

White Paper Enterprise Mobility

Durch Mobilität
zum Erfolg.

In Zusammenarbeit mit der
Technischen Universität Darmstadt.

Inhalt.

1	Einleitung	2
2	Mobilität	3
2.1	Klassischer Mobilitätsbegriff	3
2.2	Virtuelle Mobilität	3
2.3	Mobile Kommunikationsarten	4
3	Enterprise Mobility	6
3.1	Unternehmensmobilität	6
3.2	Mitarbeitermobilität	7
3.3	Mobile Technologien	8
3.4	Enterprise Mobility Lösungen	9
3.4.1	Roaming	9
3.4.2	Virtual Private Network (VPN)	10
3.4.3	Fixed Mobile Convergence (FMC)	11
3.4.4	Device Management	11
4	Der Markt für Enterprise Mobility	12
4.1	Chancen und Risiken	12
4.2	Entwicklung der Marktteilnehmer	14
4.3	Positionierung von T-Systems	15
5	Fazit und Ausblick	16
	Abkürzungsverzeichnis	17
	Abbildungsverzeichnis	18
	Tabellenverzeichnis	18
	Quellenverzeichnis	18

1 Einleitung.

Im Kontext des strukturellen Wandels der Informations- und Kommunikationstechnologie (ICT) muss sich die Telekommunikationsindustrie neu ausrichten. War es bisher üblich, strikt getrennte Anbieter für Festnetz, Mobilfunknetze und Datennetze vorzufinden zeichnet sich heute eine starke Konvergenz (Annäherung) der Netze ab. Durch den global gültigen Internet-Standard, das Internet-Protokoll (IP), für Individual- und Massenkommunikation und die weite Verbreitung von Breitbandanschlüssen wird diese Konvergenz sichtbar. Hierfür wird der Begriff „Next Generation Network“ gebraucht (Vgl. White Paper „Next Generation Network“).

Der nächste Entwicklungs- und Konvergenzschritt leitet sich von dem deutlich wachsenden Trend zur Mobilität ab. Hierfür wird im Unternehmensumfeld der Begriff „Enterprise Mobility“ verwendet. Mit Enterprise Mobility wird die Integration mobiler ICT-Lösungen für Unternehmen bezeichnet. Das Unternehmen als wirtschaftliches Aktionszentrum kann sich durch Nutzung mobiler Technologien zu einem mobilen Aktionszentrum entwickeln. Dabei kann sich die Mobilität auf das ganze Unternehmen und auf seine Teile (z. B. Mitarbeiter, Arbeitsmittel, Ressourcen, Leistungen und Produkte, Software, Prozesse, Wissen und Information) beziehen.

Das Unternehmen agiert mit Produkten und Leistungen am Markt. Damit dieser Markt optimal bedient werden kann, ermöglichen mobile Technologien die Entwicklung optimaler Prozesse. Durch Enterprise Mobility werden auch die Mitarbeiter eines Unternehmens mobil, da sie von überall auf die Unternehmensdaten zugreifen können – von den E-Mails bis zum aktuellen Lagerbestand. Im Rahmen von Enterprise Mobility ist ein Mobile Device Management vonnöten, um die mobilen Endgeräte bei Einsatz zu koordinieren.

2 Mobilität.

Mobilität heißt heutzutage nicht mehr nur, von Ort A zu Ort B zu pendeln. Vielmehr bedeutet Mobilität, dass man zeit- und ortsunabhängig seinen beruflichen Tätigkeiten oder aber auch privaten Verpflichtungen nachgehen kann.

2.1 Klassischer Mobilitätsbegriff.

Der Begriff „Mobilität“ entstammt dem lateinischen Wort *mobilitas*, was in der Grundbedeutung soviel wie Beweglichkeit und Schnelligkeit heißt. Je nachdem, auf welchen Gegenstand sich „Mobilität“ bezieht, können bspw. soziale Mobilität, geistige Mobilität und physische Mobilität unterschieden werden.

Unter sozialer Mobilität werden Bewegungen von Individuen innerhalb der Berufspositionen bzw. der sozialen Schichtung einer Gesellschaft verstanden. In diesem Umfeld spricht man auch von sozialem Auf- bzw. Abstieg. Geistige Mobilität eines Menschen drückt sich durch die Bereitschaft aus, sich intellektuell an verändernde Lebenslagen anzupassen und aktiv lebenslang zu lernen.

Mit physischer Mobilität wird meist das Auto als mobilitätssteigernder Gegenstand assoziiert. Im Laufe der letzten 200 Jahre ereigneten sich zwei bedeutende „Revolutionen der Mobilität“. Zunächst erfolgte mit der Industrialisierung und besonders der Erfindung der Dampfmaschine eine Phase der Mobilität, nachdem es jahrtausendlang nur im Schrittempo voran ging. Die Dampfmaschine erlaubte es, ganz neue Geschwindigkeiten zu erreichen, egal ob zu Lande oder auf dem Wasser. Man konnte sich nun 10 - 20fach schneller bewegen und so erstmals effizient größere Strecken zurücklegen. Die Massenmotorisierung in den westlichen Ländern im Laufe der 1960er Jahre stellt die zweite Welle der „Mobilitätsrevolution“ dar. Im Zuge dieser Entwicklung wurde zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit vielen Menschen die Möglichkeit geboten, ein hohes Maß an physischer Mobilität zu erlangen.

2.2 Virtuelle Mobilität.

Mit der Telekommunikation kündigt sich heute bereits ein dritter Sprung in der Entwicklung der Mobilität an, der die Grenzen von Raum und Zeit aufbricht. So kann die „Reisezeit“ bei einer Videokonferenz entfernter Teilnehmer durch die Lichtgeschwindigkeit der ausgetauschten Signale auf nahezu Null reduziert werden. Dem Menschen wird zeichenbedingt, semiotisch oder digital die Möglichkeit geboten, an jedem beliebigen Ort intellektuell zu erscheinen. In diesem Kontext entstand der Begriff „virtuelle Mobilität“.

Mobilität in einer derart abstrahierten Form des Informationsaustausches hat das Potenzial, die zuvor beschriebene, physische Mobilität in vielen Bereichen zu ersetzen. Videokonferenzen und Telearbeit sind Beispiele hierfür. Mobile Anwendungen ermöglichen eine derart funktionale Simulation kommunikativer Nähe, dass man berechtigterweise davon sprechen kann, dass moderne Telekommunikations-, Netzwerktechnologien und mobile Anwendungen die Welt viel eher „virtuell“ zusammenbringen als dies allein durch physische Massenmobilität möglich wäre.

Durch virtuelle Mobilität werden räumliche Zugangs- und Erreichbarkeitsbeschränkungen aufgehoben. Im Sinne einer allumfassenden „Technologie-Überallität“ (Ubiquität) gilt „Information Anytime, Anywhere“: Jede Art der Information und des Wissens ist zu jeder Zeit an jedem Ort präsent.

Die Mobilität geistig arbeitender Menschen wird durch virtuelle Mobilität ermöglicht. Der Wissensarbeiter kann dabei unabhängig von seinem Aufenthaltsort überall seine Dienste in Form von eigener intellektueller Leistung erbringen. Diese Leistung wird dann über Netzwerke an die Stelle weitergeleitet, von der die Leistung nachgefragt wurde.

2.3 Mobile Kommunikationsarten.

Bei den Kommunikationsarten wird zunächst zwischen drahtlos/drahtgebunden und mobil/nicht-mobil unterschieden. Drahtlos heißt nicht zwangsläufig mobil, wie man leicht an folgenden Beispielen entnehmen kann:

	Nicht-mobile Kommunikation	Mobile Kommunikation
Drahtgebundene Kommunikation	PC über Netzkabel mit Netzwerk verbunden	Notebook in einem Hotel per Modem mit Netzwerk verbunden
Drahtlose Kommunikation	PC über WLAN mit Netzwerk verbunden	Notebook über Mobiltelefon mit Netzwerk verbunden

Tabelle 1: Beispiele zum Unterschied von drahtloser und mobiler Kommunikation

Mobilität liegt also nur vor, wenn man sich von überall aus mit einem Netz (z.B. GSM-Netz oder Internet) ohne Einschränkungen verbinden kann. Ein Benutzer ist also mobil, wenn er sich innerhalb eines bestimmten Systems oder einer bestimmten Zelle frei bewegen kann.

Eine weitere Flexibilität wird dadurch erworben, dass sich der Benutzer unabhängig von bestimmten Zellen bewegen kann ohne gleichzeitig Funktionalität einzubüßen. Dadurch wird der Begriff „Mobilität“ weiter differenziert in „Intra-Zell-Mobilität“ und „Inter-Zell-Mobilität“. Folgende Tabelle liefert eine Übersicht verschiedener Zellklassen nach Reichweite sortiert.

Zelle	Netzwerk / Abdeckung	Reichweite
PAN	Personal Area Network	bis 5 m
LAN	Local Area Network	bis 300 m
MAN	Metropolitan Area Network	bis 100 km
WAN	Wide Area Network	Interkontinental
SAN	Satellite Area Network	Global

Tabelle 2: Die verschiedenen Zellen und ihre Ausdehnung

Beispielsweise kann ein Computer, der über WLAN mit dem Netzwerk verbunden ist, nur innerhalb seiner lokalen Umgebung bewegt werden. Diese Eigenschaft macht ihn flexibel. Bewegt man ihn hingegen an einen Ort außerhalb der Reichweite des WLAN-Senders (z.B. anderes Gebäude), ist er entweder ohne Verbindung oder er verbindet sich mit einem anderen verfügbaren WLAN-Sender. Hier muss also die Reichweite eines solchen Netzwerkzugangs mit berücksichtigt werden.

Bei einem Mobilfunknetz ist das in der Regel anders. Man kann ein Mobiltelefon fast überall hin mitnehmen und ist weitestgehend ständig mit dem Netz verbunden. Selbst Ländergrenzen sind durch Roaming (dt. für Wandern) keine technologischen Hindernisse mehr.

Im Umfeld des Mobile Computing können drei grundlegende Arten von Mobilität unterschieden werden: Endgerätemobilität, Benutzermobilität und Dienstmobilität.

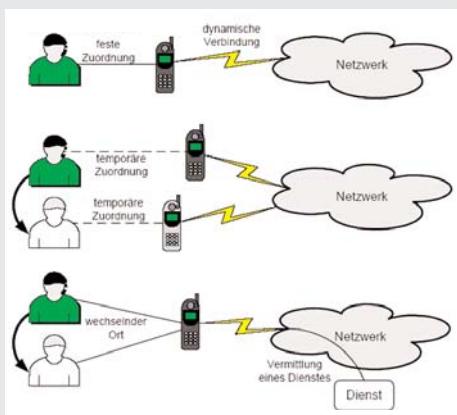


Abbildung 1: Mobilitätsarten.
Quelle: Roth 2005

Endgerätemobilität.

Bei der Endgerätemobilität wird von einer festen Zuordnung eines Benutzers zu einem Endgerät ausgegangen. Über dynamische Verbindungen kann sich das Endgerät mit dem Netzwerk selbsttätig verbinden und bleibt auch dann vernetzt, wenn es räumlich bewegt wird. Die Endgerätemobilität wird meist im Zusammenhang mit mobilen Endgeräten gesehen. Zentral steht das Merkmal der ortsunabhängigen aber geräteabhängigen Benutzung hervor. Eine einfache und mühelose Herstellung und Aufrechterhaltung der Endgerätemobilität für eine angemessene Zeit sind damit Anforderungen an ein „mobiles Endgerät“. Daher erfordert Endgerätemobilität in der Regel den Einsatz drahtloser Kommunikationsmittel. Ein Beispiel für Endgerätemobilität ist das Mobiltelefon, das ständig selbsttätig mit dem Mobilfunknetz verbunden ist, auch wenn es über weite Strecken bewegt wird.

Benutzermobilität.

Bei der Benutzermobilität hat der Benutzer die Möglichkeit, unterschiedliche Zugangsgeräte zu nutzen. Ein sich bewegendender Benutzer wird nicht vorausgesetzt. Der Benutzer kann sich stationär an irgendeinem Ort aufhalten, ist aber nicht an einen besonders ausgezeichneten Ort bzw. an ein bestimmtes Gerät gebunden. Hierfür muss ein Benutzer über ein unverwechselbares Merkmal zur Identifizierung verfügen, das ihn gegenüber dem Netzwerk identifiziert.

Dienstmobilität.

Auch Dienste können als „mobil“ aufgefasst werden, wenn sie überall erreichbar sind. So stehen bei dieser Mobilitätsart die Dienste im Mittelpunkt. Ein Benutzer kann immer auf dieselben Dienste zugreifen, unabhängig von welchem Ort aus ein Dienst genutzt wird. Ein Beispiel für Dienstmobilität ist der weltweite Zugriff auf die eigenen E-Mails.

Hinzu kommt noch der wichtige Aspekt der Mobilität von Informationen und Wissen, unabhängig von bereitgestellten Diensten. Es können Informationen und Wissen lokal auf mobilen Endgeräten gespeichert werden oder per Kommunikationsnetze als Dienste auf dem Endgerät verfügbar gemacht werden. Diese Unterscheidung ist für die Realisierung mobiler Anwendungssysteme wichtig, um z. B. zwischen Online- und Offlinedatenhaltung bzw. Online- und Offlineprogrammhaltung zu unterscheiden.

3 Enterprise Mobility.

Zur Unterstützung unterschiedlicher Formen von Mobilität fasst Enterprise Mobility eine Vielfalt mobiler ITK-Lösungen für Unternehmen unter einem einheitlichen Begriff zusammen. Verstärkt zeichnet sich in Unternehmen ein Trend zur Mobilität ab. Ein Unternehmen, als wirtschaftliches Aktionszentrum aufgefasst, kann sich durch mobile ITK-Lösungen zu einem webbasierten mobilen Aktionszentrum entwickeln. Aber was ist in diesem Zusammenhang mobil? Ein Unternehmen agiert mit Produkten und Leistungen am Markt. Dabei setzt sich ein Unternehmen selbst aus Akteuren, den Mitarbeitern, zusammen. Beide Aktionsbereiche können durch Enterprise Mobility unterstützt werden. Dabei kann sich die Mobilität auf das ganze Unternehmen und seine Teile beziehen. Das Thema Enterprise Mobility wird im Folgenden nach Unternehmen und Unternehmensteilen differenziert betrachtet.

3.1 Unternehmensmobilität.

Im Bereich der Unternehmensmobilität steht die mobile Unterstützung des Unternehmens im Zentrum der Betrachtung. Dabei drückt Mobilität auch Flexibilität aus. In diesem Zusammenhang ist die weitere Optimierung von Geschäfts- und Betriebsprozessen auch mit Hilfe von mobilen Lösungen zu sehen. Manche Prozesse werden sogar erst durch den Einsatz mobiler Technologie ermöglicht, wie bspw. der automatische Einbezug von Ortsinformationen. Das Unternehmen wird auch dadurch mobil, dass Wissenskomponenten für das Handeln von Mitarbeitern von außen verfügbar werden. Dies gelingt auf dem Gebiet des Datenaustausches durch die mobile Anbindung von Mitarbeitern oder der Infrastrukturanbindung anderer Unternehmensstandorte mit dem eigenen Unternehmensnetzwerk.

Ein besseres Verfolgen von Unternehmensteilen, z. B. Betriebsmitteln, gelingt über RFID-Transponder, die an den jeweiligen Objekten angebracht und an entsprechenden Stellen ausgelesen werden können. Hierdurch hat das Unternehmen noch genauere Informationen über Zustand, Menge und Standort von damit ausgezeichneten Ressourcen.

Zur Vereinfachung und zur einheitlichen Gestaltung von Prozessen dienen Enterprise Mobility Lösungen, wie bspw. FMC. Hiermit wird ebenfalls die Verwaltung und Abrechnung anfallender Kommunikation vereinfacht und dadurch kostengünstiger. Für kleinere Unternehmen wird die Nutzung extern gehosteter mobiler Dienste von Interesse sein, da sie selbst keine ausreichende mobile Infrastruktur besitzen.

Die Geräteverwaltung innerhalb Enterprise Mobility-Lösungen wird mittels Device Management gehandhabt. Dieses Device Management beinhaltet die Aufgaben Wartung und Softwareverteilung sowie das Umsetzen von Restriktionen. Nicht jeder Mitarbeiter darf alle Funktionen der ihm zur Verfügung stehenden Endgeräte verwenden. Man kann bspw. das Nutzen einer Internetverbindung nur auf den Zugriff für die eigenen Unternehmenswebseiten beschränken. Eine zentrale Aufgabe von Device Management ist die Gewährleistung von Sicherheit, insbesondere der Schutz vertraulicher Daten. Die Synchronisation der Datenbestände zwischen Unternehmensquellen und dem mobilen Endgerät ist ein weiterer wichtiger Bestandteil eines Device Managements.

Enterprise Mobility kann eine einheitliche Plattform für alle Dienste bereitstellen, die über eine multimodale, also für verschiedene Arten von Endgeräten geeignete, Benutzerschnittstelle verfügen.

3.2 Mitarbeitermobilität.

Für das Jahr 2009 prognostiziert IDC 878 Millionen mobile Arbeiter weltweit. Diese Beschäftigtengruppe muss von den Unternehmen mit den aktuellsten Informationen und relevantem Wissen für ihr Handeln unterstützt werden. Dabei ist die zentrale Herausforderung, die mobilen Arbeiter ständig mit den Netzwerken für Kommunikation, Software oder Wissen der Unternehmen zu verbinden.

Dieses Einsatzfeld von Enterprise Mobility fokussiert die mobile Unterstützung der Mitarbeiter bei ihrer Arbeit. Immer häufiger üben Mitarbeiter ihre Tätigkeiten nicht nur an ihrem eigenen Schreibtisch im Büro eines Unternehmens aus, sondern auch an anderen Orten innerhalb und außerhalb des Unternehmens. Projektteams organisieren sich unternehmensintern über Abteilungsgrenzen hinweg. Mitarbeiter können im Rahmen von Telearbeit von Zuhause aus ihrer Tätigkeit im Unternehmen nachgehen. Außendienstmitarbeiter arbeiten üblicherweise außerhalb des Unternehmens. Die jeweilige Versorgung des Mitarbeiters mit den benötigten Informationen und Wissen ist Aufgabe von Enterprise Mobility.

Mobile Mitarbeiter möchten mit ihren mobilen Endgeräten auf persönliche Daten, wie Kalender, Kontakte und E-Mails oder auf Unternehmensanwendungen wie ERP-Systeme zugreifen. So haben Anwender die Möglichkeit, ihre E-Mails auch auf Reisen zu bearbeiten oder Prüfergebnisse aus der Fertigung direkt vor Ort am Prüfobjekt online in das Back-End-System einzugeben. Aus Sicht des mobilen Mitarbeiters wird ein verfügbarer Fernzugriff (Remote Access) auf das Unternehmensnetzwerk benötigt. Dazu existieren eine Vielzahl spezifischer Zugangslösungen, wie direkte Wählleitungen, Webportale, VPN-Verbindungen etc.

Für den mobilen Mitarbeiter ist es sehr wichtig, Nachrichten austauschen zu können. Hierzu stehen ihm textbasierte Kommunikationsmöglichkeiten, wie E-Mail, push E-Mail, SMS und Instant Messaging (IM) zur Verfügung. Für visuelle Kommunikation ist MMS oder Videotelefonie geeignet. Auch sprachbasierte Kommunikation wird auf unterschiedlichem Wege angeboten, wie bspw. VoIP oder Push-to-talk (PTT), einer Art Walkie-Talkie für bestimmte Mobiltelefone. Eine Besonderheit von PTT ist das gezielte Übermitteln von Sprachbotschaften an Teilnehmergruppen (Multicast).

Der mobile Arbeiter erwartet ein geeignetes und schon konfiguriertes mobiles Endgerät, das er sofort nutzen kann. Hierfür kann eine Plattform auf dem mobilen Endgerät installiert sein, die für den intuitiven Gebrauch einzelner Anwendungslösungen sorgt.

Diese mobile Grundausstattung ist durch weitere Enterprise Mobility Services erweiterbar. Einkäufe können direkt per Handy bezahlt werden (Mobile Payment Services) oder das mobile Endgerät unterstützt den mobilen Mitarbeiter durch Orientierungshilfen, bspw. durch Off-Board Navigation.

Diese und weitere Anwendungen steigern die Wertschöpfung des einzelnen Mitarbeiters. Unternehmensprozesse können damit beschleunigt werden bei gleichzeitiger Senkung der Gesamtkosten im Unternehmen.

3.3 Mobile Technologien.

Zu den bedeutendsten mobilen Technologien gehören Funkstandards, paketorientierte Datenkommunikation und die unterschiedlichen mobilen Endgeräte.

Funkstandards.

DECT

DECT ist ein Standard für den Kurzstreckenfunk, um z. B. ein Mobilteil eines schnurlosen Festnetztelefons mit der Basisstation zu verbinden. Dieser Standard ermöglicht drahtlose Kommunikation in einer Reichweite bis 50 m innerhalb von Gebäuden und bis 300 m im Freien.

GSM

GSM ist ein Standard für volldigitale Mobilfunknetze (2G-Netze), der hauptsächlich für Telefonie aber auch für leitungsvermittelte und paketvermittelte Datenübertragung sowie Kurzmitteilungen (SMS) genutzt wird. Durch den zellularen Aufbau des Netzwerkes wird eine hohe Netzabdeckung erreicht, so dass man GSM in nahezu ganz Europa verwenden kann.

UMTS

UMTS ist ein Standard für die dritte Mobilfunkgeneration (3G), der aufgrund höherer Bandbreiten für nahezu jede Kommunikation geeignet ist. Dabei baut UMTS auf einem paketvermittelnden Netz auf.

WLAN

WLAN ist ein breitbandiger drahtloser LAN-Standard zur Übertragung von IP-Paketen. Dabei werden WLAN-Sendeeinrichtung bzw. deren Zugang, als Hot Spot bezeichnet. WLAN hat eine Reichweite von ca. 30-100 m. In diesem Zusammenhang bezeichnet WiFi eine Zertifizierung verschiedener WLAN-Geräte, um eine Interoperabilität zu gewährleisten.

Bluetooth

Bluetooth ist ein Standard für den Kurzstreckenfunk. Bluetooth bietet eine drahtlose Schnittstelle, über die sowohl mobile Endgeräte wie Mobiltelefone und PDAs als auch Computer und Peripheriegeräte miteinander kommunizieren können. Hauptzweck von Bluetooth ist das Ersetzen von Kabelverbindungen zwischen Geräten.

RFID

RFID ist ein passiver Kurzstreckenfunkstandard. Über Transponder, die auf Objekten angebracht werden, können diese Objekte identifiziert und lokalisiert werden. Die Reichweite kann zwischen wenigen Zentimetern und mehreren hundert Metern betragen.

Paketorientierte Datenkommunikation.

IP

Das IP ist der bedeutendste Netzwerkstandard, der eine paketvermittelnde Datenübertragung ermöglicht. Durch das Internet wurde dieser Standard weitläufig bekannt. Dieses Protokoll bzw. die zugehörige Protokollfamilie kann auf verschiedenen Netzwerken implementiert sein.

GPRS

GPRS ist ein Dienst für ein GSM-basiertes Mobilfunknetz, der damit eine paketvermittelnde Datenübertragung ermöglicht. Hierdurch wurde im Mobilfunkbereich die Möglichkeit geschaffen, Datenübertragung nach Datenvolumen abzurechnen, so dass der einzelne Mobilfunkteilnehmer ständig mit dem Netzwerk verbunden sein kann, aber nur für das angefallene Datenvolumen zahlen muss.

HSDPA

HSDPA ist ein sehr leistungsfähiges Übertragungsverfahren des 3G Mobilfunkstandards UMTS, das die schnelle Übertragung von großen Datenmengen ermöglichen soll.

Mobile Endgeräte.

Es gibt eine Vielzahl stark unterschiedlicher aber auch sehr ähnlicher Geräte, was eine saubere Klassifikation erschwert. Üblicherweise unterscheidet man die Endgeräte grob nach Größe und Leistungsumfang bzw. nach dem Verwendungszweck in: Laptop, Tablet-PC, PDA, MDA, Smartphone und Mobiltelefon. Daneben gibt es noch eine Menge an speziellen Geräten, z. B. Bordcomputer für Automobile oder Handscanner für RFID-Tags

3.4 Enterprise Mobility Lösungen.

Die Technologien im mobilen Bereich unterliegen dem gleichen Wachstum in Bezug auf Leistung und Übertragungsgeschwindigkeit, wie im Bereich der Halbleiter bzw. der klassischen WANs. In diesen Bereichen hatte der frühere Intel Chef Gordon Moore 1967 das so genannte „Gesetz der Halbleitertechnologie“ aufgestellt:

Verarbeitungsgeschwindigkeit und Speicherkapazität der Bauelemente der Computer-Industrie verdoppeln sich alle 18 Monate. Was anfänglich als unglaubliche Prognose aufgefasst wurde, bewahrheitet sich in Form eines anhaltenden exponentiellen Wachstums bis heute. Dieser Leistungszuwachs im Technologiebereich drängt darauf mit Software und sinnvollen Anwendungen belegt zu werden, um einen Nutzen aus dieser „Technologie-Explosion“ zu ziehen.

Eine solche Entwicklung ermöglicht in Zukunft Telekommunikation über alle unsere menschlichen Sinne von beliebigen Orten aus. Im Folgenden werden Enterprise Mobility Lösungen vor diesem Hintergrund beschrieben.

3.4.1 Roaming.

Als Roaming bezeichnet man die Nutzung eines mobilen Endgerätes zur Kommunikation über Netzwerkgrenzen hinweg. Dieses Roaming hat dabei zwei Bedeutungen. Zum einen bezeichnet Roaming die Eigenschaft eines Mobilfunknetzes, die es einem Teilnehmer ermöglicht, von beliebigen Orten aus anzurufen oder angerufen zu werden. Der mobile Teilnehmer muss dabei nicht explizit seinen Aufenthaltsort hinterlegen. Der Aufenthaltsort des mobilen Teilnehmers wird vom Heimnetzwerk durch entsprechende Meldungen fremder Netzwerke bestimmt. Zum anderen bezeichnet Roaming die Möglichkeit eines Teilnehmers, Mobilfunknetze zu nutzen, mit denen er keinen Vertrag geschlossen hat. Dazu haben verschiedene Mobilfunkanbieter Roaming-Abkommen geschlossen. In Verbindung mit den benötigten Signalisierungs- und Datenverbindungen zwischen den Netzbetreibern ist damit die Basis geschaffen worden, um Zugriffsinformationen sowie rechnungsrelevante Daten zwischen den Netzwerken austauschen zu können. Das bekannteste Beispiel für Roaming ist das Telefonieren mit einem Mobiltelefon im Ausland. Roaming beschränkt sich aber nicht nur auf den Sprachdienst Telefonie, sondern es werden auch Datendienste über Netzwerkgrenzen hinweg ermöglicht.

Um Roaming zu nutzen, muss das verwendete mobile Endgerät den netzwerkabhängigen Mobilfunkstandard (z. B. GSM 1800 oder GSM 900) unterstützen. Unterstützt das mobile Endgerät einen solchen Standard nicht, kann durch sogenanntes SIM-Card-Roaming die vorhandene SIM-Karte in ein dafür geeignetes mobiles Endgerät eingelegt werden. Die Teilnehmeridentität bleibt dann in dem fremden Netzwerk erhalten. Diese Möglichkeit besteht auch bei einigen Satellitentelefonen. Ein großer Vorteil des SIM-Card-Roamings ist die Erreichbarkeit des Teilnehmers unter der bekannten Mobilfunknummer.

Realisiert wird Roaming durch den Zugriff der Mobilfunkvermittlungssysteme fremder Netze auf das Teilnehmerregister (Home Location Register HLR) des Heimatnetzes des mobilen Teilnehmers. So kann auch überprüft werden, ob ein Teilnehmer evtl. gesperrt ist.

3.4.2 Virtual Private Network (VPN).

Als Virtual Private Network (VPN) bezeichnet man ein Kommunikationsnetzwerk, das zum Transport privater Daten ein öffentliches Netz (z. B. offenes WLAN) nutzt. Dazu wird die Verbindung über das öffentliche Netz verschlüsselt, so dass die Daten zum vertraulichen Netz (z. B. Intranet) über einen Tunnel zwischen VPN-Client und VPN-Server (Concentrator) ausgetauscht werden. Im Bereich IP-basierter Netze, wird bei dem so genannten IP-VPN das Internet zum Transport von IP-Paketen unabhängig vom Übertragungsnetz genutzt. Diese Art des Netzwerkzugangs ist wesentlich flexibler und kostengünstiger als der direkte Fernzugriff (Remote Access) auf ein internes Netz, wie bspw. direkte Einwahl über ISDN oder Mobilfunk.

VPNs gewährleisten Sicherheit zur Authentifizierung der VPN-Endpunkte durch die Verwendung von Passwörtern, öffentlichen Schlüsseln oder durch digitale Zertifikate.

Bei VPNs können grundsätzlich drei verschiedene Vorgehensweisen unterschieden werden.

Site-to-Site bezeichnet das Verbinden zweier lokaler Netze. Dazu werden auf beiden Seiten VPN-Gateways verwendet. Die VPN-Verbindung wird dann über diese beiden Gateways aufgebaut. Mit diesem Vorgehen können alle Netzteilnehmer über das jeweilige Gateway miteinander verbunden werden. Ein Anwendungsbeispiel hierfür ist das Verbinden der Rechnernetze zweier entfernter Unternehmensstandorte.

Site-to-End bezeichnet das Verbinden eines einzelnen Teilnehmers, z. B. einen Mitarbeiter außerhalb des Unternehmens, mit dem internen Netz (Intranet) seines Unternehmens. Dabei baut das Endgerät des Mitarbeiters eine VPN-Verbindung zu dem ihm bekannten VPN-Gateway des Unternehmens auf. Über diese Verbindung ist es dem Mitarbeiter nun möglich, so zu arbeiten, als wäre er im lokalen Netzwerk des Unternehmens (Remote-Access-VPN wie Universal Secure Access). Dieses Vorgehen wird ebenfalls dazu verwendet, um z. B. WLANs und andere unsichere bzw. öffentliche Netzwerke zu sichern (End-to-Site-VPN).

End-to-End bezeichnet das gezielte Verbinden von zwei einzelnen Endgeräten, die zusammen einen Tunnel aufbauen. Zur Realisierung eines sehr hohen Sicherheitsbedarfes ist dieses Vorgehen geeignet. Hiermit kann die gesamte Kommunikation über Netze verschlüsselt ablaufen.

3.4.3 Fixed Mobile Convergence (FMC).

Mit Fixed Mobile Convergence (FMC) wird die Konvergenz stationärer und mobiler Kommunikation bezeichnet. Damit erfolgt ein Zusammenwachsen der TIME-Märkte (Telekommunikation, Informationstechnologie, Medien, Entertainment). Ein Ziel von FMC ist die Aufhebung der bisher vorhandenen Unterschiede und Medienbrüche zwischen mobilen und stationären Netzwerken und Diensten. Dabei betrifft FMC sowohl Sprach-, als auch Datendienste. Dem Nutzer sollen Dienste bereitgestellt werden, die einfach zu bedienen sind und ein einheitliches "Look & Feel" in den verschiedenen Netzumgebungen haben. Heterogenität und Komplexität der Netze sollen für den Anwender transparent bleiben. Hierzu stellen Anbieter von FMC geeignete Plattformen bereit. Teilnehmer des FMC erhalten eine Teilnehmeridentität (Rufnummer), einen zentralen Anrufbeantworter (Mailbox) und eine Rechnung. Mit FMC wird eine höhere Mobilität für die Nutzer erreicht. Durch integrierte Dienste wird der Komfort erhöht und Kosten werden durch die Konvergenz gesenkt, da der Nutzer nur noch einen Anbieter benötigt.

FMC hat auch direkte Auswirkungen auf die mobilen Endgeräte selbst. Als Dualphone bezeichnet man ein mobiles Endgerät, das für Sprach- und Datenübertragung über Festnetz, Mobilfunknetz und WLAN geeignet ist. Je nach Anwendungsfall erfolgt dann die Kommunikation über Funkverbindung (DECT, GSM, UMTS, WLAN oder Bluetooth) oder über das Festnetz bzw. DSL. Somit ist das mobile Endgerät selbst ein Kombinationsgerät aus Festnetztelefon, WLAN-Empfänger und Mobiltelefon. Gespräche können beim WLAN-Empfang über Voice-over-IP (VoIP) geführt werden. Diese Endgeräte sind ein Schritt zur Konvergenz von Festnetz und Mobilnetzen. Damit wird Endgerätemobilität, Benutzermobilität und Dienstmobilität erreicht.

Ausprägungen dieser Konvergenz sind:

- Tarifvarianten und Rufweiterleitungen (Virtuelle Konvergenz)
- Konvergenzdienst zur Nachrichtenverwaltung: Unified Messaging
- Konvergenz im Messaging: SMS, MMS, IM
- Konvergenz der Anschlussnetze: IP-basiertes Internet und leitungsvermittelter Telefonnetz (mobiles Internet)
- Zusammenführung der Sprachtelefonie und der zugehörigen Rufnummern über technische Netzgrenzen hinweg
- Triple Play (Festnetz, Mobilfunk, Breitband) und Quadrupel Play (Triple Play mit Einbindung von Medieninhalten, bspw. TV)

3.4.4 Device Management.

Bei der Mobilisierung komplexer Unternehmenssysteme spielt neben der reibungslosen technischen Integration der Lösung die zentrale Verwaltung und Sicherheit für die Endgeräte, Daten und Nutzer eine wichtige Rolle.

Standardanforderungen sind laut IDC die Pflege von PC-Hardware- und Softwarebeständen (Wartung), Softwareverteilung, Verwaltung von Anti-Virus-Scan-Dateien und das Fernsteuern von Systemdiagnosen. MDM-Lösungen (Mobile Device Management) bieten zudem erweiterte Funktionen wie mobile Sicherheit, Restriktion einzelner Funktionalitäten, die Fähigkeit zur Wiederherstellung des Systems sowie Unterstützung für Offline- und Wireless-Synchronisation. Eine Standardsynchronisation besteht in dem Datenabgleich zwischen Mobiltelefonen und zwischen Mobiltelefon und Computer bzw. vice versa.

Ein Problembereich beim Einsatz mobiler Endgeräte ergibt sich aus dem Sicherheitsrisiko durch den ungewollten Verlust des Endgerätes. Dieser Verlust entsteht nicht nur durch Diebstahl, kleine Endgeräte gehen auch schnell verloren. So wird berichtet, dass Tausende von PDAs in Taxen liegen gelassen werden. Dieser Verlust verursacht oftmals hohe Kosten.

Der Engerätepreis in Höhe von einigen Hundert Euro ist dabei wesentlich geringer als der Wert der Informationen, die auf dem Endgerät gespeichert sind. Hierzu bietet Device Management Schutzmechanismen für den Zugang zum mobilen Endgerät bspw. durch einen erzwungenen Passwortschutz und der Verschlüsselung des Speichers und der Speicherarten, sowie der Verschlüsselung der Datenübertragung. Für besonders schützenswürdige Daten werden Wipeout-Funktionalitäten zum Löschen von Software auf den Endgeräten bis hin zum Hard Reset („Kill Pill“) angeboten. Mit einem solchen Schutzmechanismus ausgestattet, erhält ein Unbefugter ein komplett von Daten bereinigtes und daher nutzloses Endgerät.

Durch eine zentrale Verwaltung der mobilen Endgeräte, der Daten und der Anwender wird eine Integration in die ITK-Infrastruktur des Unternehmens (System Management) erreicht. Ein solches Device Management sichert den Informationsaustausch über Systemgrenzen und Gerätestandards hinweg. Eine wichtige Aufgabe des Device Managements ist dabei das Erkennen der Endgeräte und Netzwerkstrukturen, um mögliche Heterogenitäten und spezifische Unterschiede auszugleichen. Dieses Erkennen von Endgeräten ist auch für eine auf die Endgeräte abgestimmte Software-Konfiguration notwendig.

Eine weitere Ausprägung des Device Managements ist die Umsetzung mobiler Datenbanksysteme. Nach dem Abgleich mit dem jeweiligen Engeräteprofil und der vorherrschenden Anwendungssituation werden Daten oder aber auch die Anwendungen selbst als Dienst eines entfernten Servers angeboten (Online-Szenario) oder aber auf dem Endgerät selbst zur Verfügung gestellt (Offline-Szenario). Zwischen diesen beiden Formen gibt es Mischformen, so genannte hybride Szenarien. So können temporär Daten auf einem Endgerät bereitgestellt werden und diese dann asynchron von dem entsprechenden Server aktualisiert werden.

4 Der Markt für Enterprise Mobility.

Analysten haben durch eine Befragung von CIOs herausfinden können, dass Enterprise Mobility sehr interessant ist, um Kosten zu senken. Dabei sind Hauptfaktoren das strategische Management von mobilen Endgeräten und Vermeidung teurer Roaming-Gebühren für mobile Gesprächs- und Datenübertragung. Eine weitere Erwartung liegt im Bereich der Fixed Mobile Convergence (FMC). Hierbei wird Mobilfunk und Festnetz auf einer Plattform zusammengeführt und der Kunde hat nur einen Vertrag für Mobil- und Festnetzkommunikation. Die Analysten erwarten ein starkes Wachstum im Bereich der FMC, besonders durch die Nutzung von Datenübertragung auch durch Nutzung von VoIP.

Durch Enterprise Mobility wird eine Verlagerung von Kommunikationsumsätzen prognostiziert. Das Gesprächsaufkommen bleibt annähernd konstant, verlagert sich aber zunehmend vom Festnetz zum Mobilfunk.

4.1 Chancen und Risiken.

Eine Umfrage von IDC unter CIOs hat ergeben, dass mobile Lösungen generell zu einer Steigerung der Produktivität führen. Mitarbeiter müssen nicht zwangsläufig im Unternehmen sein, um sich mit den benötigten Informationen und Wissen zu versorgen. Mit integrierten Enterprise Mobility Lösungen wird die vorhandene Unternehmensinfrastruktur besser genutzt. Der damit verbundene Informationsvorsprung verbessert die Wettbewerbsfähigkeit und erhöht somit die Kundenzufriedenheit. Eine weitere Optimierung der Unternehmensprozesse durch mobile Lösungen wirkt sich kostensenkend auf das Unternehmen aus. Dabei können Kosten durch Reduktion der Reisekosten eingespart werden

oder bei entsprechender Ausstattung mobiler Mitarbeiter kann der Bedarf an kostspieligen Büroräumen reduziert werden. Die Ergebnisse der IDC-Umfrage werden grafisch veranschaulicht.

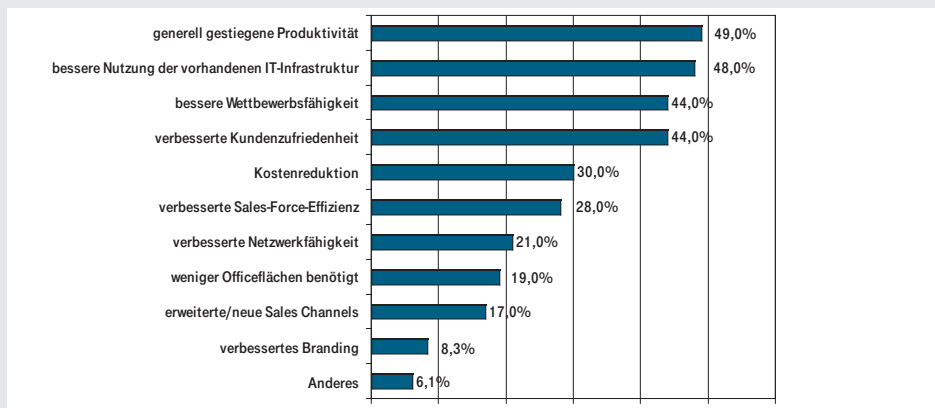


Abbildung 2: Antriebsfaktoren für die Umsetzung mobiler Lösungen
Quelle: IDC 2005

Neben diesen Chancen, die sich durch Enterprise Mobility ergeben, können auch Risiken ausgemacht werden, die in der gleichen IDC-Umfrage erhoben wurden.

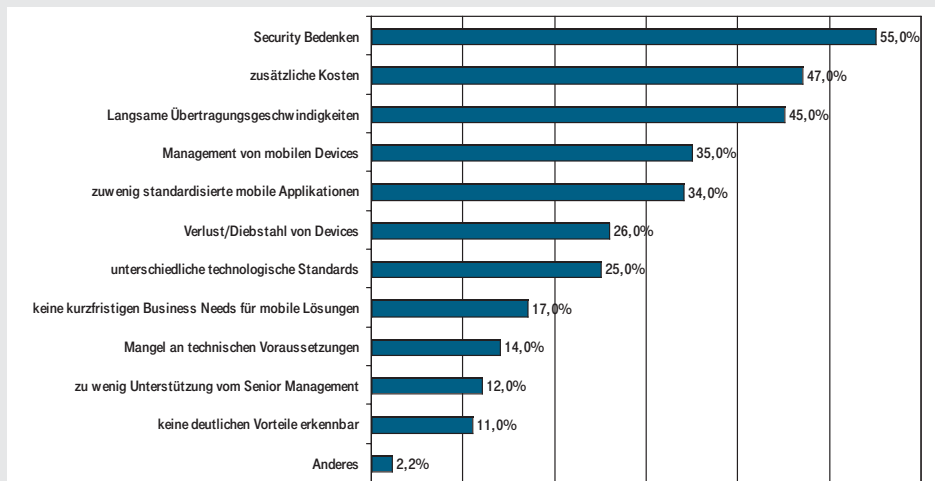


Abbildung 3: Hemmfaktoren für die Umsetzung mobiler Lösungen.
Quelle: IDC 2005

An erster Stelle stehen Sicherheitsbedenken gegen den Einsatz mobiler Lösungen. Dies eröffnet Chancen für diejenigen Anbieter, die Sicherheit als Kernkompetenz offerieren. Weiterhin sind Risiken in zusätzlichen Kosten zu sehen. Langsame Übertragungsgeschwindigkeiten durch geringe Bandbreite sind mit der Zeit kein Thema mehr, da die Technologie mobiler Kommunikation stark weiterentwickelt wird. Ein weiterer Beleg für das Moore'sche Gesetz. Das Management der stark heterogenen Endgeräte ist aufwändig, es gibt zu wenig standardisierte mobile Applikationen. Man begegnet diesen Risiken durch ein Device Management.

4.2 Entwicklung der Marktteilnehmer.

Der Markt für FMC-Telefonie zeigt einige interessante Entwicklungen der beteiligten Anbieter. Aus unterschiedlichen Richtungen gehen verschiedene Anbieter das Thema FMC an. Ein führender Anbieter hat sich noch nicht herauskristallisiert. Eine allumfassende, integrierte Lösung ist noch in keinem Produktportfolio der betrachteten Unternehmen zu finden. Ovum schlägt daher strategische Partnerschaften vor, um die richtige Kombination einzelner Lösungen zu erhalten.

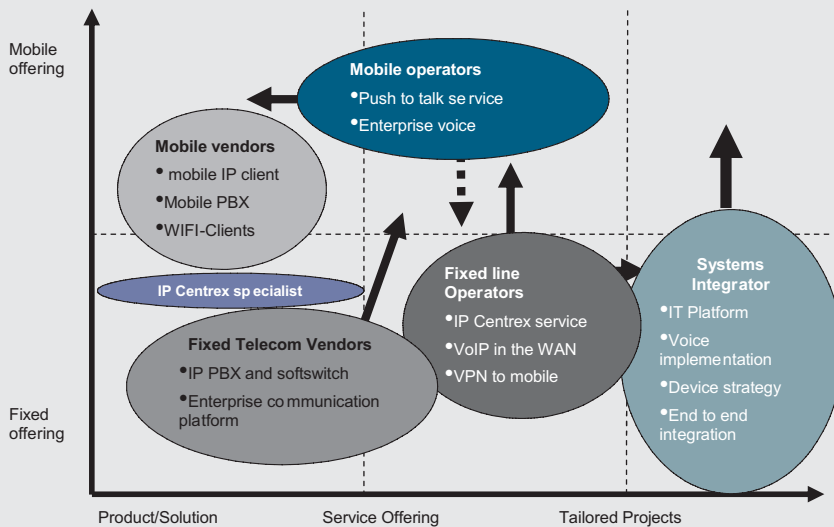


Abbildung 4: Entwicklung des Enterprise Mobility Marktes.
Quelle: Ovum 2005a

Festnetzbetreiber besitzen Erfahrung mit der Verwaltung von Sprach- und Datendiensten. Sie bieten Datendienste im Bereich Wide Area Networks (WAN) an, stellen robuste Plattformen für hohe Datenvolumina auf IP-basierten Netzwerken bereit und schaffen eine Anbindung unterschiedlicher Netzwerkinfrastruktur. Bei diesen Unternehmen wird eine Weiterentwicklung des Angebots um mobile Sprach- und Datendienste erwartet. Somit wird die Kommunikation jeglicher Herkunft auf jedes Endgerät überall ermöglicht.

Mobilfunkbetreiber haben eine sehr starke Ausgangsposition durch ihre Erfahrung im Bereich mobiler Sprach- und Datendienste. Aber sie binden sich zu sehr an den Verkauf von subventionierten Endgeräten (z. B. Mobiltelefone), um Mobilfunkverträge abzuschließen bzw. zu verlängern, ohne die stark angewachsenen Funktionalitäten moderner Endgeräte mit sinnvollen Anwendungen zu verknüpfen. Außerdem besteht ein Absatzrisiko durch übertriebene Branding-Massnahmen beim Verkauf von speziellen Mobiltelefonen, da Modelle anderer Hersteller mitunter eine größere Funktionalität oder Akzeptanz besitzen. In diesem Marktsegment wird eine transparentere und einfachere Tarifstruktur erwartet und die Lösung des kostenintensiven Roamingproblems.

Telekommunikationsanbieter beginnen ihre Fähigkeiten durch Managementdienste auszubauen. Sie besitzen traditionell Erfahrung bezüglich Kundeninteresse, hochentwickeltem Marketing, innovativen Lösungen und der Vermarktung neuer Lösungen. Es wird eine Weiterentwicklung in Richtung mobiler Kommunikation erwartet.

Systemintegratoren haben Erfahrungen mit der Integration unterschiedlicher Plattformen. Ihr Geschäftsmodell ermöglicht das kundengerechte Zuschneiden (Tailoring) von komplexen Lösungsprojekten. Die Kundennähe ermöglicht Aufträge von Unternehmen, die kaum Erfahrungen mit der gewünschten Lösung mitbringen. Systemintegratoren werden besonders im Bereich des Device Managements und der Integration von Festnetz und Mobilfunk durch die Beherrschung der darunterliegenden Middleware im Markt von Enterprise Mobility auftreten. "Middleware" bezeichnet hierbei Hardware und Software zum Austausch zwischen unterschiedlichen Anwendungen.

4.3 Positionierung von T-Systems.

T-Systems verfolgt mit seinen Konvergenzprojekten die Optimierung interner Geschäftsprozesse, sowie von Prozessen bei Kunden und Lieferanten, die Steigerung der Mitarbeiterproduktivität und die Verminderung des Investitions- und Administrationsaufwandes der IT/TK-Infrastruktur.

Hierfür befindet sich T-Systems aus Kundensicht in einer ausgezeichneten Ausgangslage, wie eine von IDC durchgeführte Befragung bestätigt. Darin wird integrierten IT-Anbietern mit 39 Prozent die mit Abstand größte Zustimmung in Bezug auf die Kooperation im Umfeld mobiler Lösungen zuteil – vor Mobilfunkanbietern, Hardwareanbietern und weiteren Kategorien.

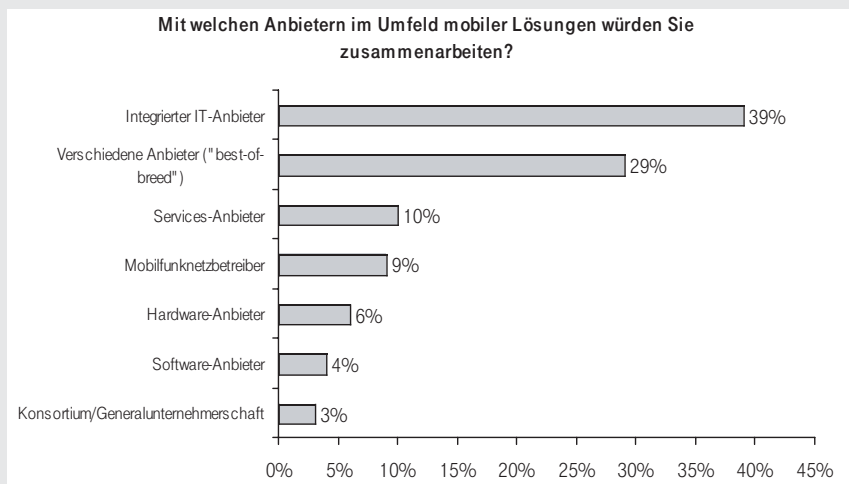


Abbildung 5: Präferierte Anbieter für mobile Lösungen
Quelle: [IDC 2005b]

Um das Potential der Konvergenz voll auszuschöpfen, möchte T-Systems technische wie prozessuale Komplexitäten signifikant reduzieren. Dabei wird das Mobiltelefon Teil der TK-Anlage, der Remote Access wird sicher und seamless über alle Fixed- und Mobile Networks möglich. So wird dem Kunden der Vorteil jeweils nur einer einzigen Rechnung, eines einzigen Vertrags, eines einzigen Endgeräts und eines ganzheitlichen Sicherheitskonzeptes geboten. Somit können gleichsam Kosten gespart und der Benutzerkomfort verbessert werden. Zudem wird Zugang zu allen Netzen gewährt. Der Kunde ist so unter einer einzigen Rufnummer erreichbar, ohne ständig Rufumleitungen programmieren zu müssen, das Handy klingelt parallel zum Endgerät in der Firma (Twinning-Funktion). Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus der Nutzbarkeit von Funktionalitäten der TK-Anlage, die es im Mobilfunk nicht oder nur begrenzt gibt (Konferenz, MakeIn, Rückruf etc.).

5 Fazit und Ausblick.

Mit Enterprise Mobility wird im Telekommunikationszeitalter eine Ära der Mobilität eingeläutet. Die Vision einer Kommunikation mit entfernten Kommunikationsteilnehmern an jedem Ort unter Verwendung aller unserer menschlichen Sinne wird dabei zunehmend Wirklichkeit. Hier sorgen die Auswirkungen des Moore'schen Gesetzes für ein entsprechend schnelles, exponentielles Wachstum der Leistung mobiler Technologie. Enterprise Mobility ermöglicht auf diesem Weg Lösungen wie die Integration mobiler Einheiten in die feste Unternehmensinfrastruktur. Damit wirken sich mobile Lösungen positiv auf die Produktivität des Unternehmens aus, insbesondere durch die mobile Unterstützung von Mitarbeitern, die ortsunabhängig, also an jedem Ort, arbeiten können.

Abkürzungsverzeichnis.

DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DSL	Digital Subscriber Line
FMC	Fixed Mobile Convergence
GSM	Global System for Mobile Communications
HLR	Home Location Register
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access
ITK	Informations- und Kommunikationstechnologie
IM	Instant Messaging
IP	Internet Protocoll
ISDN	Integrated Services Digital Network
LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network
MDA	Mobile Digital Assistant
MDM	Mobile Device Management
MMS	Multimedia Message Service
PAN	Personal Area Network
PBX	Private Branch Exchange
PDA	Personal Digital Assistant
PTT	Push-to-talk
RFID	Radio Frequency Identification
SAN	Satellite Area Network
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
TIME	Telekommunikation, Informationstechnologie, Medien, Entertainment
TV	Television
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
VoIP	Voice over IP
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network
WiFi	Wireless Fidelity
WLAN	Wireless Local Area Network

Abbildungsverzeichnis.

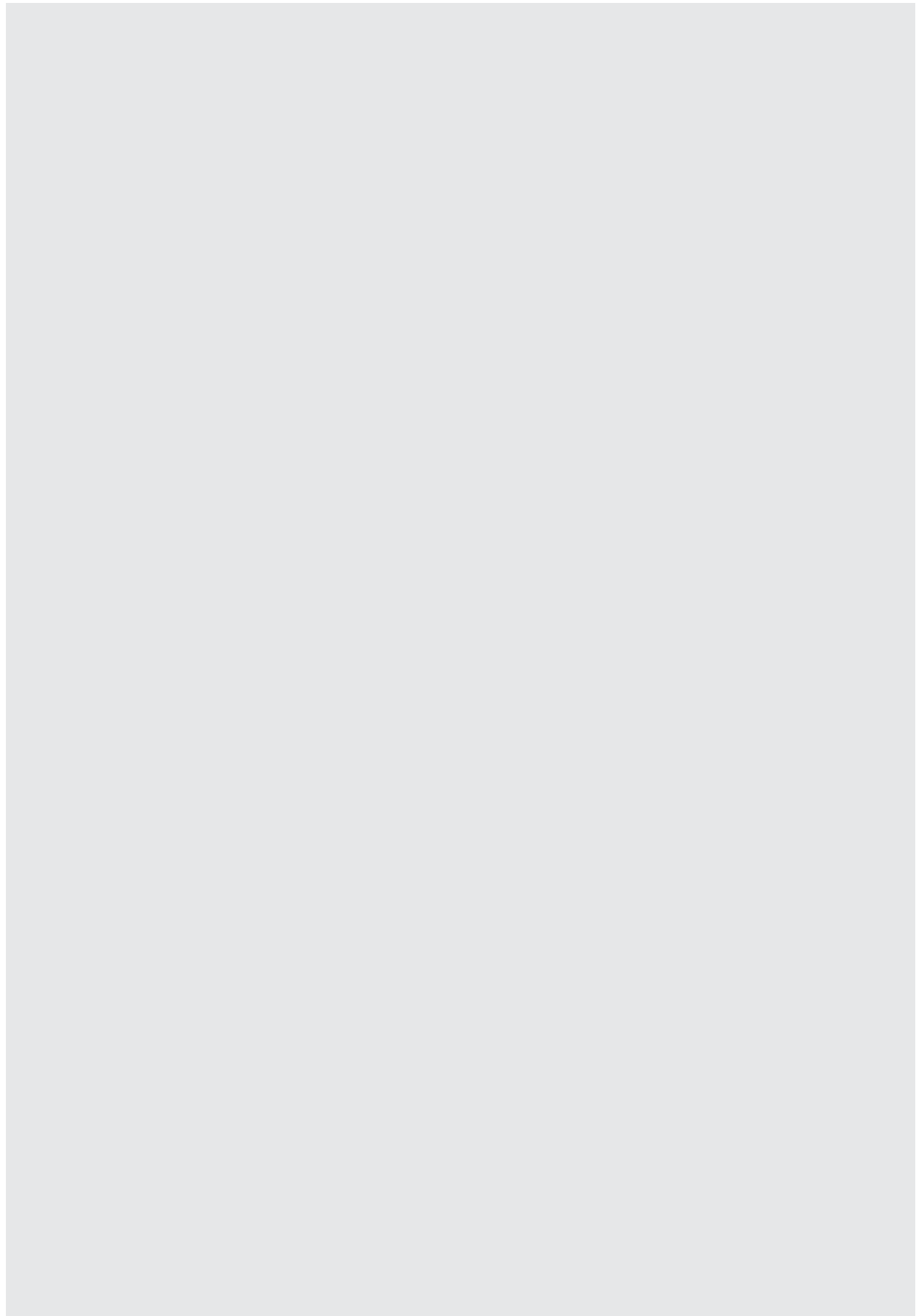
Abbildung 1:	Mobilitätsarten
Abbildung 2:	Antriebsfaktoren für die Umsetzung mobiler Lösungen
Abbildung 3:	Hemmfaktoren für die Umsetzung mobiler Lösungen
Abbildung 4:	Entwicklung des Enterprise Mobility Marktes
Abbildung 5:	Präferierte Anbieter für mobile Lösungen

Tabellenverzeichnis.

Tabelle 1:	Beispiele zum Unterschied von drahtloser und mobiler Kommunikation
Tabelle 2:	Die verschiedenen Zellen und ihre Ausdehnung

Quellenverzeichnis.

[Bell & Grey] 1997	The Revolution Yet to Happen. In: Denning, Peter; Metcalfe, Robert: Beyond Calculation – the next fifty years of computing, New York, 1997
[Current Analysis]	Module: Enterprise Mobility – Europe
[Forrester] 2005a	Mobile Workforce Risks Trigger Remote Access Spending, 09/2005
[Forrester] 2005b	IP Communications Adoption in Europe, 10/2005
[Forrester] 2006a	Telephone Cost Reduction Without the Hype, 01/2006
[Forrester] 2006b	Predictions for 2006 in the European Wireless and Mobile Communication Market, 01/2006
[Forrester] 2006c	European Wireless Enterprise: Email Accomplished, Convergence Happening, Now What?, 06/2006
[Gates, Bill] 1999	Remarks by Bill Gates Fusion '99. http://www.microsoft.com/billgates/speeches/07-23fusion.asp
[IDC] 2005	IDC Markterhebung Enterprise Mobility, 07/2005
[IDC] 2005b	IDC Anwenderbefragung 2005
[Mattern, Friedemann] 1999	Infrastruktur für den elektronischen Markt. In: Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation Band 22 Nr. 3
[Meskill, Ed] 2006	Wireless Enterprise, Vol. 2 No. 1, 2006
[Ovum] 2005a	Ovum Report 2005: Enterprise Mobility, 2005
[Ovum] 2005b	Improvements to your Enterprise Mobility service, 10/2005
[Ovum] 2006a	Mobilising the Enterprise: EVUA's spezial mobility conference, 03/2006
[Ovum] 2006b	Enterprise Mobility market development scenario, 05/2006
[Roth, Jörg] 2005	Mobile Computing – Grundlagen, Techniken, Konzepte, 2. Aufl., Heidelberg
[Vogt, Walter] 2002	Auch Mobilität hat ihre Grenzen – Was ist und welchen Sinn hat Mobilität? Mobilität und gesellschaftliche Entwicklung. In: Der Bürger im Staat – Mobilität 3/2002



Herausgeber:

T-Systems Enterprise Services GmbH
Corporate Marketing & Communications
Mainzer Landstr. 50
60325 Frankfurt

Kontakt:

T-Systems Enterprise Services GmbH
Corporate Marketing & Communications
Uwe Werner
Mainzer Landstrasse 50
60325 Frankfurt am Main
E-mail: Uwe.Werner@t-systems.com

Technische Universität Darmstadt
Jörg Lonthoff
Dipl.-Wirtsch.-Informatiker
Hochschulstraße 1
64289 Darmstadt
E-mail: lonthoff@winf.tu-darmstadt.de