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

Herausgeber: Swisscom

Band: 78 (2000)

Heft: 2

Artikel: Immissionsnachweis bei Mobilfunk-Sendeanlagen

Autor: Knafl, Urs / Becher, Patrick

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-876422

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: 17.11.2025

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

Exploration Programmes:
Corporate Technology Explores
Future Telecommunications

Immissionsnachweis bei Mobilfunk-Sendeanlagen

Nichtionisierende Strahlung, die beispielsweise eine Mobilfunkbasisstation erzeugt, muss gemäss dem schweizerischen Umweltschutzgesetz (USG) im Sinne der Vorsorge so weit begrenzt werden, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist, mindestens aber so, dass sie für Mensch und Umwelt weder schädlich noch lästig wird. Swisscom muss bereits seit längerer Zeit bei jeder neuen Sendeanlage den Nachweis erbringen, dass die Auflagen der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) eingehalten werden. Immissionsnachweise sind sowohl rechnerisch wie auch messtechnisch möglich. Der Aufwand für den zurzeit praktizierten rechnerischen Immissionsnachweis ist riesig, jedoch immer noch geringer im Vergleich zu den diversen messtechnischen Verfahren.

Das Explorationsprogramm mit dem Titel «Bioelectromagnetics, Safety and EMC» hat als Hauptthema elektromagnetische Verträglichkeit von neuen Technologien, biologische Aspekte nichtionisierender Strahlung und Powering (Speisung und Sicherheit der Stromversorgung vom Anschluss Netz).
Mit seinen Explorationsprogrammen erforscht Corporate Technology Kommunikationstechnologien und neue Dienstleistungsmöglichkeiten in einem längerfristigen Zeitrahmen von zwei bis fünf Jahren. Das Fachwissen, das dabei erarbeitet wird, ermöglicht eine aktive Unterstützung der Innovationsprojekte der Geschäftseinheiten.

Technisch erzeugte elektromagnetische Felder sind in unserer Umwelt seit Jahrzehnten allgegenwärtig. Mit dem Aufschwung der mobilen Telekommunikation sind nun auch mögliche gesundheitliche Folgen

URS KNAFL, PATRIK BECHER, BERN

hochfrequenter elektromagnetischer Felder vermehrt ins Zentrum des öffentlichen Interesses gerückt. Bei Swisscom Corporate Technology befasst sich ein Team seit Jahren mit dem Thema der elektromagnetischen Umweltverträglichkeit. Zurzeit besonders aktuell sind die vom Bundesrat auf den 1. Februar 2000 festgesetzten Immissionsgrenzwerte.

Szenario

Wie beeinflussen technische Gegebenheiten im Bereich bioelektromagnetischer Wechselwirkungen, elektromagnetischer Verträglichkeit und entsprechender Sicherheitsaspekte im Zusammenhang mit den neusten eingesetzten Technologien das Geschäft von Swisscom? Wie lassen sich diese Aspekte positiv beeinflussen?
Solche Fragen bilden die Richtschnur für dieses Explorationsprogramm.

Die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) macht deutlich, dass das BUWAL bzw. das zuständige Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) eine von den Internationalen Grenzwerten (ICNIRP) abweichende Lösung mit rund zehnmal strengeren Anlagegrenzwerten gewählt hat.

Der hier vorliegende Artikel befasst sich mit der Immissionsbestimmung in der Praxis. Diese kann auf zwei Arten erfolgen: rechnerisch und messtechnisch.

Rechnerische Überprüfung der Immission

Das UVEK hat bereits vor einem Jahr bei der Eröffnung des Vernehmlassungsverfahrens den Kantonen und Gemeinden empfohlen, die neuen, damals noch nicht rechtskräftigen Bestimmungen als Beurteilungsgrundlage bei der Bewilligung von Mobilfunksendern anzuwenden. Seit diesem Zeitpunkt werden deshalb neue Sendeanlagen nur noch bewilligt, wenn die Auflagen des BUWAL erfüllt sind. Es muss dazu das seit über einem Jahr im Entwurf vorliegende BUWAL-Standortdatenblatt verwendet werden.
Bei der Bestimmung der elektromagnetischen Immission gilt allgemein: Je grösser der Abstand zur Antenne, desto geringer die Feldstärke. In doppeltem Abstand beträgt beispielsweise die Feldstärke nur noch die Hälfte. Die Konstruktion der Antenne ist meistens so ausgelegt, dass sie eine bestimmte Senderichtung bevorzugt. In allen anderen Richtungen, insbesondere nach unten, sind die Feldstärken geringer. Die an einem Ort auftretende Feldstärke ist deshalb hauptsächlich von zwei Einflussgrössen abhängig, nämlich von der Distanz und dem Winkel zur Antenne. Im Innern von Gebäuden wird wegen der Abschirmung durch die Baumaterialien die Feldstärke zusätzlich stark reduziert.
Bisher hat Swisscom Immissionsberechnungen bei mehreren hundert Mobilfunkbasisstationen in der Schweiz durchgeführt. In diesen Berechnungen werden die Gebäudedämpfungen bei angrenzenden Häusern meistens mit 0 dB (d.h. keine Dämpfung) eingesetzt. Der Grund dafür sind die häufig unbekannten Gebäudedämpfungen. Der berechnete Wert gilt damit für den schlechtesten Fall (dem so genannten «worst case»). Ein typischer NATEL-Standort in städtischem Gebiet zeigt Bild 1.
Um die Feldstärke an einem Ort einigermassen genau zu berechnen, sollten folgende Angaben bekannt sein:
- Höhe der Sendeantenne(n)
- Senderichtung(en) Azimut (horizontaler Winkel der Antenne)
- Senderichtung(en) Elevation (vertikaler Winkel der Antenne, elektrisch)
- Senderichtung(en) Elevation (vertikaler Winkel der Antenne, mechanisch)
- Höhe des Ortes, wo die Feldstärke berechnet werden soll
- Horizontaler Abstand Ort – Antenne(n)
- Azimut des Ortes (Antenne=Ausgangspunkt)
- Vertikaler Winkel zwischen Sendeantenne(n) und Ort
- Abgestrahlte Leistung(en) ERP
- Antennendiagramm (dient zur Bestimmung der Leistungsabschwächung gegenüber der Hauptstrahlrichtung in dB)
- Gebäudedämpfung in dB

Das Zusammensuchen derart vieler Angaben ist sehr zeitaufwändig. Ausserdem soll die Feldstärke ja nicht nur für einen einzelnen Ort berechnet werden, sondern für mehrere.

Erschwernisse beim Bestimmen der Immissionswerte

Bei unüberbauten Grundstücken gilt es zudem die zukünftige Nutzung zu berücksichtigen. Auch sind oft mehrere Funkdienste (NATEL GSM900, NATEL GSM1800, Telepage, UKW, TV) mit unterschiedlichen Sendeantennen und daher unterschiedlichen Parametern (ERP, Antennendiagramm, Höhe) möglich. Da eine Landkarte im Massstab 1:25 000 für Betrachtungen innerhalb von fünfzig Metern Abstand zu der Basisstation zu ungenau ist, wird ein Katasterplan benötigt. Dieser liefert aber keine Höhenangaben, sodass die Höhe vor Ort bestimmt werden muss.
Swisscom führt Berechnungen (gemäss Formel Bild 2) bei allen neuen Sendeanlagen durch, um damit belegen zu können, dass die Auflagen des BUWAL eingehalten werden. Für jede neue Mobilfunksendeanlage wird für den Immissionsnachweis im Schnitt rund ein Personentag benötigt, für bestehende ältere Anlagen ist der Aufwand grösser. Es ist denkbar, dass bei neuen Projekten mit einem Standardvorgehen bei der

Ermittlung der Nutzung der durchschnittliche Arbeitsaufwand auf einen halben Personentag reduziert werden könnte. Zusätzlich ergeben sich je nach Kanton und Gemeinde unterschiedliche behördliche Laufzeiten für die Weiterleitung und Prüfung der BUWAL-Standortdatenblätter. Allgemein kann gesagt werden, dass der Nachweis zur Einhaltung der BUWAL-Auflagen jedes Bauprojekt bis zu mehreren Wochen verzögert.

Wenn es darum geht, den Nachweis zu erbringen, dass die Grenzwerte gemäss ICNIRP eingehalten sind, lässt sich ein einfaches und schnelles Berechnungsverfahren anwenden. Bei diesem Verfahren handelt es sich um dieselbe Formel wie in Bild 2, jedoch ohne Berücksichtigung einer Leistungsabschwächung gegenüber der Hauptstrahlrichtung und ohne Einbezug der Gebäudedämpfung. Das BUWAL hat auch hierfür ein Standortdatenblatt entworfen. Dieses ist normalerweise innerhalb eines halben Tages bereit zur Abgabe an die Behörden (inklusive Unterschrift, Kopien, Archivierung, Post usw.). Die praktische Erfahrung hat leider gezeigt, dass dieses Verfahren in rund 90% der Fälle für den Nachweis zur Einhaltung der Vorsorgewerte (Anlagegrenzwerte) ungenügend ist.

Würden in der Zukunft noch strengere Vorsorgewerte gefordert, müssten sehr aufwändige Feldberechnungen durchgeführt werden. Hierzu existieren zwar numerische Berechnungsverfahren, die jedoch äusserst komplex sind und nur mit Hilfe sehr schneller Computer bewältigt werden können. Der Aufwand zur Datenerfassung ist bei diesen Verfahren sehr gross, da die gesamte Umgebung (Gelände, Material) einer Sendeanlage mit einbezogen werden muss. Pro Sendeanlage wäre ein Team von Spezialisten mehrere Wochen ununterbrochen im Einsatz. Daraus wird ersichtlich, dass sich der Aufwand für die rechnerische Immissionsbestimmung mit strenger werdendem Grenzwert rapide vergrössert.

In welchen Bereichen die Grenzwerte überschritten werden, zeigt Bild 3. Der Einwirkungsbereich, in dem der nach NISV definierte Anlagegrenzwert überschritten wird, ist gelb markiert. Rot eingezeichnet ist der nach den internationalen Grenzwerten (ICNIRP) geltende Bereich, wo sich die Bevölkerung nicht aufhalten darf.

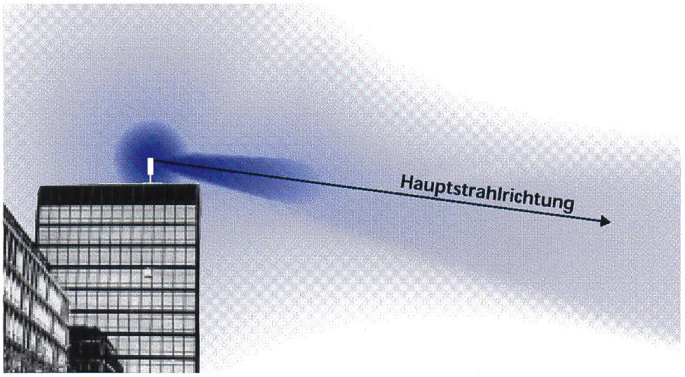

Bild 1. Typischer NATEL-Standort in städtischem Gebiet.

Messtechnische Überprüfung der Immission

Die messtechnische Überprüfung der Immission kommt für folgende Fälle in Betracht:

- bei sporadischen Überprüfungen der mit dem Berechnungsverfahren erzielten Resultate
- bei bereits bestehenden Anlagen, wenn die rechnerische Immissionsbestimmung zu hohe Werte liefert
- in sonstigen Spezialfällen (z.B. wenn der Aufwand für eine Berechnung grösser ist als für eine Messung)

Für die messtechnische Überprüfung der Immission gibt es mehrere Varianten, von denen im Folgenden drei beschrieben werden.

Messvariante 1: Low Cost-Methode (Tabelle 1)

Für die Messung von Feldstärken im Frequenzbereich 0,1 MHz bis 26 GHz existieren leicht zu handhabende, tragbare Messgeräte mit isotrop wirkender Antenne (Bild 4). Sie zeigen die örtliche Feldstärke im V/m an. Diese für den Personenschutz konzipierten Geräte sind für die bei NATEL-Basisstationen auftretenden Feldstärken jedoch in den meisten Fällen zu wenig empfindlich. Dennoch ist es bei gewissen Umgebungssituationen einer Mobilfunkstation möglich, den Nachweis zu erbringen, dass die BUWAL-Auflagen eingehalten sind, und zwar mit Hilfe einer Hochrechnung mittels Worst-case-Annahmen bezüglich der Anzahl aktiver GSM-Funkfrequenzen und unter Berücksichtigung der Messgenauigkeit. Solche Worst-case-Annahmen müssen bei einer breitbandigen Messung getroffen werden, weil mit solchen Geräten nicht ersichtlich ist, wie viele Mobilfunkfrequenzen (Träger) im Moment der Messung in Betrieb sind. Ausserdem teilen sich laufend mehrere Mobilfunkteilnehmer einen Träger in Form ihnen zugeteilter Zeitschlitze («Bursts»). Systembedingt ist es bei GSM nicht möglich, alle Träger und Bursts zur Aussendung zu bringen, damit man auf eine Hochrechnung verzichten könnte. Es ist auch unmöglich, kontinuierlich eine genau bestimmte Anzahl Träger und Bursts auszusenden, um damit eindeutig auf den Maximalwert schliessen zu können. Ein spezifischer Träger, der Signalisierungskanal, ist hingegen immer in Betrieb. Wird

$$E = \frac{7}{d} \cdot \sqrt{\frac{ERP}{\gamma \cdot \delta}}$$

E: Feldstärke in V/m
d: Räumlicher Abstand in Metern
ERP: Abgestrahlte Leistung in Watt
γ: Leistungsabschwächung gegenüber der Hauptstrahlrichtung als Faktor
δ: Gebäudedämpfung als Faktor

Bild 2. Swisscom führt Berechnungen gemäss dieser Formel bei allen neuen Sendeanlagen durch, um damit zu belegen, dass die Auflagen der NISV eingehalten werden. Der Faktor 7 in der Formel setzt sich zusammen aus dem Faktor 1,64 (Gewinn des Dipols gegenüber einem isotropen Strahler), 377 Ohm (Feldwellenwiderstand) sowie aus dem Term 4 Pi (aus der Kugeloberflächenformel).

ERP [W]	Anlagegrenzwert [V/m]:	4	Kurzfristiger Aufenthalt [V/m]:	42
	Abstand [m]	Höhe [m]	Abstand [m]	Höhe [m]
0	0	0.0	0.0	0.0
100	18	3.1	1.7	0.3
200	25	4.4	2.4	0.4
300	30	5.4	2.9	0.5
400	35	6.2	3.3	0.6
500	39	7.0	3.7	0.7
600	43	7.6	4.1	0.7
700	46	8.2	4.4	0.8
800	49	8.8	4.7	0.8
900	53	9.3	5.0	0.9
1000	55	9.9	5.3	0.9

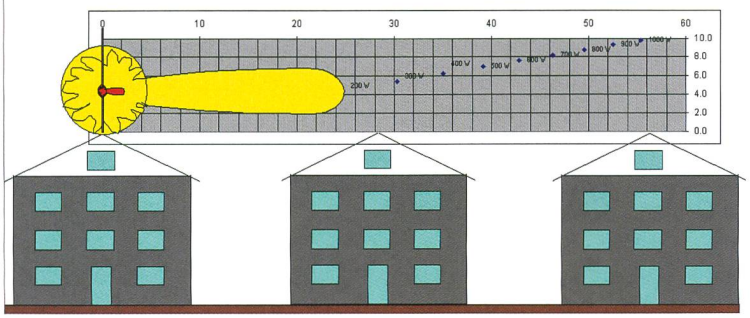

Bild 3. Die Darstellung zeigt, in welchen Abständen bzw. Bereichen die Grenzwerte überschritten werden. Mit Gelb ist der Einwirkungsbereich eingezeichnet, in dem der nach NISV definierte Anlagegrenzwert überschritten wird. Rot ist der nach den internationalen Grenzwerten (ICNIRP) gültige Bereich eingezeichnet, wo sich die Bevölkerung nicht aufhalten darf. Dieses Beispiel gilt für NATEL GSM900 und für eine ERP von 200 Watt.

nun vereinfachend angenommen, nur dieser Träger allein werde während der Messung ausgesendet, so kann auf einen theoretischen Maximalwert der Basisstation hochgerechnet werden. Damit liefert diese Methode einen oberen Grenzwert des tatsächlichen Immissionswertes.
Kleinere Werte als 0,6 V/m (Messgrenze) werden bei breitbandigen Messgeräten nicht mehr angezeigt. Es kann also keine Aussage über die Grösse der Feldstärke gemacht werden. Hingegen kann mit Sicherheit gesagt werden, dass die Auflagen des BUWAL eingehalten sind. Liegt andererseits die angezeigte Feldstärke über 1 V/m, so ergeben sich mit der oben genannten Worst-case-Rechnung Werte von über 4 V/m, womit der BUWAL-Anlagegrenzwert überschritten wäre. In diesem Fall muss für den Nachweis die effektive Anzahl Träger festgestellt und entsprechend berücksichtigt werden. Dies kann beispielsweise mit einem Spektrumanalysator geschehen.

Messvariante 2: «Max-Hold»-Methode (Tabelle 1)

Unterhalb einer Feldstärke von 0,6 V/m (Empfindlichkeitsgrenze der isotropen breitbandigen Messgeräte) muss schmalbandig gemessen werden. Dies geschieht am besten mit Hilfe eines Spektrumanalysators zusammen mit einer tragbaren handlichen Richtantenne (Bild 5). Da die Feldstärken örtlich und zeitlich variieren, wird das GSM-Signal mit der Spektrumanalysatorfunktion «Max-Hold» über einen bestimmten räumlichen (einige Meter) und zeitlichen Bereich (so lange, bis alle Träger vorhanden sind) gemessen. Da oft auch Messungen im Innern von Räumen notwendig sind, sollte die Messantenne aus praktischen sowie messtechnischen Gründen möglichst klein sein. Um bei einer Messung ein optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis zu erzielen, wird die Antenne am Messort von Hand über einen Höhenbereich von rund 0,5 bis 2 m über Boden bewegt. Hierzu sind weitere Regeln zu beachten, die zu erklären aber den Rahmen dieses Berichtes sprengen würden. Der Vorgang ist innert kürzester Zeit auch mit verschiedenen Polarisationen und Empfangsrichtungen zu bewerkstelligen.
Bei den angezeigten Werten handelt es sich somit um den gemessenen Maximalwert und damit um einen worst case bezüglich EMUV. Dies bedeutet eine zusätzliche massive Verschärfung der erlaubten Immissionen, da die Grenzwerte (Vorsorgewerte) für eine homogene Exposition des ganzen Körpers definiert sind und nicht für einen lokalen Spitzenwert der Feldstärke. Diese Frage und weitere Zusammenhänge über die Messung und Beurteilung von Immissionen weit unterhalb der Grenzwerte muss in einem separaten Bericht grundsätzlich diskutiert werden.
Die «Max-Hold»-Methode liefert reproduzierbare Werte. Es können damit beispielsweise auch Gebäudedämpfungen reproduzierbar bestimmt werden. So kann man beispielsweise feststellen, dass wärmeisolierendes Fensterglas die Feldstärke ohne weiteres um einen Faktor 20 und mehr abschwächt. Solche Erkenntnisse gewinnt man am einfachsten in der Praxis. Eine Simulation im Labor wäre zu aufwändig.

Bild 4. Tragbares Messgerät mit isotrop wirkender Antenne.

Messvariante 3: Mittelungsmethode
Wollte man ohne die «Max-Hold»-Methode in einem Raum, beispielsweise in einem Schlafzimmer, die Immission bestimmen, müsste man wegen des unbekannten inhomogenen EM-Feldes an mindestens tausend Punkten Feldstärken messen und mitteln. Dieser gemittelte Wert wäre dann tiefer als derjenige der «Max-Hold»-Methode. In der Praxis hingegen können solche Mittelungsverfahren nicht angewendet werden. Denn selbst wenn jeder Punkt innerhalb von zehn Sekunden in allen drei Raumrichtungen gemessen, seine Koordinaten bestimmt und die Messwerte abgespeichert würden, hätte man eine Messzeit pro Raum von fast drei Stunden. Ausserdem müsste man diese Arbeit wohl einem Roboter überlassen.
Zusammenfassend kann gesagt werden, dass für eine aussagekräftige, effiziente messtechnische Bestimmung der Immission ausschliesslich die Variante 2, also die «Max-Hold»-Methode in Frage kommt.
Bei jeder Art von Feldmessung im Innern von Räumen ist generell zu beachten, dass die Antenne während der Messung nicht in die Nähe von Gegenständen gelangt oder diese sogar berührt. Die Antenneneigenschaften werden nämlich dadurch verändert, was zu massiven Messfehlern führt. Selbstverständlich sind die durch die Messeinrichtung bedingten Unsicherheiten immer zu berücksichtigen. Dazu gehören auch Messkabel sowie Kabelstecker. Die Unsicherheiten hängen auch stark davon ab, wie die Geräte kalibriert sind

Bild 5. Spektrumanalysator zusammen mit tragbarer, handlicher Richtantenne.

	Messvariante 1 (Low-Cost-Methode)	**Messvariante 2 («Max-Hold»-Methode)**
Messgerät	tragbares Messgerät mit isotrop wirkender Antenne (Bild 4)	Spektrumanalysator, zusammen mit tragbarer handlicher Richtantenne (Bild 5)
Handlichkeit	klein und handlich, in Tasche transportierbar	nur teilweise handlich, mit Personenwagen transportierbar
Preis des Messgerätes	je nach Sonde Fr. 5000.– bis 20 000.–	Fr. 30 000.– bis 60 000.–
Erforderliches Know-how zur Durchführung einer Messung	mittel; für nicht HF-erfahrenes Personal ist ein Einführungskurs erforderlich	hoch; HF-Spezialist mit zusätzlicher praktischer Erfahrung beim Messen von elektromagnetischen Feldern im Gelände
Anwendbar bei Feldstärke	0,6 V/m und grösser; bei einer Anzeige zwischen 1 V/m und dem Anlagegrenzwert sind Zusatzabklärungen bezüglich effektiver Anzahl GSM Mobilfunkfrequenzen notwendig.	keine Einschränkung (für EMUV-Anwendungen)
Mögliche Genauigkeit	besser als ±3,7 dB, je nach Kalibration	besser als ±4 dB, je nach Kalibration
Bandbreite	breitbandig; die einzelnen Mobilfunkfrequenzen sind nicht ersichtlich	schmalbandig; die Mobilfunkfrequenzen sind ersichtlich
Detektionsart	Mittelwert	Spitzenwert
Messdauer bis feststeht, ob die Immissionsgrenzwerte, bzw. Vorsorgewerte gemäss BUWAL eingehalten sind	mindestens 6 Minuten pro Messpunkt; besser wäre mehr, da nicht immer alle Mobilfunk frequenzen ausgesendet werden	weniger als 1 Sekunde pro Messpunkt
Messmethode	Da die Immissionen bei Mobilfunkbasisstationen je nach Verkehrbedingung dauernd ändern, gibt es hier zur Zeit noch keine befriedigende Messmethode	«Max-Hold»-Methode: es handelt sich hierbei um eine bei Swisscom entwickelte Methode, um Immissionen in der Praxis schnell und reproduzierbar zu messen

Tabelle 1. Vergleich zwischen den beiden Messvarianten.

Abkürzungen

BUWAL: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
dB: Dezibel
EMUV: Elektromagnetische Umweltverträglichkeit
EMF: Elektromagnetisches Feld
ERP: Effective Radiated Power (in Watt); der Antenne zugeführte Leistung, multipliziert mit dem Antennengewinn (als Faktor) bezüglich des Halbwellendipols.
GSM: Global System for Mobile Communication
HF: Hochfrequenz
ICNIRP: International Commission on Non Ionizing Radiation Protection
NATEL: Markenname für das Mobilfunknetz der Swisscom
NISV: Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (in Kraft ab 1. Februar 2000)
UVEK: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
UMTS: Universal Mobile Telecommunications System
V/m: Volt pro Meter

(Tabelle 1: «Mögliche Genauigkeit»). Aus diesen Gründen ist es wichtig, Personal mit entsprechenden Spezialkenntnissen einzusetzten.
Wie bei der rechnerischen, nimmt auch bei der messtechnischen Immissionsbestimmung der Aufwand mit strenger werdendem Grenzwert massiv zu. Während die Überprüfung der internationalen Grenzwerte noch mit relativ einfachen Messgeräten möglich ist, muss für den in der NISV definierten Anlagegrenzwert bereits ein erheblicher Mehraufwand betrieben werden. Der Raum, der für eine in Frage kommende Messung untersucht werden muss, ist damit im internationalen Vergleich rund tausend Mal grösser (Bild 3, gelber gegenüber rotem Bereich).
Bei der messtechnischen Immissionsbestimmung kommt zusätzlich ein nicht zu unterschätzender Aufwand hinzu, was die administrative Durchführung der Messungen betrifft. Die Messungen müssen nämlich grösstenteils in Wohnhäusern durchgeführt werden. Aus bisherigen Erfahrungen dürfte die routinemässige Abwicklung von messtechnischen Immissionsbestimmungen in der Praxis (z.B. Zutritte in Privaträume) ein Ding der Unmöglichkeit darstellen. Auch aus diesem Grunde kommen Messungen nach wie vor nur für Spezialfälle in Betracht. Die Immissionsbestimmung muss, wenn immer möglich, rechnerisch erfolgen.

Schlussfolgerung

Aufgrund bisheriger Erfahrungen beim Erstellen von BUWAL-Standortdatenblättern kann davon ausgegangen werden, dass alle Sendeanlagen von Swisscom AG die internationalen Grenzwerte einhalten und dass der grösste Teil aller Anlagen auch die zusätzlichen strengen Auflagen der NISV (Anlagegrenzwert) erfüllen.
Generell kann bezüglich den zurzeit bekannten Verfahren zur Immissionsbestimmung Folgendes festgehalten werden: Der Aufwand sowohl für die rechnerische wie besonders auch für die messtechnische Immissionsbestimmung bei allen Sendeanlagen in der Schweiz ist riesig. Allein Swisscom AG betreibt einige tausend Sendeanlagen, bei denen nun die Immissionen bestimmt werden müssen. Der Aufwand für Messungen ergibt wegen der oben dargestellten Aspekte im Verhältnis zu den Berechnungen keine befriedigende Steigerung der Genauigkeit für die Bestimmung der Immissionen. Damit wird letztendlich mit Messungen für die Sicherheit der Bevölkerung auch keine gerechtfertigte zusätzliche Verbesserung erzielt.

Ausblick

Zukünftige drahtlose Übertragungssysteme, beispielsweise das Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) werden nicht nur Sprache, sondern auch grosse Datenmengen übertragen. In der Schweiz ist die Lizenzierung für mehrere UMTS-Betreiber innerhalb der nächsten Monate vorgesehen. UMTS belegt Teile des Frequenzbereichs von 1,9 bis 2,2 GHz. Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es bezüglich der abgestrahlten Leistungen noch keine verlässlichen Angaben. Es ist jedoch zu erwarten, dass sich in der Umgebung von UMTS-Basisstationen die Immissionen im Bereich der Anlagegrenzwerte bewegen. Für den Immissionsnachweis ergeben sich somit ebenso hohe Kosten, wie bei den jetzigen Mobilfunknetzen. Diese zusätzlichen Kosten, verursacht durch den Vollzug der NIS-Verordnung, müssen letztendlich auf die Kunden abgewälzt werden. 9.4, 4

Urs Knafl, *dipl. El.-Ing. HTL, Erstausbildung FEAM, dann berufsbegleitendes Studium an der Ingenieurschule Bern, Fachrichtung Hochfrequenztechnik. Mitarbeiter in der Forschungsabteilung der PTT. Weiterentwicklung und Anwendung eines Messsystems zur Antennenmessung mittels Helikopter. Messungen von elektromagnetischen Feldern. Betreuung von F&E-Projekten im Bereich Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMUV). Zurzeit tätig bei Swisscom Corporate Technology im Bereich EMUV.*

Patrik Becher, *dipl. El.-Ing. HTL, Erstausbildung FEAM, dann berufsbegleitendes Studium an der Ingenieurschule Bern, Fachrichtung Hochfrequenztechnik und Mikroprozessor. Zur Zeit tätig bei Mobile Com, im Bereich Network Roll-out.*

Summary

In Switzerland the Federal Office for Environment, Forest and Landscape (BUWAL) promulgates safety limits for electromagnetic fields (EMF). The proof may be performed by calculations or measurement. This article helps to select an appropriate method to do the proof. Relative to simple calculations, on-site measurements are more expensive and don't provide a considerable increase in accuracy. Calculations should therefore be preferred.

ATM 2000 Developments

The ATM European Congress

ATM/IP : Quality of Services

VPN, IP, Video

March 28, 29 and 30, 2000, Rennes, France

International Conference / Exhibition

Sponsors : NEWBRIDGE, ERICSSON, MATRA NORTEL COMMUNICATIONS, DEVOTEAM, France Telecom, eci TELECOM, NOKIA, Lucent Technologies, FUJITSU

Tuesday, March 28, 2000 : 4 tutorials and the European Commission workshops

ATM *by Jacques DUPRAZ, Professor, Supélec*

Routing over ATM and IP *by Daniel KOFMAN, ENST Paris*

Voice over ATM and IP *by Hossam AFIFI, ENST Bretagne*

Quality of services ATM, MPLS, DiffServ...
by Jacques DUPRAZ and Salim HAMZAOUI, ALCATEL

Parallel workshops organised by IST projects by the European Commission

The theme of the workshop covers the state-of-art-technologies in the area of Next Generation Networks such as future of ATM, evolution of IP networks, QoS related to IP Networks, Home networks supporting multimedia services, IP over WDM guaranteeing high bandwidth services, convergence between fixed and mobile networks, nomadic services, etc.

These are the major research issues in the Information Society Technologies (IST) research programme of the 5th EU framework.

The invited speakers from IST, IETF, ETSI, EURESCOM and ATM Forum will provide the expert views in the round panel discussion.

Wednesday March 29 and Thursday March 30, 2000 : conferences

March 29, 2000

Building service level agreements

Session chairman : ***André RENAULT, SEMA GROUP***

- The business model for the 21st century ?
  Sylvie RITZENTHALER, NEWBRIDGE
- Service Level Agreement for ATM services
  Jean-Pierre SAVI, FRANCE TELECOM
- How to build an SLA in an ATM network - tools and indicators
  Christian GROSU, MATRA NORTEL COMMUNICATIONS
- Advanced testing techniques for ATM service level agreement (SLA)
  Yvon ROUAULT, AGILENT TECHNOLOGIES

Terry MATTHEWS, NEWBRIDGE Chairman, will present his vision of the future of networking (Canada)

ATM/IP technologies for voice transport

Sessions chairman : ***Jean-Pascal JULIEN, FRANCE TELECOM***

- Developments in new network telephony
  Michael MCLOUGHLIN, GENERAL DATACOMM (UK)
- ATM and IP for the telephone network of the future
  Michel JOUBERT, CEGETEL
- Towards programmable switches for the next generation networks ?
  Philippe DECOTTIGNIES, N.E.T.

Core telephone network migration

- Technical considerations for deploying ATM in the core of third generation mobile networks
  Mark PURDOM, LUCENT TECHNOLOGIES (UK)
- Voice, data convergence over a multiservice platform
  Gabriel BOUZERDAN, TELECOM DEVELOPPEMENT
- Practical applications of PSTN applications on a packet based network : real requirements, real solutions
  Marc SHANNON, NEWBRIDGE (Canada)

ROUND TABLE "Which technology for the new telephony ? "

Moderator : ***Fred S. KNIGHT, Chief editor of BUSINESS COMMUNICATION REVIEW***

March 30, 2000

New challenges in the local loop

Session chairman : ***Jean-Pierre SER, FRANCE TELECOM***

- ATM broadcasting in an ADSL local loop
  Souad DAMIEN, CS TELECOM
- The alliance of TV and fast internet
  Christian LEVESQUE, NBTEL MONDIALE (Canada)
- ATM benefits for xDSL accesses
  Jean-Marc ODET, MATRA NORTEL COMMUNICATIONS

Recent developments in QoS

Session Chairman : ***André DANTHINE, Emeritus Professor, Liege University***

- CLE-based VPN Model
  Ariel CANER, RAD DATA COMMUNICATIONS (Israël)
- MPLS, QoS, Differentiated Services and ATM
  Speaker to be confirmed, ERICSSON
- VPN et quality of service
  Bob BRACE, NOKIA NETWORKS (UK)
- Inside an ATM Label Switch Router
  Geoff BENNETT, FORE SYSTEMS

ATM in live services

Session Chairman : ***Gérard W. RYAN, Technical Manager, Bell Labs, Lucent Technologies***

- Video tele-teaching using ATM
  Gilbert SOL, UNIVERSITÉ PARIS VII
- MPEG-2 over ATM broadcasting. Example of the use of this technology in the domain of teleteaching.
  Olivier DANTHINE, TOLMA
- A real-life application : motorway videosurveillance
  Hervé HOFF, T2M and Jean-Philippe HAMARD, SOCIÉTÉ DES AUTOROUTES PARIS RHIN RHÔNE
- Strasbourg tramway
  Alain JOVELET, SPIE TRINDEL STRASBOURG and Philippe LECLERE, COMPAGNIE DES TRANSPORTS DE STRASBOURG

In association with : Digital Communications International, Stratégies Télécoms & Multimédia, Business Communications Review, Lightwave, comtec, Telecommunications, Sistemi di Telecomunicazioni, Mundo Electrónico, The ATM & IP Report, Newsletter The Benelux Networking Magazine, Réseaux & Télécoms, La Tribune Déposses, Telephone, Antennes, Bretagne économique, Novelus Telecom Bretagne, L'Espace des Sciences.

COUPON REPONSE

More information ? Contact us by mail : NOVAMEDIA - 21, rue Tournefort - 75005 PARIS - FRANCE, by fax : +33 1 45 35 39 27, by e-mail : conferences@novamedia.fr and on the Web : www.novamedia.fr.

Name : Surname :

Company : Position :

Address : Zip Code :

City : Country :

Phone : Fax : e-mail :