



Industrie Service

Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.

Gutachten über die Messung und Bewertung mittelfrequenter elektromagnetischer Felder ausgehend von der Beleuchtung

Untersuchungs-
gegenstand: Kindergärten in der
Gemeinde Schwaikheim

Auftraggeber: Bürgermeisteramt Schwaikheim
Marktplatz 2-4
71409 Schwaikheim

Art der Messung: Summarische Messung der elektromagneti-
schen Feldstärke im Frequenzbereich von
100 kHz bis 3000 MHz

Messdatum: 25. Mai 2011

Berichtsnummer: 1 673 320

Bestellzeichen: 18.05.2011, Bgm. Häuser

Sachverständiger: Dr. Thomas Gritsch
Telefon: 089/5791-1110
Telefax: 089/5791-1098
E-Mail: thomas.gritsch@tuev-sued.de

Berichtsumfang: 16 Seiten

Datum: 08. August 2011

Unsere Zeichen:
IS-US5-MUC/dr.gri

Das Dokument besteht aus
16 Seiten
Seite 1 von 16

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung
zu Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.



Abteilung Umwelt Service
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit

Dr. Thomas Gritsch
Öffentlich bestellter und beidigter Sachverständiger für
Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU)

Inhaltsverzeichnis

0	ZUSAMMENFASSUNG	3
1	AUFGABENSTELLUNG	5
2	DURCHFÜHRUNG	5
	2.1 Messverfahren	5
	2.2 Messunsicherheit	5
	2.3 Vorgehensweise bei den Messungen	5
3	BEWERTUNGSGRUNDLAGEN	6
4	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE LEUCHTEN IN DEN UNTERSUCHTEN KINDERGÄRTEN	6
	4.1 Messergebnisse	7
	4.2 Tiefergehende Untersuchung der Leuchte im Kindergarten Lessingstraße	10
5	ANHANG	14
	5.1 Literatur	14
	5.2 Glossar – Verwendete Abkürzungen	15

0 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Gemeinde Schwaikheim beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH die Immissionswerte elektromagnetischer Felder verursacht durch die Beleuchtung in den Kindergärten im Gemeindegebiet messtechnisch zu bestimmen und hinsichtlich der Einhaltung der derzeit in Deutschland gültigen Grenzwerte zu bewerten.

Die Untersuchungen zeigten, dass in vielen der untersuchten Räume in den Kindergärten die installierten Leuchtkörper keinen relevanten Beitrag zur Gesamtimmission mit elektromagnetischen Feldern liefern. Traten jedoch höhere Feldwerte auf, so waren diese in den meisten Fällen auf die Leuchten des Typs 5MJ22271Q der Fa. Siteco zurückzuführen

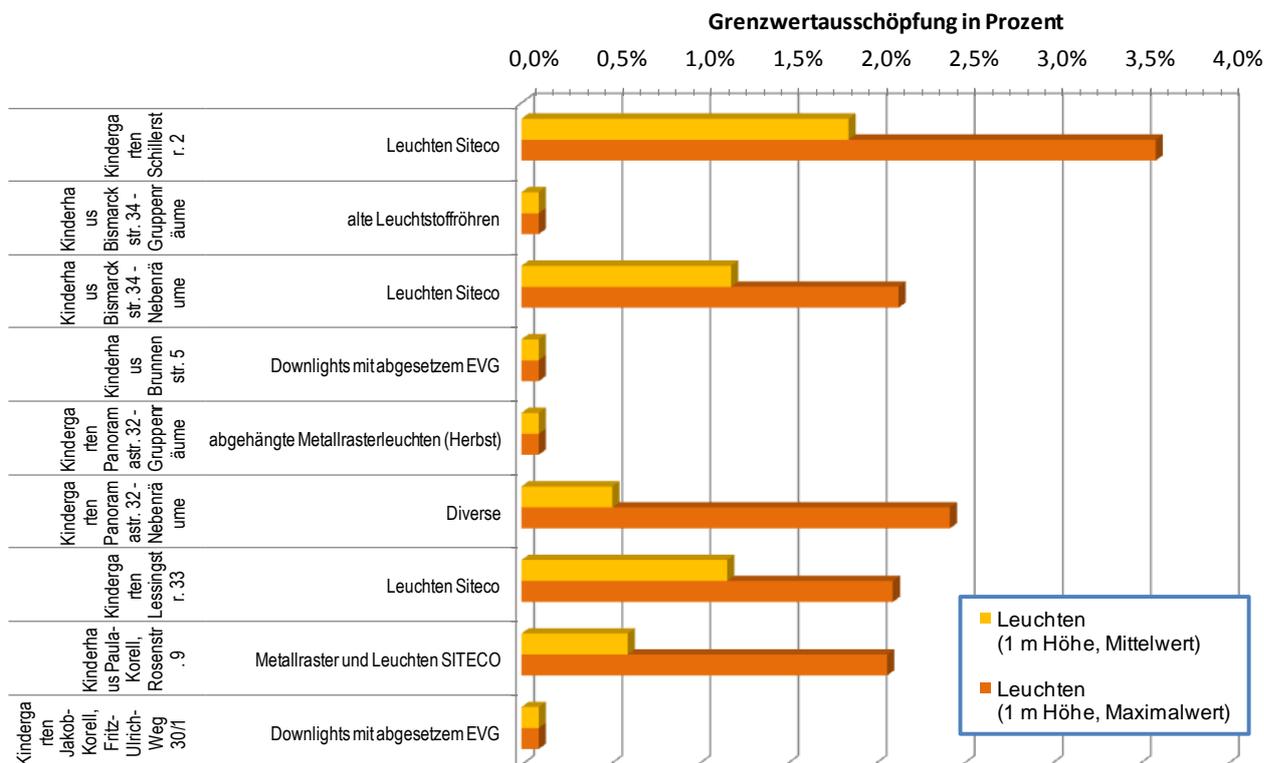


Abb. 1: Übersicht über die mittlere und maximale Feldimmission in 1 m Höhe in den untersuchten Gebäuden jeweilig dem dort vorherrschend eingesetzten Leuchtentyp gegenübergestellt.

Die Ursache der überdurchschnittlichen Abstrahlung elektromagnetischer Felder liegt bei der SITECO-Leuchte vor allem in einem nicht durch einen metallischen Reflektor abgeschirmten elektronischen Vorschaltgerät, wie in Abschnitt 4.2 näher erläutert ist.

Durch den häufigen Einsatz der SITECO-Leuchte in den Kindergärten ergibt sich im Schnitt eine Feldimmissionsbelastung, die etwa doppelt so hoch wie die in vergleichbaren Gemeinden ist. Die höchsten Werte treten dort auf, wo die SITECO-Leuchten entweder in niedrigen Räumen installiert wurden, oder durch Einbauten in den Gruppenräumen der Abstand zu den Leuchten verringert wurde.

Wir empfehlen daher folgende Maßnahmen:

- Ersatz der SITECO-Leuchten durch Leuchten mit Metallrasteroptik oder metallischem Reflektor in den Bereichen mit niedrigen Raumhöhen, längeren Aufenthaltszeiten oder verringerten Abstand durch Einbauten. Dies betrifft folgende Bereiche:
 - Kindergarten Schillerstr., hinterer Teil des Gruppenraums mit niedriger Decke.
 - Kindergarten Lessingstraße, Leuchten oberhalb der Dachwohnung
- Zukünftig sollte darauf geachtet werden, dass mit EVG ausgerüstete Leuchten oder Energiesparleuchten nicht in Einbausituationen (Hängelampen, abgehängte Lampen, Leuchten über Einbauten etc.) eingebaut werden, in denen sich in kurzem Abstand (< 50 cm) Personen aufhalten können.
- Wenn dies nicht vermeidbar ist, sollten vorrangig konventionelle Glühlampen, Hochvolt-Halogenlampen, Downlights mit abgesetztem EVG oder LED zum Einsatz kommen. Auch kann die Beleuchtung über seitliche Strahler oder Spiegelleuchten erfolgen.
- Bei der Neubeschaffung sollten möglichst Leuchten gänzlich ohne, mit abgesetzten oder geschirmten EVG (komplette geerdete Metallkapselung) eingesetzt werden.

1 Aufgabenstellung

Die Gemeinde Schwaikheim beauftragte die TÜV SÜD Industrie Service GmbH die Immissionswerte elektromagnetischer Felder verursacht durch die Beleuchtung in den Kindergärten im Gemeindegebiet messtechnisch zu bestimmen und hinsichtlich der Einhaltung der derzeit in Deutschland gültigen Grenzwerte zu bewerten. Untersucht wurden folgende Gebäude:

1. Kindergarten Schillerstr. 2
2. Kinderhaus Bismarckstr. 34
3. Kinderhaus Brunnenstr. 5
4. Kindergarten Panoramastr. 32
5. Kindergarten Lessingstr. 33
6. Kinderhaus Paula-Korell, Rosenstr. 9
7. Kindergarten Jakob-Korell, Fritz-Ulrich-Weg 30/1

Im Kindergarten Lessingstraße wurden zusätzlich zusammen mit der Elektrofirma Rommel weitergehende Untersuchungen der Leuchten der Firma Siteco durchgeführt.

2 Durchführung

2.1 Messverfahren

Für die Feldstärkemessung wurden folgende Messgeräte eingesetzt:

Gerät	Hersteller	Art	Frequenzbereich	Seriennummer QS-Nummer
EMR300	Wandelt&Goltermann (jetzt Narda)	breitbandiges Strahlungsmessgerät	100 kHz – 3 GHz	AH-0090 QS-51 M 0312
Typ 18	Wandelt&Goltermann (jetzt Narda)	HF-Feldsonde zum EMR300	100 kHz – 3 GHz	C-0033 QS-51 M 0311

Tab. 1: Übersicht über die verwendeten Messeinrichtungen

Alle Messeinrichtungen werden einer regelmäßigen, auf nationale bzw. internationale Normale rückführbaren Kalibrierung unterzogen.

2.2 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit beträgt ± 3 dB (erweiterte Messunsicherheit für $k=2$, d.h. Vertrauensintervall 95%). Hierbei sind sowohl die Unsicherheitsbeiträge für die Kalibrierung der Messeinrichtungen als auch die Unsicherheit der Messung selbst berücksichtigt.

Da die Betriebsfrequenzen der elektronischen Vorschaltgeräte zum Teil unter 100 kHz liegen, werden in diesem Fall mit der durchgeführten Messung nur der Oberwellenanteil berücksichtigt und nicht die komplette Abstrahlung der Leuchte. Die tatsächlichen Emissionen der Lampen können höher sein. Die Messung kann daher nicht eine Laborprüfung der Basisgrenzwerte nach DIN IEC 62493 [15] ersetzen.

2.3 Vorgehensweise bei den Messungen

Die Messung der elektromagnetischen Felder wurde von Herrn Dr. Thomas Gritsch am 25. Mai 2011 durchgeführt.

Die Messung der dreidimensionalen Effektivwerte der elektrischen Feldstärke erfolgte jeweils in 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m und 2,0 m über dem Boden. Auf das Messergebnis erfolgte ein Aufschlag zur Berücksichtigung der Messunsicherheit von jeweils 41 %.

3 Bewertungsgrundlagen

Beleuchtungseinrichtungen unterliegen nicht der 26. Verordnung zum Immissionsschutzgesetz niedergelegt (26. BImSchV). Laut BEFMV [14] sind dann die Referenzwerte der EU-Empfehlung 1999/519/EG, Tabelle 2 [5] anzuwenden. Für den betroffenen Frequenzbereich sind daher folgende Referenzwerte heranzuziehen:

EU-Empfehlung 1999/519/EG - Referenzwerte (Allgemeinbevölkerung)

Frequenz	elektrische Feldstärke E	magnetische Feldstärke H
3 kHz – 10 MHz	87 V/m	5 A/m

Die Einhaltung Basisgrenzwerte der EU-Empfehlung 1999/519/EG wird bei handelsüblichen Leuchtstofflampen nach DIN IEC 62493 [15] in einer Entfernung von 50 cm überprüft. In Gebäuden sind jedoch Situationen vorzufinden, wo dieser Abstand unterschritten wird, wie auch die Messungen in Schwaikheim zeigten.

4 Untersuchungsergebnisse Leuchten in den untersuchten Kindergärten

Moderne Leuchtstoffröhren emittieren mittelfrequente elektromagnetische Felder im Kilohertz-Bereich, die hauptsächlich durch das elektronische Vorschaltgerät (EVG) verursacht werden [10], [15], [16]. Die Felder fallen typischerweise quadratisch mit dem Abstand ab. Folgerichtig nehmen die elektromagnetischen Felder nach oben, in Richtung der Leuchten, deutlich zu (Abb. 2).

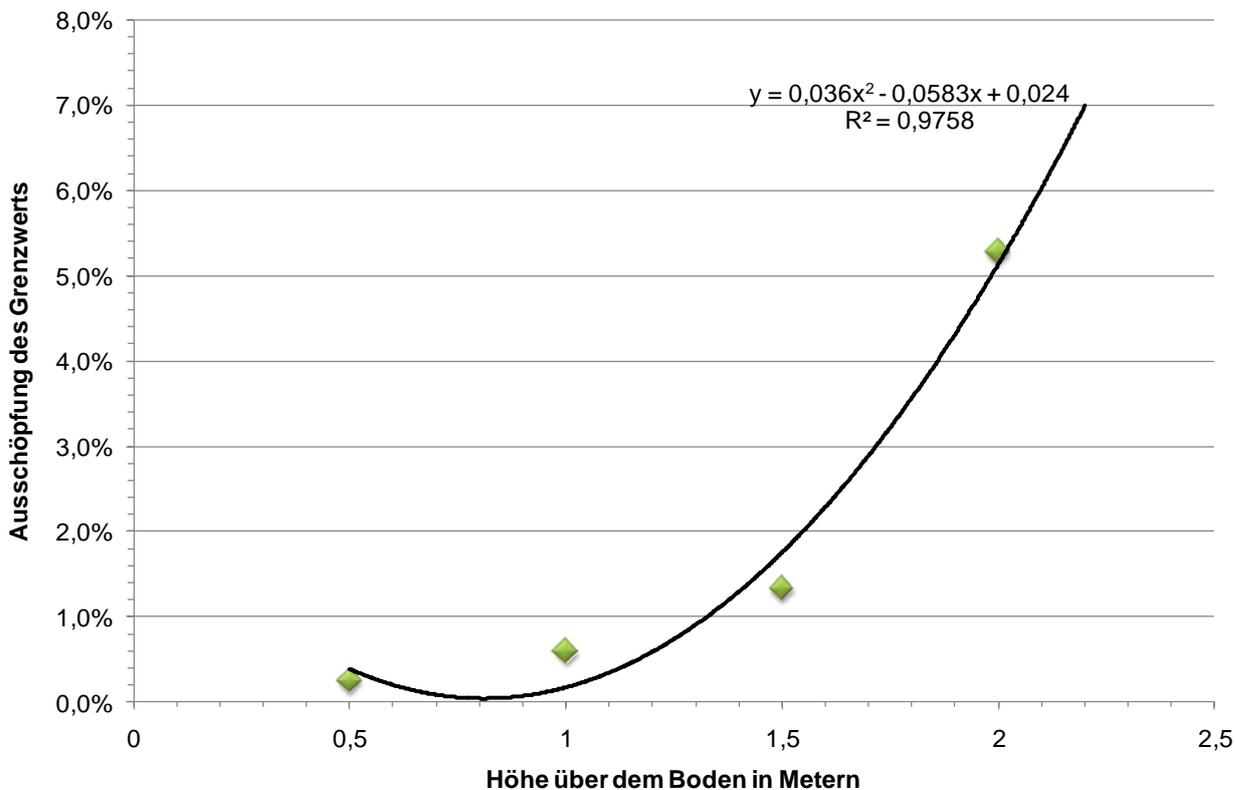


Abb. 2: Ausschöpfung des Grenzwertes mit zunehmender Höhe über dem Boden – Mittelwert über alle in den Kindergärten durchgeführten Messungen.

4.1 Messergebnisse

In den sieben untersuchten Kindergärten in Schwaikheim wurden jeweils in mehreren Räumen die durch die installierten Leuchten verursachten Feldimmissionen untersucht. Die Feldstärkemessergebnisse in der Einheit Volt pro Meter wurden anschließend mit dem Sicherheitszuschlag von 3 dB versehen und in nachfolgender Tabelle als Ausschöpfungsgrad des Referenzwertes in Höhe von 87 V/m für das elektrische Feld nach EU-Richtlinie 1999/519/EG angegeben.

Messorte	Raum	Ausschöpfung des Grenzwerts in Abhängigkeit von der Messhöhe				Lampentyp	
		0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m		
K1.1	Kindergarten Schillerstr. 2	Gruppenraum, vorne, hohe Decke	0,9%	1,6%	2,6%	7,8%	Leuchte Siteco
K1.2		Gruppenraum, hinten, niedrige Decke	1,8%	3,6%	10,6%	41,3%	Leuchte Siteco
K1.3		Büro (1,5 m Abstand zu DECT-Telefon)	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	Metallraster- leuchte
K1.3		Büro (0,3 m Abstand zu DECT-Telefon)		1,9%			Metallraster- leuchte
K2.1	Kinderhaus Bismarckstr. 34	Gruppenraum Kindergarten	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	alte rechteckige Leuchten
K2.2		Flur, Deckenhöhe 2,93 m	0,5%	1,3%	3,9%	10,2%	Leuchte Siteco
K2.3		Flur, Deckenhöhe 2,64 m	0,8%	2,1%	7,2%	21,7%	Leuchte Siteco
K2.4		Kinderkrippenraum	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	alte rechteckige Leuchten
K2.5		kleiner Gruppenraum	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	alte rechteckige Leuchten
K2.6		Werkraum, Raumhöhe 2,97 m	<0,1%	0,2%	0,9%	3,0%	Leuchte Siteco
K3.1	Kinderhaus Brunnenstr. 5	Gruppenraum 2, Raumhöhe 2,58 m	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,2%	Downlights mit abgesetztem EVG
K3.2		Nebenraum zum Gruppenraum 2	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,2%	Downlights mit abgesetztem EVG
K3.3		Foyer	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,2%	Downlights mit abgesetztem EVG
K3.4		Bewegungsraum	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,2%	Downlights mit abgesetztem EVG
K3.5		Büro (DECT Telefon in 1 m Abstand)	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,2%	Downlights mit abgesetztem EVG
K3.6		Nebenraum zum Gruppenraum 1	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,2%	Downlights mit abgesetztem EVG
K3.7		Gruppenraum 1, Raumhöhe 2,76 m	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,2%	Downlights mit abgesetztem EVG

Messorte	Raum	Ausschöpfung des Grenzwerts in Abhängigkeit von der Messhöhe				Lampentyp	
		0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m		
K4.1	Kindergarten Panoramastr. 32	Gruppe 1	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,2%	abgehängte Metall- rasterleuchten (Herbst)
K4.2		Gruppe 1, Plattform	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,2%	abgehängte Metall- rasterleuchten (Herbst)
K4.3		Wickelzimmer	<0,1%	<0,1%	0,2%	0,2%	abgehängte Metall- rasterleuchten (Herbst)
K4.4		Gruppe 2	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,2%	abgehängte Metall- rasterleuchten (Herbst)
K4.5		Flur	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	abgehängte Metall- rasterleuchten (Herbst)
K4.6		Büro	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	abgehängte Metall- rasterleuchten (Herbst)
K4.7		Küche-Raum	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%	abgehängte Metall- rasterleuchten (Herbst)
K4.8		Küche-Spülbecken		2,4%			ESL-Wandleuchte
K4.9		Vorraum	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,5%	abgehängte Metall- rasterleuchten (Staff)
K4.10		Garderobe	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	Metallraster- leuchte
K5.1	Kindergarten Lessingstr. 33	Gruppe 2 (links)	0,5%	1,0%	2,8%	6,8%	Leuchte Siteco
K5.2		Gruppe 2, Ausgang Dachwohnung (30 cm Abstand zu				40,5%	Leuchte Siteco
K5.3		Gruppe 1	0,3%	0,8%	2,3%	6,6%	Leuchte Siteco
K5.4		Flur, Raumhöhe 2,47 m	0,7%	2,1%	7,1%	31,0%	quadratische Leuchte
K5.5		Büro	0,5%	1,9%	6,8%	24,3%	Leuchte
K6.1	Kinderhaus Paula-Korell, Rosenstr. 9	Gruppe 3 (Sternen)	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	Leuchtstoffröhre, alt
K6.2		Gruppe 2 (Sonnen), Raumhöhe 2,9 m	0,9%	1,9%	4,2%	7,5%	Leuchte Siteco
K6.3		Gruppe 1 (Apfel)	<0,1%	<0,1%	0,2%	0,4%	Leuchtstoffröhre, alt
K6.4		Flur vor Gruppe 2, Raumhöhe 2,43 m	0,8%	2,1%	7,0%	29,2%	Leuchte Siteco
K6.5		Hort	<0,1%	0,2%	0,5%	1,4%	Rasterleuchte
K6.6		Küche	<0,1%	0,3%	0,7%	1,9%	Rasterleuchte
K6.7		Multifunktionsraum	0,2%	0,4%	0,9%	1,9%	Rasterleuchte
K6.8		Entspannungsraum	<0,1%	0,2%	0,8%	2,3%	Rasterleuchte
K6.9		Flur vor Hort	<0,1%	<0,1%	<0,1%	0,6%	runde Downlights

Messorte	Raum	Ausschöpfung des Grenzwerts in Abhängigkeit von der Messhöhe				Lampentyp	
		0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m		
K7.1	Kindergarten Jakob-Korell, Fritz-Ulrich- Weg 30/1	Gruppe 1 (Sterne), Raumhöhe 2,85 m	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	runde Downlights mit abgesetztem EVG
K7.2		Halle	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	runde Downlights mit abgesetztem EVG
K7.3		Büro	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	runde Downlights mit abgesetztem EVG
K7.4		Kreativwerkstatt	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	runde Downlights mit abgesetztem EVG
K7.5		Gruppe 2 (Zwerge)	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%	runde Downlights mit abgesetztem EVG

Tab. 2: Übersicht über die Ausschöpfung des Grenzwertes in Abhängigkeit von der Höhe für die untersuchten Räumlichkeiten

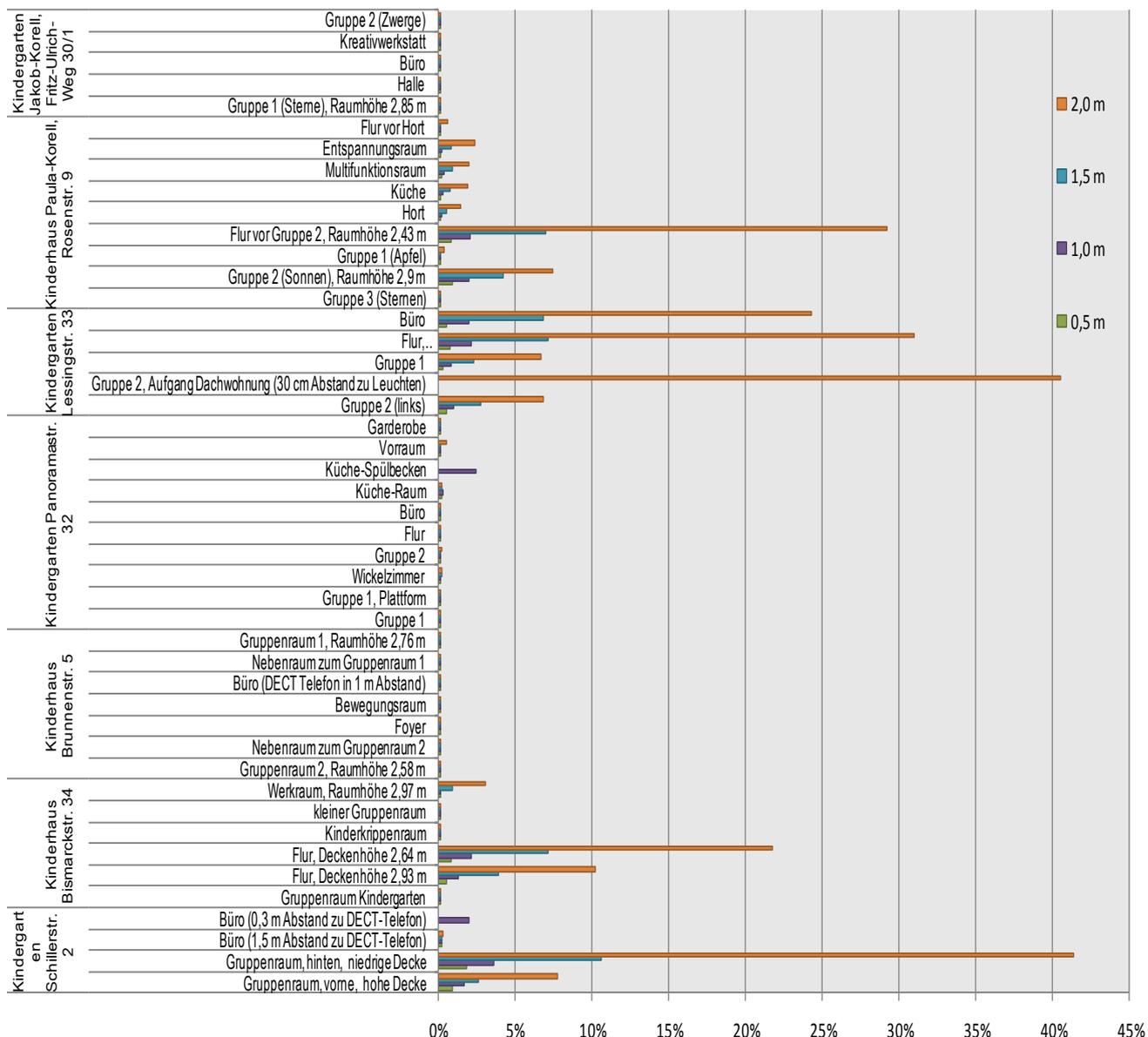


Abb. 3: Übersicht über alle Einzel-Messergebnisse

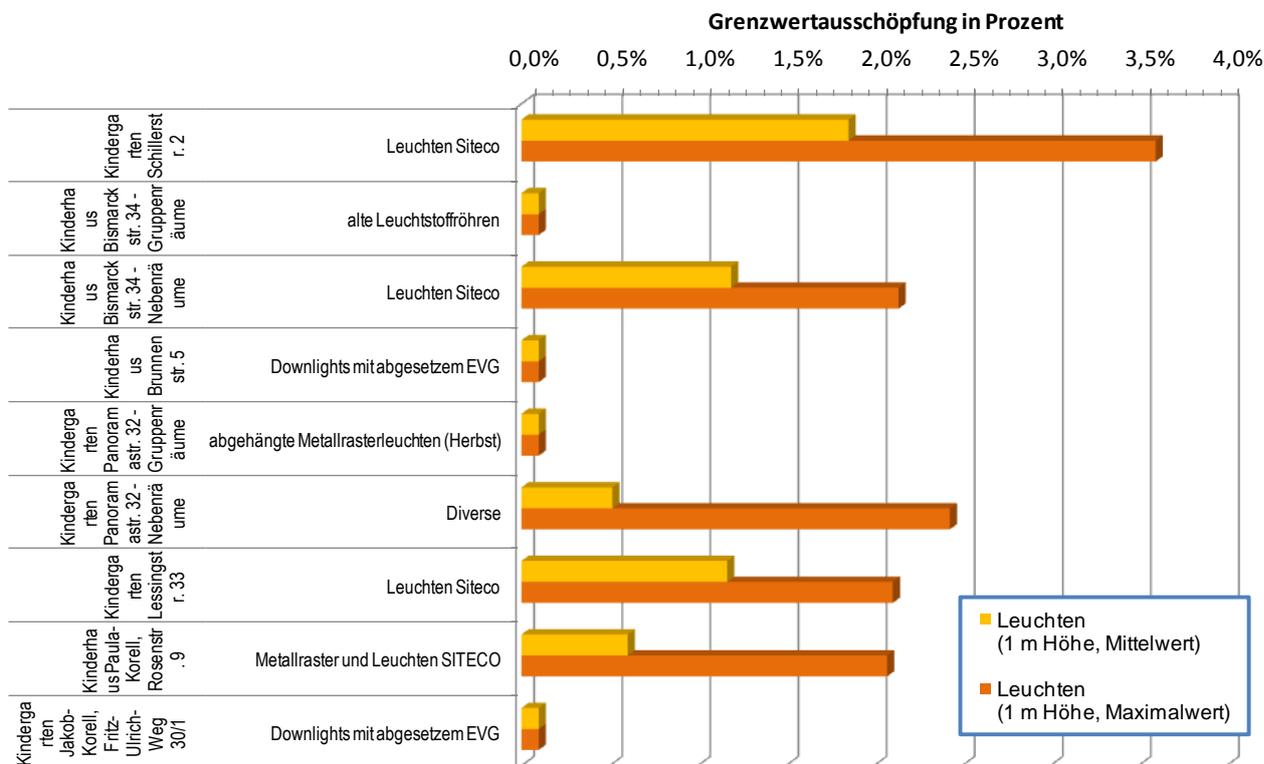


Abb. 4: Übersicht über die mittlere und maximale Feldimmission in 1 m Höhe in den untersuchten Gebäuden jeweilig dem dort vorherrschend eingesetzten Leuchtentyp gegenübergestellt.

Die Messungen zeigen, dass in vielen der untersuchten Räume die installierten Leuchtkörper keinen relevanten Beitrag zur Gesamtimmission mit elektromagnetischen Feldern liefern. Traten jedoch höhere Feldwerte auf, so waren diese in den meisten Fällen auf die Leuchten des Typs 5MJ22271Q der Fa. Siteco zurückzuführen.

4.2 Tiefere Untersuchung der Leuchte im Kindergarten Lessingstraße

Im Kindergarten Lessingstraße wurde zusammen mit Hr. Rommel von der Fa. Elektro-Rommel die Ursachen der hohen Feldemissionen der Leuchte der Fa. Siteco näher untersucht.



Im Kindergarten Lessingstraße ist es den Kindern möglich durch die in den Gruppenraum eingebaute Dachwohnung sich in unmittelbarer Nähe der Leuchten aufzuhalten.

Wie Abb. 5 und Abb. 6 zeigen, ist es dort möglich, dass sich die Kinder den Leuchten weniger als 10 cm annähern.

Abb. 5: Linker Gruppenraum im Kindergarten Lessingstraße



Abb. 6:
Typischer Aufenthalt von Kindern direkt unter den Lampen in den Dachwohnungen. (Anm. Die hier gezeigte Lampe dient nur als Beispiel. Sie zeigt im Gegensatz zu den Siteco-Leuchten nur geringe Feldemissionen, da in diesem Fall das EVG von der Lampe abgesetzt ist. (Situation Kindergarten Brunnenstraße))

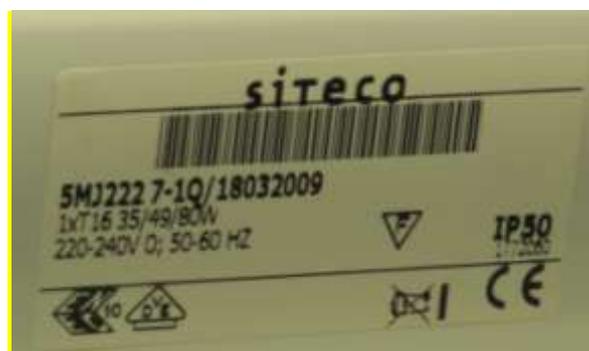


Abb. 7: oben Typenschild der Siteco-Leuchte (Typ 5MJ222 7-1Q) und Außenansicht links

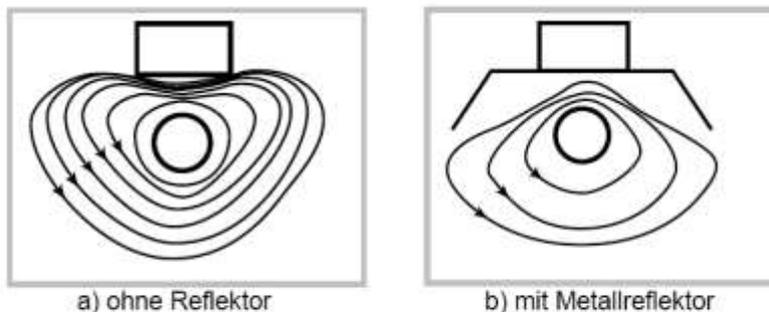


Abb. 8:
Geöffnete Siteco-Leuchte (oben) mit EVG der Fa. Osram (Quicktronic Intelligent QT1 1x 35/49/80)

Die Siteco-Leuchte 5MJ222 7-1Q besteht aus einem metallischen Leuchtengehäuse in dem das EVG seitlich eingebaut ist. Die Leuchtstofflampe sitzt direkt auf dem Gehäuse ohne Reflektor. Entgegen den Empfehlungen des Herstellers des EVG's, der Fa. Osram, sitzt dieses nicht unter einem metallischen, geerdeten Reflektors. Die transparente Lampenabdeckung besteht nur aus Kunststoff, so dass das EVG ungehindert abstrahlen kann.

Der EVG-Hersteller OSRAM führt dazu in seiner Technischen Fibel vom Mai 2005 „EVG für T5 Lampen“ auf S. 36, Abschnitt 3.2.2.4, aus (Die wichtigen Passagen sind jeweilig fett gedruckt) [18]:

3.2.2.4 Gezielte Abschirmung



Die Abbildungen zeigen den Verlauf magnetischer Feldlinien anhand zweier einfacher Langfeldleuchten

Bei Leuchtstofflampen-Systemen ist die elektrische Abschirmung der Lampen incl. Verdrahtung sehr wichtig, denn durch die relativ hohen Lampenspannungen und die langen Lampenleitungen/Lampen entstehen nennenswerte, kapazitiv gekoppelte Störströme zur Umgebung. Durch eine elektrische Verbindung zwischen Reflektor und EVG-Erdanschluss werden diese Störströme auf "kurzem Wege" wieder zum EVG zurückgeführt. Das verbleibende elektrische Störfeld wird drastisch reduziert. Die Verbindung braucht nicht besonders niederohmig zu sein, bei hohen Störfrequenzen sollte sie aber wegen der Leitungsinduktivität möglichst kurz sein.

Die resultierende magnetische Feldstärke im Nahfeld und damit die Einflussnahme auf die Umgebung, wird im Fall b) durch einen im Reflektor induzierten Strom reduziert. Voraussetzung hierfür ist eine elektrisch gut leitende Reflektoroberfläche.

Zur Abschirmung des elektrischen Feldes, das sich immer radial um die Lampe ausbildet, ist es notwendig, dass der Reflektor bzw. dessen Oberfläche elektrisch sehr gut leitfähig ist und eine möglichst niederohmige Verbindung zur Systemmasse bzw. zur Schutz Erde besteht. Legt man diese beiden Betrachtungen zu Grunde, kann die Lösung hier nur ein elektrisch sehr gut leitfähiger und möglichst niederohmig an die EVG-Masse (SK I) oder den Funktionserdeanschluss (SK II) der Leuchte gekoppelter Reflektor, bzw. Reflektor und Diffusor oder Rastereinsatz, sein.

Ein geerdeter, gut leitfähiger Lampenreflektor ist in den SITECO-Leuchten nicht eingebaut. Folglich erfolgt auch keine Minderung der vom EVG ausgesandten Felder. Im Gegensatz dazu sind die Feldemissionen von Langfeldleuchten mit Metallrasteroptik, wie sie beispielsweise in den Schulen eingesetzt werden, gering.

Direkt am „heißen Ende“ des EVG, am Ausgang der Lampenleitung (rechte Seite in Abb. 9), wurden bei geöffneter Lampe Felder bis 600 V/m gemessen. Bis zum Ende der Leuchtstoffröhre haben diese bis auf 480 V/m abgenommen. Am „kalten Ende“ der Lampe wurden hingegen nur 10 V/m gemessen.

Die Versuchsweise vorgenommene Abschirmung mit einer Aluminiumfolie, in Anlehnung an die Empfehlungen der Fa. Osram, reduzierte die Felder um den Faktor 5 bis 6.

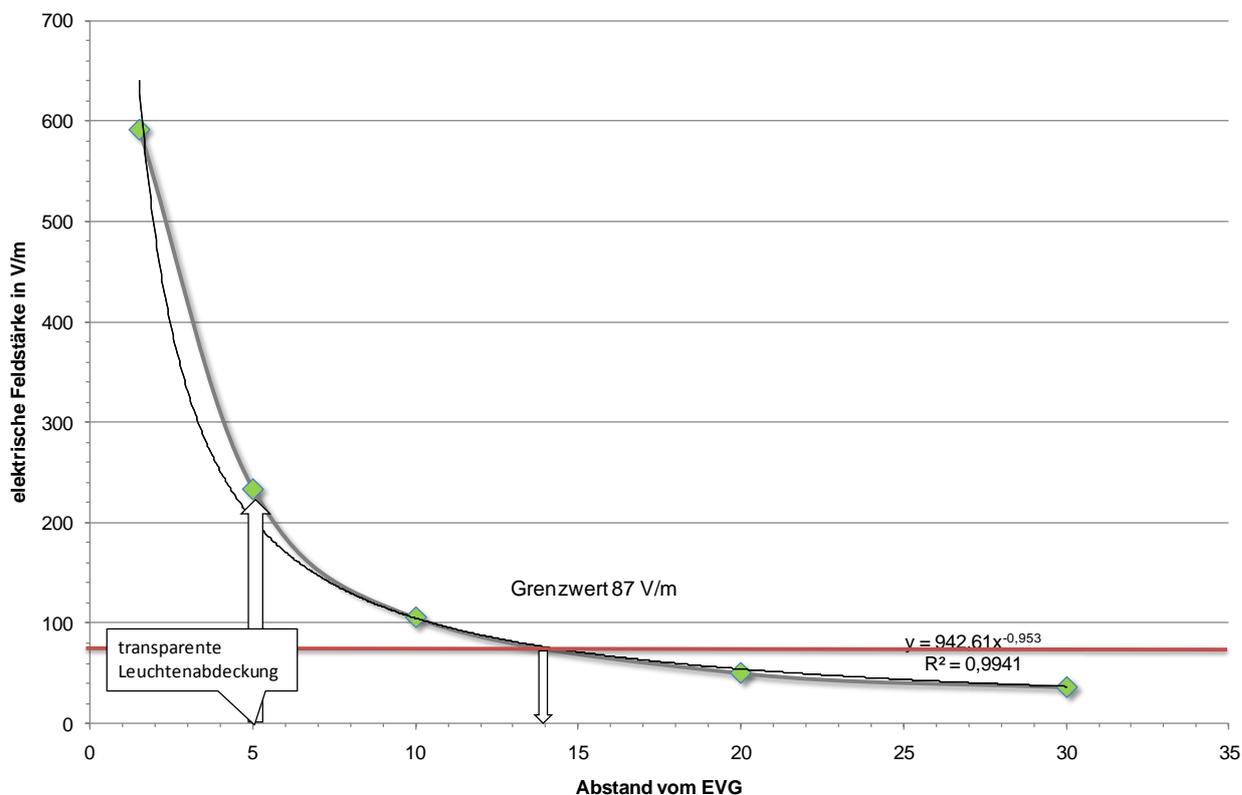


Abb. 9: Abnahme der gemessenen Felder mit dem Abstand

Abb. 9 zeigt, wie die Felder des EVG's mit dem Abstand abnehmen. Außerhalb der transparenten Lampenabdeckung werden immer noch Felder bis 230 V/m gemessen. Der Grenzwert von 87 V/m wird erst ab ca. 10 cm Abstand vom Lampengehäuse bzw. 15 cm vom EVG unterschritten.

Die Leuchte der Fa. SITECO entspricht vermutlich den gelten Normen und Richtlinien, andernfalls hätte Sie nicht in den Handel gebracht werden dürfen. Die Prüfung der von den Leuchten ausgesandten Störfelder erfolgt normalerweise in einem EMV-Labor nach DIN IEC 62493 in einem Abstand von 50 cm von den Leuchten.

Nimmt man an, dass die nach DIN IEC 62493 zulässigen Werte in einem Abstand von 50 cm von den Leuchten gerade noch eingehalten werden, so bedeutet dies - eine Raumhöhe von 2,5 m angenommen -, dass in 2 m Höhe über dem Boden 100 % des Richtwerts erreicht werden, in 1,5 m Höhe 50% des Richtwerts und in 1 m Höhe immer noch 25 % des Richtwerts.

Vollständig oder größtenteils aus Kunststoff bestehende Leuchten, wie sie beispielsweise in Feuchträumen eingesetzt sind, erfüllen zwar die normativen Anforderungen in der Regel sicher, führen jedoch dennoch zu einer erheblichen Feldbelastung in den Räumlichkeiten. Zu deutlich niedrigeren Feldern führen jedoch Metall-Rasterleuchten, bei denen der Lampenreflektor aus gut leitfähigem Metall besteht und damit die Abstrahlung des EVG's gleichzeitig gut abschirmt. Ähnlich gute Werte lassen sich auch bei Lampen mit abgesetzten EVG's erzeugen.

5 Anhang

5.1 Literatur

- [1] Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV) vom 16. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1966)
- [2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) des Länderausschusses für Immissionsschutz; 2004
- [3] DIN VDE 0848-1/ August 2000, Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern
- [4] Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), Schweizer Bundesrat vom 23.12.1999; veröffentlicht durch Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)
- [5] 1999/519/EG; Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz — 300 GHz); Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 199/59
- [6] ICNIRP – Richtlinie 1998, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics 74 (4): 494-522; 1998.
- [7] DIN EN 60601-1-2 (Ausgabe 2001); Medizinische elektrische Geräte; Teil 1-2: Allgemeine Festlegung für die Sicherheit – Ergänzungsnorm: Elektromagnetische Verträglichkeit - Anforderungen und Prüfungen.
- [8] SSK 2001, Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern, Empfehlung der Strahlenschutzkommission; Verabschiedet in der 173. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 04. Juli 2001.
- [9] Reg TP MV 09/EMF/3; Messvorschrift für bundesweite EMVU - Messreihen der vorhandenen Umgebungsfeldstärken; Februar 2003; Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, Bonn.
- [10] Elektromagnetische Felder im Alltag - Aktuelle Informationen über Quellen, Einsatz und Wirkungen; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe und Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Bezug über www.lfu.bayern.de/strahlung/index.htm
- [11] Schirmung elektromagnetischer Wellen im persönlichen Umfeld, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, Bezug über www.lfu.bayern.de/strahlung/index.htm
- [12] EM-Institut / IMST GmbH im Auftrag des LfU Bayerns; Möglichkeiten und Grenzen der Minimierung von Mobilfunkimmissionen: Auf Messdaten und Simulationen basierende Optionen und Beispiele, Kapitel 5 Auswertung der Immissionsdatenbank des FEE- Programm; Dezember 2004
- [13] TÜV SÜD / IHF der Universität Stuttgart im Auftrag der LUBW; Großräumige Ermittlung von Funkwellen in Baden-Württemberg 2009, veröffentlicht unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/53103/
- [14] BEMFV – Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder vom 20.08.2002
- [15] DIN IEC 62493 (Entwurf Juni 2008): Beurteilung von Beleuchtungseinrichtungen bezüglich der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern – Produktfamiliennorm
- [16] Eder H., Geschwentner D., Hofmann P., Liesenkötter B., Matthes, R.; Elektrische und magnetische Felder von Kompaktleuchtstofflampen; Strahlenschutzpraxis 3/2009, S. 59ff
- [17] Produktdatenblatt der SITECO-Leuchte 5MJ22271Q, Silhouette
- [18] OSRAM, Technische Fibel; EVG für T5-Lampen, Mai 2005

5.2 Glossar – Verwendete Abkürzungen

Antennensektor	horizontaler Winkelbereich, in den die Antennen abstrahlen. Es sind zwei Haupttypen im Einsatz: einerseits Rundstrahler, die einen Winkelbereich von 360 ° mit einer Antenne versorgen, andererseits Sektorantennen, die einen Winkelbereich von 60° bis 90° versorgen. Eine deckende Funkversorgung wird daher durch die Anordnung von 3 um 120° versetzte Antennen erreicht.
Basisstation	GSM-Mobilfunksendestation eines Netzbetreibers
BCCH	Broadcast Control Channel, wird immer mit konstanter maximaler Leistung von der Basisstation ausgestrahlt. Das Handy beurteilt anhand dieses Kanals, wie gut der Empfang zu der Basisstation ist
BImSchV	Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)
BOS	Funknetz der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, d. h. Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienste
D1	Abkürzung für GSM-Netz der Firma T-Mobile GmbH
D1-UMTS	Abkürzung für UMTS-Netz der Firma T-Mobile GmbH
D2	Abkürzung für GSM-Netz der Firma Vodafone D2 GmbH
D2-UMTS	Abkürzung für UMTS-Netz der Firma Vodafone D2 GmbH
DECT	Digitaler Übertragungsstandard bei schnurlosen Telefonen. DECT-Telefone können im Freien eine Reichweite bis zu 300 m haben. Sie senden im Frequenzbereich von 1880 MHz bis 1900 MHz. Abkürzung für <u>D</u> igital <u>E</u> nhanced <u>C</u> ordless <u>T</u> elecommunication.
Dezibel- Mikrovolt pro Meter (dB μ V/m)	in der Hochfrequenztechnik gebräuchliche Maßeinheit für die elektrische Feldstärke auf der Basis von Mikrovolt (entsprechend 1 Millionstel Volt). Dezibel ist eine logarithmische Einheit: Ein Sprung von 6 Dezibel entspricht hier einer Verdopplung der Intensität. Ein Sender dessen Immissionsfeldstärke mit 120 dB μ V/m (entsprechend 1 V/m) gemessen wurde ist daher am Immissionsort doppelt so stark, wie ein Sender mit der Feldstärke von 114 dB μ V/m (entsprechend 0,5 V/m).
D-Netz	auch GSM 900-Netz genannt. Der Frequenzbereich im Downlink für das D-Netz liegt in Deutschland zwischen 935 MHz bis 960 MHz. Im D-Netz senden die Mobilfunknetzbetreiber T-Mobile und Vodafone.
Downlink	Abstrahlung einer Basisstation bei einer Funkverbindung im Gegensatz zu "Uplink"
E	Formelzeichen für elektrische Feldstärke
E1	Abkürzung für GSM-Netz der Firma E-Plus Mobilfunk GmbH
E1-UMTS	Abkürzung für UMTS-Netz der Firma E-Plus Mobilfunk GmbH
E2	Abkürzung für GSM-Netz der Firma O2 (Germany) GmbH
E2-UMTS	Abkürzung für UMTS-Netz der Firma O2 (Germany) GmbH
EMF	Abkz. für <u>E</u> lektromagnetische <u>F</u> elder
E-Netz	auch GSM 1800-Netz genannt. Der Frequenzbereich im Downlink für das E-Netz liegt in Deutschland zwischen 1820 MHz bis 1880 MHz. Im E-Netz senden hauptsächlich die Mobilfunknetzbetreiber E-Plus und O2, jedoch haben auch T-Mobile und Vodafone hier einen Frequenzbereich zur Verfügung.
ESL	Abkz. für Energiesparleuchte
EVG	Abkz. für elektronisches Vorschaltgerät
Frequenz	Schwingungszahl von Wellen je Sekunde, gemessen in Herz
Gigahertz (GHz)	Technische Einheit für 1 Milliarde Schwingung pro Sekunde
GSM	Abkürzung für <u>G</u> lobal <u>S</u> ystem of <u>M</u> obile Communication; Mobilfunksystem der zweiten Generation (2G); Bezeichnung für den im D-Netz, E-Netz und GSM Rail gebräuchlichen digitalen Übertragungsstandard.
GSM Rail	Mobilfunknetz der Deutschen Bahn basierend auf dem GSM-Standard. Die Sendefrequenzen liegen im Bereich 920 MHz bis 925 MHz.

Hertz (Hz)	Technische Einheit für 1 Schwingung pro Sekunde
HSK	Hauptsendekeule; Hauptabstrahlrichtung einer Antenne
LOS	Line of Sight; es besteht Sichtverbindung zu einer Antenne
Megahertz (MHz)	Technische Einheit für 1 Million Schwingung pro Sekunde
NLOS	Non Line of Sight; es besteht keine Sichtverbindung zu einer Antenne
Node B	Bezeichnung für eine Basisstation im UMTS-Netz
nöF	nichtöffentlicher Festfunk
nömL	nichtöffentlicher mobiler Landfunk
RegTP	Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post
Repeater	Verstärkt die Mobilfunkstrahlung; wird z. B. in Gebäuden eingesetzt, in denen schlechter Empfang besteht, oder in hügeligen Gelände um abgeschattete Gebiete besser zu versorgen.
Rx	Receiving Channels; Abkürzung für Empfangskanäle; Im Gegensatz zu Tx
Sendeleistung	Die von einer Sendeantenne abgestrahlte Leistung
TCH	<u>T</u> raffic <u>C</u> hannel, Verkehrskanal. Die Ausstrahlung der Verkehrskanäle ist abhängig vom Gesprächsaufkommen und der Verbindungsqualität. Bei wenigen Gesprächen wird nur der BCCH-Kanal ausgestrahlt. Bei steigendem Gesprächsaufkommen werden sukzessive ein oder mehrere TCH-Kanäle hinzu geschaltet. Diese sind leistungsgeregelt, d. h. besteht eine gute Verbindung zum Handy kann die abgestrahlte Leistung reduziert werden. Maximal 8 Gespräche können über einen TCH-Kanal gleichzeitig geführt werden.
Tx	Transmitting Channels; Abkürzung für Sendekanäle; Überbegriff für BCCH und TCH-Kanäle, Im Gegensatz zu Rx
UHF	<u>U</u> ltra <u>H</u> igh <u>F</u> requency – Band, ein Sendefrequenzbereich für Fernsehkanäle
UHS	<u>U</u> ltra <u>H</u> igh <u>S</u> ite, von der Fa. E-Plus patentiertes Verfahren, zur ergänzenden, flächendeckenden UMTS-Versorgung von Ballungsräumen von Standorten mit einer Höhe größer 100 m
UKW	<u>U</u> ltrakurzwelle
UMTS	<u>U</u> niversal <u>M</u> obile <u>T</u> elecommunication <u>S</u> ystem; Mobilfunksystem der dritten Generation (3G) mit deutlich höherer Datenübertragungskapazität und anderem Übertragungsstandard. Das Netz ist derzeit im Aufbau.
Uplink	Abstrahlung eines Handys bei einer Funkverbindung im Gegensatz zu "Downlink"
VHF	<u>V</u> ery <u>H</u> igh <u>F</u> requency– Band, ein Sendefrequenzbereich für Fernsehkanäle
Volt pro Meter (V/m)	Technische Maßeinheit für die elektrische Feldstärke. Diese ist ein Maß für den Spannungsabfall zwischen zwei Punkten. Die Feldstärke von 1 V/m entspricht daher einer Spannungsverminderung von 1 Volt in 1 m Abstand. In dieser Einheit sind die Grenzwerte der 26. BImSchV angegeben.
Watt (W)	Technische Einheit für die Sendeleistung
Watt pro Quadratmeter (W/m ²)	Technische Einheit für die Leistungsflussdichte, auch in den Einheiten mW/m ² = 1/1.000 W/m ² und µW/m ² = 1/1.000.000 W/m ² gebräuchlich