Zeitschrift: Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

Herausgeber: Swisscom

Band: 76 (1998)

Heft: 3

Artikel: Welche Chancen hat dieses zukunftsträchtige Konzept?

Autor: Djuknic, Goran M. / Freidenfelds, John / Okunev, Yuriy

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-877289

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 06.08.2025

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

Aeronautische Telekommunikations-Plattformen

Welche Chancen hat dieses zukunftsträchtige Konzept?

Geostationär placierte Luftschiffe oder quasistationär operierende unbemannte Flugzeuge in der Stratosphäre erlauben revolutionäre Planungskonzepte für drahtlose fixe oder mobile Teilnehmerdienste.

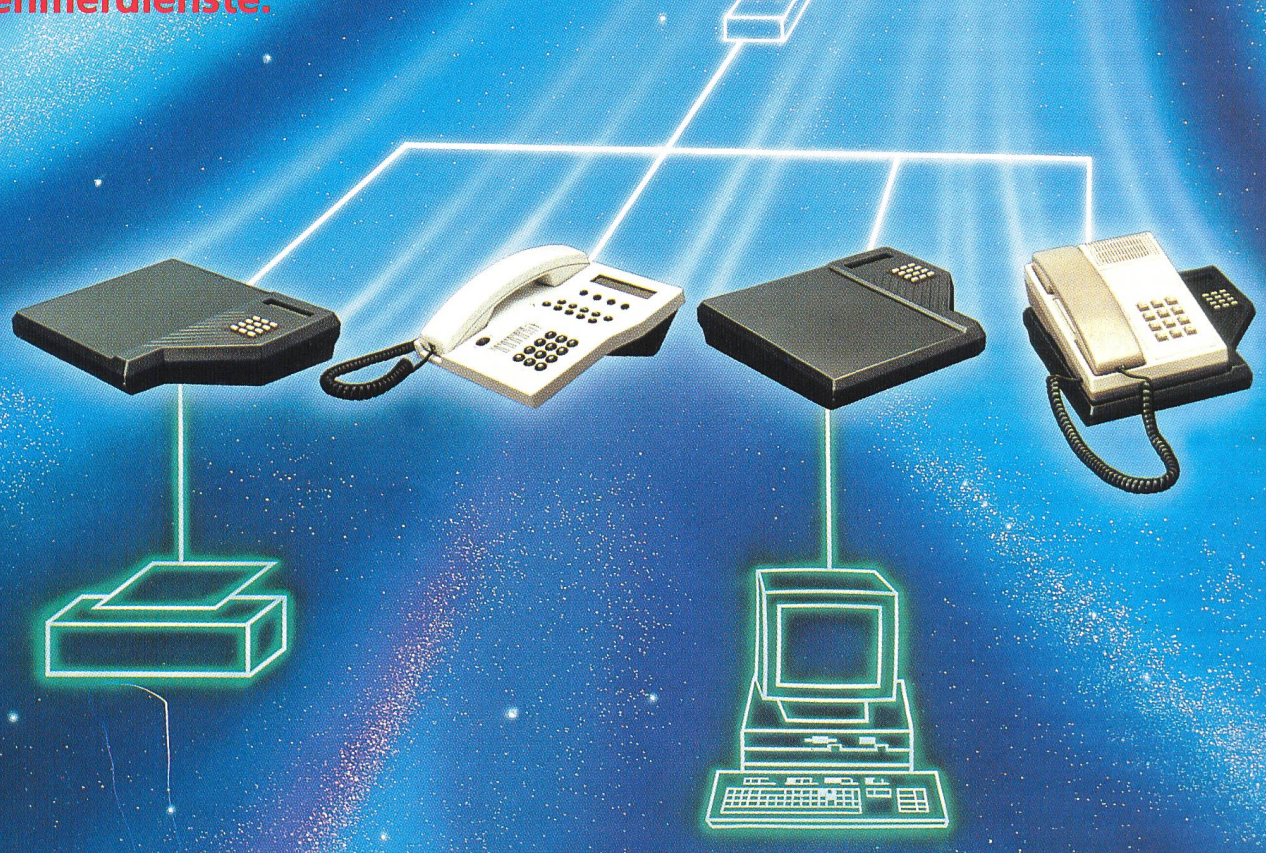

Foto: H. R. Bramaz

Zwei etablierte Methoden werden heute zur drahtlosen Versorgung angewandt: einerseits terrestrische Systeme, vor allem im Mobilfunk und bei sogenannten PCS-Systemen (drahtlose

GORAN M. DJUKNIC,
JOHN FREIDENFELDS
UND YURIY OKUNEV, USA

Telefone und städtische Versorgung), und anderseits Satellitensysteme. Jedes der Konzepte hat seine spezifischen Vor- und Nachteile. Hochfliegende aeronautische Telekommunikations-Plattformen (ATP) haben viele Vorteile, welche gemeinsam für Satelliten- und terrestrische Systeme gelten. Gleichzeitig sind einige Nachteile der beiden Systeme nicht vorhanden.

Drahtlose Kommunikationsmittel werden in naher Zukunft auch im Bereich der Breitbandkommunikation Einzug halten. Breitband-Internet-Anschlüsse stellen dabei eine der möglichen Anwendungen dar. Radiosignale unterliegen zwar im terrestrischen Bereich der Streuung und Mehrwegausbreitung, was bezüglich Signalbandbreite und Übertragungsdistanz zu gewissen Anwendungsgrenzen führt. Insbesondere wirkt sich dies auf die mögliche Grösse der versorgten Zellen in mobilen und in PCS-Kommunikationssystemen aus. Eine terrestrische Versorgung erfordert daher kleine Zellen und damit viele Antennentürme, Basisstationen, Zubringer-Links und Vemittlungsstellen.

Satellitensysteme haben den Vorteil, eine drahtlose Versorgung mit einem weit kleineren Aufwand an erdgebundener Infrastruktur sicherzustellen. Die Nachteile liegen hier aber darin, dass bei geostationären Satelliten (GEO) aufwendige Teilnehmerstationen erforderlich sind; ausserdem entsteht durch die grosse Ausbreitungsdistanz eine erhebliche und oft prohibitive Signalverzögerung. Bei tieffliegenden (nichtsynchronen) Satellitensystemen (MEO, LEO) liegt der Nachteil in der erhöhten Komplexität, die sich durch die Bewegung der Satelliten gegenüber der Erdoberfläche ergibt. ATP bieten gegenüber andern Alternativen bedeutende Vorteile; dies gilt sowohl gegenüber terrestrischen als auch gegenüber Satellitenkommunikationssystemen. In Tabelle 1 sind relevante Eigenschaften aufgelistet für die Systemkategorien terrestrische drahtlose Systeme, Satellitensysteme sowie potentielle, in der Stratosphäre placierte ATP.

Falls die weitere Entwicklung zeigen wird, dass ATP tatsächlich räumlich stabil und auf nicht zu teure Art realisierbar sind, so werden sich für die drahtlose Telekommunikation bedeutende neue Chancen ergeben. Zwei wichtige Projekte, je in den USA und in Japan, sehen die ersten operativen Systeme bereits Anfang der kommenden Dekade vor.

Aeronautische Plattformen in grosser Höhe

Aktive oder passive Kommunikationsplattformen stellen keine grundsätzlich neue Idee dar. Bereits vor der Lancierung des ersten aktiven Telekommunikationssatelliten Telstar im Jahre 1962 hatten erste Versuche mit Interkontinental-Telefonieverbindungen unter Verwendung eines grossen reflektierenden Ballons, «Echo», stattgefunden. Beide Projekte wurden durch die Bell Laboratories in Crawford Hill, New Jersey, USA, ausgeführt.

Im folgenden werden mögliche Konzepte für schwebende Plattformen, Luftschiffe, Flugzeuge, Helikopter (oder mögliche gemischte Konzepte) untersucht, welche auf stratosphärischen Höhen während längerer Zeitperioden operieren könnten, auf ökonomische Art als Mehrzweckstation und mit aufwendigen Ausrüstungen versehen. Dabei sollen insbesondere zwei Anwendungszwecke beleuchtet werden, nämlich Mobil/PCS-Systeme und Hochgeschwindigkeits-Datennetzwerke. Mit den zu realisierenden ATP sollen somit die Vorteile von geostationären Plattformen mit den typischen Vorteilen einer terrestrischen Versorgung und der dazugehörigen kleinen Signalverzögerung kombiniert werden.

Daten von weltweit ausgeführten Messungen der Windgeschwindigkeiten in der Stratosphäre zeigen, dass im Höhenbereich von 20 bis 23 km mit 30...40 m/s ein Minimum auftritt. Dies sind allerdings Langzeitmittelwerte, und noch ist relativ wenig über die Verteilung über Minuten und Stunden bekannt. Diese Unsicherheit führt zu den momentan noch am meisten geäusserten Zweifeln bezüglich der Machbarkeit aeronautischer Plattformen, denn im Falle des Auftretens temporär hoher Windspitzen könnte eine stabile Kommunikation in Frage gestellt werden. Die bei einem Luftschiff notwendige Kraft zur Kompensation des Winddrucks beträgt

$$P = (2\rho\, C_d\, S_c\, v^3)^{-1}$$

wobei

ρ = Luftdichte, in der Stratosphäre nur wenige Prozente des Normalwerts
C_d = Luftwiderstandskoeffizent
S_c = Querschnitt
v = Windgeschwindigkeit

Die Windgeschwindigkeit in dieser Höhenschicht bleibt anscheinend konstant, ausser einem Wechsel der Richtung, je zweimal um rund 180°, pro Jahr. Typische Windprofile, welche durch den High Resolution Doppler Imager (HRDI) des Upper Atmospheric Research Satellite (UARS) der NASA aufgenommen wurden, sind unter http://www.sprl.umich.edu/HRDI/hrdi_homepage.html abrufbar. Plattformen der Klasse «schwerer als Luft» haben stark von den kürzlichen Fortschritten profitiert: Wichtig sind dabei insbesondere die Bereiche Materialtechnik, insbesondere Verbundmaterialien, Computertechnik, Navigationssysteme, die Kenntnis der Aerodynamik der hohen Schichten bei tiefen Windgeschwindigkeiten, Antriebssysteme unter Einschluss von Brennkammer- und solargetriebenen Systemen. Daneben kann vom grossen militärischen Interesse im Bereich unbemannter Luftfahrzeuge (Unmanned Airborne Vehicle, UAV) profitiert werden. Das Ziel des Airborne Communications Node (ACN) der Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) ist es, eine 450 kg schwere Kommunikationsplattform für ein UAV zu entwickeln, welche während 42 Stunden auf über 18 km Höhe placiert werden soll. General Atomics Aeronautical Systems (San Diego, Kalifornien) hat schon diverse UAV entwickelt, und es ist demnach wahrscheinlich, dass innerhalb des bestehenden Programms zum erstenmal die Machbarkeit einer schwebenden Kommunikationsplattform demonstriert werden kann [5]. Informationen über ähnliche Projekte sind über die Web Page der Europäischen Raumfahrtbehörde ESA erhältlich, wo über hochfliegende Langzeitplattformen (High-Altitude Long Endurance, HALE) berichtet wird unter http://www.estec.esa.nl/halewww/www/hale.htm.

In einem früheren Konzept des Jet Propulsion Laboratory (JPL) wurde die Möglichkeit der Entwicklung unbemannter Flugzeuge untersucht, welche während Wochen oder Monaten ohne Zwischen-

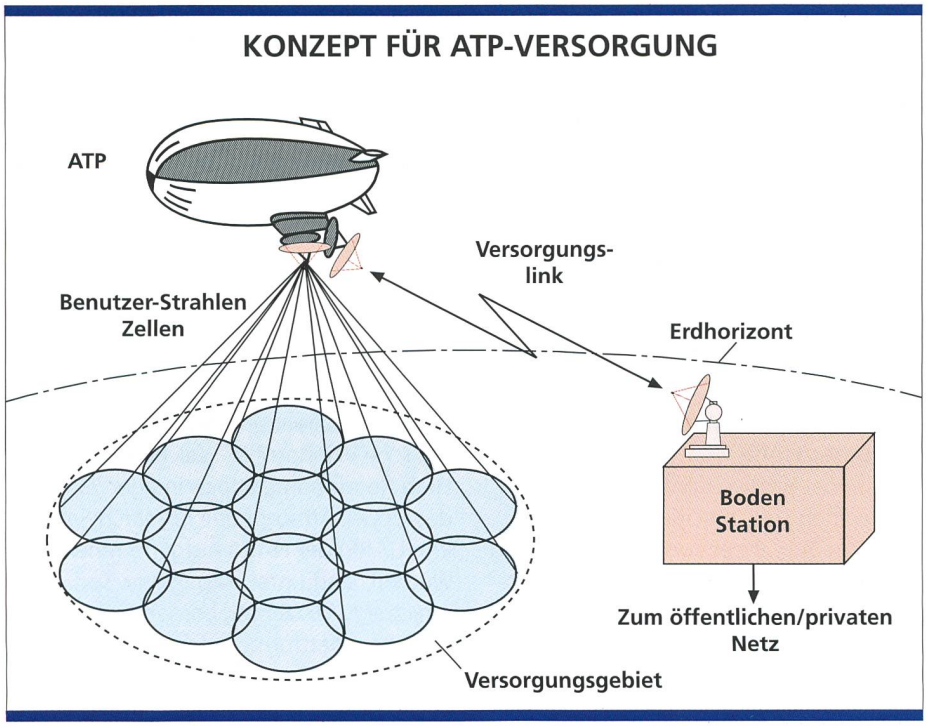

Bild 1. Generelles Konzept für eine ATP-basierte Versorgung.

landung über einem versorgten Gebiet kreisen könnten und von Mikrowellenstrahlen vom Boden aus versorgt würden. Das Konzept basiert auf Resultaten der Entwicklung im Bereich von Raumstationen. Die Probleme liegen hier im Bereich der Übertragungseffizienz, der Kosten der Bodenstation, der Sicherheit bezüglich des konstanten Überfliegens von bevölkerten Gegenden und auch der Bestrahlung anderer Flugzeuge im Bereich des Mikrowellenstrahls. Einige momentan angewandte Konzepte betreffen bemannte und konventionell betriebene Leichtflugzeuge in einer Quasikonstantposition auf Höhen von rund 21 km, jedoch unter Berücksichtigung einer durch die Betankung wie auch durch menschliche Faktoren begrenzten Flugzeit.

Als weiterer Konkurrent, welcher das Konzept «leichter als Luft» verfolgt, präsentierte die Firma Skysat Communications Network Corporation (New York) kürzlich einen Plan für die Realisierung regionaler Telekommunikationsdienste über eine Versorgungsfläche mit einem Durchmesser von rund 1000 km. Dazu sollten Kommunikationsplattformen auf Luftschiffen auf einer Höhe von rund 21 km angewandt werden. Die Luftschiffe sollen nach einem patentierten Konzept der Firma Av-ntel, Inc., aus Kanada unbemannt sein und in neutraler Position schweben. Die Leistungsversorgung dieser Luftschiffe ist in konventioneller Art vorgesehen, wobei aber für die geplante Flughöhe und die dabei auftretende kleine Luftdichte eine spezielle Konstruktion der Triebwerke vorgesehen wird. Die Luftschiffe sind rund 300 m lang und 46 m breit, sollen eine maximale Geschwindigkeit von 56 Knoten erreichen und eine Kommunikationsausrüstung mit einem Gewicht von bis zu rund einer Tonne tragen können. Die Luftschiffe sollen während mehrerer Monate positioniert werden können, wobei die Flugdauer hauptsächlich von der herrschenden Windgeschwindigkeit abhängt.

Der bisher ambitiöseste Plan im Bereich schwebender Plattformen wurde von der Firma SkyStation International, Inc., erreichbar unter http://www.skystation.com, entwickelt. Die Firma veröffentlichte ein Projekt, das die weltweite Positionierung von 250 stationären stratosphärischen Stationen vorsieht, je in einer Höhe von 21 km über der Erdoberfläche. Mehrere tausend Bodenstationen und Schaltzentren sind dazu vorgesehen [1]. Das Netz könnte den direkten Internet-Zugang oder Videotelefondienste zu vielen Millionen kleiner, billiger, tragbarer und eventuell mobiler Benutzergeräte erlauben. Die Relaisstationen in der Form von 30 t schweren heliumgefüllten Luftschiffen sollen in ihrer zugewiesenen Position verharren. Zur Positionsbestimmung soll das Global Positioning System (GPS) verwendet werden. Solarzellen, welche in die Hülle des Luftschiffs integriert werden, liefern die nötige Energie, welche in den neuentwickelten Corona-Ionen-Triebwerken verwendet werden soll. Die Luftschiffe sollen auf diese Art den in der Stratosphäre auftretenden Wind kompensieren können und eine dauernde geostationäre Position gewährleisten. Die Frequenzen, welche verwendet werden sollen, liegen bei 47,2...47,5 GHz für den Uplink und bei 47,9...48,2 GHz für den Downlink. SkyStation International, Inc., hat diese Frequenzbänder weltweit beantragt. Die Telekommunikations-Plattform soll aus einer Prozessorbank mit Sendern/Empfängern, Modulatoren/Demodulatoren, Coder/Decoder, Multiplexer/Demultiplexer, Schaltelementen sowie aus einem elektronisch steuerbaren Gruppenstrahler (Phased-Array-Antenne) bestehen.

Ein weiteres Konzept ist RotoStar, das durch Silver Arrow (Israel) geplant ist und ebenfalls ein unbemanntes Luftschiff vorsieht, auch in einer Höhe von rund 21 km. In diesem Fall ist jedoch zusätzlich ein helikopterartiger Rotor vorgesehen (Smart Wings). Weitere Details sind unter http://www.weizmann.ac.il/consolar/spsp.html zu ersehen. Konventionell angetriebene RotoStars könnten für rund vier Tage in der vorgesehenen Höhe verharren, und entsprechende Verbrennungsmaschinen sind in Entwicklung. Bei Solarantrieb könnten die Fluggeräte viele Monate in der zugewiesenen Höhe bleiben, jedoch ist dazu noch ein technologischer Durchbruch notwendig.

Schliesslich entwickeln Forscher der University of California Los Angeles (UCLA), die Firma Rockwell Corp. und die NASA zusammen einen Prototyp für eine ganze Flotte solargetriebener autonomer Flugzeuge, welche in grosser Höhe in einer gänseartigen V-Formation fliegen sollen. Das japanische Ministerium für Post und Telekommunikation (MPT) hat zusammen mit dem privaten Sektor und japanischen Universitäten eine Studie veröffentlicht, in welcher ein Mobilkommunikationsnetz vorgestellt wird, das die gesamte Inselgruppe Japans überdecken soll. Dazu sollen 20 Luftschiffe in einer Höhe von rund 20 km dienen, welche durch Solar- oder Brennstoffzellen gespeist und angetrieben werden sollen.

Aktuelle Bemerkung des Übersetzers: Gemäss einem Artikel in «New Breeze, ITU-Magazine of Japan», Autumn 1997, [6], soll das Projekt Anfang des laufenden Jahres definitiv als Entwicklungsprojekt gestartet werden. Der Artikel führt Pläne auf für Prototypen gemäss drei verschiedenen Entwicklungsstufen von ATP. Der zweite Prototyp mit einer Länge von 80 m soll im Jahre 2001 bereits bis auf eine Höhe von 17 km fliegen. Im Jahre 2002 soll bereits eine «praktische Verfügbarkeit» des Systems erreicht werden. Die angepeilte Endversion der Luftschiffe entspricht offenbar weitgehend derjenigen des Projektes SkyStation.

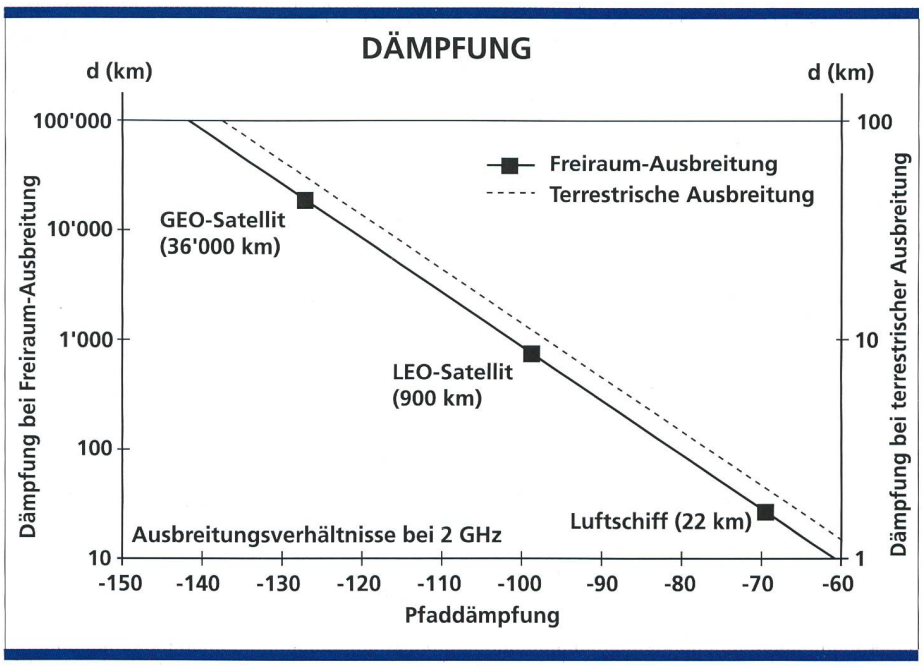

Bild 2. Dämpfung für Freiraum- und terrestrische Ausbreitung.

Die Wahl der Energiequelle ist in diesen ATP-Konzepten von fundamentaler Bedeutung. Fossilenergie mit entsprechendem Gewicht in grosse Höhen zu tragen ist teuer. Dies führt zu einer extremen Grösse des Luftschiffs. Entsprechende Entwürfe sehen ein Betanken in Zeitperioden zwischen vier Tagen und einigen Monaten vor. Solarenergie ist grundsätzlich bedeutend attraktiver, speziell wenn man betrachtet, dass für entsprechende Luftschiffe oder Tragflügel-ATP in der dünnen Atmosphäre entsprechend grosse Flächen zur Verfügung stehen, um Solarzellen zu installieren. Bis zu 1300 W/m^2 sind in der Gegend des Äquators realisierbar, was bei Effizienzen von 10...15% eine substantielle Leistung bedeutet. Ein Problem ergibt sich allerdings durch die Notwendigkeit der Speicherung der Energie für die Dauer der Nacht. Die Erfordernis von Lithiumionenbatterien mit rund 110 Wh/kg führt zu einem sehr grossen und teuren Luftschiff.

Systemkonzept und Parameter

Eine typische Struktur für ein Kommunikationssystem auf der Basis einer ATP ist in Bild 1 dargestellt. Die Plattform befindet sich dabei über dem versorgten Gebiet. ATP, die leichter als Luft sind, schweben stationär über dieser Zone, Tragflügel-ATP bewegen sich in einem engen Kreis. Bei Rundfunk/TV-Anwendungen wird dabei in konventioneller Art ein einziger Antennenstrahl vorgesehen. Bei Kommunikationsanwendungen wie beispielsweise bei Telefonie werden analog zum zellularen Mobilfunk «Zellen» verwendet. Dazu ist eine Strahlformung von der ATP aus notwendig, welche durch elektronisch gesteuerte Gruppenantennen (Phased Arrays) oder auch auf etwas konventionellere Art erfolgen kann, beispielsweise durch aufblasbare, mechanisch gerichtete Parabolantennen. Auf den Fluggeräten muss die Bewegung der Plattform gegenüber dem Boden kompensiert werden, um die kontinuierliche Versorgung der Zellen sicherzustellen. Eine andere Art der Sicherstellung bestünde darin, ein sogenanntes Hand-off vorzusehen, wiederum in Analogie zum Zellularfunk.

Ausrüstung an Bord

Je nach Anwendung können viele mögliche Konzepte für die Realisierung von ATP-basierten Kommunikationssystemen vorgesehen werden. Ein typisches Konzept führt beispielsweise zur Forderung hoher Verfügbarkeit, eines möglichst kleinen Energieverbrauchs, eines minimalen Gewichts und möglichst kleiner Dimensionen für die Ausrüstung an Bord. Dies führt normalerweise zu einer Architektur, bei welcher der gewichtsmässig aufwendigere Teil möglichst am Boden installiert wird. Die Komponenten innerhalb der Plattform betreffen sodann einen Multikanal-Transponder, die beiden Antennen für die Links zu den User-Terminals und zur Bodenstation sowie die zugehörigen Ausrüstungen zwischen Antennen und Datenschnittstellen.
Möglich ist beispielsweise ein Code-Division-Multiple-Access-(CDMA-)System mit einer für ein Satellitensystem üblichen Transponder-Bandbreite von 500 MHz. Die Transponder-Bandbreite verteilt sich in einem typischen Fall auf eine Übertragungskapazität von 50 Antennenstrahlen mit je 8 CDMA-Spreizspektren unter der Annahme einer Einzelspektrumsbreite von je 1,25 MHz.

Installationen am Boden

Die Kommunikation zwischen einer ATP und dem Boden wird typisch über eine einzige oder eventuell zwei Bodeninstallationen gewährleistet. Es ergäbe sich ein bedeutender Vorteil durch eine örtliche Konzentration der RF-Einheiten, Basisstationen und mobilen Vermittlungszentren. Vom Vermittlungszentrum aus werden die Signale üblicherweise zu einer öffentlichen Vermittlungszentrale geleitet.

Die Kommunikationsplattform einer ATP

Eine der gegenüber terrestrischen oder satellitengebundenen Systemen attraktivsten Eigenschaften einer ATP ist die äusserst vorteilhafte Pfadverlustcharakteristik. Ein Vergleich der Charakteristiken von terrestrischen und nichtterrestrischen Systemen ist in Bild 2 dargestellt. Bei nichtterrestrischen Systemen kann eine Freiraumverlustcharakteristik angenommen werden. Diese ist invers proportional zum Quadrat der Ausbreitungsdistanz, $1/r^2$; sie verläuft demnach mit 20 dB/Dekade. In terrestrischen Systemen ist der Pfadverlust beispielsweise als empirisch bestimmte stochastische Varia-

VERGLEICH			
Kriterium	Terrestrisch, drahtlos	Satelliten	Stratosphären-plattformen
Verfügbarkeit und Kosten mobiler Terminals	Massenmarkt Mobil/PCS erlaubt kleine Einheiten, kleine Batterieleistung	Spezialisierte Geräte mit kleiner Serie, weniger handliche Geräte, grössere Batterieleistung	Gleiche Terminals anwendbar wie terrestrisch
Verzögerung durch Ausbreitung	Kein signifikantes Problem	Ungünstige Situation bei Sprachkommunikation in GEO (z.T. in MEO)	Kein signifikantes Problem
Gefahr durch biologische Einwirkungen durch EM-Strahlung von Terminals	Klein: tiefe Leistungen an Terminals	Hohe Leistung an Handterminals wegen grossem Link-Budget	Leistungen ähnlich wie bei terrestrischen Systemen
Risiko bezüglich der Reife der Technologie	Ausgereifte Technologie, etablierte Industrie	Neue Technologie bei LEO und MEO, Schwierigkeiten bei GEO	Konventionelle terrestrische drahtlose Technologie, riskanter sind eventuell gesteuerte Gruppenantennen
Möglicher Implementationstermin	Implementation kann jederzeit vorgenommen werden, inklusive kommerzieller Dienst	Dienst startet erst bei vollständigem Mehrsatellitensystem	Eine einzige Plattform kann bereits in Dienst gestellt werden
Möglichkeiten betreffend Systemwachstum	Kapazitätserhöhung: durch Zellenbildung, Parallelaufbau durch Multibandantennen	Kapazitätserhöhung eventuell durch mehr Satelliten oder neues Satellitensystem	Zusätzliche Plattformen, Ausrüstung kann relativ einfach erneuert werden
Systemkomplexität durch bewegte Terminals/Komponenten	Benutzerterminals sind transportierbar	Bewegte Satelliten bei LEO und MEO bringen Komplexität, speziell falls Intersatelliten-Links verwendet	Anforderungen vom System abhängig (Konzepte in Entwicklung)
Betriebskomplexität und -kosten	Technik ist etabliert	Kontinuierliche Erneuerung der Satelliten bringt Kosten, speziell bei LEO	Je nach Konzept sind häufige Landungen der Plattform nötig
Qualität bezüglich Eigenschaften des Übertragungskanals	Rayleigh-Fading, Niederschlag und Antennenplacierung limitieren Reichweite (20 bis 50 dB/Dek treten auf)	Freiraumpfaddämpfung mit 20 dB/Dek (nach Rice)	Freiraumcharakteristiken, Distanzen wie terrestrisch
Versorgung im Innern von Räumen	Im allgemeinen gute Indoor-Versorgung möglich	Im allgemeinen nicht realisierbar	Beträchtlicher Versorgungsbereich pro Station
Geographischer Versorgungsbereich	Einige Kilometer pro Basisstation	Grosse Erdteile als Versorgungsbereich bei GEO, global bei LEO und MEO	Bei LEO und MEO Hunderte von Kilometern pro Plattform
Terraineinflüsse	Schattenzonen erfordern zusätzliche Basisstationen	Probleme entstehen nur bei tiefem Blickwinkel	Ähnlich wie Satelliten
Notwendige Infrastrukturen: Generatoren, Türme, Antennen	Grosse Zahl von Infrastrukturen und Zubringer pro Basisstation	Eine einzige Bodenstation dient einem grossen Versorgungsbereich	Wie Satelliten
Ästhetische Gesichtspunkte und Gesundheitseinflüsse bzw. Türme, Antennen	Viele Stationen notwendig: Zukünftig vorgesehene smarte Antennen wären noch sichtbarer als heutige	Bodenstationen können fern von besiedelten Gegenden aufgestellt werden	Wie Satelliten
Sicherheitsaspekte bezüglich fliegender Objekte	Kein Thema	Trümmer von Satelliten sind kein ernstes Problem	Zu grossen fixen Flugkörpern werden Fragen gestellt

Tabelle 1. Vergleich der Eigenschaften drahtloser Systeme.

ble darstellbar. Es wird hier aber die übliche Annahme eines Verlaufs mit $1/r^4$ oder 40 dB/Dekade gemacht. Die grundsätzlich vorteilhafteren Ausbreitungsbedingungen bei Satellitensystemen werden aber mehr als kompensiert durch die grosse Ausbreitungsdistanz. Sogar die Distanzen bei LEO verursachen Pfadverluste, die mit relativ grossen terrestrischen Zellen vergleichbar sind: Beispielsweise ist der Pfadverlust bei einem LEO-Satelliten bei einer Distanz von 900 km gleichbedeutend mit einer terrestrischen Distanz von 10 km. Bei einer ATP auf einem Luftschiff, das in bodennormaler Position angepeilt wird, kann die Verbindung dagegen einer terrestrischen Verbindungsdistanz von nur etwa 2 km gleichgestellt werden.

Ein weiterer Unterschied muss bezüglich des Energiebudgets eines quasivertikalen gegenüber einem terrestrischen Pfad beachtet werden: Die Fading-Statistik wird mit einer Rice- statt der ungünstigeren Rayleigh-Verteilung repräsentiert. Ausserdem können auf der Plattform Antennen mit hohem Gewinn verwendet werden. Daraus ergibt sich der Schluss, dass konventionelle Mobilfunk- oder PCS-Handapparate verwendet werden können und dass die Ausrüstung der ATP relativ einfach sein kann. Der folgende Vergleich soll als Unterstützung dieser Aussage dienen: Insbesondere geht es darum, zu zeigen, dass der Leistungsbedarf für die RF-Stufe und die DC-Speisung auf einer ATP in einem Bereich liegt, welcher auch punkto Nutzlast die zulässigen Grenzen nicht sprengt. Deshalb sollen die Leistungen von terrestrischen mit jenen des Beispiels für ein ATP-System verglichen werden. Dabei wird die Vergleichssituation gemäss Bild 3 herangezogen, in welcher der Antennenturm des terrestrischen Systems rund 30 m beträgt und die ATP auf einer Höhe von 19...24 km placiert ist. Der maximale Versorgungsradius beträgt bei der ATP am Boden d_H = 120 km unter der Annahme einer minimalen Elevation von 10° vom Benutzer aus gesehen. Der Antennengewinn in terrestrischen Systemen beträgt dabei G_T = 10...17 dB, der Gewinn bei Antennen auf einer ATP ist G_H = 30...35 dB. Falls die beiden Systeme die gleiche Dienstqualität erreichen sollen, muss an der Versorgungsgrenze dasselbe Signal-zu-Geräusch-Verhältnis (SNR) am Empfänger vorhanden sein. Dieses ist direkt proportional zur RF-Sendeleistung P und zum Antennengewinn G, aber indirekt

proportional zur jeweiligen Potenz des Distanzradius R zwischen der Sende- und der Empfängerantenne

$SNR \infty P \cdot G/R^n$

Der Exponent im Nenner liegt zwischen 2 und 4. Im freien Raum ist n = 2. In vorstädtischer Umgebung wird n = 3,84 angenommen, in ausgeprägt städtischer Umgebung $n \approx 5$. Dies sind Schätzwerte, die sich auf eine mittlere Empfangsqualität beziehen. Falls nun die beiden SNR gleichgesetzt werden, kann die RF-Sendeleistung P_H auf der ATP in Funktion der gleichwertigen Leistung P_T des Senders eines terrestrischen Systems ausgedrückt werden mit

$P_{H} = (G_T/G_H) \cdot \{(R_H)^2/(R_T)_n\} \cdot P_T$

Es wird nun angenommen, dass gemäss Annahmen im Abschnitt «Ausrüstung an Bord» per CDMA-Träger eine Leistung von 1,5 W vorhanden ist (50 mW pro Sprachkanal bei 30 Sprachkanälen per CDMA-Träger).
Daraus folgt die totale RF-Leistung für den Sender auf der ATP von
50 Strahlen × 8 (Träger/Strahl) × 1,5 (W/Träger) = 600 W.

Bei einer Leistungseffizienz von 10% ergibt sich dabei ein totaler Bedarf von 6 kW. Diese Leistung dürfte von jeder Plattform ohne weiteres aufzubringen sein. Interessant ist die in diesem Beispiel resultierende Kapazität: 50 Strahlen × 8 (Träger/Strahl) × 30 (CDMA-Kanäle/Träger) = 12 000 Sprachkanäle.

Bei einer Belastung von 0,05 Erlang/Anschluss bzw. Abonnent ergibt sich eine Versorgungskapazität von 240 000 Abonnenten.
Es wurde schon darauf hingewiesen, dass bei ATP-basierten Telefonsystemen die Kosten der Zubringerverbindungen weitgehend entfallen, da nicht wie in terrestrischen Systemen geographisch weit auseinanderliegende Basisstationen angeschlossen werden müssen. Diese zentralisierte Anspeisung führt im übrigen zu einem weiteren Vorteil, nämlich zu einer erhöhten Effizienz der Kanalbenutzung.

Dazu ein Beispiel:
Ein vorstädtisches Gebiet von 240 km Durchmesser mit insgesamt 100 000 Benutzern soll versorgt werden. Bei einem Spitzenverkehr von 0,05 Erlang pro Kunde beträgt die Gesamtbelastung A = 5000 Erlang. Ein terrestrisches System, welches das Gebiet versorgt, würde bei einem Zellendurchmesser von 16 km rund 200 Zellen erfordern. Wenn wir zur Vereinfachung annehmen, dass der Verkehr etwa gleichförmig auf die Zellen verteilt ist, wäre die Verkehrsbelastung pro Zelle a = 25 Erlang. Die Zahl der drahtlosen Sprachkanäle n zur Versorgung des Gebietes ergibt sich aus der Erlang-B-Formel, B(n,a). Für eine Blockierwahrscheinlichkeit von B = 0,02 erhält man aus Tabellen als notwendige Kapazität: 34 Kanäle/Zelle. Für das ganze Versorgungsgebiet ergibt sich somit ein Bedarf von insgesamt 6800 Kanälen.
Bei Anwendung eines ATP-basierten Systems, ebenfalls mit zellularer Versorgung, wird die Gesamtkapazität von einer zentralen Station aus erbracht. Dies hat zur Folge, dass die Anzahl der Kanäle nicht auf den Spitzenverkehr dimensioniert werden muss, sondern eher auf den Durchschnittswert. Der Grund dafür liegt darin, dass die Gesamtzahl der Kanäle auf die aktiven Kanäle aufgeteilt werden kann und lokal auftretende Spitzen ausgeglättet werden können (unter der Annahme, dass das System diese dynamische Kanalzuordnung tatsächlich erlaubt). Bei einer konservativen Schätzung liegt der durchschnittliche Verkehr bei 70% des Spitzenwertes pro Zelle. Um dieselbe Dienstqualität zu erreichen, muss B(N, 0,7 A) = 0,02 sein, und der totale Bedarf an Kanälen für das Versorgungsgebiet ergibt sich nun: N = 3467.

Die ersichtliche Ersparnis bedeutet praktisch eine Reduktion der Anzahl ATP-Basisstationen oder eine Erhöhung der Kapazität pro Basisstation.

Weitere Problemkreise betreffend ATP

Es soll nicht verschwiegen werden, dass die eigentlich kritischen Fragen bezüglich ATP nicht in den diversen Möglichkeiten sowie den Vor- und Nachteilen von Kommunikationssystemen liegen, sondern eher die Plattform selbst betreffen.
Eine Bestätigung wurde noch nicht geliefert, ob und allenfalls wie es möglich sein wird, eine Plattform in eine stratosphärische Höhe zu bringen und sie dort verlässlich über einem vorgegebenen Punkt in einen quasischwebenden Zustand zu bringen. Ausserdem muss dies in einer kosteneffizienten und auf Dauer sicheren Art geschehen. Diese Voraussetzungen gelten sowohl für mögliche Luftschiffe wie auch für Flugzeuge, welche die Funktion einer ATP erfüllen können.
Die kommerzielle Luftfahrt hat bereits zur Genüge demonstriert, dass ein verlässlicher Betrieb mit vielen möglichen Fluggeräten realisierbar ist. Die Frage ist aber, bis zu welcher Höhe. Das legendäre Spionageflugzeug U-2 und seine weiterentwickelten Versionen haben gezeigt, dass Flugzeuge auch in stratosphärische Höhen vordringen können; jedoch bleibt zu beantworten, wie lange ein solcher Flug maximal dauern könnte und welches die Kosten wären. Luftschiffe schweben heute sicher über Fussballfeldern. Würde aber ihr grundlegendes

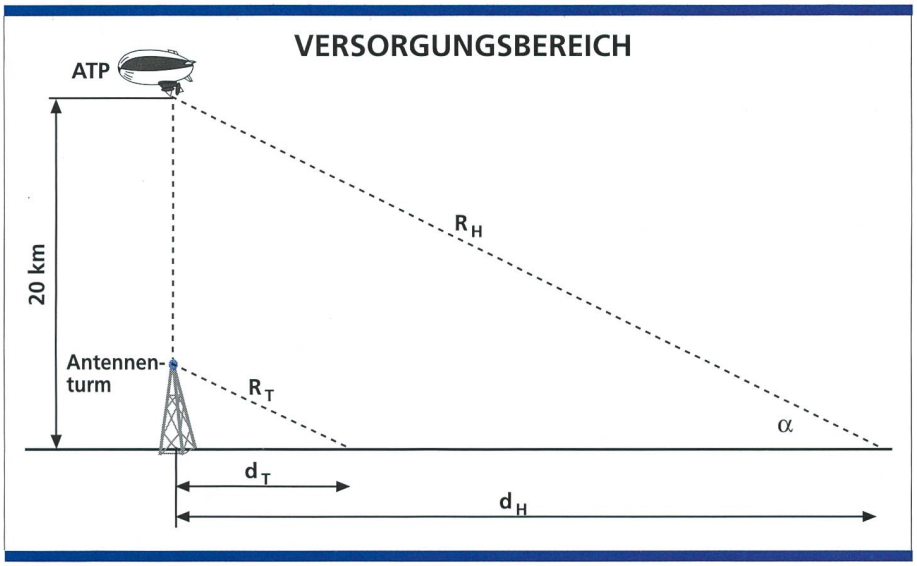

Bild 3. Versorgungsbereich, terrestrisch (PCN/Mobilfunk) und mittels ATP.

Konzept auch für die Stratosphäre taugen? Wetterballone steigen routinemässig in Höhen auf, welche nahe der Stratosphäre liegen, und verweilen dort während Monaten oder sogar Jahren, jedoch kann ihre Position nicht präzis gesteuert werden. Obwohl eine bedeutende Anzahl von Messungen stratosphärischer Winde ausgeführt wurden, muss die Frage gestellt werden, wie die Lage aussieht bezüglich möglicher Windböen, welche einige Stunden oder auch einige Minuten dauern könnten. Welche Möglichkeiten bestehen bezüglich Start und Landung während diverser Wetterbedingungen? Was für mögliche Hürden könnten eventuell durch die Federal Aviation Agency (FAA) aufgestellt werden oder auch durch die Federal Communications Commission (FCC) bezüglich Spektrumsverwendung? Welcher Beweisgrad wird erforderlich sein, und wie lange wird es dauern, bis eine bereits erfolgreiche ATP eine Marktakzeptanz erreicht?

Es ist damit klar, dass eine als erfolgreich angesehene ATP nicht nur eine Integration vorhandener Technologien bedeutet, wie uns einige ATP-Initianten glauben machen wollen. Es bedeutet vielmehr, dass beträchtliche Extrapolationsschritte gemacht werden müssen. Auf der anderen Seite ist die Extrapolation auch nicht so gross, dass der Optimismus auf einen Erfolg total gedämpft werden soll. Die Hoffnung besteht, dass Lösungen gefunden werden und dass ATP eines Tages Realität sein werden.

Es gibt aber auch einige Kommunikationsaspekte, welche zu beachten sein werden, und sicher noch andere, welche im Moment noch nicht sichtbar sind. Als Beispiel soll die erforderliche steuerbare Multistrahlantenne erwähnt werden. Es ist vorauszusehen, dass Design und Realisierung eines solchen Projektes keine einfache Aufgabe sein wird. Es wird aber möglich sein, von bedeutenden Erfahrungen im Bau von Antennen für hochfliegende Flugzeuge und LEO-Satelliten zu profitieren. Die Antenne muss Hunderte von Einzelstrahlen produzieren können, welche bei ATP auf eng kreisenden Flugzeugen oder auf im Wind schaukelnden Luftschiffen gegenüber dem Boden stabil sein müssen. Dies wird eine Herausforderung bedeuten. Eine Lösung sollte aber machbar sein, sie wird im Bereich einer Kombination von mechanischer und elektronischer Steuerung liegen.

Anwendungen

Bei zwei Arten von Anwendungen scheint die grosse Versorgungszone einer ATP zu einem wettbewerbsmässigen Vorteil gegenüber terrestrischen Alternativvorschlägen zu führen: Der eine Fall ist derjenige von vielen örtlich weit auseinanderliegenden Kunden, welche auf einen gleichen Zugang zur Kommunikation angewiesen sind. Dies ist beispielsweise der Fall bei der Zuführung von Unterhaltungsprogrammen. Der Erfolg von Direktrundfunksystemen (Direct Broadcast, DBS) in den USA, sogar in Bereichen, die mit Kabel-TV gut versorgt sind, zeigt diese Marktmöglichkeiten auf. Die ATP-Technologie kann aber viele der Vorteile bieten, die bereits mit GEO-basiertem DBS realisiert wurden, ohne gleichzeitig in homogener Art so grosse Gebiete versorgen zu müssen. Im Gegensatz zu den auf GEO basierenden Systemen sind ausserdem Upstream-Kanäle mit ATP möglich. Somit steht dem interaktiven Fernsehen oder dem entsprechenden Internet-Zugang nichts im Wege.

Eine Anwendung, in welcher die grosse Reichweite der ATP ebenfalls vorteilhaft wäre, ist die Versorgung von Gegenden mit einer tiefen Kundendichte mit Telekommunikationsdiensten, insbesondere in Fällen, bei welchen der genaue Ort der entsprechenden Kunden nicht bekannt oder nicht konstant ist. Die Zubringer- und Installationskosten pro Kunde nehmen speziell bei drahtgebundenen Systemen mit abnehmender Kundendichte stark zu. Dies ist vor allem der Fall, wenn Vorinvestitionen gemacht werden müssen, bevor genau bekannt ist, ob sich tatsächlich Kunden an den entsprechenden Orten finden werden. Bei Mobil-, PCS- und drahtlosen Systemen im allgemeinen ergibt sich bereits eine etwas weniger starke Abhängigkeit gegenüber der Verkehrsdichte als bei rein drahtgebundenen Systemen. Allerdings können sich auch bei terrestrischen drahtlosen Systemen erhöhte Kosten ergeben, falls die Verkehrsdichte nicht genügend gross ist und die vielen zur Versorgung notwendigen Basisstationen amortisiert werden müssen. In solchen Situationen mit tiefer Kundendichte sind Satelliten- und ATP-Lösungen gegenüber ihren terrestrischen Gegenstücken konkurrenzfähiger. Unter diesen Umständen haben Satelliten den Vorteil eines generell grösseren Versorgungsbereichs als ATP. Andererseits besteht bei ATP im Gegensatz zu Satelliten die Möglichkeit der Indoor-Versorgung. Ausserdem können bei ATP grundsätzlich dieselben Ausrüstungen verwendet werden wie bei terrestrischen Systemen (dies betrifft insbesondere drahtlose Telefone).

Die versorgte Fläche durch eine ATP hat einen Durchmesser von rund 100 km und ist in vielen Fällen identisch mit derjenigen einer typischen Grossstadt. Ein Mobil- oder PCS-Funkdienst kann praktisch nur erfolgreich angeboten werden bei einer nachweislich vollen Versorgung eines solchen städtischen Gebietes. Für den Fall, dass ein solches Gebiet mit einem drahtlosen terrestrischen Netz versorgt werden sollte, wäre zwar die Realisierung immer noch bedeutend schneller möglich als bei einem traditionellen drahtgebundenen Netz. Die Realisation wäre aber wiederum viel langsamer und benötigte den Einsatz bedeutend grösserer Investitionen als bei einer ATP-Alternative. Eine ATP-Lösung wäre ausgesprochen schnell realisierbar und könnte sogar als temporäre Lösung vorgesehen werden, welche später, bei zunehmendem Verkehr, mit einer auf lange Dauer eventuell kosteneffizienteren drahtlosen terrestrischen oder einer drahtgebundenen terrestrischen Realisierung abgelöst wird. Andere Faktoren könnten aber für einen Vollausbau ebenfalls eine Rolle spielen, wie beispielsweise diejenige der Ästhetik der benötigten Infrastrukturen. Bei Verwendung von ATP sind keine der vielen bei terrestrischen Systemen sichtbaren Antennentürme und andere Strukturen notwendig, welche zu öffentlichem Widerstand führen könnten. Dagegen entsteht eine gewisse Besorgnis wegen einer möglichen Gefahr bezüglich abstürzender fliegender Objekte. Durch die vorteilhaftere Schwundmarge bieten ATP-basierte Systeme aber, verglichen mit terrestrischen Systemen, grundsätzlich bessere Signalqualität, wenn in terrestrischen Systemen nicht zusätzlich eine spezielle Optimierung vorgenommen wird. Auch bei ATP-basierten Systemen muss in Tunnels und in tiefen Kellern die Versorgung noch durch zusätzliche Repeater bzw. Kleinzellen-Versorgungsstationen sichergestellt werden. Bei einem ATP-System mit einem nicht allzu kritischen Versorgungsbereich, das heisst unter Anwendung eines Elevationswinkels von mindestens 15°, ist grundsätzlich mit einer Wellenausbreitung gemäss einer Sichtlinie zu rechnen, was bei einem terrestrischen drahtlosen System bedeutend

Referenzen

[1] J. Dicks: Frequency Sharing Aspects of Networks Using Stratospheric Stations in the Fixed and Fixed Satellite Services, Doc. No. USWP-4A/32, Radiocommun. SG, ITU-R, June 27, 1996.
[2] W.C.Y Lee: Mobile Cellular Telecommunications, 2nd ed., New York, McGraw-Hill.
[3] R.R. Martine: Basic Traffic Analysis, AT&T and Prentice Hall, 1994.
[4] A. J. Viterbi, CDMA: Principle of Spread Spectrum Communication, Reading, MA, Addison Wesley, 1995.
[5] C.-A. Robinson Jr.: High-Capacity Aerial Vehicles Aid Wireless Communications, Signal, April 1997, pp. 16–20.
[6] Radio-Relay System to Use Unmanned Airship, New Breeze, ITU-Magazine of Japan, Autumn 1997, pp. 21–22.

weniger wahrscheinlich ist. Dadurch ergibt sich auch die Möglichkeit, höhere Mikrowellenfrequenzen zu verwenden, bei welchen zunehmend mit einer quasioptischen Ausbreitung zu rechnen ist. Die zur Verfügung stehenden Bänder sind diejenigen für LMDS (Line-of-sight Microwave Distribution System) im Richtfunkbereich 38...47 GHz. Diese Technologie ermöglicht extrem breitbandige Anschlüsse für Breitband-Internet, Audio/Video-Unterhaltung oder Videokonferenzen.

Die ATP-Technologie erlaubt die Erschliessung grosser besiedelter Flächen, ohne grosse Anforderungen bezüglich Infrastrukturen zu stellen. Somit ist sie bestens dazu geeignet, temporäre oder auf andere Art limitierte Anforderungen zu erfüllen. Beispiele dafür wären Dienste mit saisonalem Charakter, Dienste für abgelegene Gegenden, temporäre Dienste bei Naturkatastrophen oder andere Notfälle.

Es zeigt sich, dass für ATP praktisch unabhängig von der Anwendung Vorteile gegenüber terrestrischen oder satellitengestützten Lösungen resultieren. Gegenüber Satelliten ergibt sich zum Beispiel der Vorteil, dass die Möglichkeit besteht, die Plattform periodisch zur Erde zurückzubringen, um Reparaturen oder sogar Verbesserungen an der gesamten Hardware anzubringen. Selbstverständlich hängen diese Möglichkeiten vom schliesslich gewählten Konzept und von der Konstruktion des ATP ab; beispielsweise müsste die Zugänglichkeit zur Plattform gewährleistet sein.

Falls man annimmt, dass der Hauptteil der Kommunikationseinrichtungen in der Bodenstation konzentriert ist, sollte die Systemadministration im Prinzip einfacher sein als bei örtlich meist breit gestreuten terrestrischen Systemen. Da die Antennenstrahlen von einer ATP aus – sie peilen ähnlich wie ein Zellularfunk gegebene Flächen am Boden an – einen einzigen zentralen Ursprungsort aufweisen, ergibt sich bei einer elektronisch steuerbaren Antenne ausserdem die Möglichkeit, auf flexible Art Zellkonfigurationen programmierbar zu machen. Dies ist im Vergleich zu terrestrischen Systemen ein bedeutend einfacherer Prozess, denn im terrestrischen Fall ist zur Kompensation des Kapazitätswachstums ein Aufteilen von Zellen erforderlich. Bereits zur Modifikation von Antennenstrahlungsdiagrammen sind oft diverse Hardware-Operationen nötig.

Schlussfolgerung

Aeronautische Telekommunikations-Plattformen (ATP) werden in diesem Artikel durch einige spezifische neuartige Lösungsvorschläge vorgestellt. Es wird in diesem Zusammenhang auf die in verschiedener Hinsicht entscheidenden Vorteile des Konzeptes gegenüber andern Optionen hingewiesen: ATP sind zwar mit Satellitensystemen vergleichbar, jedoch ergeben sich durch ihre Erdnähe um Grössenordnungen bessere Verhältnisse bezüglich des Übertragungsverlustes. Dies gilt gegenüber LEO-(Low-Earth-Orbit-)Satelliten und um so mehr gegenüber GEO-Geostationary-Earth-Orbit-)Satelliten, welche wiederum als geo-

Summary

Establishing wireless communications services via high-altitude aeronautical platforms

Radio makes it possible to have communication 'without wires'. This is a highly attractive proposition for mobile personal communications; it is increasingly an economic alternative to traditional wired phone systems and is a potential technology for high-speed Internet access. But in the terrestrial environment, radio signals are subject to scattering and multipath effects that limit the quantity of information possible to transmit in a given bandwidth as well as the distances over which it can be communicated. In cellular and personal communication systems (PCS), radio coverage is deliberately restricted further to allow for frequency reuse. As a consequence, terrestrial wireless networks comprise numerous antenna towers, base stations, wired or microwave links, and mobile switching centers, all dispersed over wide geographical areas. Satellites can provide wireless coverage with much less terestrial infrastructure, but only by introducing considerably problems of their own. Geosynchronous satellites require expensive and bulky user terminals and introduce large signal delay because of their great distance. Nongeosynchronous satellites, because of their motion with respect to points on the ground, greatly increase system complexity. Proposed high-altitude aeronautical platforms (HAAPs) are an intriguing alternative. From a communications perspective, they would have many advantages over both their terrestrial and satellite counterparts. If HAAPs prove to be reasonably stable, reliable, and not too costly, they will offer considerable opportunities for wireless services provision and introduction of innovative communications concepts such as cell scanning and stratospheric radio relays.

stationäre Plattformen direkt mit ihnen vergleichbar sind. Die Übertragungsverluste von ATP sind aufgrund der Distanz am ehesten mit konventionellen terrestrischen drahtlosen Systemen vergleichbar, jedoch ist ein entscheidender Unterschied vorhanden: Die Bodeneffekte müssen weit weniger in Betracht gezogen werden, da im allgemeinen eine Sichtlinie vorhanden ist. Die Versorgung kann wahrscheinlich bis zum Indoor-Bereich sichergestellt werden (wie möglicherweise bereits bei LEO). Bezüglich der Ausrüstungen kann festgestellt werden, dass die Technologie terrestrischer Systeme (oder diejenige der LEO) grundsätzlich anwendbar ist. ATP sind in der Lage, grosse geographische Bereiche zu versorgen, wodurch sich eine grosse Ersparnis an Bodenstationen und auch an ATP selbst ergibt. ATP sind potentiell zur periodischen Überholung am Boden zugänglich. Gegenüber terrestrischen Systemen steht eine ATP ausserdem sofort voll zur marktmässigen Nutzung zur Verfügung, beispielsweise in einem grossen urbanen Zentrum, über welchem sie normalerweise positioniert wird und welches von Anfang an voll versorgt werden kann. Die ausgezeichnete zentrale räumliche Lage einer ATP über einem urbanen Gebiet erlaubt ausserdem die Anwendung neuartiger Prinzipien bezüglich der Strahlformung und öffnet neue Perspektiven bezüglich der sogenannten «Smartantenna»-Technologie, welche die elektronische Synthetisierung und Steuerung von Antennenstrahlungsdiagrammen beinhaltet.

Nach all den eindeutigen Vorteilen bleibt einzig die grosse Frage, ob die Technologie eine realistische Perspektive besitzt. Wie bereits erwähnt, bleibt die Frage grundsätzlich offen, ob eine Plattform dieser Art auf der vorgesehenen grossen Höhe placiert werden kann und ob man sich vor allem darauf verlassen kann, dass sie dort auch stationär gehalten wird. Dazu muss das Unterfangen kosteneffizient sein und auch genügend Sicherheit gegen mögliche schädliche Effekte bieten. Wenn man aber die jüngsten diversen und bedeutenden Initiativen und Vorschläge zur Entwicklung von ATP in Betracht zieht, neigt man dazu, daran zu glauben, dass einige dieser Vorschläge zum Erfolg führen werden. 8.1

Gekürzte Übersetzung von Dr. Kurt Leuenberger, Swisscom CT-MS, aus IEEE Communications Magazine, Vol. 35, No. 9, September 1997, von Goran M. Djuknic, John Freidenfelds, Lucent Technologies, und Yuriy Okunev, General DataComm, Inc.

Goran M. Djuknic *(goran@lucent com) received his diploma and M.S. degrees from the University of Belgrade, Yugoslavia, and a Ph.D. from City College, New York, all in electrical engineering. Since 1995 he has been with Lucent Technologies, where he evaluates the potential and opportunities in satellite-based and other innovative schemes for establishing wireless communications services. He also develops new wireless data applications, including telemedicine and multimedia. Previously, he worked as an assistant professor at Stevens Institute of Technology as a researcher in the area of wired and wireless communications at the Technical Institute, Belgrade, and at Belgrade Telephone.*

John Freidenfelds *is technology director for wireless in Lucent Technologies Network Systems business, focusing on new market opportunities. He has held positions in Bell Laboratories, AT&T and New York Telephone in technology, strategic planning, and market assessment for telecommunications services and equipment. He has a Ph.D. in operations research from Stanford, an M.S. in electrical engineering and operations research from MIT, and a B.S.E.E. from the University of Connecticut.*

Yuriy Okunev *obtained his M.S. and Ph.D. in electrical engineering from the St. Petersburg State University of Telecommunications. For more than 20 years he held the position of head of the Digital Communications Research Laboratory at the University. In 1995 he joined Bell Laboratories, Lucent Technologies, where he worked in the development and applications of wireless technology, CDMA in particular, for satellite systems. He is currently with General DataComm, Inc., where he develops high bitrate modems for data transmission systems. He is a member of the New York Academy of Sciences.*

BUCHBESPRECHUNG

Corporate Networks (II)
1997, 136 S., DM 48.– (ZVEI-Mitglieder DM 28.–), Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie, Fachverband Kommunikationstechnik.
Postfach 701261
D-60591 Frankfurt/Main
Tel. 0049 69/63 02-2 78
Fax 0049 69/63 02-2 88
E-Mail: ZVEI.DE@t-online.de

Mit dem neuen Leitfaden «Corporate Networks (II), Qualität der Sprachübertragung» legt der Fachverband Kommunikationstechnik im Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) e.V. eine Planungshilfe für alle Planer unternehmensinterner Telekommunikationsnetze vor. Sie ergänzt die ZVEI-Broschüre «Corporate Networks (I)», die insbesondere die wirtschaftlichen und grundlegenden technischen Aspekte intelligenter privater Netze behandelt.

Planer von Corporate Networks benötigen heute umfassende Kenntnisse der übertragungstechnischen Zusammenhänge. Einerseits können die Nutzer privater Telekommunikationsnetze vor dem Hintergrund der Liberalisierung immer weitere Bereiche anforderungsgerecht mitgestalten, andererseits führen die zunehmende Zahl der Telekommunikations-Netzbetreiber und der wachsende Kommunikationsbedarf zu immer komplexeren Systemen. Zugleich kann das weltweite Telekommunikationsnetz nur dann in der erwünschten Qualität funktionieren, wenn in allen Teilbereichen bestimmte Anforderungen eingehalten werden.