

Die Zukunft der Satellitenkommunikation

Ein Positionspapier der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE
(ITG)

Mitarbeiter der Arbeitsgruppe:

1) Dr.-Ing. Hermann Bischl

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Weßling

2) Prof. Dr. Matthias Geissler

IMST GmbH, Kamp-Lintfort

3) Prof. Dr. Matthias Hein

Technische Universität Ilmenau

4) Prof. Dr. Arne Jacob

Technische Universität Hamburg-Harburg

5) Prof. Dr.-Ing. Rolf Jakoby

Technische Universität Darmstadt

6) Prof. Dr.-Ing. Ingmar Kallfass

Universität Stuttgart

7) Prof. Dr.-Ing. habil. Dietmar Kissinger

IHP, Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik, Frankfurt O.

8) Dr. Siegbert Martin

Tesat-Spacecom GmbH & Co.KG,
Backnang

9) Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens Müller

Technische Universität Ilmenau

10) Dr. Hans-Peter Petry

11) Dipl.-Ing. Rainer Wansch

Fraunhofer IIS, Erlangen

12) Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. habil. Robert Weigel

Universität Erlangen-Nürnberg

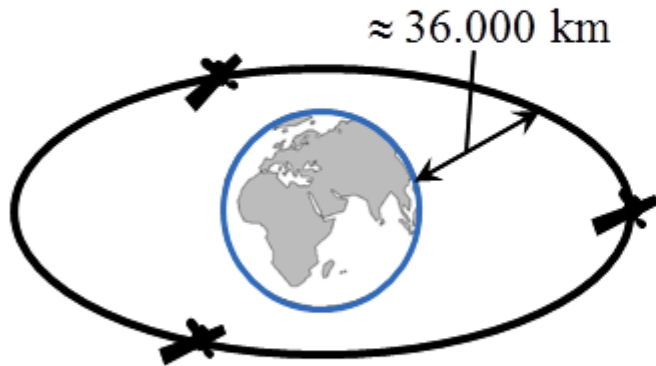
13) Prof. Dr. Ingo Wolff

IMST GmbH, Kamp-Lintfort

14) Dr. Volker Ziegler

Airbus Group, München

Die Satellitensysteme



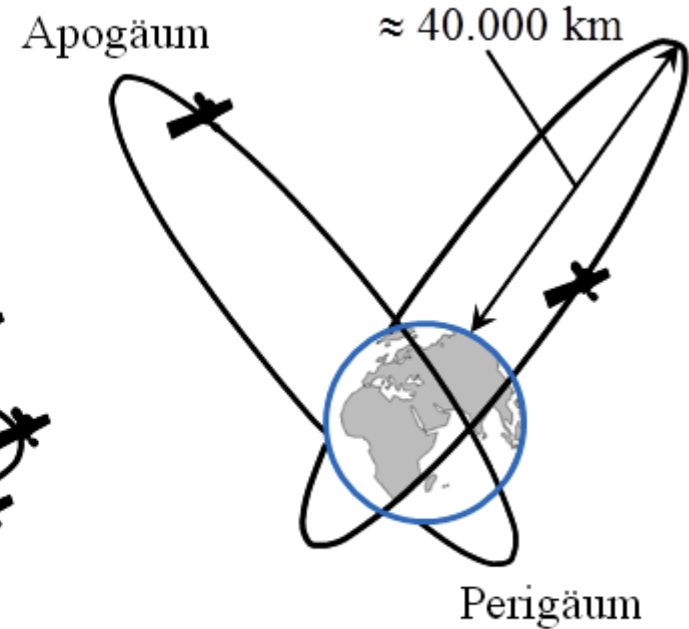
GEO-Satelliten

Klassische
Geostationäre
Satellitensysteme



LEO-Satelliten

Aufkommende
neue Systeme
auf niedrigen
Flugbahnen



HEO-Satelliten

Spezialanwendungen

GEO-Satelliten	LEO-Satelliten	HEO-Satelliten
<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - einfache Satellitenkonfiguration über dem Äquator - sehr großer Ausleuchtungsbereich - weitgehend zeitunabhängige Satellit-Erde-Geometrie - einfaches Kontrollsystem für das Raumsegment - konstante Signallaufzeit Erde-Satellit-Erde <p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leistungsbeschränkte Verbindungen - Zu große Latenzzeiten für Telefonie- und Paketdaten-Verbindungen - Keine Möglichkeit, die polaren Bereiche abzudecken 	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Im Vergleich zu GEO-Satelliten: - kleinere Signal-Laufzeiten - wesentlich bessere Verbindungsbedingungen - leichter Transport der Satelliten ins All - Möglichkeit, Verbindung zu Mobiltelefonen aufzubauen <p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - große Zahl benötigter Satelliten - kleinere Lebenszeit wegen Nähe zur Atmosphäre - komplexe Kontroll- und Steuersysteme im Satellit - kleinere Sichtbarkeitszeit - Handover-Prozesse nötig - Dopplerverschiebung 	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - große Elevationswinkel - flexibles Systemdesign <p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geringerer Verbindungsspielraum - große Antennen auf dem Satellit notwendig - große Dopplerverschiebung - kleinere Lebenszeit wegen Mehrfachdurchlauf durch van Allen Strahlungsgürtel

Zielsetzung:

Diskussion der für die Zukunft im Bereich der Satellitenkommunikation erkennbaren Umbrüche im Bereich der Systemphilosophie und der Technologien und daraus resultierende Forderungen an Politik und Wirtschaft:

Anwendungsbereiche:

- Satellitenfernsehen,
 - VSAT-Netze,
 - Erdbeobachtung
 - Satellitenkommunikation für die Navigation,
 - Globaler Internetzugriff über Satellit,
 - M2M/IoT über Satellit,
 - Car2Car Kommunikation.
- } klassisch
- } neu

Erkennbare neue Entwicklungen

- Globales Satelliten-Mobilfunk- und -Internet-Zugriffssystem auf der Basis von LEO-Satelliten
- Kommerzialisierung der Satellitentechnologie
- Höhere Datenraten und höhere Frequenzeffizienz in den klassischen Systemen
- Onboard-Processing auf dem Satelliten
- Neue Technologien, Verfahren, Materialien, Produktionsverfahren und Standardisierungen

OneWeb: Eine neues LEO-Satellitenkommunikationssystem?

➤ Ziel von OneWeb Ltd:

- Aufbau eines globalen LEO-Satellitensystems mit ca. 600 Satelliten,
- 700 km Flughöhe => kurze Latenzzeiten von ca. 20 ms,
- Vollständige Vernetzung der Satelliten mit Handover-Technik,
- Direkter Zugriff auf die Satelliten mit Klein-Basisstation,
=> globalen Zugriff auf Internet mit WiFi.

➤ Voraussetzung:

- Herstellung von „preiswerten“ Kleinsatelliten für 500.000 \$,
- Koexistenzmanagement mit GEO-Satelliten in dem Bereich,
- Verwendung des Frequenzbereiches 12 GHz – 16 GHz,
- Herstellung der Satelliten auf Basis kommerzieller Technik.

Konzepte und Technologien für kostengünstige LEO-Satelliten

- Technische Voraussetzungen:
 - Volle Vernetzung: Handover-Systeme, Umschaltalgorithmen, On-Board-Processing.
 - Ausrichtbare Antennen auf Satelliten.
 - Integration von Kommunikations- und Digitalsystemen auf einem Chip (SiGe-Technologie).
- Herausforderungen
 - Reduktion der Kosten um Faktor 10 – 50
 - Nur mit Einsatz von Hochintegration erreichbar,
 - Neue Qualifizierungs- und Testverfahren .
 - Kurze Lieferzeiten erfordern neue industrielle Produktionsverfahren.
 - Aufbau eines kompletten Systems, von der mobilen Bodenstation im Laptop bis zum Satellitennetzwerk .

Notwendige neue Standardisierung und neue Produktionstechniken in der Satellitentechnik

Mit OneWeb wurde eine neue Seite der Satellitenkommunikation aufgeschlagen, veränderte Diskussion:

- Wie kann effizient produziert werden? Ist das Ergebnis wirtschaftlich effizient? Produktionszeit, Produktionskosten.
- Was die Satellitenkommunikation mit ihren hohen Qualitätsstandards so erfolgreich gemacht hat, ist für LEO Satelliten nicht mehr anwendbar, da zu teuer.
- Nicht starres Festhalten an bisherigen Prinzipien.
- Investition in die Produktionsverfahren (Richtung: Industrie 4.0).
- Verwenden der vorhandenen Kompetenzen (Kleinsatelliten an Universitäten).
- Wichtiger Aspekt: Datensicherheit, notwendige Entwicklung eines europäischen Datensicherheitssystems für LEO-Satelliten.

Zukunftsentwicklungen der klassischen Satellitenkommunikation

- Very High Throughput Satellites (VHTS), Satelliten mit hohem Datendurchsatz.
- Multibeam-Antennensysteme, schaltbar, steuerbar, rekonfigurierbar.
- Hochratige optische Verbindungen zwischen Bodenstation und Satellit (Feeder-Links) sowie für Intersatellitenverbindungen.
- Onboard Processing im Satelliten.
- Neue Luftschnittstellen für hohen Datendurchsatz und hohe spektrale Effizienz.
- Neue Materialien: linear, nichtlinear, reziprok, nichtreziprok, mit steuerbaren Materialparametern.

Technologieentwicklung für Satelliten mit hohem Datendurchsatz

Höhere Übertragungsfrequenzen, steigende Zahl der Komponenten, kleinere Größe der Satelliten, verringerte Entwicklungszeiten.

Konsequenzen:

- Erschließung des Millimeterwellenbereichs bis 90 GHz.
- Verwendung optischer ISLs und optischer Feeder-Links
- Ersatz teurer und schwerer Hohlleitertechnologie.
- Leiterplatten- und Substratmaterialsaltungen mit geringen Verlusten statt Hohlleitertechnologie.
- Miniaturisierung durch Vollintegration
- Heterointegration von aktiven Funktionsgruppen mit passiven Versorgungsnetzwerken.
- Neue Packaging- und Verbindungstechniken, thermische Entwurfsaspekte zur gezielten Wärmeabführung.

Neue Komponenten für flexible Nutzlasten

Steuerbare, rekonfigurierbare, kompensierbare und strahlungsfeste Hochfrequenzkomponenten und Schaltungen, On-Board Processing

- Multistandard- und Multibandfähigkeit.
- Dynamische Frequenzallokierung
- Rekonfigurierbarkeit des Ausleuchtgebiets, dynamische, rekonfigurierbare Multibeamantennen.
- Dynamische, elektronische Antennen-Strahlschwenkung.
- Anpassung der Sendeleistung nach Bedarf.
- Onboard Processing: transparent bis voll regenerativ, für die Signalaufbereitung und Signalregenerierung, für das flexible Routen von Daten

Zielsetzung und Adressaten des Positionspapiers

- Hinweis auf die wirtschaftliche Bedeutung der neuen Satellitenkommunikationstechniken für Deutschland und Europa.
- Hinweis auf verloren gegangene und notwendige neue Technologien und deren zukünftige (erneute) Bearbeitung.
- Hinweis auf die Entwicklung neuer Produktionsverfahren für kostengünstige Kleinsatelliten mit kleinen Produktionszeiten.
- Hinweis auf die Notwendigkeit der Anpassung von Standardisierungsvorschriften .
- Notwendigkeit zum Aufgreifen der neuen Themen in der Wirtschaft und zur Notwendigkeit der Förderung des wichtigen Wirtschaftsbereichs in der Zukunft.
- Ausrichtung der Forschungsförderung auch auf TET-Testsatelliten für den Bereich der LEO-Satellitenkommunikation.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

VDE – Netzwerk Zukunft

Ihr Ansprechpartner :

Prof. Dr. Ingo Wolff
IMST GmbH
Carl-Friedrich-Gauß-Str. 2-4
47475 Kamp-Lintfort
Tel.: 02842-981 103
E-Mail: wolff@imst.de