

Frequenzen / Gateways LoRaWAN™

Eine innovative Funktechnologie



INFORMATIONSBLATT – Frequenzen und Gateways LoRaWAN

AUTOR: Robert Koning

Sept. 2024

EINLEITUNG

In diesem Dokument möchten wir Ihnen eine detaillierte Übersicht über wichtige technische Aspekte von LoRaWAN bieten, speziell im Hinblick auf die Übertragungszeit in Bezug auf den Spreading Factor (SF) sowie die Duty-Cycle-Beschränkungen. Diese Fragen sind von großer Bedeutung, um die Effizienz und Kapazität Ihres Netzwerks zu maximieren und gleichzeitig regulatorische Anforderungen einzuhalten. Im Folgenden finden Sie Erläuterungen, wie die Sendezeit von LoRaWAN-Nachrichten von der Wahl des SF abhängt und wie viele Nachrichten Sie unter Einhaltung der Duty-Cycle-Regelungen senden können. Wir haben uns in diesem Dokument an dem Anwendungsfall "Smart Lighting" und konkrete Fragestellungen unserer Kunden orientiert.

FRAGE

Wenn ich einen Sensor ansteuern möchte, ist das Gateway in der Zeit nicht mehr in der Lage andere Sensordaten zu empfangen?

ANTWORT

Ein LoRaWAN-Gateway kann in der Regel sowohl senden als auch empfangen, allerdings gibt es bestimmte Einschränkungen und Überlegungen, die berücksichtigt werden müssen, insbesondere im Hinblick auf die verwendeten Kanäle und Frequenzen.

Funktionsweise des LoRaWAN-Gateways beim Senden und Empfangen:

1. Halbduplex-Betrieb:

LoRaWAN-Gateways arbeiten üblicherweise im Halbduplex-Modus, was bedeutet, dass sie nicht gleichzeitig auf demselben Kanal senden und empfangen können. Wenn das Gateway also auf einem bestimmten Kanal sendet, ist es auf diesem Kanal für den Empfang blockiert.

2. Multi-Kanal-Gateway:

Ein Multikanal-Gateway mit mehreren Kanälen (z.B. 8 oder 16 Kanäle) kann jedoch weiterhin auf anderen Kanälen empfangen, auch wenn es auf einem bestimmten Kanal sendet. Das bedeutet, dass:

INFORMATIONSBLATT

- Auf dem Kanal, der zum Senden verwendet wird, das Gateway vorübergehend blockiert ist und nicht gleichzeitig empfangen kann.
- Auf anderen Kanälen kann das Gateway jedoch weiterhin empfangen, da es in der Lage ist, unabhängig auf diesen Frequenzen zu horchen.

3. Sende- und Empfangsfenster:

LoRaWAN-Geräte arbeiten in verschiedenen Klassen (Class A, B, C), was die Art und Weise beeinflusst, wie sie Nachrichten senden und empfangen. In Class A (der häufigsten Klasse) sendet das Gerät eine Nachricht und öffnet dann ein kurzes Empfangsfenster, um mögliche Downlink-Nachrichten vom Gateway zu empfangen. Das Gateway kann diese Nachrichten an das Gerät senden, aber nicht gleichzeitig auf demselben Kanal Daten von anderen Sensoren empfangen.

4. Duty Cycle und Regulierung:

Ein Gateway und die Endgeräte unterliegen in vielen Ländern (insbesondere in Europa) Duty-Cycle-Beschränkungen, die festlegen, wie viel Zeit pro Stunde ein Gerät senden darf. Diese Beschränkungen betreffen nicht direkt das gleichzeitige Senden und Empfangen, aber sie regulieren, wie oft ein Gateway senden darf.

Zusammengefasst:

- Wenn ein LoRaWAN-Gateway auf einem bestimmten Kanal sendet, ist es auf diesem Kanal vorübergehend nicht in der Lage zu empfangen.
- Auf anderen Kanälen kann das Gateway jedoch weiterhin empfangen, wenn es ein Multikanal-Gateway ist (z.B. mit 8 oder 16 Kanälen).
- Ein Gateway, das auf mehreren Kanälen gleichzeitig horcht, kann somit parallel sowohl senden als auch empfangen, allerdings nur auf verschiedenen Kanälen.

In einem typischen LoRaWAN-Netzwerk kann das Gateway also weiterhin effizient arbeiten, indem es mehrere Kanäle gleichzeitig nutzt, um sowohl Daten von verschiedenen Geräten zu empfangen als auch zu senden.

FRAGE

Was sind beim Gateway "Kanäle" und welchen Bezug haben die zu den Spreadingfaktoren?

ANTWORT

Die Kanäle eines LoRaWAN-Gateways und die Spreading Factors (SFs) des LoRaWAN-Protokolls sind zwei unterschiedliche, aber eng miteinander verbundene Konzepte, die gemeinsam das Verhalten und die Leistung eines LoRaWAN-Netzwerks beeinflussen.

1. Kanäle eines LoRaWAN-Gateways:

Ein LoRaWAN-Gateway kann auf mehreren Kanälen gleichzeitig empfangen und senden. Die Anzahl der Kanäle eines Gateways (z.B. 8, 16 oder mehr Kanäle) bestimmt, wie viele unabhängige Frequenzen es gleichzeitig nutzen kann. Jeder dieser Kanäle entspricht einer bestimmten Frequenz im lizenzierten ISM-Band.

- Frequenzen: Im 868 MHz-Bereich in Europa hat LoRaWAN typische Kanäle im Bereich von 868.1 MHz bis 868.5 MHz, jeweils mit einem festgelegten Bandbreitenbereich (z.B. 125 kHz oder 250 kHz).
- Mehrere Kanäle: Ein Gateway mit mehreren Kanälen kann gleichzeitig auf verschiedenen Frequenzen lauschen. Dies erhöht die Kapazität des Gateways, da es Daten von vielen Endgeräten empfangen kann, die auf unterschiedlichen Frequenzen senden.

2. Spreading Factors (SFs) im LoRaWAN-Protokoll:

LoRaWAN verwendet Spreading Factors (SF) als eine Möglichkeit, die Datenübertragungsrate und Reichweite zu steuern. Die Spreading Factors reichen von SF7 bis SF12, wobei:

- SF7 eine höhere Datenrate und kürzere Reichweite bietet (schnellere Übertragung, aber geringere Distanz).
- SF12 eine niedrigere Datenrate und größere Reichweite bietet (längere Übertragungszeit, aber größere Distanz).

Jeder Spreading Factor (SF) entspricht einer unterschiedlichen Datenrate und Airtime. Die SFs bestimmen, wie die Daten in der Luft "gespreizt" werden, was die Empfindlichkeit und die Fähigkeit zur Dekodierung des Signals über längere Distanzen beeinflusst.

Zusammenhang zwischen Kanälen und SFs:

- Unabhängigkeit der Kanäle: Die Kanäle und SFs sind unabhängig voneinander, was bedeutet, dass Endgeräte auf verschiedenen Kanälen und mit unterschiedlichen SFs senden können. Ein Gateway kann auf mehreren Kanälen gleichzeitig verschiedene SFs empfangen, solange es auf die richtigen Frequenzen abgestimmt ist.

- Paralleler Empfang: Ein Multikanal-Gateway kann Nachrichten mit verschiedenen SFs auf verschiedenen Kanälen gleichzeitig empfangen. Dies wird durch die Tatsache ermöglicht, dass jeder Kanal in der Lage ist, Signale von Geräten mit unterschiedlichen SFs zu empfangen und zu dekodieren. Dies erhöht die Effizienz, da mehrere Geräte gleichzeitig Daten übermitteln können, ohne dass Kollisionen auftreten.
- Adaptive Data Rate (ADR): LoRaWAN verwendet einen Mechanismus namens Adaptive Data Rate (ADR), der automatisch den SF für ein Endgerät anpasst, um entweder die Datenrate zu erhöhen (bei nahen Geräten, SF7) oder die Reichweite zu maximieren (bei weiter entfernten Geräten, SF12). Dieser Mechanismus hilft, das Netzwerk effizient zu nutzen und die Kanalkapazität optimal auszunutzen.

-

Zusammengefasst:

- **Kanäle:** Die Kanäle eines Gateways beziehen sich auf die Frequenzen, auf denen es gleichzeitig senden und empfangen kann. Mehr Kanäle bedeuten, dass das Gateway auf mehr Frequenzen parallel arbeiten kann, was die Netzwerkleistung verbessert.
- **Spreading Factors (SFs):** Die SFs bestimmen die Datenrate und Reichweite der Übertragungen. Höhere SFs (z.B. SF12) bieten eine größere Reichweite, aber eine niedrigere Datenrate. Niedrigere SFs (z.B. SF7) bieten eine höhere Datenrate, aber eine geringere Reichweite.
- **Verbindung zwischen Kanälen und SFs:** Die Kanäle und SFs sind unabhängig voneinander, aber sie arbeiten zusammen. Ein Gateway kann auf mehreren Kanälen und mit verschiedenen SFs gleichzeitig Daten empfangen. Geräte können dabei verschiedene SFs auf unterschiedlichen Kanälen verwenden, und das Gateway kann diese Daten gleichzeitig verarbeiten.

Ein LoRaWAN-Gateway ist also in der Lage, durch die Nutzung mehrerer Kanäle und Spreading Factors eine Vielzahl von Geräten parallel zu bedienen, was die Effizienz und Skalierbarkeit des Netzwerks erheblich erhöht.

FRAGE

Wie sind die Funkfrequenzen auf die verfügbaren Kanäle der Gateways zugeteilt?

ANTWORT

INFORMATIONSBLATT

In einem LoRaWAN-Netzwerk sind die Frequenzen den Kanälen des Gateways entsprechend zugeordnet. Diese Zuordnung variiert je nach Region, da unterschiedliche Länder unterschiedliche Frequenzbänder für lizenzfreie Kommunikation im ISM-Band (Industrial, Scientific, and Medical) vorsehen. In Europa beispielsweise wird das 868 MHz-Band verwendet, während in den USA das 915 MHz-Band genutzt wird.

Kanalzuweisung in Europa (868 MHz-Band)

In Europa (Region 1 gemäß den LoRaWAN-Spezifikationen) arbeitet LoRaWAN im 863-870 MHz-Bereich, wobei bestimmte Frequenzen fest den Kanälen eines LoRaWAN-Gateways zugeordnet sind. Ein typisches Gateway unterstützt mehrere Kanäle (z.B. 8 oder 16), wobei jeder Kanal einer spezifischen Frequenz zugewiesen ist.

Die genauen Frequenzen und Kanäle hängen vom Netzwerkkonfigurationsprofil ab. Ein typisches 8-Kanal-Gateway im 868 MHz-Bereich in Europa verwendet beispielsweise die folgenden Frequenzen:

Typische Frequenzzuordnung für ein 8-Kanal-Gateway in Europa (LoRaWAN 868 MHz-Band):

Kanalnummer	Frequenz (MHz)	Bandbreite (kHz)	Bemerkung
0	868.1	125 kHz	Standardkanal
1	868.3	125 kHz	Standardkanal
2	868.5	125 kHz	Standardkanal
3	867.1	125 kHz	Standardkanal
4	867.3	125 kHz	Standardkanal
5	867.5	125 kHz	Standardkanal
6	867.7	125 kHz	Standardkanal
7	867.9	125 kHz	Standardkanal

Zusätzlich können Gateways auch Kanäle mit größerer Bandbreite unterstützen, um spezielle Anforderungen zu erfüllen, wie z.B. schnellere Übertragungen:

INFORMATIONSBLATT

- **868.3 MHz (500 kHz):** Wird häufig als Downlink-Kanal mit höherer Bandbreite verwendet.

Kanalaufteilung:

- **Primäre Kanäle:** Die Kanäle 868.1, 868.3 und 868.5 MHz sind standardmäßig festgelegt und werden in den meisten Netzwerken verwendet.
- **Zusätzliche Kanäle:** Frequenzen im Bereich von 867.1 bis 867.9 MHz werden als zusätzliche Kanäle genutzt, um die Kapazität des Netzwerks zu erhöhen. Diese werden oft für spezielle Anwendungsfälle oder zur Lastverteilung verwendet.

Kanalbandbreite:

- Die meisten Standardkanäle in LoRaWAN verwenden eine Bandbreite von 125 kHz, was für die meisten Anwendungen ausreicht.
- Einige spezielle Kanäle (z.B. der Downlink-Kanal bei 868.3 MHz) können eine größere Bandbreite (z.B. 500 kHz) haben, was schnellere Übertragungen ermöglicht.

Zuordnung der Kanäle zu den Geräten:

- **Uplink (vom Gerät zum Gateway):** Die Geräte können eine dieser Frequenzen (Kanäle) auswählen, um Daten an das Gateway zu senden. Das Gerät kann auf einem beliebigen der konfigurierten Kanäle im Frequenzband senden.
- **Downlink (vom Gateway zum Gerät):** Gateways senden in der Regel auf einem speziellen Downlink-Kanal, der auf eine größere Bandbreite konfiguriert ist (z.B. 500 kHz). Es gibt in Europa für Downlink-Sendungen einen speziellen Frequenzkanal bei 869.525 MHz mit 10% Duty Cycle.

Adaptive Data Rate (ADR):

LoRaWAN verwendet den Mechanismus der Adaptive Data Rate (ADR), um zu entscheiden, auf welchem Kanal und mit welchem Spreading Factor (SF) ein Gerät kommuniziert. Dies bedeutet, dass ein Endgerät auf verschiedenen Kanälen senden kann, abhängig von der Entfernung zum Gateway und den Netzwerkeinstellungen.

Beispiel eines 16-Kanal-Gateways:

Ein 16-Kanal-Gateway bietet zusätzliche Kapazität und Frequenzvielfalt. Es könnte zusätzliche Frequenzen wie die folgenden nutzen (neben den 8 oben genannten):

INFORMATIONSBLATT

Kanalnummer	Frequenz (MHz)	Bandbreite (kHz)	Bemerkung
8	868.6	125 kHz	Zusatzkanal
9	868.7	125 kHz	Zusatzkanal
10	868.8	125 kHz	Zusatzkanal
11	868.9	125 kHz	Zusatzkanal
12	869.0	125 kHz	Zusatzkanal
13	869.1	125 kHz	Zusatzkanal
14	869.2	125 kHz	Zusatzkanal
15	869.3	125 kHz	Zusatzkanal

USA (915 MHz-Band):

In den USA (Region 2 gemäß den LoRaWAN-Spezifikationen) funktioniert LoRaWAN im 915 MHz-Bereich, und die Kanäle sind anders zugeordnet. Ein typisches 8-Kanal-Gateway in den USA könnte Frequenzen wie 902.3 MHz bis 914.9 MHz verwenden, wobei die Zuordnung und Bandbreiten ebenfalls durch regulatorische Anforderungen vorgegeben sind.

Zusammengefasst:

- Ein LoRaWAN-Gateway hat mehrere Kanäle, die jeweils auf verschiedenen Frequenzen im lizenzierten ISM-Band arbeiten.
- Die Kanäle und Frequenzen sind so zugeordnet, dass das Gateway auf mehreren Frequenzen gleichzeitig Daten von Endgeräten empfangen kann, was die Netzwerkleistung erhöht.
- Spreading Factors (SFs) sind nicht direkt an die Kanäle gebunden, sondern wirken parallel zu den Frequenzen, indem sie die Datenrate und Reichweite beeinflussen.
- In Europa sind die Frequenzen im 868 MHz-Band typisch für LoRaWAN, während in den USA das 915 MHz-Band verwendet wird.

FRAGE

Was ist die Verknüpfung von Kanälen und Spreadingfaktoren und wie funktioniert das in der Praxis?

ANTWORT

Die Kanäle eines LoRaWAN-Gateways und die **Spreading Factors (SFs)** des LoRaWAN-Protokolls sind zwei unterschiedliche, aber eng miteinander verbundene Konzepte, die gemeinsam das Verhalten und die Leistung eines LoRaWAN-Netzwerks beeinflussen.

1. Kanäle eines LoRaWAN-Gateways:

Ein LoRaWAN-Gateway kann auf mehreren Kanälen gleichzeitig empfangen und senden. Die Anzahl der Kanäle eines Gateways (z.B. 8, 16 oder mehr Kanäle) bestimmt, wie viele unabhängige Frequenzen es gleichzeitig nutzen kann. Jeder dieser Kanäle entspricht einer bestimmten Frequenz im lizenzierten ISM-Band.

- Frequenzen: Im 868 MHz-Bereich in Europa hat LoRaWAN typische Kanäle im Bereich von 868.1 MHz bis 868.5 MHz, jeweils mit einem festgelegten Bandbreitenbereich (z.B. 125 kHz oder 250 kHz).
- Mehrere Kanäle: Ein Gateway mit mehreren Kanälen kann gleichzeitig auf verschiedenen Frequenzen lauschen. Dies erhöht die Kapazität des Gateways, da es Daten von vielen Endgeräten empfangen kann, die auf unterschiedlichen Frequenzen senden.

2. Spreading Factors (SFs) im LoRaWAN-Protokoll:

LoRaWAN verwendet Spreading Factors (SF) als eine Möglichkeit, die Datenübertragungsrate und Reichweite zu steuern. Die Spreading Factors reichen von SF7 bis SF12, wobei:

- SF7 eine höhere Datenrate und kürzere Reichweite bietet (schnellere Übertragung, aber geringere Distanz).
- SF12 eine niedrigere Datenrate und größere Reichweite bietet (längere Übertragungszeit, aber größere Distanz).

Jeder Spreading Factor (SF) entspricht einer unterschiedlichen Datenrate und Airtime. Die SFs bestimmen, wie die Daten in der Luft "gespreizt" werden, was die Empfindlichkeit und die Fähigkeit zur Dekodierung des Signals über längere Distanzen beeinflusst.

Zusammenhang zwischen Kanälen und SFs:

- Unabhängigkeit der Kanäle: Die Kanäle und SFs sind unabhängig voneinander, was bedeutet, dass Endgeräte auf verschiedenen Kanälen und mit unterschiedlichen SFs

senden können. Ein Gateway kann auf mehreren Kanälen gleichzeitig verschiedene SFs empfangen, solange es auf die richtigen Frequenzen abgestimmt ist.

- **Paralleler Empfang:** Ein Multikanal-Gateway kann Nachrichten mit verschiedenen SFs auf verschiedenen Kanälen gleichzeitig empfangen. Dies wird durch die Tatsache ermöglicht, dass jeder Kanal in der Lage ist, Signale von Geräten mit unterschiedlichen SFs zu empfangen und zu dekodieren. Dies erhöht die Effizienz, da mehrere Geräte gleichzeitig Daten übermitteln können, ohne dass Kollisionen auftreten.
- **Adaptive Data Rate (ADR):** LoRaWAN verwendet einen Mechanismus namens Adaptive Data Rate (ADR), der automatisch den SF für ein Endgerät anpasst, um entweder die Datenrate zu erhöhen (bei nahen Geräten, SF7) oder die Reichweite zu maximieren (bei weiter entfernten Geräten, SF12). Dieser Mechanismus hilft, das Netzwerk effizient zu nutzen und die Kanalkapazität optimal auszunutzen.

Zusammengefasst:

- **Kanäle:** Die Kanäle eines Gateways beziehen sich auf die Frequenzen, auf denen es gleichzeitig senden und empfangen kann. Mehr Kanäle bedeuten, dass das Gateway auf mehr Frequenzen parallel arbeiten kann, was die Netzwerkleistung verbessert.
- **Spreading Factors (SFs):** Die SFs bestimmen die Datenrate und Reichweite der Übertragungen. Höhere SFs (z.B. SF12) bieten eine größere Reichweite, aber eine niedrigere Datenrate. Niedrigere SFs (z.B. SF7) bieten eine höhere Datenrate, aber eine geringere Reichweite.
- **Verbindung zwischen Kanälen und SFs:** Die Kanäle und SFs sind unabhängig voneinander, aber sie arbeiten zusammen. Ein Gateway kann auf mehreren Kanälen und mit verschiedenen SFs gleichzeitig Daten empfangen. Geräte können dabei verschiedene SFs auf unterschiedlichen Kanälen verwenden, und das Gateway kann diese Daten gleichzeitig verarbeiten.

Ein LoRaWAN-Gateway ist also in der Lage, durch die Nutzung mehrerer Kanäle und Spreading Factors eine Vielzahl von Geräten parallel zu bedienen, was die Effizienz und Skalierbarkeit des Netzwerks erheblich erhöht.

FRAGE

Was bestimmt denn die sendefrequenz der sender?

ANTWORT

Die Sende-Frequenz eines LoRaWAN-Senders (Endgerät, wie ein Sensor) wird durch mehrere Faktoren bestimmt. Die wichtigsten Faktoren sind:

1. LoRaWAN-Netzwerkserver (ADR - Adaptive Data Rate):

- In einem LoRaWAN-Netzwerk ist der Netzwerkserver oft dafür verantwortlich, die Adaptive Data Rate (ADR) zu verwalten. Der Netzwerkserver kann basierend auf den Bedingungen des Netzwerks (wie Signalstärke, Entfernung zum Gateway und Netzwerkauslastung) die optimalen Sendeparameter für ein Endgerät festlegen. Dies umfasst sowohl die Spreading Factor (SF), Datenrate und die Sendeleistung des Endgeräts, jedoch nicht die Frequenz. Die Frequenz wird durch vordefinierte Kanäle und den Kanalplan des Netzwerks bestimmt als auch die Frequenz, auf der das Endgerät senden soll.
- Bei aktiviertem ADR kann der Server dem Gerät mitteilen, wie es senden soll, um die bestmögliche Leistung und Effizienz zu gewährleisten.

2. Endgerät (Sensor):

- Das Endgerät wählt eine Frequenz aus einer vordefinierten Liste von Kanälen, die im Netzwerkplan festgelegt sind. Diese Frequenzen werden nicht zufällig, sondern basierend auf festgelegten Regeln und Kanalzuweisungen gewählt. Beim Senden von Join-Requests wählt das Endgerät einen der definierten Kanäle (meist die drei Standardkanäle), aber nach der Verbindung folgt die Frequenzwahl den Kanalvorgaben.
- Multichannel-Fähigkeit: LoRaWAN-Endgeräte sind so konzipiert, dass sie auf mehreren Frequenzen senden können. Das Endgerät kann also von einem Uplink zum nächsten verschiedene Frequenzen verwenden.

3. LoRaWAN-Protokoll (Regionale Vorgaben):

- Das LoRaWAN-Protokoll und die regionalen regulatorischen Vorgaben bestimmen die verfügbaren Frequenzen, auf denen das Endgerät senden darf. In Europa ist dies das 863-870 MHz-Band, das in verschiedene Sub-Bänder unterteilt ist. Diese Frequenzen sind im LoRaWAN-Protokoll für jede Region festgelegt, sodass Endgeräte nur auf diesen Frequenzen senden können.
- Das Protokoll definiert demnach die Frequenzbänder, die in einer bestimmten Region verwendet werden dürfen. Diese Sub-Bänder haben auch spezifische Duty-Cycle-Beschränkungen, die eingehalten werden müssen.

- Innerhalb des Frequenzbandes gibt es festgelegte Kanalpläne, die für die Region vorgegeben sind. Das Endgerät wird nur Kanäle innerhalb dieser vordefinierten Frequenzen nutzen.

4. Randomisierung der Frequenz (Listen von Kanälen):

- Um Störungen zu minimieren und eine gleichmäßige Auslastung des Frequenzspektrums zu gewährleisten, nutzen LoRaWAN-Endgeräte vordefinierte Frequenzen aus einer Kanalliste, die vom Netzwerk bereitgestellt wird. Jedes Endgerät kann bei jedem Sendevorgang eine Frequenz aus dieser Liste auswählen, jedoch erfolgt diese Auswahl nicht zufällig, sondern folgt den Netzwerkkonfigurationsvorgaben
- Diese Frequenznutzungsstrategie sorgt dafür, dass die Belastung des Netzwerks gleichmäßig auf die verfügbaren Frequenzen verteilt wird, um Kollisionen zu minimieren. Die Endgeräte senden auf unterschiedlichen Kanälen innerhalb der zugewiesenen Frequenzen, um Störungen zu vermeiden.

5. Duty-Cycle-Beschränkungen:

In Regionen mit Duty-Cycle-Beschränkungen (wie in Europa) gelten die Beschränkungen pro Frequenzkanal. Das bedeutet, dass ein Endgerät auf jedem Kanal nur für eine bestimmte Zeit senden darf (z.B. 1 % der Zeit), bevor es eine Wartezeit einhalten muss. Nach Erreichen der Sendezeitgrenze auf einem Kanal kann das Endgerät auf einen anderen Kanal wechseln und weiter senden, solange der Duty Cycle auf diesem Kanal noch nicht ausgeschöpft ist.

Zusammengefasst:

- Netzwerkserver: Der LNS nutzt den ADR-Mechanismus, um den Spreading Factor, die Bandbreite und die Sendeleistung des Endgeräts zu optimieren, nicht jedoch die Frequenz. Die Frequenzwahl bleibt statisch und folgt einem vorgegebenen Kanalplan.
- Endgerät: Wählt seine Frequenzen aus einer Liste von Kanälen, die vom Netzwerk festgelegt sind. Diese Wahl erfolgt basierend auf den Vorgaben und nicht zufällig.
- LoRaWAN-Protokoll: Definiert die in einer Region erlaubten Frequenzen (z.B. 863-870 MHz in Europa) und deren Nutzungsvorgaben.

- Duty-Cycle-Beschränkungen: Das Endgerät ist dafür verantwortlich, den Duty Cycle pro Kanal einzuhalten. Wird das Limit erreicht, muss das Endgerät warten, bevor es auf dem gleichen Kanal wieder senden darf.

Das Zusammenspiel dieser Mechanismen stellt sicher, dass die Frequenzen effizient genutzt und Störungen minimiert werden, während gleichzeitig die Netzwerkkapazität maximiert wird.

FRAGE

Wieviele Nachrichten kann ich mit LoRaWAN maximal und minimal senden.

ANTWORT

Wichtig zu verstehen ist die Beziehung zwischen Spreading Factor (SF), Datenrate und Airtime in LoRaWAN darstellen. Diese Tabellen helfen zu verstehen, wie sich verschiedene Parameter wie Paketgröße, SF und Bandbreite auf die Airtime (Übertragungszeit) auswirken. Hier ist eine Übersicht über die maximale Datenpaketgröße und die Airtime in Abhängigkeit vom Spreading Factor (SF) und der verwendeten Datenrate (DR) in einem 125-kHz-Kanal, der in Europa im 868 MHz-Band verwendet wird.

1. Maximale Nutzlastgrößen in Abhängigkeit vom SF und Datenrate (DR)

Datenrate (DR)	Spreading Factor (SF)	Maximale Nutzlast (Bytes)	Bandbreite (kHz)
DR0	SF12	51	125
DR1	SF11	51	125
DR2	SF10	51	125
DR3	SF9	115	125
DR4	SF8	242	125
DR5	SF7	242	125

2. Airtime (Übertragungszeit) in Abhängigkeit von SF und Paketgröße

Die Airtime (Übertragungszeit) gibt an, wie lange es dauert, eine Nachricht mit einer bestimmten Größe zu senden. Diese hängt vom Spreading Factor (SF), der Bandbreite und der Paketgröße ab.

INFORMATIONSBLATT

Airtime für 125-kHz-Kanal (LoRa-Band 868 MHz, Europa) für verschiedene SFs:

Spreading Factor (SF)	Paketgröße 10 Bytes	Paketgröße 50 Bytes	Paketgröße 100 Bytes	Paketgröße 200 Bytes
SF7	56 ms	102 ms	185 ms	329 ms
SF8	103 ms	183 ms	326 ms	593 ms
SF9	185 ms	328 ms	593 ms	1024 ms
SF10	329 ms	593 ms	1025 ms	1802 ms
SF11	658 ms	1186 ms	2050 ms	3604 ms
SF12	1177 ms	2118 ms	3642 ms	6426 ms

Erklärung der Tabellen:

1. Nutzlastgröße:

- Die erste Tabelle zeigt, dass bei niedrigen Datenraten (hohem SF wie SF12) die maximale Nutzlastgröße begrenzt ist, da die Datenrate langsamer ist und somit weniger Daten in einer Nachricht übertragen werden können.
- Bei SF7 kann das Gerät bis zu 242 Bytes Nutzlast in einem einzigen Paket senden, während bei SF12 nur 51 Bytes möglich sind.

2. Airtime

- Die zweite Tabelle verdeutlicht, wie sich die Airtime verlängert, je größer die Datenpakete und je höher der SF sind.
- SF12 benötigt deutlich mehr Zeit (z.B. 1177 ms für ein 10-Byte-Paket) als SF7 (nur 56 ms für ein 10-Byte-Paket).

Nutzung für die Duty-Cycle-Berechnung:

Basierend auf der Airtime können Sie die Anzahl der Nachrichten berechnen, die innerhalb der 1%-Duty-Cycle-Beschränkung (36 Sekunden pro Stunde) gesendet werden können.

Hier sind Beispiele für 10-Byte-Nachrichten:

Nehmen wir an, dass die Nachricht eine typische Größe von 10 Bytes hat:

1. SF7:
 - Airtime: 56 Millisekunden (0,056 Sekunden) pro Nachricht.

INFORMATIONSBLATT

- Maximale Anzahl von Nachrichten pro Stunde:
36 Sekunden/0,056 Sekunde = 643 Nachrichten.
2. SF12:
- Airtime: 1,65 Sekunden pro Nachricht.
 - Maximale Anzahl von Nachrichten pro Stunde:
36 Sekunden/1,65 Sekunden = 21 Nachrichten.

Zusammengefasst:

Diese Erklärungen helfen Ihnen, die richtige Balance zwischen Paketgröße, Airtime und Duty-Cycle-Beschränkungen zu finden, um Ihr LoRaWAN-Netzwerk effizient zu betreiben.

FRAGE

Kann ich über LoraWAN mittels "Multicast" zum Beispiel 400 Gruppen in 1 Minute ansteuern bei insgesamt 25.000 Leuchten und wie funktioniert das?

ANTWORT

Die Steuerung von 400 Gruppen über LoRaWAN mittels Multicast in einer Minute für 25.000 Leuchten ist technisch herausfordernd, aber unter bestimmten Bedingungen möglich. Hier sind einige Überlegungen dazu:

1. Multicast-Effizienz:

LoRaWAN unterstützt Multicast-Kommunikation, die es erlaubt, eine Nachricht gleichzeitig an mehrere Endgeräte zu senden, was besonders bei vielen Leuchten effizient ist. Allerdings müssen die Leuchten zur richtigen Zeit empfangsbereit sein, da LoRaWAN-Geräte energieeffizient arbeiten und oft in einem Schlafmodus sind.

2. Datenrate und Spreading Factor (SF):

Die Geschwindigkeit der Datenübertragung hängt stark von der gewählten Spreading-Factor-Einstellung ab. Höhere SF-Werte haben eine größere Reichweite, aber langsamere Übertragungsraten. Für 400 Gruppen müsstest du entweder sehr niedrige SF-Werte verwenden, um die Daten schnell genug zu übertragen, oder die Übertragungen auf mehrere Sub-Gruppen in der Zeit aufteilen.

3. Duty Cycle und Kapazität:

LoRaWAN hat strenge Einschränkungen bezüglich der Nutzung des Duty Cycles (wie oft ein Gerät in einem bestimmten Frequenzband senden darf), insbesondere in Europa, wo der Duty Cycle auf 1 % pro Stunde begrenzt ist. Das bedeutet, dass du die Anzahl und Häufigkeit der Nachrichten optimieren musst, um die gesetzlichen Beschränkungen einzuhalten.

4. Multicast-Fenster:

Bei der Verwendung von Multicast müssen die Geräte ein Empfangsfenster öffnen, das synchronisiert werden muss. Falls die Geräte nicht gleichzeitig in der Lage sind, Nachrichten zu empfangen, kann dies die Geschwindigkeit der Steuerung einschränken.

5. Nachrichtenlänge und Bandbreite:

Du musst sicherstellen, dass die Nachrichtenlänge klein genug ist, um innerhalb der Bandbreitenbegrenzungen von LoRaWAN zu bleiben. Kürzere Befehle sind einfacher in großen Mengen zu verteilen.

Sensor-ID's, Funktionsweise Multicast:

Multicast-Nachrichten in LoRaWAN enthalten in der Regel keine spezifischen Sensor-IDs für jedes einzelne Gerät, da der Sinn von Multicast darin besteht, eine Nachricht an eine Gruppe von Geräten gleichzeitig zu senden, ohne dass die Nachricht für jedes Gerät individuell adressiert wird.

Details:

- **Multicast-Adresse:** Jedes Gerät, das Teil einer Multicast-Gruppe ist, hört auf eine gemeinsame Multicast-Adresse. Diese Multicast-Adresse wird in der Nachricht verwendet, anstatt einer spezifischen Sensor-ID. Alle Geräte, die zur entsprechenden Multicast-Gruppe gehören, empfangen die Nachricht und führen die Aktion aus.
- **Keine individuellen Sensor-IDs:** Bei der Verwendung von Multicast-Nachrichten gibt es keinen Grund, die IDs der einzelnen Sensoren/Leuchten zu inkludieren. Stattdessen ist die Nachricht so strukturiert, dass alle Geräte, die zur Multicast-Gruppe gehören, die Nachricht interpretieren können, ohne ihre eigene ID zu prüfen.
- **Effizienz des Multicasts:** Dadurch wird die Nachricht kürzer und effizienter, da sie nicht für jedes Gerät personalisiert werden muss. Das spart Übertragungszeit und Bandbreite, was besonders bei der Steuerung vieler Geräte, wie z.B. 25.000 Leuchten, von Vorteil ist.

Wenn du allerdings spezifische Steuerungsbefehle nur an bestimmte Geräte innerhalb der Gruppe senden möchtest, müsstest du Unicast-Nachrichten verwenden, die explizit die Sensor-ID der jeweiligen Leuchte enthalten. Dies wäre jedoch nicht mehr Multicast und könnte die Übertragung deutlich verlangsamen.

Zuordnung der Leuchten zu einer Multicast-Gruppe:

Die Zuordnung einer Leuchte zu einer bestimmten Multicast-Gruppe erfolgt durch die Konfiguration einer Multicast-Adresse (oder Gruppe) im LoRaWAN-Endgerät (in diesem Fall der Leuchte). Hier ist, wie die Leuchte weiß, dass sie zu einer bestimmten Multicast-Gruppe gehört:

- **Multicast-Adresse:** Jedes Gerät, das Teil einer Multicast-Gruppe ist, wird so konfiguriert, dass es auf eine bestimmte Multicast-Adresse hört. Diese Multicast-Adresse wird beim Einrichten des Geräts festgelegt und kann über ein Konfigurationsprotokoll oder eine API von der Netzverwaltung aus zugewiesen werden. Die Leuchte ist dann so programmiert, dass sie auf Nachrichten hört, die an diese Adresse gesendet werden.
- **Gruppenbildung durch Multicast:** Der Netzwerkserversendet Multicast-Nachrichten, die an eine spezifische Multicast-Adresse gerichtet sind. Nur die Geräte, die auf diese spezifische Multicast-Adresse konfiguriert sind, empfangen und verarbeiten die Nachricht. Jedes Gerät überprüft die Adresse der eingehenden Nachricht, und wenn sie mit der Multicast-Adresse übereinstimmt, führt das Gerät die darin enthaltene Anweisung aus.
- **Schlüsselmanagement (optional):** Um sicherzustellen, dass nur autorisierte Geräte in der Multicast-Gruppe Nachrichten empfangen können, werden oft Schlüssel (wie ein Multicast Session Key) für die Verschlüsselung der Nachrichten verwendet. Dieser Schlüssel ist ebenfalls nur den Geräten bekannt, die Teil der Multicast-Gruppe sind.
- **Einrichten der Gruppe:** Die Zugehörigkeit zu einer Multicast-Gruppe kann dynamisch oder statisch sein:
 - **Statisch:** Die Leuchten werden während der Installation oder initialen Konfiguration einmalig einer Multicast-Adresse zugewiesen.
 - **Dynamisch:** Es ist auch möglich, dass das Netzwerk die Multicast-Gruppen dynamisch verwaltet und Endgeräte einer neuen Gruppe zuweist, wenn dies erforderlich ist.

- Zuweisung durch den Netzwerkservers: Der Netzwerkservers, der die LoRaWAN-Kommunikation steuert, kann mehrere Multicast-Gruppen verwalten und die Multicast-Adressen den entsprechenden Gruppen zuweisen.

Die Leuchte "weiß", dass sie zu einer bestimmten Multicast-Gruppe gehört, weil sie auf eine spezielle Multicast-Adresse hört, die während der Konfiguration festgelegt wurde. Sie empfängt nur Nachrichten, die an diese Adresse gerichtet sind.

Zusammengefasst:

Es könnte möglich sein, 400 Gruppen in einer Minute zu steuern, aber das erfordert eine sorgfältige Planung der Nachrichtenübertragung, der Spreading-Factor-Optimierung und des Multicast-Managements. Die Bandbreite, der Duty Cycle und die Synchronisation der Leuchten sind entscheidende Faktoren, die berücksichtigt werden müssen. Gegebenenfalls wäre es sinnvoll, die Anzahl der Multicast-Nachrichten pro Minute zu optimieren, um alle Gruppen zuverlässig und innerhalb der regulatorischen Grenzen zu erreichen.

FRAGE

Die Steuergeräte der Strassenbeleuchtung sind immer empfangsbereit. Wie nutze ich den für Downlink-Sendungen speziellen Frequenzkanal von 869.525 MHz mit 10% Duty Cycle wenn wir beispielsweise 70 leuchten pro multicast Gruppe konfiguriert haben.

ANTWORT

Wenn die Leuchten immer empfangsbereit sind und du einen 10% Duty Cycle hast, sieht die Situation deutlich besser aus. Bei einem durchschnittlichen Gruppenumfang von 70 Leuchten pro Multicast-Gruppe lassen sich 400 Gruppen mit 25.000 Leuchten insgesamt steuern, aber einige weitere technische Aspekte sind zu berücksichtigen:

1. **Duty Cycle von 10%:** Dieser Duty Cycle gibt dir wesentlich mehr Flexibilität als die standardmäßigen 1%, da du wesentlich häufiger Nachrichten senden kannst. Dies erlaubt es dir, pro Frequenzkanal mehr Multicast-Nachrichten zu versenden, was die Steuerung von 400 Gruppen in einer Minute realistischer macht.
2. **Multicast-Nachrichten pro Gruppe:** Da jede Multicast-Gruppe im Schnitt 70 Leuchten umfasst, könntest du pro Nachricht eine Gruppe von Leuchten steuern. Die Herausforderung liegt darin, sicherzustellen, dass die Multicast-Nachrichten schnell

INFORMATIONSBLATT

genug gesendet werden können, um alle 400 Gruppen in der vorgegebenen Zeit zu erreichen.

3. **Nachrichtenlänge und Übertragungszeit:** Die Übertragungszeit pro Nachricht hängt von der Nachrichtenlänge und dem Spreading Factor ab. Angenommen, die Nachrichten sind kurz genug (z.B. einfache Steuerkommandos wie An/Aus oder Helligkeitssteuerung), könntest du pro Gruppe schnell Nachrichten verschicken.
4. **Sendezeit-Optimierung:** Mit einem Duty Cycle von 10 % könntest du innerhalb einer Minute viele Multicast-Nachrichten senden. Beispielsweise, wenn eine Nachricht im Schnitt 0,5 Sekunden benötigt (inklusive Protokolloverhead und Verarbeitungszeit), könntest du theoretisch bis zu 120 Nachrichten pro Kanal senden. Mit mehreren Frequenzkanälen könnte das problemlos die Ansteuerung der 400 Gruppen in einer Minute ermöglichen.

Zusammengefasst:

Die Steuerung von 400 Multicast-Gruppen in einer Minute ist mit einem 10 % Duty Cycle und immer empfangsbereiten Leuchten realistisch. Entscheidend sind die genaue Länge der Nachrichten und die Anzahl der verfügbaren Frequenzkanäle, um die benötigte Übertragungszeit zu optimieren.

FRAGE

Wie plane ich das LoraWAN Netz, Multicast und Kanäle optimal wenn ich in kurze Zeit die Leuchten ansteuern möchte?

ANTWORT

Wenn Sie sowohl den **10 % Duty Cycle-Kanal** (869.4–869.65 MHz) als auch die **1 % Duty Cycle-Kanäle** (z.B. 868.0–868.6 MHz) nutzen möchten, können Sie die Anzahl der möglichen Multicast-Nachrichten optimieren, indem Sie die Nachrichten intelligent über die Kanäle verteilen. Hier eine detaillierte Erklärung, wie Sie das tun können:

1. Optimierte Nutzung des 10 % Duty Cycle-Kanals (869.4–869.65 MHz)

- Der 10 % Duty Cycle ermöglicht es Ihnen, 6 Sekunden Sendezeit pro Minute auf diesem Kanal zu nutzen.
- Bei SF8 (100-150 ms pro Nachricht) können Sie 40-60 Multicast-Nachrichten pro Minute senden.

INFORMATIONSBLATT

- Bei SF9 (200-250 ms pro Nachricht) können Sie 24-30 Multicast-Nachrichten pro Minute senden.

Dieser Kanal bietet die beste Möglichkeit, eine große Anzahl von Leuchten schnell zu steuern. Sie sollten daher versuchen, möglichst viele Multicast-Nachrichten über diesen Kanal zu versenden, um die Kapazität optimal auszunutzen.

2. Nutzung der 1 % Duty Cycle-Kanäle (868.0–868.6 MHz)

- Die 1 % Duty Cycle-Kanäle erlauben Ihnen nur 0,6 Sekunden Sendezeit pro Minute pro Kanal.
- Bei SF8 (100-150 ms pro Nachricht) können Sie etwa 4-6 Nachrichten pro Minute pro Kanal senden.
- Bei SF9 (200-250 ms pro Nachricht) können Sie etwa 2-3 Nachrichten pro Minute pro Kanal senden.

Da es mehrere 1 % Duty Cycle-Kanäle gibt (in der Regel 8 Kanäle im Sub-Band 868.0–868.6 MHz), können Sie die Last auf diese Kanäle verteilen, um die Gesamtanzahl der Multicast-Nachrichten zu erhöhen.

3. Strategie für die kombinierte Nutzung der Kanäle

Schritt 1: Maximale Nutzung des 10 % Duty Cycle-Kanals

- Priorisieren Sie den 10 % Duty Cycle-Kanal für Ihre Multicast-Nachrichten, um so viele Leuchten wie möglich schnell zu steuern.
- Bei SF8 können Sie bis zu 40-60 Nachrichten pro Minute senden, was bei einer Gruppengröße von 70 Leuchten bedeutet, dass Sie 2.800 bis 4.200 Leuchten pro Minute steuern können.

Schritt 2: Ergänzende Nutzung der 1 % Duty Cycle-Kanäle

- Nutzen Sie die 1 % Duty Cycle-Kanäle (868.0–868.6 MHz) parallel dazu, um die restlichen Leuchten zu steuern.
- Wenn Sie 8 Kanäle zur Verfügung haben und bei SF8 jeweils 4-6 Nachrichten pro Minute pro Kanal senden können, ergibt das für alle 8 Kanäle:
 - 32-48 Nachrichten pro Minute zusätzlich.

INFORMATIONSBLATT

- Bei einer Gruppengröße von 70 Leuchten können Sie so 2.240 bis 3.360 Leuchten pro Minute zusätzlich steuern.

Schritt 3: Gesamtkapazität für Multicast-Nachrichten

- 10 % Duty Cycle-Kanal (SF8): 40-60 Nachrichten pro Minute (2.800-4.200 Leuchten).
- 8 Kanäle mit 1 % Duty Cycle (SF8): 32-48 Nachrichten pro Minute (2.240-3.360 Leuchten).
- Gesamt: 72-108 Nachrichten pro Minute, was bedeutet, dass Sie insgesamt 5.040 bis 7.560 Leuchten pro Minute steuern können.

4. Zusammenfassung der möglichen Steuerung pro Minute:

- Bei SF8:
 - 10 % Duty Cycle-Kanal: 40-60 Nachrichten pro Minute = 2.800-4.200 Leuchten.
 - 8 Kanäle mit 1 % Duty Cycle: 32-48 Nachrichten pro Minute = 2.240-3.360 Leuchten.
 - Gesamt: 72-108 Nachrichten pro Minute, um 5.040 bis 7.560 Leuchten pro Minute zu steuern.
- Bei SF9:
 - 10 % Duty Cycle-Kanal: 24-30 Nachrichten pro Minute = 1.680-2.100 Leuchten.
 - 8 Kanäle mit 1 % Duty Cycle: 16-24 Nachrichten pro Minute = 1.120-1.680 Leuchten.
 - Gesamt: 40-54 Nachrichten pro Minute, um 2.800 bis 3.780 Leuchten pro Minute zu steuern.

Zusammengefasst:

Sie können sowohl den 10 % Duty Cycle-Kanal als auch die 1 % Duty Cycle-Kanäle effizient nutzen, um eine größere Anzahl von Leuchten pro Minute zu steuern. Die maximale Anzahl von gesteuerten Leuchten hängt von der Nachrichtengröße, dem Spreading Factor und der

Anzahl der genutzten Kanäle ab. Wenn Sie SF8 und alle verfügbaren Kanäle nutzen, können Sie zwischen 5.040 und 7.560 Leuchten pro Minute steuern.

FRAGE

Wie wird der Spreading Factor (SF) bei der Verwendung von Multicast in einem LoRaWAN-Netzwerk festgelegt, wenn ich Leuchten mit unterschiedlichen Empfangsstärken habe? Muss der LNS den höchsten SF (z.B. SF12) wählen, um sicherzustellen, dass alle Leuchten in einer Multicast-Gruppe erreicht werden, insbesondere jene mit schlechter Signalstärke?

ANTWORT

In einem LoRaWAN-Netzwerk wird die Spreading Factor (SF)-Wahl für Multicast-Nachrichten typischerweise vom LoRaWAN Network Server (LNS) getroffen, basierend auf der Netzabdeckung und den Empfangsbedingungen der Geräte in der Multicast-Gruppe. Bei der Verwendung von Multicast für Leuchten mit unterschiedlicher Empfangsstärke sind folgende Aspekte wichtig:

1. Wahl des Spreading Factors (SF) für Multicast:

- Multicast-Kommunikation richtet sich immer an eine Gruppe von Geräten, und in dieser Gruppe gibt es möglicherweise Leuchten mit unterschiedlicher Empfangsqualität.
- Der LNS wählt den Spreading Factor für eine Multicast-Nachricht, der sicherstellt, dass alle Geräte in der Gruppe die Nachricht empfangen können. Das bedeutet, dass der höchste SF (z.B. SF12) gewählt werden muss, wenn auch nur eine Leuchte in der Gruppe eine schlechte Signalstärke hat.
- SF12 hat eine größere Reichweite, aber eine langsame Übertragungsrate. Das bedeutet, dass Nachrichten mit diesem SF länger brauchen und weniger Nachrichten pro Minute gesendet werden können.

2. Vermeidung von ineffizienten SF-Werten:

- Um zu vermeiden, dass der schlechteste SF (wie SF12) für alle Geräte verwendet wird, könnten Sie überlegen, die Leuchten mit schlechter Empfangsstärke in separate Multicast-Gruppen aufzuteilen. Auf diese Weise kann der LNS für diese Gruppe SF12 nutzen, während andere Gruppen mit besseren Empfangsbedingungen SF7 oder SF8 verwenden können.

- Diese Aufteilung in kleinere Gruppen optimiert die Nutzung der verfügbaren Bandbreite und erhöht die Effizienz, da nicht alle Geräte durch die schlechte Empfangsstärke einzelner Leuchten verlangsamt werden.

3. Dynamic Adaptive Data Rate (ADR):

- Adaptive Data Rate (ADR) ist eine Funktion des LoRaWAN-Protokolls, die es ermöglicht, den Spreading Factor dynamisch anzupassen, um die bestmögliche Verbindung für jedes einzelne Gerät zu gewährleisten. Für Multicast wird jedoch ein fester Spreading Factor gewählt, der für alle Geräte in der Gruppe geeignet ist.
- Bei Multicast wird der SF nicht dynamisch für jedes Gerät angepasst. Stattdessen wählt der LNS einen SF, der für die gesamte Gruppe passend ist.

4. Verbesserung des Empfangs für Leuchten mit schwachem Signal:

Zusätzliche Gateways installieren:

- Die beste Lösung, um die Empfangsqualität in Bereichen mit schwachem Signal zu verbessern, ist die Installation von zusätzlichen Gateways. LoRaWAN ist darauf ausgelegt, dass mehrere Gateways dasselbe Signal empfangen und es an den LNS weiterleiten. Eine bessere Abdeckung reduziert die Notwendigkeit, einen hohen SF (wie SF12) zu nutzen, und ermöglicht es, schnellere SF-Werte (wie SF7 oder SF8) zu verwenden.
- Gateways können relativ einfach an verschiedenen Orten installiert werden, um den Empfang zu verstärken, ohne dass Endgeräte oder der Netzwerkservers modifiziert werden müssen.

Roaming zwischen Gateways:

- LoRaWAN-Geräte können von mehreren Gateways gleichzeitig empfangen werden. In einem gut ausgebauten Netzwerk, wo mehrere Gateways denselben Bereich abdecken, können Geräte automatisch das Gateway mit dem besten Empfang nutzen, was hilft, die Nachrichtenzuverlässigkeit zu verbessern.
- Wenn bestimmte Leuchten regelmäßig schlechte Empfangsstärke haben, könnten Sie erwägen, zusätzliche Gateways zu installieren, um die Netzabdeckung zu verbessern.

Zusammengefasst:

INFORMATIONSBLATT

- Bei Multicast wählt der LNS den höchsten SF, der für alle Geräte in der Gruppe geeignet ist, um sicherzustellen, dass auch Leuchten mit schlechter Empfangsstärke die Nachricht erhalten.
- Eine mögliche Lösung ist, Leuchten mit schlechter Empfangsstärke in separate Multicast-Gruppen aufzuteilen, um für andere Gruppen effizientere SF-Werte zu nutzen.
- Sie könnten auch überlegen, die Netzabdeckung durch zusätzliche Gateways zu verbessern, um die Notwendigkeit hoher SF-Werte zu reduzieren.

Durch die Kombination dieser Ansätze können Sie die Effizienz und Geschwindigkeit der Multicast-Übertragungen verbessern, auch wenn einige Leuchten eine schlechte Empfangsstärke haben.

WEITERE FRAGEN?

HABEN SIE WEITERE FRAGEN ZUM THEMA LORAWAN?

Sprechen Sie uns einfach an – wir freuen uns auf Ihre Nachricht und sind jederzeit gerne für Sie da.

Bitte Ihre Fragen an support@atlas-ios.de oder per Telefon unter 0721 480 731 0 stellen.