

„EMF-Messprojekt Berlin“:

Umfangreiche Immission der Umgebung v Mobilfunksende

Matthias Wuschek, Christian Bornkessel

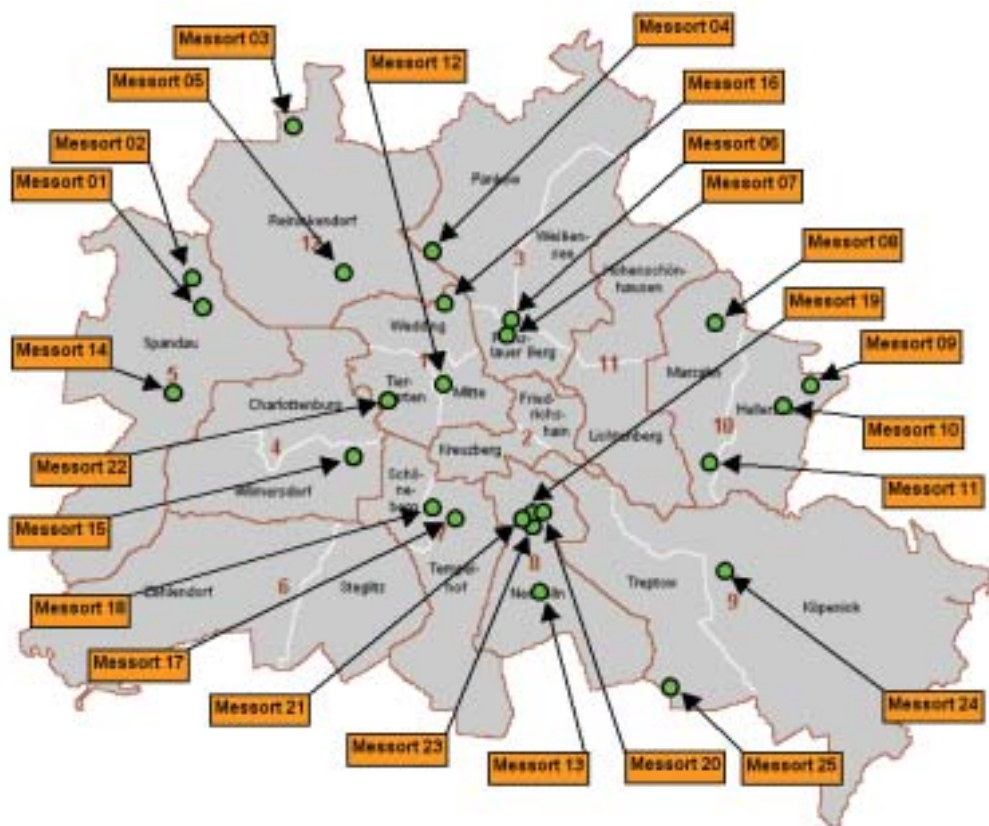


Abb. 1: Verteilung der Messorte im Stadtgebiet von Berlin

nsuntersuchungen in on GSM- und UMTS- anlagen



Abb. 2: Beispiel für einen Messort (Dachterasse), der sich sehr nahe an einer Mobilfunkantenne befindet.

Projektbeschreibung

Unter dem Namen „EMF-Messprojekt Berlin“ wurde im Frühjahr 2004 eine umfangreiche Messkampagne in der Umgebung von GSM- und UMTS-Mobilfunksendeanlagen im Stadtgebiet von Berlin durchgeführt. Aufgabenstellung der Untersuchungen war, die Größe der Immissionen an Punkten in unmittelbarer Umgebung von Mobilfunksendeanlagen eingehend zu analysieren. Es stand dabei nicht im Vordergrund, die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte zu überprüfen. Dies wird bereits durch die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) im Rahmen des Standortbescheinigungsverfahrens ausreichend konservativ durchgeführt.

Zusätzlich zu den Feldern des GSM- und UMTS-Mobilfunks wurden an den Messpunkten auch die Immissionen ermittelt, die dort von Sendern für Rundfunk und Fernsehen sowie von Schnurlostelefonssystemen (DECT-Standard) erzeugt werden. Insbesondere die Immissionen des neuen digitalen Fernsehens (DVB-T), das seit 2003 in Berlin als erstem Bundesland in Deutschland flächendeckend ausgestrahlt wird, sollten mit in die Erfassungen einbezogen werden.

Absicht dieser Messaktion war es nicht, mittels der Messungen die durchschnittliche Immission der Bürger Berlins bezüglich hochfrequenter Felder zu bestimmen. Vielmehr geht es bei diesem Projekt um Immissionsmessungen an Orten in unmittelbarer Umgebung von Mobilfunksendeanlagen (Abstand typischerweise kleiner als 150 Meter). Die Messpunkte wurden also bewusst in Zonen gelegt, in denen mit überdurchschnittlich hohen Immissionen durch Mobilfunksender gerechnet werden muss (Abbildung 1 zeigt einen typischen Messpunkt). Der Hauptgrund für diese Vorgabe zur Messpunktauswahl ist die Tatsache, dass die meisten Anfragen und Beschwerden bei den zuständigen Umweltämtern der Stadt von Bürgern stammen, die in unmittelbarer Nähe zu Mobilfunksendeanlagen wohnen. Daher erscheint es sinnvoll, mittels der hier durchgeführten Untersuchungen insbesondere dieses Immissionsszenario näher zu beleuchten. Insgesamt wurden für die Messungen 25 Messorte festgelegt (siehe Abbildung 2). Dort wurden Immissionsmessungen an insgesamt 55 Punkten durchgeführt, wobei sich 60 Prozent der Messpunkte im Inne-

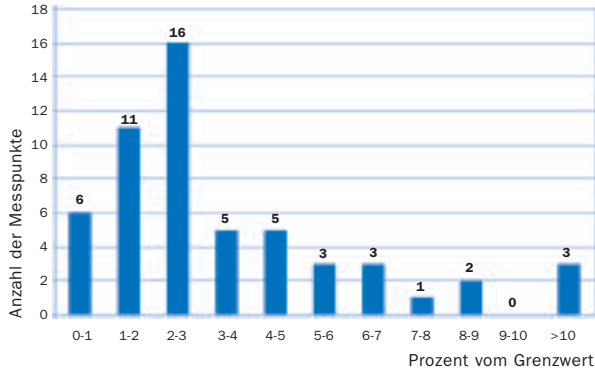


Abb. 3: Verteilung der Messergebnisse (Elektrische Feldstärke in Prozent vom Grenzwert nach 26. BImSchV)

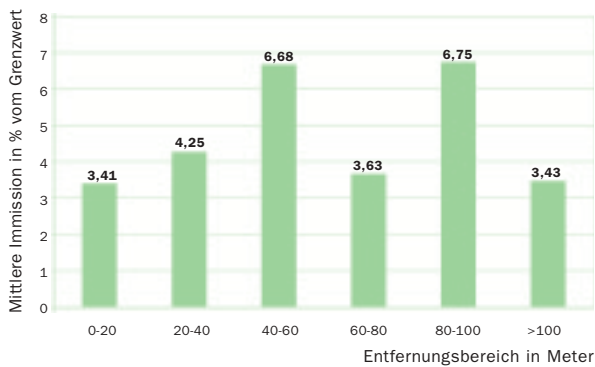


Abb. 4: Durchschnittliche Mobilfunkimmissionen (elektrische Feldstärke in Prozent vom Grenzwert) in Abhängigkeit vom Abstand zur Antenne

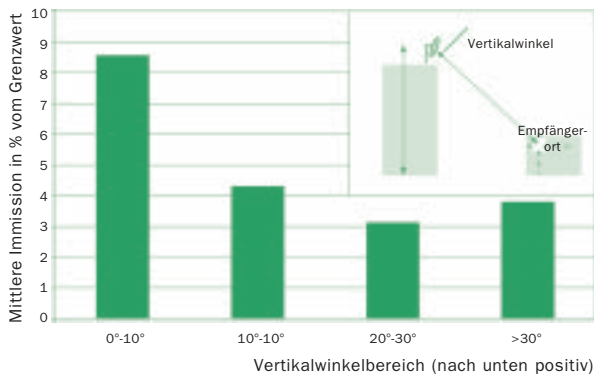


Abb. 5: Durchschnittliche Mobilfunkimmissionen (elektrische Feldstärke in Prozent vom Grenzwert) in Abhängigkeit vom Vertikalwinkel zwischen Messpunkt und Antenne

ren von Gebäuden befanden. Langzeitmessungen über einen Zeitraum von bis zu sieben Tagen an insgesamt sieben Messpunkten lieferten zusätzlich ein Bild über die zeitliche Variabilität der Immissionen, verursacht durch die betrachteten Funksendeanlagen.

Weiterhin bestand die Aufgabe, die Resultate des „EMF-Messprojektes Berlin“ nicht nur zahlenmäßig zu dokumentieren, sondern auch intensiv auszuwerten, beispielsweise hinsichtlich des Einflusses von verschiedenen Faktoren auf die Größe der Immission. Zusätzlich wurden die durch Messung gefundenen Immissionswerte auch mit den Resultaten von Prognoseberechnungen verglichen.

Die Ergebnisse dieses Projektes sollen die Senatsverwaltung von Berlin sowie die Bezirksumweltämter unterstützen, wenn es um die Beantwortung häufig gestellter Fragen bezüglich der Größenordnung und der räumlichen Verteilung von Immissionen durch Mobilfunksender geht.

Somit handelt es sich bei dem „EMF-Messprojekt Berlin“ um die bundesweit erste umfangreiche Messkampagne, bei der neben den etablierten Funksystemen auch die neuen Technologien UMTS und DVB-T in Bezug auf ihre Immissionen untersucht wurden.

Fragstellungen

Konkret sollen die Resultate des „EMF-Messprojektes Berlin“ bei der Beantwortung der folgenden Fragen hilfreich sein:

- Wie groß, im Vergleich zum gesetzlichen Grenzwert, sind die Immissionen, verursacht durch Mobilfunksendeanlagen, an Punkten in unmittelbarer Nähe zu den Antennenstandorten (Abstand typisch kleiner 150 Meter)?
- Wie verteilen sich die Immissionen auf GSM- bzw. UMTS-Sendeanlagen?
- Wie groß ist die Spannweite der Immissionen durch Mobilfunksendeanlagen (d.h. welche Immission ist am Messpunkt minimal möglich, bzw. welche Immission entsteht bei derzeitigem Ausbauzustand sowie bei Maximalausbau der verursachenden Anlagen)?
- Ist eine Abhängigkeit der Immission von Entfernung bzw. Sichtverbindung zur verursachenden Station erkennbar?



- Ist ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der in der Umgebung betriebenen Mobilfunkanlagen und der Größe der am Messpunkt gefundenen Immission zu erkennen?
- Ergibt sich eine Abhängigkeit der Größe der Immission vom Vertikalwinkel, unter dem der Messpunkt vom Antennenstandort aus gesehen erscheint?
- Welche Immissionen erzeugen an den Messpunkten, im Vergleich zum Mobilfunk, die regionalen Sendeanlagen für den AM-Rundfunk, das UKW- und DAB-Radio, das digitales Fernsehen (DVB-T) sowie Schnurlostelefone (DECT-Standard)?
- Wie verhalten sich die messtechnisch gefundenen Mobilfunkimmissionen im Vergleich zu den Resultaten aus rechnerischen Immissionsprognosen?

Im folgenden sollen einige wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung kurz vorgestellt werden. Eine ausführliche Dokumentation des „EMF-Messprojektes Berlin“ findet sich in [8].

Messverfahren

Die Messungen wurden frequenzselektiv mit Spektrumanalysator und kalibrierten Antennen durchgeführt. Eine Ausnahme bilden allerdings die UMTS-Immissionen. Hier wurde das unten näher beschriebene „codeselektive Messverfahren“ angewendet. Aufgrund von Abschattungen und Interferenzen schwanken die Feldstärkewerte örtlich erheblich. Das Messverfahren muss daher so ausgelegt sein, dass Unterbewertungen der Immissionen vermieden werden, d.h. zuverlässig der im Bereich des Messortes herrschende Maximalwert der elektrischen Feldstärke bestimmt wird. Diese Maximalwertsuche wurde mit der „Schwenkmethode“ durchgeführt. Dabei wird das ganze Messvolumen mit einer handgeführten Messantenne langsam abgetastet, wobei gleichzeitig die Vorzugsrichtung und die Polarisationsrichtung der Messantenne variiert werden [1,2]. Während des gesamten Abtastvorganges wird das Spektrum mit der „Maximum Hold“-Funktion des Messgerätes kontinuierlich erfasst. Erfahrungsgemäß sind dabei Erfassungszeiten von ein bis zwei Minuten ausreichend, um im gegebenen Volumen die Maximalfeldstärke der

zu messenden Signale zu finden. Der Hauptvorteil dieses Verfahrens liegt in seiner unproblematischen Durchführbarkeit. Für die Überblicksmessung vor Ort wurde zusätzlich ein Breitbandfeldstärkemessgerät mit isotroper Sonde verwendet.

Bei derartigen Immissionsmessungen muss mit einer Messunsicherheit von typisch 3 dB (d.h. etwa 41 % bezüglich der Feldstärke) gerechnet werden [1,2]. Gründe dafür sind z. B. unvermeidbare Restfehler bei der Kalibrierung der Messantennen und -kabel, die entsprechende Messtoleranz des Messgerätes und die Unsicherheit der Probennahme. Da alle gefundenen Immissionswerte sehr deutlich unter dem Grenzwert bleiben, ist es nicht zwingend erforderlich, die Messunsicherheit auf die Messwerte aufzuschlagen. Im Rahmen dieser Messkampagne wurden daher alle gefundenen Immissionswerte nicht um den Betrag der Messunsicherheit erhöht. Dadurch ist auch eine bessere Vergleichbarkeit mit anderen Messkampagnen (z.B. [3]) gegeben.

Hochrechnung auf höchste betriebliche Anlagenauslastung

Die Grenzwerte für elektromagnetische Felder in der Umgebung von Funksendeanlagen sind bei höchster Anlagenauslastung, also in dem Betriebszustand, bei dem in der Umgebung die größtmöglichen elektromagnetischen Felder erzeugt werden, einzuhalten [4]. Für die Praxis bedeutet dies, dass vorhandene zeitliche Schwankungen der abgestrahlten Sendeleistung geeignet berücksichtigt werden müssen, damit sichergestellt ist, dass für jeden betrachteten Ort die maximal auftretende Immission ermittelt wird und nicht etwa eine zum Zeitpunkt der Messung eventuell vorhandene schwächere Feldintensität.

Im Rahmen dieser Messkampagne wurden daher die GSM-Immissionen durch Messung der leistungsstabilen BCCH-Träger (Trägerfrequenz, die u.a. den sogenannten „Broadcast Control Channel“ überträgt) mit anschließender multiplikativer Hochrechnung auf den maximal genehmigten Ausbauzustand bestimmt [1,2,5].

Auch bei UMTS-Stationen schwankt die von der Anlage abgegebene Sendeleistung und damit die Immis-

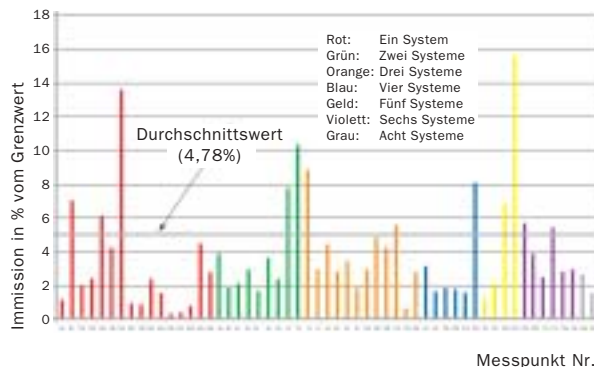


Abb. 6: Mobilfunkimmissionen (elektrische Feldstärke in Prozent vom Grenzwert) im Vergleich zur Ausstattung des verursachenden Standortes

sion in der Umgebung mit der momentanen Auslastung der Anlage. Jedoch existiert auch hier ein Signalisierungssignal (der „Common Pilot Channel“, kurz „CPICH“), das ähnlich wie der BCCH-Träger mit definierter, konstanter Leistung abgegeben wird. Die korrekte Messung des CPICH-Signals bei UMTS gestaltet sich allerdings deutlich schwieriger als die Bestimmung des BCCH-Trägers bei GSM.

Es existieren jedoch seit einiger Zeit Messgeräte auf dem Markt, die in der Lage sind, das Signal einer UMTS-Basisstation zu decodieren und anzugeben, mit welcher Leistung die einzelnen Kanäle empfangen werden („codeselektive Messung“). Unter Zuhilfenahme eines derartigen Gerätes wurde am Messpunkt die Feldstärke jedes vorhandenen CPICH festgestellt. Die Hochrechnung auf die maximale Anlagenauslastung kann dann mittels Multiplikation eines Faktors, der sich aus der aktuell eingestellten Leistung des CPICH und der maximal möglichen Sendeleistung der Anlage ergibt, durchgeführt werden [1,6,7]. In Berlin wurde ein derartiges codeselektives Messsystem, bestehend aus einem Radio Network Analyzer als HF-Frontend und der Steuerungssoftware RFEX von Rohde & Schwarz eingesetzt. Nach unserem Kenntnisstand wurden im Rahmen dieser Messkampagne erstmalig in Deutschland im größeren Stil codeselektive Immissionsmessungen in der Umgebung von UMTS-Mobilfunksendeanlagen durchgeführt.

Immissionen durch Mobilfunk (Summe aus GSM und UMTS)

Es wurden an den 55 Messpunkten Immissionen gemessen, die im Durchschnitt etwa 4,8 Prozent vom Grenzwert betragen (bezogen auf die elektrische Feldstärke, bei Maximalausbau und höchster betrieblicher Anlagenauslastung der verursachenden Stationen). Dieser Wert von etwa 4,8 Prozent darf keinesfalls als repräsentativ für das Stadtgebiet von Berlin gesehen werden. Die Messpunkte lagen meist in unmittelbarer Umgebung von Mobilfunkantennen. Deshalb wurden dort in der Regel auch überdurchschnittlich hohe Immissionswerte ermittelt. Im Mittel wird in Berlin eine deutlich geringere Immission durch Mobilfunk auftreten. An 60 Prozent der Messpunkte wurde eine Mobilfunk-Summenimmission von maximal 3 Prozent vom Grenzwert gefunden. Die restlichen 40 Prozent der Messpunkte liefern Werte über 3 bis 15,6 Prozent vom Grenzwert. Immissionen mit mehr als 10 Prozent vom Grenzwert treten offensichtlich nur in sehr seltenen Einzelfällen auf. Die grundsätzliche Größenverteilung der Messergebnisse ist in Abbildung 3 dargestellt.

Vergleich der Immissionen von GSM und UMTS

Immissionen verursacht durch GSM- bzw. UMTS-Sender halten sich derzeit an den Messpunkten in etwa die Waage. Eine endgültige Aussage über die Immissionsaufteilung ist allerdings im Moment nicht möglich, da die UMTS-Netze in Berlin noch nicht vollständig aufgebaut sind und die Anzahl der Messpunkte in der Umgebung von gemeinsam genutzten GSM- und UMTS-Anlagen für statistisch belastbare Aussagen zu gering war.

Einflussfaktoren für die Größe der Immissionen am Messpunkt

Wie die Auswertung in Abbildung 4 zeigt, liefert in dem hier untersuchten Entfernungsbereich zwischen Mobilfunksendeanlage und Messpunkt (maximal bis etwa 150 Meter) die alleinige Betrachtung des horizontalen Abstandes zwischen beiden kein geeignetes Kriterium zur Beurteilung der Größe der entstehenden Immissionen.

Dagegen kann der Vertikalwinkel, unter dem der Messpunkt von der Antenne der Anlage aus gesehen erscheint, eher als Bewertungsgröße für die entstehenden Immissionen herangezogen werden. Im Mittel ergeben sich bei Orten, die bezüglich der Antenne unter einem flachen Winkel erscheinen (das heißt, der Höhenunterschied zwischen Messpunkt und Antenne ist wesentlich kleiner als die Entfernung zwischen beiden), größere Immissionen als an Orten in vergleichbarer Entfernung, jedoch mit großem Vertikalwinkel bezüglich der Antennen (siehe Abbildung 5). Die größten Immissionen treten also regelmäßig an den Punkten auf, die sich im vertikalen Hauptstrahl der Antennen befinden. Derartige Punkte können durchaus 50 bis 100 Meter vom Anlagenstandort entfernt sein. Im Nahbereich (hier: etwa 0 bis 40 Meter) finden sich nur in bestimmten Ausnahmefällen (z.B. bei Antennen mit geringer vertikaler Bündelung, starker vertikaler Strahlabsenkung oder ausgeprägten Nebenkeulen) überdurchschnittliche Immissionen.

Auch die Anzahl der in der Umgebung installierten Anlagen wird bei den Anwohnern oft für die Bewertung der Größe der Immissionen herangezogen. Die gängige Meinung lautet, dass bei einer großen Anzahl von Antennen die Immissionen in der Umgebung auch besonders hoch sein müssen. Durch die Messergebnisse konnte dieser Zusammenhang nicht belegt werden. Abbildung 6 zeigt deutlich, dass kein Trend in die Richtung erkennbar ist, dass bei Messpunkten mit mehr Funkanlagen im Umfeld auch höhere Immissionswerte festgestellt werden können. Sowohl an den Messpunkten mit nur einem System als auch an den Punkten mit mehreren Systemen in der Umgebung findet man gleichermaßen geringe als auch größere Werte. Als Beurteilungsmaß für die Größe der Immission ist die Anzahl der in der Umgebung installierten Anlagen also offensichtlich kaum geeignet.

Schwankungsbreite der Immissionen an einem Messpunkt

Mobilfunkanlagen geben auch Signale in die Umgebung ab, wenn sie gerade keinen Telefon- bzw. Datenverkehr abwickeln. Festgestellt wurde, dass sich

die Feldstärkeimmission (gegenüber dem Minimalwert bei fehlendem Verkehr) unter Volllast im aktuellem Ausbauzustand der Standorte im Mittel etwa verdoppelt (d. h. die maximale Schwankungsbreite beträgt derzeit etwa 6 dB).

Im Vergleich zum aktuellen Ausbauzustand führen die im Moment noch nicht realisierten, aber bereits von der RegTP genehmigten Kapazitätserweiterungen zu einer Immissionszunahme von durchschnittlich etwa 3 dB. Anders ausgedrückt: Die Mobilfunkanlagen werden derzeit im Mittel mit etwa 50 Prozent der von der RegTP genehmigten Leistung betrieben.

Immissionen, verursacht durch sonstige Funksendeanlagen

Die mittlere Immission, verursacht durch sonstige Funksendeanlagen, ist an den untersuchten Punkten etwa um den Faktor 4,3 (d.h. ca. 12,7 dB) niedriger als die an diesen Punkten gefundene mittlere Immission durch Mobilfunk bei Maximalausbau.

Nur an zwei Messpunkten dominierten die Immissionen, verursacht durch sonstige Funksendeanlagen, gegenüber den Feldern des Mobilfunks.

Diese Dominanz des Mobilfunks gegenüber den sonstigen Funksendeanlagen darf allerdings keinesfalls als repräsentativ für das Stadtgebiet von Berlin gesehen werden. Man bedenke, dass die Messpunkte bewusst in besondere Nähe zu Mobilfunksendeanlagen gelegt wurden und daher grundsätzlich überproportionale Immissionen durch Mobilfunksender zu erwarten waren, während gleichzeitig kein besonderes Augenmerk auf eine besondere Nähe zu sonstigen Funksendeanlagen gelegt wurde.

Immissionen verursacht durch DECT-Telefonsysteme spielten bei dieser Messkampagne eine untergeordnete Rolle. Auch hier muss allerdings berücksichtigt werden, dass kein spezielles Augenmerk auf eine besondere Nähe zu DECT-Anlagen gelegt wurde.

Vergleich mit Messkampagnen aus der Vergangenheit

Es liegt natürlich nahe, die im Rahmen des „EMF-Messprojektes Berlin“ gefundenen Immissionswerte mit den Resultaten aus anderen Messkampagnen zu

vergleichen. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass einzelne Messkampagnen oft nicht direkt vergleichbar sind, da entweder andere Verfahren der Immissionsbestimmung angewendet wurden oder die Messpunktauswahl einen deutlichen Einfluss auf die mittlere Größe der Immissionen ausübt. Beispielhaft wird im folgenden das „EMF-Messprojekt Berlin“ zwei aktuellen Messkampagnen aus Bayern bzw. Baden-Württemberg [9,10] gegenübergestellt, um die Unterschiede zum Berliner Projekt zu verdeutlichen.

In diesen beiden Messkampagnen fanden sich im Mittel deutlich niedrigere Mobilfunkimmissionswerte als bei den Messungen in Berlin (typisch: kleiner 1 Prozent vom Feldstärkegrenzwert). Dies lässt sich jedoch wie folgt aus dem Design der Projekte erklären: Bei diesen beiden Kampagnen wurde nur die aktuelle Immission am Messort ermittelt, es fand keine Hochrechnung auf höchste betriebliche Anlagenauslastung statt. Ein weiterer Grund, warum die Messwerte unterhalb der Berliner Werte lagen, ist die Messpunktauswahl: In Berlin wurde bewusst die Nähe zu Mobilfunksendern gesucht, während in Bayern bzw. Baden-Württemberg aufgrund der zufälligen Messpunktauswahl nur gelegentlich eine Mobilfunkstation in unmittelbarer Nähe des Messpunktes zu liegen kam. Außerdem wurde in Baden-Württemberg aufgrund des festen Messpunktrasters auch außerhalb von Ortschaften auf der freien Wiese bzw. im Wald gemessen. Dies führt zusätzlich zu einer Verringerung der mittleren Größe der Messergebnisse. In Bayern wurden die Messpunkte zwar ausschließlich in Wohngebiete gelegt, der Messaufbau war jedoch nicht geeignet, das Feldstärkemaximum im Messvolumen zu ermitteln. Zusätzlich ist anzumerken, dass bei beiden Messkampagnen nur outdoor in Bodennähe gemessen wurde, also keine Messorte innerhalb von Gebäuden in größerer Höhe (d.h. näher an der vertikalen Hauptsenderichtung der Mobilfunkantennen) gewählt wurden, was ebenfalls die mittlere Immission niedrig hält.

Ziel der Messkampagnen in Bayern und Baden-Württemberg war nicht, die Spannweite der Mobilfunkimmissionen darzustellen, insbesondere war es nicht Aufgabe, die maximal in Wohnbereichen auftre-

tenden Immissionen zu ermitteln, sondern hier ging es um „Umweltmonitoring“. Es sollten durchschnittliche Immissionswerte gesammelt werden, möglichst durch Mittelung über viele, wohl definierte Messpunkte (ca. 900 in Baden-Württemberg bzw. 400 in Bayern), so dass die Möglichkeit besteht, in einigen Jahren die Messungen zu wiederholen, um durch Vergleich der Resultate eine Aussage über eventuelle Veränderungen der mittleren Immission der Bürger treffen zu können. Unterschiedliche Messkampagnen dürfen also niemals unreflektiert miteinander verglichen werden, denn je nach gewähltem Versuchsdesign können deutlich unterschiedliche Expositionswerte ermittelt werden, so dass die Resultate einzelner Messkampagnen nicht mehr ohne weiteres vergleichbar sind.

Literaturverzeichnis

- [1] Länderausschuss für Immissionsschutz „Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV in der Fassung vom 26. März 2004“, 3/2004; Internet: www.lai-immissionsschutz.de
- [2] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung (METAS) „Mobilfunkbasisstationen (GSM), Messempfehlung“, Bern, 2002; Internet: www.umwelt-schweiz.ch/buwal
- [3] Chr. Bornkessel, M. Neikes, A. Schramm „Elektromagnetische Felder in NRW - Untersuchung der Immissionen durch Mobilfunkbasisstationen“ Abschlussbericht, IMST GmbH, Kamp-Lintfort 8/2002
- [4] Bundesrepublik Deutschland „26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ Bundesgesetzblatt Jg. 1996, Teil I, Nr.66, Bonn 20.12.1996.
- [5] M. Wuschek „Feldstärkemessungen in der Umgebung von GSM-Mobilfunkbasisstationen“ EMV 2002; Kongress für Elektromagnetische Verträglichkeit, VDE Verlag GmbH, Berlin, Offenbach 2002, S. 683-692
- [6] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung (METAS) „Mobilfunkbasisstationen (UMTS-FDD), Messempfehlung (Entwurf)“, Bern 9/2003
- [7] M. Wuschek „Feldstärkemessungen in der Umgebung von UMTS-Mobilfunkbasisstationen“, EMV 2004; Kongress für Elektromagnetische Verträglichkeit, VDE Verlag GmbH, Berlin, Offenbach 2004, S. 539-548.
- [8] M. Wuschek, Chr. Bornkessel „EMF-Messprojekt Berlin“, Zusammenfassender Bericht, EM-Institut GmbH, Regensburg, IMST GmbH, Kamp-Lintfort, 8/2004
- [9] J. Bernkopf „Monitoring elektromagnetischer Felder an statistisch ausgewählten Punkten in Bayern“, NIR 2004, 36. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz Köln 9/2004, S. 411-418
- [10] H. Menges, U. Bochtler, R. Eidher, M. Wuschek „Großräumige Ermittlung von Funkwellen in Bayern“, NIR 2004, 36. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz Köln 9/2004, S. 405-410

*Prof. Dr.-Ing. Matthias Wuschek, Fachhochschule Deggendorf,
Dr.-Ing. Christian Bornkessel, IMST GmbH, Kamp-Lintfort*