

unter Schirmherrschaft von:



Sicherheit durch Transparenz

TÜV und IZMF stellen Mobilfunk auf den Prüfstand

Informationszentrum Mobilfunk e.V.

Hegelplatz 1 | D-10117 Berlin

Tel: (+49) 030/209 16 98-0

Fax: (+49) 030/209 16 98-11

E-Mail: info@izmf.de

Kostenfreie Hotline: 0800/330 31 33

Internet: www.izmf.de

HESSEN



Mobilfunk-Messreihe in Hessen im Auftrag
des Informationszentrums Mobilfunk e.V.
Ergebnisse | Bewertung | Diskussion





Messreihe vertieft Verständnis für Mobilfunk

Rund vier Fünftel aller Deutschen telefonieren bereits mobil. Allein in Hessen gibt es beinahe fünf Millionen Mobilfunknutzer. Und ihre Zahl nimmt weiter zu. Mobilfunk ist mittlerweile aus dem wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Leben nicht mehr wegzudenken.

Es gibt aber auch Bürgerinnen und Bürger, die wegen der von Mobilfunksendeanlagen und Handys ausgehenden elektromagnetischen Felder verunsichert sind. Vor allem Sendeanlagen in der Nähe sensibler Einrichtungen wie Schulen und Krankenhäuser oder im unmittelbaren Wohnumfeld beunruhigen diese Menschen. Fragen bestehen auch infolge des Ausbaus der neuen UMTS-Netze und Anwendungen im häuslichen Umfeld wie DECT-Telefone oder WLAN.

Das Hessische Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz nimmt die Sorgen und Ängste dieser Bürgerinnen und Bürger sehr ernst und tritt für einen offenen und sachlichen Dialog über Mobilfunk ein.

Daher habe ich die mir angetragene Schirmherrschaft über die hessenweite Mess- und Informationsreihe des Informationszentrums Mobilfunk e.V. gerne übernommen. Ihre Ergebnisse sind in der vorliegenden Broschüre zusammengefasst.

Die konkreten Messwerte sollen die Bürgerinnen und Bürger über die tatsächlich in ihrer Umgebung auftretenden elektromagnetischen Felder aufklären und als Grundlage für den notwendigen, breiten Austausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Kommunen und Bevölkerung dienen.

Die Ergebnisse der Messkampagne sind eine sinnvolle Ergänzung zu den von der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) durchgeführten Messungen in Hessen. Bürgerinnen und Bürger können sich anhand der in der Datenbank der RegTP veröffentlichten Messergebnisse und der vorliegenden Broschüre ein klares Bild von den gemessenen Feldstärken verschaffen. Die Ergebnisse der Mess- und Informations-

reihe in Hessen leisten daher einen wichtigen Beitrag für mehr Transparenz beim Thema elektromagnetische Felder – und das vor allem dort, wo es die Menschen besonders interessiert: in ihrem direkten Lebensumfeld.

Das Hessische Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz versteht seine Schirmherrschaft und die Beteiligung an den öffentlichen Informations- und Diskussionsveranstaltungen des Informationszentrums Mobilfunk e.V. als Beitrag zu einem offenen und sachlichen Dialog nicht nur mit der Bevölkerung, sondern auch mit den Netzbetreibern und der Wissenschaft. Ich wünsche mir, dass die vorliegende Broschüre mit den Ergebnissen und Erläuterungen der Messreihe bei Bürgerinnen und Bürgern zu einem vertieften Verständnis über den Mobilfunk und seine Funktionsweise beiträgt.

Wilhelm Dietzel
Hessischer Minister für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz



- 3 Grußwort**
Wilhelm Dietzel
Hessischer Minister für Umwelt, ländlichen Raum
und Verbraucherschutz
- 4 Inhalt**
- 5 Vorwort**
Dagmar Wiebusch
Geschäftsführerin Informationszentrum Mobilfunk e.V.
- Mobilfunkmessung**
- 6 Mobilfunk auf dem Prüfstand – neutral und sachverständig**
Projektüberblick
- 7 Konkrete Messdaten schaffen Transparenz**
Messtechnik und Messkonzept
- 10 Messergebnisse**
Messorte, Leistungsflussdichte und Grenzwerte
- Bewertung**
- 18 Weiter weg bedeutet nicht unbedingt geringere Immissionen**
Ausbreitungsverhalten im Nahbereich
- 19 Entscheidend ist der Höhenunterschied**
Höhenabhängigkeit
- 20 Wände, Decken und Fenster schwächen Mobilfunkfelder**
Gebäudedämpfung
- 21 Mobilfunkanteil an der Gesamtimmission ist oft gering**
Mobilfunk im Vergleich zu anderen Immissionsquellen
- 22 Vergleichbares Verhalten von UMTS- und GSM-Feldern**
Feldverteilung in der Umgebung von UMTS-Antennen
- 23 Zusammenfassung**
Einflussfaktoren für elektromagnetische Felder und die
Immissionssituation vor Ort
- Diskussion**
- 24 Gesundheitliche Bedeutung von Mobilfunkfeldern**
Prof. Dr. Thomas Eikmann, Direktor des Institutes für Hygiene
und Umweltmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen
- 27 Ansprechpartner**

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

laut einer repräsentativen Umfrage im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz sind nur 20 Prozent der Bürgerinnen und Bürger der Ansicht, gut oder sehr gut über Mobilfunkfelder informiert zu sein. Die Mitarbeiter des Instituts für angewandte Sozialwissenschaften infas kommen daher zum Schluss, dass sich der Informationsstand der Bevölkerung über elektromagnetische Felder als „verbesserungsfähig darstellt“.

Diese Einschätzung ist für das Informationszentrum Mobilfunk ein Ansporn, seine Aufklärungsarbeit über die Eigenschaften des Mobilfunks weiter zu verstärken. Die jüngste Mess- und Informationsreihe in Hessen, deren Ergebnisse wir in dieser Broschüre präsentieren, ist ein wichtiger Teil unserer Informationsarbeit. Wir geben mit den vorliegenden Daten sachliche Informationen über die tatsächlichen Immissionswerte in der Umgebung von Mobilfunksendeanlagen. Das Motto „Sicherheit durch Transparenz“ unterstreicht dabei unseren Anspruch, das Wissen über elektromagnetische Felder unter anderem durch die allgemein verständliche Erklärung von Messergebnissen zu erweitern. So wollen wir einen Beitrag leisten zur Versachlichung der Diskussion über Mobilfunk.

Messreihen sind kein Selbstzweck. Sie haben nur Sinn, wenn sie bürgernah durchgeführt werden. Deshalb haben wir, wie bereits in Nordrhein-Westfalen, die Kommunen gebeten, uns bei der Auswahl der Standorte und Messpunkte zu unterstützen. Dieses Angebot wurde von kommunaler Seite sehr positiv aufgenommen. Anhand der Messergebnisse haben auch die Kommunen die Möglichkeit, die Bevölkerung über die konkrete Situation in ihrer Umgebung zu informieren. Insgesamt nahmen 24 Städte in Hessen an der Messreihe teil. Die von ihnen empfohlenen Messorte spiegeln das öffentliche Interesse an Mobilfunkmessungen in der Nähe von Kindergärten, Schulen oder Krankenhäusern wider. Aber auch Wohnbereiche in der Nähe von Sendeanlagen werden in der Untersuchung erfasst. Um dem Wunsch nach detaillierten Informationen über die Immissionsverhältnisse an diesen Orten nachzukommen, konzentrierte sich die Messreihe vor allem auf solche Punkte.

Transparenz ist nur mit breiter Informationsstreuung möglich. Deshalb haben wir den Bürgerinnen und Bürgern die Gelegenheit gegeben, sich persönlich im Rahmen öffentlicher Veranstaltungen in Gießen, Kassel und Darmstadt zu informieren. Nach der Präsentation der Ergebnisse bestand dort die Möglichkeit zur ausführlichen Diskussion mit Experten aus Technik, Medizin, Wirtschaft und Politik.

Besonderes Augenmerk haben wir zudem auf das Informationsbedürfnis der Vertreter der Gemeinden und Kommunen gelegt. Als Ansprechpartner sowohl für die Bürgerinnen und Bürger als auch für die Netzbetreiber befinden sie sich in einer besonderen Situation. Diese Aufgabe erfordert ein hohes Maß an Wissen und Detailkenntnis über Mobilfunk. In speziellen Workshops erläuterten Experten den Kommunalvertretern die Messergebnisse und gaben Auskunft über rechtliche und biologische Aspekte.

Mit der vorliegenden Broschüre wollen wir aber auch all diejenigen ansprechen, die das Informations- und Diskussionsangebot vor Ort nicht wahrnehmen konnten. Auf den folgenden Seiten finden Sie alle wichtigen Daten und Fakten zum Messverfahren, zu den Ergebnissen und ihrer Bewertung. Machen Sie sich selbst ein Bild von den elektromagnetischen Feldern, wie sie in Ihrer Nachbarschaft typischerweise auftreten. Weitere Fragen beantworten wir Ihnen gerne über unsere kostenfreie telefonische Info-Hotline 0800 330 3133. Darüber hinaus können Sie den kompletten TÜV-Messbericht auf unserer Homepage unter www.izmf.de abrufen.

Wir möchten uns an dieser Stelle für die rege Beteiligung der Kommunen und der Bürgerinnen und Bürger bedanken. Viele Anwohnerinnen und Anwohner haben dem Messteam Zugang zu privaten Wohnräumen gewährt. Ohne dieses Engagement wäre die Umsetzung der Messreihe nicht möglich gewesen. Wir danken besonders auch für die Unterstützung durch das Hessische Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz, das die Schirmherrschaft für die Messreihe übernahm.

Dagmar Wiebusch
Geschäftsführerin Informationszentrum Mobilfunk e.V.

Projektüberblick

Die in Hessen gemessenen Mobilfunkfelder liegen weit unterhalb der gesetzlich zulässigen Höchstwerte. Das ist das hervorsteckende Ergebnis der vorliegenden Messreihe. An den über 100 Messpunkten lag die Mehrheit der Messwerte unterhalb von 0,1 Prozent des gültigen Grenzwerts bezogen auf die Leistungsflussdichte. Selbst der größte ermittelte Wert in Hessen erreichte nur 1,3 Prozent.

Ziel der Studie ist es jedoch nicht nur, die Einhaltung der geltenden Grenzwerte zu überprüfen. Sie will vielmehr auch einen Beitrag zur weiteren Verbesserung des Wissens der Bevölkerung über die Eigenschaften von Mobilfunkfeldern leisten. Daher untersuchten die Experten vor allem auch verschiedene, typische Mobilfunkszenarien.

In der Messreihe wurden die Immissionen der neuen UMTS-Sendeanlagen erstmals seit ihrem Start unter Praxisbedingungen gemessen. UMTS- und GSM-Netze sind ähnlich in Bezug auf die Eigenschaften der verwendeten Antennen und die Sendeleistung. Die Immissionen stimmen daher im Mittel in etwa überein. Die Messreihe zeigt, dass durch die Inbetriebnahme der vier neuen Netze die Mobilfunkfelder, wie erwartet, einen leichten Anstieg aufweisen. An einzelnen Messorten kann je nach örtlicher Situation – insbesondere bei unterschiedlicher Ausrichtung der Sendantennen oder abweichenden Formen der Antennendiagramme – die Feldstärke des einen oder des anderen Mobilfunkdienstes überwiegen. Ungeachtet dessen gilt für alle in Hessen untersuchten Mobilfunk-Standorte: Die aufsummierten Leistungsflussdichten schöpfen nur Bruchteile des zulässigen Grenzwerts aus.

Die Experten stellen aufgrund der vorliegenden Ergebnisse erneut den Sinn eines von einigen Städten und Gemeinden geforderten „Sicherheitsabstands“ von 100 oder 150 Metern von Basisstationen zu Kindergärten, Schulen oder Seniorenheimen in Zweifel. Die Daten zeigen, dass aufgrund der Abstrahlcharakteristik der Mobilfunkantennen innerhalb dieser

Bereiche teilweise noch geringere Immissionen auftreten als außerhalb.

Im Innern von Gebäuden sind die elektromagnetischen Felder meist geringer als außerhalb. Das liegt in erster Linie an den Dämpfungseigenschaften der Baumaterialien und Glasfenster. Auch die relative Lage (Höhenunterschied und Ausrichtung) zur Basisstation hat Einfluss auf die Stärke der Immissionen in Wohnungen.

Auftraggeber der Studie war das Informationszentrum Mobilfunk. Durchgeführt wurde die Messreihe von der EMV Services GmbH, eine Tochtergesellschaft der TÜV NORD Gruppe. Die TÜV-Experten entwickelten das genaue Durchführungskonzept gemeinsam mit Mitarbeitern des Instituts für Mobil- und Satellitenfunktechnik (IMST GmbH). Das Hessische Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz übernahm die Schirmherrschaft über die Messreihe.

Die Messungen sollen Aufschluss geben über

die elektromagnetischen Felder in der unmittelbaren Umgebung von Mobilfunksendeanlagen und Vergleichswerte für den Wohnbereich

das Verhältnis der Immissionen verschiedener Hochfrequenzquellen wie Mobilfunkbasisstationen, TV- und Rundfunksender und Schnurlos-telefone

die Feldverteilung in der Umgebung von sensiblen Einrichtungen wie Schulen, Kindergärten oder Krankenhäuser

die Höhe der typischerweise auftretenden Feldstärken bei unterschiedlichen Entfernungen zur Sendeanlage

die Feldverteilung in der Umgebung von UMTS-Antennen

Konkrete Messdaten schaffen Transparenz

Über 5 Millionen Bürgerinnen und Bürger in Hessen nutzen ein Mobiltelefon. Und täglich werden es mehr. Sie alle wollen mit hoher Qualität flächendeckend mobil telefonieren oder Datendienste nutzen. Doch gerade der dafür notwendige Ausbau der Mobilfunkinfrastruktur sorgt immer wieder auch für Verunsicherungen. Die Menschen wünschen sich zuverlässige Informationen, welche elektromagnetischen Felder in der Umgebung von Mobilfunksendeanlagen und in ihrem Wohnbereich tatsächlich auftreten.

Bürgernahe Auswahl der Messorte

Um die Messungen optimal auf die Fragen der Bevölkerung abzustimmen und ein Höchstmaß an Neutralität zu garantieren, wurden alle hessischen Kreisstädte und kreisfreien Städte gebeten, selbst Standorte und Messpunkte zu benennen. Aus den eingegangenen Vorschlägen wählten die Experten von TÜV und IMST insgesamt die Standorte der Messreihe aus. Die Auswahl erfolgte mit dem Ziel, typische Expositionsszenarien zu untersuchen, um aus den gewonnenen Messergebnissen auch Abschätzungen für vergleichbare Standorte ableiten zu können.

Über 100 Messpunkte in 24 Städten

An über 100 verschiedenen Messpunkten in Hessen erfassten die TÜV-Ingenieure die elektromagnetischen Felder in unmittelbarer Nähe von Mobilfunksendeanlagen der D-Netze und E-Netze sowie der UMTS-Netze. Sofern andere Funkquellen wie Hörfunk- und Fernsehsender oder Schnurlos-telefone einen wesentlichen Beitrag zur Gesamtmission leisteten, wurden auch diese messtechnisch erfasst und in den Endergebnissen berücksichtigt.

Die Ingenieure nutzten dafür primär ein frequenzselektives Verfahren. Dabei erfassen die Messgeräte in kleinen Schritten jede Frequenz innerhalb eines eingestellten Bereichs und ermitteln die zugehörige elektrische Feldstärke.

Einhaltung der Qualitätsstandards der Regulierungsbehörde

Im Rahmen der Messungen haben die TÜV-Ingenieure sämtliche Außenstandorte gemäß der „Messvorschrift für bundesweite EMF-Messreihen der vorhandenen Umgebungsfeldstärken“ der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (Reg TP) vermessen. Die Vorschrift wurde mit den Umweltministerien der Länder abgestimmt und ist ein allgemein gültiger Qualitätsstandard für EMF-Messungen. Sie entspricht sowohl europäischen als auch nationalen Anforderungen zur Bewertung des Schutzes von Personen in elektromagnetischen Feldern.

Messergebnisse, die unter Anwendung dieser Vorschrift gewonnen werden, können auf Antrag der Bundesländer in die öffentlich zugängliche Datenbank der Reg TP einfließen.

Die Messungen gemäß der RegTP-Vorschrift erfassen am jeweiligen Standort die Immissionen aller Hochfrequenzquellen wie Rundfunk, Bündelfunk oder Mobilfunk in einer Höhe von 1,5 Metern über dem Boden. In einer Voruntersuchung wird der exakte Messort festgelegt; er liegt dort, wo lokal die größte Feldstärke zu erwarten ist. Die Messgeräte ermitteln über die Dauer der Messung frequenzselektiv die jeweils stärksten Immissionen. Auf diese Weise erhält man eine genaue Aussage über die zum Messzeitpunkt vorhandenen Felder. Gemäß den Empfehlungen des unabhängigen Rates der Europäischen Union zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern werden die Werte anhand einer Summationsformel zusammengefasst, in die die gültigen Grenzwerte einfließen. Das Ergebnis ist das Verhältnis zwischen den über alle Frequenzen aufsummierten Einzelmissionen und den gültigen Grenzwerten. Dieses gibt die jeweilige Ausschöpfung des Spielraums wieder, den die Grenzwerte erlauben. Die Messvorschrift der RegTP steht im Internet unter www.reg.tp.de zum Download bereit.



Unabhängige Experten garantieren Kompetenz und Neutralität

Kalibrierungsmessungen im Prüflabor garantieren höchste Präzision der Messungen.

Mobilfunkspezifische Fokusmessungen

Die Messreihe in Hessen legt einen Schwerpunkt auf die von Mobilfunkbasisstationen hervorgerufenen spezifischen Immissionen. Deshalb haben die TÜV-Ingenieure in einer ergänzenden Detailuntersuchung die Frequenzbereiche analysiert, in denen die Mobilfunkübertragung stattfindet. Bei diesen zusätzlichen Messungen kam ein frequenzselektives Messverfahren mit Schwenkmethode und Hochrechnung zum Einsatz. Bei dieser Methode führen die Experten die Messantenne in einer Höhe zwischen 0,75 und 1,75 Meter über dem Boden durch den Raum. Dabei registriert das Messgerät für jede Frequenz die jeweils größte Feldstärke. Diese Methode stellt sicher, dass die Ingenieure nicht versehentlich in einem lokalen Feldstärkeminimum messen. Diese können vor allem in Innenräumen auftreten, weil die elektromagnetischen Felder dort aufgrund von Reflexionen, Abschattungen oder Überlagerungen schon in kleinen Abständen stark schwanken können. Die Schwenkmethode garantiert, dass die höchsten Expositionen im Raum messtechnisch festgehalten und alle aktiven Sender erfasst werden.

Standard	Frequenz	Grenzwert: elektrische Feldstärke	Grenzwert: Leistungsflussdichte
GSM 900, D-Netz	900 MHz	42 V/m	4,7 W/m ²
GSM 1800, E-Netz	1800 MHz	58 V/m	9,2 W/m ²
UMTS	2000MHz	61 V/m	10,0 W/m ²

Messgrößen für hochfrequente Felder

Für die Beurteilung der Feldintensität in der Umgebung von Hochfrequenzquellen werden üblicherweise die folgenden Größen verwendet:

- die elektrische Feldstärke E in Volt pro Meter (V/m)
- die magnetische Feldstärke H in Ampère pro Meter (A/m)
- die Leistungsflussdichte S in Watt pro Quadratmeter (W/m²)

Im Fernfeld einer Antenne stehen Leistungsflussdichte, elektrische und magnetische Feldstärke in einem festen Verhältnis zueinander. Sie können in einander umgerechnet werden (z. B. Feldstärke in Leistungsflussdichte: $1 \text{ V/m} = 0,00265 \text{ W/m}^2$). Bei allen in dieser Messreihe durchgeführten Messungen erfüllen die Abstände von den Basisstationen die Fernfeldbedingungen. Für die Beurteilung der Feldintensität genügt also in der vorliegenden Messreihe die Angabe einer der drei Größen. In dieser Broschüre wird die Leistungsflussdichte als Maßeinheit verwendet. Die Angaben erfolgen in mW/m²

Ergebnisse geben theoretische Höchstwerte wieder

Bei der Auswertung der Messergebnisse rechnen die Experten die gemessenen Werte hoch, um die maximal mögliche Auslastung der Sendeanlagen zu ermitteln. Das heißt, die im Bericht aufgeführten Immissionswerte beschreiben eine Situation, die entsteht, wenn alle Kanäle einer Antenne gleichzeitig mit voller Leistung senden. Dabei bildet die für jeden Antennenstandort

Messgeräte und Messunsicherheit

Der TÜV Nord benutzte kalibrierte Spektralanalysatoren und Feldsonden zur Erfassung der elektrischen Feldstärke. Die Messunsicherheit der Messgeräte beträgt insgesamt etwa 2 Dezibel. Diese maximal mögliche Messunsicherheit wurde nicht zu den Ergebnissen addiert.

festgelegte und von der Regulierungsbehörde genehmigte maximale Sendeleistung und Kanalzahl die Grundlage der Hochrechnung. Da eine solche Vollaustattung der Mobilfunkantenne im Alltag praktisch nie auftritt, liegen die tatsächlich auftretenden Immissionen in aller Regel unterhalb der angegebenen Messwerte. Die im Rahmen der Messreihe in den Innenbereichen ermittelten Messwerte finden keinen Eingang in die Reg TP-Datenbank, da diese aus Datenschutzgründen nur Werte aus öffentlich zugänglichen Bereichen aufnehmen darf.

UMTS-Detailmessungen erfordern spezielle Messgeräte

Die Messungen nach der Reg TP-Methode erfassen auch die UMTS-Netze. Für die Messung von UMTS-Netzen ist ein spezielles Mess-Equipment erforderlich.

UMTS nutzt ein Codemultiplex-Zugriffsverfahren. Vereinfacht ausgedrückt vergeben die UMTS-Netze für die Dauer einer Verbindung zwischen zwei Teilnehmern einen Code, der jedem übertragenen Datenpaket vorangestellt ist. Anhand dieses Codes erkennen die Empfänger die für sie bestimmten Datenpakete und filtern diese aus dem gesamten Kommunikationsverkehr heraus.

Das Mess-Equipment erfasst codeselektiv die durch die UMTS-Stationen erzeugten elektromagnetischen Felder, filtert den so genannten Pilotkanal heraus und rechnet dessen Immissionen auf eine maximal mögliche Auslastung der betreffenden Anlage hoch. Auch hier erhält man wie schon beim zuvor beschriebenen Verfahren für die GSM-Netze einen theoretischen Höchstwert, der in der Praxis nicht erreicht wird.

Die EMF-Datenbank der Regulierungsbehörde

Im Internet unterhält die Reg TP unter <http://emf.regtp.de> eine für jederman zugängliche Datenbank, die sämtliche Standorte fest installierter Funkanlagen enthält, die eine Betriebslaubnis der Reg TP benötigen. Das sind neben den in Betrieb befindlichen Mobilfunkbasisstationen auch alle Hörfunk- und Fernsehsender. Neben der Lage der jeweiligen Anlage sind wichtige Kenngrößen wie Montagehöhe, Hauptstrahlrichtung und Sicherheitsabstände aufgeführt. Außerdem sind in der grafisch aufbereiteten Datensammlung sämtliche Reg TP-Messorte verzeichnet.

In diese Datensammlung können künftig auch Messwerte aufgenommen werden, die von anderen als der Reg TP ermittelt wurden. Voraussetzung ist, dass die Messungen nach den Vorschriften der Reg TP erfolgten und die zuständige Landesbehörde die Veröffentlichung in dieser Datenbank befürwortet.

Die EMF-Datenbank informiert auf übersichtlichen Stadtplanausschnitten über die elektromagnetische Feldstärke an den einzelnen Messorten. Balkengrafiken zeigen an, wie viel Prozent des zulässigen Grenzwerts die Immission am Messort ausgeschöpft hat.

Auf den nächsten Seiten sind alle Messorte sowie die zugehörigen Messergebnisse und die Ausschöpfung der Grenzwerte bezogen auf die Leistungsflussdichte aufgelistet.

Die ersten beiden Spalten der Tabellen geben die Ergebnisse des Verfahrens gemäß der Methode der Reg TP wieder und bezeichnen die Ausschöpfung des zulässigen Grenzwerts.

Dabei erfasst der Frequenzbereich 9 kHz (Kilohertz) bis 10 MHz (Megahertz) vor allem Funkdienste wie Amateurfunk, Rundfunk und TV.

Zwischen 100 kHz und 3 GHz (Gigahertz) arbeiten beispielsweise Betriebsfunk, Mobilfunk, Datenfunk, Polizeifunk und Rettungsfunk.


Die beiden folgenden Spalten zeigen die Ergebnisse der mobilfunkspezifischen Fokusmessungen mit Hochrechnung auf eine theoretische Maximalauslastung der Anlagen. Angegeben sind die errechnete höchste Leistungsflussdichte sowie die zugehörige Ausschöpfung des zulässigen Grenzwerts. Der Grenzwert wäre erreicht, wenn die Ausschöpfung 100 Prozent betragen würde.

Messorte, Leistungsflussdichte und Grenzwerte

Gesamtmission aller Funkquellen an Außenmesspunkten, nach Reg TP-Verfahren		Mobilfunk-Immission, max. Anlagenauslastung	
Grenzwertausschöpfung Frequenzbereich 9 kHz – 10 MHz	Grenzwertausschöpfung Frequenzbereich 100 kHz – 3 GHz	Summe Leistungsflussdichte	Grenzwertausschöpfung




Wiesbaden, Elly-Heuss-Schule, Platz der Deutschen Einheit				
1.1	Schulhof, Abstand 100m	0,0229 %	5,713 mW/m ²	0,1024 %
1.2	Klassenraum 2. OG, Abstand 60m		5,615 mW/m ²	0,1102 %
1.3	Klassenraum 3. OG, Abstand 60m		12,03 mW/m ²	0,1896 %
1.4	Außenmessung, Abstand 30m	0,0032 %	0,654 mW/m ²	0,0074 %



Wiesbaden, Coulinstraße beim Autoparkhaus				
2.1	Innenmessung, 1. OG, Abstand 70m		55,70 mW/m ²	0,5832 %
2.2	Außenmessung, Abstand 50m	0,0206 %	2,713 mW/m ²	0,0371 %
2.3	Außenmessung, Abstand 100m	0,0897 %	6,951 mW/m ²	0,1269 %
2.4	Außenmessung, Abstand 150m	0,1073 %	18,36 mW/m ²	0,2248 %



Bad Schwalbach, Stadtwald, Kreuzung B 260/L3374				
3.1	Außenmessung, Abstand 50m	0,01058 %	0,520 mW/m ²	0,01075 %
3.2	Außenmessung, Abstand 100m	0,00634 %	0,258 mW/m ²	0,00532 %
3.3	Außenmessung, Abstand 150m	0,00610 %	0,135 mW/m ²	0,00235 %
3.4	Außenmessung, Abstand 200m	0,00965 %	0,433 mW/m ²	0,00916 %
3.5	Außenmessung, Abstand 500m	0,00406 %	0,014 mW/m ²	0,00029 %



Frankfurt/Harheim, Am Wetterhahn					
4.1	Gottesdienstraum 1. OG.			0,509 mW/m ²	0,01023 %
4.2	Spielplatz Kita, Abstand 100m	0,8507 %	0,07602 %	4,315 mW/m ²	0,08951 %
4.3	Kita, Raum „Oase“, Abstand 100m			0,715 mW/m ²	0,01458 %
4.4	Am Wetterhahn 5, 2. OG, Abstand 80m			2,943 mW/m ²	0,05873 %



Frankfurt a. M., Am Weingarten 35					
5.1	Kita, Werkraum 2. OG, Abstand 30m			1,140 mW/m ²	0,0171 %
5.2	Kita, Spielplatz, Abstand 30m	0,6492 %	0,0125 %	2,757 mW/m ²	0,0406 %
5.3	Sofienschule, Schulhof, Abstand 150m	0,8520 %	0,0766 %	1,945 mW/m ²	0,0347 %
5.4	Am Weingarten 28, 4. OG, Abstand 20m			4,936 mW/m ²	0,0762 %



Hofheim/Wallau, Am Rheingauer Weg 16					
6.1	Taunusblick-Schule, 1. OG., Abstand 250m			0,101 mW/m ²	0,00204 %
6.2	Schulhof, Abstand 200m		0,00116 %	0,025 mW/m ²	0,00048 %
6.3	Rüdesheimer Str. 21, Sauna, Abstand ca. 50m			0,065 mW/m ²	0,00137 %
6.4	Spielplatz, Abstand 100m		0,03006 %	1,257 mW/m ²	0,02652 %



Heppenheim, Lehrstraße 24					
7.1	Lehrstr. 24, unter der Anlage, 6. OG			0,110 mW/m ²	0,00130 %
7.2	Lehrstr. 25, 2. OG, Abstand 40m			0,422 mW/m ²	0,00590 %
7.3	Lehrstr. 25, 1. OG, Abstand 40m			0,090 mW/m ²	0,00103 %
7.4	Außenmessung, Abstand 150m		0,00479 %	1,254 mW/m ²	0,01415 %
7.5	Lehrstr. 8, Balkon, 4. OG, Abstand 30m			15,76 mW/m ²	0,1719 %



Dieburg, Samuel-Morse-Straße					
8.1	Landrat Gruber-Schule, 3. OG, Abstand 1000m			0,569 mW/m ²	0,00697 %
8.2	Außenmessung Bushaltestelle, Abstand 10m		0,00232 %	0,292 mW/m ²	0,00382 %
8.3	Außenmessung, Abstand 100m		0,00566 %	1,416 mW/m ²	0,01488 %
8.4	Außenmessung, Abstand 200m		0,01460 %	1,428 mW/m ²	0,02088 %

Eine wichtige Größe für die Beurteilung möglicher Wirkungen von Hochfrequenzfeldern auf den Menschen ist die Leistungsflussdichte (siehe Seite 8). Sie wird in Watt pro Quadratmeter (W/m^2) bzw. Milliwatt pro Quadratmeter (mW/m^2) angegeben. Die Leistungsflussdichte ist das Maß für die pro Zeiteinheit transportierte Energie, die beim Auftreffen auf eine bestimmte Fläche biologische Wirkungen, z. B. Erwärmung, hervorrufen kann.


Messorte, Leistungsflussdichte und Grenzwerte


Gesamtimmission aller Funkquellen an Außenmesspunkten, nach Reg TP-Verfahren		Mobilfunk-Immission, max. Anlagenauslastung	
Grenzwertausschöpfung Frequenzbereich 9 kHz – 10 MHz	Grenzwertausschöpfung Frequenzbereich 100 kHz – 3 GHz	Summe Leistungsflussdichte	Grenzwertausschöpfung

Groß-Gerau, Gernsheimer Straße 8					
	9.1	Friedrichstr. 45, 3. OG, Abstand 100m		7,376 mW/m ²	0,0991 %
	9.2	Friedrichstr. 45, 2. OG, Abstand 100m		2,133 mW/m ²	0,0232 %
	9.3	Gernsheimer Str. 8, unter der Anlage, 7. OG		0,561 mW/m ²	0,0095 %
	9.4	Elisabethenstr. 3, Abstand 200m	0,0158 %	1,731 mW/m ²	0,0246 %


Bad Homburg, Hindenburgring 18						
	10.1	Kita Spielplatz, Abstand 100m	0,7389 %	0,7591 %	3,890 mW/m ²	0,0769 %
	10.2	Kita, Teddy-Gruppe, Abstand 90m			0,231 mW/m ²	0,0039 %
	10.3	Außenmessung, Abstand 200m	1,0543 %	0,0388 %	6,057 mW/m ²	0,0989 %
	10.4	Ditigheimerstraße 21, unter der Anlage, 14. OG	2,4544 %	2,5028 %	1,316 mW/m ²	0,0158 %


Hanau, August-Bebel-Straße 10 und Forsthausstraße 11						
	11.1	Kita Friedrich-Fröbel-Str., EG, Abstand 100m			0,542 mW/m ²	0,00953 %
	11.2	Kita, Spielplatz, Abstand 100m		0,00385 %	1,261 mW/m ²	0,01469 %
	11.3	Friedrich-Fröbel-Str. 11a, 6. OG, Abstand 100m			10,56 mW/m ²	0,14834 %
	11.4	Forsthausstraße 11, 9. OG, Abstand 15 m			119,1 mW/m ²	1,2863 %

Erbach, Gerhart-Hauptmann-Straße 18-20						
	12.1	Kita Spielplatz, Abstand 200m		0,00682 %	0,136 mW/m ²	0,00272 %
	12.2	Außenmessung, Abstand 20m		0,0083 %	1,314 mW/m ²	0,02748 %
	12.3	Außenmessung, Abstand 90m		0,00869 %	0,556 mW/m ²	0,01146 %
	12.4	Außenmessung, Rolleweg, Abstand 180m		0,00552 %	0,388 mW/m ²	0,00668 %

Dietzenbach, Philip-Reis-Straße 17						
	13.1	An der S-Bahn-Trasse, Abstand 200m	0,3144 %	0,01232 %	0,812 mW/m ²	0,01574 %
	13.2	Am Bahndamm, Abstand 200m		0,13005 %	2,789 mW/m ²	0,05700 %
	13.3	Gegenüber Bushaltestelle, Abstand 200m	1,753 %	0,01450 %	1,020 mW/m ²	0,02078 %
	13.4	An der Bushaltestelle, Abstand 200m	1,730 %	0,6357 %	1,530 mW/m ²	0,03110 %

Dietzenbach, Neckarstraße 5						
	14.1	Treppenhaus, 8. OG, unter der Anlage			0,097 mW/m ²	0,00196 %
	14.2	Neckarstraße 5, Treppenhaus, 6. OG			0,058 mW/m ²	0,00115 %
	14.3	Kinderspielplatz, Abstand 70 m	0,5218 %	0,5262 %	0,611 mW/m ²	0,01263 %
	14.4	S-Bahn-Haltestelle, Abstand 150 m	0,4284 %	0,4383 %	0,662 mW/m ²	0,0117 %

Friedberg, Am Güterbahnhof						
	15.1	Grundschule Fauerbach, 1. OG., Abstand 150m			0,271 mW/m ²	0,00457 %
	15.2	Schulhof, Abstand 150m			0,581 mW/m ²	0,01175 %
	15.3	Am Herrengarten, Abstand 50m		0,00197 %	0,399 mW/m ²	0,00669 %
	15.4	Am Herrengarten, Abstand 100m		0,00263 %	0,425 mW/m ²	0,00794 %

Darmstadt, Heimstättenweg 66-68						
	16.1	Kita Spielwiese, Abstand 80m		0,00148 %	0,397 mW/m ²	0,00767 %
	16.2	Heimstättenweg 81 b, 1. OG, Abstand 30m			1,031 mW/m ²	0,01654 %
	16.3	Heimstättenweg, Abstand 150m		0,006287 %	1,226 mW/m ²	0,02536 %
	16.4	Heimstättenweg 81 c, 2. OG, Abstand 30m			1,484 mW/m ²	0,03058 %
	16.5	Kita, Bärengruppe, Abstand 100m			0,050 mW/m ²	0,00104 %

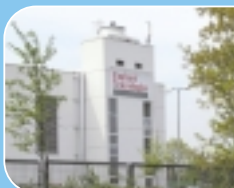
Für verschiedene Frequenzbereiche gelten unterschiedliche Grenzwerte. Deshalb ist für die Bewertung, ob die Gesamtimmission den Grenzwert für die Leistungsflussdichte einhält, ein aufwändiges Rechenverfahren notwendig. Die TÜV-Ingenieure ermittelten für jede Frequenz den gültigen Grenzwert, gewichteten damit die zugehörigen Messwerte und summierten diese Werte auf. Das Ergebnis ist der Grad der Grenzwert-Ausschöpfung der Gesamtimmission in Prozent. Das angewandte Verfahren zur Auswertung der Messergebnisse ist in einer Richtlinie der International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) festgelegt und wurde von der Europäischen Union in der „Empfehlung des Rates zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern“ übernommen.

Messorte, Leistungsflussdichte und Grenzwerte


Gesamtimmission aller Funkquellen an Außenmesspunkten, nach Reg TP-Verfahren		Mobilfunk-Immission, max. Anlagenauslastung	
Grenzwertausschöpfung Frequenzbereich 9 kHz – 10 MHz	Grenzwertausschöpfung Frequenzbereich 100 kHz – 3 GHz	Summe Leistungsflussdichte	Grenzwertausschöpfung




Offenbach, Starkenburgring 66 (Städtisches Krankenhaus)					
17.1	Krankenhaus-Kita, Spielplatz, Abstand 250m	0,9934 %	0,0195 %	5,534 mW/m ²	0,1023 %
17.2	Krankenhaus-Kita, 1. OG, Abstand 250m			1,652 mW/m ²	0,03163 %
17.3	Krankenhaus, 14. OG, unter der Anlage			0,531 mW/m ²	0,00751 %
17.4	Krankenhaus, 14. OG, unter der Anlage			0,099 mW/m ²	0,00172 %



Gießen, Max-Eyth-Straße 1					
18.1	Spielplatz Kita, Abstand 80m		1,137 %	14,75 mW/m ²	0,281 %
18.2	Sportraum Kita, Abstand 100m			0,576 mW/m ²	0,01157 %
18.3	Heyerweg 37, 3. OG, Abstand 150m			1,390 mW/m ²	0,01766 %
18.4	Heyerweg 37, EG, Abstand 150m			0,173 mW/m ²	0,00287 %




Gießen, Eichgärtenallee 106 / 108					
19.1	Tennisanlage, Abstand 200m		0,008996 %	0,831 mW/m ²	0,01688 %
19.2	Eichgärtenallee 106, 10. OG, Abstand 50m			0,559 mW/m ²	0,00688 %
19.3	Eichgärtenallee 106, 6. OG, Abstand 50m			0,136 mW/m ²	0,00255 %
19.4	Eichgärtenallee 106, EG, Abstand 50m			0,074 mW/m ²	0,00144 %




Wetzlar/Naunheim					
20.1	Im Kleinfeld 27, Abstand 200m			1,249 mW/m ²	0,0168 %
20.2	Außenmessung, Abstand 30m		0,1691 %	16,72 mW/m ²	0,2493 %
20.3	Außenmessung, Abstand 60m		0,0859 %	40,54 mW/m ²	0,4560 %
20.4	Gastraum „Schauinsland“, unter der Antenne			2,109 mW/m ²	0,0226 %
20.5	Außenmessung, Abstand 40m		0,0664 %	4,847 mW/m ²	0,0562 %
20.6	Außenmessung, Abstand 80m		0,0551 %	5,875 mW/m ²	0,0908 %



Limburg, Auf dem Schafsberg					
21.1	Krankenhaus St. Vincenz, 7. OG, Kinderstation			0,102 mW/m ²	0,00197 %
21.2	Hubschrauberlandeplatz, Abstand 50m		2,205 %	0,184 mW/m ²	0,00231 %
21.3	Tielemannschule Schulhof, Abstand 200m		0,006865 %	0,074 mW/m ²	0,00155 %
21.4	Tielemannschule 2. OG, Abstand 200m			0,352 mW/m ²	0,00703 %



Marburg, Jakob-Kaiser-Straße 1+2					
22.1	Kinderspielplatz, Abstand 150m		0,04626 %	3,748 mW/m ²	0,07877 %
22.2	Heedwig-Jahnnow-Straße 47-49, offenes Treppenhaus, 3. OG, Abstand 150m		0,1576 %	19,36 mW/m ²	0,41 %




Lauterbach Gartenstrasse 15					
23.1	Gartenstr. 27 Gesundheitsamt, Abstand 100m			0,132 mW/m ²	0,00277 %
23.2	Außenmessung, Gartenstr., Abstand 10m		0,00349 %	0,047 mW/m ²	0,00082 %
23.3	Außenmessung, Gartenstr., Abstand 50m		0,00699 %	0,554 mW/m ²	0,01161 %
23.4	Außenmessung, Gartenstr., Abstand 100m		0,01051 %	0,793 mW/m ²	0,01648 %
23.5	Außenmessung, Gartenstr., Abstand 150m		0,01004 %	0,763 mW/m ²	0,01589 %
23.6	Außenmessung, Gartenstr., Abstand 200m		0,02419 %	1,571 mW/m ²	0,03300 %

In einer Voruntersuchung ermittelten die Messexperten des TÜV Nord nach den Vorgaben der Reg TP den bestgeeigneten Standort für das Mess-Equipment. Das Verfahren stellt sicher, dass die Experten genau dort messen, wo die lokal größte Immission zu erwarten ist. Bei den Messungen mit speziellem Fokus auf die Mobilfunkimmissionen kommt zusätzlich die Schwenkmethode zur Anwendung (siehe Seite 8). Aufgrund der beiden genannten Vorgehensweisen beschreiben die Messpunkte in der Regel ein Gebiet von bis zu 10 Metern Durchmesser oder umfassen im Innenbereich einen oder mehrere Räume.

Messorte, Leistungsflussdichte und Grenzwerte

Gesamtmission aller Funkquellen an Außenmesspunkten, nach Reg TP-Verfahren		Mobilfunk-Immission, max. Anlagenauslastung	
Grenzwertausschöpfung Frequenzbereich 9 kHz – 10 MHz	Grenzwertausschöpfung Frequenzbereich 100 kHz – 3 GHz	Summe Leistungsflussdichte	Grenzwertausschöpfung




Kassel, Obere Königsstraße 8, Rathaus			
24.1 Rathaus, 8. OG, unter der Antenne			2,1 mW/m ² 0,031 %
24.2 Rathaus, 4. OG, Abstand 75m			5,86 mW/m ² 0,112 %
24.3 Friedrichsplatz, Abstand 150m	0,0629 %	1,87 mW/m ²	0,021 %
24.4 Vor dem Rathaus, Abstand 70m	0,00378 %	0,76 mW/m ²	0,0084 %




Kassel, Hohe Feldstraße 15			
25.1 Dornländer Weg 29, 1. OG, Abstand 50m		0,659 mW/m ²	0,014 %
25.2 Dornländer Weg 29, EG, Abstand 50m		0,537 mW/m ²	0,014 %
25.3 Dornländer Weg 29, 1. OG, Abstand 50m		1,45 mW/m ²	0,0308 %
25.4 Dornländer Weg 29, EG, Abstand 50m		0,56 mW/m ²	0,0119 %
25.5 Außenmesspunkt, Abstand 100m	0,118 %	3,54 mW/m ²	0,03835 %



Kassel, Wilhelmine-Halberstadt-Straße 1			
26.1 Ludwig-Erhardt-Str., Abstand 50m	0,00262 %	1,96 mW/m ²	0,021 %
26.2 Gegenüber Ludwig-Erhardt-Str. Abstand 100m	0,00623 %	4,526 mW/m ²	0,04695 %
26.3 Ludwig-Erhardt-Str., Abstand 150m	0,00741 %	16,94 mW/m ²	0,169 %
26.4 Gesundheitszentrum Marbachshöhe, 2. OG, Abstand 70m		15,27 mW/m ²	0,1548 %



Fulda, Adenauerstraße 7				
27.1 Adenauerstr. 7, 14. OG			3,255 mW/m ²	0,063 %
27.2 Adenauerstr. 7, 6. OG			1,546 mW/m ²	0,0211 %
27.3 Adenauerstr. 7, 1. OG			0,155 mW/m ²	0,00255 %
27.4 Kita hinter Adenauerstr. 7, Spielzimmer			0,137 mW/m ²	0,0025 %




Fulda, Lyonel-Feininger-Straße, ehemaliger Sickels-Tower				
28.1 Pestalozzi Schule, 1. OG, Abstand 180m			0,682 mW/m ²	0,0122 %
28.2 Spielplatz Pestalozzi Schule, Abstand 150m	0,00782 %	3,451 mW/m ²	0,0386 %	
28.3 Außenmessung, Abstand 50m	0,0259 %	6,34 mW/m ²	0,0858 %	
28.4 Außenmessung, Abstand 100m	0,0353 %	24,29 mW/m ²	0,2628 %	
28.5 Außenmessung, Abstand 150m	0,0604 %	83,52 mW/m ²	0,8728 %	



Bad Hersfeld, Wehnebergerstraße 10a				
29.1 Kindergarten Spielplatz, Abstand 40m	0,0031 %	0,097 mW/m ²	0,0011 %	
29.2 Kindergarten, Bastelraum, Abstand 20m		0,156 mW/m ²	0,0022 %	
29.3 Lingg-Schule, Schulhof, Abstand 100m	0,0027 %	0,089 mW/m ²	0,0011 %	
29.4 Lingg-Schule, 2. OG, Abstand 30m		0,28 mW/m ²	0,0037 %	



Eschwege, Heubergstraße / Kasseler Straße				
30.1 Wendekreis bei Kasseler Str. 69, Abstand 100m	9,982 %	0,040 mW/m ²	0,00084 %	
30.2 Kasseler Str. 69, 1. OG, Abstand 200m		1,123 mW/m ²	0,024 %	
30.3 Kasseler Str. 69, 1. OG, Abstand 110m		0,117 mW/m ²	0,0025 %	
30.4 Kasseler Str. 30, 1. OG, Abstand 300m		0,095 mW/m ²	0,0019 %	
30.5 Kasseler Str. 43, EG, Abstand 150m		0,061 mW/m ²	0,0012 %	
30.6 Kasseler Str. 87, 1. OG, Abstand 150m		0,065 mW/m ²	0,0012 %	



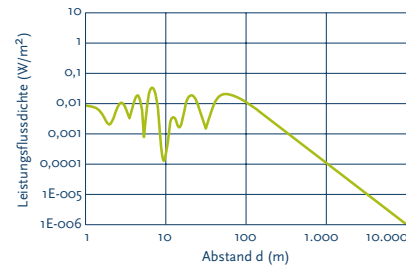
Korbach, Strother Straße 41				
31.1 Zimmermann-Sportplatz, Abstand 100m	0,00675 %	0,202 mW/m ²	0,0042 %	
31.2 Kita, Ruheraum, Abstand 150m		0,080 mW/m ²	0,0014 %	
31.3 Metallbau Becker, 1. OG, Balkon, Abstand 150m		0,075 mW/m ²	0,0013 %	
31.4 Kita, Eingangsbereich, Abstand 150m	0,00126 %	0,015 mW/m ²	0,00027 %	

Weiter weg bedeutet nicht unbedingt geringere Immissionen

Ausbreitungsverhalten im Nahbereich

Die Physik sagt, dass mit steigendem Abstand von der Antenne das elektrische Feld sehr schnell schwächer wird. Obwohl diese Gesetzmäßigkeit natürlich auch beim Mobilfunk stimmt, sind in der Praxis einige Besonderheiten zu beachten, die die Felder beeinflussen. Randbedingungen wie die Bebauung, die Landschaftsform und vor allem die technischen Eigenschaften der Mobilfunkantennen gehen nämlich nicht in den theoretischen Idealfall ein. Mauern, Bäume oder Hügel schwächen die abgestrahlten Felder ab. Außerdem sendet eine Mobilfunkantenne nicht in alle Richtungen gleich stark. Es gibt vielmehr eine Hauptrichtung und einige Nebenrichtungen.

Die Mitarbeiter des Instituts für Mobil- und Satellitentechnik berechneten anhand der Abstrahleigenschaften den theoretischen Verlauf der Leistungsflussdichte einer typischen Mobilfunkantenne. Die nebenstehende Abbildung zeigt den Verlauf der Leistungsflussdichte mit zunehmendem Abstand. Das Auf und Ab der Kurve im Bereich von 0 bis 150 Meter zeigt den Einfluss des Nebenzipfels der Antenne. Bei einer Entfernung von

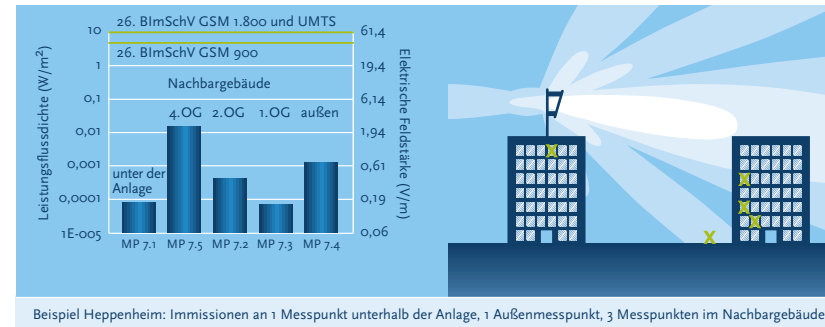


rund 150 Metern lässt sich ohne Bebauung und über einer ebenen Fläche die prognostizierte, stetige Abnahme der Leistungsflussdichte über die Entfernung beobachten.

Auch bei den Messungen in der Wilhelmine-Halberstadt-Straße in Kassel kann man den Einfluss der Abstrahlcharakteristik erkennen. Die Messergebnisse zeigen, dass die Leistungsflussdichte in einer Entfernung von 150 Metern mit $16,9 \text{ mW/m}^2$ etwa 9 mal größer ist als bei einem Abstand von nur 50 Metern, obwohl an beiden Messorten freie Sicht auf die Antenne besteht. Die Messpunkte in 50 und 100 Metern Entfernung von der Antenne liegen offenbar außerhalb des Hauptstrahles, wobei ein Nebenzipfel bei 100 Metern für einen etwas höheren Wert als bei 50 Metern sorgt. Der Messpunkt in 150 Metern Abstand vom Sender scheint im Einflussbereich des Hauptstrahles zu liegen. Würde man in noch größeren Entfernungen messen, könnte man die theoretisch prognostizierte kontinuierliche Abnahme der Leistungsflussdichte beobachten.

Entscheidend ist der Höhenunterschied

Bewertung



Höhenabhängigkeit

Obwohl Mobilfunknetze so aufgebaut sind, dass die Versorgung überall eine möglichst gleichbleibende Qualität hat, gibt es bei genauerer Betrachtung durchaus lokale Unterschiede hinsichtlich der Stärke der Immission. Ursache dafür ist die gerichtete Abstrahlung der elektromagnetischen Felder von Mobilfunkantennen. Diese bewirkt, dass die Leistungsflussdichte an einem Messpunkt nicht allein von der Entfernung zum Sender abhängt, sondern ebenso vom Höhenunterschied zwischen Antenne und Messort.

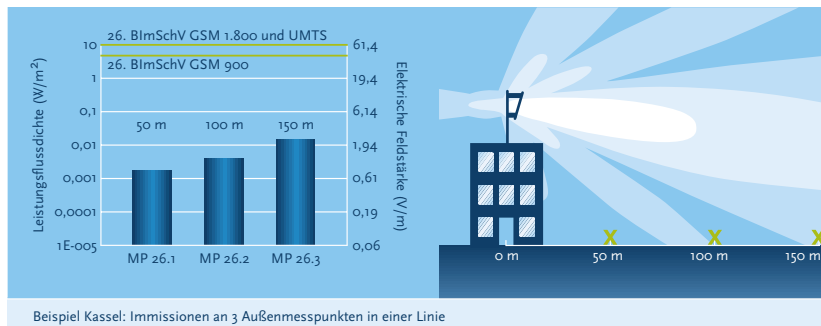
Mobilfunkantennen haben eine Hauptsenderichtung, die meist leicht nach unten geneigt ist. Fachleute sprechen von „Downtilt“. In der Vertikalen weist der Hauptsendebereich nur einen geringen Öffnungswinkel auf, ist also „gerichtet“. Betrachtet man den Sendebereich von der Seite, so ähnelt die Form dem Lichtkegel eines Leuchtturms. Man spricht daher auch vom Leuchtturm-Effekt. Aus technischen Gründen hat die Antenne neben der Hauptsenderichtung auch noch einige Nebensenderichtungen, auch Nebenzipfel genannt. Sie transportieren aber deutlich weniger Energie als die Felder der Hauptsenderichtung.

Die Immission an einem Ort ist abhängig davon, ob der Messort innerhalb oder außerhalb der Hauptsenderichtung liegt. Wie sich die relative Lage des Standorts zur Sendeanlage auswirkt, lässt sich beispielhaft anhand der Felder der Anlage am Standort in der Lehrstraße 24 in Heppenheim verdeutlichen.

Ermittelt wurden die Immissionen innerhalb des Gebäudes, auf dessen Dach sich die Sendeanlage befindet, sowie in zwei benachbarten Häusern und im Außenbereich. Die Bedeutung des relativen Höhenunterschieds zur Antenne erkennt man anhand zweier Messungen in einem Nachbargebäude. Obwohl beide Messorte in etwa gleicher Entfernung zur Basisstation liegen und auch die Dämpfungsverhältnisse vergleichbar sind, war die Immission im 2. Obergeschoss des Nachbargebäudes etwas höher als die im 1. Obergeschoss. Offensichtlich befindet sich der weiter oben liegende Messort näher an der Hauptsenderichtung der Antenne als der tieferliegende.

Die stärkste Immission fanden die Experten in einem anderen Nachbargebäude im 4. Obergeschoss. Dieser Messort befindet sich anscheinend direkt in der Hauptsenderichtung. Die ermittelte Leistungsflussdichte liegt auch an diesem Standort trotz der Nähe und seiner Ausrichtung zur Antenne mit $15,6 \text{ mW/m}^2$ weit unterhalb des gesetzlich zulässigen Grenzwerts.

Fazit: Der von verschiedenen Kommunen geforderte Sicherheitsabstand von 100 bis 150 Metern zu Kindergärten oder Schulen ist zweifelhaft. Aufgrund der Abstrahlcharakteristik der Antennen treten innerhalb dieses Bereiches oft geringere Immissionen auf als außerhalb.



Fazit: Ein wichtiger Einflussfaktor für die Stärke der lokalen elektromagnetischen Felder ist der Höhenunterschied. Denn Antennen haben eine ausgeprägte Abstrahlcharakteristik, die vertikal nur einen geringen Öffnungswinkel hat. Vor allem die Orientierung zur Hauptstrahlrichtung ist entscheidend.

Wände, Decken und Fenster schwächen Mobilfunkfelder

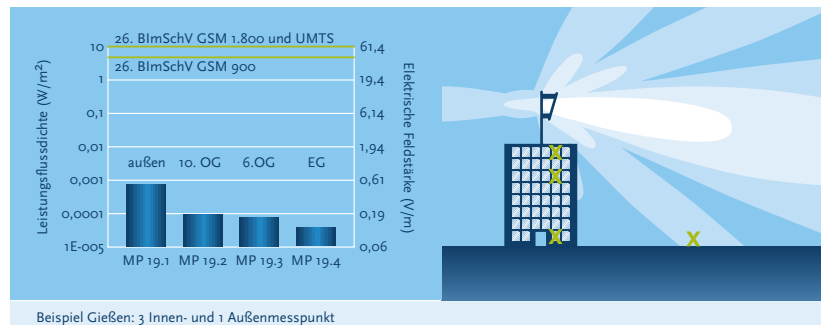
Gebäudedämpfung

Innerhalb von Gebäuden spielt die Dämpfung bei der Ausbreitung von elektromagnetischen Feldern eine große Rolle. Beton, Ziegel, Glas, Stahl – die bei uns verwendeten typischen Baumaterialien schwächen die Felder stark ab. Vor allem Stahlbeton trägt wegen seiner in der Mauer untergebrachten Stahlarmerung zu einer großen Dämpfung bei. Außerdem gilt: je dicker die Mauern, die die Felder durchdringen müssen, umso geringer die Feldstärke im Inneren des Hauses.

Den Einfluss der Gebäudedämpfung illustrieren Messungen in Gießen am Standort Eichgärtenallee 106. Dort befindet sich die Antennenanlage auf dem Dach eines 10-geschossigen Hochhauses.

Das Ergebnis der Auswertung: Bereits im obersten Stockwerk direkt unterhalb der Antenne liegt die Leistungsflussdichte weit unterhalb der zulässigen

Fazit: Innerhalb von Gebäuden sind die Mobilfunkfelder meist schwächer als an Außenmesspunkten in vergleichbarer Entfernung. Grund dafür ist die Dämpfung durch die verwendeten Baumaterialien. Neben Beton, Ziegelstein, Holz und Stahl tragen auch beschichtete Glasfenster zu einer Dämpfung der elektromagnetischen Felder bei.



Beispiel Gießen: 3 Innen- und 1 Außenmesspunkt

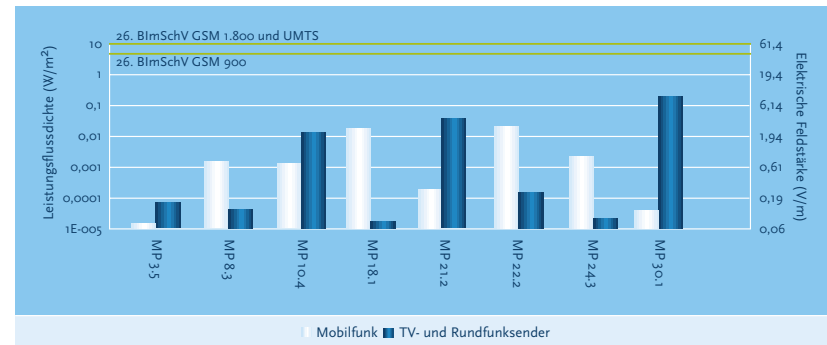
Grenzwerte. Ein Vergleich mit den Daten eines in 200 Meter Entfernung im Freien mit direkter Sicht auf die Antenne liegenden Messpunkts zeigt außerdem, dass sämtliche im Gebäude gemessenen Leistungsflussdichten unterhalb der Werte liegen, die im Außenbereich gemessen wurden. Neben der Gebäudedämpfung kommt hier der Einfluss einer besonderen Sendeeigenschaft von Mobilfunkantennen zum Tragen: Nach unten geben die Antennen nur einen sehr kleinen Teil der Leistung ab, der weit aus geringer ist als in der Hauptsenderichtung.

Den Einfluss der Gebäudedämpfung erkennt man besonders deutlich beim Vergleich der Messergebnisse in verschiedenen Stockwerken. Je niedriger das Stockwerk gelegen ist, in dem sich der Messort befindet, desto geringer ist die registrierte Immission. Im Erdgeschoss liegt die elektrische Leistungsflussdichte mit 0,036 mW/m² etwa 3 mal niedriger als im zehnten Obergeschoss, wo ein Wert von 0,104 mW/m² gemessen wurde.

Wie stark die Dämpfung durch ein Dach, eine Mauer oder eine Decke ist, hängt in erster Linie vom verwendeten Baustoff ab. Eine stahlbewehrte Betondecke verringert elektromagnetische Felder weitaus stärker als Dachziegel. Aber nicht nur Mauern und Dächer vermindern die Leistungsflussdichte. Auch beschichtete Fenster oder Thermofenster können die Mobilfunkwellen stark abschwächen. Der Umstand, ob ein Fenster geöffnet oder geschlossen ist, kann deshalb die Höhe des elektromagnetischen Feldes in einem Raum durchaus beeinflussen.

Mobilfunkanteil an der Gesamtmission ist oft gering

Bewertung



Mobilfunk im Vergleich zu anderen Immissionsquellen

Der Mobilfunk macht nur einen kleinen Anteil im Mix von Hochfrequenzfeldern aus, die uns umgeben. Auch Radio- und TV-Sender, Schnurlostelefone oder der Rettungsfunk (BOS) erzeugen elektromagnetische Felder. Sie alle tragen zur Gesamtmission an den einzelnen Messorten bei. Um einen Überblick darüber zu erhalten, führten die Messingenieure an einigen Standorten eine Gesamterfassung durch. Das heißt, sie zeichneten die Immissionen aller Hochfrequenzquellen wie Radio, TV oder Schnurlostelefone auf.

Es zeigte sich, dass Mobilfunkfelder oft nur einen verschwindend kleinen Anteil zum Gesamtergebnis beitragen. Am Standort Heubergstraße/Kasseler Straße in Eschwege befindet sich beispielsweise ein über 50 Meter hoher Antennenmast, auf dem sich verschiedene Sendeanlagen befinden. Die in 100 Metern Entfernung vom Mast ermittelten Leistungsflussdichten zeigen ein eindeutiges Ergebnis: Die Immissionen, die nicht von Mobilfunksendeanlagen stammten, sind 5000 Mal höher als die GSM- und UMTS-Immissionen. Die Frequenzanalyse der Messwerte ergibt, dass der Großteil der Immissionen im UKW-Frequenz-Bereich liegt.

Nicht ganz so große, aber dennoch deutliche Unterschiede stellten die Experten am Standort auf dem Schafsberg in Limburg fest. Auf dem Dach des Parkhauses des St. Vincenz-Krankenhauses liegt die Leis-

tungsflussdichte der Mobilfunksender mit 0,18 mW/m² gerade einmal bei 4 Prozent der Immissionen aus anderen Quellen, die sich zu einem Betrag von 44 mW/m² summieren.

An einigen Standorten wiederum sind die Mobilfunkfelder stärker als die Felder anderer Quellen. An den Messorten im Rathaus in Kassel, in der Kindertagesstätte in der Nähe des Standorts Max-Eyth-Straße in Gießen und in der Samuel-Morse-Straße in Dieburg beispielsweise tragen die Sendeanlagen von Mobilfunkbetreibern mehr zur Gesamtmission bei als die anderen Sender.

Unabhängig davon, welche Quelle den größten Beitrag zur Leistungsflussdichte liefert, liegen sämtliche hier genannten Messwerte weit unterhalb der gesetzlich gültigen Grenzwerte.

Fazit: In der Regel machen die Mobilfunkfelder nur einen Teil der Gesamtmission aus. Befindet sich ein Radio- oder TV-Sender in der Umgebung, sind dessen Immissionen oftmals deutlich höher als die der Mobilfunkantennen auf dem Nachbarhaus.

Vergleichbares Verhalten von UMTS- und GSM-Feldern

Feldverteilung in der Umgebung von UMTS-Antennen

Seit 2004 sind in Deutschland vier UMTS-Netze in Betrieb. Im Rahmen der Messreihe in Hessen wurden die Immissionen der neuen Sendeanlagen erstmals seit ihrem Start unter Praxisbedingungen gemessen.

UMTS- und GSM-Netze unterscheiden sich in Bezug auf das Übertragungsverfahren, sind aber ähnlich in Bezug auf die Eigenschaften der verwendeten Antennen und die Sendeleistungen. Der für UMTS genutzte Frequenzbereich liegt mit 2100 MHz nur etwas über dem für GSM (1800 MHz) genutzten Frequenzband. Diese „Frequenznähe“ macht die Wellenausbreitung der beiden unterschiedlichen Netztechnologien vergleichbar.

Die vorliegenden Messergebnisse lassen erkennen, dass UMTS- und GSM-Immissionen im unmittelbaren Umfeld der Antennen das gleiche Richtungs- und Ausbreitungsverhalten zeigen. Anschaulich wird das am Beispiel des Standorts in der Wiesbadener Coulinstraße. Am Messort, der 50 Meter vom UMTS-Antennenstandort entfernt liegt, beträgt die Leistungsflussdichte $1,69 \text{ mW/m}^2$. Sie ist damit geringer

als die am 150 Meter entfernten Messort, der sich in der Hauptsenderichtung befindet. Dort stellten die Experten eine Leistungsflussdichte von $14,4 \text{ mW/m}^2$ fest. Das Ausbreitungsverhalten im Nahfeld der UMTS-Antennen folgt also den gleichen Grundsätzen wie in den GSM-Netzen (siehe Seite 20).

Beim direkten Vergleich der GSM- und UMTS-Immissionen gilt, dass diese aufgrund der nahezu identischen Wellenausbreitung und der vergleichbaren Sendeleistungen im Mittel übereinstimmen. An einzelnen Messorten kann abhängig von der örtlichen Situation die Feldstärke des einen oder des anderen Mobilfunkdienstes überwiegen. Hier nehmen insbesondere eine unterschiedliche Ausrichtung der Sendantennen oder abweichende Formen der Antennendiagramme Einfluss.

Die Messungen zeigen, dass durch den Regelbetrieb der vier neuen UMTS-Netze die Gesamtmission der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks, wie erwartet, leicht ansteigt. Dennoch werden an allen Standorten nur Bruchteile des zulässigen Grenzwerts ausgeschöpft.

Zusammenfassung

Die elektromagnetischen Felder von Mobilfunk-sendern liegen weit unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte. Selbst der größte ermittelte Wert in Hessen erreicht nur 1,3 Prozent des gültigen Grenzwerts bezogen auf die Leistungsflussdichte. Die Mehrheit der Messwerte liegt auch nach der Inbetriebnahme der neuen UMTS-Netze unterhalb von 0,1 Prozent.

Bei einer Prognose der an einem Messpunkt vorliegenden Immissionssituation darf man die Einflussfaktoren für die Immission nie isoliert betrachten. Es ist unabdingbar, die verschiedenen Phänomene zu kennen und ihre Wirkungen miteinander zu verzahnen.

Einflussfaktoren für elektromagnetische Felder ...

Folgende Parameter haben Einfluss auf die gesamte an einem Ort vorliegende Leistungsflussdichte bzw. die elektrische Feldstärke:

Entfernung von der Mobilfunk-Sendeanlage

Relative Höhe zur Mobilfunk-Sendeanlage, d.h. Lage in der Hauptstrahlrichtung oder außerhalb

Abschattung durch Dach, Mauern, Häuser, Bäume, Hügel

Bebauung in der Umgebung

Abgestrahlte Sendeleistung der Mobilfunkantenne

Antennentyp, Ausrichtung und Downtilt der Mobilfunkantennen

DECT-Telefone, Radio- und TV-Systeme in der näheren Umgebung

Andere am Messort vorhandene Funksysteme (z.B. Polizeifunk, Rettungsfunkdienste, Taxifunk etc.)

... und die Immissions-situation vor Ort

Daraus ergeben sich folgende Konsequenzen für die tatsächlich auftretende Immissions-situation vor Ort:

Eine pauschale Forderung nach einem Schutz-abstand von 100 Metern zu Orten „sensibler“ Nutzung ist zweifelhaft.

Höhenunterschied und Ausrichtung zur Anlage sind entscheidend für die Höhe der Immission.

Die Immission im Gebäude durch eine Anlage auf dem Dach ebendieses Gebäudes ist oftmals vergleichsweise gering und nimmt von Etage zu Etage weiter ab.

Das Verhältnis von Mobilfunkimmissionen zu anderen Quellen, wie Rundfunk, TV oder Schnurlostelefonen nach dem DECT-Standard, hängt von der konkreten Situation ab. DECT-Telefone an den Messstandorten können teilweise die gleichen Immissionen wie Mobilfunkantennen verursachen.

Aufgrund ihrer „Frequenznähe“ ist die Wellenausbreitung von UMTS- und GSM-Antennen vergleichbar.

Fazit: Aufgrund ihrer „Frequenznähe“ ist die Wellenausbreitung von UMTS- und GSM-Antennen vergleichbar. An einzelnen Messorten trägt abhängig von der örtlichen Situation einmal die eine, ein anderes Mal die andere Technologie mehr zur Gesamtmission bei.

„Es gibt keinen begründeten Verdacht auf Gesundheitsrisiken unterhalb der in Deutschland gültigen Grenzwerte“



Prof. Dr. med. Thomas Eikmann,

Direktor des Instituts für Hygiene und Umweltmedizin und Leiter des Hessischen Zentrums für Klinische Umweltmedizin am Klinikum der Justus-Liebig-Universität Gießen.

Im Rahmen seiner zahlreichen umweltepidemiologischen Forschungsprojekte zur Belastung von Schadstoffen und Lärmbelastung beschäftigt sich der Autor insbesondere auch mit der Einwirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen wie dem Auftreten von unspezifischen Symptomen.

Gesundheitliche Bedeutung von Mobilfunkfeldern

Von Prof. Dr. med. Thomas Eikmann

Der Betrieb von Mobilfunkbasisstationen wird in der Öffentlichkeit häufig mit Befindlichkeitsstörungen oder Gesundheitsbeschwerden in Zusammenhang gebracht. Dabei werden immer wieder Stimmen laut, die vor einem raschen Ausbau der Mobilfunknetze warnen und auf die fehlenden Kenntnisse über mögliche gesundheitliche Auswirkungen der beim Mobilfunk verwendeten elektromagnetischen Felder (EMF) hinweisen.

Zu Verunsicherungen in der Bevölkerung hinsichtlich der Auswirkungen des Mobilfunks führen nicht zuletzt Berichte von niedergelassenen Ärzten, die einen Anstieg von schweren und chronischen Erkrankungen in Zusammenhang mit der „Belastung“ durch den so genannten Elektrosmog sehen.

Auch Erfahrungsmedizin gibt keine Hinweise

Aus wissenschaftlicher Sicht haben diese Beobachtungen keine belastbare Basis. Die Vielzahl der genannten spezifischen und unspezifischen Symptome und Erkrankungen sind in der Bevölkerung allgemein weit verbreitet und ihre Verursachung konnte bisher nicht oder nur sehr eingeschränkt auf elektromagnetische Felder zurückgeführt werden. Die bisher vorliegenden Berichte aus der so genannten Erfahrungsmedizin geben somit keine Hinweise auf die Gefährlichkeit oder Ungefährlichkeit von EMF. Sie führen eher zu einer verstärkten Verunsicherung der Bevölkerung und leisten in den Augen vieler Wissenschaftler und Fachärzte keinen Beitrag zur Aufklärung.

Es gibt inzwischen weltweit eine große Anzahl von wissenschaftlich fundierten Studien hinsichtlich der

Einwirkung schwacher hochfrequenter EMF auf den Menschen. Unumstritten sind dabei die so genannten thermischen Effekte, die zu einer lokalen Temperaturerhöhung der Haut führen. Daneben werden aber eine Reihe von „athermischen“ (nicht wärmeverursachten) Wirkungen diskutiert. Sie beziehen sich vor allem auf die Veränderung von Hirnströmen, kognitiven Leistungen und Schlafparametern, auf das Auftreten von Befindlichkeitsstörungen (Schlaflosigkeit, Konzentrationsstörungen, Tinnitus), auf die Beeinflussung der Hormonausschüttung (insbesondere Melatonin), auf die Öffnung der Blut-Hirn-Schranke sowie auf eine Änderung des Ionen-transportes durch Membranen (z.B. Kalzium). Alle zur Aufklärung dieser vermuteten Effekte durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen geben keine Hinweise auf einen gesundheitlich bedenklichen Einfluss von EMF auf den Menschen. So liegen die auftretenden Veränderungen zum Teil im natürlichen biologischen Schwankungsbereich, waren also nicht besonders ausgeprägt. Zudem konnten einzelne Beobachtungen in neueren Untersuchungen nicht bestätigt werden.

Heutiger Wissensstand: kein Einfluss auf Gesundheit

Insgesamt ist auf der Basis des heutigen Wissensstands davon auszugehen, dass durch die schwachen EMF allenfalls minimale Effekte ausgelöst werden können, die aber keinen Einfluss auf die Gesundheit haben. Hinsichtlich des Auftretens von Erkrankungen in der Bevölkerung liegen derzeit keine konsistenten Ergebnisse vor, die einen Zusammenhang mit den EMF des Mobilfunks nach-

weisen. Die bislang bekannten Wirkmechanismen dieser Erkrankungen (z.B. Herzinfarkt, Leukämien oder Morbus Alzheimer) sind so unterschiedlich, dass ein Einfluss von EMF auf ihre Entstehung nicht gefolgert werden kann. Die Bewertungen der vorliegenden Daten durch die Deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) und die Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) führen zu der Aussage, dass die bestehenden Grenzwerte zum Schutz der Bevölkerung vor EMF als wissenschaftlich korrekt und zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung als voll ausreichend einzustufen sind. Eine Absenkung der deutschen Grenzwerte etwa auf das Niveau der „Schweizer Grenzwerte“ wäre wissenschaftlich nicht haltbar, da es keinen begründeten Verdacht auf Gesundheitsrisiken unterhalb der in Deutschland gültigen Grenzwerte der 26. BImSchV (Verordnung über elektromagnetische Felder) gibt.

Die jetzt vorliegenden Messwerte aus Hessen zeigen, dass die Grenzwerte der 26. BImSchV nicht nur eingehalten, sondern auch deutlich um das Zehn- bis Hundertfache unterschritten werden. Um den in der Bevölkerung noch immer bestehenden Verunsicherungen zielführend zu begegnen, ist es sinnvoll, Bürgerinnen und Bürger auf einer gesicherten, wissenschaftlich fundierten Basis zu informieren und sie über die vorliegenden Erkenntnisse – sowohl in Bezug auf die tatsächliche Stärke der EMF in ihrem Wohn- und Aufenthaltsbereich als auch hinsichtlich der tatsächlichen Wirkungen auf den Menschen – objektiv und umfassend aufzuklären.

Sie interessieren sich für die Messergebnisse Ihrer Stadt und möchten die TÜV-Ergebnisse einsehen? Dann besuchen sie uns auf www.izmf.de. Dort steht der TÜV-Bericht Hessen für Sie zum Herunterladen bereit. Für weitere Fragen stehen wir Ihnen unter unserer kostenlosen telefonischen Infohotline 0800 330 3133 gerne auch zum persönlichen Gespräch zur Verfügung.

Ansprechpartner

Weitere Informationen

Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation (Reg TP)
Tulpenfeld 4, 53113 Bonn
Postfach 80 01, 53105 Bonn
Tel.: (+49) 228 - 14 0
Fax: (+49) 228 - 14 8872
E-Mail poststelle@regtp.de
www.regtp.de

Bundesamt für Strahlenschutz
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Postfach 10 01 49, 38201 Salzgitter
Tel.: (+49) 1888 - 333 0
Fax: (+49) 1888 - 333 1885
www.bfs.de

Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung ICNIRP
c/o Bundesamt für Strahlenschutz
Ingolstädter Landstraße 1, 85746 Oberschleißheim
Tel.: (+49) 1888 - 333 2156
Fax: (+49) 1888 - 333 2155
www.icnirp.de

Deutsche Strahlenschutzkommission (SSK)
Geschäftsstelle beim Bundesamt für Strahlenschutz
Postfach 12 06 29, 53048 Bonn
Tel.: (+49) 1888 - 305 3731
Fax: (+49) 1888 - 305 3779
www.ssk.de

EMV Services GmbH

Ein Tochterunternehmen der TÜV NORD Gruppe
Dr. Ernst Sauer
Harburger Schlossstraße 6-12
21079 Hamburg
Tel.: (+49) 40-76629-3422
Fax: (+49) 40-76629-506
www.emv-services.de

Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik (IMST GmbH)

Dr. Christian Bornkessel
Carl-Friedrich-Gauß-Straße 2
47475 Kamp-Lintfort
Tel.: (+49) 2842-981 100
Fax: (+49) 2842-981 199
www.imst.de

Institut für Hygiene und Umweltmedizin

Prof. Dr. Thomas Eikmann
Friedrichstraße 16
35392 Gießen
Tel.: (+49) 641-99-41451
Fax: (+49) 641-99-41459
www.med.uni-giessen.de/hygiene/

Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden
Tel.: (+49) 611-815-0
Fax: (+49) 611-815-1941
www.hmulv.hessen.de

Impressum

Herausgeber und verantwortlich für den Inhalt:
Informationszentrum Mobilfunk e.V.

Verantwortlich für die Messergebnisse:
TÜV NORD/EMV Services GmbH

Stand: Juni 2004