Zusammenschaltung im Internet bezieht sich nur auf IP-Datenströme. Die Zusammenschaltung ist also diensteunabhängig.
Abrechnung (siehe Kapitel 5)	Im PSTN/ISDN/PLMN wird üblicherweise eine direkte Abrechnung verwendet. Dies bedeutet, dass Netzbetreiber A die Leistungen der Netzbetreiber B (Transit) und C (Terminierung) bezahlt. Die Abrechnung ist dienstespezifisch.	Zwischen Netzen gleicher Größe kann Peering vereinbart werden. Alternativ kommt Transit zur Anwendung. Bei Peering kann die Bezahlung entfallen, wenn dies zum beiderseitigen Vorteil ist. Die Abrechnung hängt nicht von den Dateninhalten ab.
Routing, Numbering	Traditionell erfolgt das Routing anhand der Rufnummer. Bei nicht-geografischen Rufnummern und bei portierten Rufnummern kann das Ziel vom Ursprungsnetzbetreiber nicht bestimmt werden.	Routing erfolgt anhand der IP-Adresse. Zusammengeschaltete Netze tauschen die erreichbaren IP-Adressen mittels Border Gateway Protokoll (BGP) aus. Eine Bestimmung des Zielnetzes ist für die Abrechnung nicht relevant.
Quality of Service (QoS) und SLA (siehe Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.)	Qualität ist bei traditionellen Netzen weitgehend sichergestellt. Durch die Technik der Leitungsvermittlung gab es kurze Durchschaltezeiten und geringe Verzögerung im Netz.	Die Zusammenschaltung im Internet ist "best effort" und stellt keine end-to-end QoS sicher.

Tabelle 1: Zusammenschaltung im PSTN/ISDN/PLMN und im Internet

Das Internet erlaubt die Übertragung unterschiedlicher Dienste. Es ist daher möglich, auch im Internet Sprachkommunikation (Voice over IP – VoIP bzw. Voice over Internet - VoIN) zu realisieren. Es liegt daher nahe zu vermuten, dass traditionelle

Kommunikationsnetze verschwinden werden und sich das Internet zum universellen konvergenten Kommunikationsnetz für alle Dienste entwickeln wird. Dem gegenüber steht die Idee eines NGN, welches ebenfalls paketorientierte Übertragung verwendet, aber die Migration von Funktionen des bestehenden PSTN/ISDN/PLMN berücksichtigt. Kritische Themen, die im Internet unzureichend adressiert werden, sind Sicherheit, Qualität der Dienste und Abrechnung von unterschiedlichen Diensten über Netzgrenzen hinweg. Der Trend zu IP-Technologie ist aus technischer Sicht offensichtlich. Zukünftige Kommunikationsnetze und auch Zusammenschaltungsregime werden wohl Elemente aus beiden Regimes enthalten, um die kritischen Themen besser adressieren zu können.

Richtungsweisend für die weitere Entwicklung der Zusammenschaltung ist heute der Mobilfunk, der im nächsten Kapitel behandelt wird.

3.2 Entwicklung der Zusammenschaltung im Mobilfunk

Mobilfunk ist heute neben dem Internet der Treiber der technologischen Entwicklung in der Kommunikationstechnik. Mit GSM, UMTS und LTE sind weltweit akzeptierte Mobilfunkstandards entstanden, die Skaleneffekte bei der Produktion erlauben und den Mobilfunk in allen Teilen der Welt erschwinglich gemacht haben. Die Standards dazu wurden von ETSI und später von 3GPP, einer Vereinigung von regionalen Standardisierungsorganisationen, entwickelt. Diese Standards unterliegen einer permanenten Entwicklung. Dementsprechend hat sich auch die Zusammenschaltung weiterentwickelt. Mobilfunknetzbetreiber haben die Entwicklungen in unterschiedlichem Maß mitgemacht und heute muss Zusammenschaltung im Mobilfunk die Verbindung von Netzen mit unterschiedlichen Technologien unterstützen.

Die Architektur der Mobilfunknetze (Abbildung 3) besteht aus einem Teil für Sprache (Circuit switched – CS Domain) und einem Teil für Daten (Packet switched – PS Domain).

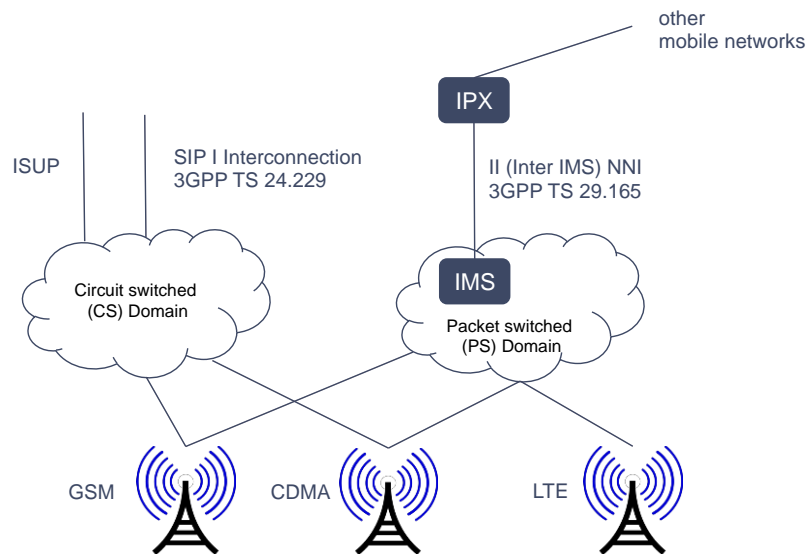


Abbildung 3: Architektur im Mobilfunk nach 3GPP (Release 8)

Der leitungsvermittelte Teil war ursprünglich ähnlich aufgebaut wie das traditionelle Vermittlungstechniknetz, entwickelte sich aber weiter zu einer Softswitch-Architektur. Dies bedeutet, dass die Steuerlogik der Vermittlungsknoten in einen eigenen Server ausgelagert wurde. Die Leitungsvermittlung wurde durch eine auf IP basierende Paketvermittlung ersetzt. Die Funktionalität änderte sich bei dieser Transformation nicht notwendigerweise. Für die Zusammenschaltung bedeutet dies, dass TDM/PCM (mit dem Zeichengabeverfahren #7 und dem ISUP Protokoll) weiterverwendet werden kann. Eine Alternative dazu ist es, die ISUP Funktionalität über das Internet Protokoll zu übertragen. Dazu wird das Protokoll SIP-I verwendet. [3GPP TS 29.235]

Der paketvermittelte Teil diente ursprünglich ausschließlich zur Realisierung des Internet-Zugangs. Später wurde eine Steuerlogik, das IMS (IP-Multimedia Subsystem) eingeführt. IMS dient zur Verbindungssteuerung von Multimediaservices, stellt aber selbst keine Dienste zur Verfügung. Die paketvermittelten Domains der Mobilfunknetze wurden zunächst über GRX (GPRS Roaming eXchange) zusammenschaltet. Mit der Weiterentwicklung der PS Domains zu IMS wurde auch die GRX Architektur zur IPX (IP eXchange) weiterentwickelt [GSMA-projects], [GSMA-documents]. Die IPX Zusammenschaltung lässt mehrere Optionen offen. Einerseits ist eine transparente Verbindung für den IP Datenstrom möglich. Es gibt andererseits aber auch die Möglichkeit, IMS Kernnetze miteinander zu verbinden. Das Protokoll dazu heißt II-NNI (Inter IMS Network-Network Interface).

Wichtig ist, dass die Zusammenschaltung im Mobilfunk nicht nur Funktionen für den Verbindungsauf- und -abbau unterstützt, sondern auch das Roaming. Zusammenschaltung im Mobilfunk ist daher im Allgemeinen komplexer als die Zusammenschaltung im Festnetz.

Abbildung 3 zeigt die verschiedenen Möglichkeiten zur Zusammenschaltung von Mobilfunknetzen:

- TDM/PCM: Die Zusammenschaltung kann auch weiterhin über ISUP erfolgen, wenn es ausschließlich um Sprachkommunikation geht. Bei Zusammenschaltung von CS-Domains ist diese Vorgangsweise möglich.
- Werden CS-Domains auf sogenannte Softswitch Lösungen umgestellt, so bietet sich auch eine Umstellung der Zusammenschaltung auf IP an. Da CS-Domains nach wie vor für Sprache optimiert sind, wird im Allgemeinen auch der Leistungsumfang der Zusammenschaltung beibehalten. Man ersetzt also nur den Transport durch IP. Zur Übertragung des ISUP Leitungsumfangs über IP wird das SIP-I Protokoll verwendet.
- Für Multimediadienste, die auf Basis von IMS erbracht werden, wurde eine Inter-IMS Netzschnittstelle entwickelt. Diese basiert ebenfalls auf SIP, enthält aber auch Funktionen für Roaming und unterstützt Multimediadienste.

Obwohl der Trend zur Zusammenschaltung auf IP Basis geht, sind die Abrechnungsverfahren für Zusammenschaltungsleistungen weitgehend aus der PCM/TDM Zusammenschaltung übernommen. Nach der Vision der GSMA⁸ soll das IPX zu einem universellen IP-Netz für die Zusammenschaltung von Mobilfunk- und Festnetzen werden. Das IPX Netz ist vom öffentlichen Internet getrennt und bietet Funktionen zur Sicherstellung von Quality of Service (QoS) und zur Abrechnung von Diensten.

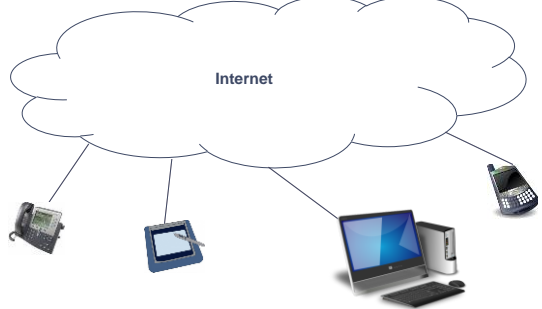
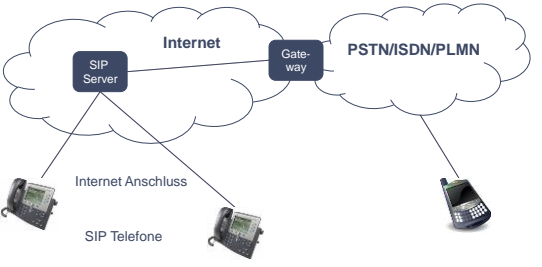
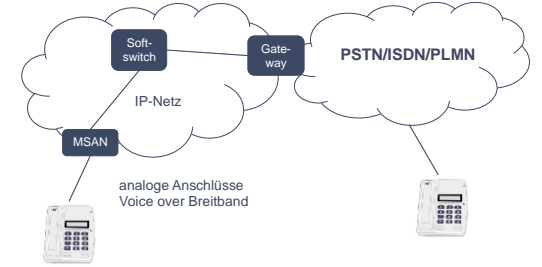
3.3 Entwicklung der Zusammenschaltung im Festnetz

So wie die Entwicklung der Mobilfunkstandards zügig voranschreitet, gibt es auch beim Festnetz viele unterschiedliche Möglichkeiten, Sprache über IP-Netze zu realisieren und zusammenzuschalten. Die Vorgangsweisen der Netzbetreiber hängen von der Marktsituation und vom eingesetzten Equipment ab. Bei der technologischen Entwicklung von PSTN/ISDN/PLMN kann man zwei getrennte Bereiche unterscheiden: 1) das Kernnetz und 2) das Anschlussnetz. Netzbetreiber investieren in beiden Bereichen, aber in den letzten Jahren hat sich der Fokus von einer Migration des Kernnetzes Richtung IP-Technologie zum Aufbau eines breitbandigen Anschlussnetzes (NGA – Next Generation Access) gewandelt. Die Umstellung des Kernnetzes auf IP-Technologie hat vielfach nicht mehr oberste Priorität. Optionen bei der Umstellung des Kernnetzes sind

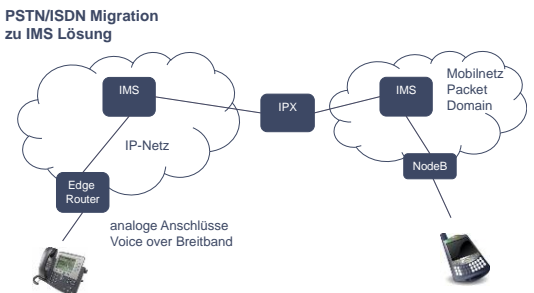
⁸ GSMA – GSM Association ist ein Zusammenschluss von Mobilfunknetzbetreibern

Softswitch Lösungen oder IMS-basierende Lösungen. Wichtig ist auch, dass die Umstellung des Kernnetzes oft über mehrere Jahre erfolgt und daher in einer Übergangszeit beide Technologien unterstützt werden müssen.

In der praktischen Umsetzung findet man unter anderem folgende Varianten der Festnetzzusammenschaltung:

Varianten der Festnetzzusammenschaltung	Bildliche Darstellung
<p>VoIP im Internet: Im Internet können Sprachdienste realisiert werden. Das bekannteste Beispiel ist wohl Skype, es gibt aber viele andere Anbieter. In letzter Zeit gewinnen Browser-basierte Entwicklungsumgebungen, z.B. WebRTC⁹ an Bedeutung. Eine Herausforderung ist die Interoperabilität zwischen unterschiedlichen Anbietern. Die Zusammenschaltung erfolgt im Internet und ist "best effort".</p>	
<p>Gateways: Die Verbindung von Sprachdiensten im Internet zu Anschlüssen im PSTN/ISDN/PLMN erfolgt über sogenannte Gateways. Auch für die Verbindung unterschiedlicher VoIP Anbieter wird vielfach der Weg über das PSTN/ISDN/PLMN genutzt, weil im Internet standardisierte Schnittstellen für die Interoperabilität von Sprachdiensten fehlen. Für die Zusammenschaltung mit dem PSTN/ISDN/PLMN sind Transit- und Terminierungsgebühren zu bezahlen.</p>	
<p>Softswitch Lösung: Eine Migration zu IP-Technologie wird sowohl im Kernnetz als auch im Anschlussnetz durchgeführt. Um diese Migration unabhängig voneinander durchführen zu können, werden üblicherweise alle Anschlusstechnologien weiter unterstützt. Zur Anschaltung verwendet man sogenannte MSAN (Multi Service Access Nodes). Diese unterstützen sowohl analoge PSTN Anschlüsse als auch ISDN und IP-basierende Anschlüsse. Bei der Zusammenschaltung werden wieder Gateways verwendet, die zwischen unterschiedlichen Zeichengabeverfahren umsetzen.</p>	<p>PSTN/ISDN Migration zu Softswitchlösung</p> 

⁹ WebRTC – real-time communications via Web browsers

Varianten der Festnetzanschluss	Bildliche Darstellung
<p>IMS Lösung: Zur Zusammenschaltung von IMS hat die GSM Association eine IP-eXchange (IPX) konzipiert. IMS kann sowohl für Mobilnetze als auch für Festnetze eingesetzt werden. Die Abbildung rechts zeigt die Zusammenschaltung eines Festnetzes mit einem Mobilnetz, wobei beide eine IMS Lösung verwenden. Als Schnittstelle wird II-NNI verwendet.</p>	 <p>PSTN/ISDN Migration zu IMS Lösung</p>

Bei IP-Zusammenschaltung wird die Struktur der PSTN/ISDN/PLMN Zusammenschaltung weitgehend beibehalten, obwohl sich die technische Realisierung ändert. Die Komplexität bei Sprachzusammenschaltung liegt in den Zusatzfunktionen, die in den bestehenden Netzen integriert sind. Dazu gehören:

- **Rufnummernzuteilung:** Obwohl in IP-basierten Netzen IP-Adressen zum Routing verwendet werden, ist für internationale Erreichbarkeit nach wie vor der Rufnummernplan nach ITU-T Empfehlung E.164 maßgeblich. Demnach müssen auch Anbieter von VoIP Zugang zu Rufnummernressourcen haben.
- **Routing:** Eine der wesentlichen Funktionen eines Netzes ist das Routing, das bedeutet, die Auswahl des Zielnetzes anhand der Rufnummer. Durch die Verbreitung von Portierung wurden zu diesem Zweck nationale Datenbanken angelegt, die das korrekte Routing sicherstellen. VoIP Anbieter müssen diese Ressourcen ebenfalls nutzen können um das richtige Zielnetz auszuwählen.
- **Portierung von Rufnummern:** Die Möglichkeit zum Wechsel des Anbieters unter Beibehaltung der Rufnummern gilt als wesentliche Grundlage des Wettbewerbs. Für Portierung wurden komplexe Funktionen in der Kommunikationsnetzen implementiert.
- **Notrufe:** Von Sicherheitsbehörden gibt es Auflagen zur Standortbestimmung von Kommunikationsendgeräten. Diese sollen unabhängig von der eingesetzten Technologie ermöglichen, den aktuellen Aufenthaltsort des Anrufers zu bestimmen.
- **PSTN/ISDN Zusatzdienste:** Anrufumleitung, Sperre, Anzeige der Rufnummer und ähnliche Dienste gehören zum Leistungsumfang der Sprachkommunikation. Da die Unterstützung dieser Zusatzdienste auch weiterhin als erforderlich angesehen wird und teilweise auch gesetzlich verankert ist, müssen diese bei IP basierender Implementierung nachgebildet werden.
- **Quality of Service:** Die wesentlichen Qualitätsmerkmale für Sprachtelefonie sind Verzögerung, Jitter, Verlust von Paketen und Sprachqualität gemessen durch MOS (mean opinion score). Die Grenzwerte dazu werden in bilateralen Zusammenschaltungsverträgen festgelegt.

Die Realisierung dieser Funktionen ist für die Komplexität der IP-Zusammenschaltung verantwortlich. Es wäre natürlich möglich, diese Funktionen in veränderter und vereinfachter Form zu realisieren. In der Realität erkennt man, dass IP-basierende Zusammenschaltung für Sprachkommunikation wesentliche Elemente des bestehenden

PSTN/ISDN/PLMN Zusammenschaltungsregimes beibehält. Es ist wichtig anzumerken, dass IP-basierte Zusammenschaltung von Sprachnetzen zwar IP-Technologie aber im Allgemeinen nicht aber das öffentliche Internet verwendet. Netzbetreiber bauen also private IP Netze und sichern die Übergabepunkte durch sogenannte Session Border Controller und Firewalls ab.

3.4 Internationale Beispiele

Obwohl IP-basierte Zusammenschaltung für Sprachtelefonie vielfach verwendet wird, sind nationale Vorgaben von Regulierungsbehörden noch eher die Ausnahme. Regulierungsbehörden gehen aber dazu über, IP-Technologie bei den Netzmodellen, die als Grundlage für die Berechnung von Zusammenschaltungsentgelten dienen, zugrunde zu legen. Durch die generell niedrigeren Kosten wird damit der Umstieg und der Einsatz von effizienten Technologien gefördert. In Dänemark, Deutschland und Italien gibt es auch schon Auflagen für marktbeherrschende Netzbetreiber, IP-Zusammenschaltung für Sprachtelefonie anzubieten. Der britische Regulierer OFCOM hat bei der Marktanalyse im Jahr 2013 aber davon Abstand genommen, IP-Zusammenschaltung als Auflage aufzunehmen, da die Verbreitung noch zu gering ist. OFCOM orientiert sich am Prinzip der Technologieneutralität. Die Technologie der Zusammenschaltung darf gemäß OFCOM bei Terminierung durch die Technologie der called party und bei Originierung durch die Technologie der calling party bestimmt werden [OFCOM, 2013]. Die folgende Abbildung zeigt einige Beispiele für die Einführung von IP-Zusammenschaltung.



Abbildung 4: Beispiele zur Einführung von IP-Zusammenschaltung für Sprachtelefonie

4 Dienste im Internet oder im NGN? – Eine Frage der QoS

Ziel der Zusammenschaltung ist es, Dienste in anderen Netzen erreichen zu können. In diesem Kapitel wollen wir daher näher auf die Diensterbringung eingehen. Kommunikationsnetze haben sich seit ihrer Errichtung von dienstespezifischen Netzen hin zu konvergenten Netzen der nächsten Generation (NGN) entwickelt, über die alle Dienste realisiert werden können. Es gibt jedoch bereits ein weltweites Datennetz mit paketorientierter Technologie, das Internet. Warum werden nun NGN entwickelt, wenn doch auch das Internet die Realisierung aller Dienste ermöglicht?

In der Praxis ist eine Realisierung der meisten Dienste im Internet gegenwärtig nur eingeschränkt möglich. Die zwei wichtigsten Gründe hierfür sind zum einen die mangelnde garantierte, flächendeckend und Ende-zu-Ende verfügbare Bandbreite, zum anderen die Sicherstellung wesentlicher qualitätsrelevanter Übertragungsparameter, wie Latenz, Jitter, Paketverlust, etc. (zusammengefasst: QoS) zwischen den Kommunikationspartnern. Beide Kriterien entspringen den Anforderungen, die Dienste an den Pakettransport richten. Diese sogenannten *netzzentrischen* QoS-Parameter müssen so spezifiziert und im Transportnetz implementiert sein, dass *dienstbezogene* QoS-Parameter wie z.B. Mindestbandbreite oder Sprachqualität eingehalten werden können. Aus diesem Grund können Netze, die eigens für bestimmte Dienste konzipiert wurden, nicht einfach durch das (best effort-) Internet ersetzt werden.

Andererseits gibt es heute im Internet eine Fülle von Diensten, die auf Basis von "best effort" Qualität realisiert werden. Die Erhöhung der Endkundenbandbreite führt auch zu leistungsfähigeren Backbone-Netzen, sodass die Beschränkung auf best-effort immer weniger Bedeutung hat. Dies eröffnet zahlreiche Möglichkeiten für die Implementierung neuer Dienste im Internet. In den folgenden zwei Unterkapiteln stellen wir die Trends im Internet und im NGN dar.

4.1 Realisierung von Diensten im Internet

In vielen Fällen reicht die "best effort" Qualität des Internet für eine Realisierung von Diensten aus. Es gibt eine Vielzahl von Ansätzen um traditionelle Kommunikationsdienste im Internet zu realisieren. Unten dargestellte Dienste gelten für Fest- wie Mobilnetze:

- **SIP-Clients:** Im Internet findet man Applikationen, mit denen Sprachkommunikation möglich ist. Neben SIP-Clients ist Skype eine der bekanntesten Anwendungen.
- **Browserbasierte Echtzeitkommunikation:** Bei Browserbasierten Anwendungen benötigt man keinen Download einer Applikation mehr. Der Internetbrowser ermöglicht mit Hilfe von JavaScript Echtzeitkommunikation (Sprache, Chat,

Video-Telefonie). Eine aktuelle Initiative ist WebRTC, eine Entwicklungsumgebung, die bereits von vielen Browsern unterstützt wird.

- **Over-the-Top:** Unter Over-the-Top (OTT) versteht man Kommunikationsdienste, die als Internetanwendungen ohne Beitrag des Netzbetreibers realisiert werden. Typische Beispiele sind WhatsApp oder WebTV. Diese Dienste werden von Kommunikationsnetzbetreibern als Konkurrenz gesehen und sind von der Regulierung anders eingeordnet als z.B. SMS. Netzbetreiber versuchen durch Kooperationen mit OTT-Anbietern sich wieder in die Wertschöpfungskette zu integrieren. Ein anderer Ansatzpunkt ist das Betriebssystem. Beispielsweise ist Firefox OS durch seine offene Gestaltung für Mobilnetzbetreiber sehr attraktiv.
- **Content Delivery Networks (CDN):** Die QoS im Internet kann durch den Einsatz von CDN verbessert werden. CDN sind IP-basierte Netze, die den Zugang zu Content im Internet erleichtern. Dabei werden Inhalte möglichst weit zum Nutzer transportiert und auf Proxy Servern gespeichert. CDN schalten an vielen Punkten zusammen um die Verzögerung beim Zugang zu minimieren. CDN unterstützen Verteildienste, sind aber derzeit nicht für real-time Kommunikation konzipiert.

4.2 Realisierungen von Diensten in Managed Networks und NGN

NGN sind IP-basierende Netze mit QoS-Vereinbarungen. Um ein Netz als NGN bezeichnen zu können, müssen jedoch zahlreiche weitere Kriterien erfüllt sein, die von der ITU definiert wurden [ITU Y.2001]. Daher sind heutzutage nur wenige Netze „echte“ NGNs. Aber auch in Netzen, die nicht vollständig dieser Definition entsprechen, werden oftmals durch den Netzbetreiber Qualitätsmerkmale für bestimmte Dienste implementiert (Managed Services). Solche Netze bezeichnet man auch als Managed Networks. Da Kommunikationswege in den meisten Fällen über mehrere Netzbetreiber führen (siehe Abbildung 1), müssen QoS-Vereinbarungen an allen Netzgrenzen unterstützt werden (end-to-end). Eine Standardisierung der QoS-Parameter wird damit unumgänglich. Die Qualitätssicherung kann z. B. auf Basis von Verkehrsklassen unter Anwendung des DiffServ-Schemas [RFC 2474] oder auf Basis von Sitzungen (IntServ und RSVP [RFC 2210], [RFC 2205]) erfolgen.

Vereinbarungen über QoS bei der Zusammenschaltung von IP-Netzen beziehen sich auf netzzentrische Parameter, die ein Netzbetreiber zusichern muss. Je nach Implementierung können diese in Abhängigkeit von Diensten vorgegeben werden. Maßgeblich ist hierfür die TOS (Type of Service, IPv4) bzw. Traffic Class (IPv6) Information im IP-Header. Über diese Information ist es möglich, dass Anwendungen das Übertragungsverhalten des Netzes selbst „wählen“. Dies setzt eine Implementierung der von Nutzungsrechten, Vereinbarungen über Entgelte sowie Authentifizierungs- und Abrechnungsfunktionalitäten voraus. Da dies im Internet derzeit nicht der Fall ist, bauen Netzbetreiber private IP-Netze (NGN). Man bezeichnet diese Lösungen auch als "walled garden".

Durch die differenzierte QoS hat das NGN Potenzial für viele hochwertige und anspruchsvolle Dienste:

- **Fernsehen/Video on Demand:** Streaming Anwendungen z.B. von Online-Videotheken konkurrieren gegen das Angebot von ISPs, die im lokalen Accessnetz IPTV oder eigene (IP-) Videotheken anbieten. Durch die Nähe zum Kunden und oft hohe Kapazitäten im Accessnetz können letztere ihr Angebot in einer wesentlich besseren Qualität für ihre Kunden verfügbar machen und so einen Wettbewerbsvorteil erzielen. Könnten stattdessen Online-Videotheken auf QoS-Klassen oder Verbindungen zurückgreifen, könnte dieser netzbedingte Nachteil ausgeglichen werden.
- **Virtualisierung von Diensten und Netzwerken:** Die Zusicherung von QoS in Transportnetzen erleichtert die Schaffung von Lösungen, von denen z.B. Anbieter von Cloud-Diensten, oder Betreiber von Firmen-, Banken,- oder Regierungsnetzen profitieren könnten.
- **E-Health:** Mögliche Anwendungsbeispiele im Gesundheitswesen sind die Fernüberwachung von Vitalparametern bei Patienten oder Notfall-Alarmsysteme, Methoden zur Ferndiagnose oder die Übertragung von Bildern aus Rettungsfahrzeugen.
- **Hochwertige Sprachdienste:** Interaktive Sprachdienste erfordern schnelle und möglichst konstante Durchschaltungszeiten. In Managed Networks können Mechanismen zur Priorisierung von Sprachdiensten eingebaut werden. Obwohl für manche Anwendungen "best effort" ausreichend ist, kann eine garantierte QoS nur in managed Networks umgesetzt werden können.

4.3 Fazit: Ein Nebeneinander von Zusammenschaltungsregimen

Die Realisierung vieler Dienste ist heute sowohl in dedizierten Kommunikationsnetzen (NGN) als auch im Internet möglich. Ein wesentliches Differenzierungsmerkmal zwischen diesen Netzen ist die Dienstqualität (QoS). Es zeigt sich, dass für viele Dienste die vom Internet angebotene "best effort" Qualität ausreichend ist. Netzbetreiber versuchen andererseits sich an der Wertschöpfungskette bei OTT Anwendungen zu beteiligen.

Für die Zusammenschaltung bedeutet dies ein "Nebeneinander" von traditioneller Zusammenschaltung und Zusammenschaltung im Internet. Je mehr Dienste über das Internet realisiert werden, desto weniger Bedeutung kommt der Umstellung der traditionellen Zusammenschaltung auf IP zu. Dies dürfte auch der Grund dafür sein, dass die Migration der Schmalband-Sprachzusammenschaltung auf IP in den letzten Jahren aus den Schlagzeilen verschwunden ist und auch bei den Netzbetreibern nicht mehr oberste Priorität hat.

5 Abrechnung für Zusammenschaltung

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Abrechnung, einer wesentlichen ökonomischen Rahmenbedingung für IP-Zusammenschaltung. Hierbei ist es nützlich die unterschiedlichen bestehenden Abrechnungssysteme in Festnetzen, Mobilnetzen und im Internet zu beleuchten. Wichtig sind in diesem Bereich auch der Einfluss der Regulierung von Vorleistungsentgelten und hiermit verbundene Kostenrechnungsstandards.

Hintergrund für die ökonomischen Diskussionen sind die vielfältigen Versuche der Regierungsbehörden die auf den Märkten vorherrschenden Wettbewerbsprobleme, die in den unterschiedlichen Szenarien auftreten, zu beseitigen. Diese Wettbewerbsprobleme werden hauptsächlich durch das Prinzip „calling party pays“ (CPP) verursacht.

Abschließend wird auf die ökonomischen Probleme bei einer Migration von einem Abrechnungssystem auf ein anderes eingegangen.

5.1 Calling party pays Prinzip und Receiving party pays Prinzip

Es ist klar, dass das CPP eine Quelle für Marktmacht für Netzbetreiber bei der Terminierung darstellt. Netzbetreiber haben in dieser Konstellation die Marktmacht die Preise für die Terminierungsleitung über jenen der Kosten anzusetzen und so eine Monopolrente abzuschöpfen. Offensichtlich werden/wurden mit den Einkünften aus Terminierung in Mobilfunknetzen Endgeräte für neue Endkunden subventioniert. Dies wurde von Regulierungsbehörden teilweise mit dem ökonomischen Argument unterstützt, dass, volkswirtschaftlich gesehen, die Netzeffekte und positiven Externalitäten überwiegen. Netzexternalitäten zwischen Festnetzen und Mobilnetzen besagen, dass die ortsunabhängige und jederzeitige Erreichbarkeit voneinander bekannten Personen den Nutzen für jeden Festnetzanschluss erhöht [RTR1]. Damit finanzierten die Festnetze die Akquisekosten der Teilnehmer für die Mobilnetze über erhöhte Terminierungsentgelte. Somit kam es auch zu Verzerrungen im Wettbewerb zwischen Mobil- und Festnetzen sowie zu Foreclosure-Praktiken (z.B. margin squeeze). Dies führt(e) zu keiner allokativen Effizienz. Deshalb werden nunmehr Terminierungsentgelte auf Grund von Vorgaben aus den einschlägigen Richtlinien der EU von nationalen Regulierungsbehörden relativ hart reguliert.

Die Regulierung von Terminierungsentgelten ist jedoch relativ aufwändig. Daher wird versucht, entweder andere Abrechnungsprinzipien für Endkunden (z.B. receiving party pays – RPP) oder andere Abrechnungsarten auf der Vorleistungsebene einzuführen, die diesen Regulierungsaufwand (für die Behörde sowie für die Netzbetreiber) reduzieren.

RPP würde das Problem der Monopolmacht der Mobilnetzbetreiber lösen [ERG]. Es wird jedoch allgemein argumentiert, dass RPP dazu führen könnte, dass Endkunden ihr Mobilendgerät ausschalten könnten um Kosten zu sparen. Dies würde zu Verschlechterungen bei Konsumenten führen und ebenfalls keine allokativen Effizienz darstellen. Eine Änderung der Abrechnungssysteme auf Vorleistungsebene könnte diese Probleme eventuell lösen.

5.2 Abrechnungssysteme auf Vorleistungsebene

Wie bereits dargelegt, erbringen alle in Abbildung 1 dargestellten Netzbetreiber eine Transportleistung, die im CPP-Regime durch den Anrufer auch abgegolten werden soll. Netzbetreiber A erhält nun die gesamten Einnahmen, die diese an vorgelagerte Netzbetreiber weiterleitet. Auf Grund der Tendenzen zu konvergenten Netzen stellen die Regelungen des Internet, wo die Abrechnungen mit Peering, Paid Peering und Transit gelöst wurden, ein Zukunftsmodell dar. Eine Migration vom derzeitigen dienstespezifischen Abrechnungsmodell von Sprache und anderen mobil/festnetzzentrierten TK-Diensten (SMS, MMS, Roaming, etc.) zum Abrechnungsmodell im Internet erscheint mit einem Schlag schwierig. Es würde die bestehenden kommerziellen Rahmenbedingungen zu radikal ändern [Reichl, Ruhle, 2008]. Im Folgenden werden alternative Abrechnungsszenarien dargestellt, welche derzeit in unterschiedlichen Märkten bereits angewendet werden [SBR2].

Abrechnungssystem	Kompatibilität mit IP-IC
Klassisches Bill and Keep – BAK	Beim klassischen Bill & Keep werden von jedem beteiligtem Netz Rufe des jeweils anderen Netzes ohne Verrechnung von Entgelten terminiert. Die vom rufenden Teilnehmer lukrierten Einnahmen verbleiben beim Quellnetz. Transitverkehr wird üblicherweise entgolten.
COBAK	COBAK, eine Ausprägung von Bill and Keep, sieht eine entgeltfreie, gegenseitige Verkehrsübergabe ausschließlich an definierten Übergabepunkten (lokale Vermittlungsstelle) vor. Sie orientiert sich an den klassischen Netzhierarchien in PSTN/ISDN/PLMN.
Capacity Based Charging	Die Abrechnung erfolgt nach bestellter oder tatsächlich genutzter Zusammenschaltungskapazität (in kbit/s, Mbit/s, Gbit/s).
Volume Based Charging	Die Abrechnung erfolgt nach tatsächlich genutztem Datenvolumen. Das Abrechnungssystem entspricht dabei dem "klassischen" CPP-EBC (Calling party pays element based charging), wobei jedoch die die Abrechnungseinheit Minuten durch die Abrechnungseinheit „Datenmenge“ (d.h. KB, MB oder GB) ersetzt wird.

Abrechnungssystem	Kompatibilität mit IP-IC
Qualitätsdifferenzierte Zusammenschaltungspreise	Dieses Abrechnungssystem besteht in NGN-Netzen. In einem kontrollierten Netz können gleiche Dienste mit unterschiedlicher Qualität erbracht werden (z.B. VoNGN vs. VoIP). Es gibt dabei verschiedene Möglichkeiten zur Qualitätsdifferenzierung (QoS), die für eine qualitätsbasierte Abrechnung in Frage kommen.
Grenzkosten (derzeitiges Abrechnungssystem)	Grenzkosten sind jene Kosten, die mit der Ausbringungsmenge variieren. Die Fixkosten werden nicht mehr in den Entgelten abgebildet. Grenzkosten entsprechen somit den/der Kosten(erhöhung), die entsteht, wenn die Ausbringungsmenge um eine zusätzliche Einheit steigt.
Peering	Betreiber mit (dienstunabhängigen) ausgeglichenen Verkehrsmengen in beide Richtungen tauschen Verkehr zu den eigenen Teilnehmern entgeltfrei aus.
Paid Peering	Betreiber mit (dienstunabhängigen) unausgeglichenen Verkehrsmengen tauschen Verkehr zu den eigenen Teilnehmern gegen Entgelt aus. Meist wird nur der asymmetrische Anteil an Verkehr in Rechnung gestellt um die Kosten decken zu können.

Abbildung 5: Abrechnungssysteme

Das Wesentliche an neuen Abrechnungsmechanismen sollte sein, dass mit der Beseitigung der bestehenden Wettbewerbsprobleme auch die Asymmetrien in der Regulierung zwischen unterschiedlichen Diensten, Technologien und Betreibern abgebaut werden können, sowie Externalitäten Berücksichtigung finden sowie effiziente Investitionen unterstützt werden. [Paul Pisjak].

Am ehesten kommt das klassische Bill and Keep den Abrechnungsmodellen im Internet gleich und würde auch gleichzeitig die meisten Wettbewerbsprobleme lösen. Problematisch für die Einführung von Bill and Keep ist die derzeitig vorherrschende dienstespezifische Regulierung. Es werden im Mobilfunk im Wesentlichen nur Terminierungsleistungen nach sehr strengen Maßstäben reguliert sowie die physische Zusammenschaltung geregelt. Dadurch entsteht ein enormes Ungleichgewicht zwischen den Entgelten von regulierten Diensten (Terminierung) und unregulierten Diensten (SMS, MMS, Originierung, Datendienste, etc.). Im Festnetz wird neben der Terminierung auch die Originierung reguliert, wobei Transitdienste aus der Regulierung entlassen wurden.

Durch die Einführung von Pure-LRIC als Kostenstandard für die Regulierung nach Grenzkosten für die Terminierungsleistung [EU Kommission] werden bereits die ersten Weichen für eine (dienstespezifische) Umstellung auf Bill and Keep bzw. Peering gestellt. Die kommerziellen Bedingungen der Terminierung würden eine Umstellung zu diesen

neuen Abrechnungssystemen sinnvoll erscheinen lassen. Dies gilt jedoch nur für die Leistung Terminierung. Für die Leistung Originierung wurden die Weichen in mehreren Ländern wieder anders gestellt. Es wurde bei der Grenzkostenberechnung statt Pure-LRIC auf die Bewertung nach historischen Vollkosten abgestellt [RTR2]. Diese dienstespezifische Differenzierung der Abrechnungssysteme stellt eine Hürde bei der Einführung von Bill & Keep bzw. Peering für IP-IC dar, weil es die dienstespezifischen Einkünfte des Netzbetreibers erhöht und damit eine Umstellung auf Bill & Keep bzw. Peering kommerziell erschwert. Auch die Abrechnung von Mehrwertdiensten (z.B. Auskunft, Freephone, Shared Cost, Premium Rate, MABEZ, etc.) erscheint in einem Umfeld mit einer Abrechnung von Bill and Keep bzw. (paid) Peering ebenfalls nur unter gewissen technischem Aufwand möglich [SBR1].

Die Abrechnung der Zusammenschaltung wird aber auch durch technische Veränderungen bei der Umstellung der Kernnetze auf IP-Technologie wie z.B. die Zentralisierung der Zusammenschaltungspunkte, geprägt sein. Die Migration ist langfristig effizient, aber es bedarf Investitionen, um diesen Zustand zu erreichen. Um das Gesamtsystem auf IP-Zusammenschaltung umzustellen müssen alle betroffenen Unternehmen die Umstellung vornehmen. Da regulatorische Vorgaben technologieneutral sein sollen und es keinen Zwang zur Migration gibt, wird dies ein Prozess sein, der auch längere Zeit in Anspruch nehmen kann und bei dem oft die Frage gestellt werden, wer für die Kosten der Migration letztendlich aufkommt.

IP-Zusammenschaltung wird auf Grund der aktuellen regulatorischen Rahmenbedingungen daher sehr wahrscheinlich auch in Zukunft dienstespezifisch abgerechnet werden. Es gibt lediglich für den Dienst Terminierung eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass hier das Abrechnungssystem auf Bill and Keep bzw. Peering umgestellt werden könnte. Es wird jedoch hinsichtlich aller anderen Dienste eher keine Umstellung auf eine dieser beiden Abrechnungssysteme geben, weil die Spezifika der derzeitigen Abrechnungssysteme sehr auf die jeweiligen Dienste abgestellt sind und die hiermit verbundenen kommerziellen Auswirkungen für die einzelnen Diensteanbieter bei Änderungen zu gravierend wären.

Hinsichtlich der eindeutigen Tendenzen zur IP-Zusammenschaltung, wäre es daher an der Zeit, sich eingehend mit der Abrechenbarkeit von allen Diensten in einer NGN-Welt gedanklich auseinander zu setzen bzw. eine Umstellung und Vereinfachung von derzeitigen Abrechnungssystemen in Erwägung zu ziehen, um Markteintrittshürden zu senken, den Wettbewerb zu stärken und um die bereits vorherrschende Komplexität in den Abrechnungssystemen von Telekommunikationsdiensten zu senken.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenschaltung von Kommunikationsnetzen ist eine der Grundlagen internationaler Kommunikation. Marktöffnung und Wettbewerb haben dazu geführt, dass einem Netzbetreiber heute viele Möglichkeiten offenstehen, netzübergreifenden Verkehr an einen Zusammenschaltungspartner weiterzugeben. Die Ausgestaltung der Zusammenschaltung ist durch die technologische Dynamik geprägt, umfasst aber viele technische aber auch ökonomische Fragen. Ein wesentlicher Aspekt dabei ist das zugrunde zu legende Abrechnungsmodell. Ein künftiges Zusammenschaltungsmodell wird Elemente der traditionellen PSTN/ISDN/PLMN Zusammenschaltung aber auch der Zusammenschaltung im Internet enthalten.

Treiber der technischen Realisierung der Zusammenschaltung ist heute der Mobilfunk. Durch die dynamische Entwicklung der Mobilfunkstandards stehen heute mehrere Möglichkeiten zur IP-Zusammenschaltung zur Verfügung (SIP-I, II-NNI). Das von GSMA entwickelte IPX Modell ist eine IP-basierte Zusammenschaltung mit einem privaten IP-backbone, welches QoS und dienste-spezifische Abrechnung unterstützt.

Bei der technischen Migration gibt es Probleme, die bilateral oder auf regulatorischem Weg gelöst werden müssen. Dazu gehören die unterschiedlichen Umsetzungen der 3GPP Releases, die Anzahl von Übergabepunkten und die Festlegung der netzübergreifenden QoS-Parameter. Die unterschiedlichen Releases führen zu einer fragmentierten Landschaft in der Zusammenschaltung ohne einheitliche Lösung. Zusammenschaltungen sind daher in Abhängigkeit des Ausbaustandes der beteiligten Netze bilateral abzustimmen.

Parallel zu der Netzmigration vollzieht sich aber auch eine Migration der Dienste in das Internet. Diese OTT Anwendungen stehen in Konkurrenz zu Diensten der traditionellen Netzbetreiber. Sie verringern die Notwendigkeit einer Migration zur IP-Zusammenschaltung. Andererseits ermöglichen (IP-basierte) managed networks, QoS Parameter end-to-end zu garantieren. In beiden Fällen kommt im Transportnetz IP-Technologie zum Einsatz. IP-Technologie gewährt bei der Entwicklung von Diensten größere Freiheiten. Da viele Dienste auch ohne QoS-Garantien auskommt, wird dieses Nebeneinander von managed networks und Diensten im Internet auch in Zukunft bestehen bleiben.

Regulierungsbehörden sind nicht Treiber der IP-Zusammenschaltung, schaffen aber die Rahmenbedingungen für einen Wechsel zu effizienten Netztechnologien.

Referenzen

- [3GPP TS 29.235]: Interworking between SIP-I based circuit-switched core network and other networks (Release 11). TS 29.235, V11.3.0 (2013-09).
- [AK-NN]: Konzept für Zusammenschaltung von Next Generation Networks. Version 2.0.0, 31. März 2009.
- [Analysys Mason]: Voice traffic exchange in an IP world. 12. April 2013.
<http://www.analysismason.com/Research/Content/Reports/Voice-traffic-exchange-in-an-IP-world-Apr2013/>
- [BEREC]: An assessment of IP Interconnection in the context of Net Neutrality. BoR (12) 130, 6. Dezember 2012
- [ERG]: Document on IP Interconnection – ERG (07) 09
- [Ericsson]: Evolution of the voice interconnect. Ericsson Review 2/2010.
http://www.ericsson.com/article/evolution_1548108316_c
- [EU Kommission, 2002]: Richtlinie 2002/19/EG über den Zugang zu elektronischen Kommunikationsnetzen und zugehörigen Einrichtungen sowie deren Zusammenschaltung (Zugangsrichtlinie).
- [EU Kommission, 2007]: Empfehlung der Kommission vom 17. Dezember 2007 über relevante Produkt- und Dienstmärkte des elektronischen Kommunikationssektors, die aufgrund der Richtlinie 2002/21/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über einen gemeinsamen Rechtsrahmen für elektronische Kommunikationsnetze und -dienste für eine Vorabregulierung in Betracht kommen
- [EU Kommission, 2009]: Commission Recommendation 2009/396/EC of 7 May 2009 on the Regulatory Treatment of Fixed and Mobile Termination Rates in the EU (Termination Rates Recommendation), OJ L 124, 20.5.2009
- [GSMA-projects]: Technical projects. www.gsma.com/technicalprojects
- [GSMA-documents]: Technical documents.
www.gsma.com/newsroom/technical-documents
- [ITU Y.2001]: ITU-Recommendation Y.2001 (12/04) <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2001/e>
- [OFCOM, 2013]: Review of the fixed narrowband services markets. Draft statement 20. August 2013, Annex 5 Punkt 101, Seite 395.
- [Paul Pisjak]: Charging Regimes for Interconnection Services - Future Options and Potential Outcomes, Paul Pisjak, Stefan Felder, Ernst-Olav Ruhle, Martin Lundborg, Matthias Ehrler, Communications & Strategies, No. 73, p. 129, 1st Quarter, 29 Juni 2009

[Reichl, Ruhle, 2008]: NGA, IP-Interconnection and their Impact on Business Models and Competition, Communications&Strategies No. 69 (March 2008): pp. 41-62.

[RTR1]: Bescheid Z 5/01-112

[RTR2]: Bescheid M 1.9/12-81

[RFC 2474]: IETF RFC 2474 (DiffServ) <http://www.ietf.org/rfc/rfc2474.txt>

[RFC 2210]: IETF RFC 2210 (Use of RSVP with IntServ) <http://www.ietf.org/rfc/rfc2210.txt>

[RFC 2205]: IETF RFC 2205 (RSVP) <http://www.ietf.org/rfc/rfc2205.txt>

[SBR1]: Gutachten zu den technischen und regulatorischen Aspekten von NGN / Voice over IP (VoIP) im Zusammenhang mit der Erbringung von Mehrwertdiensten. Juconomy Consulting AG und Juconomy Rechtsanwälte. 18.1.2008

[SBR2]: Abrechnungssysteme für Vorleistungsentgelte, Erster Entwurf, RTR GmbH, SBR Juconomy Consulting AG, Stand 25.03.2009

[Scott Marcus, WIK]: Interconnection in the Internet Protocol (IP) Era. Vortrag beim CRASA/MACRA Workshop, 18-19 März 2013.

[TCF]: New Zealand Telecommunications Forum: IP Interconnection for Voice Technical Standards for Public Consultation. Version 1, 14. September 2012. <http://www.tcf.org.nz/content/cb0daa80-0e55-42b6-b1c5-1898ec1697b0.html>

[Telekom Deutschland]: NGN Zusammenschaltungsvereinbarung

[WIK Consult]: The future of IP Interconnection. Study for the European Commission. 2008

Kontakt

Dr. Ernst-Olav Ruhle

Parkring 10/1/10

A - 1010 Wien

T: +43 1 513 51 40 58

F: +43 1 513 51 40 95

E: ruhle@sbr-net.com