

Reichweitenplanung für EnOcean-Funksysteme

Funksysteme bieten gegenüber fest verdrahteten Systemen ein hohes Maß an Flexibilität sowie Einfachheit der Installation. Folgende Planungshinweise sollen die problemlose Auslegung und Inbetriebnahme eines zuverlässigen 868 (für Europa), 902 (für Nordamerika) oder 928 (für Japan) MHz EnOcean Funksystems ermöglichen, sowohl im Wohnungsbau wie auch in weitflächigen Gewerbegebäuden.

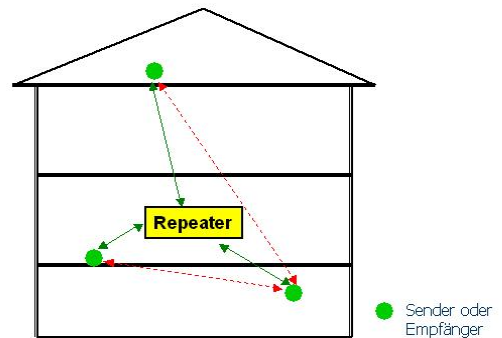
Dipl. Ing. Armin Anders, EnOcean GmbH, VP Business Development

INHALT

Zwei Arten von Funkinstallationen sind typisch und werden in dieser Planungshilfe daher vorrangig behandelt:

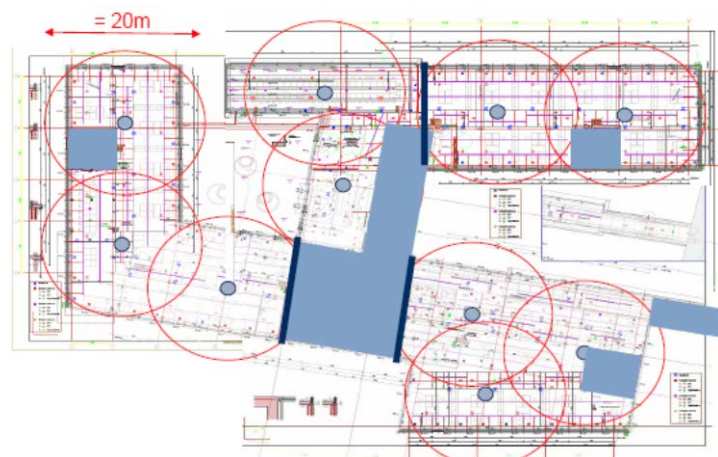
a) Sensoren steuern Aktoren direkt

Hier besteht typisch keine Notwendigkeit weite Funkstrecken zu überwinden. Gegebenenfalls ist ein zentraler Funk-Repeater zur Signalverstärkung installiert:



b) Sensoren steuern Aktoren über ein Automations-system

Zur Komplettabdeckung eines weitläufigen Gebäudes werden zentral platzierte Funk-Gateways zum Automationsbus (BACnet, TCP/IP, KNX, LON, etc.) verwendet:



Diese Planungshilfe gliedert sich im Weiteren wie folgt:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Grundlagen zu Funksignalen in Gebäuden | Seite 2ff |
| 2. Planungshinweise für den Gewerbebau | Seite 7f |
| 3. Planungshinweise für den Wohnungsbau | Seite 9f |
| 4. Fehlersuche | Seite 11f |

1. GRUNDLAGEN ZU FUNKSIGNALEN IN GEBÄUDEN

1.1 Reichweite von Funksignalen

Da es sich bei Funksignalen um elektro-magnetische Wellen handelt, nimmt die Feldstärke am Empfänger mit zunehmendem Abstand von Sender ab, die Funkreichweite ist begrenzt. Durch Materialien in der Ausbreitungsrichtung wird die Reichweite weiter verringert. Zwar können Funkwellen Wände durchdringen, doch steigt dabei die Dämpfung stärker als bei Ausbreitung bei Sichtverbindung. Hier einige Beispiele unterschiedlicher Wandarten:

	Material	Reichweitenred. ggü. Freifeld
Tipp 1	Holz, Gips, Glas unbeschichtet, ohne Metall	0 - 10%
	Backstein, Pressspanplatten	5 - 35%
	Beton mit Armierung aus Eisen	10 - 90%
	Metall, Aluminiumkaschierung	siehe 1.2

Abb: Reichweitenreduktion durch Wandmaterialien gegenüber Freifeldausbreitung

Die geometrische Form eines Raumes bestimmt die Funkreichweite, da die Ausbreitung nicht strahlförmig erfolgt, sondern ein gewisses Raumvolumen benötigt (Ellipsoid mit Sender Tx und Empfänger Rx in den beiden Brennpunkten). Bei 30m Reichweite beträgt der Ellipsoid-Mittendurchmesser theoretisch rund 10m bei 868 MHz, 902 oder 928 MHz Systemfrequenz. Ungünstig sind enge Flure mit massiven Wänden.

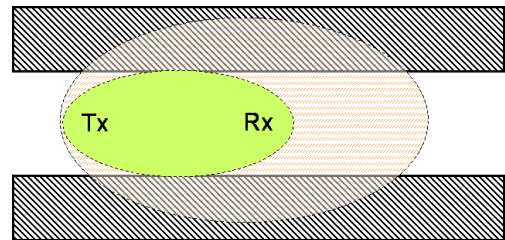


Abb: Enger Flur mit massiven Wänden

Verbauart der Antennen und deren Abstand von Decken, Boden und Wänden spielt eine wesentliche Rolle. Externe Antennen haben typisch bessere Funkeigenschaften als Unterputzempfänger. Personen und Gegenstände im Raum reduzieren ebenfalls die Reichweite. Die allgemein übliche Reichweitenangabe "30m in Gebäuden" sollte daher in der Praxis aufgrund der Vielzahl von Einflüssen differenziert betrachtet werden. Reserve in der Reichweitenplanung ist erforderlich, um eine zuverlässige Funktion des Funksystems auch bei ungünstigen Verhältnissen zu erreichen.

Tipp 2

Robuste und zuverlässige Installation im Gebäude erreicht man durch ausreichend Reichweitenreserve. Empfehlungen aus der Praxis:

- **> 30 m** bei sehr guten Voraussetzungen: Großer freier Raum, optimale Antennenausführungen und gute Antennenpositionen.
- **Planungssicherheit** mit Mobiliar und Personen im Raum, durch bis zu 5 Gipskarton-Trockenbauwände oder 2 Ziegel-/Gasbetonwände:
 - **> 20 m** für Sender und Empfänger mit guter Antennenausführung und guten Antennenpositionen.
 - **> 10 m** für in Wand oder in Raumecke verbaute Empfänger. Oder kleiner Empfänger mit interner Antenne. Auch zusammen mit Schalter auf oder Drahtantenne nahe Metall. Oder enger Flur.
- Senkrecht durch 1-2 Zimmerdecken, abhängig von Armierung und Antennenausführungen.

Reichweitenplanung für EnOcean-Funksysteme

1.2 Abschottung

Metallflächen reflektieren elektromagnetische Wellen, z.B. metallische Trennwände und Metalldecken, massive Armierungen in Betonwänden und Metallfolien von Wärmedämmungen. Dahinter bildet sich ein sog. "Funkschatten". Vereinzelt dünne Metallstreifen haben kaum Einfluss, beispielsweise die Profile in einer Gipskarton-Trockenbauwand.

Metalltrennwände: Es wird beobachtet, dass Funktechnik auch mit metallischen Raumteilern funktioniert. Dies geschieht über "Reflexionen": Metall- und Betonwände reflektieren die Funkwellen und durch Öffnungen, z.B. einer Holztüre oder einer Glasdurchsicht, gelangen die Funkwellen in benachbarte Flure oder Räume. Die Reichweite kann ortsabhängig aber stark reduziert sein. Ein zusätzlicher Repeater an geeigneter Stelle kann leicht alternativen Funkweg bieten.

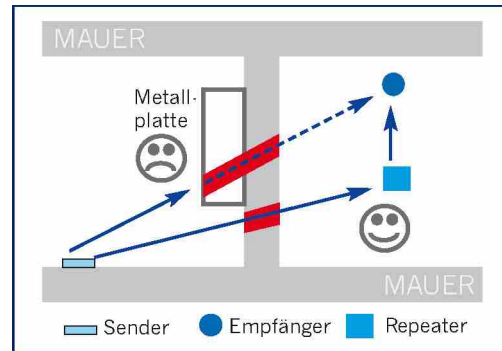
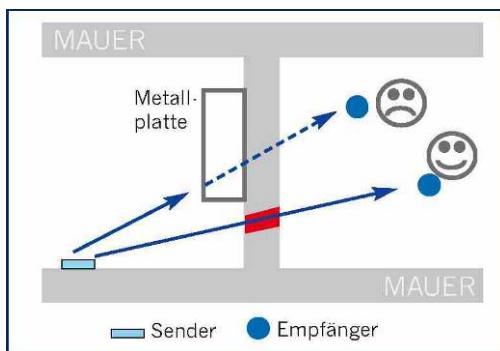
Tipp 3

Wichtige Gegebenheiten, die die Funkreichweite reduzieren:

- Metalltrennwände oder hohle Wände mit Dämmwolle auf Metallfolie
- Zwischendecken mit Paneelen aus Metall oder Kohlefaser
- Stahlmobilier oder Glas mit Metallbeschichtung
- Montage des Schalters auf Metallwand (typisch 30% Reichweitenverlust)
- Benutzung metallischer Schalterrahmen (typ. 30% Reichweitenverlust)

Brandschutzwände, Aufzugschächte, Treppenhäuser und Versorgungsbereiche sollten als Abschottung betrachtet werden.

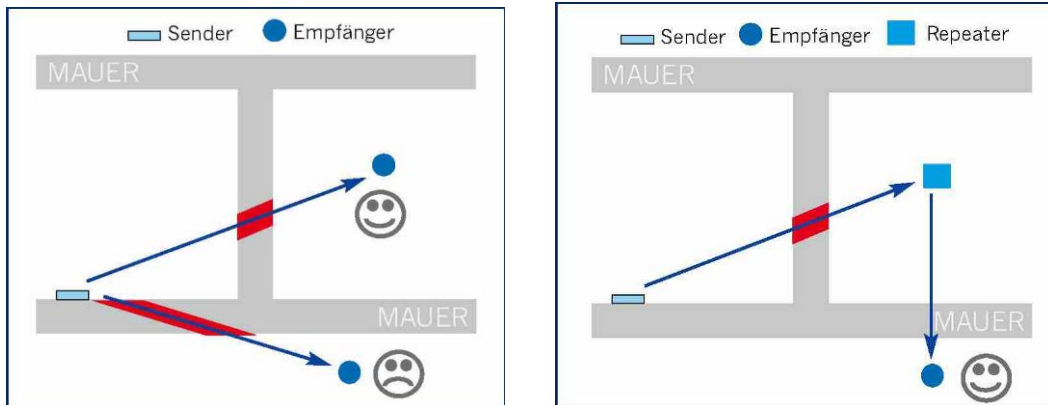
Abschottung kann durch Umpositionieren der Sende- und/oder Empfängerantenne aus dem Funkschatten behoben werden, oder durch Benutzung eines Repeaters.



Reichweitenplanung für EnOcean-Funksysteme

1.3 Durchdringungswinkel

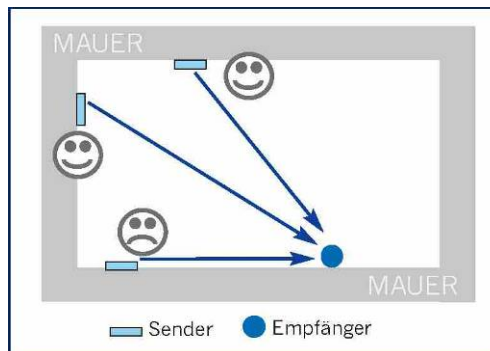
Der Winkel mit dem das gesendete Signal auf die Wand trifft spielt eine wichtige Rolle. Je nach Winkel verändert sich die effektive Wandstärke und somit die Dämpfung des Signals. Nach Möglichkeit sollten die Signale senkrecht durch das Mauerwerk laufen. Mauernischen sind zu vermeiden.



Tipp 4 Übermäßig flacher Durchdringungswinkel kann durch Umpositionieren der Sende- und/oder Empfängerantenne, oder Benutzung eines Repeaters behoben werden.

1.4 Antennenmontage

Die Empfangsantenne oder ein Empfänger mit interner Antenne sollten nicht auf der gleichen Wandseite wie der Sender montiert werden. Funkwellen unterliegen im Wandbereich eher einer störenden Streuung oder Reflektion. Besser ist die Montage auf der anschließenden oder gegenüberliegenden Wandfläche. Bei Geräten mit externer Antenne ist der ideale Montageort der Antenne an einer zentralen Stelle im Raum. Nach Möglichkeit sollte dabei die Antenne einen Abstand von mindestens 10-15 cm zur Raumecke und Betondecke aufweisen.



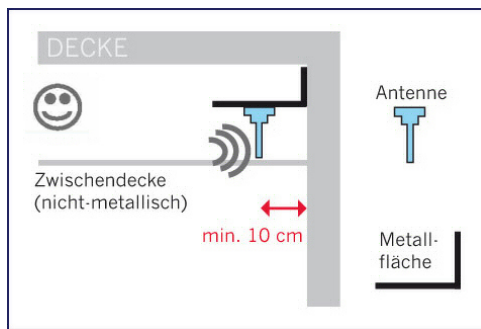
Tipp 5 Funkausbreitung entlang einer Wandfläche ist zu vermeiden (z.B. auch in einem langen Flur).

AKTIVANTENNE: Eine sogenannte Aktivantenne ist ein Funkmodul mit integrierter Antenne, das mit der Aktoreinheit über ein einfaches, mehradriges Kabel kommuniziert (beispielsweise RS458). Somit

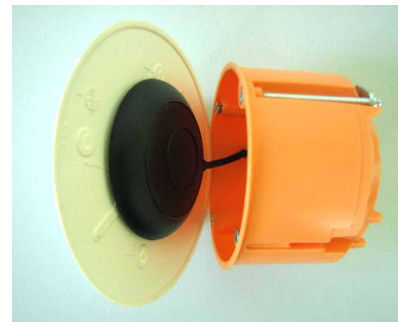
Reichweitenplanung für EnOcean-Funksysteme

wird kein geschirmtes Antennenkabel benötigt, das mit zunehmender Länge oder durch Knicken an Performance verliert. Eine Fehlersuche wird dadurch sehr einfach.

PASSIVANTENNE: Diese Antenne ist über ein speziell geschirmtes Antennenkabel mit der Empfangseinheit verbunden. Eine **"Magnetfußantenne"** muss auf eine möglichst große metallische Fläche gehaftet werden, um einen ausreichenden Gegenpol zu schaffen. Die Montage kann sehr einfach beispielsweise auf einem Lüftungsrohr erfolgen. Eine **"Patchantenne"** (Flächenantenne) muss hingegen auf eine nichtmetallische Decke oder in eine Trockenbauwand montiert werden, beispielsweise in eine Hohlwanddose geeigneter Größe (siehe Bild). Eine Patchantenne darf normalerweise nicht direkt auf Beton oder in unmittelbarer Nähe von Metall montiert werden. Ausnahme ist die 868 MHz Metallpatchantenne „MCA 1890MP“ von Fa. Hirschmann. Diese Flachantenne kann unauffällig auch direkt auf eine Metalldecke geklebt werden. Mehr Details zur Auswahl von geeigneten Passivantennen und Steckverbindern finden sich in der EnOcean Application Note „AN103 External Passive Antennas“.



Montage Magnetfußantenne



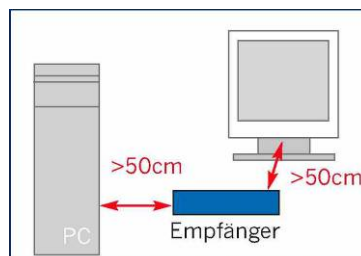
Montage Patchantenne

Tipp 6

Bei der Verlegung eines abgeschirmten Antennenkabels ist darauf zu achten, dass das Kabel nicht geknickt und damit unwiederbringlich beschädigt wird (Performance-Reduzierung durch Veränderung des Wellenwiderstands).

1.5 Abstände der Empfänger zu anderen Störquellen

EnOcean Sender können problemlos neben beliebige andere Sender montiert werden. Der Abstand der EnOcean-Empfänger hingegen zu anderen Sendern (z.B. GSM / DECT / Wireless LAN) und hochfrequenten Störquellen (Computer, Audio-/Videogeräte) sollte min. 50cm betragen. 868 MHz RFID Leistungssender nicht im gleichen Raum gemeinsam mit EnOcean 868-Empfängern einsetzen.



Tipp 7

Der Abstand des EnOcean-Empfängers zu anderen hochfrequenten Sendern sollte min. 50 cm betragen, Senderposition ist unkritisch. 868 MHz RFID nicht im gleichen Raum.

Reichweitenplanung für EnOcean-Funksysteme

1.6. Einsatz von Repeatern

Bei Problemen mit der Empfangsqualität kann der Einsatz von Funkverstärkern, sogenannte "Repeater", sehr hilfreich sein. Beim EnOcean-Repeater ist keinerlei Konfigurationsaufwand (z.B. Einlernen) erforderlich. Die Inbetriebnahme erfolgt einfach mit Anschluss an die Versorgungsspannung. Verschiedene Einsatzmöglichkeiten sind in den Bildern der Kapitel "Abschottung" und "Durchdringung" dargestellt.

Tipp 8 Bei der Planung sollte für ungünstige Situationen die Nachrüstbarkeit von Repeatern berücksichtigt werden (Stromanschluss). Die Verwendung von zu vielen Repeatern ist kontraproduktiv (höhere Kosten, Telegrammkollisionen).

EnOcean-Repeater können in ihrer "1-level" Grundfunktion nicht kaskadiert werden, bereits wiederholte Telegramme werden nicht erneut wiederholt. Auf 2-level Funktion umschaltbare Repeater erlauben die Kaskadierung über zwei Repeater. Dies sollte aber nur selten in gebäudetechnischen Extremfällen benötigt werden.

1.7. Feldstärke-Messgerät

Unter der Bezeichnung Probare P30 (<https://www.vicos.at/probare/>) steht ein mobiles Feldstärke-Messgerät zur Verfügung, welches dem Installateur zur einfachen Bestimmung der optimalen Montageorte für Sensor und Empfänger dient. Weiterhin kann es zur Überprüfung von gestörten Verbindungen bereits installierter Geräte benutzt werden. Am Gerät werden die Feldstärken empfangener Funktelegramme und störende Funksignale im relevanten Frequenzbereich angezeigt.



Feldstärke-Messgerät Probare P30

Tipp 9 Auch bei guter Funkplanung sollte der einwandfreie Empfang am Empfängerort während der Installation verifiziert werden. Mit dem Probare P30 Feldstärke-Messgerät lässt sich vor Ort sowohl eine günstige Position finden, als auch ein Störsender identifizieren (siehe auch Kapitel 4 „Fehlersuche“)

2. PLANUNGSHINWEISE FÜR DEN GEWERBEBAU

Im Gewerbebau sind Funkreichweiten typisch durch Brandschutzwände begrenzt, die als Abschottung zu betrachten sind. Innerhalb der Brandschutzbereiche kommen üblicherweise Leichtbauwände oder Glastrennwände zum Einsatz, die gute Funkeigenschaften aufweisen (Metallarmierung oder Metallbedampfung ist auszuschließen!). Zwei Installationsarchitekturen sind gebräuchlich:

- **Sensoren steuern Aktoren direkt**

Typischerweise besteht hier keine Notwendigkeit weite Funkstrecken zu überwinden ("Kubikel-Installation").

- **Sensoren steuern Aktoren über Automationssystem**

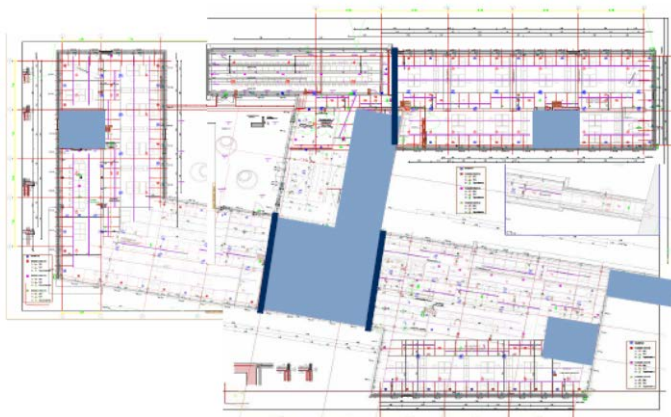
Zur Komplettabdeckung werden zentral platzierte Funk-Gateways zum Automationsbus (z.B. BACnet, TCP/IP, LON, KNX) verwendet. Im Folgenden wird aufgezeigt, wie in Kürze und mit äußerst einfachen Mitteln eine zuverlässige Funkplanung in 3 Schritten realisierbar ist:

SCHRITT 1: Grundplan und Zirkel bereitstellen



SCHRITT 2: Relevante Funkabschattungen im Grundplan einzeichnen

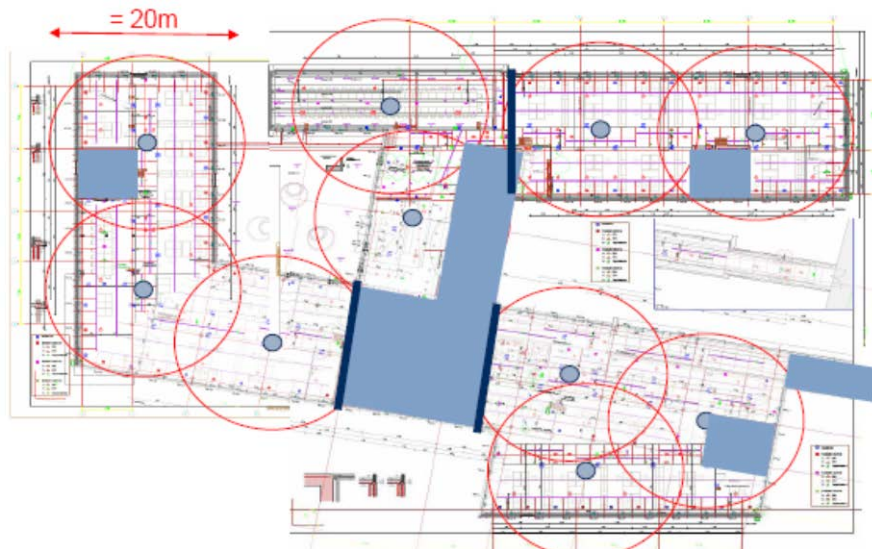
- Brandschutzwände
- Aufzugsschächte, Treppenhäuser und sonstige Versorgungsbereiche



Reichweitenplanung für EnOcean-Funksysteme

SCHRITT 3: Reichweitenkreise einzeichnen

- Die Kreismittelpunkte sind die idealen Positionen der Funk-Gateways.
- Die Gateways sind damit so positioniert, dass eine abschottungsfreie Verbindung in alle Ecken des Brandschutzabschnittes (mögliche Sensorpositionen) gegeben sein sollte.



Tipp 10 Aufgrund der Erfahrungen in praktischen Anwendungen sind ungünstige Verhältnisse anzunehmen und alle typischen Unzulänglichkeiten vorzuhalten. Eine Planung mit 10-12 Metern Reichweitenradius bietet weit reichend Sicherheit, auch gegen später übliche Änderungen der Umgebungsbedingungen (Leichtbauwände, Einrichtungsgegenstände, Personen im Raum, etc.). Ein Meter hin oder her spielt bei der Gatewayposition aufgrund der vorgehaltenen Reserve keine Rolle, auch später bei der Ausführung.

Tipp 11 Ein äußerst robustes Funksystem lässt sich durch Implementierung eines redundanten Funkempfangpfades realisieren. Dies kann mittels Programmierung zweier benachbarter Funk-Gateways auf parallelen Empfang eines Funksenders erfolgen.

Tipp 12 Auch bei sorgfältiger Planung sollten Vorort während der Installation Reichweitentests mit Feldstärketestgerät durchgeführt werden. Ungünstige Bedingungen können durch geeignete Umpositionierung der Geräte(-antennen) oder durch Benutzung eines Repeaters verbessert werden.

3. PLANUNGSHINWEISE FÜR DEN WOHNUNGSBAU

Für Anwendungen, die auf ein bis zwei Räume begrenzt sind, wie z.B. bei Nachrüstung eines Schalters oder einer Markise, ist die direkte Funkreichweite immer ausreichend. Für Anwendungen "quer" durchs Haus ist wie folgt zu differenzieren:

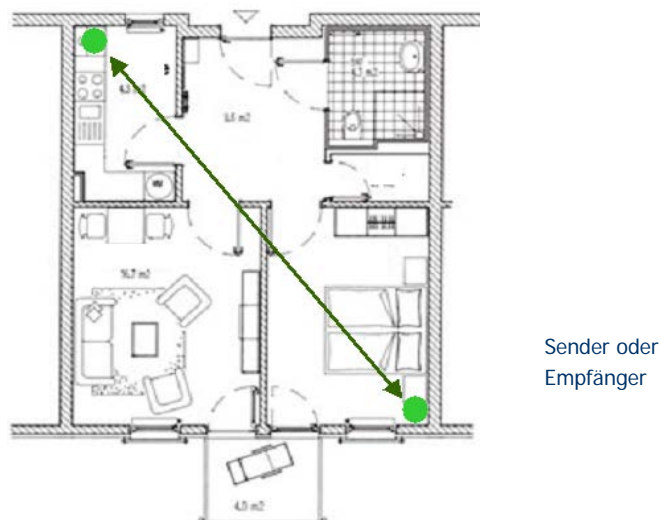
Mehrzimmerwohnungen, Reihen- und Einfamilienhäuser bis 400qm

- Größere Wohneinheiten sollten mit einem Repeater ausgerüstet werden. Die örtliche Position des Repeaters ist nicht kritisch, sollte aber zentral in der Wohneinheit sein (z.B. mittig im mittleren Stockwerk).
- Die EnOcean-Repeater sind so ausgelegt, dass im Falle starker Deckenarmierung oder anderer Abschottungen ein zweiter Repeater nachgerüstet werden kann. Die Verwendung von zu vielen Repeatern ist kontraproduktiv (höhere Kosten, Telegrammkollisionen).

Mehrfamilien- und Hochhäuser

- Für jede Wohneinheit sollten getrennte Funksysteme eingesetzt werden.
- Ein Funk-Gateway pro Wohneinheit kann zur objektübergreifenden Verbindung über ein etabliertes Automatisierungssystem (z.B. BACnet, KNX, LON, TCP/IP, usw.) eingesetzt werden

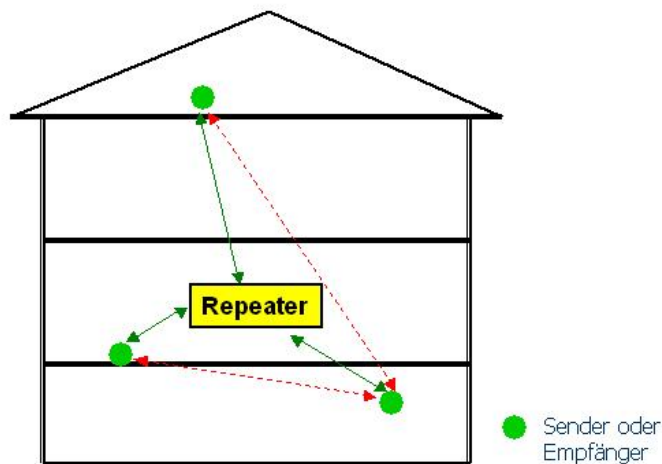
Kleine Wohneinheit (bis zu 3 Wände und 1 Zimmerdecke)



Tipp 13

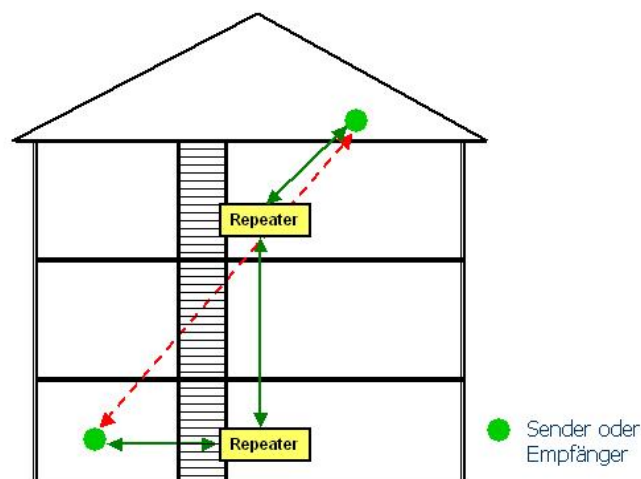
Einzimmerwohnung oder 2 Stockwerke eines Stadthauses: Direkte Funkreichweite ist normalerweise ausreichend.

Mehrzimmerwohnung und Einfamilienhaus (mehr als 3 Wände, mehr als 1 Decke)



Tipp 14 Für die Funkabdeckung einer größeren Wohneinheit wird generell die Installation eines zentral platzierten Repeaters empfohlen.

Extrembeispiel für Einfamilienhaus



Tipp 15 Stark armierte Betondecken, dicke Kellerwände: Für die Vollabdeckung wird in seltenen Fällen ein zweiter Repeater benötigt (beide auf 2-level Funktion geschaltet, siehe Hinweise in Kapitel 1.6).

4. FEHLERSUCHE

Bei Beachten aller Hinweise bei der Auswahl der Montageorte von Sender und Empfängern sollte ein störungsfreier Betrieb der Geräte gewährleistet sein. Sollte es dennoch zu Problemen bei der Funkübertragung kommen, kann folgende Fehlerübersicht als nützliches Hilfsmittel dienen:

	Mögliche Ursache und Abhilfe
Sender wird <u>überhaupt</u> nicht empfangen	Sender sendet nicht. Überprüfung des Senders: Solar-betriebene Sender ggf. mit ausreichend Licht versorgen (für schnellen Funktionstest kurz an Tageslicht oder unter helle Lampe legen).
	Sender außerhalb Empfänger-reichweite montiert (oder Sender mittlerweile entfernt). Montageort des Senders oder Empfängers verändern, oder Repeater verwenden. Dabei Hinweise in Kapitel 1 beachten.
	a) Sender nicht eingelernt oder falscher Sender eingelernt. Sender am Empfänger einlernen.
	b) Empfänger empfängt nicht. Überprüfung des Empfängers, ggf. auch Empfängerantenne und Verlegung des Antennenkabels.
	a) Hochfrequente Störquelle in Empfängernähe. Störquelle entfernen (PC, Funktelefon, ect. mindestens 50cm zum EnOcean-Empfänger).
	b) Störsender (Dauersender). Störsender beseitigen.
	a) Sender liegt im Grenzbereich des Empfängers. Sender oder Antenne des Empfängers versetzen, oder Repeater einsetzen. Dabei Hinweise in Kapitel 1 beachten.
	b) Sender nicht dort installiert, wo erwartet (oder falsche Zuordnung sender/Empfänger). Sender richtig zuordnen.
c) Montageort des Senders verändert sich zeitweise (z.B. weil nicht gut befestigt). Montageort des Senders innerhalb des Empfängerbereiches verlegen.	
Sender wird <u>zeitweise</u> nicht empfangen	Empfänger empfängt nicht. Überprüfung des Empfängers, ggf. auch Empfängerantenne und Verlegung des Antennenkabels.
	Störsender vorhanden. Störsender beseitigen

Reichweitenplanung für EnOcean-Funksysteme

Haftungsausschluss

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen dienen der Beschreibung typischer Eigenschaften des EnOcean Funksystems und sind nicht als festgelegte Betriebsmerkmale zu verstehen. Für etwaige Auslassungen oder Ungenauigkeiten wird keine Haftung übernommen. Wir behalten uns das Recht vor, Änderungen ohne vorherige Ankündigung vorzunehmen. Die jeweils neueste Dokumentation finden Sie auf der EnOcean-Website: **www.enocean.com**.