

Lighting Controls

Funktechnologie in der Lichtanwendung

Auf einen Blick



TRIDONIC

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

1. Über dieses Dokument	3
2. Grundlagen zu elektromagnetischen Wellen	4
3. Funkwellen und deren Ausbreitung	5
4. Koexistenz unterschiedlicher Funksysteme	6
5. Einflussfaktoren auf Funkwellen	7
5.1. Reflexionen	8
5.2. Interferenzen	9
5.3. Beugung und Abschattung	10
5.4. Dämpfung	12
5.5. Fresnelzone	14
6. Reichweite von Funkwellen	15
7. Einbau der Funkkomponenten in der Leuchte	17
8. Einfluss von Metallteilen auf die Antenne	18
9. Dämpfung und Abschattung durch Metall	20
10. Bauliche Maßnahmen für funktaugliche Metalleuchten	23
11. Messung der Signalqualität und Sendereichweite	24
12. Reichweitentest mit basicDIM Wireless	25
13. Einfluss der räumlichen Gegebenheiten im Anwendungsbereich der Leuchte	27
13.1. Decke	27
13.2. Materialien in den Wänden	27
13.3. Fenster und Scheiben	28
13.4. Vor Ort vorhandene andere Funksysteme	28
13.5. Grundriss des Gebäudes	28
13.6. "Insel-Problem"	28
14. Begriffserklärungen und Abkürzungen	30

Über dieses Dokument

1. Über dieses Dokument

Kabelgebundene Verbindungen und drahtlose Verbindungen unterscheiden sich in einem Punkt zentral:

Kabelgebundene Verbindungen sind statisch und ändern sich nicht. Drahtlose Verbindungen sind dagegen dynamisch. Durch Änderung der äußeren Gegebenheiten können sie sich ändern oder gestört werden.

Folgenden Gegebenheiten können Einfluss auf Wireless-Verbindungen nehmen und diese stören:

- _ Veränderung der parallel verwendeten Funkverbindungen im selben Frequenzband (bspw. durch neues zusätzliches WLAN)
- _ Auslastung der Funkverbindungen zu unterschiedlichen Zeiten (bspw. höhere WLAN-Auslastung bei Videokonferenzen als zu Zeiten, wenn geringe Datenmengen übertragen werden)
- _ Veränderung der räumlichen Gegebenheiten

Der folgende Text liefert Erklärungen und Hinweise zu Funktechnik, zu möglichen Einflussfaktoren und zur Vermeidung oder Verminderung daraus resultierender Änderungen oder Störungen.

Grundlagen zu elektromagnetischen Wellen

2. Grundlagen zu elektromagnetischen Wellen

In Technik und Alltag finden sich viele Beispiele elektromagnetischer Wellen:

- _ Radiowellen (Funkwellen)
- _ Mikrowellen
- _ Wärmestrahlung
- _ Licht
- _ Röntgenstrahlung
- _ Gammastrahlung

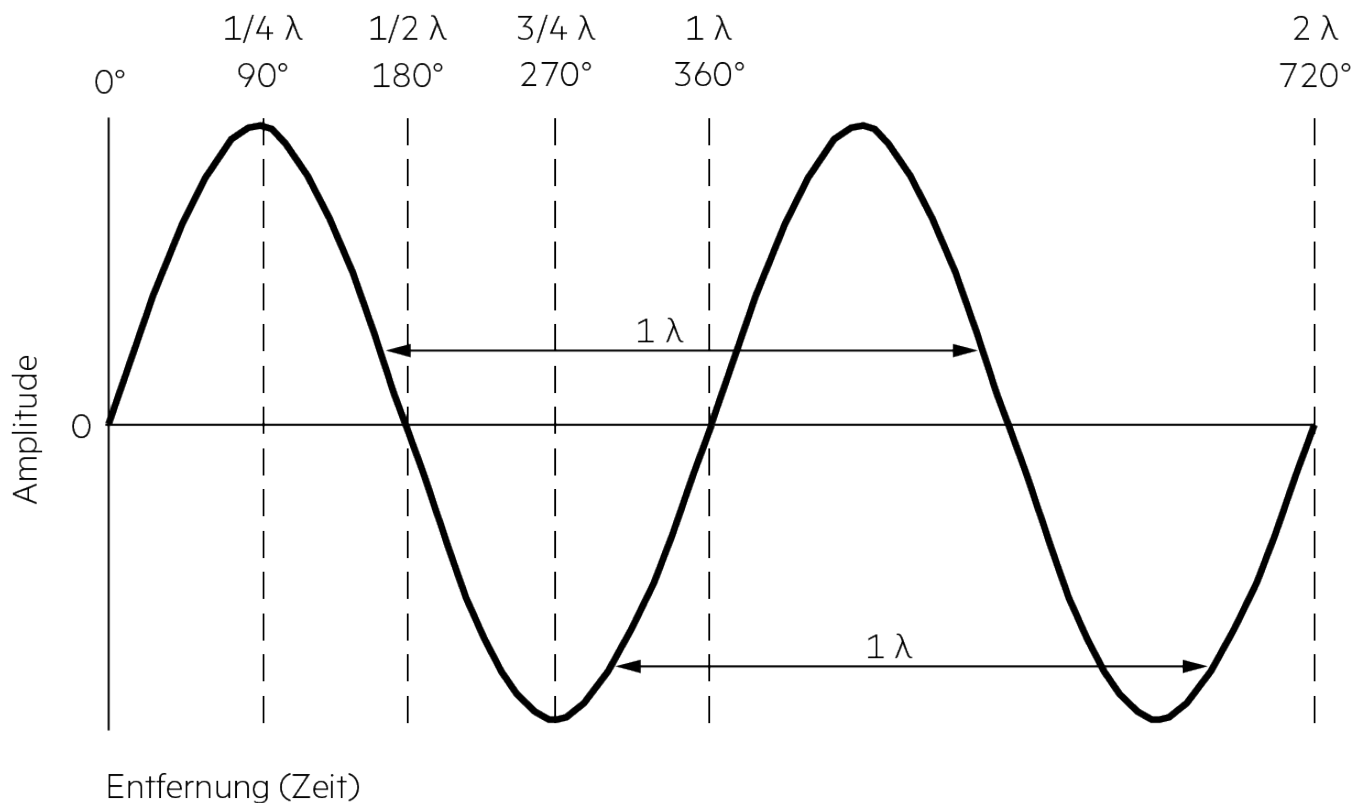
Elektromagnetische Wellen sind Schwingungen aus gekoppelten elektrischen und magnetischen Feldern. Elektromagnetische Wellen breiten sich unter Idealbedingungen kugelförmig mit Lichtgeschwindigkeit im Raum aus. Unterschieden werden die verschiedenen elektromagnetischen Wellen anhand ihrer Frequenz.

Die folgende Formel zeigt den Zusammenhang von Wellenlänge, Frequenz und Lichtgeschwindigkeit:

$$c = f \cdot \lambda \rightarrow \lambda = c / f$$

Erklärung:

λ = Wellenlänge [m], c = Lichtgeschwindigkeit (ca. 300.000.000 m/s), f = Sendefrequenz [Hz]



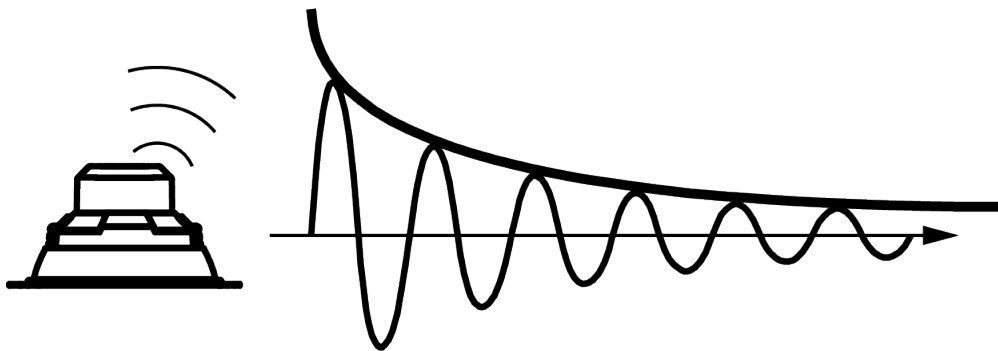
Funkwellen und deren Ausbreitung

3. Funkwellen und deren Ausbreitung

Funkwellen sind elektromagnetische Wellen, welche sich im niederfrequenten Frequenzbereich bewegen. Sie werden zur Informationsübertragung genutzt.

Im freien Raum breiten sich Funkwellen kugelförmig aus. Die Signalstärke nimmt dabei quadratisch mit der Entfernung ab. Ab einer bestimmten Entfernung ist das Signal so schwach, dass es von einem Empfänger nicht mehr fehlerfrei empfangen werden kann oder vom umgebenden Rauschen überdeckt wird.

Die folgende Grafik stellt dar, wie die Signalstärke mit der Entfernung abnimmt.



Koexistenz unterschiedlicher Funkssysteme

4. Koexistenz unterschiedlicher Funkssysteme

Unterschiedliche Frequenzbänder unterliegen regionalen Einschränkungen. Das einzige Frequenzband, welches weltweit frei verfügbar ist, ist das 2,4-GHz-Frequenzband.

Es wird genutzt für eine Fülle unterschiedlicher Anwendungen wie:

- _ WLAN
- _ Bluetooth® Wireless Technology
- _ Thread
- _ ZigBee
- _ usw.

Durch Nutzung des gleichen Frequenzbands können sich die genannten Anwendungen gegenseitig beeinflussen. Damit all diese Technologien parallel und störungsfrei verwendet werden können, wurden verschiedene Verfahren entwickelt, bspw. kann durch richtige Kanalwahl bei WLAN ein problemloser Parallelbetrieb gewährleistet werden.

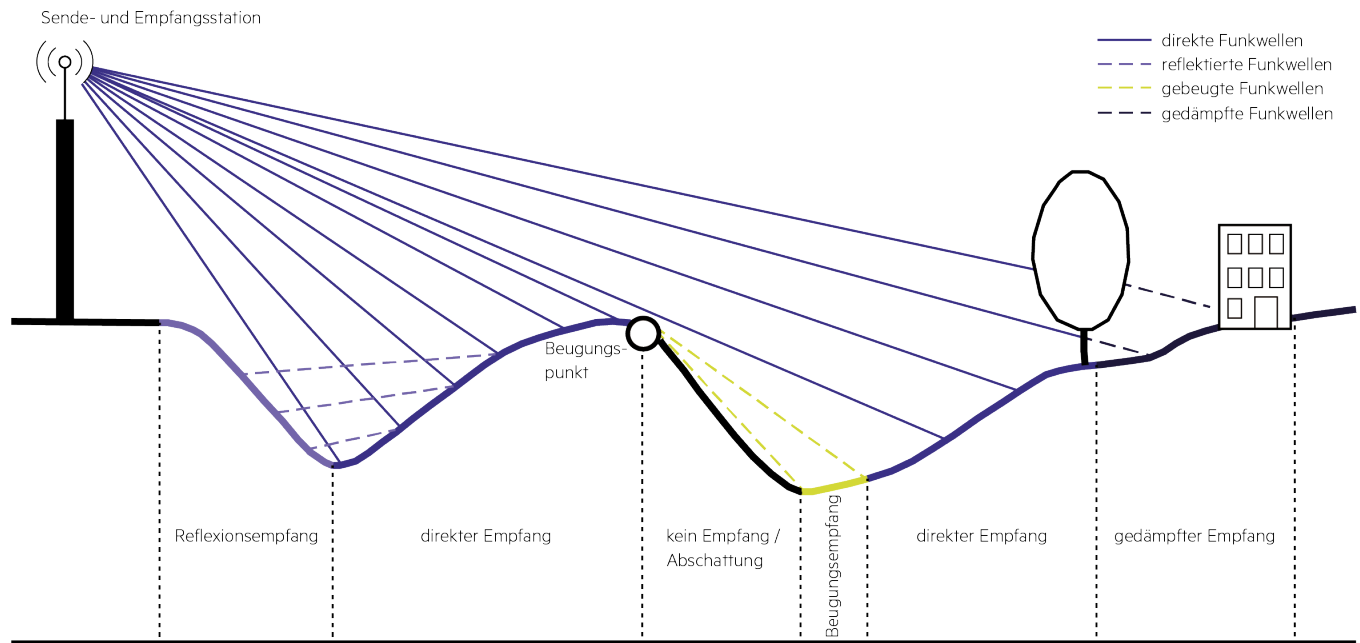
VORSICHT!

- _ WLAN, Bluetooth® Wireless Technology, THREAD usw. nutzen alle das selbe Frequenzband und können sich gegenseitig beeinflussen und stören.
- _ Je nach Auslastung kann ein WLAN andere Anwendungen mehr oder weniger stören.
- _ Eine Analyse der Belegung im Frequenzband vor Installation über einen längeren Zeitraum, um die richtige Kanalwahl zu treffen ist notwendig (Belegung ist dynamisch und kann sich jederzeit ändern!).

Einflussfaktoren auf Funkwellen

5. Einflussfaktoren auf Funkwellen

Die folgende Grafik veranschaulicht die Fülle möglicher Einflussfaktoren auf Funkwellen auf freiem Feld. In geschlossenen Räumen treten mögliche Störungen sogar überlagert auf und lassen sich in einer Grafik nicht mehr anschaulich darstellen.



Die Grafik zeigt die Sende- und Empfangsstation der Signale (links oben) sowie unterschiedliche Einflussfaktoren, die je nach Empfangsstandort auftreten können:

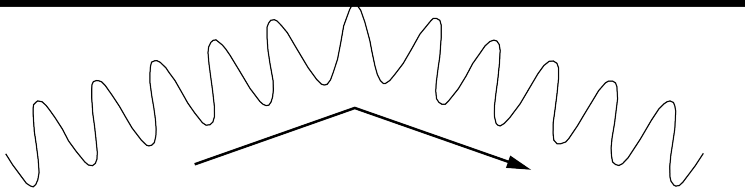
- _ Reflexion
- _ Interferenz
- _ Beugung
- _ Abschattung
- _ Dämpfung

Die genannten Einflussfaktoren werden in den folgenden Kapiteln genauer beschrieben.

Einflussfaktoren auf Funkwellen

5.1. Reflexionen

Funkwellen, die auf metallische Oberflächen treffen, werden von diesen reflektiert.



Reflexionen von Funkwellen können Vorteile aber auch Nachteile mit sich bringen.

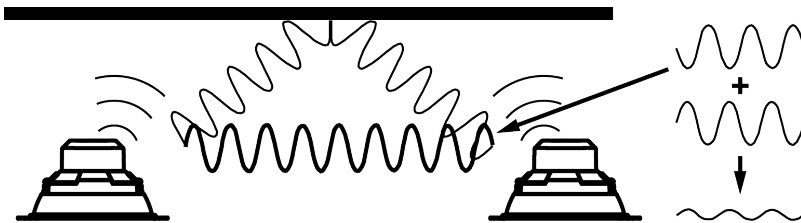
- _ In Räumen ist Reflexion oft von Vorteil, weil dadurch jeder Winkel des Raums erreicht werden kann, auch wenn keine direkte Sichtverbindung besteht (Räume in L-Form als Beispiel).
- _ Durch Reflexionen kann es aber auch zu Interferenzen kommen, siehe dazu nächstes Kapitel.

Einflussfaktoren auf Funkwellen

5.2. Interferenzen

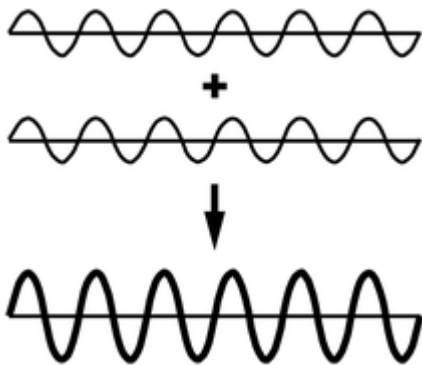
Überlagern sich verschiedene Funkwellen, spricht man von Interferenz.

Reflexionen können zu Interferenzen führen. Durch unterschiedliche Signallaufzeiten können sich die Funkwellen bei der Überlagerung entweder addieren oder subtrahieren.

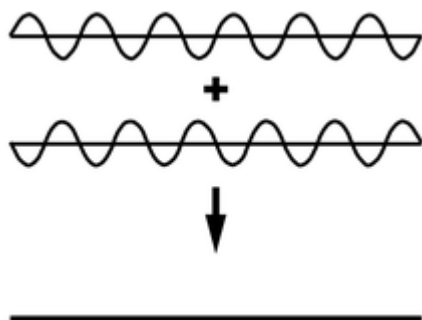


In der vorhergehenden Grafik ist dargestellt, wie Funkwellen direkt und reflektiert beim Empfänger eintreffen. Die reflektierten Funkwellen haben eine andere Laufzeit als jene, die direkt eintreffenden. Je nach örtlicher Gegebenheit kann dies im Extremfall zur Verdoppelung der Signalstärke aber auch zur kompletten Auslöschung des Signals führen.

Verdoppelung der Signalstärke



Auslöschung des Signals



Einflussfaktoren auf Funkwellen

5.3. Beugung und Abschattung

Wenn Funkwellen auf ein Hindernis treffen, kommt es zur Beugung der Funkwellen, d.h. die Funkwellen werden umgelenkt.

Auf welche Art und wie stark die Funkwellen gebeugt, also umgelenkt, werden, hängt von folgenden Faktoren ab:

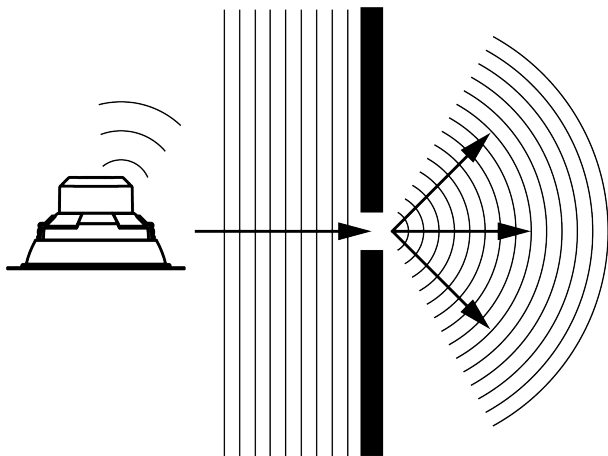
- _ Der Frequenz der Funkwelle: Je höher die Frequenz, desto niedriger der Beugungswinkel und umgekehrt.
- _ Der Größe des Hindernisses bzw. des Durchlasses zwischen Hindernissen: Siehe Grafiken unten.

Für die Ausbreitung der Funkwellen hat Beugung sowohl positive als auch negative Auswirkungen:

- _ **Positiv:** Durch Beugung können Funkwellen auch Bereiche erreichen, in denen (wegen des Hindernisses) keine Sichtverbindung zum Sender besteht.
- _ **Negativ:** Hinter dem Hindernis entstehen Bereiche, in denen es zu Abschattungen kommt. Abschattungen sind Bereiche, in die sich Funkwellen aufgrund der räumlichen Gegebenheiten nicht ausbreiten können. In solchen Bereichen herrscht kein bzw. nur verminderter Empfang. Die Art und Größe der Abschattungen ist wiederum abhängig von der Beugung der Funkwellen.

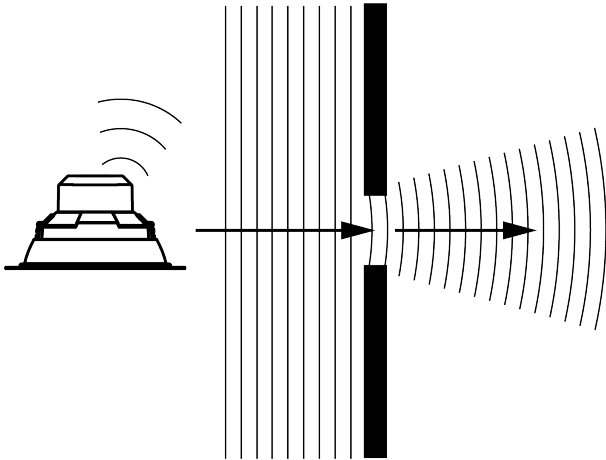
Die folgenden Grafiken illustrieren Beugung und Abschattung bei unterschiedlichen Hindernissen:

Beugung und Abschattung hinter Hindernissen mit schmalen Durchlass

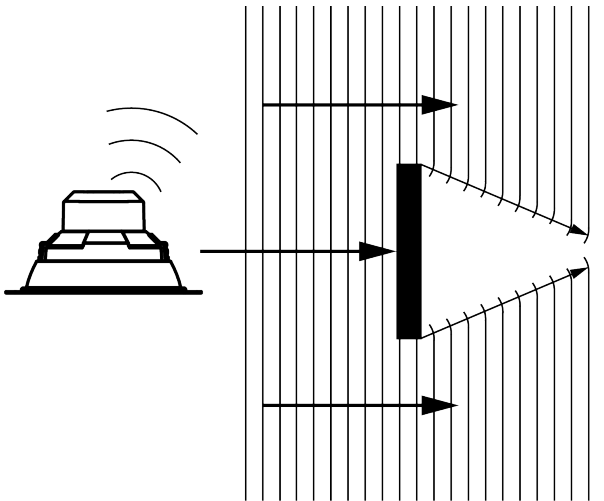


Einflussfaktoren auf Funkwellen

Beugung und Abschattung hinter Hindernissen mit breiterem Durchlass



Beugung und Abschattung hinter Flächen-Hindernissen



⚠ VORSICHT!

Neben den räumlichen Gegebenheiten vor Ort kann auch die Konstruktion der Leuchte selber zu Abschattungen führen und dadurch die Ausbreitung der Funkwellen verschlechtern:

Ist die Funkverbindung zwischen einzelnen Leuchten im Raum schlecht, können folgende Maßnahmen sinnvoll sein:

- _ Positionsänderung der Leuchte
- _ Hinzufügen weiterer Leuchten
- _ Hinzufügen eines Funkbausteins, welcher nur als Bridge fungiert

Einflussfaktoren auf Funkwellen

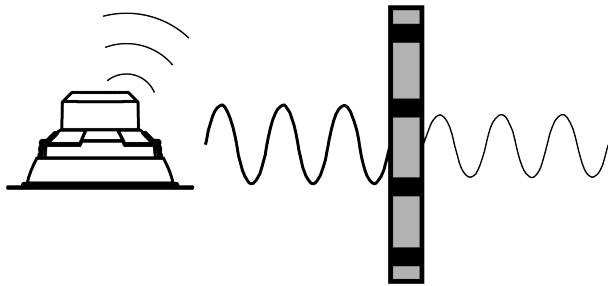
5.4. Dämpfung

Funkwellen können sich durch feste Materialien hindurch verbreiten. Jedoch kommt es dabei im Vergleich zur Übertragung über Luft zu einer stärkeren Dämpfung der Funkwellen.

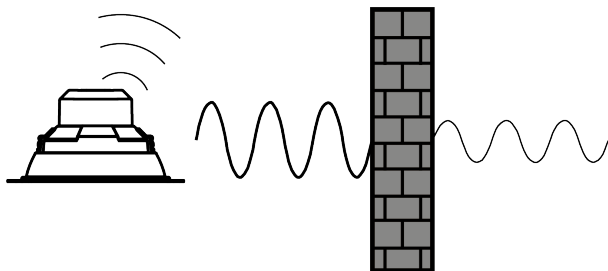
Dieser Effekt muss beim Design einer Leuchte und deren Platzierung in der Anwendung beachtet werden.

Die folgenden Grafiken zeigen Materialien mit unterschiedlich starker Dämpfung.

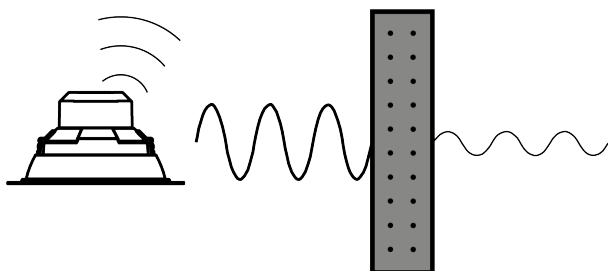
Holz / Gipskarton: Geringe Dämpfung => sehr gute Durchdringung



Ziegel / Mauerwerk: Mittlere Dämpfung => mittlere Durchdringung

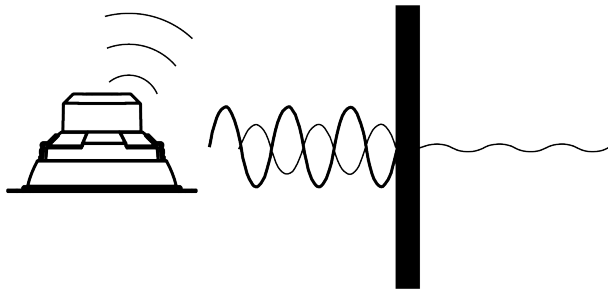


Stahlbeton: Starke Dämpfung => Schlechte Durchdringung



Einflussfaktoren auf Funkwellen

Metallfläche: Sehr starke Dämpfung => Sehr schlechte Durchdringung



i HINWEIS

Metall als extremes Beispiel lässt Funkwellen gar nicht oder nur sehr erschwert hindurch.

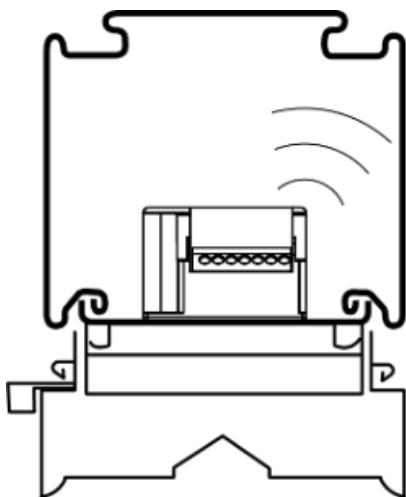
Ist ein Funksender komplett von Metall umgeben, wirkt dies wie eine faradayscher Käfig, aus dem **keine** Funkwellen austreten können.

Dies ist beim Aufbau einer Leuchte mit Funktechnologie unbedingt zu beachten!

_ Niemals den Funkbaustein komplett mit Metall umbauen!

Die folgende Grafik skizziert eine Leuchte, welche funktechnisch sehr ungünstig aufgebaut ist.

Die dick dargestellten Linien stellen die Blechteile der Leuchte dar. Man erkennt, dass der Funkbaustein vollständig von Blechteilen umbaut ist, was zu einer drastischen Reduktion der Signalstärke führt.



In der Anwendung führt ein bereits abgeschwächtes Signalstärke dazu, dass das Signal durch Wände, Decken oder Fenster zusätzlich so weit abgeschwächt werden kann, dass keine Kommunikation mehr möglich ist!

Einflussfaktoren auf Funkwellen

i HINWEIS

Das Vorhandensein von Metallen und die durch sie verursachte Abschwächung der Signalstärke ist nicht immer offensichtlich. Getönte Fenster sind bspw. oft metallisch bedampft und führen dadurch ebenfalls zu diesem Effekt.

5.5. Fresnelzone

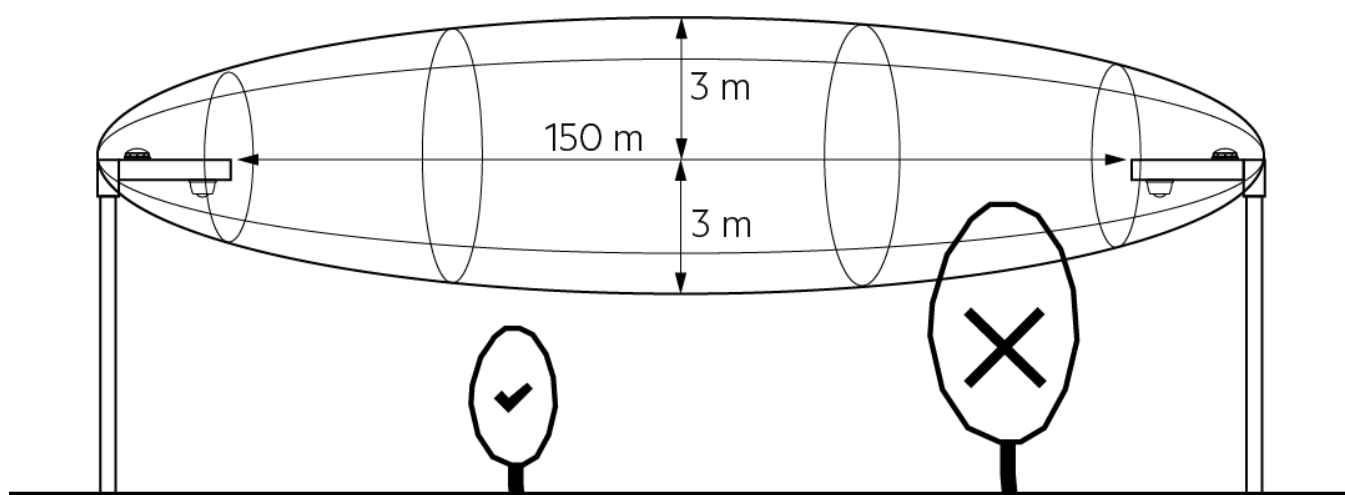
Funkübertragungen können durch Hindernisse beeinträchtigt werden. Kritisch sind dabei aber nicht nur jene Hindernisse, die in direkter Sichtverbindungsline zwischen Sende- und Empfangsantenne liegen, sondern auch solche, die oberhalb, unterhalb und seitlich davon liegen. Der Abstand nach oben, unten und seitlich ändert sich mit dem Abstand zu den Antennen. Insgesamt ergibt sich ein ellipsoidischer (Zeppelin-förmiger) Bereich, in dem Hindernisse zur Beeinträchtigung der Funkverbindung führen können. Dieser Bereich wird als Fresnelzone bezeichnet.

i HINWEIS

Folgende Punkte sind im Zusammenhang mit der Fresnelzone unbedingt zu beachten:

- _ Beim Umgang mit Hindernissen ist es entscheidend, dass nicht nur die direkte Verbindung zwischen Sende- und Empfangsantenne frei von Hindernissen ist, sondern die gesamte Fresnelzone.
- _ Bei Anwendungen im Outdoor-Bereich mit größeren Distanzen müssen die Antennen hoch genug platziert werden (so hoch, dass die Fresnelzone am untersten Punkt nicht den Boden berührt).

Die folgende Grafik zeigt die Ausdehnung der Fresnelzone bei einem Abstand von 150 Metern zwischen den Antennen. Bei diesem Wert ergibt sich eine radiale Ausdehnung der Fresnelzone von maximal 3 Metern (je 3 Meter oberhalb, unterhalb und seitlich der Sichtverbindungsline). Zur Berechnung dieses Werts gibt es verschiedene Internet-Tools und -Seiten.



Reichweite von Funkwellen

6. Reichweite von Funkwellen

Die Reichweite von Funkwellen ist von vielen Faktoren abhängig und dadurch nur schwer vorherzusagen!

Zu den Einflussfaktoren zählen:

- _ Antenne
- _ Sendeleistung des Funkmoduls
- _ Leuchtdesign
- _ Räumliche Gegebenheiten

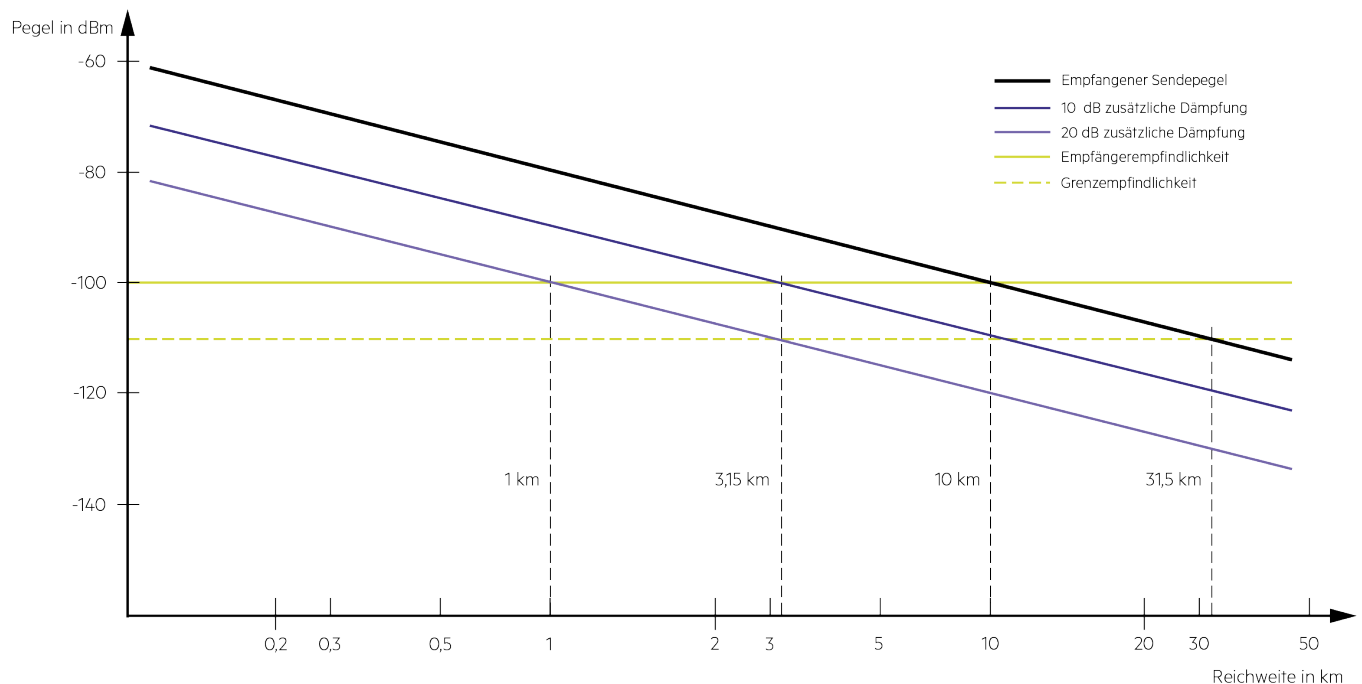
Nur durch optimales Leuchtdesign und eine entsprechende Montage lassen sich auch größere Reichweiten erreichen.

Die folgende Grafik verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Sendepiegel und Reichweite und wie sich ein nicht optimales Leuchtdesign direkt auf die Reichweite auswirkt!

⚠ VORSICHT!

Diese folgende Grafik und die darin enthaltenen Distanzangaben gelten NICHT für das 2,4-GHz-Frequenzband sondern für Funkwellen mit:

- _ 1 MHz
- _ 100 mW Sendeleistung



Reichweite von Funkwellen

Die schwarze Linie stellt den empfangenen Sendepiegel über zunehmende Distanz (logarithmisch) dar. In dieser Darstellung nimmt der Pegel linear über die Distanz ab.

Bei -100 dB Empfängerempfindlichkeit ergibt sich in dieser Konstellation eine Reichweite von 10 km. Dies stellt auch das Optimum dar (Funkmodul im Freifeld ohne störende Einflüsse).

Die beiden anderen Linien zeigen im Vergleich dazu den Sendepiegel mit zusätzlicher Dämpfung von 10 dB und 20 dB. Bei 10 dB Dämpfung reduziert sich die Reichweite von 10 km auf 3,15 km, bei 20 dB Dämpfung reduziert sich die Reichweite auf nur noch 1 km.

VORSICHT!

Durch Dämpfung des Sendepiegels kommt es zu einer deutlichen Reduktion der Reichweite der Funkwellen:

- _ -10 dB im Pegel bedeuten nur noch ein Drittel der maximal Reichweite.
- _ -20 dB im Pegel bedeuten nur noch ein Zehntel der maximal Reichweite.

Einbau der Funkkomponenten in der Leuchte

7. Einbau der Funkkomponenten in der Leuchte

Um einen störungsfreien Betrieb der Leuchte sicherstellen zu können, ist es notwendig, die Funkkomponenten so in der Leuchte zu platzieren, dass die Sendeleistung der Antenne so wenig wie möglich beeinflusst wird. Dies gilt besonders, wenn es sich um Metall-Leuchten handelt. Metall reflektiert die Funkwellen und schirmt sie sehr gut ab.

Folgende Punkte können die Signalqualität beeinträchtigen und müssen deswegen vermieden werden:

- _ Einschließen der Funkkomponenten mit Metall (faradaysches Käfig)
- _ Zu geringer Abstand zwischen Antenne und Metallteilen der Leuchte
- _ Abschattungen des Funksignals durch Metallteile der Leuchte

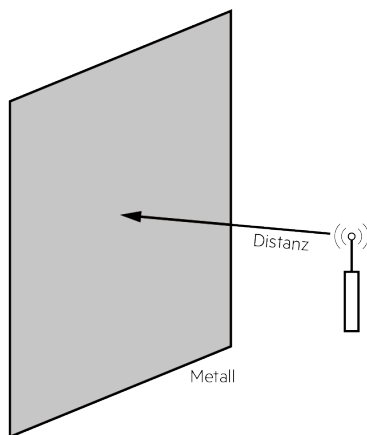
Bei Wireless-Komponenten von Tridonic ist die Position der Antenne im Datenblatt angegeben.

Einfluss von Metallteilen auf die Antenne

8. Einfluss von Metallteilen auf die Antenne

Metallteile in der Nähe der Antenne verändern die Resonanz der Antenne und zusätzlich werden die Funkwellen reflektiert. Um die Beeinflussung so gering wie möglich zu halten, sollte die Distanz zwischen Antenne und Metallteilen der Leuchte so groß wie möglich sein. Optimal ist ein Abstand von größer $\lambda / 4$ (λ ist die Wellenlänge der Funkwellen). Bei 2,44 GHz (mittlere Frequenz im 2,4-GHz-Frequenzband) beträgt die Wellenlänge 12,28 cm. In diesem Fall sollte der Abstand also mindestens 3,07 cm betragen.

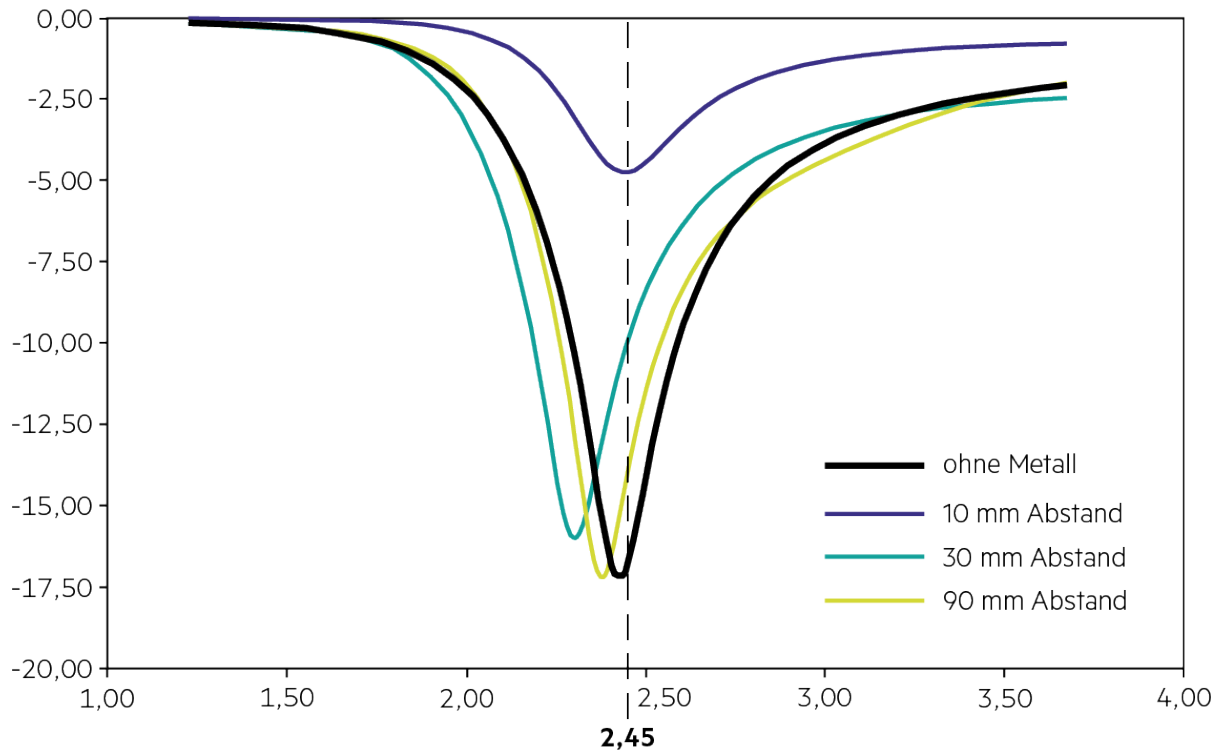
Die folgenden Abbildungen zeigen eine Simulation, die den Einfluss von Metall auf die Antenne verdeutlicht. Simuliert wurde dabei die Dämpfung der Antenne bei verschiedenen Abständen zu einer Metallplatte.



Die schwarze Kurve in der folgenden Grafik zeigt die Dämpfung der Antenne ohne Metall in der Umgebung. Diese Kurve stellt die optimale Ausgangssituation dar.

Im Vergleich dazu zeigen die anderen Kurven die Werte für unterschiedliche Abstände zur Metallplatte. Hier wird deutlich, wie sich die Resonanz der Antenne mit Metall in der Antennenumgebung bei 2,45 GHz verändert. Bereits bei einem Abstand von 90 mm ist ein Rückgang sichtbar.

Einfluss von Metallteilen auf die Antenne



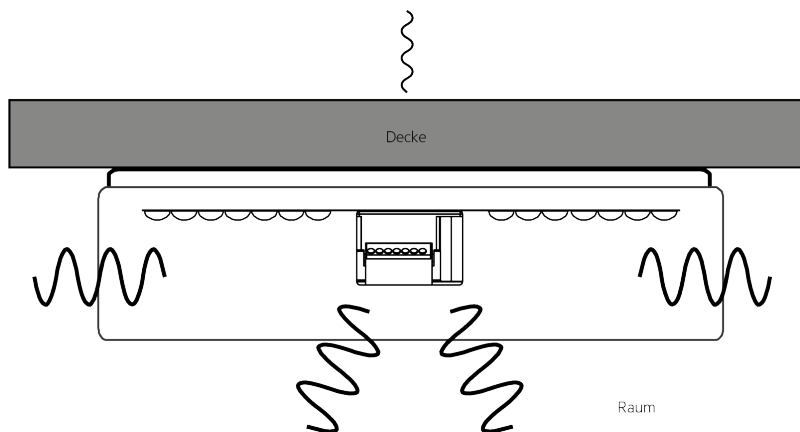
Dämpfung und Abschattung durch Metall

9. Dämpfung und Abschattung durch Metall

Funkmodule müssen in Leuchten so angebracht werden, dass Dämpfung und Abschattung der Funkwellen in den Raum so gering wie möglich sind. Dämpfung und Abschattung sind unterschiedlich je nach Konstruktion, Ausführung und Aufhängung der Leuchte.

In folgender Grafik ist schematisch dargestellt, wie ein Funkmodul optimal eingebaut werden sollte:

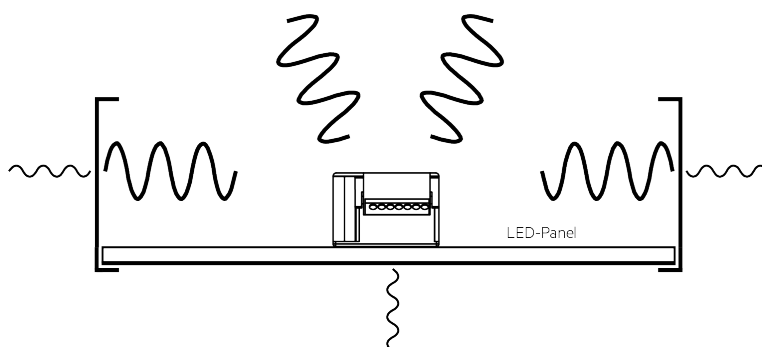
Die Antenne kann ungehindert durch den Kunststoff-Diffusor in den Raum abstrahlen, die Ausbreitung der Funkwellen in die Decke ist durch den Metallboden der Leuchte abgeschwächt.



Wird das Funkmodul zwischen Metallteilen und Decke verbaut, so wird die Abstrahlung der Antenne in den Raum durch das Metall behindert. Solch ein Aufbau wäre funktechnisch sehr ungünstig.

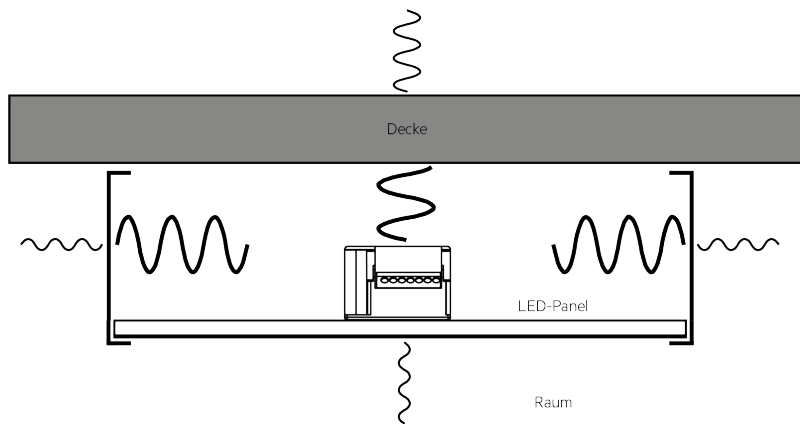
Im Labor kann solch ein Aufbau noch gute Messergebnisse liefern, da die Leuchte nach oben hin offen ist. Im realen Umfeld könnte die Leuchte aber an eine Stahlbeton- oder Metalldecke installiert werden und somit zu einem faradayschen Käfig werden, welcher kaum noch Funkwellen nach außen dringen lässt.

Laborbedingungen:



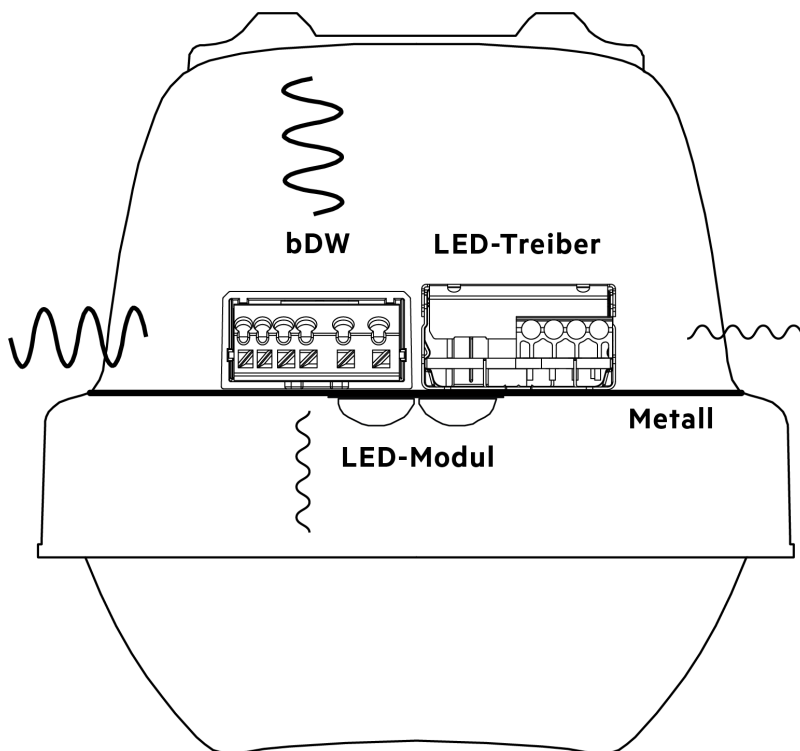
Dämpfung und Abschattung durch Metall

Einbau Situation:



Komponenten in der Leuchte, speziell metallische, können Funksignale maßgeblich beeinflussen. Dadurch kann es beispielsweise dazu kommen, dass die Signalstärke je nach Richtung unterschiedlich gut ist.

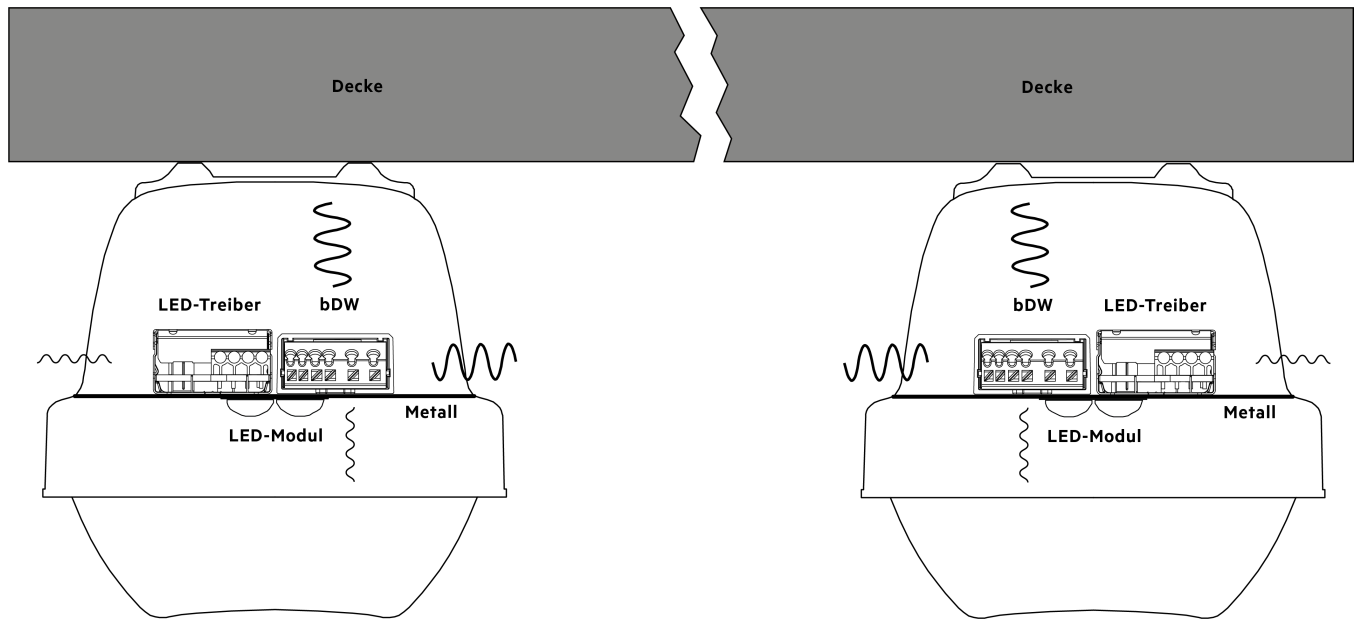
Die folgende Beispielabbildung illustriert dies. Das Funksignal wird nach unten durch ein dort angebrachtes Blech und zur Seite durch einen dort befindlichen Treiber abgedämpft. Die Signalstärke ist in diesen Richtungen schwächer.



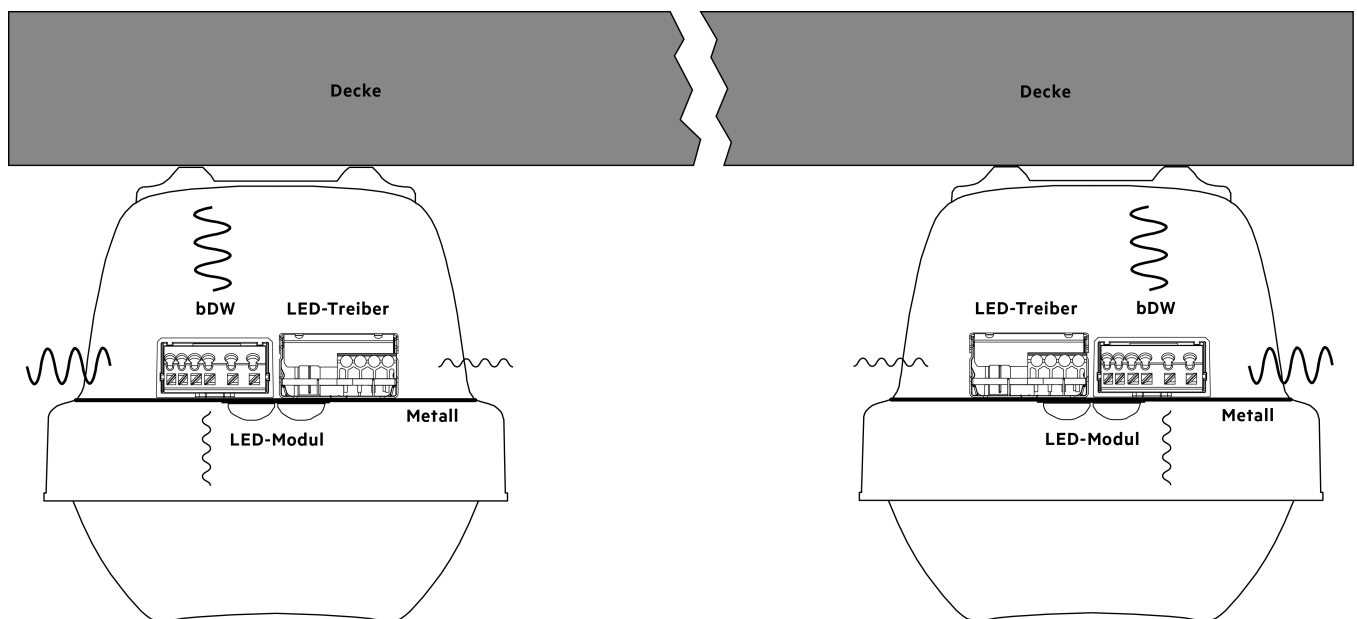
Je nach Ausrichtung der Leuchte, ergeben sich dadurch unterschiedlich gute Signalstärken und Reichweiten:

Dämpfung und Abschattung durch Metall

Anordnung der Leuchten mit guter Reichweite:



Anordnung der Leuchten mit verminderter Reichweite:



Bauliche Maßnahmen für funktaugliche Metallleuchten

10. Bauliche Maßnahmen für funktaugliche Metallleuchten

Durch rechteckige Aussparungen im Metallrahmen der Leuchte können Metallleuchten funktauglich gebaut werden. Die Funkwellen erhalten dadurch einen Austrittsweg aus der Leuchte.

Die Größe der Aussparungen orientiert sich an der Frequenz und der Wellenlänge der Funkwellen. Funkbausteine, die das 2,4-GHz-Frequenzband verwenden, haben eine Wellenlänge von 12,28 cm. Die Länge der Aussparungen sollte die halbe Wellenlänge betragen, also 6,24 cm. Die Breite der Aussparung ist variabel und liegt typischerweise bei circa 1 cm.

Die Aussparungen müssen sich in unmittelbarer Umgebung der Funkbaustein-Antenne befinden.

VORSICHT!

Ungetestete Leuchten können zu erheblichen Problemen führen!

Vor dem finalen Einsatz einer funktauglichen Metallleuchte müssen folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- _ Die Kombination aus Funkmodell und Aussparungen im Metallrahmen muss auf Signalqualität und Reichweite getestet werden!
- _ Bei jeder Änderung von Aussparung oder Position des Funkmoduls in der Leuchte muss erneut getestet werden!

Messung der Signalqualität und Sendereichweite

11. Messung der Signalqualität und Sendereichweite

Um eine zuverlässige Aussage über die Signalqualität der jeweiligen Leuchte zu erhalten, empfiehlt es sich, die Leuchte professionell auszumessen.

Signalqualitäten können abgeschätzt werden, indem via App zwei Messungen durchgeführt werden (einmal mit dem Funkbaustein innerhalb der Leuchte, einmal mit dem Funkbaustein außerhalb der Leuchte) und die Ergebnisse anschließend miteinander verglichen werden.

Die normale Signalstärke eines offenen Funkbausteins beträgt circa -40 dBm. Der untere Grenzwert liegt bei circa -90 dBm. Mit einem noch geringeren Wert ist keine Kommunikation mehr möglich.

Signalqualität	Pegel in dBm
Gut	> -50 dBm
Mittel	-65 dBm bis -50 dBm
Schlecht	< -65 dBm

VORSICHT!

Durch Dämpfung des Sendepiegels (in diesem Fall durch die Leuchte selber) kommt es zu einer deutlichen Reduktion der Reichweite des Funksignals:

- _ -3 dB entsprechen einer Halbierung des Signals.
- _ -10 dB entsprechen einem Zehntel des Signals.

Dies muss bei Tests berücksichtigt werden, speziell bei nach hinten offenen Leuchten.

Ebenfalls muss die finale Einbausituation beachtet werden! Stahlbeton- und Metalldecken können den Sendepiegel dämpfen!

Reichweitentest mit basicDIM Wireless

12. Reichweitentest mit basicDIM Wireless

HINWEIS

Dieses Kapitel beschreibt die Durchführung eines Reichweitentest mit dem basicDIM Wireless von Tridonic. Die Beschreibung ist spezifisch für dieses Gerät und kann nicht übertragen werden auf andere Geräte ähnlicher Art.

Das Testen der Signalreichweite ist essentiell, um eine Aussage über die Qualität der Leuchte zu erhalten.

Tests sollten gemacht werden:

- _ Von Leuchte zu Leuchte
- _ Von mobilem Gerät zu Leuchte
- _ Aus verschiedene Winkeln, Richtungen und Abständen
- _ In jedem Stadium der Entwicklung der Leuchte

VORSICHT!

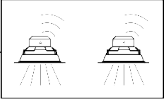

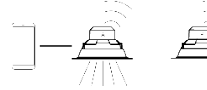
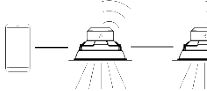
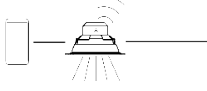
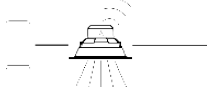
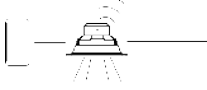
Wichtig für den Test ist, dass die basicDIM Wireless Module und Treiber sich in der tatsächlichen späteren Einbauposition befinden und nicht an einem anderen Punkt in der Leuchte verbaut sind!

Positionsänderungen verändern das Testergebnis und machen eine Neutestung notwendig (Signalstärke und Reichweite)!

Reichweitentest mit basicDIM Wireless

Benötigt für diesen Test werden zwei Musterleuchten A und B mit integriertem basicDIM Wireless.

Wie folgt vorgehen:

1	
Mit diesen zwei Musterleuchten ein basicDIM Wireless Test-Netzwerk einrichten.	
2	
Beide Musterleuchten vom Netz trennen.	
3	
Musterleuchte A wieder einschalten und warten bis sich die basicDIM Wireless App mit dieser verbindet.	
4	
Musterleuchte B wieder einschalten.	
5	
Musterleuchte B von Musterleuchte A wegbewegen, wobei das mobile Gerät mit der basicDIM Wireless App bei Musterleuchte A verbleibt.	
6	
In der basicDIM Wireless App fortlaufend auf "Alle Leuchten" drücken während Musterleuchte B stetig von Musterleuchte A wegbewegt wird.	
7	
Vorgehen solange fortführen bis Musterleuchte B aufhört zu antworten. => Die Distanz, bei der dies geschieht, ist die maximale Reichweite.	

Räumliche Gegebenheiten und Leuchte

13. Einfluss der räumlichen Gegebenheiten im Anwendungsbereich der Leuchte

Neben dem Aufbau einer Leuchte sind auch die Gegebenheiten vor Ort essentiell für den störungsfreien Betrieb der Leuchte. Eine funktionierende Leuchte im Labor ist noch kein Garant für ein funktionierendes System vor Ort.

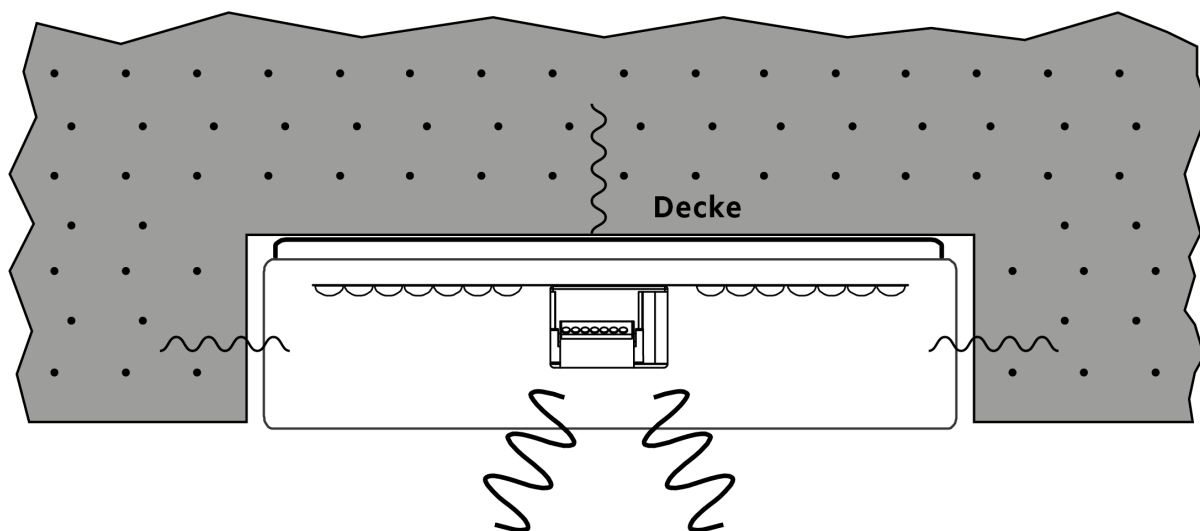
Folgende Gegebenheiten vor Ort müssen berücksichtigt werden.

- _ Decke
- _ Materialien in den Wänden
- _ Fenster / Scheiben
- _ Vor Ort vorhandene andere Funksysteme

13.1. Decke

Der Einfluss von Decken unterscheidet sich je nach Anwendung. Zu beachten sind abgehängte Metalldecken und Stahlbetondecken. Leuchten, die nur Richtung Decke frei von Metall sind, wirken wie ein faradayscher Käfig, wenn sie auf Stahlbeton- oder Metalldecken montiert werden.

Wenn Leuchten in Stahlbeton- oder Metaldecken versenkt werden, muss sichergestellt werden, dass die Antenne des Funkmoduls der Leuchte seitlich nicht komplett umschlossen ist, sondern leicht über die Decke hinausreicht. Ist dies nicht der Fall, wird das Funksignal zu den Seiten sehr stark abgedämpft. Die folgende Grafik illustriert dies.



13.2. Materialien in den Wänden

Feinmaschiges Metallgewebe in den Wänden unterdrückt die Kommunikation. Speziell in älteren Gebäuden, bei denen nicht genau bekannt ist, welche Materialien in den Wänden verwendet wurden, empfiehlt es sich, dies vorab zu überprüfen.

Räumliche Gegebenheiten und Leuchte

13.3. Fenster und Scheiben

Bei Fenstern und Scheiben mit Sonnenschutz ist zu beachten, dass diese oft mit Metall bedampft sind. Solche Fenster und Scheiben können das Funksignal stark dämpfen.

13.4. Vor Ort vorhandene andere Funkssysteme

Vor Einbau einer funkgesteuerten Lichtlösung ist es sinnvoll, die Gegebenheiten vor Ort in Bezug auf andere Funkssysteme zu überprüfen. Speziell im 2,4-GHz-Frequenzband ist durch eine korrekte Kanalauswahl sicherzustellen, dass sich die Systeme nicht zu sehr beeinträchtigen. Hierbei ist es sinnvoll, die Gegebenheiten vor Ort über einen längeren Zeitraum mit einem geeigneten Analysetool zu beobachten (bspw. mit der Analysesoftware "Metageek").

Funksysteme sind dynamische Systeme, die sich jederzeit verändern können. Erhöhte Auslastung in einem Funksystem kann zu reduzierter Datenübertragung in einem anderen Funksystem führen, wenn beide Systeme auf den selben oder überlappenden Kanälen liegen.

HINWEIS

Beispiel für gegenseitige Störung zweier Systeme:

Wenn eine Videokonferenz über WLAN gestartet wird, steigt der Datendurchsatz und die Auslastung auf genau diesem Kanal. Systeme die zuvor einwandfrei parallel auf dem selben Kanal gearbeitet haben, können für die Dauer der Videokonferenz möglicherweise nicht mehr störungsfrei arbeiten!

13.5. Grundriss des Gebäudes

Gut funktionierende Netzwerke sind kreisförmig aufgebaut mit wenigen Hops.

Folgende Aspekte müssen betrachtet werden:

- _ Lange Korridore vermeiden
- _ Distanz zwischen den Leuchten so kurz wie möglich halten (kleiner als die maximale Reichweite einer Leuchte)

ACHTUNG!

Reine Emergency-Anwendungen erfordern ein spezielles Augenmerk, weil hier die Distanzen zwischen den Leuchten recht groß werden können.

13.6. "Insel-Problem"

Ungünstige Gebäude-Grundrisse können zu "Insel-Problemen" führen. Ein "Insel-Problem" ist dann gegeben, wenn ein einzelnes Netzwerk durch physikalische Gegebenheiten des Gebäudes in mehrere Netzwerke ohne Kontakt zueinander geteilt wird.

Räumliche Gegebenheiten und Leuchte

"Insel-Probleme" müssen gelöst werden, weil das Netzwerk sonst nicht ordnungsgemäß funktionieren wird. Folgende Maßnahmen können getroffen werden:

- _ Verwendung von Repeatern
- _ Netzwerk in kleinere einzelne Netzwerke splitten
- _ Distanz zwischen den Leuchten so kurz wie möglich halten (kleiner als die maximale Reichweite einer Leuchte)

Begriffserklärungen und Abkürzungen

14. Begriffserklärungen und Abkürzungen

_ Bluetooth® Wireless Technology:

Bluetooth® Wireless Technology ist ein Industriestandard für die Datenübertragung zwischen Geräten über kurze Distanz per Funktechnik. Der Name „Bluetooth“ leitet sich vom dänischen König Harald Blauzahn (englisch: Harald Bluetooth) ab, der verfeindete Teile von Norwegen und Dänemark vereinte.

Homepage: <https://www.bluetooth.com/>

_ Thread:

Thread ist eine IPv6-basierte Mesh-Netzwerktechnologie mit geringem Stromverbrauch für IoT-Produkte, die sicher und zukunftssicher sein soll.

Homepage: <https://www.threadgroup.org/>

_ WLAN:

WLAN (kurz für: Wireless Local Area Network, deutsch: drahtloses lokales Netzwerk) ist ein drahtloses Computernetzwerk, das zwei oder mehr Geräte mithilfe der drahtlosen Kommunikation zu einem lokalen Netzwerk in einem begrenzten Bereich wie einem Haus, einer Schule, einem Computerlabor, einem Campus oder einem Bürogebäude verbindet.

_ ZigBee:

ZigBee ist eine Spezifikation für drahtlose Netzwerke mit geringem Datenaufkommen wie beispielsweise Hausautomation, Sensornetzwerke, Lichttechnik. Auf diese Weise können Geräte miteinander kommunizieren.

Homepage: <https://zigbeealliance.org/>