

Technische Entwicklung des mobilen Internets

Günther Sieberth, BSc
FH St. Pölten
Digitale Medientechnologien
St. Pölten, Österreich

Abstract - Der Zugriff auf das Internet mittels mobilen Endgeräten ist höher als je zuvor. Neue Geräte, verbesserte Datenraten durch neue bzw. verbesserte Übertragungstechniken und günstigere Tarife haben diese Entwicklung herbeigeführt.

Doch wie hat das Surfen mit mobilen Geräten begonnen und welche Technologien wurden verwendet? Diese Arbeit widmet sich der Analyse verschiedener Datenübertragungsstandards, die seit dem ersten Zugriff auf das Internet von einem mobilen Endgerät genutzt werden. Die Abhandlung beginnt mit GSM Anfang der 90'er Jahre und endet mit der heute aktuellen Technologie LTE. Im Anschluss wird auf die nicht IP-basierenden Dienste WAP und i-mode eingegangen.

Mobiles Internet, GSM, CSD, HSCSD, GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA, WAP, i-mode, Datenübertragungsstandards

I. EINLEITUNG

In unserer Zeit ist es selbstverständlich, dass man mit einem Smartphone beinahe jederzeit Zugriff auf das Internet hat. Moderne Technologien ermöglichen schnellere Datenraten und Anbieter stellen günstigere Tarife für Endkunden zur Verfügung. Der Grundstein dafür wurde vor ungefähr 2 Jahrzehnten mit der Einführung von GSM gelegt.

II. ÜBERTRAGUNGSTECHNOLOGIEN FÜR MOBILES INTERNET

A. Global System for Mobile Communication - GSM

„GSM Mobilfunknetze zählen genauso wie drahtgebundene Fernsprechnetze, auch Festnetze genannt, zu den leitungsvermittelnden Kommunikationsnetzen (Circuit Switched Networks). Beim Beginn eines Gespräches wird dabei vom Netzwerk eine Leitung direkt von Teilnehmer zu Teilnehmer geschaltet, die diese dann exklusiv für sich verwenden können.“ (Sauter M., 2008, S.1)

Anfang der 90'er eingeführt, stellte GSM die Funktionen Short Message Service (SMS) und Circuit Switched Data Service (CSD) zur Verfügung. Bei SMS handelt es sich um eine als 7-bit ASCII kodierte Textnachricht, die von Geräten gesendet und empfangen werden können.

Circuit Switched Data bezeichnet die Übertragung von Daten über die traffic channels (TCH). Geschwindigkeiten bis zu 13 kbps bei Sprache und 9.6 kbps bei circuit data können erreicht werden. Ein großes Problem ist, dass die Datenverbindung aufrecht erhalten bleibt, auch wenn keine Daten gesendet werden. Eine Abrechnung für den Endkunden erfolgt nicht nach Datenvolumen, sondern nach Verbindungsdauer, wodurch sich große Beträge ergeben können. (Prasad N. R., 1999, S.1)

Das System hinter GSM wurde nicht komplett neu entwickelt, sondern es wurde auf vorhandene Festnetztechnik in Form von Vermittlungsstellen und Weitverkehrsübertragungstechnik zurückgegriffen. Im Gegensatz zum Festnetz kann der Teilnehmer im Mobilfunknetzwerk seinen Standort frei wählen, wodurch eine andere Technik für den Anschluss erforderlich wird. (Sauter M., 2008, S.2)

Anstelle einer 1:1 Zuweisung von Teilnehmer zu Leitung tritt eine Mobilitätsmanagementkomponente in der Software der Vermittlungsstelle, die den aktuellen Aufenthaltsort jedes erreichbaren Teilnehmers kennt. (Sauter M., 2008, S.3)

B. High Speed Circuit Switched Data - HSCSD

Bei HSCSD handelt es sich um eine Erweiterung von CSD, um eine schnellere Datenübertragung zu erreichen. Durch Bündelung mehrerer Datenkanäle können Datenübertragungsraten bis zu 64 kbps erreicht werden. HSCSD ermöglichte surfen im Web, E-mail abrufen, Datentransfer und aufgrund seines gleichmäßigen Datenstroms brauchbare Videoübertragung im Echtzeitverfahren. (Prasad N. R., 1999, S.2)

C. General Packet Radio Service - GPRS

GPRS ist standardisiertes Packet Switched Data Service für GSM basierte System. Es bietet eine Basislösung für die IP-Kommunikation zwischen Mobilien Geräten und Internet Service Hosts. Die Daten werden vom Sender in Pakete geteilt und als solche übertragen. Der Empfänger setzt die Pakete anschließend wieder zusammen. (Sauter M., 2008, S.91)

Bei CSD muss ein Funkkanal für einen Benutzer dauerhaft reserviert sein. Dies entfällt bei GPRS, da der Funkraum nur besetzt wird, wenn tatsächlich Daten übertragen werden. Abrechnungen sind in den meisten Fällen an das Datenvolumen gekoppelt und somit besser geeignet für den Endverbraucher. (Sauter M., 2008, S.92)

GPRS ist eine Erweiterung eines GSM Netzwerks. Wie bei GSM besitzt auch GPRS 8 Timeslots pro Frequenz einer Basisstation (BTS). Die maximale Datenrate hängt davon ab, wie viele Timeslots einer BTS für Sprachkanäle verwendet werden. Die Zuteilung der Timeslots zu den einzelnen Diensten bleibt dem Netzbetreiber überlassen. Dynamische Zuordnungen sind auch möglich. So können bei geringem Sprachaufkommen viele Timeslots für GPRS verwendet werden, die aber jederzeit für die Sprachübertragung dem GPRS Netzwerk entzogen werden können. (Sauter M., 2008, S.96)

Merkmale von GPRS:

- Effiziente Nutzung der Funkressourcen
- flexibles Service: Abrechnung über Datenvolumen oder Verbindungsdauer
- Schnelle Zugriffszeit
- Effizienter Transport der Datenpakete im GSM-Netz
- keine gegenseitige Störung zwischen GSM und GPRS
- Verbindung zu externen Datennetzwerken über IP

(Prasad N. R., 1999, S.2)

D. Enhanced Data Rates for GSM Evolution - EDGE

EDGE entstand um die Übertragungsgeschwindigkeit von GPRS weiter auszubauen. Das neue Modulationsverfahren verwendet anstelle des 1 Bit pro Übertragungsschritt wie bei GSM 3 Bits pro Übertragungsschritt. Übertragungsraten von bis zu 60 kbit/s pro Timeslot werden ermöglicht. Das neue Modulationsverfahren benötigt allerdings neue Endgeräte. (Sauter M., 2008, S.100)

Zusätzlich bietet EDGE eine Funktion, bei der die Information über die Signalqualität beim Empfang eines Datenpakets zwischen Netzwerk und Endgerät ausgetauscht wird. Dadurch kann besser reagiert werden, wenn sich die Signalqualität ändert. (Sauter M., 2008, S.100)

Die Behandlung von Übertragungsfehlern wurde ebenfalls verbessert. Anstatt nur das Paket erneut zu übertragen, werden Fehlerkorrekturbits gesendet. Die Kombination der Fehlerkorrekturbits mehrerer Übertragungsversuche erhöht die Chancen, die Übertragungsfehler im Paket zu korrigieren. (Sauter M., 2008, S.100)

E. Universal Mobile Telecommunications System - UMTS

„UMTS ist nach GSM und GPRS der nächste Schritt in der Evolution mobiler Telekommunikationsnetzwerke. Seit GSM in den achtziger Jahren standardisiert wurde, gab es in vielen Bereichen enorme Fortschritte. Dies erlaubt es Systemdesignern, weit über die Grenzen von damals hinaus zu gehen. UMTS vereinigt die Eigenschaften eines leitungsvermittelnden Sprachnetzwerkes mit denen eines paketvermittelnden Datennetzwerkes und bietet im Vergleich zu bisherigen Technologien eine Vielzahl neuer Möglichkeiten.“ (Sauter M., 2008, S.149)

Bei der Entwicklung von GSM stand noch die Sprachkommunikation im Vordergrund. UMTS wurde hingegen so spezifiziert, dass Sprach- und Datendienste von Anfang berücksichtigt werden.

Die Bandbreite pro Trägerfrequenz wurde von 200 kHz auf 5 MHz vergrößert. Dadurch wurden die möglichen Übertragungsgeschwindigkeiten pro Benutzer stark erhöht. Zusätzlich können dadurch mehr Benutzer auf der gleichen Frequenz kommunizieren, als bei GSM. (Sauter M., 2008, S.164)

Ein neues Zugriffsverfahren auf der Luftschnittstelle zeichnet UMTS aus. Wurden bei GSM Frequenz- und Zeitmultiplex verwendet, benutzt UMTS ein Codemultiplex Verfahren, um über eine Basisstation mit mehreren Benutzern zu kommunizieren. Man nennt das Verfahren Code Division Multiple Access (CDMA). (Sauter M., 2008, S.165)

Die Daten jedes Teilnehmers werden mit einem Code versehen. Obwohl alle Teilnehmer auf gleicher Frequenz und zur gleichen Zeit senden und sich die Signale somit addieren, können in der Basisstation die Daten jedes einzelnen mit Hilfe des Codes wieder herausgerechnet werden. (Sauter M., 2008, S.165f)

Merkmale von UMTS:

- Kürzere Verzögerungszeiten
- Keine Unterbrechungen bei Zellwechseln
- Größere Bandbreite
- Flexible Codeänderung

F. High Speed Downlink Packet Access - HSDPA

Mit HSDPA in Release 5 der 3GPP Spezifikation wurde der UMTS Standard um einen wichtigen Baustein erweitert. Die Verwendung von Shared Channels ermöglicht im Downlink im Vergleich zu einem Release 99 UMTS Netzwerk wesentlich höhere Datenraten pro Zelle und User. Mit Datenraten zwischen 500 kbit/s und 3.6 Mbit/s pro Nutzer ermöglicht es HSDPA den UMTS Netzbetreibern, in direkter Konkurrenz zu DSL und anderen Internetzugangstechnologien zu treten. (Sauter M., 2008, S.240)

G. Long Term Evolution – LTE

LTE bietet eine komplett neue Funkschnittstellentechnik, die mit der von UMTS und GSM nicht gemeinsam hat. Wenn man HSDPA betrachtet, so war dies eine adaptive Evolution neuer Verfahren, die in eine bereits bestehende Mobilfunknetzinfrastruktur eingebettet wurde. Das dieser Ansatz nicht frei von Verbesserungen ist, liegt praktisch auf der Hand. Durch die neue Struktur, die mit LTE eingeführt wird, können gezielt vorhandene Probleme beseitigt werden und flexiblere Möglichkeiten geboten werden. Die Konsequenz die dadurch entsteht ist allerdings ein erhöhter Kostenaufwand, da ein neues Funkzugriffsnetz aufgebaut werden muss. (Riemer R., 2009, o.S.)

LTE wird auch als Lösung von Kapazitätsproblemen in Ballungszentren gesehen. HSDPA kann unter Umständen nicht genügend Dienste mit schnellen Datenraten anbieten, wenn der gemeinsam genutzte Frequenzbereich ausgelastet ist.

Durch eine höhere spektrale Effizienz (Verhältnis zwischen Datenübertragungsrate in Bit/Sekunde und Bandbreite des Signals in Hertz) ist es möglich bei gleicher Frequenzbandbreite mehr Endanwender zu versorgen.

Vorteile von LTE gegenüber HSDPA:

- Downlink: bis 100Mbit/s
- Uplink: bis 50Mbit/s
- reduzierte Latenzzeiten
- spektrale Effizienz steigt um den Faktor 2 bis 4

Weitere Primäreigenschaften und Vorzüge von LTE:

- optimiert für Paket-Datendienste
- hoher Stellenwert bezüglich Mobilität und Sicherheit
- bessere Energieeffizienz der Mobilendgeräte (Handy/Modem)
- flexiblere Frequenzbandnutzung von 1,25MHz bis 20MHz
- flexible Funknetzplanung: sehr gute Leistung bei Zellen mit bis zu 5km Reichweite; mit reduzierter Leistung sind Zellen mit bis zu 100km möglich
- weniger Interferenzen auf der Funkschnittstelle
- Reduktion von Netzwerkelementen
- komplette IP-basierende Umgebung
- Koexistenz mit anderen 3GPP-Standards, wie GSM/GPRS/EDGE, UMTS, HSPA, eHSPA

(Riemer R., 2009, o.S.)

III. WAP vs. I-MODE

Neben den IP-basierenden Umgebungen wurden vor allem zu Beginn der mobilen Datenübertragung zwei wichtige Dienste verwendet. Es handelt sich dabei um WAP und i-mode, die als direkte Konkurrenten gesehen werden können.

A. Wireless Application Protocol - WAP

Bei WAP handelt es sich um einen offenen, internationalen Standard um Inhalte aus dem Internet auf mobilen Geräten abrufen zu können. Betreuer ist das WAP Forum (<http://www.wapforum.org>), das 1997 gegründet wurde.

Beim Aufruf durch ein WAP-Gerät wird ein Request über ein mobiles Netzwerk zu einem WAP-Gateway geschickt. Das Gateway übersetzt den WAP-Request in einen WWW-Request und leitet ihn weiter an den Webserver. Nachdem der Inhalt zum Gerät übertragen wurde, kann dieser vom Browser angezeigt werden. WAP-Seiten liegen in Form von Wireless Markup Language (WML) vor. (Gavalas D., 2006, S.2) Dabei handelt es sich um eine auf XML basierende Auszeichnungssprache, die im Vergleich zu HTML reduziert wurde, um besser für mobile Geräte geeignet zu sein.

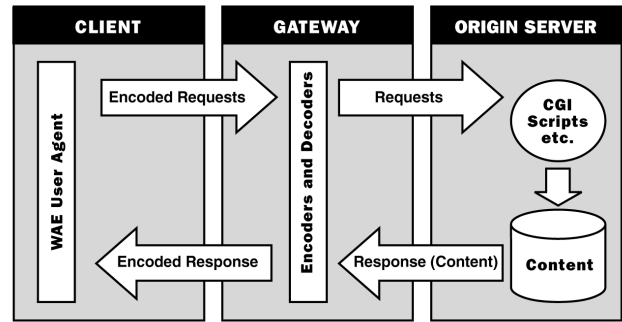


Figure 1. WAP Modell (WAP-Forum, 2000, S.10)

WAP besitzt einen angepassten Protocol Stack, der dem TCP/IP Stack ähnelt, aber für geringe Bandbreite und Geräte mit langsamen Prozessoren, wenig Speicher und kleinen Bildschirmen optimiert wurde. (Gavalas D., 2006, S.2)

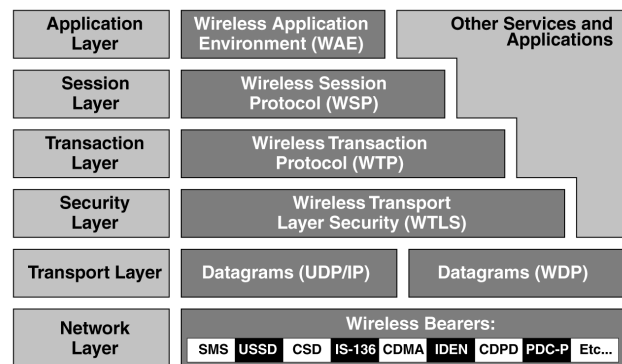


Figure 2. WAP Protocol Stack (WAP-Forum, 2000, S.10)

Seit WAP in der Version 2.0 wird Content im XHTML MP Format unterstützt. Der Inhalt wird mittels HTTP übertragen und WAP Gateways werden nicht mehr zwingend benötigt um zwischen WAP und TCP/IP zu übersetzen.

Vorteile von WAP

- optimierte Darstellung von Inhalten auf kleinen Screens und Geräten mit langsamen Prozessoren
- Datenkompression ermöglicht eine Erhöhung des Datendurchsatzes bei schlechten Verbindungen
- Geringe Bandbreite wird benötigt
- Unabhängig vom mobilen Netzwerk System

Nachteile von WAP

- teuer: WAP 1.0 verrechnete meistens über Zeit und nicht Datenvolumen
- generell langsam, schlechte Usability: Die standardmäßige Übertragungsgeschwindigkeit bei WAP über GSM beträgt 9.6 Kbps. Die langsame Geschwindigkeit in Verbindung mit kleinen Screens lässt auf eine schlechte Usability schließen.

- Inkompatibilität mit bereits bestehenden Webseiten: Es können nur WML-Seiten angezeigt werden und somit ist der Großteil des Internets nicht verfügbar
- Security: Die Gateways, die vor WAP 2.0 verwendet wurden stellten ein Sicherheitsloch dar (Gavalas D., 2006, S.2)

B. i-mode

„i-mode is a mobile Internet service that has caused a revolution in both business and private lifestyles in Japan. 48 million subscribers have been attracted to this service since its start in February 1999 and currently more than 95,000 Internet sites are providing a variety of contents.“ (NTTdocomo, o.J., o.S.)

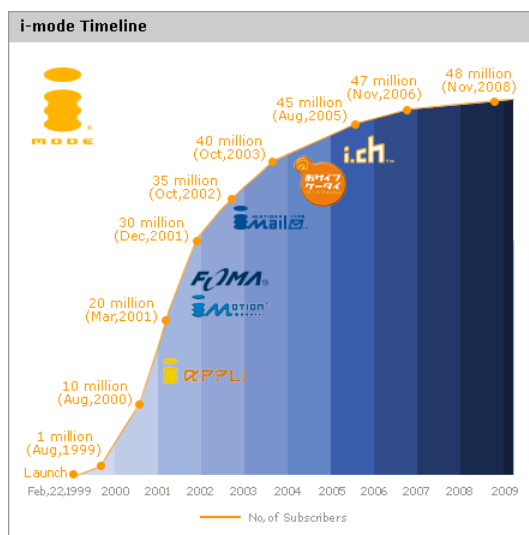


Figure 3. i-mode Benutzerzahlen (NTTdocomo, o.J., o.S.)

Das mobile Internet Service i-mode wurde 1999 von DoCoMo entwickelt und sollte die Schwächen, die bei dem Einsatz von WAP aufgezeigt wurden, beseitigen. (Gavalas D., 2006, S.3)

Das Ziel von i-mode war zu Beginn dem gewöhnlichen Handybenutzer Zugang zum Internet zu bieten. Das Konzept umfasste weniger High-Level Funktionen, sondern sollte dafür benutzerfreundlich sein. (Enoki K., 2001, S.1)

DoCoMo hat die Protokolle ALP und LTP entwickelt, die den Datentransfer regeln. Das mobile Geräte stellt zu Beginn eine Verbindung zum i-mode Server her. Die Verbindung wird im weiteren Verlauf stets aufrecht erhalten und ermöglicht dem Benutzer Zugriff auf das offizielle Service-Menü.

Anfragen an andere Seiten werden vom Benutzer in Form einer URL angegeben und danach direkt an den zuständigen Server geschickt. i-mode stützt sich auf cHTML, welches für mobile Geräte ausgelegt ist. (Gavalas D., 2006, S.3)

cHTML ist eine ausgewählte Untermenge von HTML. HTML definiert ein flexibles Format für Webinhalte. Neuere

Versionen von HTML streben bessere Integration von Multimedia-Inhalten an. Mit cHTML wird ein komplett anderer Weg eingeschlagen. Mobile Endgeräte, die wenig Speicher, langsame Prozessoren, kleine Bildschirme und weiteren Restriktionen unterliegen, können durch cHTML besser bedient werden. (W3C NOTE, 1998, o.S.)

Vorteile von i-mode

- Kompatibilität zu existierenden Webseiten mittels cHTML
- Kosten werden nach Datenvolumen abgerechnet und nicht nach Zeit
- Größenbegrenzung einer cHTML-Seite liegt bei 5 Kbytes (1.4 Kbytes bei WML)

Nachteile von i-mode

- cHTML bietet keine Unterstützung für Scriptsprachen
- i-mode ist im Gegensatz zu WAP kein offenes Protokoll

(Gavalas D., 2006, S.3)

IV. CONCLUSIO

Zu Beginn war die Datenübertragung für Internet auf mobilen Endgeräten geprägt durch langsame Datenraten und teure Tarife, da die Abrechnung aufgrund der Technologie nur über die Verbindungsdauer geregelt werden konnte. Die hohen Kosten verhinderten, dass die breite Masse die Dienste in Anspruch nehmen konnten.

Mit neueren Technologien wurde die Bandbreite verbessert und Kosten und Fehleranfälligkeit reduziert. Mehr Benutzer kommen in den Genuss von mobilem Internet. Dies kann allerdings dazu führen, dass Kapazitätsprobleme entstehen, wenn zu viele Benutzer gleichzeitig große Datenmengen senden bzw. empfangen wollen.

Die neueste Funkschnittstellentechnik LTE beseitigt dieses Problem durch bessere Nutzung der Bandbreite und bietet eine erneute Erhöhung der Datenrate.

REFERENZEN

- Sauter M. (2008) Grundkurs Mobile Kommunikationssysteme, ISBN: 3834803979, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag
- Prasad N. R., Lucent Technologies (1999) GSM Evolution toward Third Generation UMTS/IMT2000
- Riemer R., UMTSlink (2009) LTE-Grundlagen, <http://www.umtslink.at/content/lte-278.html> (zugegriffen am 29.12.2010)
- Gavalas D., Economou D., Kenteris M. (2006) The Wireless Internet Technology Landscape
- WAP-Forum (2000) Wireless Application Protocol White Paper
- NTTdocomo (o.J.) i-mode, <http://www.nttdocomo.com/services/imode/index.html> (zugegriffen am 26.12.2010)
- Enoki K. (2001) i-mode: The Mobile Internet Service of the 21st Century
- W3C NOTE 09-Feb-1998 Compact HTML for Small Information Appliances <http://www.w3.org/TR/1998/NOTE-compactHTML-19980209/> (zugegriffen am 04.01.2011)