



PROF. NIELS KUSTER UND DR. AXEL KRAMER
IT'IS, ETH ZENTRUM, ETZ, ZÜRICH

Definieren der Messmethodik und Verkleinern der Messunsicherheit bei Immissionsmessungen in Wohn- und Geschäftsräumen

Zürich, 28. Oktober 2003

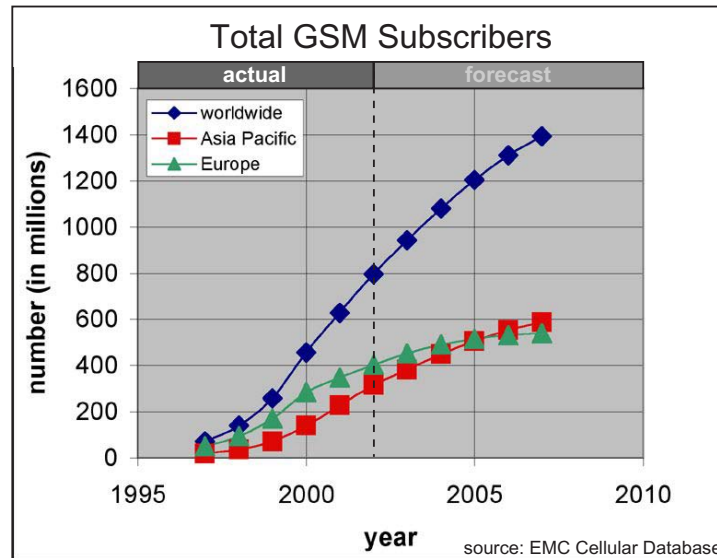
Referate

Weitere Informationen

Prof. Niels Kuster
IT'IS, ETH Zentrum, ETZ
8092 Zürich
Telefon +41 (0) 1 245 96 96
kuster@itis.ethz.ch
www.itis.ethz.ch

Hintergrund

- Benutzung drahtloser Technologie in den letzten Jahren stark angestiegen
-> zusätzliche Exposition der Öffentlichkeit
- Hauptsächlich Exposition durch GSM (900 MHz, 1800 MHz). Prognostiziertes Wachstum von GSM:



Hintergrund II

- Zahlreiche neue Technologien drahtloser Kommunikation im Entstehen und im Aufbau, z.B. UMTS (1.9, 2.1 GHz), Bluetooth (2.4 GHz), WLAN (5.2-5.7 GHz)
- Sorge in der Öffentlichkeit über Gefahren bzw. mögliche Gesundheitsrisiken, Unklarheit über Langzeitwirkung
- Bestimmung der Exposition der Öffentlichkeit erfordert spezielle Messmethoden (im Normalfall keine Laborumgebung vorliegend !)

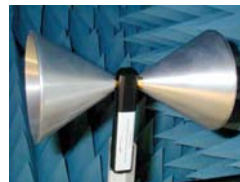
Ziele des Projekts

- Erstellung und Validierung von optimierten Messverfahren für die Immissionsmessung in Wohn- und Geschäftsräumen.
- Erfassen der Feldinhomogenität in Wohn- und Geschäftsräumen.
- Bestimmen der Messunsicherheit beim Einsatz konventioneller EMV-Antennen in Wohn- und Geschäftsräumen, Evaluieren optimaler Antennen.
- Erstellen von Messempfehlungen zuhanden von gesetzgebenden nationalen und internationalen Behörden.

Aufklärungsbedarf:

- Ermittlung der charakteristischen Größen der Felder:

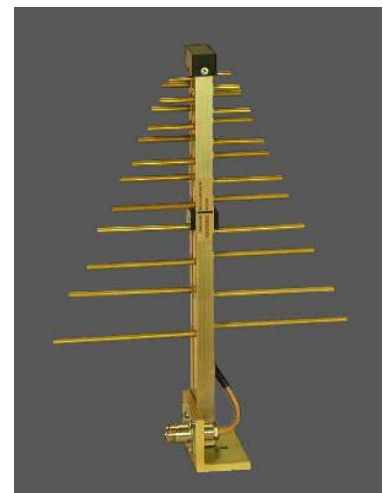
- Maximalwert/ Mittelwert
- Frequenz
- Polarisation
- Räumliche Verteilung



- Probleme bisheriger Messverfahren:

- Inhomogene Feldverteilung in Wohn- u. Geschäftsräumen
- Verwendung konventioneller EMV-Antennen, kalibriert für EMV-Umgebung
- Messoperator in Antennennähe
- Ausdehnung der Antenne: Mittelung der Felder über Antennenvolumen

→ **Problem:** erhöhte Messunsicherheit



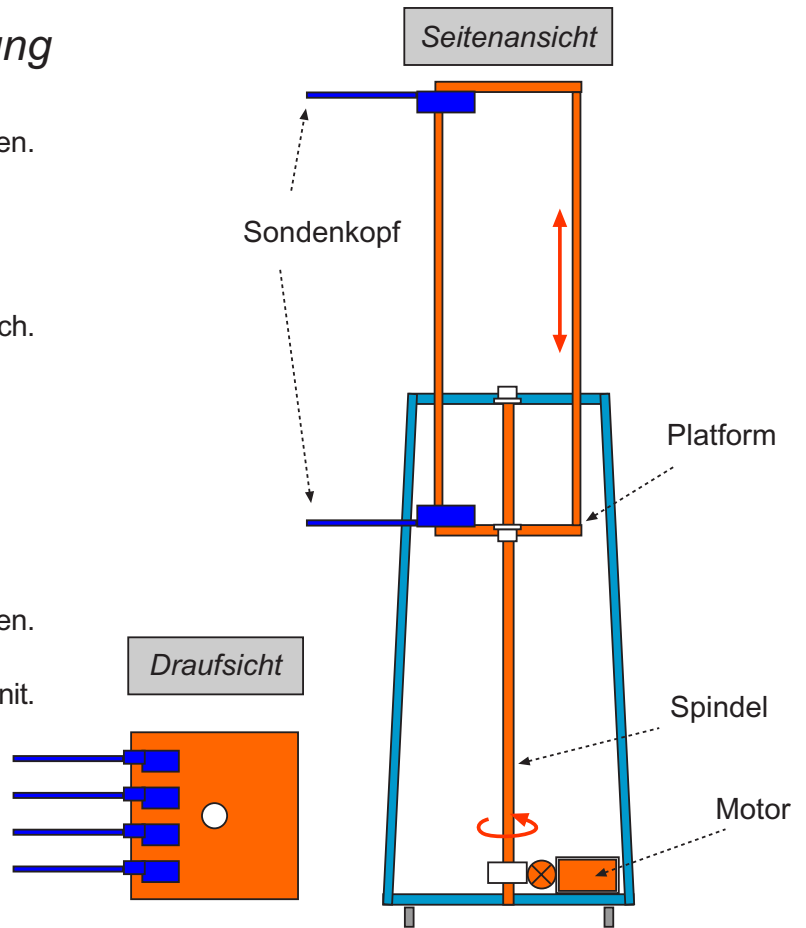
Experimentelle Umsetzung

- **Durchführung der Messung in einem abgeschirmten Raum**, (zur Generierung und Messung einer wohldefinierten Feldverteilung resp. zur Überprüfung der Messmethoden).
- **Herstellung unterschiedlicher Feldszenarien** im Raum.
- **Antennenanalyse:**
 - Test von log.-per. Antenne, bikonische Antenne und Dipolantenne.
 - Charakterisierung der Antennen für den Einsatz in inhomogenen Feldverteilungen.
 - Evaluation des Einflusses des Messoperators auf Antennenantwort.
 - Quantifizierung des Störeinflusses der Antenne auf die Feldverteilung.
 - Quantifizierung der Integration der Feldwerte über das Antennenvolumen.
 - Abschätzung der Zuverlässigkeit angewandter Kalibrierverfahren für Antenne, die für die Messung inhomogener Feldverteilungen verwendet werden.
- **Messtechnische Erfassung der Feldverteilung** im Testraum unter Verwendung verschiedener Antennen und Messmethoden.
 - Konventionelle Messmethoden nach BUWAL-Vorschlag (Schwenk-, Dreh-, Punktrastermethode)
 - Automatisierter Messaufbau (8 Miniatursonden) für lückenlose räumlich hochaufgelöste Felderfassung. Gitterabstand 5 cm (vgl. $\lambda/4 = 8.3 \text{ cm}$ @ $\nu = 900 \text{ MHz}$), Sondenausdehnung ca. 3mm.

- **Simulation der Feldverteilung** im Testraum
 - Modellierung und Diskretisierung des Testraumes. Berechnung der Feldverteilung mit ausgereifter Simulationssoftware (SEMCAD).
 - Simulation der verwendeten Antennen.
 - Anwendung bekannter Messprotokolle auf die berechnete Feldverteilung.
 - Vergleich der prognostizierten Werte mit den messtechnisch erfassten. Bestimmung der Messunsicherheit.

Automatisierte Messvorrichtung

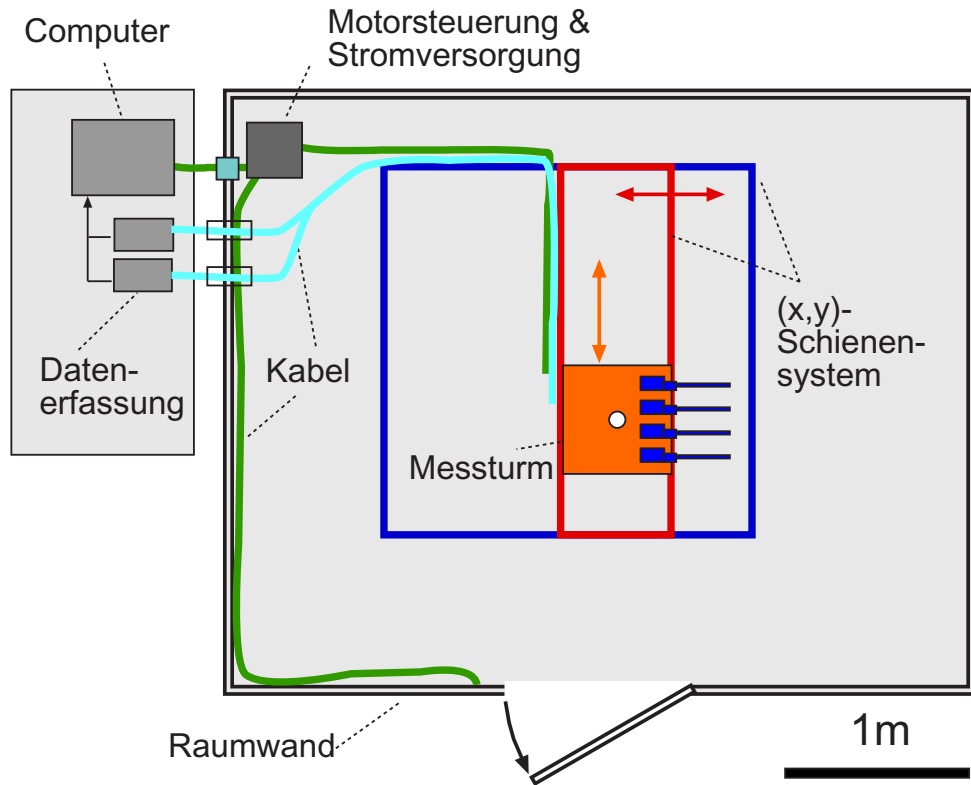
- Isotrope Feldmessung an acht Raumpunkten.
- Scanner in drei Dimensionen führbar (vertikale Richtung automatisiert).
- Durchgängige Messung über $\Delta z = 2$ m möglich.
- Positionierung in (x,y)-Richtung über schienenengeführte Rollen.
- Positioniergenauigkeit (1-3 mm).
- Minimale Feldstörung durch:
 - 1) Vermeidung metallischer Komponenten.
 - 2) Optische Datenübertragung über Glasfaserkabel zur Readout Unit.



Automatisierte Messvorrichtung II

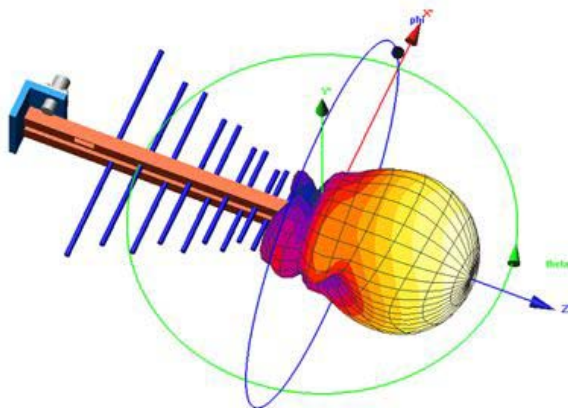


Testraum

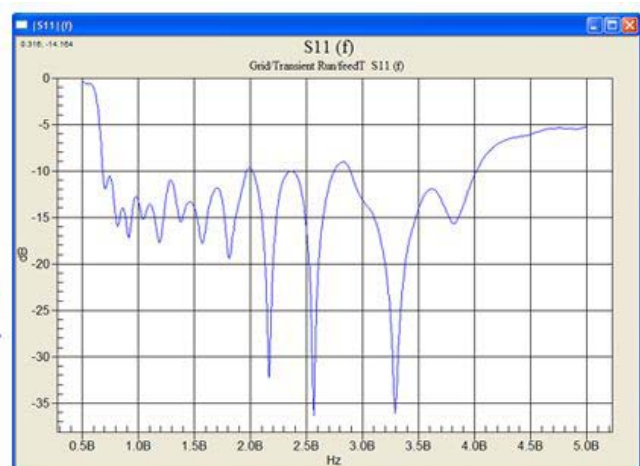


Modellierung und Simulation der Antennen

Fernfeld-Abstrahlungscharakteristik

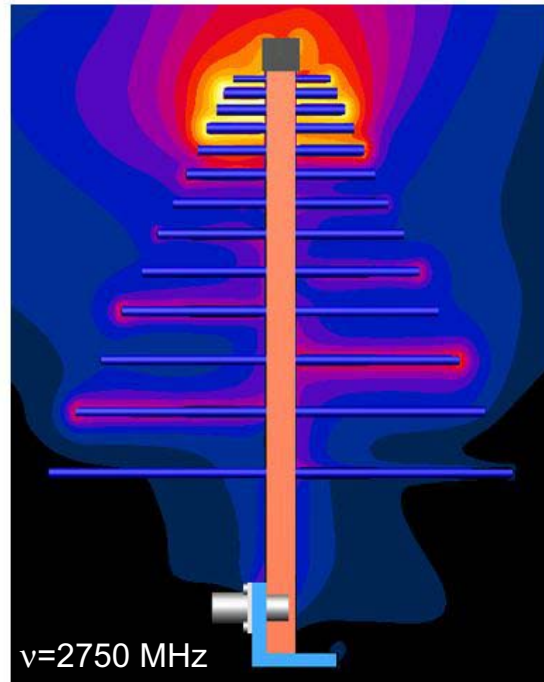
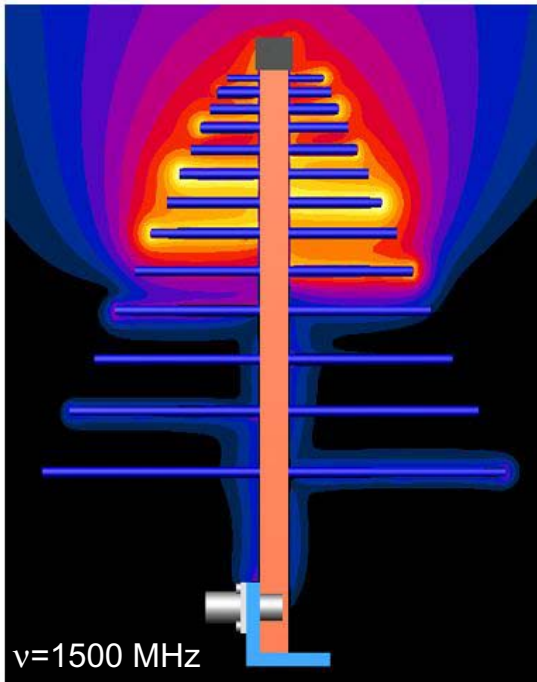


Reflexionskoeffizient über 0.5-5 GHz

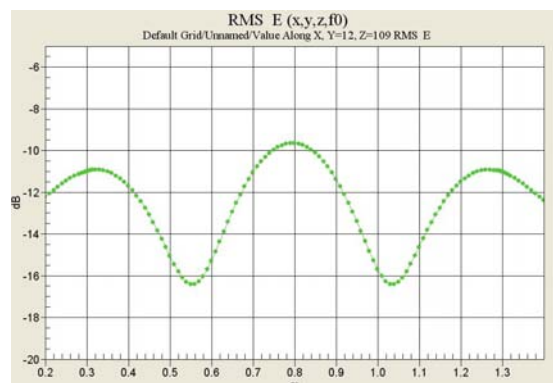
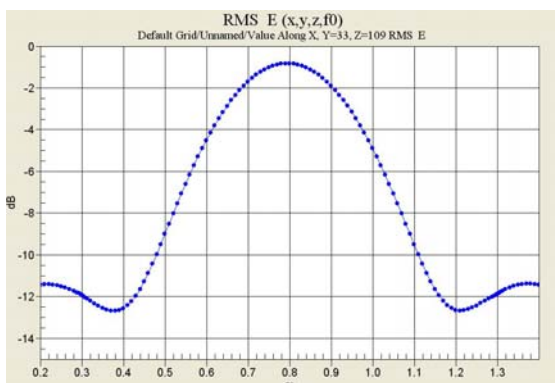
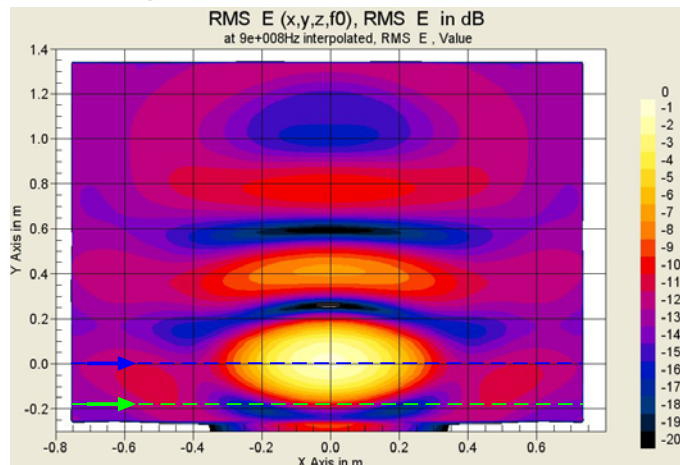
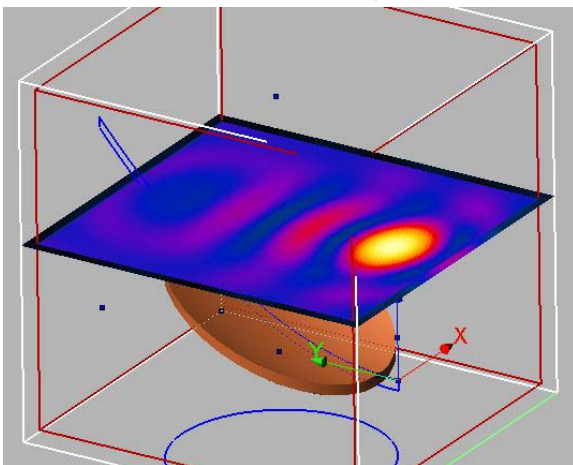


Modellierung und Simulation der Antennen II

Normierte Energiedichte (0...-60 dBm)



Simulation inhomogener Feldverteilungen



Zusammenfassung

- Es besteht grosser Bedarf an zuverlässigen Methoden zur Bestimmung der Exposition der Öffentlichkeit durch drahtlose Technologien.
- Verhältnisse in Heim- und Büroumgebung sind häufig sehr komplex. Daher müssen Vereinfachungen gemacht werden, um wissenschaftlich klare Aussagen zu treffen (Reproduzierbarkeit).
- Deswegen Kombination von hochpräziser Messung und numerischer Simulation in definierter Umgebung bei typischen bzw. worst-case-Feldszenarien. (Abgeschirmte Raum, Messroboter, Miniaturfeldsonden)
- Evaluation bestehender Verfahren, Vorschläge neuer Messmethoden bzw. Auswertung der Messung.

IT'IS

Die gemeinnützige Forschungsstiftung für Informationstechnologie und Gesellschaft (IT'IS) wurde 1999 durch Initiative und Unterstützung der ETH Zürich, Vertreter der Mobilfunkindustrie und verschiedener Regierungsbehörden gegründet. Das Ziel war, eine flexible dynamische Forschungsinstitution zu schaffen, die in der Lage ist, die notwendigen Forschungsaufgaben auf dem Gebiet der explosionsartig wachsenden Informationstechnologie in Zusammenhang mit der Gesellschaft anzugehen. Einige typische Betätigungsfelder sind:

1. Sicherheits- und Risikoanalysen in Zusammenhang mit gegenwärtigen und neuen Informationstechnologien,
2. Untersuchung neuer Informationstechnologien für medizinische, diagnostische und lebenserhaltende Systeme,
3. Verbesserung der Zugänglichkeit von Informationstechnologien für die gesamte Gesellschaft, insbesondere für Behinderte.

Die Forschungsaktivitäten von IT'IS profitieren immens von den hervorragenden und intensiven Beziehungen zur ETH Zürich. Darüber hinaus wurde im Rahmen der vielfältigen Aktivitäten ein internationales Netzwerk aufgebaut, bestehend aus über 50 Universitäts- und Industrielaboratorien. Die Stiftung ist als ausgezeichneter Partner für interdisziplinäre Zusammenarbeit bekannt. Prof. Dr. N. Kuster wirkt seit Jahren in verschiedenen Standardisierungsgremien mit und wird als international anerkannter EMF-Experte immer wieder von Regierungsbehörden zu Beratungen beigezogen. Aus den bisher durchgeführten Arbeiten gingen bereits mehr als 200 Veröffentlichungen hervor. <http://www.itis.ethz.ch>

Kurzporträt Prof. Niels Kuster

Niels Kuster, born 1957 in Switzerland, received the MS and PhD in Electrical Engineering from the Swiss Federal Institute of Technology (ETH) in Zurich.

In 1993, he was elected Professor at the Department of Electrical Engineering of the Swiss Federal Institute of Technology (ETH) in Zurich, Switzerland. In 1992 he was Invited Professor at the Electromagnetics Laboratory of Motorola Inc. in Florida, USA and in 1998 at the Metropolitan University of Tokyo, Japan. In 1999 he was appointed as Director of the Foundation for Research on Information Technologies in Society, Switzerland.

His research interest is currently focused on the area of reliable on/in-body wireless communications and related topics. This includes 1) measurement technology and 2) computational electrodynamics for evaluation of close near-fields in complex environments (e.g., handheld or body-mounted transceivers, living-work environments, etc.); 3) safe and reliable wireless communication links within the body or between implanted devices and the outside for biometrics applications; 4) development of exposure setups and quality control for bioexperiments evaluating interaction mechanisms, therapeutic effects as well as potential health risks; and 5) exposure assessments.

Niels is the author of over 150 publications (books, journals and proceedings) mainly on measurement techniques, computational electromagnetics, and dosimetry and exposure assessments as well as on bioexperiments. He is a member of several standardization bodies and has consulted several government agencies around the globe on the issue of the safety of mobile communications. He also serves on the boards of various scientific societies and journals.

Kurzporträt Dr. A. Kramer

Axel Kramer received the MS and PhD in Physics from the Technical University in Munich (TUM). During his studies he was involved in two research projects as a trainee, in 1992 at the Max-Planck-Institute for Biochemistry (Martinsried/Germany) in the field of biophysics, and in 1993 at the European Organization for Nuclear Research (CERN/Geneva) in the field of in high energy/particle physics (1993). Following his graduation in 1995, he did his doctorate at the Max-Planck-Institute for Biochemistry, in the field of scanning probe microscopy (SPM) for biological applications.

In November 1999, Axel Kramer joined the group of Professor Wild, Department of Physical Chemistry, ETH Zurich, as a postdoc. There he focused his interest on nano-optics applied to single molecule spectroscopy combined with the SPM technique. In January 2002, Axel Kramer began work as a project leader for IT'IS. At present his research interest is currently focused on the area of electro-optic field sensors and photonic links as well as on indoor exposure assessment from base station antennas for wireless data transfer. His successful research activities resulted in 13 publications in peer-reviewed journals and books.