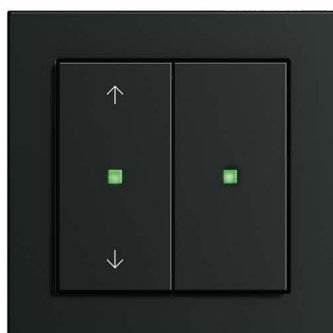
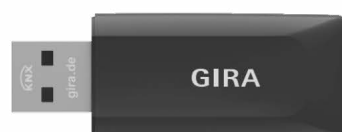


Stand der Dokumentation:
01.09.2025

KNX RF Multi



Inhaltsverzeichnis

1.	Das KNX RF Multi System	3
1.1.	KNX RF Multi Kanäle	4
1.2.	Fast Ack zur Bestätigung des Empfangs.....	4
1.3.	Batteriebetriebene Geräte	5
1.4.	Priorisierung von Telegrammen	6
1.5.	Blacklist	6
1.6.	Zulassung und Frequenznutzung	7
1.7.	Duty Cycle	9
1.8.	KNX Secure und Security Proxy	9
2.	Praxistipps	10
2.1.	Beachtung der Einbausituation	10
2.2.	Erweiterung von bestehenden Installationen	11
2.3.	Topologie.....	11
2.4.	Parametrierung.....	12
2.5.	Diagnose.....	12
3.	Steuerung des Medienzugriffs	13
4.	RF-Topologie	15
4.1.	Grafiksymbole	15
4.2.	Domänenadresse bei KNX RF	16
4.2.1.	Geräte in unterschiedlichen RF-Domänen	17
4.2.2.	Verwendung einer KNX RF USB-Schnittstelle	19
4.2.3.	Verwendung einer KNX IP-Schnittstelle.....	20
4.3.	Medienkoppler	21
4.3.1.	Medienkoppler als Linienkoppler	22
4.3.2.	Medienkoppler als Segmentkoppler	23
4.4.	RF-Adressierungsarten	24
4.5.	KNX RF Multi Repeater	25
5.	Physikalische Grundlagen	27
5.1.	Elektromagnetische Welle.....	27
5.2.	Informationsübertragung mit Funksignalen.....	28
5.3.	Ausbreitung und Dämpfung von Funksignalen in Gebäuden	29
6.	Gebäudestruktur	33

1. Das KNX RF Multi System

Das KNX RF Multi System (RF = engl. Radio Frequency / dt. Radiofrequenz) basiert auf dem herstellerunabhängigen KNX Standard und arbeitet im Frequenzbereich 868 MHz. KNX RF ermöglicht es, bestehende KNX Anlagen nachzurüsten oder neue Installationen durch RF-Komponenten auszubauen. Einbaugeräte mit KNX RF erlauben den Umbau einer konventionellen elektrischen Installation zu einem modernen Smart Home mit bspw. Schalt- und Dimmfunktionen, Heizungsregelung und Zugriff aus der Ferne. KNX RF Geräte können über einen RF Multi/TP Medienkoppler mit drahtgebundenen KNX Installationen verbunden werden. Geeignete RF-Aktoren lassen sich direkt durch RF-Sender ansteuern.

KNX RF Multi bietet wie KNX TP bidirektionale, verschlüsselte und zuverlässige Kommunikation. Die Bidirektionalität der KNX RF Komponenten wird durch einen Sende- und Empfangsbaustein gewährleistet. Dies ermöglicht:

- Statusanzeigen an den RF-Bedienstellen
- Status-Rückmeldungen für Aktoren
- Inbetriebnahme durch die ETS

Einige KNX RF Multi Produkte sind batteriebetrieben. Um die Batterie zu schonen, verfügen die Geräte über einen Energiesparmodus. Hier gibt es zwei verschiedene Varianten, sog. semi-bidirektionale Geräte (unterstützen Ready und Fast) und SLE (Slow Low Energy) Geräte. Die semi-bidirektionalen Geräte schalten nach der letzten Bedienung oder nach einem ETS-Programmiervorgang entsprechend einer einstellbaren Zeit automatisch in den Ruhezustand. Die Geräte sind dann temporär funktionslos. Sofern sich ein RF-Gerät im Ruhezustand befindet, muss dieser aktiv beendet werden, bevor ein Programmiervorgang durch die ETS möglich ist. Dies kann in der Regel durch Drücken einer Bedientaste oder der Programmiertaste erfolgen. Gleiches gilt auch für das Entladen des Applikationsprogramms oder für das Auslesen der Geräteinformation durch die ETS.



Hinweis

Bei aktivem Ruhezustand ist der Empfänger eines semi-bidirektionalen RF-Geräts abgeschaltet. Folglich kann das Gerät dann keine Telegramme empfangen, sodass auch Statusänderungen von Gruppenadressen nicht nachgeführt werden können. Bei Handsendern oder Tastsensoren, die auf die Tastenfunktion „Schalten - UM“ konfiguriert sind, kann es hierdurch erforderlich sein, bis zu zweimal die Taste zu betätigen, damit der Schaltbefehl (EIN → AUS / AUS → EIN) korrekt umgeschaltet wird.



Hinweis

Die ETS fordert den Bediener zum Drücken der Programmiertaste auf, sofern aufgrund eines aktiven Energiesparmodus kein direkter Zugriff auf die Geräte möglich ist.

Im Gegensatz dazu, fallen SLE-Geräte ebenfalls in einen Energiesparbetrieb, sind aber weiterhin über sog. SLE-Telegramme erreichbar. SLE-Telegramme sind langsamer und ihre Übertragung kann mehrere Sekunden dauern. Damit können diese Geräte dauerhaft von anderen Teilnehmern und der ETS erreicht werden.

KNX RF Geräte entsprechen dem KNX Standard „KNX RF Ready (KNX RF1.R)“ oder „KNX RF Multi (KNX RF1.M)“. KNX RF Multi ist die Weiterentwicklung von KNX RF Ready. Alle Geräte aller Hersteller, die diesen Standards entsprechen, sind zueinander kompatibel, ggf. ist ein Vermittler zwischen KNX RF Ready und SLE-Geräten notwendig.

1.1. KNX RF Multi Kanäle

Während KNX RF 1.1 und Ready nur einen Kanal (ein Kanal entspricht einer Sende- bzw. Empfangsfrequenz) benutzen, wurden für KNX RF Multi mehrere Kanäle eingeführt. Die Verwendung von mehreren Kanälen ermöglicht das Ausweichen auf einen anderen Kanal, wenn der aktuelle Kanal durch eine fremde Übertragung blockiert ist. Dadurch wird die Verfügbarkeit erhöht.

Diese Kanäle werden als Fast-Kanäle (F1, F2) und SLE-Kanäle (SLE1, SLE2) bezeichnet.

Entsprechend heißen die KNX RF Multi Modi, Fast und SLE. Physikalisch unterscheiden sie sich durch die Empfangsbandbreite und die verwendeten Frequenzen.

1.2. Fast Ack zur Bestätigung des Empfangs

Bei KNX RF Ready sind Telegrammverluste möglich, weil der Sender keine Bestätigung durch den Empfänger erhält. Für KNX RF Multi wurde durch die Einführung von bestätigten Übertragungen die Zuverlässigkeit deutlich verbessert. Dieser „Fast Acknowledgement“ genannte Mechanismus ermöglicht bis zu 64 Empfängern eines Telegramms dieses nach dem Empfang durch eine kurze Rückmeldung an den Sender zu bestätigen. Falls die Bestätigung von mindestens einem Gerät ausbleibt, wird die Übertragung des Telegramms wiederholt. Dabei werden mehrere Kanäle verwendet: Für Fast z. B. F1, F1, F1, F2, F2, F1 und für SLE z. B. SLE1, SLE1, SLE2. Erst wenn auf allen diesen Kanälen wiederholt wurde und nicht alle erwarteten Quittierungen eingesammelt wurden, gilt die Übertragung als fehlgeschlagen.

1.3. Batteriebetriebene Geräte

KNX RF Multi und insbesondere KNX RF Multi SLE wurden für batteriebetriebene Geräte optimiert. Entscheidend hierfür ist die Art der Präambel. Eine Präambel ist eine Folge von Nullen und Einsen z. B. „010101010“, sie wird vor dem eigentlichen Funktelegramm gesendet und dient der Synchronisierung von Sender und Empfänger.

KNX RF 1.1 und KNX RF Ready benutzen z. B. sehr kurze Präambeln von ca. 1 ms und 5 ms Länge. KNX RF SLE Telegramme verwenden eine im Vergleich dazu lange Präambel von 501 ms. Dadurch können SLE-Empfänger z. B. 489 ms lang im Schlafmodus bleiben und sparen damit Energie. Der Fast-Kanal wurde für netzbetriebene Geräte entwickelt und hat eine kürzere Präambel von 15 ms. KNX RF Multi Geräte empfangen entweder im RF-Mode SLE oder im RF-Mode Fast, aber nicht in beiden. Im Gegensatz dazu können zum Senden alle RF-Modi verwendet werden.

Um die Schlafzeit von batteriebetriebenen Empfängern während des Empfangs weiter zu erhöhen, wird bei KNX RF Multi SLE eine spezielle Präambel verwendet. Diese Präambel ist in eine Sequenz von mehreren kurzen Blöcken von „010101...“-Präambeln aufgeteilt, jeweils gefolgt von zusätzlichen Informationen wie einem Teil der Domänenadresse (DoA), der Zieladresse und Informationen zur Berechnung der Zeit bis zum Telegrammstart.

Dadurch kann der Empfänger schon während des Empfangs der Präambel herausfinden, ob er überhaupt adressiert ist. Ist er nicht adressiert, kann er den Empfang abbrechen und in den Schlafmodus wechseln, er kann aus den in der Präambel enthaltenen Informationen zum Telegrammstart berechnen, wann er wieder aufwachen muss, um das aktuelle Telegramm zu überspringen und wieder empfangsbereit für ein nächstes Telegramm zu sein. Ist er adressiert, kann er den Empfang vorerst abbrechen und in den Schlafmodus wechseln, dann verwendet er dieselbe Präambelinformation, um den Aufwachzeitpunkt für den Empfang des aktuellen Telegramms zu berechnen.



Hinweis

Die beiden unteren Bytes der Domänenadresse werden in der SLE-Präambel verwendet, um Telegramme frühzeitig zu filtern und dadurch Energie zu sparen. Damit dieser Mechanismus funktioniert, muss darauf geachtet werden, dass bei der Existenz mehrerer RF-Segmente die Domänenadressen sich in den unteren 2 Bytes unterscheiden.

Beispiel:

Segment 1: DoA 0011:2233**4455**

Segment 2: DoA 0011:2233**6677**

1.4. Priorisierung von Telegrammen

Um eine bestehende TP-Installation durch eine Funkkomponente zu erweitern, muss ein RF/TP Medienkoppler eingesetzt werden. Der Medienkoppler hat die Aufgabe, vom physikalischen Medium TP auf das Medium RF und umgekehrt zu übersetzen. Da der Medienkoppler netzbetrieben ist, empfängt er im RF-Modus Fast auf der RF-Seite. Dennoch muss er in der Lage sein, Fast/Ready- und SLE-Telegramme zu senden, um alle möglichen KNX RF Gerätetypen in die Installation einzubinden.

Wenn der Medienkoppler ein SLE-Telegramm sendet, ist er während der SLE-Übertragung blind für den Fast-Empfang. Dies ist problematisch, da die SLE-Präambel mit 501 ms im Vergleich zur Fast-Präambel von 15 ms sehr lang ist und mehrere Fast-Telegramme überdauern kann.

SLE-Gap löst dieses Problem, indem beim Sender in regelmäßigen Abständen eine Lücke in die SLE-Präambel eingefügt wird. Innerhalb dieser Lücke scannt der Sender die Fast-Kanäle. Wenn eine laufende Fast-Übertragung erkannt wird, wird das Fast-Telegramm empfangen und die SLE-Übertragung später neu gestartet.

Dadurch wird die Latenzzeit von Fast-Telegrammen für Geräte mit hohen Latenzanforderungen, wie z. B. Geräte mit Benutzerinteraktion oder Medienkoppler, auf Kosten von SLE-Geräten mit überwiegend geringen Latenzanforderungen reduziert.

Wird die Übertragung eines Telegramms mit SLE-Gap Präambel durch den Empfang eines Fast-Telegramms unterbrochen, wird die Übertragung wiederholt. Die Wiederholung beginnt, nachdem das Fast-Telegramm empfangen wurde und eine zusätzliche Verzögerungszeit verstrichen ist. Damit SLE-Übertragungen nicht übermäßig verzögert werden, ist eine maximale Anzahl von unterbrochenen SLE-Gap Präambelübertragungen durch ein Fast-Telegramm von „Fünf“ spezifiziert (Defaultwert). Wenn die fünfte Wiederholung der SLE-Gap-Übertragung unterbrochen wird, wird das Telegramm mit normaler SLE-Präambel (ohne Lücken) wiederholt, dieses Telegramm wird „Last Chance Telegramm“ genannt. Durch das Senden eines SLE-Telegramms (ohne Lücken), wird eine weitere Unterbrechung durch Fast-Telegramme verhindert.

1.5. Blacklist

In bestimmten Fällen, beispielsweise bei einem Defekt oder unterbrochener Stromversorgung, ist ein Empfangsgerät u. U. nicht in der Lage, ein Fast Acknowledgement auf ein bestimmtes Telegramm zu senden.

Damit die Telegramme, welche nicht bestätigt wurden, durch ständige Wiederholungen zu keiner hohen Buslast beitragen, verfügen Sender über eine Blacklist. Wird ein Telegramm vom Empfänger nicht durch ein Fast Ack bestätigt, schreibt der Sender des Telegramms die Zieladresse, die Information, ob es Fast oder SLE ist sowie die Fast Ack Slot Nummer in seine Blacklist.

Wenn ein Fast Ack nach drei aufeinanderfolgenden Telegrammen nicht empfangen wird, dann wird dieser Eintrag in der Blacklist aktiv. Das bedeutet, dass für dieses Fast Ack kein Wiederholungsversuch mehr unternommen wird. Wird ein in der Blacklist gespeichertes Fast Ack empfangen, wird der Eintrag wieder inaktiv. Alle Gira Geräte unterstützen das Blacklist-Verfahren.

1.6. Zulassung und Frequenznutzung

KNX RF Ready (KNX RF1.R) und KNX RF Multi (KNX RF1.M) nutzen Frequenzen aus dem europaweit geltenden SRD-Band (SRD = engl. Short Range Device / dt. Kurzstreckengerät). In diesen genehmigungsfreien Frequenzbereich fallen Funkanwendungen geringer Leistung. Neben KNX RF sind das z. B. Funkfernsteuerungen, drahtlose Mikrofone und Kopfhörer oder andere einfache Datenübertragungssysteme. KNX RF Geräte sind allgemein zugelassen und können somit in allen Staaten, die Normen und Richtlinien der Europäischen Union anerkennen, eingesetzt werden. Hierzu gehören im Allgemeinen die EU- und EFTA-Staaten.

Das von KNX RF genutzte Frequenzband um 868 MHz hat in Gebäuden hinsichtlich der Signalausbreitung gute Eigenschaften, da sich die Dämpfung durch Mauern, Betonarmierungen und Metallteile in vertretbaren Grenzen hält.

Frequenz	Sendeleistung	Anwendung (beispielhaft)
26,9 ... 27,2 MHz	$\leq 10 \text{ mW}$	PC-Geräte, Babyphone, Modellfunk
40,6 ... 40,7 MHz	$\leq 10 \text{ mW}$	Modellfunk
433,05 ... 434,79 MHz	$\leq 10 \text{ mW}$	Kfz-Fernsteuerungen, Kopfhörer, Wetterstationen
446,0 ... 446,2 MHz	$\leq 500 \text{ mW}$	PMR-Funkgeräte
868,0 ... 868,6 MHz	0,5 ... 25 mW	KNX RF Ready / KNX RF Multi Kanal F1
868,7 ... 869,2 MHz	0,5 ... 25 mW	KNX RF Multi Kanal F2
869,7 ... 870,0 MHz	0,5 ... 25 mW	KNX RF Multi Kanal SLE1
869,4 ... 869,65 MHz	0,5 ... 25 mW	KNX RF Multi Kanal SLE2

Tabelle 1: Übersicht gebräuchlicher SRD-Frequenzbänder

Neben den SRD-Frequenzbändern gibt es weitere Frequenzbereiche, die für andere Funkdienste aus unterschiedlichen Anwendungsgebieten vorgesehen sind (z. B. analoge und digitale Audio- und Videoübertragungssysteme, WLAN, Bluetooth). Die Unterteilung in Frequenzbereiche je nach zulässiger Anwendung ist erforderlich, damit die Vielzahl unterschiedlicher Funkdienste nebeneinander arbeitsfähig bleiben und sich nicht untereinander stören.

Der durch KNX RF genutzte Frequenzbereich steht nicht exklusiv dem KNX Funkdienst zur Verfügung. Auch in diesem Frequenzbereich kann es parallel existierende Funksysteme in einem Gebäude geben, die Einfluss auf die Signalübertragung haben. Durch die gemeinsame Nutzung eines Frequenzbereichs kann es zu Störungen zwischen den verschiedenen Funkdiensten kommen, was den Verlust von übertragenen Informationen bedeuten kann.

Durch entsprechende Verfahren reduziert KNX RF Multi den eigenen Einfluss auf andere Systeme und ist selbst wenig empfindlich gegenüber Störungen (siehe "Steuerung des Medienzugriffs" auf Seite 13).

Frequenz	Sendeleistung	Anwendung (beispielhaft)
868,0 ... 868,6 MHz	$\leq 25 \text{ mW}$	u. a. Funk-Alarmsysteme, Garagentoröffner, eNet
868,7 ... 869,2 MHz	$\leq 25 \text{ mW}$	u. a. Funk-Alarmsysteme, Garagentoröffner
869,7 ... 870,0 MHz	$\leq 25 \text{ mW}$	u. a. Funk-Alarmsysteme, Garagentoröffner
869,4 ... 869,65 MHz	$\leq 25 \text{ mW}$	u. a. Funk-Alarmsysteme, Garagentoröffner
2,40 ... 2,48 GHz	$\leq 100 \text{ mW}$	WLAN , Bluetooth
5,725 ... 6,875 GHz	$\leq 1.000 \text{ mW}$	WLAN

Tabelle 2: Übersicht gebräuchlicher Funkdienste im gleichen und benachbarten Frequenzbereich zu KNX RF (auch nicht SRD)

Bei KNX RF1.R ist die Mittelfrequenz auf 868,3 MHz festgelegt. Es ist eine Sendeleistung im Bereich 0,5 ... 25 mW möglich. Das System stellt für alle Geräte einen Kommunikationskanal zur Verfügung.

Bei KNX RF1.M gibt es mehrere Kommunikationskanäle für die Geräte.
Deren Mittelfrequenzen sind:

- F1: 868,3 MHz
- F2: 868,95 MHz
- SLE1: 869,85 MHz
- SLE2: 869,525 MHz

Es gilt für alle Kanäle eine Sendeleistung im Bereich 0,5 ... 25 mW.

1.7. Duty Cycle

Der Duty Cycle (auch „Einschränkung der Sendelast“) beschreibt eine gesetzlich geregelte Begrenzung der Sendezeit von Geräten im 868 MHz Bereich. Er gibt dabei an, wie viel Sekunden auf den einzelnen Fast- und SLE-Kanälen pro Stunde gesendet werden darf. Dabei gelten für die einzelnen Fast- und SLE-Kanäle folgende Werte:

Kanal	Duty Cycle in %	Sendezeit in Sekunden pro Stunde	Anzahl an Telegramme pro Stunde (Secure Telegramm mit 4 Byte Payload)
Ready/F1	1 %	36	811
F2	0,1 %	3,6	81
SLE1	2,7 %	97,2	105 - 183
SLE2	10 %	360	391 - 678

Sollte ein Gerät den Duty Cycle z. B. für den Kanal F1 erreichen, würde er automatisch auf den Kanal F2 wechseln. Folgende Szenarien sind für den Duty Cycle möglich:

- Wird auch auf dem Kanal F2 der Duty Cycle erreicht, darf das Gerät keine Telegramme mehr auf Fast senden, bis wieder Sendezeit auf einem der Kanäle verfügbar ist.
- Wird auf dem Kanal F2 der Duty Cycle nicht erreicht und der Kanal F1 in der Zeit wieder freigegeben, wechselt das Gerät automatisch wieder auf den Kanal F1.

Der Duty Cycle gilt dabei nur für Multicast Kommunikation und nicht für Serviceaufgaben wie z. B. für Firmware-Updates, das Laden einer Applikation oder das Schreiben einer physikalischen Adresse.

1.8. KNX Secure und Security Proxy

Nutzen Sie KNX Secure, um die KNX Installation vor Angriffen durch Dritte zu schützen.

KNX RF ist ohne eine Secure-Inbetriebnahme nicht verschlüsselt, weshalb die Verwendung von KNX Secure dringend empfohlen wird.

Alle KNX RF Multi Geräte der Gira Giersiepen GmbH & Co. KG sind KNX Secure. Die Secure-Inbetriebnahme erfolgt über die ETS.

Um auf RF-Seite mit gesicherter Kommunikation arbeiten zu können, obwohl verbundene Geräte im TP- Bereich noch kein KNX Secure unterstützen, gibt es die Erweiterung Security Proxy.

Diese Systemkomponente übersetzt sichere und unsichere Gruppenadressen zwischen zwei Linien bzw. Segmenten.

Dabei ist es egal, ob auf der primären- oder sekundären Seite jeweils Secure kommuniziert wird, der Security Proxy ist für beide Richtungen einsetzbar.

Der Gira RF Multi/TP Medienkoppler für KNX unterstützt die Erweiterung Security Proxy, welche von der ETS6 automatisch konfiguriert wird.

2. Praxistipps

2.1. Beachtung der Einbausituation

Bauliche Gegebenheiten

- Achten Sie auf bauliche Umstände, wie bspw. tragende Metallteile, Metallarmierungen, Wand- und Deckenverkleidungen aus Metall, metallbedampfte Glasscheiben/Wärmeschutzverglasung etc. Diese sorgen für Abschattungen, Reflexionen und Auslöschung von Funksignalen.
- Halten Sie Abstand zu größeren Metallflächen, z. B. Türen, Zargen, Aluminiumrollläden, Deckenverkleidungen, Verteilerschränken, Dämmfolien, Lüftungsgittern.
- Richten Sie in großen Gebäuden oder weitläufigen Gebäudeteilen mehrere RF-Linien mit jeweils eigenen Medienkopplern ein, sodass sich diese nicht gegenseitig negativ beeinflussen (siehe Bild 22).
- Richten Sie in kleineren Gebäuden (z. B. Einfamilienhaus) mehrere RF-Linien mit jeweils eigenen Medienkopplern ein, wenn die Gebäudestruktur und die Beschaffenheit der Decken und Wände die einzelnen RF-Bereiche stark gegeneinander abschirmt. Auch massive, tragende Wände können für eine starke Dämpfung der Funksignale sorgen.

Geräteplatzierung

- Installieren Sie RF-Geräte so, dass sie nach der Montage noch zugänglich sind.
- Positionieren Sie Antennen von Medienkopplern bzw. Repeatern möglichst gerade (gestreckt, ungeknickt) oder kreisförmig in einer Unterputzdose.
- Installieren Sie RF-Geräte wie Tastsensoren oder Medienkoppler in einer Montagehöhe von 1 bis 1,50 m. Eine erd- oder bodennahe Montage ist zu vermeiden.
- Ein Medienkoppler kann (ggf. als Repeater) in einer geeigneten Installationsdose (Kunststoff, AP, WG) auch im Außenbereich eingesetzt werden, um die KNX RF Signale gebäudeübergreifend zur Verfügung zu stellen oder zu verstärken. Dadurch sind KNX RF Geräte auch im Außenbereich - sofern es die Beschaffenheit der Geräte zulässt - oder in abgesetzten Gebäuden (z. B. Gartenhütte) verwendbar.

Störung durch Materialien

- Vermeiden Sie die Installation in oder hinter abschirmenden Materialien, bspw. einem Schaltschrank aus Metall.
- Vermeiden Sie die Installation von Medienkopplern/Repeatern hinter Unterputzdimmaktoren in derselben Unterputzdose. Nutzen Sie für den Medienkoppler/Repeater eine eigene Unterputzdose.
- Platzieren Sie RF-Geräte so, dass Funkwellen die angrenzenden Wände und Decken möglichst auf dem kürzesten Weg durchdringen können.

Störung durch Fremdgeräte

- Vermeiden Sie Störquellen in unmittelbarer Umgebung von KNX RF Geräten. Dazu zählen Geräte, die elektromagnetische Wellen abstrahlen, bspw. elektrische Maschinen, elektronische Vorschaltgeräte und Leuchtmittel, Mikrowellenherde.
- Halten Sie Abstand zu anderen Funkquellen, z. B. Schnurlostelefone, Funkkopfhörer, WLAN-Router.

2.2. Erweiterung von bestehenden Installationen

Mischbetrieb von KNX RF Ready- und KNX RF Multi-Geräten

Für die Übersetzung Ready zu Multi bzw. Multi zu Ready wird ein Gerät mit Ready to Slow Proxy benötigt. Der Gira RF Multi/TP Medienkoppler für KNX ist hierzu geeignet.

Nachrüstung von KNX RF Multi

Richten Sie zunächst den Medienkoppler ein und programmieren Sie ihn, bevor Sie mit den KNX RF Multi Geräten fortfahren.

2.3. Topologie

Einsatz von Medienkopplern

- Positionieren Sie Medienkoppler zentral im Mittelpunkt einer RF-Installation (Domäne), um eine verlustarme und störungsfreie Kommunikation mit allen zugehörigen RF-Geräten zu ermöglichen.
- Beim Einsatz von mehreren Medienkopplern, müssen sich diese gegenseitig empfangen (siehe Bild 2, Fall 1) oder vollständig voneinander getrennt sein (siehe Bild 2, Fall 2). Auch bei einem Mischbetrieb von Medienkopplern und Repeatern ist darauf zu achten.

Einsatz von Repeatern

- Empfohlen bei großen Gebäuden mit wenigen RF-Geräten.
- Empfohlen bei Gebäuden ohne klar getrennte Empfangsbereiche, bspw. bei unzureichender Dämpfung wegen Holzdecken oder dünnen Wänden.
- Positionieren Sie den Repeater in den Randbereich des Gebäudes, jedoch innerhalb der Reichweite des Medienkopplers und auch innerhalb der Reichweite anderer Repeater.
- Beim Einsatz von mehreren Repeatern im gleichen Kommunikationsmodus (Fast oder SLE), müssen sich diese gegenseitig empfangen (siehe Bild 2, Fall 1) oder vollständig voneinander getrennt sein (siehe Bild 2, Fall 2). Auch bei einem Mischbetrieb von Medienkopplern und Repeatern ist darauf zu achten.
- Verwenden Sie einen Fast-Repeater für Fast-Telegramme und einen SLE-Repeater für SLE-Telegramme.
- Beim Einsatz eines SLE-Repeater wird in der Regel zusätzlich ein Fast-Repeater benötigt (siehe Bild 8).

2.4. Parametrierung

Einhaltung des Duty Cycle

- Verzichten Sie, wenn möglich auf zyklisches Senden.
- Wählen Sie, wenn möglich große Sendeintervalle.
- Achten Sie in KNX RF Ready Projekten (ETS5) auf die Aktivierung der Filtertabellen des Medienkopplers.

USB-Schnittstelle einsetzen

- Nutzen Sie für eine RF Ready Domäne eine KNX RF Ready USB-Schnittstelle.
Die Gira RF Multi Datenschnittstelle für KNX kann für KNX RF Ready eingesetzt werden. Dazu muss jedoch in den lokalen Einstellungen der ETS6 der RF Modus auf „Ready“ eingestellt werden.
- Nutzen Sie für eine RF Multi Domäne die Gira RF Multi Datenschnittstelle für KNX .
- Parametrieren Sie die Domänenadresse der USB-Schnittstelle in der ETS so, dass sie mit der Domänenadresse der RF-Linie bzw. des RF-Segments übereinstimmt.

Unzureichende APDU Länge

- Nutzen Sie keine Busdrosselung. Deaktivieren Sie in den Projektdetails der ETS unter „Kompatibilität“ den Parameter „Niedrige Buskommunikations-Rate verwenden“.

2.5. Diagnose

Gruppen- oder Busmonitor verwenden

- Verwenden Sie eine KNX RF Multi USB-Schnittstelle, um im Gruppen- oder Busmonitor der ETS RF-Telegramme der entsprechenden RF- Domäne aufzuzeichnen. In der ETS6 wird auch KNX RF Multi unterstützt. Ein Monitor kann dann entweder Fast/Ready oder SLE Telegramme empfangen bzw. senden.
- Eine KNX RF Multi USB-Schnittstelle zeigt im Gruppenmonitor nur gruppenadressierte Telegramme derselben RF-Domäne an. Die Schnittstelle zeigt zudem physikalisch adressierte Telegramme an, sofern sie auch als Programmierschnittstelle der ETS verwendet wird. Im Busmonitor zeigt eine KNX RF Multi USB-Schnittstelle alle Telegramme der RF-Linie bzw. des RF-Segments an.
- Begeben Sie sich mit Ihrer KNX RF Multi USB-Schnittstelle in die Nähe der zu beobachtenden RF-Geräte, um in Funkreichweite zu sein. Wenn Sie sich außerhalb der Reichweite befinden, können eventuell nicht alle Telegramme im Gruppenmonitor angezeigt werden.

Weiterführende Informationen

3. Steuerung des Medienzugriffs

Funk ist ein Medium, das sich alle KNX RF Geräte teilen und über das sie miteinander kommunizieren können. Senden zwei oder mehr KNX RF Geräte gleichzeitig auf das Medium, geht mindestens eines der gesendeten Telegramme verloren. Um das zu verhindern, prüft jeder KNX RF Sender, wenn er ein KNX Telegramm senden möchte, ob der Funkkanal bereits durch einen anderen RF-Sender bereits belegt ist (LBT: engl. Listen Before Talk / dt. Hören vor dem Senden).

Bei KNX RF Multi wird immer zuerst versucht, auf dem „Call Channel“ genannten Kanal zu senden. Dazu wird vor dem Senden geprüft, ob in dem RF-Mode des Sendekanals KNX Kommunikation stattfindet und ob der Sendekanal belegt ist. Hierfür wird in der Interframe-Random Phase für eine vom RF-Modus abhängige feste Zeit (Interframe-Zeit) und eine ebenfalls vom RF-Modus abhängige Zufallszeit (Random-Zeit) auf allen Kanälen des RF-Modes empfangen (Scanning). Sollte in dieser Zeit ein anderer KNX Sender beginnen zu senden, wird dessen Telegramm empfangen und die Prüfung startet anschließend erneut. Wurde in dieser Zeit kein KNX Sender detektiert, erfolgt eine abschließende Prüfung ausschließlich auf dem Sendekanal (Analysephase). Es wird geprüft, ob dieser durch andere Sender blockiert ist, ob eventuell Teile eines KNX Telegramms den Kanal belegen oder ob eine KNX Übertragung stattfindet, die dann empfangen wird.

Ist der Kanal blockiert, wird auf den nächsten Kanal des RF-Modes gewechselt und die Analysephase beginnt erneut. Wurden Teile eines KNX Telegramms detektiert, wird das Ende der teilhaften KNX Übertragung abgewartet und die Interframe-Random Phase startet erneut. Wird das Ende der teilhaften Übertragung nicht erkannt, wird wie bei der blockierten Übertragung auf den nächsten Kanal des RF-Modes gewechselt und die Analysephase beginnt erneut. Erst wenn in der Analysephase keine Blockierung, teilhafte oder vollständige KNX Übertragung detektiert wurde, wird auf dem aktuell eingestellten Kanal gesendet.

Bei KNX RF Ready funktioniert der Medienzugriff ähnlich, mit folgenden Ausnahmen: Während der Interframe-Random Phase wird ausschließlich auf dem Ready Kanal empfangen, ebenso in der Analysephase. Blockiert in der Analysephase ein Sender den Ready Kanal, wird auf diesem Kanal die Interframe-Random Phase neu gestartet.

Da die Zufallszeit in der Interframe-Random Phase bei jedem Sendevorgang unterschiedlich lang ist, werden Funkkollisionen von Geräten, die tatsächlich zeitgleich senden möchten (z. B. Medienkoppler, die über die TP-Seite ein Gruppentelegramm empfangen haben, das sie weiterleiten sollen), in Kombination mit LBT weitgehend unterdrückt.

Bei KNX RF Multi werden zusätzlich Blockaden durch KNX fremde Sender umgangen, indem auf dem Ausweichkanal des RF-Modes gesendet wird.

Durch die beschriebenen Sendeverfahren zur Steuerung des Medienzugriffs werden Funkkollisionen in einer KNX RF Umgebung meist verhindert, nicht jedoch vollständig vermieden. So kann es beispielsweise sein, dass bei einer Übertragung zwischen einem RF- Sender (A) und einem RF-Empfänger (B) ein zusätzlicher RF-Sender (C) vorhanden ist, der innerhalb der Reichweite des RF-Empfängers liegt, nicht jedoch den anderen RF-Sender erreichen kann aufgrund der räumlichen Entfernung (siehe Bild 1). In solch einem Fall ist es für die beiden RF-Sender unmöglich zu erkennen, wann einer von beiden Funksignale aussendet (Hidden-Station-Problem). Folglich können beim Empfänger, der in Reichweite beider RF- Sender liegt, Funkkollisionen auftreten.

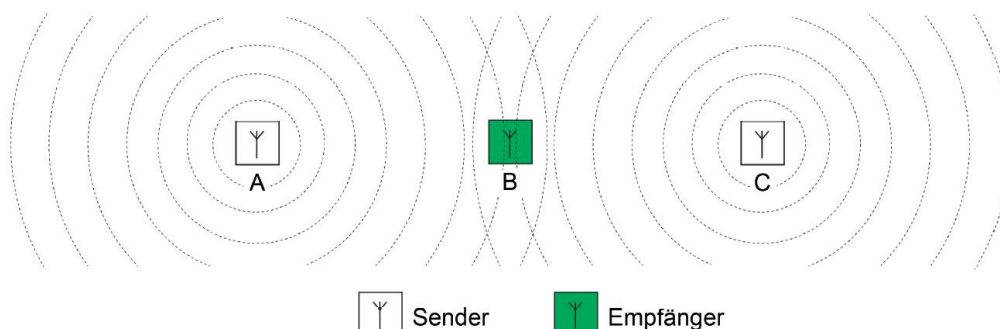


Bild 1: Funkkollisionen am Empfänger durch räumlich weit entfernte Sender

Der beschriebene Effekt ist systembedingt und kann besonders dann problematisch sein, wenn in einer KNX Anlage zwei oder mehr Medienkoppler vorhanden sind. Liegen die Medienkoppler zueinander nicht in ihrer Funkreichweite, können diese nicht erkennen, ob ein anderer Medienkoppler bereits ein Gruppentelegramm aussendet. Die KNX Teilnehmer in den verschiedenen RF-Linien können räumlich jedoch so positioniert sein, dass diese in den Überlappungsbereichen der RF-Domänen der Koppler liegen. Folglich empfangen die Teilnehmer die kollidierenden Telegramme mehrerer Medienkoppler (siehe Bild 2). Bereits bei der Planung einer KNX RF Anlage muss dieser Umstand berücksichtigt werden.

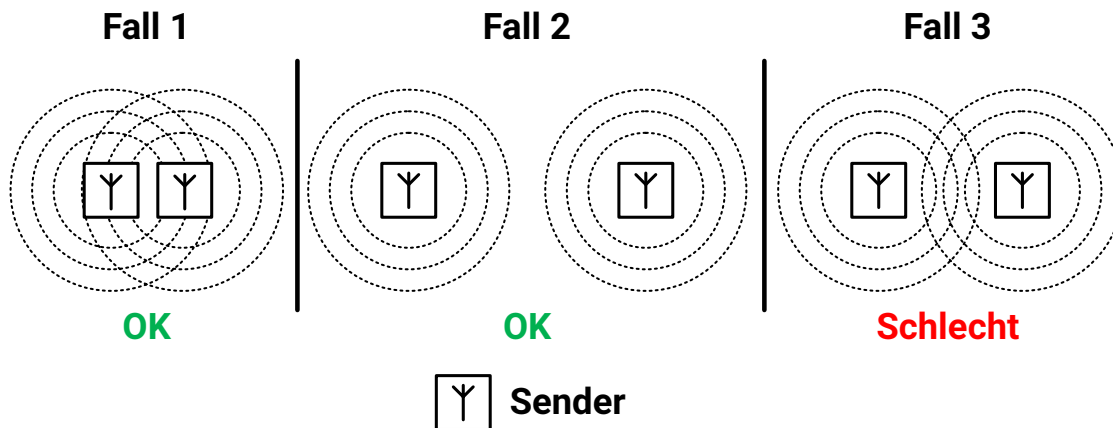


Bild 2: Korrekte Anordnung von Repeatern und/oder Medienkopplern

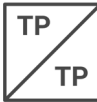
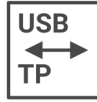
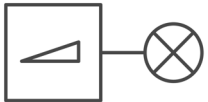
- Sind in einer Anlage einige Bereiche stark RF-seitig voneinander isoliert (siehe Bild 2, Fall 2), beispielsweise einzelne Etagen in einem Haus mit Stahlbetondecken oder Fußbodenheizung und befinden sich in jedem dieser Bereiche viele Geräte, ist eine Anbindung über weitere Medienkoppler und RF-Linien sinnvoll.
- Falls zwei oder mehr Medienkoppler verwendet werden, muss bei der räumlichen Anordnung darauf geachtet werden, dass sich entweder alle Medienkoppler gegenseitig empfangen können (siehe Bild 2, Fall 1) oder aber die Empfangsbereiche der beiden Medienkoppler vollständig voneinander getrennt sind (siehe Bild 2, Fall 2).
- Falls zwei Repeater für einen Kommunikationsmodus verwendet werden, muss bei der räumlichen Anordnung darauf geachtet werden, dass sich entweder beide Repeater gegenseitig empfangen können (siehe Bild 2, Fall 1) oder aber die Empfangsbereiche der beiden Repeater vollständig voneinander getrennt sind (siehe Bild 2, Fall 2).

Bei KNX TP (TP = engl. Twisted Pair / dt. verdrehtes Adernpaar) wird der Buszugriff eines Teilnehmers durch das CSMA/CA-Verfahren (engl. Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance / dt. Mehrfachzugriff mit Trägerprüfung und Kollisionsvermeidung) gesteuert.

Durch dieses Buszugriffsverfahren werden Telegrammkollisionen vermieden. Zudem werden empfangene Telegramme durch jeden adressierten TP-Busteilnehmer bestätigt (Telegrammbestätigung durch LinkLayer-Confirm: Ack, Busy, Nack). Hierdurch können Sender von KNX Botschaften erkennen, ob potentielle Empfänger die Nachricht verstanden haben oder ob Telegrammwiederholungen aufgrund von Übertragungs- oder Verarbeitungsfehlern notwendig sind.

4. RF-Topologie

4.1. Grafiksymbole

Symbol / Auszeichnung	Bedeutung
 SV	Spannungsversorgung
 MK	RF/TP-Medienkoppler
 BK	Bereichskoppler
 LK	Linienkoppler
 SK	Segmentkoppler
	RF-USB-Schnittstelle
	TP-USB-Schnittstelle
	RF-Repeater
	RF-Taster
	Dimmer

4.2. Domänenadresse bei KNX RF

Die Funkreichweite von KNX RF Geräten ist räumlich nicht exakt bestimmbar. KNX RF Telegramme sind nicht nur auf eine bestimmte KNX Installation zu beschränken. Funktelegramme überwinden Gebäude- und Grundstücksgrenzen und können von Geräten empfangen werden, die in benachbarten KNX Anlagen installiert sind. Deshalb ist es wichtig, dass sich unterschiedliche KNX RF Installationen topologisch und somit logisch voneinander abgrenzen. Hierbei hilft die Domänenadresse.

Gemäß der im ETS-Projekt definierten Topologie erhalten Geräte, die RF-Linien zugeordnet sind, neben den physikalischen Adressen auch immer eine Domänenadresse. Nur Geräte gleicher Domänenadresse können innerhalb einer RF-Umgebung miteinander kommunizieren. Folglich muss ein Medienkoppler stets dieselbe Domänenadresse besitzen wie alle Geräte in seiner untergeordneten RF-Linie.



Hinweis

Die Domänenadresse wird in der ETS für jede RF-Linie oder für jeden RF-Bereich festgelegt. Die ETS programmiert die Domänenadresse automatisch in die RF-Geräte ein, wenn die physikalische Adresse programmiert wird.



Hinweis

Eine Domänenadresse ist 6 Bytes lang und wird in der ETS in hexadezimaler Schreibweise eingegeben oder automatisch erzeugt. Die Eingabenotation sieht hinter den ersten 2 Bytes einen Doppelpunkt (von links gelesen) vor. Eine Domänenadresse kann beispielsweise so aussehen: „0011:22334455“ oder „00FA:4F5B3122“.



Hinweis

Die beiden unteren Bytes der Domänenadresse werden in der SLE-Präambel verwendet, um Telegramme frühzeitig zu filtern und dadurch Energie zu sparen. Damit dieser Mechanismus funktioniert, muss darauf geachtet werden, dass bei der Existenz mehrerer RF-Segmente die Domänenadressen sich in den unteren 2 Bytes unterscheiden.

Beispiel:

Segment 1: DoA 0011:22334455

Segment 2: DoA 0011:22336677



Hinweis

Physikalisch beeinflussen sich KNX RF Anlagen immer, wenn sie sich räumlich in ihrer Funkreichweite befinden und zwei oder mehrere Sender quasi zeitgleich senden, was durchaus vorkommen kann. Funktelegramme können sich überlagern. In diesem Fall sind die betroffenen Funktelegramme durch die Empfänger nicht mehr auswertbar.

4.2.1. Geräte in unterschiedlichen RF-Domänen

Geräte in unterschiedlichen RF-Domänen sind topologisch auf zwei unterschiedliche Linien oder Segmente aufzuteilen, die jeweils auch eigene Domänenadressen besitzen. Diese unterschiedlichen Linien oder Segmente müssen dann, damit die Geräte miteinander kommunizieren können, auch eigene Medienkoppler enthalten. Die logische Verbindung zweier oder mehrerer KNX RF Umgebungen erfolgt also immer über Medienkoppler und übergeordnete TP/IP-Linien (siehe Bild 3).

Auch KNX RF USB-Datenschnittstellen, wie sie in der ETS verwendet werden, sind einer Domänenadresse zugewiesen. Folglich lassen sich auch nur RF-Geräte derselben Domäne direkt per Funktelegramm in Betrieb nehmen. Auch werden nur Gruppentelegramme und physikalisch adressierte Telegramme der jeweiligen RF-Domäne im Gruppenmonitor der ETS aufgezeichnet.

Ausnahme: System-Broadcast-Telegramme (siehe "RF-Adressierungsarten" auf Seite 24).

Sollen mit einer RF-Datenschnittstelle RF-Geräte einer anderen Domäne angesprochen werden, so ist eine Kommunikation über Medienkoppler erforderlich. Sofern die KNX Topologie korrekt aufgebaut ist, erfolgt eine solche Kommunikation über das KNX Routing automatisch. Voraussetzung: Medien- und Bereichs-/Linienkoppler leiten die Telegramme gemäß ihrer Filtereigenschaft weiter.

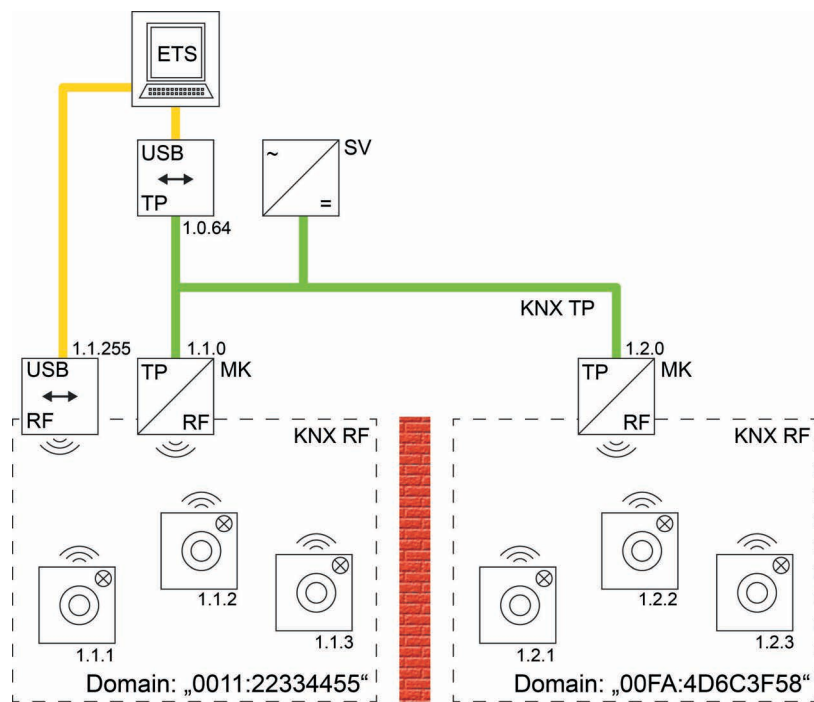


Bild 3: Mögliche KNX Topologie mit zwei RF-Linien und Kopplung über eine TP-Hauptlinie



Hinweis

Generell können in einer KNX Topologie mehrere Medienkoppler in verschiedenen Linien und Segmenten eingesetzt werden. Die ETS erlaubt eine solche Konfiguration.



Hinweis

Medienkoppler können nicht dazu verwendet werden, zwei oder mehr KNX RF Installationen miteinander zu vernetzen (keine Proxy-Funktion).



Hinweis

RF-Linien oder -Segmente einer gemeinsamen KNX Installation oder von unmittelbar benachbarten KNX Installationen in Funkreichweite dürfen niemals identische Domänenadresse besitzen. Die ETS bietet eine Funktion zur zufälligen Vergabe von Domänenadresse für RF-Linien, um diese unzulässige Situation zu umgehen. Automatisch durch die ETS erzeugte Domänenadressen werden durch die hexadezimalen Ziffern „00FA...“ gekennzeichnet (z. B. „00FA:4D6C3F58“).

Alle Geräte einer RF-Linie oder eines RF-Segments können unmittelbar über die Gira RF Multi Datenschnittstelle für KNX programmiert und diagnostiziert werden. Wichtig ist, dass die USB-Schnittstelle eine gültige physikalische Adresse des RF-Segments, der RF-Linie oder des RF-Bereiches besitzt und mit derselben Domänenadresse konfiguriert ist. Über einen Medienkoppler mit identischer Domänenadresse können darüber hinaus auch alle anderen Geräte der KNX Installation programmiert werden. Eine drahtgebundene Datenschnittstelle ist hierzu nicht unbedingt erforderlich. Bedarfsweise kann die USB-Schnittstelle auch im Gruppen- oder Busmonitor der ETS verwendet werden, um RF-Telegramme der entsprechenden RF-Domäne aufzuzeichnen. In der ETS6 wird auch KNX RF Multi unterstützt. Ein Monitor kann dann entweder Fast/Ready oder SLE Telegramme empfangen.

Eine KNX RF Multi USB-Schnittstelle zeigt im Gruppenmonitor nur gruppenadressierte Telegramme derselben RF-Domäne an. Das Interface zeigt zudem auch physikalisch adressierte Telegramme an, sofern es auch als Programmierinterface der ETS verwendet wird. Im Busmonitor zeigt eine KNX RF Multi USB-Schnittstelle alle Telegramme der RF-Linie bzw. des RF-Segments an.

The diagram illustrates a KNX system architecture. At the top, a green line represents the **KNX IP** backbone. A computer labeled **ETS** is connected via a yellow line to a **USB** interface, which is labeled **1.1.255** and **RF**. The USB interface is connected to a **TP** (Twisted Pair) interface labeled **1.1.0** and **RF**, which is part of the **KNX RF** network. This RF network is connected to three wireless devices: **1.1.1**, **1.1.2**, and **1.1.3**. A green line labeled **KNX TP** (Twisted Pair) connects the **TP** interface to a **TP** interface labeled **1.2.0** and **TP**, which is part of the **KNX TP** network. This network is connected to several devices: a **SV** (Switching Valve) labeled **1.2.1**, a **TP** interface labeled **1.2.2**, and a **TP** interface labeled **1.2.0** and **TP**. The **KNX TP** network is also connected to a **TP** interface labeled **1.0.0** and **TP**, which is part of the **KNX IP** network. This network is connected to a **TP** interface labeled **2.0.0** and **TP**, which is part of the **KNX IP** network. The **KNX IP** network is connected to a **TP** interface labeled **1.0.0** and **TP**, which is part of the **KNX IP** network. The **KNX IP** network is connected to a **TP** interface labeled **2.0.0** and **TP**, which is part of the **KNX IP** network.

Seite 19

4.2.3. Verwendung einer KNX IP-Schnittstelle

Eine IP-Verbindung der ETS kann dazu verwendet werden, Geräte in einer KNX RF-Umgebung in Betrieb zu nehmen oder zu diagnostizieren. Über einen Gira S1 kann diese Verbindung per Fernzugriff erfolgen.

Für diesen Anwendungsfall müssen auf demselben PC die ETS und der Gira S1 Windows Client installiert werden. Über den Gira Geräteportal-Server wird eine IP-Verbindung zum Router des Heimnetzes und zum Gira S1 aufgebaut. Ein KNX IP-Router oder eine KNX IP-Schnittstelle ermöglicht als Bereichskoppler den Zugriff von IP-Umgebung (IP-Backbone) auf die Hauptlinie des TP-Bereichs. Ein KNX RF/TP Medienkoppler verbindet die TP-Linie mit der RF-Domäne.

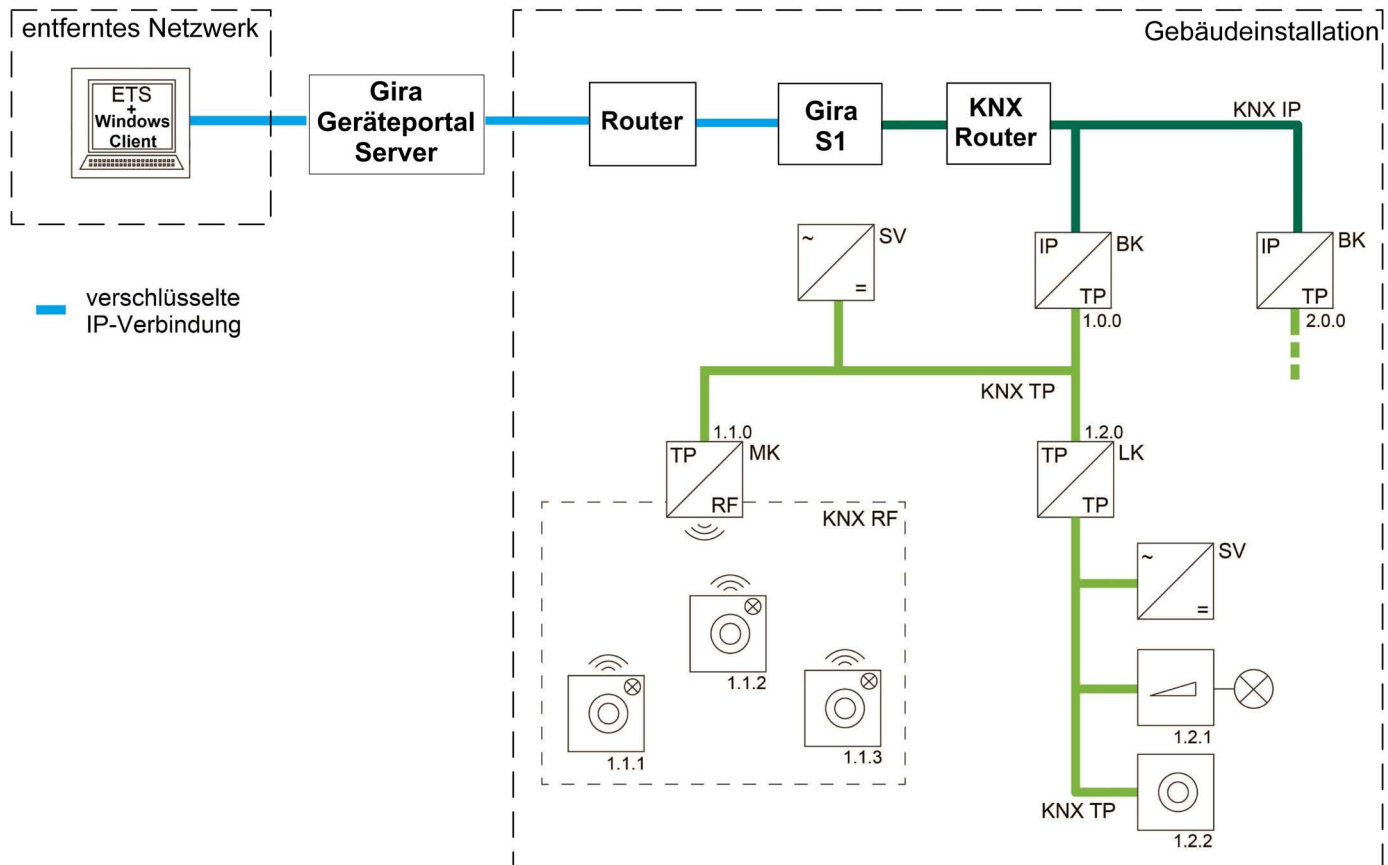


Bild 5: Mögliche KNX Topologie mit einer KNX IP Verbindung der ETS (KNX/net IP)

4.3. Medienkoppler

Medienkoppler sind das Bindeglied zwischen einer spezifischen KNX RF Umgebung (Linie oder Segment) und einer drahtgebundenen KNX TwistedPair Installation. Medienkoppler funktionieren in Bezug auf die Routing-Eigenschaft von Telegrammen wie herkömmliche TP-Bereichs-/Linienkoppler. Somit können RF-Geräte mit TP- oder IP-Geräten kommunizieren und umgekehrt.

Medienkoppler besitzen Filtereinstellungen und Filtertabellen, die automatisch von der ETS programmiert werden. Mit der ETS5 werden noch manuelle Filtertabellen unterstützt, welche aber nicht mit KNX RF Multi kompatibel sind.



Hinweis

Ein Medienkoppler kann kein Bereichskoppler sein (in der ETS5 geht das noch), da es nicht sinnvoll ist, viele KNX RF Geräte hinter einem einzigen Medienkoppler zu betreiben.



Hinweis

Der Gira RF Multi/TP Medienkoppler für KNX ist ein Gerät, das auf der untergeordneten Linie den Medientyp „RF“ und auf der übergeordneten Linie den Medientyp „TP“ erlaubt.

KNX RF Geräte werden, wie alle anderen KNX Komponenten mit S-Mode-Inbetriebnahme, mithilfe der ETS konfiguriert und in Betrieb genommen. Folglich besitzen auch RF-Geräte eine physikalische Adresse, Parameter und Kommunikationsobjekte. Zudem wird für jede RF-Linie bzw. für jedes RF-Segment in der ETS eine eindeutige Domänenadresse vergeben. Nur Geräte gleicher Domänenadresse können miteinander kommunizieren.

Ein Medienkoppler kann entweder als Linienkoppler oder alternativ als Segmentkoppler in die KNX Topologie eingefügt werden. Die Betriebsart wird durch die physikalische Adresse definiert. Bei KNX RF ist die Teilnehmerzahl durch die physikalischen Adressen begrenzt, die in der ETS vergeben werden.

4.3.1. Medienkoppler als Linienkoppler

Eine KNX RF Linie kann bis zu 256 Geräte (einschließlich Medienkoppler) enthalten (siehe Bild 6). Der Medienkoppler wird an die TP-Hauptlinie eines Bereiches angeschlossen. Weitere TP-Linien können durch zusätzliche TP-Linienkoppler aufgebaut werden.



Hinweis

In einer RF-Linie bzw. einem RF-Segment darf es immer nur einen Medienkoppler geben.

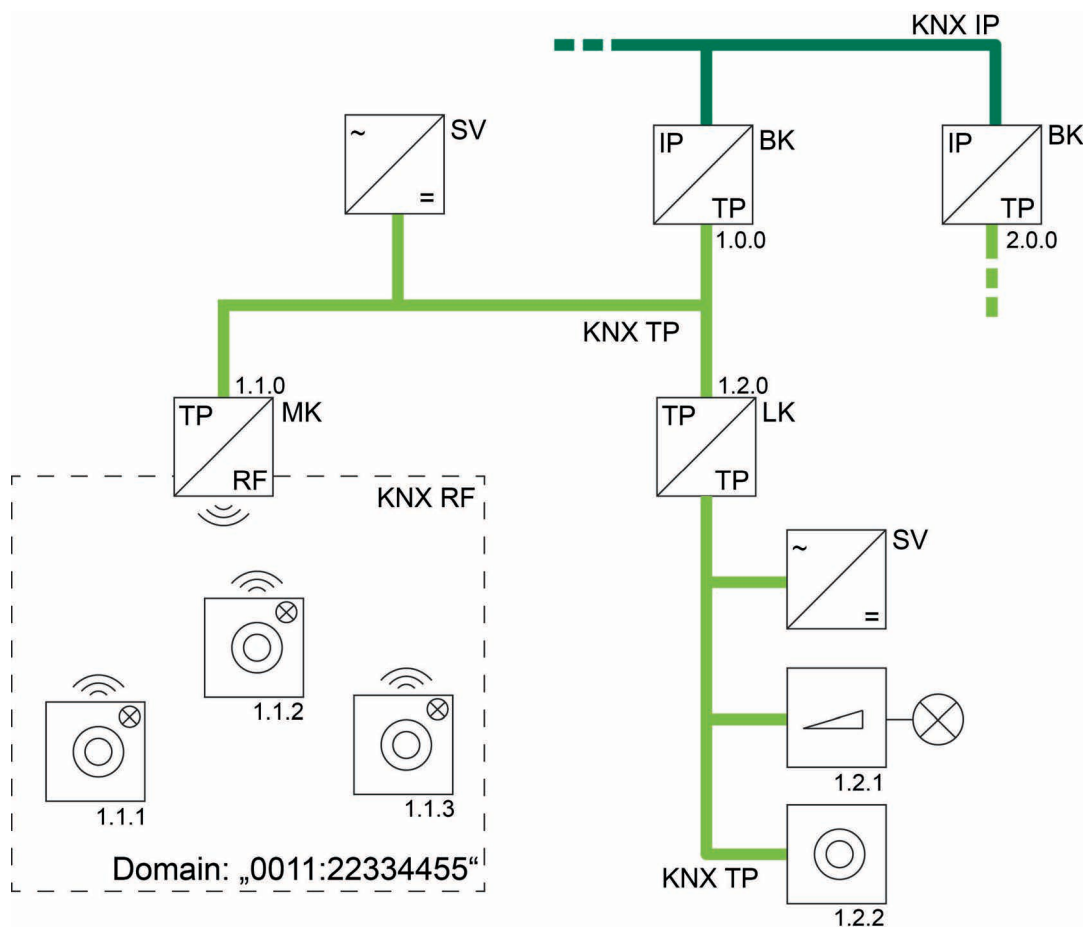


Bild 6: Mögliche KNX Topologie mit RF-, TP- und IP-Linien mit Medienkoppler als Linienkoppler

4.3.2. Medienkoppler als Segmentkoppler

Der Segmentkoppler besitzt eine physikalische Adresse gemäß x.y.1...255 (x = Adresse des TP-Bereiches, y = Adresse der TP-Linie / z. B. „1.1.47“). Ein KNX RF-Segment kann bis zu 256 Geräte (einschließlich Segmentkoppler) enthalten (siehe Bild 7).



Hinweis

Die Einbindung von Segmenten ist ab ETS6 möglich.

In einem RF-Segment darf es immer nur einen Segmentkoppler geben.

In der ETS ist es nicht möglich, für RF-Segmente manuelle Filtertabelleneinträge zu erstellen.

Hierdurch können bei untergeordneten Segmenten den automatisch berechneten Filtertabellen keine zusätzlichen Gruppenadressen hinzugefügt werden. Wenn in der KNX Installation Geräte zum Einsatz kommen, bei denen Gruppenadressen nicht mit der ETS zugeordnet werden, müssen die Gruppenadressen in übergeordneten Bereichen oder Linien verknüpft werden. Diese Verknüpfung kann durch Dummy-Applikationen oder die Verwendung von Tunneling-Interfaces realisiert werden.

Der Gira S1 verfügt über drei Tunneling Server.

Der Gira RF Multi/TP Medienkoppler für KNX kann als Segmentkoppler genutzt werden. Segmentkoppler sind Router zur Verbindung zweier Segmente desselben Teilnetzes mit unterschiedlichem Physical Layer Type. Der Segmentkoppler erweitert entweder eine Linie oder einen Bereich. Es können sich bis zu 254 Geräte in einem Segment befinden. Die Geräteadresse 0 ist reserviert und die eigene Adresse steht nicht zur Verfügung. Jedes RF-Segment besitzt eine eigene Domänenadresse.

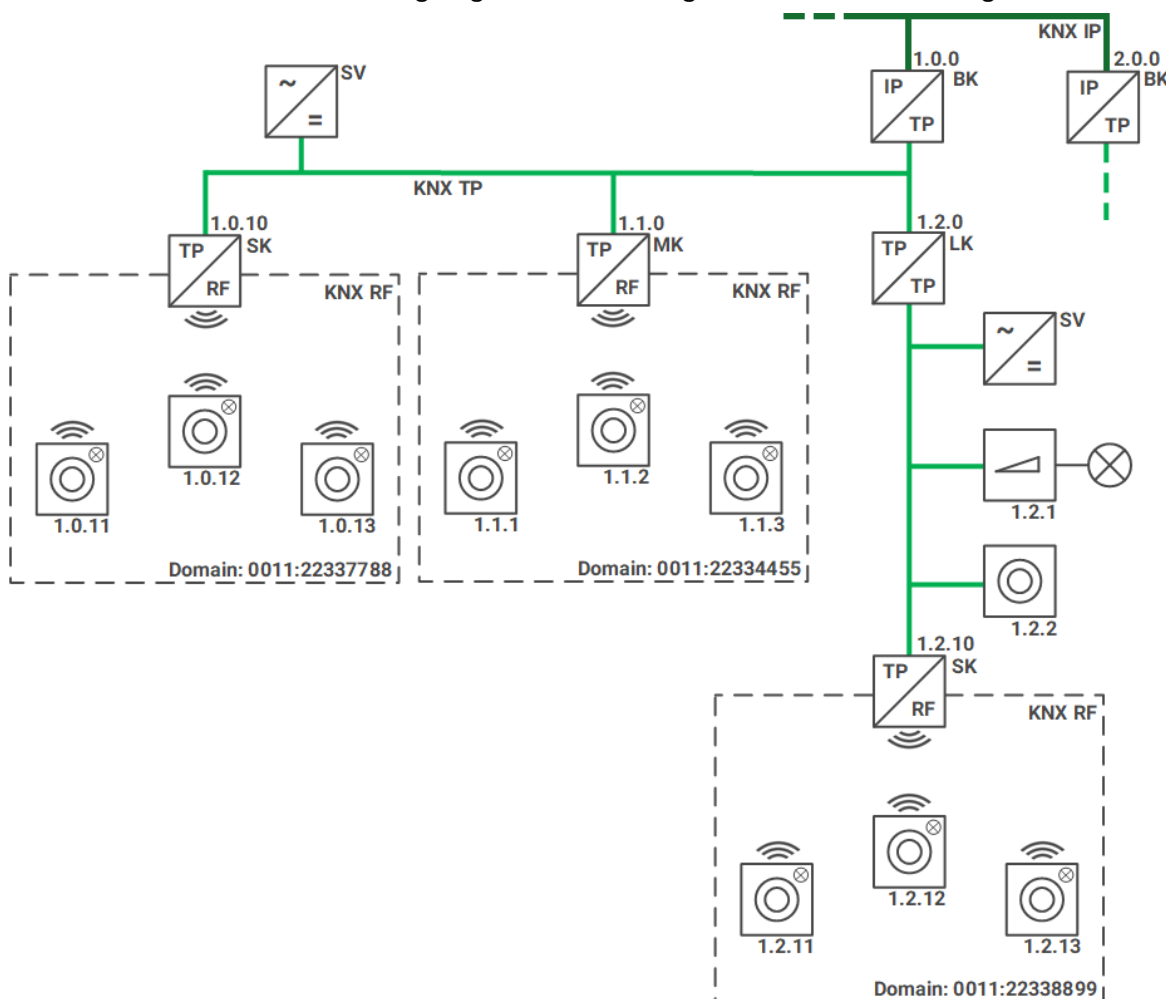


Bild 7: Mögliche KNX Topologie mit RF-, TP- und IP-Linien mit Medienkoppler als Segment und Linienkoppler

4.4. RF-Adressierungsarten

Wie bei allen KNX Medien erfolgt auch bei KNX RF die Übertragung der Nutzdaten durch Gruppentelegramme (Multicast). Ein Gruppentelegramm (z. B. zum Einschalten des Lichts) kann von mehreren Busteilnehmern gleichzeitig empfangen werden, sofern die Kommunikationsobjekte der Geräte mit identischen Gruppenadressen verknüpft sind.

In einem RF-Gruppentelegramm gemäß KNX RF1.R S-Mode bzw. KNX RF Multi Standard wird neben der eigentlichen Gruppenadresse (2 Byte lang) auch die Domänenadresse (6 Byte lang) übertragen. Hierdurch können die Empfänger der Gruppentelegramme unmittelbar erkennen, ob sie durch die Gruppenadresse adressiert sind, sich in derselben RF-Domäne befinden und folglich auf das Gruppentelegramm reagieren müssen. Ein Medienkoppler fügt die erforderliche Domänenadresse automatisch in Gruppentelegramme ein, sofern sie auf der TP-Seite empfangen und in die RF-Umgebung gemäß der Filtereinstellung übertragen werden. Analog entfernt ein Medienkoppler die Domänen-Ergänzung, wenn ein Gruppentelegramm auf der RF- Seite empfangen und auf die TP-Seite übertragen wird.

Eine besondere Form der Gruppentelegramme sind Broadcast-Telegramme (Adresse 0/0/0).

Broadcast-Telegramme adressieren immer alle Busteilnehmer in einer RF-Umgebung oder in der gesamten KNX Anlage gleichzeitig. Solche Telegramme werden z. B. durch die ETS verwendet, um physikalische Adressen oder Domänenadressen zu programmieren oder um auszulesen, welche Busgeräte sich im Programmiermodus befinden. Ausschließlich in RF- Umgebungen unterscheidet man einfache Broadcast-Telegramme und System-Broadcast-Telegramme. Nur Letztere sind Domänen-unabhängig und werden von Medienkopplern bedarfsweise erzeugt, wenn die ETS beispielsweise über Medienkoppler hinweg RF-Geräte programmieren oder diagnostizieren muss (TP → RF).

Die ETS steuert die vorhandenen Medienkoppler bedarfsweise so an, dass das Umsetzen von TP-Broadcast-Telegramme auf RF-System-Broadcast-Telegramme zielgerichtet erfolgt und diese System-Telegramme weitergeleitet werden.

Analog setzt ein Medienkoppler über RF empfangene System-Broadcast-Telegramme in normale Broadcast-Telegramme auf die TP-Seite um. Auch hier steuert die ETS die Funktionsweise des Routings solcher System-Telegramme in Medienkopplern bedarfsweise automatisch.

Die ETS kann direkt System-Broadcast-Telegramme erzeugen, wenn sie über eine RF-USB-Schnittstelle kommuniziert.

Neben Broadcast-Telegrammen verwendet die ETS auch im RF-System physikalisch adressierte Telegramme zum Programmieren von RF-Geräten (Unicast).



Hinweis

Gruppentelegramme, Broadcast-Telegramme und physikalisch adressierte Telegramme können im Medienkoppler bedarfsweise unabhängig voneinander gefiltert oder sogar vollständig gesperrt werden. Hierdurch lassen sich RF-Linien vom Rest der KNX Anlage je nach Erfordernis logisch abkoppeln.

4.5. KNX RF Multi Repeater

Alternativ kann der Gira RF Multi/TP Medienkoppler für KNX als RF-Repeater arbeiten. Ein Repeater wiederholt die in seiner RF-Linie empfangenen Funk-Telegramme, indem er sie unmittelbar neu aus- sendet. Hierdurch kann die Funkreichweite einer KNX RF Installation erweitert werden, wodurch auch bei schwierigen Sende- und Empfangsverhältnissen in einem Gebäude das bedarfsgerechte Positio- nieren von RF-Geräten möglich ist. Grundsätzlich sollte eher ein zusätzliches RF-Segment angelegt werden, bevor ein Repeater eingesetzt wird.

Wie alle anderen KNX RF Multi Geräte kann ein Repeater nur Fast- und Ready-Telegramme oder SLE- Telegramme empfangen und weiterverarbeiten.

Ein Repeater ist also immer ein dedizierter Fast/Ready- oder SLE-Repeater.

Wenn ein SLE-Gerät über einen Repeater an die Anlage angebunden werden soll, folgt daraus die Not- wendigkeit, dass sowohl ein Fast- als auch ein SLE-Repeater verwendet werden muss, denn SLE- Geräte senden in der Regel selbst Fast-Telegramme. Diese würden ohne Fast-Repeater nicht in der Anlage empfangen werden können.

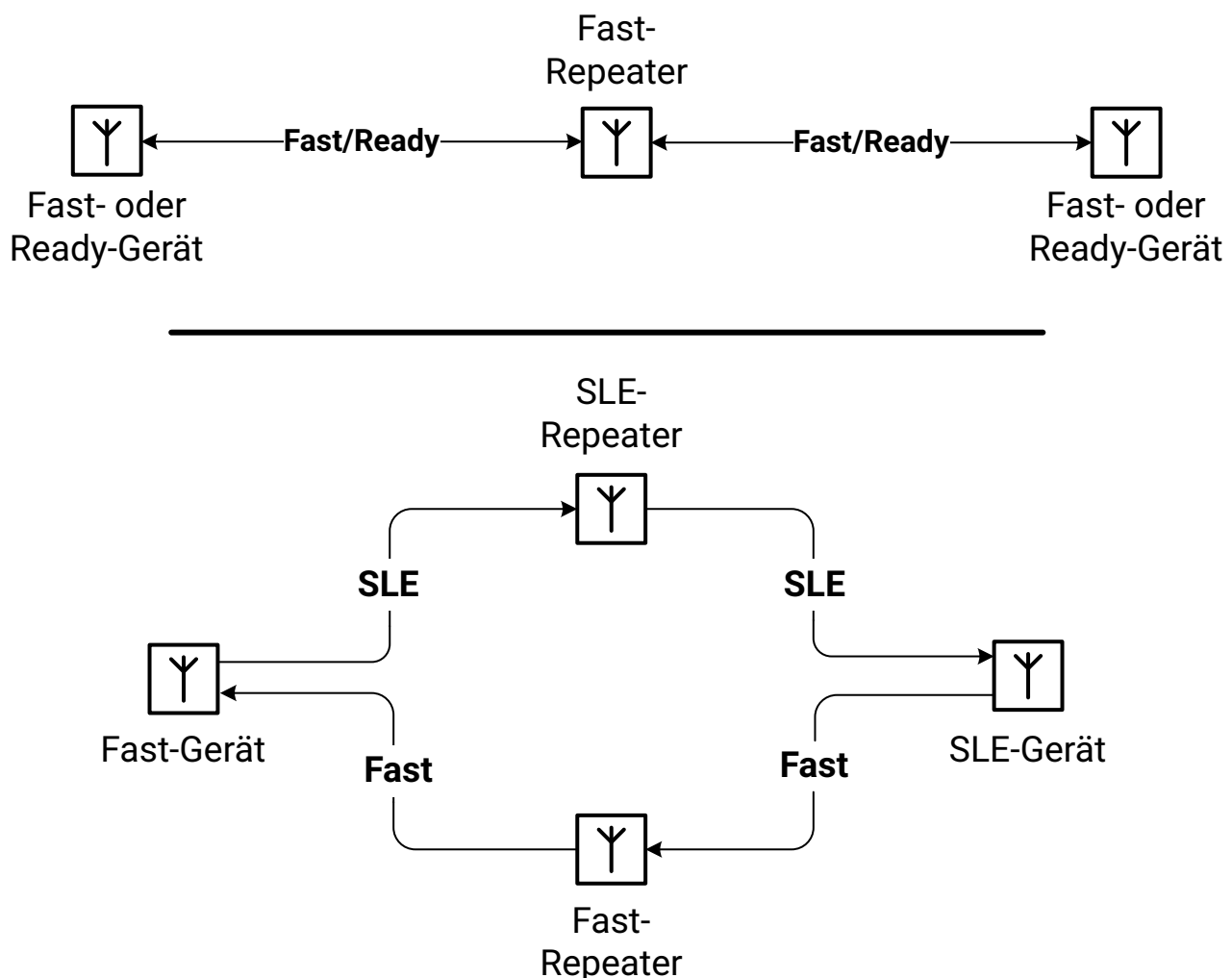


Bild 8: Unterschied Fast-/SLE-Repeater

Repeater verlangsamen die RF-Kommunikation, da sie Telegramme wiederholen müssen und das Funkmedium in dieser Zeit belegen. Dies gilt insbesondere für KNX RF Multi, da ein Repeater hier nicht nur die eigentlichen Nutzdaten wiederholt, sondern auch die empfangenen Fast-ACK-Informationen zurücksendet. Die Wiederholung der Nutzdaten wird als ECHO-Telegramm bezeichnet, während die Fast-ACK-Informationen im sogenannten ACKREP-Telegramm transportiert werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt den zeitlichen Ablauf für ein Telegramm T1 mit zwei Empfängern und einem Repeater. Der Empfänger 1 kann das Telegramm direkt empfangen und bestätigt das mit dem Fast-ACK #1, allerdings fehlt das Fast-ACK von Empfänger 2. Der Repeater bemerkt, dass nicht alle Fast-ACK gesendet wurden und wiederholt das Telegramm mit dem ECHO für das Telegramm T1. Dieses wird von Empfänger 2 mit dem Fast-ACK #2 bestätigt, was jedoch der Sender selbst nicht unbedingt empfangen hat. Daher sendet der Repeater zum Abschluss das ACKREP-Telegramm, welches vom Sender empfangen wird und in dem alle vom Repeater beobachteten Fast ACK für das Telegramm T1 codiert sind. Der Sender wertet diese Information aus und entscheidet, ob alle für das Telegramm T1 erwarteten Fast-ACK vorliegen.

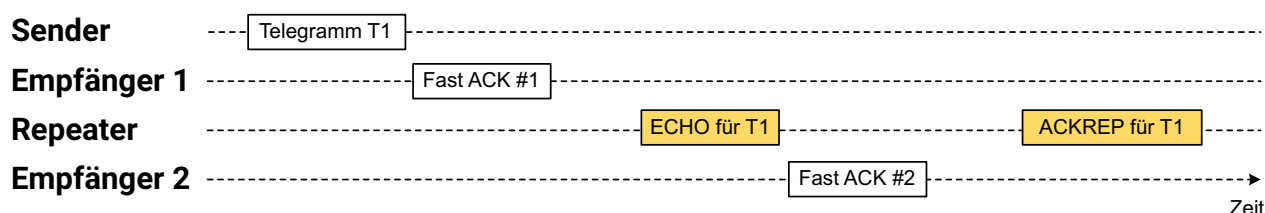


Bild 9: RF-Kommunikation mit Repeater

Aus einem Telegramm T1 werden also mit Repeater drei Telegramme mit entsprechendem Zeitverlust. Um die Kommunikation nicht unnötig zu verzögern, wird ein Repeater nur aktiv, wenn ein Fast-ACK fehlt oder aber keine Fast-ACK gefordert werden. Ready- oder Multi-Telegramme ohne Fast-ACK-Request werden immer wiederholt, für diese muss jedoch auch kein ACKREP-Telegramm erzeugt werden. Bei Multi-Telegrammen mit Fast-ACK-Request wertet der Repeater die Anzahl der erwarteten Fast-ACK aus, welche im Telegramm codiert ist und vergleicht diese mit der Anzahl der empfangenen Fast-ACK. Nur wenn weniger ACK empfangen werden als erwartet, wiederholt der Repeater das Telegramm.

Pro Domäne unterstützt KNX RF Multi bis zu zwei Repeater pro RF-Mode, also maximal zwei Fast- und zwei SLE- Repeater. Falls zwei Repeater für einen RF-Mode verwendet werden, muss analog zu den Medienkopplern bei der räumlichen Anordnung darauf geachtet werden, dass sich entweder beide Repeater gegenseitig empfangen können oder aber die Empfangsbereiche der beiden Repeater vollständig voneinander getrennt sind. Es muss vermieden werden, dass sich die Empfangsbereiche der beiden Repeater überlappen, ohne dass sich die Repeater gegenseitig empfangen können (siehe Bild 10, Fall 3).

In so einem Fall können Geräte, die beide Repeater empfangen, nicht korrekt über die Repeater kommunizieren, da sich die wiederholten Telegramme überlagern.

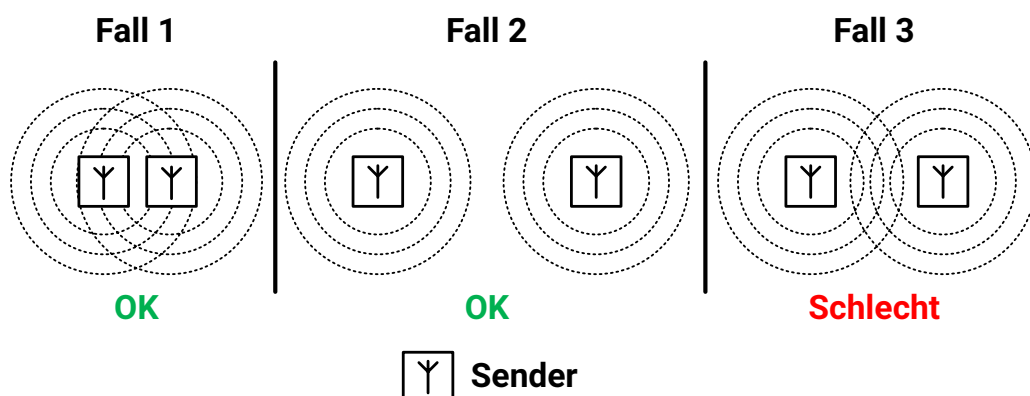


Bild 10: Korrekte Anordnung von Repeatern

5. Physikalische Grundlagen

5.1. Elektromagnetische Welle

Funkwellen sind Wellen aus gekoppelten elektrischen und magnetischen Feldern (siehe Bild 11). Elektromagnetische Wellen werden von Antennen als Freiraumwellen in den umgebenden Raum abgestrahlt. Sie benötigen kein besonderes Medium zur Ausbreitung. Im Vakuum breiten sich Funkwellen mit Lichtgeschwindigkeit aus. In anderen Medien ist die Ausbreitung stets langsamer. Elektromagnetische Wellen unterliegen wie Licht der Beugung, Brechung, Reflexion, Polarisierung und der Interferenz.

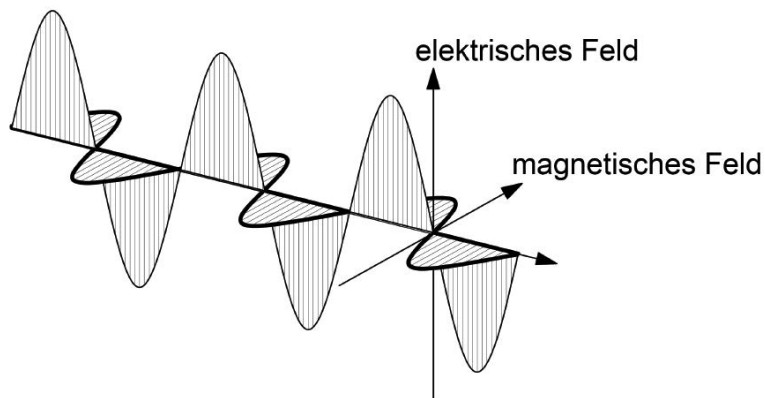


Bild 11: Modellvorstellung einer elektromagnetischen Welle im freien Raum

Elektromagnetische Wellen breiten sich geradlinig in alle Richtungen im Raum aus. Treffen mehrere elektromagnetische Wellen aufeinander, so überlagern sie sich. Bei KNX RF kommen die Funksignale (durch Positionierung der Sender und durch Reflexionen) aus nahezu beliebigen Richtungen. Wenn sich RF-Funkwellen überlagern, entsteht ein Rauschen (Signal mit unspezifischem Frequenzspektrum) im Kommunikationskanal, das von keinem RF-Empfänger interpretiert werden kann. Hierdurch können übertragene Informationen verloren gehen. Bei der Planung einer RF-Umgebung sind daher diverse Vorgaben zu beachten (siehe "RF-Topologie" auf Seite 15).

5.2. Informationsübertragung mit Funksignalen

Eine elektromagnetische Welle mit konstanter Amplitude und Frequenz transportiert noch keine Information. Um dies zu erreichen, muss der Sender die Amplitude oder die Frequenz der Welle nach einem vereinbarten Verfahren ständig verändern und dem Trägersignal in dieser Weise die Information aufmodulieren. Bei KNX RF wird die Modulationsart „Frequenzumtastung“ (FSK = engl. Frequency Shift Keying) verwendet (siehe Bild 12). Die Frequenzumtastung ist eine Variante der Frequenzmodulation (FM) und für die Übertragung digitaler Informationen geeignet. Es werden zeitlich codiert zwei in ihrer Frequenz unterschiedliche Signale gesendet, um dem Empfänger die logischen Zustände „0“ und „1“ mitzuteilen. Eine Frequenzumtastung ist unempfindlich gegen Störungen. Selbst starke Übertragungsverluste bei der Signalamplitude wirken sich nicht nachteilig auf das Demodulieren der übertragenen Information aus.

Die Datenrate beträgt bei KNX RF 16,384 kBit/s. Das Einbringen der „0“- und „1“-Information in das Funksignal wird anhand der Manchester-Codierung durchgeführt. Hierdurch lassen sich Sender und Empfänger sehr leicht aufeinander synchronisieren.

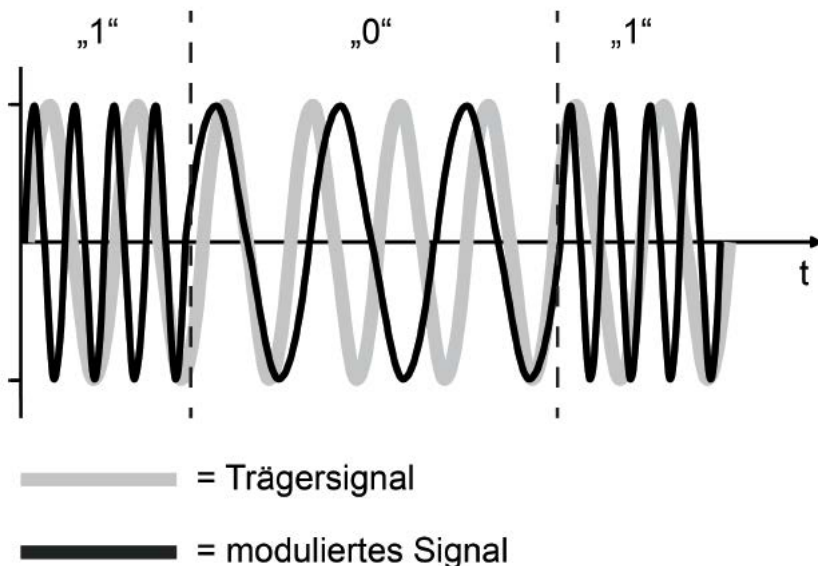


Bild 12: Frequenzumtastung als Modulationsverfahren (FSK=Frequency Shift Keying)

5.3. Ausbreitung und Dämpfung von Funksignalen in Gebäuden

Funkwellen mit einer Frequenz, wie sie bei KNX RF verwendet wird, können im Gebäude Decken oder Wände durchdringen. Je nach Dicke und Leitfähigkeit (Metallanteil, Feuchtigkeit) ist das mit einem mehr oder weniger hohen Energieverlust verbunden. Diesen Verlust an Übertragungsenergie nennt man auch Dämpfung (Verhältnis zwischen ausgesendeter und empfangener Funk-Strahlungsleistung).

Funksignale werden auf ihrem Weg vom Sender zum Empfänger durch verschiedene Einflüsse gedämpft. Voraussetzung für die Verständigung zwischen Sender und Empfänger ist natürlich, dass die Funksignale des Senders beim Empfänger noch so viel Energie besitzen, dass der Empfänger die Signale auswerten kann.

Nahezu ideale Ausbreitungsvoraussetzungen für elektromagnetische Funksignale herrschen im Freifeld. Der Begriff „Freifeld“ bezeichnet eine freie Fläche, in der sich Funkwellen weitgehend ungehindert ausbreiten können und Störeffekte durch bauliche Gegebenheiten oder Hindernisse keinen Einfluss haben.

Sind auf der Übertragungsstrecke Wände und Decken zu durchdringen, hängt die Dämpfung – und damit die Funkreichweite – maßgeblich von der Anzahl, Art und Beschaffenheit der zu durchdringenden Baumaterialien und von den wirksamen Wand- und Deckendicken ab. Ein Teil der auftreffenden Funkstrahlung wird an den Grenzflächen reflektiert, ein weiterer Teil wird absorbiert. Feuchtes Material, wie dies in Neubauten oder frisch renovierten Räumlichkeiten der Fall ist (neu tapeziert oder verputzt), dämpft elektromagnetische Funkwellen stärker.

Material (trocken)	Materialstärke	Transmission
Holz, Gips, Gipskarton *, Glas **	< 30 cm	90...100 %
Backstein, Press-Spanplatten	< 30 cm	65...95 %
Armierter Beton	< 30 cm	10...70 %
Metallgitter	< 1 mm	0...10 %
Metall, Alu-Kaschierung	< 1 mm	0 %

Tabelle 3: Dämpfung in Gebäuden

*ohne leitfähig beschichtete Wärmedämmung

**ohne Metallisierung oder Drahteinlage, kein Bleiglas

Dämpfungsfaktoren eines Gebäudes sind bei der Wahl der Montageorte von RF-Geräten (Handsender, Tastsensoren, Medienkoppler) zu beachten! Dabei ist zu berücksichtigen, dass prinzipiell jedes RF-Gerät aufgrund der Bidirektionalität Sender als auch Empfänger ist (z. B. Handsender mit oder ohne LED-Statusanzeige und Medienkoppler sind Sender und Empfänger in gleicher Weise).

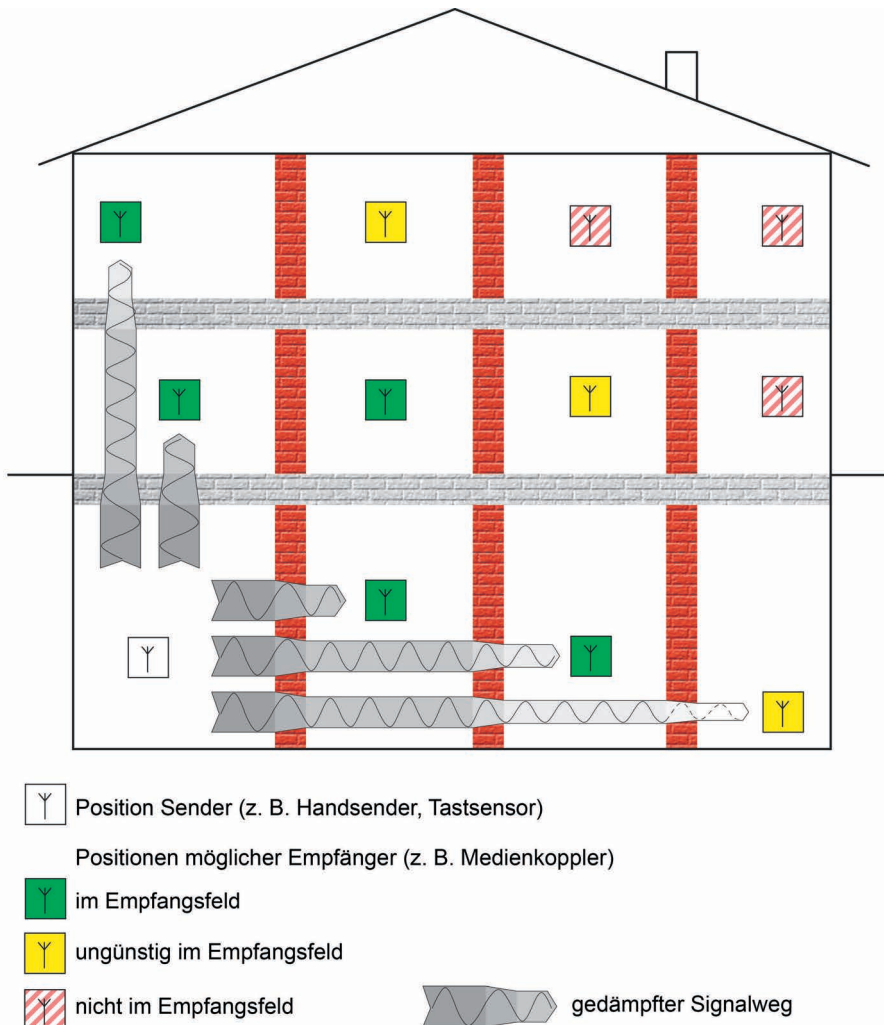


Bild 13: Dämpfung des Funksignals durch Wände und Decken (hier: Randposition des Senders)

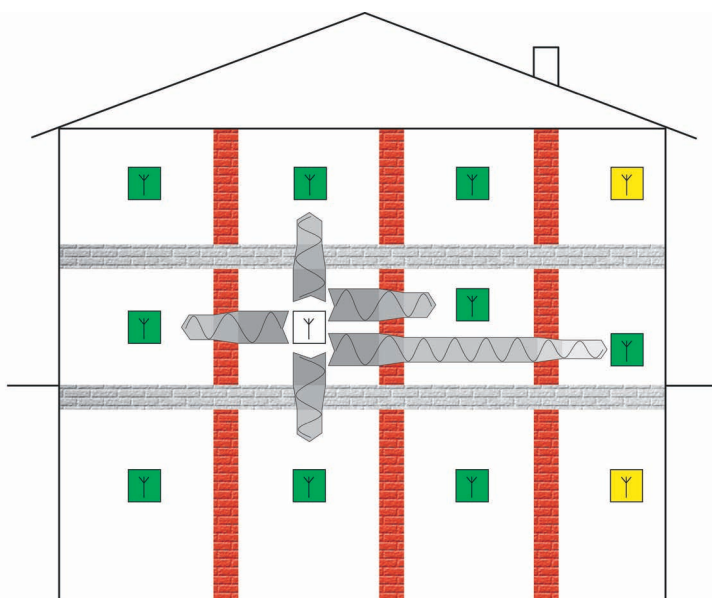


Bild 14: Dämpfung des Funksignals durch Wände und Decken (hier: Zentralposition des Senders)

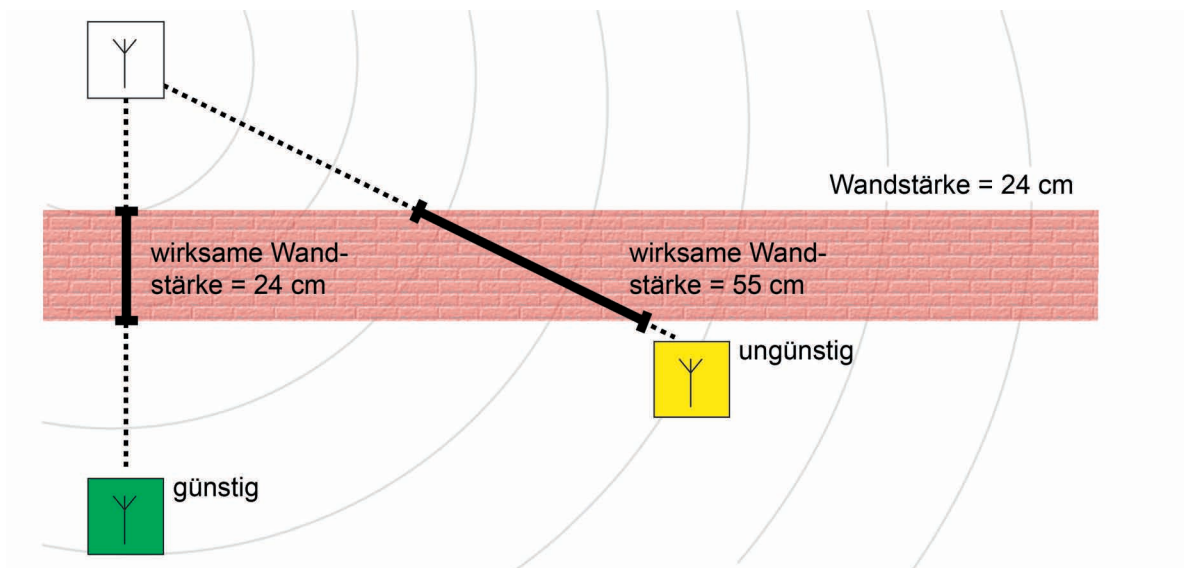


Bild 15: Dämpfung durch wirkungsvolle Wand- oder Deckenstärke



Hinweis

Vorsicht ist geboten, wenn ein Gebäude zur Reduzierung von elektromagnetischen Wellen mit abschirmenden Materialien ausgestattet ist. Leitfähig beschichtete Unterputzdosen sind in der Regel nicht für Funkprodukte geeignet. Spezielle Abschirmputze und Gipskarton-Schutzplatten, in die leitfähige Fasern eingearbeitet sind, reduzieren die Durchlässigkeit für Funkwellen bis zu 95%. Gleiches gilt für Ständerwerk, in dem hohe Metallanteile (z. B. metallisiertes Dämmmaterial) eingebaut sind.



Hinweis

Aufgrund der Vielzahl von Einflüssen ist die Beurteilung von Funkstrecken in Gebäuden schwierig. Letztendlich kann ein Hersteller von Funkprodukten – auch anderer Systeme wie z. B. WLAN – keine verbindliche Aussage zur Reichweite der Funkübertragung in Gebäuden treffen. Es wird darum stets die Reichweite im Freifeld angegeben, die sich auf eine ungestörte Ausbreitung der Funkwellen und optimal ausgerichtete Antennen bezieht. Sofern keine besonderen baulichen Maßnahmen zur Abschirmung in Gebäuden vorliegen, sollte damit eine Funkübertragung zielführend möglich sein.

Elektrisch leitfähige Materialien mit einer hinreichenden Stärke können von elektromagnetischen Wellen nicht durchdrungen werden. Metallanteile in Gebäuden, z. B. Einrichtungsgegenstände oder Stahlarmierungen im Beton (siehe Bild 16), aber auch Designrahmen aus Metall oder Designteile mit metallhaltigen Lackierungen wirken daher abschirmend. Abschirmungen aus Metall können auch ganz bewusst dazu verwendet werden, um einen Bereich von Funkwellen freizuhalten.

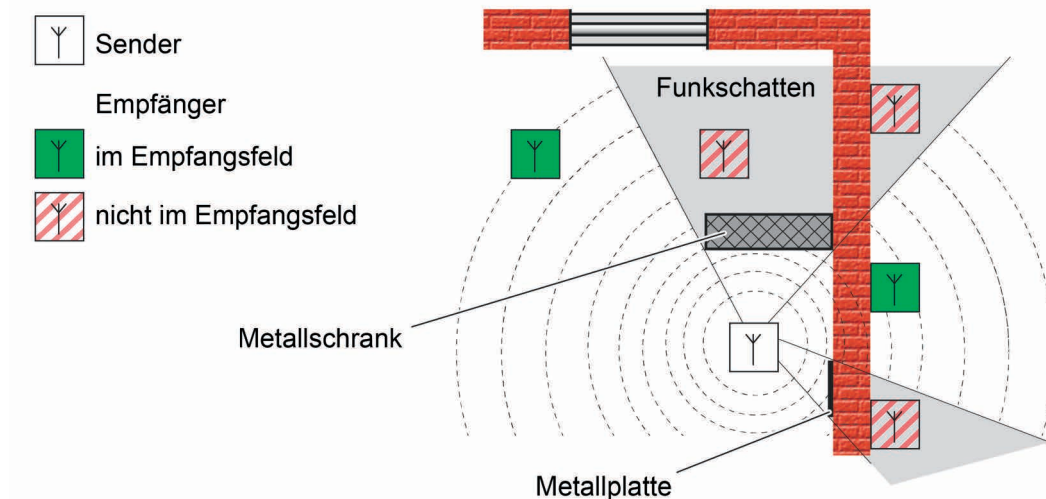


Bild 16: Funkschatten in einem Gebäude durch Metallteile

Funkwellen erreichen einen Empfänger sowohl auf dem direkten Weg (Luftlinie) als auch über Umwege (Mehrwegeausbreitung). Solche Umwege entstehen durch Reflexion der Funkwellen an Grenzschichten zu anderen Materialien, z. B. an den Oberflächen von Wänden oder Decken. Am Empfänger treffen dann Funkwellen einer identischen Quelle mit unterschiedlicher Phasenlage ein. In vielen Fällen ist die reflektierte Funksleistung zu gering, um den direkten Weg der Funkwelle nennenswert zu beeinflussen.

Ein Empfänger kann dann das Signal des Senders störungsfrei empfangen (siehe Bild 17).

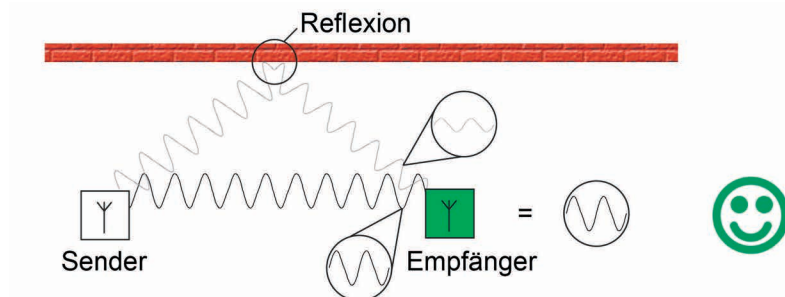


Bild 17: Interferenz beim Empfänger wirkungslos

Im ungünstigen Fall überlagern sich die direkt und über Reflexion empfangenen Wellen jedoch ungünstig am Zielort, wodurch sich ein Signal ergibt, das Empfänger nicht mehr zuverlässig auswerten können (siehe Bild 18). Die positive wie negative Überlagerung von gleich gerichteten Funkwellen wird auch als Interferenz bezeichnet.

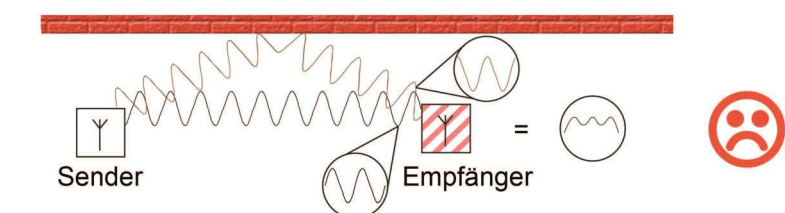


Bild 18: Interferenz beim Empfänger verhindert Empfang

In der Praxis können Reflexions- und Interferenzeffekte häufig schon durch leichte Änderung des Installationsorts oder der Installationsumgebung beseitigt werden.

6. Gebäudestruktur

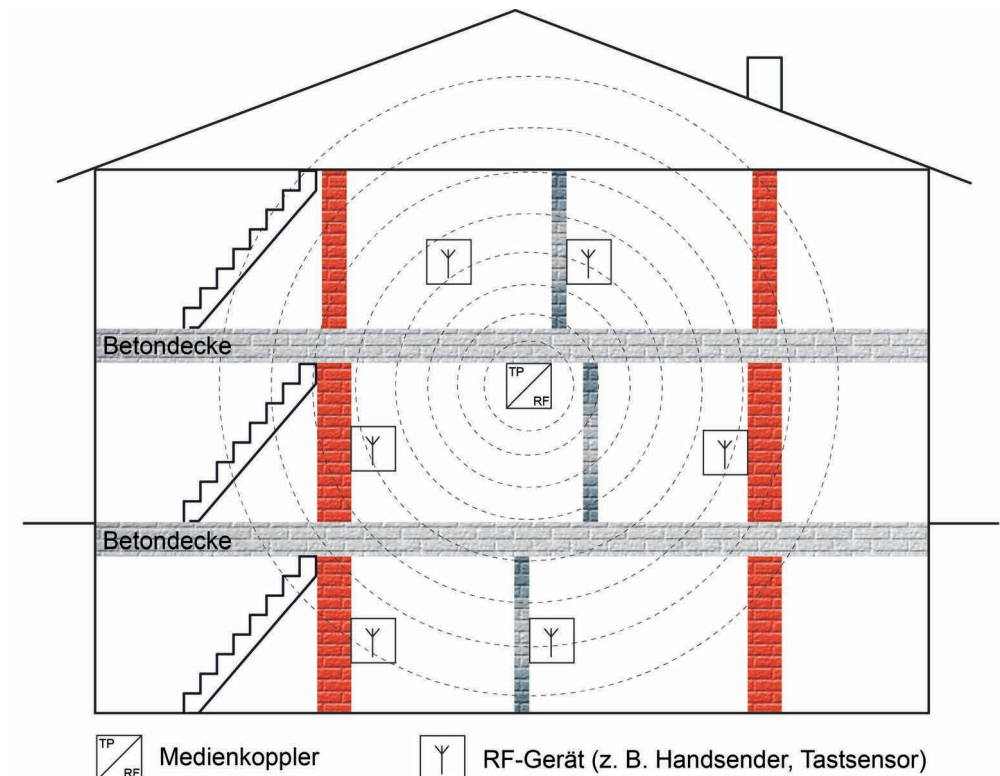


Bild 19: Gebäudestruktur mit einer KNX RF Linie

Das von KNX RF genutzte Frequenzband um 868 MHz besitzt eine gute Signalausbreitung in Gebäuden, da sich die Dämpfung durch Mauern, Betonarmierungen und Metallteile im Nahbereich des Senders in vertretbaren Grenzen hält. Dies ist positiv, wenn - beispielsweise in einem Einfamilienhaus - eine Etage oder gar mehrere Etagen mit ein und derselben RF-Linie abgedeckt werden sollen. Der Medienkoppler sollte dann möglichst gebäudezentral positioniert sein (siehe Bild 19).

Die gute Signalausbreitung kann in Liegenschaften nachteilig sein, wenn sich die RF-Linien gegenseitig physikalisch beeinflussen, diese nur teilweise innerhalb ihrer Funkreichweiten liegen, bedingt durch eine geringe räumliche Entfernung oder durch keine ausreichend große Dämpfung aufgrund von Holzdecken oder dünnen Wänden (siehe Bild 20). Hier ist es zielführend, nicht zwei oder mehr RF-Linien (mit jeweils eigenen Medienkopplern) aufzubauen, sondern RF-Repeater einzusetzen, welche die Funkreichweite einer RF-Linie vergrößern (siehe Bild 21). Auch hier sollte der Medienkoppler möglichst gebäudezentral positioniert sein. Repeater sollten bevorzugt in den Randbereichen des Gebäudes, jedoch innerhalb der Reichweite des Medienkopplers und auch innerhalb der Reichweiten anderer Repeater sitzen.



Hinweis

Medienkoppler von Gira können ausschließlich als Medienkoppler oder als Repeater arbeiten. Die Betriebsart wird durch die Parametereinstellung und durch die physikalische Adresse des Medienkopplers definiert.

Näheres erklärt die Funktionsbeschreibung des Medienkopplers.

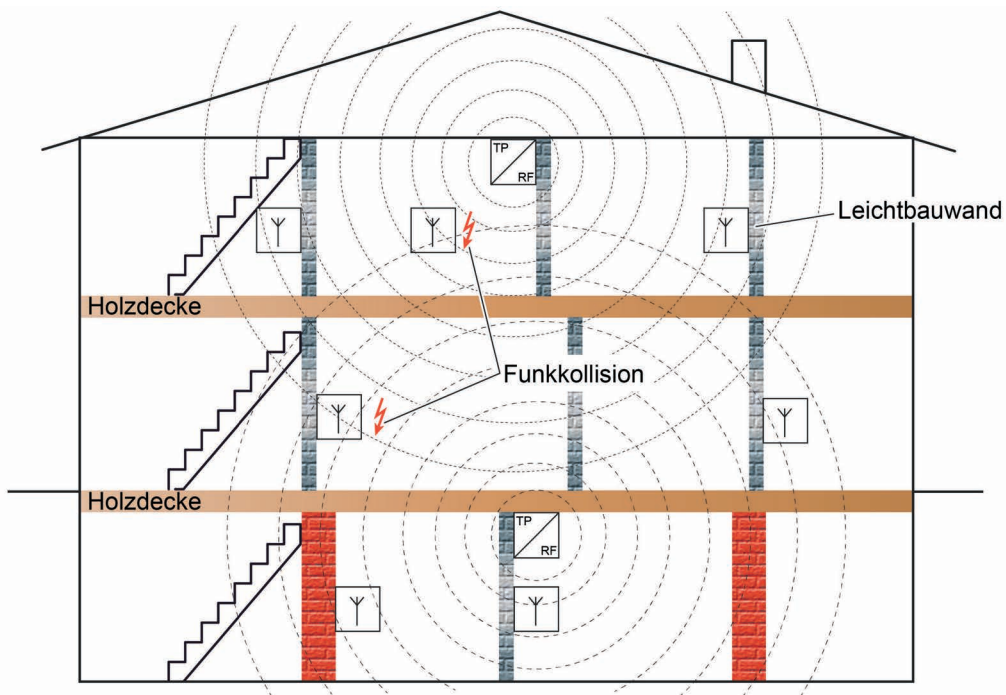


Bild 20: Gebäudestruktur mit zwei KNX RF Linien, ungünstige Beeinflussung

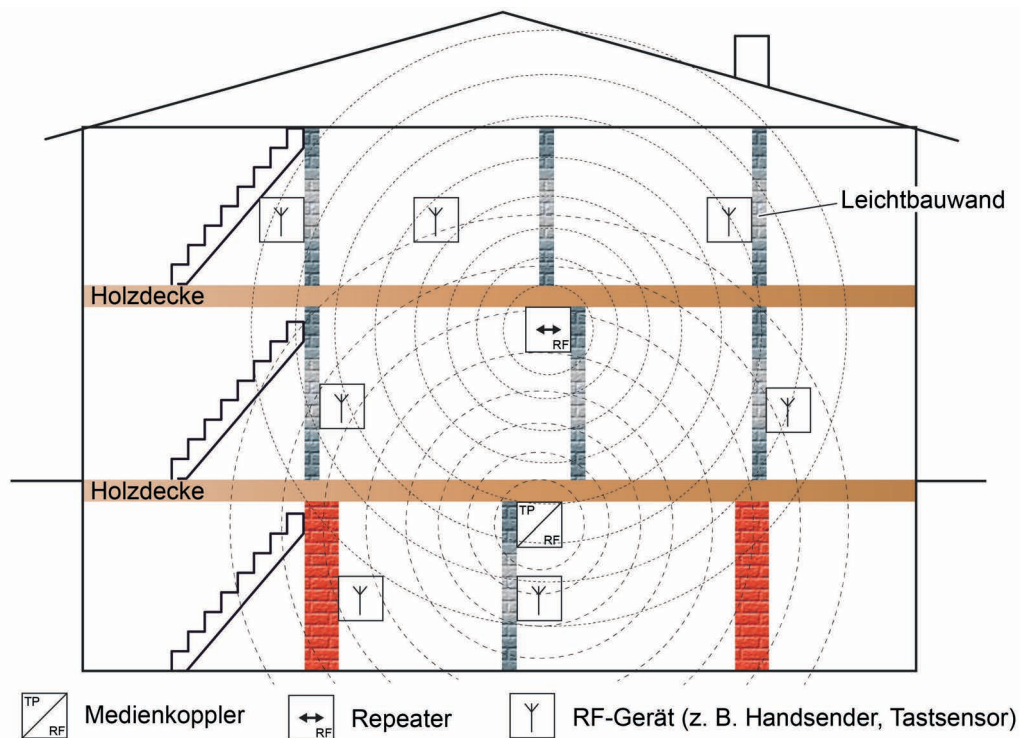


Bild 21: Gebäudestruktur mit einer KNX RF Linie und Repeater

Das Einsetzen von mehr als einer RF-Linie bietet sich in großen Gebäuden oder weitläufigen Gebäudeteilen an, denn dann lassen sich die RF-Linien räumlich ausreichend genug voneinander entfernen, so dass sich diese nicht mehr gegenseitig negativ beeinflussen. Auch in kleineren Gebäuden (z. B. Einfamilienhaus) oder in Mehrfamiliengebäuden können unterschiedliche RF-Linien mit jeweils eigenen Medienkopplern zum Einsatz kommen, wenn die Gebäudestruktur und die Beschaffenheit der Decken und Wände die einzelnen RF-Bereiche gut abschirmt (siehe Bild 22). Auch massive, tragende Wände tragen im Fernbereich im Positiven dazu bei, eine starke Dämpfung der Funksignale zu erzielen.

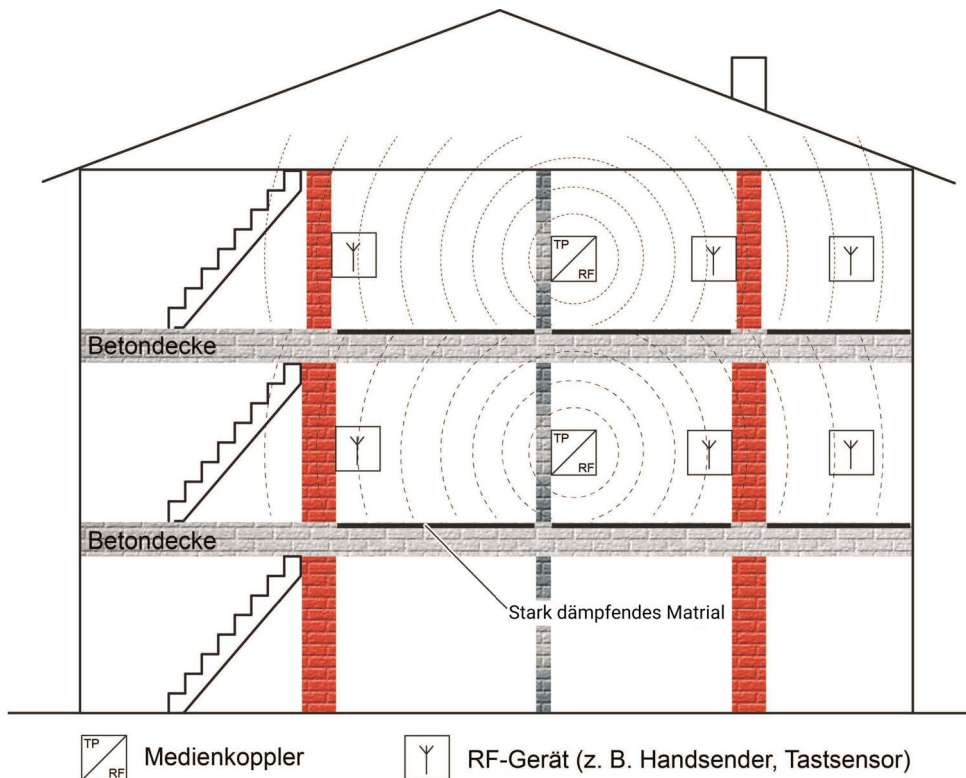


Bild 22: Gebäudestruktur mit zwei KNX RF Linien, die sich aufgrund der Gebäudebeschaffenheit nicht nachteilig beeinflussen

Ein Medienkoppler kann (ggf. als Repeater) in einer geeigneten Installationsdose (ideal Kunststoff AP WG) auch im Außenbereich eingesetzt werden, um die KNX RF Signale gebäudeübergreifend direkt zur Verfügung zu stellen oder zu verstärken. Dadurch sind KNX RF Geräte auch im Außenbereich - sofern es die Beschaffenheit der Geräte zulässt - oder in abgesetzten Gebäuden (z. B. Gartenhütte) verwendbar (siehe Bild 23).

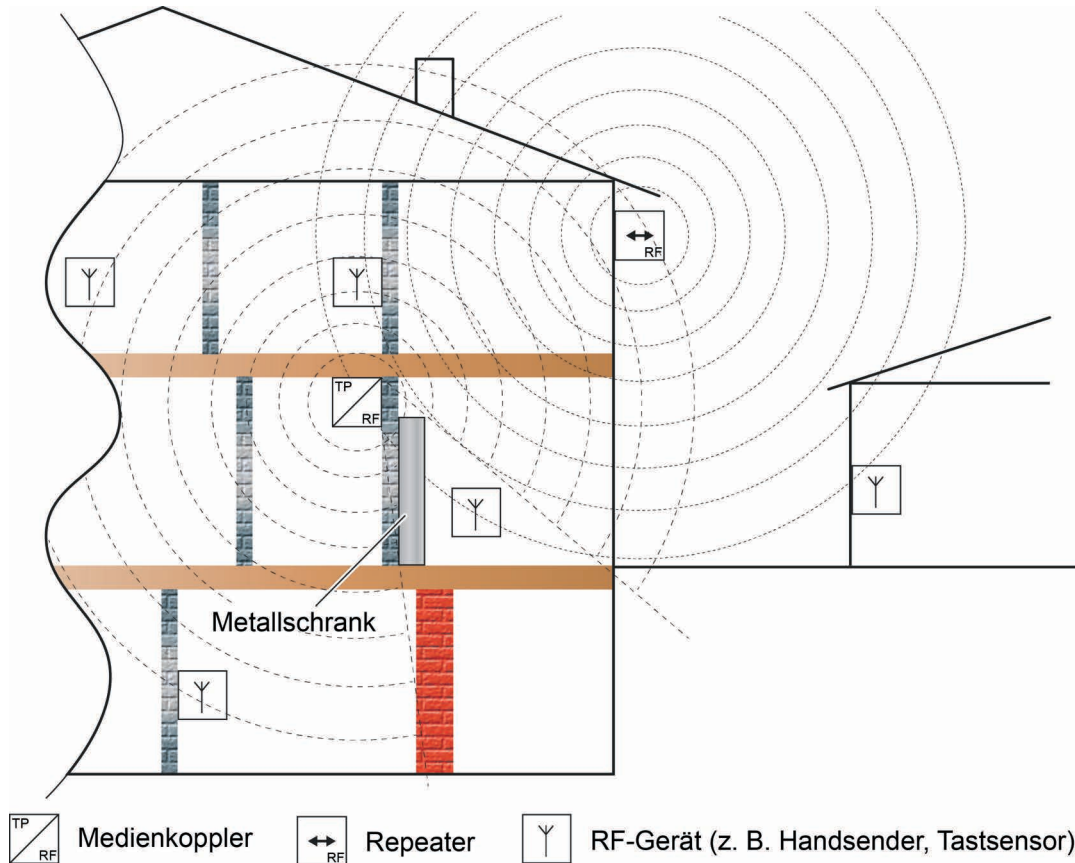


Bild 23: Verwendung eines Medienkopplers als Repeater zur Signalverstärkung und Beseitigung von Funkschatten für Innen- und Außenanwendung