

**Gutachten
zu Immissionsmessungen
hochfrequenter elektromagnetischer
Wellen am *homeway-Modul*
*WLAN in_ access point 2.4T UP***

Auftraggeber:

homeway GmbH
Liebigstr. 6
96465 Neustadt/Coburg

Auftragnehmer:

Dr. Moldan Umweltanalytik
Dr.-Ing. Dietrich Moldan
Am Henkelsee 13
97346 Iphofen
Tel. 0 93 23 / 87 08-10

Datum der Untersuchungen: 5. Juli 2017

Hinweis: Dieses Gutachten ist für den Auftraggeber bestimmt und darf ohne unsere schriftliche Zustimmung nur vollständig vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung ist nur mit schriftlicher Zustimmung des Auftragnehmers gestattet.

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag.....	3
2	Zusammenfassung.....	4
3	Messungen.....	5
3.1	Messaufbau	5
3.2	Messergebnisse.....	5
3.3	Darstellung der Displayansichten des Spektrumanalysators	8
3.4	Hinweise	8
4	Messgeräte.....	9

1 Auftrag

Auftraggeber:	homeway GmbH Liebigstr. 6 96465 Neustadt/Coburg
Auftragnehmer:	Dr. Moldan Umweltanalytik Dr.-Ing. Dietrich Moldan Am Henkelsee 13 97346 Iphofen
Auftragserteilung am:	29.06.2017
Auftrag:	Ermittlung der hochfrequenten Leistungsflussdichten bei verschiedenen Sendeleistungen und Abständen am <i>homeway-Funkmodul WLAN in_access point 2.4T UP</i>
Messort:	im Garten des Auftragnehmers Am Henkelsee 13 in 97346 Iphofen
Messdatum:	05.07.2017
Messdurchführung und Gutachtenerstellung:	Dr.-Ing. Dietrich Moldan
Datum der Gutachtenerstellung:	06.07.2017



homeway-Funkmodul WLAN in_access point 2.4T UP
Quelle: homeway

2 Zusammenfassung

Die Firma *homeway GmbH* aus Neustadt/Coburg stellt Anlagen und Geräte zur Heimverkabelung her.

Um die persönliche Strahlungsexposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder gebäudeinterner Kommunikationsgeräte (wie z.B. WLAN) so gering wie möglich zu halten, sollte im Fall von Neuinstallationen (Neubau und Grundsanierungen) eine geschirmte und leistungsfähige Heimverkabelung installiert werden. Dabei werden alle Geräte wie Router oder Telefonanlage an einem zentralen Punkt, möglichst außerhalb der Wohnräume gebündelt platziert. Von diesem zentralen Punkt aus werden geschirmte Netzwerkleitungen und TV-Koaxialleitungen, die es auch als kombinierte „Hybridleitungen“ (GREENforMEDIA Cat.7-/Koax-Leitung) gibt, sternförmig zu den Dosen verlegt. Geeignete Anschlussdosen für Radio/Fernseh-, LAN- und Telefonanschlüsse sind dann individuell konfigurierbar.

Es gibt jedoch mittlerweile etliche Kommunikations-Endgeräte, die nicht mehr über einen LAN-Anschluss verfügen. Aus diesem Grunde wurden dezentrale WLAN Access-Points entwickelt, die als Steckmodule in die *homeway*-Dose eingesetzt und mittels PoE (Power over Ethernet) über die Netzwerkleitung mit Strom versorgt werden können. Diese sind in ihrer Sendeleistung individuell und unkompliziert durch den Nutzer per Smartphone-App einstellbar. Jedes dezentrale WLAN-Modul kann zusätzlich über einen am Modul angebrachten Schalter bedarfsweise jederzeit vor Ort einfach aus- und eingeschaltet werden.

Im Rahmen des Messauftrags sollte überprüft werden, wie hoch die Leistungsflussdichten des *homeway*-Moduls WLAN *in_access point 2.4T UP* bei verschiedenen Sendeleistungspegeln und in verschiedenen Abständen sind. Dieses Modul ist als W-LAN Access-Point nach IEEE802.11n zum Einbau in die *homeway*-Basisdose A1RC vorgesehen.

In 1 Meter Abstand kann die Leistungsflussdichte zwischen ca. 2.100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ bei voller Sendeleistung und ca. 40 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ bei geringster Sendeleistung des Moduls liegen.

In 6 Meter Abstand kann die Leistungsflussdichte zwischen ca. 110 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ bei voller Sendeleistung und ca. 3 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ bei geringster Sendeleistung des Moduls variieren.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass – im Gegensatz zu manch anderen Geräten am Markt mit variabel einstellbarer Sendeleistung – bei dem geprüften *homeway*-Modul WLAN *in_access point 2.4T UP* der Sendeleistungspegel einstellbar ist und es damit möglich wird, mit sehr geringen Leistungsflussdichten einen Raum ausreichend gut zu versorgen und dabei benachbarte Räume möglichst wenig zu belasten.

Um die persönliche Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder gebäudeinterner Kommunikationsanlagen so gering wie möglich zu halten, sollte im Fall von Neuinstallationen (Neubau und Grundsanierungen) eine geschirmte und leistungsfähige Heimverkabelung, erforderlichenfalls ergänzt durch dezentrale WLAN-Module, installiert werden.

3 Messungen

3.1 Messaufbau

Das *homeway*-Modul *WLAN in_access point 2.4T UP* sendet im lizenzfreien Frequenzbereich von 2,4 bis 2,48 GHz. Dies bedeutet, dass die Wellenlänge des Signals ca. 12 cm beträgt. Messungen zur Ermittlung der Leistungsflussdichte auf Basis der gemessenen elektrischen Feldstärke sind erst im Fernfeld bei einem Abstand von mindestens 4-mal der Wellenlänge möglich – das bedeutet ab ca. 50 cm Abstand.

Die Messungen erfolgten

- in Abständen von 1 bis 6 m im 1-Meter-Raster und damit allesamt im Fernfeld
- bei den Sendeleistungen 20 dBm (100 mW), 10 dBm (10 mW) und 2 dBm (1,6 mW)

Zum Einsatz kam ein Hochfrequenz-Spektrumanalysator mit bikonischer Antenne, die gemäß der Schwenkmethode gehandhabt wurde.

3.2 Messergebnisse

Bei den Messungen hat sich gezeigt, dass die integrierte Antenne des WLAN eine Polarisation aufweist. Das bedeutet, dass die Abstrahlung in horizontaler Ebene ca. um 10 dB bzw. um den Faktor 10 in der Leistungsflussdichte höher ist als in vertikaler Ebene. Insofern empfiehlt es sich, die Empfangsgeräte, sofern deren Antenne ausgerichtet werden kann, waagrecht zu positionieren.

Die Messungen wurden mit der Schwenkmethode durchgeführt. Hierbei wurde ein Volumen von ca. 60 x 60 x 10 cm (Höhe x Breite x Tiefe) mit einer handgeführten bikonischen Messantenne abgetastet, wobei gleichzeitig die Vorzugsrichtung und die Polarisationsrichtung der Messantenne variiert wurden. Das Maximum wurde abgespeichert. Die Messungen erfolgten mit dem Detector max peak und nicht mit RMS (Effektivwert). Da das Signal im Stand-by nur zehnmal pro Sekunde (10 Hz) abgestrahlt wird, wurden die Messungen nicht im Frequenzbereich, sondern im Zeitbereich (Zerospan) durchgeführt.

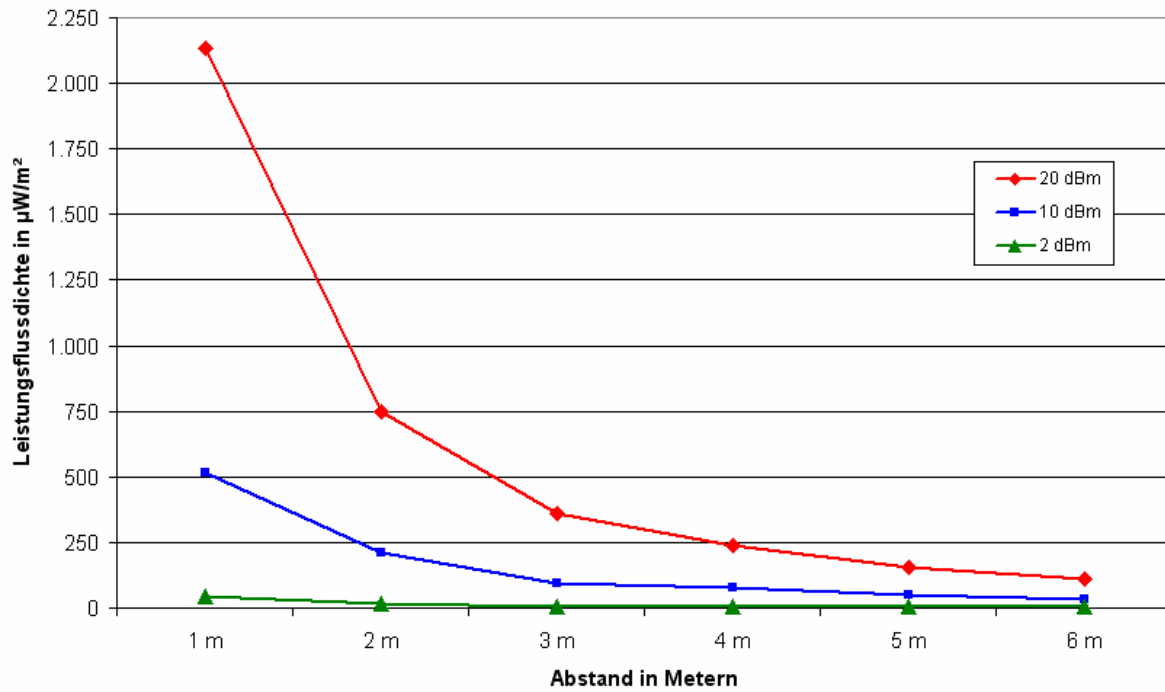
Die Messungen ergaben folgende Leistungsflussdichten in $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (Mikrowatt pro Quadratmeter):

Sendeleistungspegel (dBm)	20 dBm	10 dBm	2 dBm
Leistung (mW)	100 mW	10 mW	1,6 mW
Entfernung	Leistungsflussdichte in $\mu\text{W}/\text{m}^2$		
1 m	2.134	517	42
2 m	750	213	14
3 m	358	95	4
4 m	238	77	8
5 m	155	52	6
6 m	109	34	3

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass – im Gegensatz zu manch anderen Geräten am Markt mit variabel einstellbarer Sendeleistung – bei dem geprüften *homeway*-Modul *WLAN in_access point 2.4T UP* der Sendeleistungspegel einstellbar ist und es damit möglich wird, mit sehr geringen Leistungsflussdichten einen Raum ausreichend gut zu versorgen und dabei benachbarte Räume möglichst wenig zu belasten.

Grafische Darstellung der Messwerte

Leistungsflussdichten in Abhängigkeit vom Sendeleistungspegel



Einstellungen zum Sendeleistungspegel (Anzeige am Mobiltelefon):



Im Display wird bei 2 dBm ein Sendeleistungspegel von 1 mW angezeigt Wert, da ohne Kommastelle. Effektiv beträgt er 1,6 mW.

Allgemeine Informationen zur Heimverkabelung von homeway

Um die persönliche Strahlungsexposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder gebäudeinterner Kommunikationsgeräte (wie z.B. WLAN) so gering wie möglich zu halten, sollte im Fall von Neuinstallationen (Neubau und Grundsanierungen) eine geschirmte und leistungsfähige Heimverkabelung installiert werden. Dabei werden alle Geräte wie Router oder Telefonanlage an einem zentralen Punkt, möglichst außerhalb der Wohnräume gebündelt platziert. Von diesem zentralen Punkt aus werden geschirmte Netzwerkleitungen und TV-Koaxialleitungen, die es auch als kombinierte „Hybridleitungen“ (GREENforMEDIA Cat.7-/Koax-Leitung) gibt, sternförmig zu den Dosen verlegt. Geeignete Anschlussdosen für Radio/Fernseh-, LAN- und Telefonanschlüsse sind dann individuell konfigurierbar.



links: *homeway*-Modul für TV/Radio, LAN und analogen Telefonanschluss
rechts: *homeway*-Modul für WLAN *in_access point 2.4T UP für WLAN*

Wenn auf den Komfort drahtloser Verbindungen per WLAN nicht verzichtet werden soll, können in ausgewählten Räumen dezentrale WLAN Access-Points in die geschirmte Heimverkabelung integriert werden. Dies hat den Vorteil, dass die dezentralen Access Points dann aufgrund ihrer Nähe zu den mobilen Endgeräten mit einem Bruchteil der Sendeleistung arbeiten können, der eine komplette Wohnung oder ein Haus abdecken muss.

WLAN-Geräte sind Dauersender, auch im Standby-Betrieb. Deshalb sollte darauf geachtet werden, dass die Betriebszeiten eingestellt und die maximale Sendeleistung festgelegt werden können.

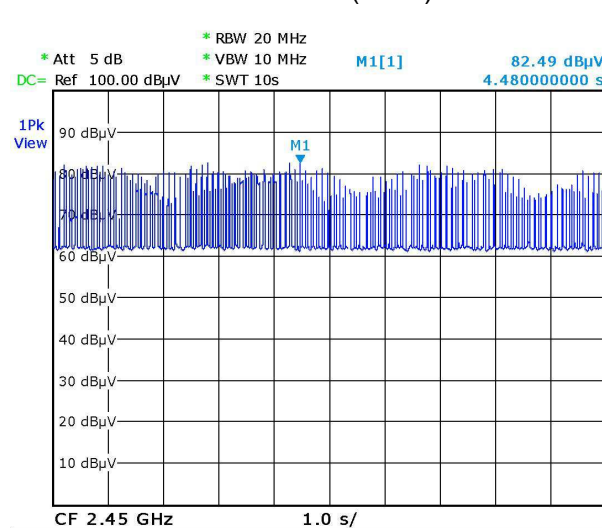
Mit diesem WLAN-Konzept bleiben die anderen Räume weitgehend strahlungsfrei, die Geräte arbeiten nur bei Bedarf und die Strahlungsbelastung bleibt so gering wie möglich.

In jedem Fall ist eine geschirmte, leistungsfähige Heimverkabelung auch die Basis für drahtlosen Multimedia-Komfort mit minimierten Hochfrequenz-Immissionen.

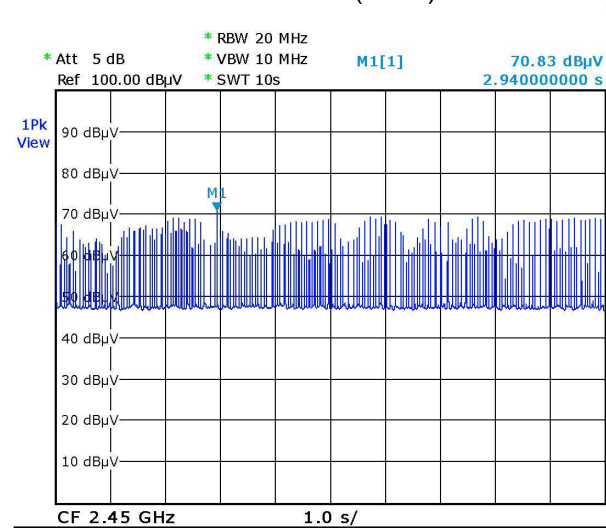
3.3 Darstellung der Displayansichten des Spektrumanalysators

Messungen im Zeitbereich (Zerospan), Darstellung ausgewählter Ansichten

20 dBm und 1 m Abstand (#004)



20 dBm und 6 m Abstand (#001)



Die Messungen in 6 m Abstand (rechtes Bild) erfolgten mit Vorverstärker, daher ist hier ein niedrigerer Rauschpegel zu erkennen.

3.4 Hinweise

Die gemessenen und errechneten Werte beziehen sich auf die zum Zeitpunkt der Messung vorhandenen Felder. Änderungen in den Messstandorten, wie Verschiebung des Messpunktes in verschiedene Himmelsrichtungen oder Messhöhen, können zu abweichenden Ergebnissen führen und können daher unter Umständen nicht mehr mit den hier ermittelten Daten verglichen werden.

Das Gutachten ist für den Auftraggeber bestimmt und darf ohne unsere schriftliche Zustimmung nur vollständig vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung ist nur mit schriftlicher Zustimmung des Auftragnehmers gestattet.

Iphofen 06.07.2017

Dr.-Ing. Dietrich Moldan

4 Messgeräte

Die Messungen erfolgten mit folgenden kalibrierten Geräten:

- Spektrumanalysator ROHDE & SCHWARZ FSL 6, SN 10 04 23, 9 kHz - 6 GHz
- Messantenne Schwarzbeck SBA 9113-B, 80 MHz - 3 GHz, Seriennummer 362
- Antennenkabel Schwarzbeck AK 9513 mit 3 m Länge

Alle Messgeräte unterliegen regelmäßigen Maßnahmen der Qualitätssicherung mit Funktionstests, Gerätevergleichen, Ringmessungen und Kalibrierungen.

Die Messunsicherheit des verwendeten Systems, bedingt durch entsprechende Mess-toleranzen des Spektrumanalysators und Unsicherheiten in der Kalibrierung der Antennen sowie Kabel, beträgt bis zu ± 3 dB.

Die spezifischen Gerätedaten wie Antennenfaktoren und Kabeldämpfung sind beim Auftragnehmer hinterlegt.

Allgemeine Angabe:

Eine direkte Umrechnung der gemessenen dB μ V-Werte in Leistungsflussdichtewerte (z. B. μ W/m²) aus den Abbildungen heraus ist nicht möglich. Es sind die jeweils antennen- und kabelspezifischen Daten zu berücksichtigen.