

Gigasetpro

N870 IP PRO

Multicell System

Leitfaden zur Planung und Messung

BECAUSE IT'S YOUR BUSINESS.

Inhalt

DECT-Multizellen-Netzwerk planen	3
Komponenten von N870 IP PRO	3
N870 IP PRO Installationen	5
Clusterbildung	8
Kriterien für ein optimales DECT-Funknetz	9
Synchronisationsplanung	13
Projektierung des DECT-Netzes	26
Anforderungen an das Telefonnetz ermitteln	26
Bedingungen für die Positionierung der Basisstationen	27
Standorte der Basisstationen vorläufig festlegen	35
Messung durchführen	38
Grenzwerte festlegen	39
Funkbereich der geplanten Basisstationen messen	41
Messungen auswerten	46
DECT-Installationen in besonderen Umgebungen	48
Index	50

DECT-Multizellen-Netzwerk planen

Das vorliegende Dokument erläutert die notwendigen Vorbereitungen für die Installation eines Multizellen-DECT-Netzes und die Durchführung von Messungen zur optimalen Positionierung der Basisstationen. Außerdem stellt dieses Dokument technische und praktische Hintergrundinformationen zur Verfügung.

Komponenten von N870 IP PRO

Das N870 IP PRO ist ein DECT-Multizellensystem für den Anschluss von DECT-Basisstationen an eine VoIP-Telefonanlage. Es verbindet die Möglichkeiten der IP-Telefonie mit der Nutzung von DECT-Telefonen.



DECT-Integrator

Zentrale Management- und Konfigurationseinheit des DECT-Multizellensystems.

Der DECT-Integrator

- enthält die zentrale Datenbank für die DECT-Teilnehmer und Basisstationen
- bietet eine Web-Bedienoberfläche für die Konfiguration des gesamten DECT-Systems
- ermöglicht den Zugang zur Konfiguration aller DECT-Manager und ihrer Basisstationen

In kleinen und mittleren Installationen befinden sich Integrator und DECT-Manager auf dem selben Gerät. Für große Installationen wird der Integrator als virtuelle Maschine zur Verfügung gestellt.

DECT-Manager

Management-Station für eine Gruppe von Basisstationen. In jeder Installation muss mindestens ein DECT-Manager eingesetzt werden.

Der DECT-Manager

- managt die Synchronisation der Basisstationen innerhalb von Clustern
- fungiert als Applikations-Gateway zwischen SIP- und DECT-Signalisierung
- steuert den Medienpfad von der Telefonanlage zu den betroffenen Basisstationen

DECT-Basisstationen

- bilden die Funkzellen des DECT-Telefonnetzes
- bieten Medienverarbeitung von den Mobilteilen direkt zur Telefonanlage
- stellen Verbindungskanäle für die Mobilteile zur Verfügung, die Anzahl ist abhängig von verschiedenen Faktoren, z. B. der zugelassenen Bandbreite (siehe Abschnitt **Kapazität** → S. 11)

Mobilteile

- Pro DECT-Manager können viele Mobilteile angemeldet werden und viele DECT-Anrufe können gleichzeitig geführt werden (VoIP-Gespräche, Telefonbuch- oder Info-Center-Zugriffe). Informationen zu den Funktionen bestimmter Mobilteile an Gigaset Basisstationen finden Sie unter wiki.gigasetpro.com.
- Teilnehmer können mit ihrem Mobilteil in allen DECT- Zellen Anrufe annehmen oder einleiten (**Roaming**) sowie während eines Telefongesprächs beliebig zwischen den DECT-Zellen wechseln (**Handover**). Handover ist nur möglich, wenn die Zellen synchronisiert sind.

Telefonanlage

Verbinden Sie Ihr DECT-Telefonssystem mit einer VoIP-Telefonanlage, z. B.:

- eigene Telefonanlage (On-Premise-Lösung)
- virtuelle Telefonanlage eines externen Anbieters (Cloud-Lösung, Hosted PBX)
- VoIP-Provider

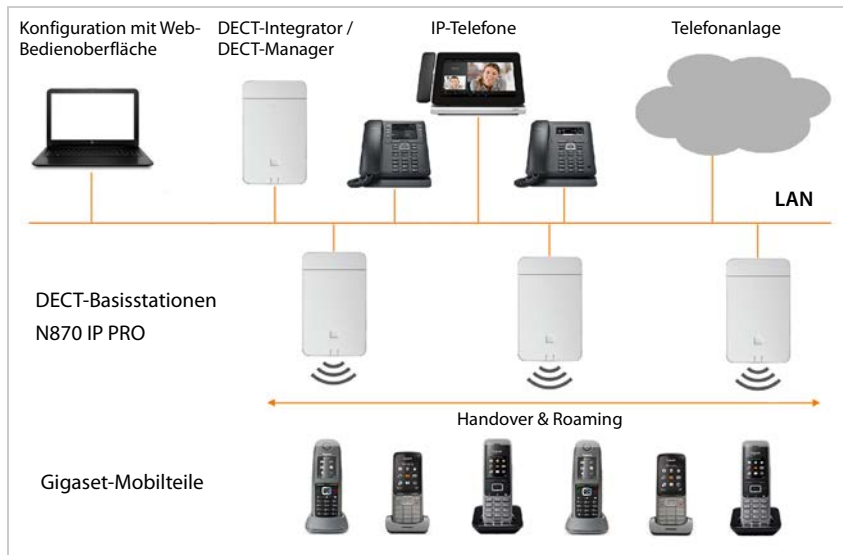
Die Telefonanlage

- realisiert den Anschluss an ein öffentliches Telefonnetz
- ermöglicht die zentrale Verwaltung von Telefonverbindungen, Telefonbüchern, Netzanrufbeantwortern, ...

N870 IP PRO Installationen

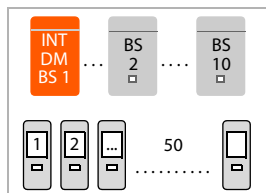
Sie können N870 IP PRO in verschiedenen Ausbaustufen installieren.

Kleine und mittlere Installationen



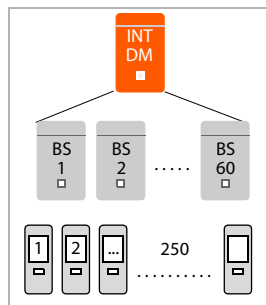
Kleine Installationen

- Integrator, DECT-Manager und eine Basisstation befinden sich gemeinsam auf dem selben Gerät.
- Es können bis zu 9 weitere Basisstationen verwaltet werden.
- Es können bis zu 50 Mobilteile angemeldet werden.

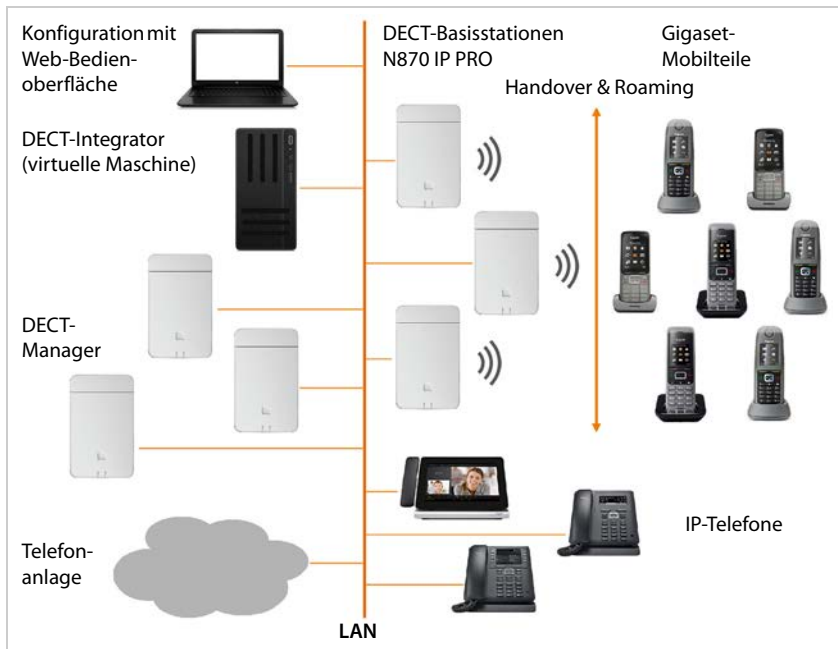


Mittlere Installationen

- Integrator und DECT-Manager befinden sich gemeinsam auf dem selben Gerät. Auf diesem Gerät darf keine Basisstation sein.
- Es können bis zu 60 Basisstationen verwaltet werden.
- Es können bis zu 250 Mobilteile angemeldet werden.



Große Installationen

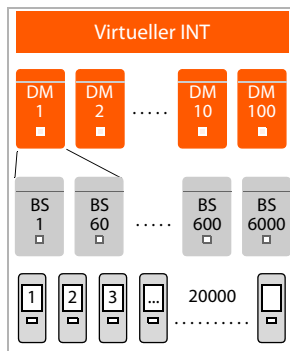


In einer großen Installation steht der Integrator als eigene Systemkomponente zur Verfügung. Ein Integrator wird benötigt, wenn:

- das System mehr als 250 Mobilteile umfasst,
- Sie mehr als 60 DECT-Basisstationen benötigen,
- Sie mehr als einen DECT-Manager über eine Web-Bedienoberfläche verwalten wollen,
- Sie mit den DECT-Mobilteilen zwischen verschiedenen DECT-Managern/Standorten wechseln wollen.

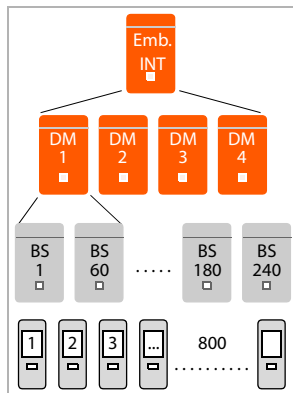
Virtueller Integrator

- Der Integrator steht auf einer virtuellen Maschine zur Verfügung.
- Es können bis zu 100 DECT-Manager verwendet werden.
- Pro DECT-Manager können 60 Basisstationen verwaltet werden, insgesamt 6000.
- Es können bis zu 20000 Mobilteile angemeldet werden.



Geräterolle: nur Integrator (eingebettet)

- Der Integrator befindet sich alleine auf dem Gerät. Auf diesem Gerät befinden sich keine DECT-Manager oder Basisstationen.
- Es können bis zu 4 DECT-Manager verwendet werden.
- Jeder DECT-Manager kann bis zu 60 Basisstationen verwalten, insgesamt 240.
- Es können bis zu 800 Mobilteile angemeldet werden.



Weitere Informationen über die Möglichkeiten des N870 IP PRO sowie zu Installation, Konfiguration und Bedienung der genannten Gigaset-Geräte finden Sie in der jeweiligen Bedienungsanleitung. Diese werden im Internet unter wiki.gigasetpro.com bereitgestellt.

Clusterbildung

Ein Cluster umfasst eine Menge von Basisstationen eines DECT-Managers, die sich untereinander synchronisieren, um Handover, Roaming und Lastausgleich zu ermöglichen.

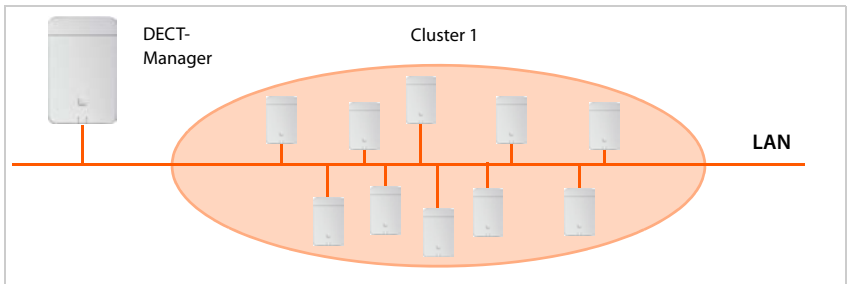
Handover: Die DECT-Verbindung eines Mobilteils wird während eines Gesprächs an eine andere Basisstation übergeben.

Roaming: Ein Mobilteil im Ruhezustand wird über eine neue Basisstation mit dem System verbunden.

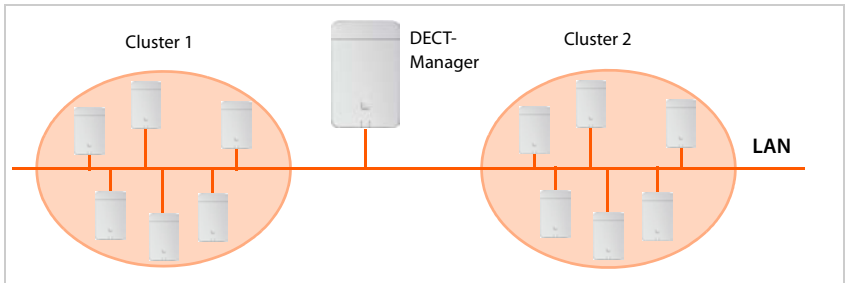
Lastausgleich: Eine DECT-Verbindung (für ein Telefongespräch oder andere administrative oder kundenspezifische Zwecke) wird nicht über die aktuelle Basisstation aufgebaut, die mit aktiven DECT- oder Medienverbindungen vollständig ausgelastet ist, sondern über eine benachbarte Basisstation, die über freie Ressourcen zum Aufbauen der neuen DECT-Verbindungen verfügt. Während Handover und Roaming zwischen Basisstationen verschiedener DECT-Manager möglich ist, ist Lastausgleich nur im Bereich eines DECT-Managers möglich.

Handover und Lastausgleich können nur von Basisstationen realisiert werden, die miteinander synchronisiert sind.

Normalerweise verwaltet ein DECT-Manager ein Cluster.

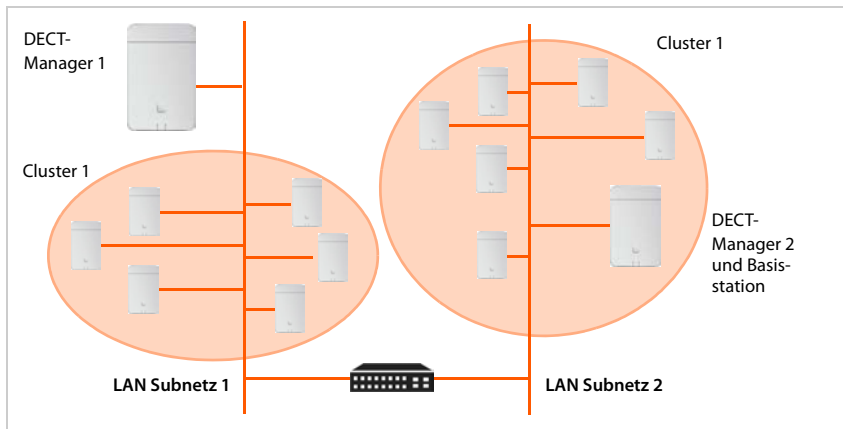


Der DECT-Manager ist über das lokale Netzwerk mit den Basisstationen und der Telefonanlage verbunden und ist damit nicht abhängig von DECT-Reichweiten. Basisstationen die weit auseinander liegen, können in verschiedenen Clustern gruppiert werden, sofern eine Synchronisation nicht oder schlecht möglich ist und nicht benötigt wird. Alle Basisstationen eines DECT-Managers müssen dem gleichen LAN-Subnetz des DECT-Managers angehören.



Große Installationen

Für Installationen in verschiedenen LAN-Subnetzen benötigen Sie mehrere DECT-Manager mit einem DECT-Manager pro Subnetz. Die DECT-Manager-Rolle kann abhängig von der Kapazität der lokalen Basis parallel auf dem gleichen Gerät installiert sein. Mehrere DECT-Manager benötigen Sie auch, wenn Sie mehr als 250 Mobilteile anschließen oder mehr als 60 Verbindungskanäle bereitstellen wollen.



In Installationen mit mehreren DECT-Managern ist Handover und Roaming zwischen Basisstationen verschiedener DECT-Manager möglich, wenn die Cluster synchronisiert sind. Lastausgleich für ein verbundenes Mobilteil von einem DECT-Manager, das bzgl. der maximalen Anzahl von Mobilteilen ausgelastet ist, zu einem anderen DECT-Manager ist nicht möglich.

Beachten Sie die Hinweise im Abschnitt **Große Installationen: Einsatz mehrerer DECT-Manager** → S. 28.

Kriterien für ein optimales DECT-Funknetz

Ein sorgfältig geplantes und ausreichend abgedecktes DECT-Funknetz ist die Voraussetzung für den Betrieb eines Telefonsystems, das gute Gesprächsqualität und ausreichend Gesprächsmöglichkeiten für alle Teilnehmer in allen zur Telefonanlage gehörigen Gebäuden und Bereichen bietet.

Die funktechnischen Bedingungen einer DECT-Installation sind im Voraus schwer einzuschätzen, da sie durch viele Umgebungsfaktoren beeinflusst werden. Deshalb müssen die spezifischen Gegebenheiten vor Ort durch Messungen ermittelt werden. Daraus resultiert eine zuverlässige Aussage über das benötigte Material sowie über die Standorte der Funkeinheiten.

Bei der Planung eines DECT-Funknetzes sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Bei der Entscheidung, wie viele Basisstationen benötigt werden und wo diese platziert werden sollen, müssen folgende Anforderungen berücksichtigt werden:

- Ausreichende DECT-Funkabdeckung des gesamten Geländes, damit jeder Teilnehmer erreichbar ist.
- Ausreichend Funkkanäle (DECT-Bandbreite), insbesondere in den „Hotspots“, um Kapazitätsengpässe zu vermeiden.

DECT-Multizellen-Netzwerk planen

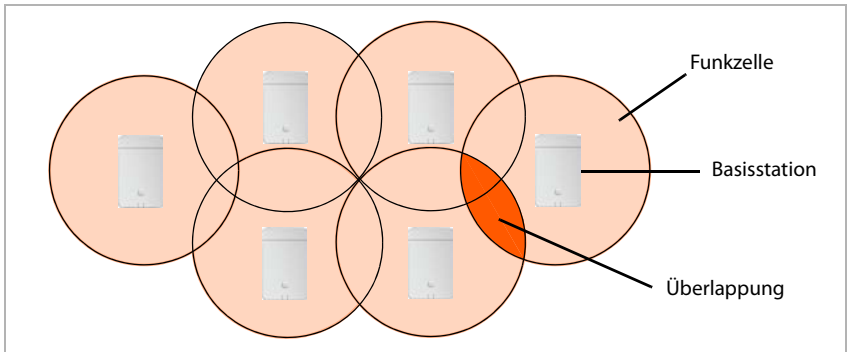
- Ausreichend Überlappung der Funkzellen, um die Synchronisation der Basisstationen zu ermöglichen und um die Bewegungsfreiheit der Teilnehmer beim Telefonieren zu gewährleisten.

Funkabdeckung

Die Wahl der Installationsorte der Basisstationen soll eine optimale Funkabdeckung gewährleisten und eine kostengünstige Verkabelung ermöglichen.

Eine optimale Funkabdeckung liegt vor, wenn an allen Stellen des Funknetzes die geforderte Empfangsqualität erreicht wird. Sind dabei die Kosten zu berücksichtigen, soll dies bei einer minimalen Anzahl von DECT-Basisstationen erreicht werden.

Um einen störungsfreien Wechsel der Gesprächsverbindungen von einer Funkzelle in eine andere sicherzustellen (Handover), muss es einen Bereich geben, in dem beide Basisstationen gesichert gut empfangen werden. Um das zu erreichen, muss eine Mindestqualität für den Empfang definiert werden.

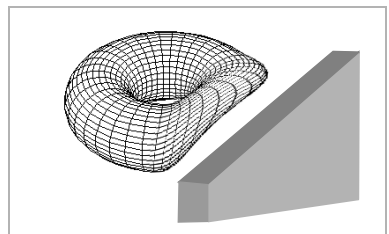
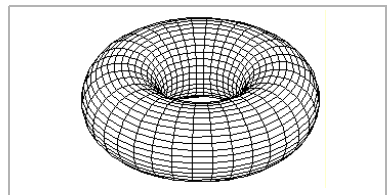


Funkausbreitung

Die Funkausbreitung einer Basisstation ist im Idealfall ringförmig, d. h., dass sich die registrierten Mobilteile in alle Richtungen gleich weit von der Basisstation entfernen können, ohne dass das Funksignal abbricht.

Die Ausbreitung wird allerdings durch verschiedene Umgebungsbedingungen beeinflusst. So können z. B. Hindernisse wie Wände oder Metalltüren die Funksignale dämmen oder deren gleichmäßige Ausbreitung stören.

Untersuchen Sie die realen Bedingungen, denen das zu installierende Funknetz unterliegen wird, indem Sie die Funkausbreitung der Mess-Basisstation an geeigneten Positionen messen.



Kapazität

Um die Erreichbarkeit der Teilnehmer bei hoher Verkehrsdichte zu garantieren, muss die Kapazität der Zellen groß genug sein. Eine Zelle ist ausgelastet, wenn pro Basisstation die Anzahl der benötigten Verbindungen größer ist als die Anzahl der möglichen.

Die Anzahl der möglichen parallelen Verbindungen ist zum einen abhängig von den zugelassenen Codecs, die für die Verbindungen verwendet werden können. Welche Codecs zugelassen sind, kann über die Web-Bedienoberfläche eingestellt werden. Zum anderen beeinflusst die Geräterolle die Kapazität. Ein Gigaset N870 IP PRO kann nur als Basisstation, als DECT-Manager mit Basisstation oder als Integrator mit DECT-Manager und Basisstation eingesetzt werden. Beachten Sie außerdem, dass ein DECT-Manager maximal 60 Verbindungskanäle parallel managen kann.

Die folgende Tabelle zeigt die maximale Anzahl möglicher Verbindungen in Abhängigkeit von zugelassenen Codecs und Geräterolle.

Zugelassene Codecs	Nur BS	BS + DM	Base + DM+ INT
nur G.711	10	8	5
G.729 und G.711	8	5	5
G.722 und G.729 und G.711	5	5	5

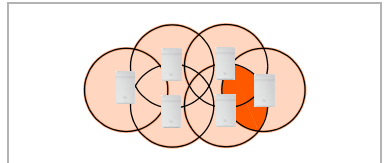


Bei Auslieferung sind in der Konfiguration alle Codecs zugelassen. Der Breitband-Codec G.722 muss jedoch explizit aktiviert werden.

Um die Kapazität zu erhöhen, gibt es zwei Strategien:

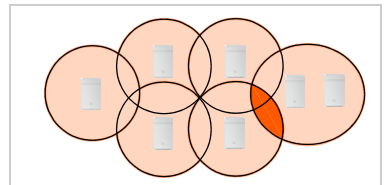
- Abstand zwischen den Basisstationen verringern

Dabei entsteht eine größere Überlappung der Zellen, womit der Teilnehmer Zugriff auf die Basisstationen der Nachbarzellen bekommt. Dadurch ergibt sich eine gleichmäßigere Funkqualität. Bei einem bereits installierten System können dabei allerdings erhebliche Montagekosten entstehen.



- Parallel-Basisstationen installieren.

Dabei bleibt die Zellengröße weitgehend konstant, aber die Anzahl der möglichen Verbindungen erhöht sich. Durch die Installation der Basisstationen dicht nebeneinander sind die zusätzlichen Montagekosten gering. Es muss allerdings ein Mindestabstand zwischen den Basisstationen eingehalten werden (→ **Technische Bedingungen**, S. 28).



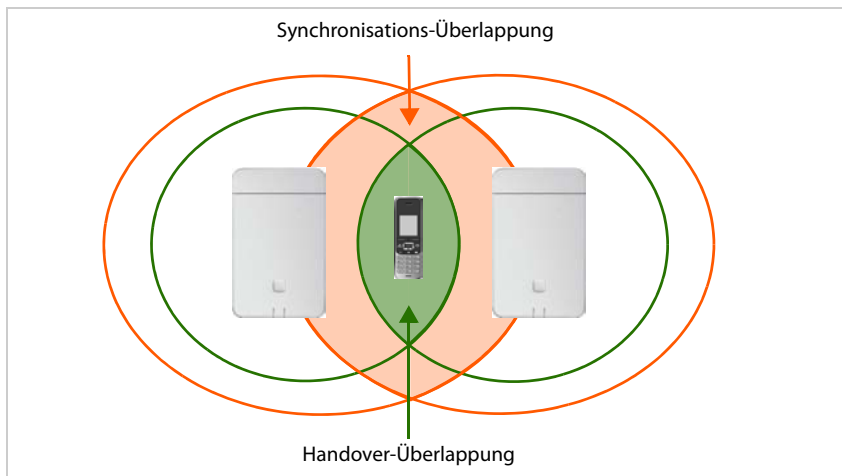
Um die Kosten für die Geräte sowie für Installation und Wartung gering zu halten, will man typischerweise die Anzahl der Basisstationen so gering wie möglich halten. Trotzdem müssen so viele wie nötig zur Sicherung der Kapazität und Funkabdeckung geplant werden.



Sind alle Verbindungskanäle belegt, wird über Lastausgleich eine andere Basisstation gesucht, die eine Gesprächsanforderung übernehmen kann. Lastausgleich sollte allerdings nur in Ausnahmefällen in Kraft treten. Konzipieren Sie das Netzwerk so, dass immer ausreichend Verbindungen zur Verfügung stehen. Installieren Sie z. B. in Bereichen, in denen ein hohes Verkehrsaufkommen erwartet wird eine zweite Basisstation.

Überlappung und Synchronisation

Für eine störungsfreie Zusammenarbeit im Multizellen-DECT-Netz müssen sich die Basisstationen synchronisieren. Eine Überlappung der Funkzellen ist die Voraussetzung für die Synchronisation der Basisstationen untereinander und für ein reibungsloses Handover.



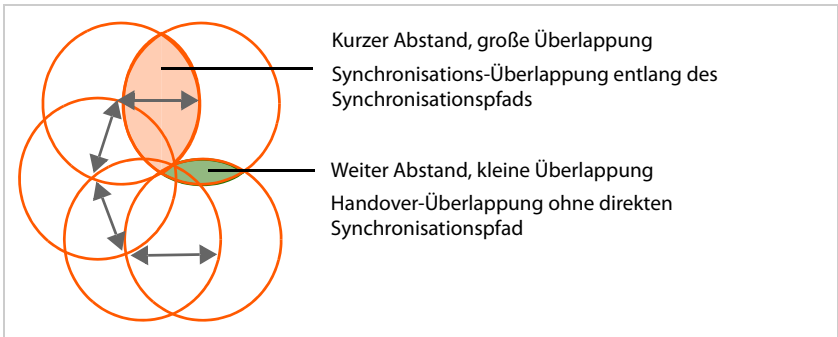
Achten Sie darauf, dass genügend große Überlappungszonen zwischen benachbarten Funkzellen bestehen.

- Für die Synchronisation müssen benachbarte Zellen gegenseitig DECT-Signale in stabil guter Qualität empfangen.
- Für ein Handover muss ein Mobilteil eine Verbindung zu beiden Basisstationen in ausreichender Qualität haben.

Informationen zu den erforderlichen Werten finden Sie im Abschnitt **Grenzwerte festlegen** (→ S. 39).

Je dichter die Basisstationen installiert werden, desto größer ist die Überlappung. Hier muss ein Kompromiss zwischen einer vernünftigen Erschließung des Areals und einer möglichst geringen Anzahl von Basisstationen gefunden werden.

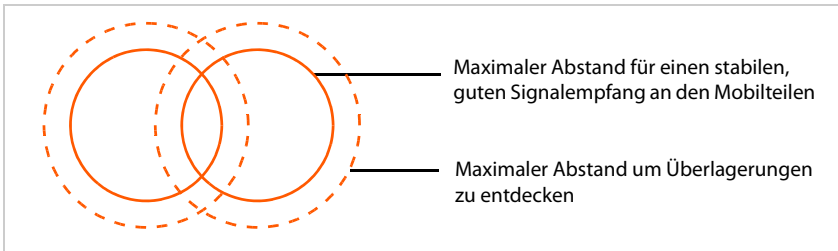
Die Bedingungen für die Synchronisations-Überlappung erfordert einen geringeren Abstand zwischen den Basisstationen als für ein Handover. Allerdings sind die strengen Anforderungen nur relevant für Basisstationen entlang des Synchronisierungspfads. Benachbarte Basisstationen, die nicht direkt miteinander synchronisieren, können in größerem Abstand voneinander installiert werden.



Um die Synchronisationshierarchie flexibel zu halten, z. B. wenn Sie Synchronisationspfade nach der Installation optimieren oder redundante Synchronisationspfade verwenden wollen, ist es nicht empfehlenswert, kurze Abstände nur für einen Synchronisationspfad zu planen. In der Praxis empfiehlt sich die pragmatische Lösung die Abstände so zu planen, dass DECT-Synchronisation zwischen den meisten benachbarten Basisstationen möglich ist. Natürlich ist das auch abhängig von den Umgebungsbedingungen. So erlauben zum Beispiel dicke Betondecken oder -wände keine direkte DECT-Synchronisation.

Notwendige Überlappung bei LAN-Synchronisation

Wenn die Verbindungsqualität in bestimmten Bereichen nicht ausreicht, können Basisstationen auch über LAN synchronisiert werden. Zwischen Basisstationen, die über Kabel synchronisiert werden, können die Abstände größer und die Überlappungszonen kleiner sein. Allerdings kann man auch zwischen diesen Basisstationen den Abstand nicht bis zu einer minimalen Handover-Überlappung vergrößern. Basisstationen müssen in jedem Fall die Kanäle erkennen, die benachbarte Basisstationen im Prozess der dynamischen Kanalzuweisung zugewiesen bekommen, damit an den Mobilteilen keine Signal-Überlagerungen zweier Basisstationen auftreten.



Weitere Informationen zur LAN-Synchronisation finden Sie in der Bedienungsanleitung „N870 IP PRO – Installation, Konfiguration und Betrieb“

Synchronisationsplanung

Basisstationen, die gemeinsam ein DECT-Funknetzwerk bilden, müssen sich untereinander synchronisieren. Dies ist die Voraussetzung für einen reibungslosen Übergang der Mobilteile von Funkzelle zu Funkzelle (Handover). Zwischen nicht synchronisierten Zellen ist kein Handover und kein (Überlast-)Ausgleich möglich. Im Fall eines Synchronisationsverlustes nimmt die Basis-

DECT-Multizellen-Netzwerk planen

station keine Anrufe mehr an, wenn alle laufenden Anrufe, die über die nicht synchronisierte Basisstation geführt werden, beendet sind. Dann wird die nicht synchronisierte Basisstation neu synchronisiert.

Basisstationen können "over the air", d. h. über DECT, synchronisiert werden. Wenn die DECT-Verbindung zwischen bestimmten Basisstationen nicht zuverlässig genug erscheint, kann die Synchronisation auch über LAN stattfinden. Um die Synchronisationsplanung durchzuführen, benötigen Sie einen Cluster-Plan mit den Synchronisations-Levels für jede Basisstation.

Die Synchronisation innerhalb eines Clusters erfolgt nach dem Master-Slave-Verfahren. Das bedeutet, dass eine Basisstation (Synchronisations-Master) den Synchronisationszyklus für eine oder mehrere weitere Basisstationen (Synchronisations-Slaves) definiert.

Die Synchronisation erfordert eine Synchronisationshierarchie mit folgenden Kriterien:

- 1 In der Hierarchie muss es eine einzige gemeinsamen Quelle für die Synchronisation geben (Synchronisations-Level 1).
- 2 Bei Synchronisation über LAN sind nur zwei Levels erforderlich (LAN-Master und LAN-Slave).
- 3 Bei der DECT-Synchronisation sind normalerweise mehr als zwei Levels und genau ein Hop erforderlich, da die meisten Basisstationen das DECT-Signal nicht von der Stammquelle der Synchronisation (Synchronisations-Level 1) empfangen können. Das DECT-Signal, das die Synchronisation des Referenz-Timers bereitstellt, wird in einer Kette mehrerer Basisstationen weitergeleitet, bis es schließlich die letzte Basisstation in einer Synchronisationskette synchronisiert.
- 4 Die Anzahl der Hops entlang eines beliebigen Zweiges des DECT-Synchronisationsbaums sollte möglichst gering gehalten werden, da jeder Hop Synchronisationsfehler in der Zeitsynchronisation verursachen kann und so die Qualität der Synchronisation verringern könnte.

Anforderungen für die Synchronisation (DECT und LAN)

- N870 IP PRO Geräte müssen an einen 100 Mbit/s-Switch-Port mit passender Verkabelung angeschlossen werden. Der Switch-Port muss Folgendes unterstützen:
 - Multicast/Broadcast-Nachrichten,
 - PoE IEEE 802.3af < 3.8 W (Class 1),
 - VLAN-Tagging.
- Es wird empfohlen, VLAN-Verbindungen zu anderen Netzwerk-Geräten zu trennen.
- Es wird empfohlen Quality of Service-Mechanismen zu aktivieren.
- Der DECT-Manager und alle Basisstationen müssen sich im selben Layer-2-Segment befinden.

DECT-Synchronisation

Um DECT-Synchronisationssignale von der Basisstation A an die Basisstation B weiterzuleiten, muss die Basisstation B in der Lage sein, Signale von der Basisstation A mit ausreichender Signalqualität zu empfangen.

Dies bedeutet, dass die Signalstärke zwischen benachbarten Basisstationen für die Synchronisation ausreichend sein muss. Der Richtwert beträgt mindestens -65 dBm, kann jedoch durch Umgebungsbedingungen beeinflusst werden. Weitere Informationen dazu finden Sie im Abschnitt **Grenzwerte festlegen**, → S. 39.



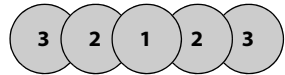
Der DECT-Manager und die Basisstationen müssen mit demselben Ethernet bzw. mit demselben virtuellen LAN verbunden sein und eine gemeinsame Broadcast-Domäne nutzen.

Eine Basisstation kann sich mit jeder Basisstation auf einem höheren Synchronisations-Level synchronisieren. Das Synchronisations-Level-Konzept ermöglicht es Basisstationen, automatisch die am besten geeignete Basisstation (mit einer niedrigeren Synchronisations-Level-Nummer) auszuwählen, von der Synchronisationssignale empfangen werden. Gleichzeitig garantiert es eine streng begrenzte Anzahl von Hops entlang eines beliebigen Zweiges im Synchronisationsbaum und verhindert Kreise zwischen automatisch optimierten Synchronisationsketten.

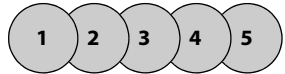
Weisen Sie jeder Basisstation während der Konfiguration ein Level in der Synchronisationshierarchie zu (Synchronisations-Level). Synchronisations-Level 1 ist das höchste Level. Dies ist das Level des Synchronisations-Masters; es ist in jedem Cluster nur einmal vorhanden. Eine Basisstation synchronisiert sich immer selbst mit einer Basisstation mit höherem Synchronisations-Level. Wenn sie mehrere Basisstationen mit höherem Synchronisations-Level erkennt, synchronisiert sie sich mit der Basisstation, die die beste Signalqualität liefert. Wenn sie keine Basisstation mit höherem Synchronisations-Level erkennt, kann sie sich nicht synchronisieren.

Beachten Sie bei der Synchronisationsplanung, dass der Abstand zur Basisstation mit Sync-Level 1 von allen Seiten so kurz wie möglich ist, d. h.: so wenig Ebenen wie möglich. Dazu ist es sinnvoll, als Basisstation mit Sync-Level 1 die Station zu wählen, die im Zentrum Ihres DECT-Netzes liegt.

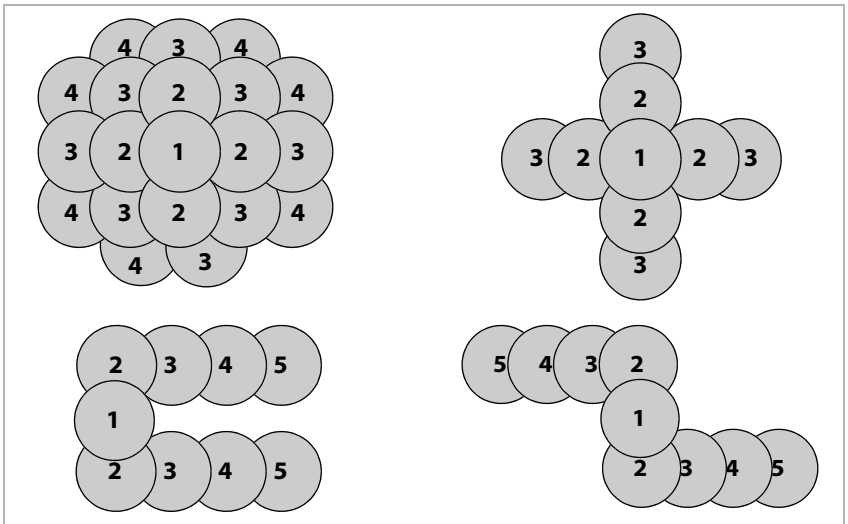
Gut:



Schlecht:



Abhängig von der Topologie Ihres DECT-Netzes könnte Ihre Synchronisationshierarchie z. B. wie folgt aussehen.



DECT-Multizellen-Netzwerk planen

Zusammenfassung: Beachten Sie für DECT-basierte Synchronisation die folgenden Regeln.

- Es kann in einem Cluster nur ein Level 1 geben.
- Eine Basisstation kann sich mit jeder Basisstation mit einem höheren Synchronisations-Level synchronisieren.
- DECT-Manager und Basisstationen müssen mit dem selben Ethernet oder virtuellen LAN, die sich eine gemeinsame Broadcast-Domäne teilen, verbunden sein.
- Verwenden Sie so wenig DECT-Level wie möglich.
- Entlang des gesamten Synchronisationspfads muss zwischen den Basisstationen ausreichende Signalqualität (-65 dBm) gewährleistet sein.
- Aus Redundanzgründen sollte Ihre Planung mehrere Synchronisationspfade vorsehen.

LAN-Synchronisation entlang des Synchronisationspfads

Wenn die DECT-Verbindung zwischen den Basisstationen nicht hinreichend zuverlässig erscheint, um dauerhaft eine stabile Funksynchronisation über DECT zu gewährleisten, z. B. weil Eisentüren oder eine Brandschutzmauer dazwischen liegen, können Sie sich für LAN-Synchronisation entscheiden. In diesem Fall fungiert die Basisstation mit dem höheren Synchronisations-Level als LAN-Master, die Basisstation mit dem niedrigeren Synchronisations-Level ist ein LAN-Slave. Eine Basisstation muss explizit als LAN-Master definiert werden.

Vorteile der LAN-Synchronisation im Vergleich zur DECT-Synchronisation:

- Höhere Flexibilität in der Anordnung der Basisstationen, da keine Synchronisationsketten gebildet werden müssen.
- Es sind weniger Basisstationen erforderlich, da der Überlappungsbereich der Basisstationen kleiner ist. Der Überlappungsbereich für das Handover der Mobilteile kann kleiner sein, da sich benachbarte Basisstationen nicht in stabiler, fehlerfreier Qualität gegenseitig empfangen müssen. Für den Prozess der dynamischen Kanalauswahl müssen sie sich aber dennoch gegenseitig erkennen können.
- Die Konfiguration des Systems ist einfacher, da alle Basisstationen auf einem Synchronisations-Master synchronisiert werden können.

Anforderungen

Anforderungen an das Netzwerk:

- Die N870 IP PRO-Geräte müssen an einen Switch-Port mit mindestens 100 Mbit/s mit passender Verkabelung angeschlossen werden.
- Für eine alternative externe Stromversorgung gilt: PoE IEEE 802.3af < 3.8 W (Class 1).
- Der DECT-Manager und alle seine Basisstationen müssen im selben Level-2-Segment sein (gemeinsame Broadcast-Domäne).

Anforderungen für LAN-Synchronisation:

- Möglichst geringe Anzahl von Switch-Hops zwischen Master- und Slave-Basisstationen.
- Verwenden Sie für die interne und Uplink-Vermittlung Enterprise-Class-Switches ≥ 1 Gbit/s.
- VLAN-basierter QoS könnte hilfreich sein, um Schwankungen bei der Paketverzögerung zu minimieren. Switch-Port-basiertes VLAN kann den Datenverkehr von Basisstationen von dem anderer Geräte isolieren.

- DSCP (Differentiated Services Codepoint) basierend auf QoS könnte noch effizienter sein.
DSCP-Tagging:

Sync über LAN:	PTPv2, DLS (proprietär):	DSCP=CS7=56
RTP:		DSCP=EF=46
SIP:		DSCP=AF41=34
- Synchronisation über LAN macht intensiven Gebrauch von IP-Multicasts, die von den Switches unterstützt werden müssen.
Zieladressen und Ports für Multicast:

PTPv2:	224.0.1.129	UDP über die Ports 319/320
Proprietäres DLS-Protokoll:	239.0.0.37	UDP über die Ports 21045/21046

Kaskadierte Switches benötigen für diese Multicast-Pakete Uplink-Switching, um LAN-Synchronisation zwischen Clustern zu ermöglichen. Anderenfalls müssen Sie isolierte LAN-Sync-Cluster einrichten, die über DECT synchronisiert werden.
- IGMP-Snooping wird unterstützt und sollte vom Switch unterstützt werden, um die Multicast-Verteilung zu konfigurieren und auf die LAN-Synchronisation der Basisstationen zu beschränken.

Genauigkeitsschwankungen bei der Paketverzögerung (Packet Delay Jitter)

Für eine erfolgreiche Synchronisation über LAN ist es entscheidend, die Genauigkeitsschwankung bei der Paketverzögerung (Packet Delay Jitter) gering zu halten. Da mehrere LAN-Übertragungsparameter einen Einfluss auf die Paketverzögerung und deren Jitter haben können, sind spezielle Switches erforderlich und eine bestimmte Höchstzahl an Switch-Hops darf nicht überschritten werden, um einen ausreichend geringen Paketverzögerungs-Jitter zu gewährleisten.

Berücksichtigen Sie Folgendes:

- Je weniger Switch-Hops es gibt, desto geringer ist die Paketverzögerung und deren Jitter.
- Je höher die Bandbreite bzw. Qualität der verwendeten Switches in Bezug auf die Paketverzögerung und deren Jitter ist, desto geringer sind die Paketverzögerung und der Paketverzögerungs-Jitter.
- Verbesserte Paketverarbeitungslogiken (wie L3-Switching oder Paketinspektion) können den resultierenden Paketverzögerungs-Jitter erheblich beeinträchtigen. Wenn möglich sollten diese für Gigaset N870 IP PRO Basisstationen deaktiviert werden, die mit Switch-Ports verbunden sind.
- Ein deutlich erhöhtes Datenverkehrsaufkommen eines Switches im Bereich des maximalen Durchsatzes kann den Paketverzögerungs-Jitter erheblich beeinträchtigen.
- Eine VLAN-basierte Priorisierung von LAN-Paketen kann eine sinnvolle Maßnahme zur Minimierung von Paketverzögerungen und deren Jitter für Gigaset N870 IP PRO Basisstationen sein.

Cluster-selektive LAN-Synchronisation

LAN-Synchronisation besteht aus zwei Ebenen:

- Standard-PTP, das innerhalb einer Multicast-IP-Domäne von allen DECT-Managern geteilt wird (Cluster-Nummern 1-c bis 7-c)
- Proprietäres DLS (DECT over LAN Sync), das die Cluster isoliert innerhalb eines DECT-Managers synchronisiert (Cluster-Nummern 8-i bis 15-i)

DECT-Multizellen-Netzwerk planen

Cluster-Nummern von 1-c bis 7-c

- Bilden eine gemeinsame PTP-Synchronisationsdomäne
- Ein DECT-Manager kann in mehrere DLS-Domänen (Cluster) aufgeteilt werden:
 - Maximal ein LAN-Master pro Cluster
 - Aufteilung in Cluster für LAN-Synchronisation ist innerhalb eines DECT-Managers möglich
 - Genauso wie für DECT-Synchronisation
- DLS-Sync-Master und Slave kümmern sich um passende DECT-Manager und Cluster-Nummern
- Pro DECT-Manager sind mehrere DLS-Domänen als DECT-Manager-Cluster möglich
- Inner-DM-LAN-Synchronisation ist nur mit der passenden Cluster-Nummer möglich (unabhängig von der PTP-Domäne)

Cluster-Nummern von 8-i bis 15-i

- Bilden eine isolierte PTP-Synchronisationsdomäne für jede dieser Cluster-Nummern
- DECT-Manager können in mehrere DLS-Domänen (Cluster) aufgeteilt werden:
 - Maximal ein LAN-Master pro Cluster
 - Aufteilung in Cluster für LAN-Synchronisation ist innerhalb eines DECT-Managers möglich
 - Genauso wie für DECT-Synchronisation
- DLS-Sync-Master und Slave kümmern sich um passende DECT-Manager und Cluster-Nummern
- Pro DECT-Manager sind mehrere DLS-Domänen als DECT-Manager-Cluster möglich
- Inner-DM-LAN-Synchronisation ist nur mit der passenden Cluster-Nummer möglich (unabhängig von der PTP-Domäne)

Ein Cluster, der eine isolierte PTP-Domäne bildet, muss einen eigenen LAN-Master haben.

DECT-Manager, die eine gemeinsame über LAN synchronisierte Domäne bilden, müssen eine Cluster-Nummer der gemeinsamen Domäne (1..7) verwenden oder eine identische Cluster-Nummer der isolierten Domäne (8..15).

DECT-Manager, die verschiedene PTP-Domänen verwenden (Cluster-Nummern 8..15) können nicht mit einer DECT-Manager-übergreifenden LAN-Synchronisationsregel synchronisiert werden (Referenz=**LAN-Master des DM x**), sondern nur mit einer DECT-Manager-übergreifenden DECT-Synchronisationsregel.

Der Aspekt der Cluster-Nummern für die erwähnte PTP-Domäne ist nur für LAN-Master- und LAN-Slave-Basisstationen relevant. Für die DECT-Synchronisation haben Cluster-Nummern außer der Identifizierung verschiedener Cluster keine weitere Bedeutung.

Akzeptable Genauigkeitsschwankungen (Jitter) im Netzwerk für LAN-Synchronisation

Die LAN-Synchronisation basiert auf einem zweischichtigen Aufbau:

- Es wird natives PTPv2 verwendet, um für alle beteiligten Basisstationen einen gemeinsamen Referenz-Timer zu synchronisieren.
Der Bezugswert für die Zielqualität bei der Bereitstellung einer ausreichenden PTP-Synchronisation entlang der Basisstationen ist eine **PTP-Abweichung < 500 ns (rms)**. Für diese PTP-Synchronisation werden einige wenige Abweichungen > 500 ns akzeptiert. Sie können erste Warnungen erzeugen. Überschreitet die Abweichung für PTP-Synchronisationspakete die

Grenze von 500 ns kontinuierlich, gilt die PTP-Synchronisation als unterbrochen. Ein neues Start-Synchronisationsverfahren wird eingeleitet.

- Basierend auf der PTP-Synchronisation stellen LAN-Master und LAN-Slave ihren DECT-Referenz-Timer auf einen gemeinsamen Zeitabstand zum allgemeinen PTP-Referenz-Timer ein. Dieser gemeinsame Versatz wird mittels proprietärer Kommunikation ständig überwacht. Der Bezugswert für die Zielqualität dieses Synchronisations-Levels wird durch Prüfen der Referenz-Timer-Abweichung der Synchronisations-Pakete dieses DECT-Referenz-Timers bestimmt: **DECT-LAN-Synchronisationsabweichung kleiner als 1000 ns**. Ein guter Mittelwert wären 500 ns (rms).

Um diese Kriterien zu erfüllen, müssen die Switches selbst nicht unbedingt PTP-fähig sein. Doch im Netzwerk sind die oben genannten Richtlinien zu berücksichtigen.



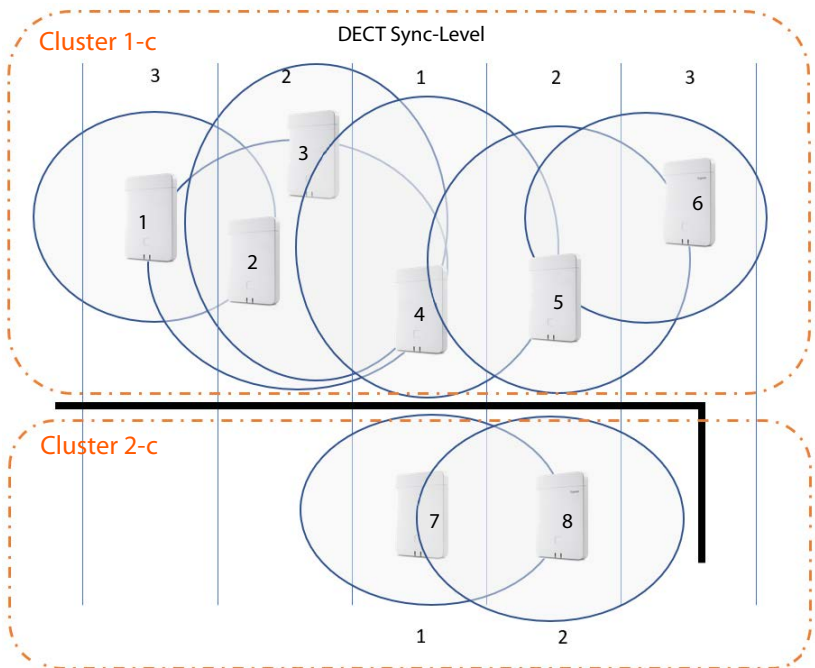
Weitere Information zu PTP finden Sie unter wiki.gigasetpro.com.

Beispiel-Szenarien für kleine/mittlere Systeme (Cluster mit einem DECT-Manager)

Synchronisation für das Handover zwischen Basisstationen in einem Cluster, der von einem DECT-Manager verwaltet wird, werden mit dem Web-Konfigurator über die Administration der Basisstationen konfiguriert. In Folgenden finden Sie einige Beispiel-Szenarien. Ausführliche Informationen finden Sie im N870 IP PRO Administrationshandbuch.

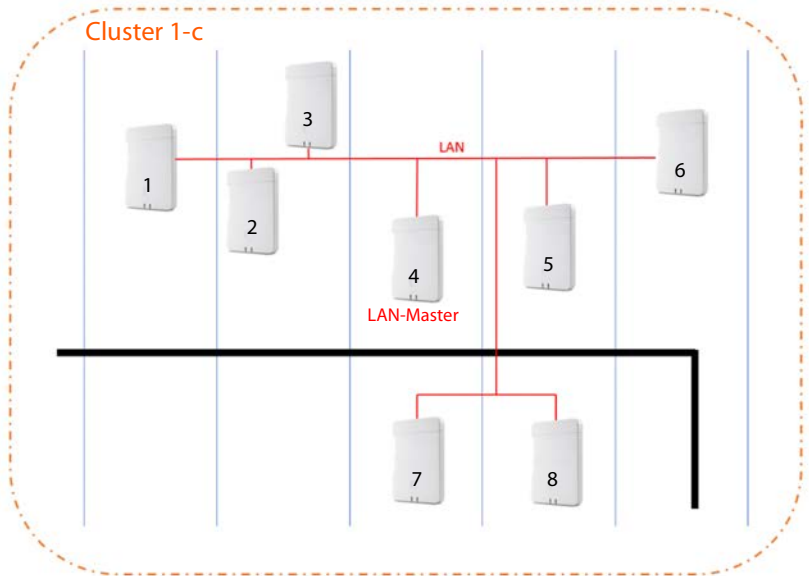
Szenario 1: Nur DECT

- Die Umgebung bietet eine stabile DECT-Synchronisation "over the air".
- Cluster 1-c ist eingerichtet, um Handover, Roaming und Lastausgleich sicherzustellen .
- Die Basisstation in der Mitte ist DECT-Level 1, um die Anzahl der Sync-Level zu reduzieren.
- Die Umgebung blockiert DECT-Signale (z. B. der Durchgang durch eine Feuertür).
- Ein zweiter Cluster 2-c ist eingerichtet, um den Bereich abzudecken, der von Cluster 1-c nicht erreicht werden kann.
- Kein Handover (aktive Gespräche werden beim Übergang von einem Cluster in den nächsten abgebrochen).
- Roaming zwischen Clustern ist möglich (Mobilteile im Ruhezustand können zwischen Clustern wechseln).



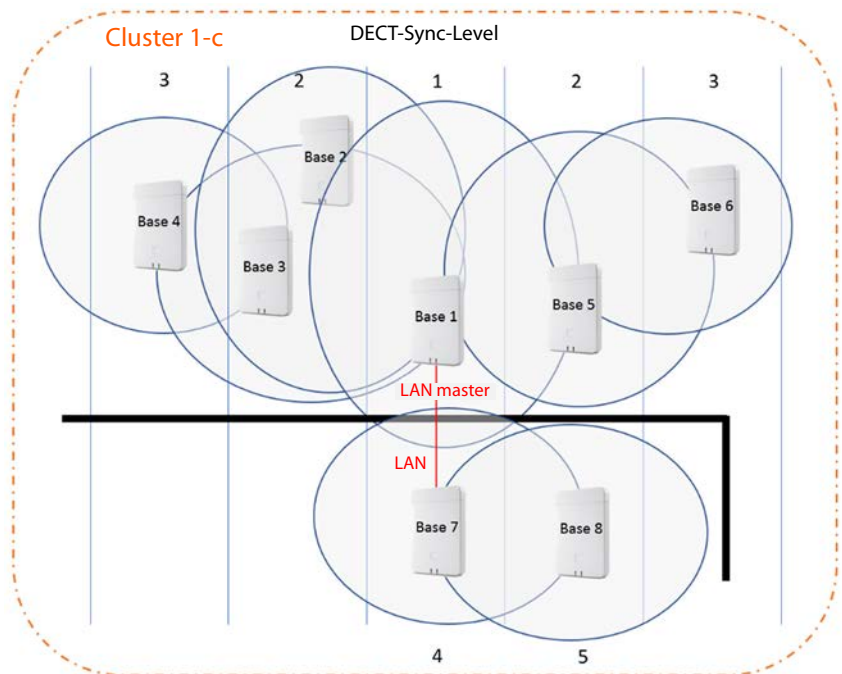
Szenario 2: Nur LAN

- Verwenden Sie eine solche Konfiguration, wenn alle Anforderungen für LAN-Konfiguration erfüllt sind.
- Cluster 1-c ist eingerichtet, um Handover, Roaming und Lastausgleich sicherzustellen.
- Basisstation 4 ist als LAN-Master konfiguriert.
- Der DECT-Level hat für die reine LAN-Synchronisation keine Relevanz.
- Handover und Roaming sind in der gesamten DECT-Umgebung möglich.
- Dass LAN-Synchronisation verwendet wird, bedeutet nicht, dass die Reichweite des DECT-Signals nicht wichtig ist.



Szenario 3: DECT-LAN gemischt

- Verwenden Sie eine solche Konfiguration, wenn in Ihrer Umgebung zwar überwiegend DECT-Synchronisation möglich ist, jedoch wegen besonderer Umstände eine sichere DECT-Synchronisation nicht immer garantiert werden kann, z. B. beim Durchgang durch eine Feuer-tür.
- Cluster 1-c ist eingerichtet, um Handover, Roaming und Lastausgleich sicherzustellen.
- Basisstation 1 im Zentrum ist DECT-Level 1, um die Anzahl der Sync-Level zu reduzieren.
- Basisstation 1 mit DECT-Level 1 ist als LAN-Master konfiguriert.
- Für jede Basisstation unterhalb des LAN-Masters können Sie individuell entscheiden, ob sie über DECT oder LAN synchronisiert werden soll.
- Basisstation 7 wird über LAN synchronisiert und hat DECT-Sync-Level 4.
- Basisstation 8 synchronisiert sich über DECT mit Basisstation 7, deshalb ist der DECT-Sync-Level 5.



Beispielszenarien für große Systeme (Cluster mit mehreren DECT-Managern)

Synchronisation für das Handover zwischen Basisstationen in Clustern, die von verschiedenen DECT-Managern verwaltet werden, werden mithilfe des Web-Konfigurators in der DECT-Manager-Administration konfiguriert. Im Folgenden sehen Sie einige Beispiele die auf zwei DECT-Managern basieren. Detaillierte Informationen zur Konfiguration finden Sie im N870 IP PRO Administrationshandbuch.

Szenario 1: DECT – DECT – DECT

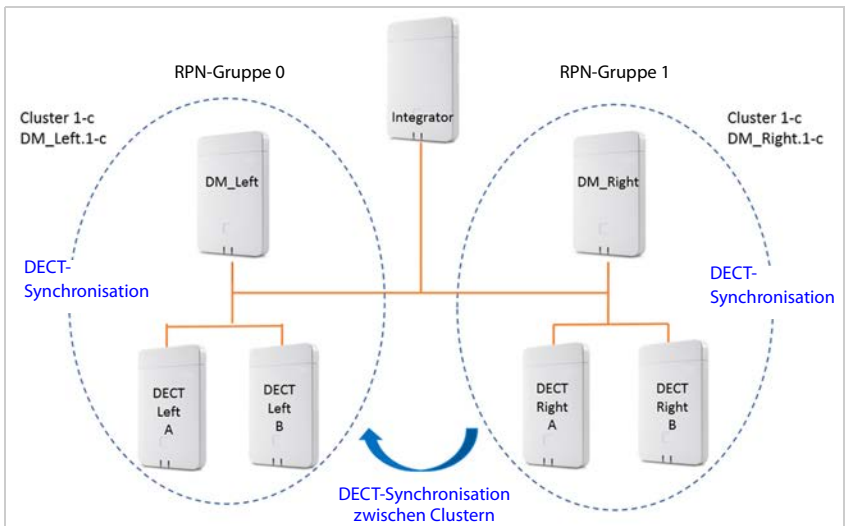
- Integrator (virtuell oder eingebettet).
- Zwei Geräte mit der Geräterolle "Nur DECT-Manager".
- Jeder DECT-Manager hat zwei DECT-Basisstationen.
- Cluster 1-c auf der linken Seite verwendet DECT-Synchronisation.
- Cluster 1-c auf der rechten Seite verwendet ebenfalls DECT-Synchronisation (auch wenn der Name der selbe ist, es handelt sich um einen anderen Cluster, da er zu einem anderen DECT-Manager gehört).
- Zwischen den Clustern wird ebenfalls DECT-Synchronisation verwendet.

Vorteil:

- Benutzer können sich im System mit Handover und Roaming bewegen.
- Ausschließlich DECT-Synchronisation, keine Notwendigkeit für LAN-Synchronisation.

Achtung:

- Es muss im gesamten System ausreichend DECT-Signal-Qualität vorhanden sein, auch zwischen den Clustern.
- Jeder DECT-Manager muss einer anderen RPN-Gruppe angehören.



Szenario 2: DECT – DECT – LAN

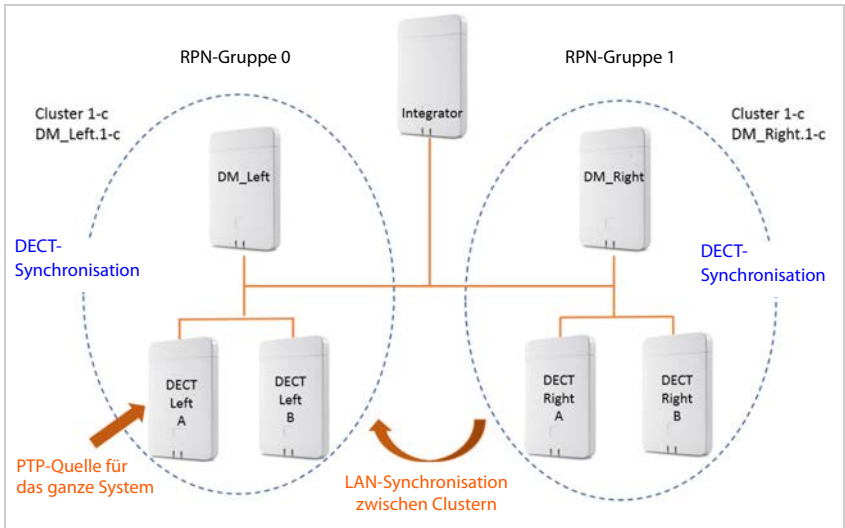
- Integrator (virtuell oder eingebettet).
- Zwei Geräte mit der Geräterolle "Nur DECT-Manager".
- Jeder DECT-Manager hat zwei DECT-Basisstationen.
- Cluster 1-c auf der linken Seite verwendet DECT-Synchronisation.
- Cluster 1-c auf der rechten Seite verwendet ebenfalls DECT-Synchronisation (auch wenn der Name der selbe ist, es handelt sich um einen anderen Cluster, da er zu einem anderen DECT-Manager gehört).
- Zwischen den Clustern wird LAN-Synchronisation verwendet.
- Basisstation **DECT_Left_A** ist die PTP-Quelle (LAN-Master).

Vorteil:

- Benutzer können sich im System mit Handover und Roaming bewegen.
- Synchronisation zwischen den Clustern ist nicht möglich, da das DECT-Signal nicht stark genug ist. Die Lösung ist hier LAN-Synchronisation.

Achtung:

- Das Kundennetzwerk zwischen den Clustern muss für LAN-Synchronisation geeignet sein. Dabei ist mehr Konfigurationsaufwand im Netzwerk notwendig als für DECT-Synchronisation.



Szenario 3: LAN – LAN mit isolierter PTP-Domäne – DECT

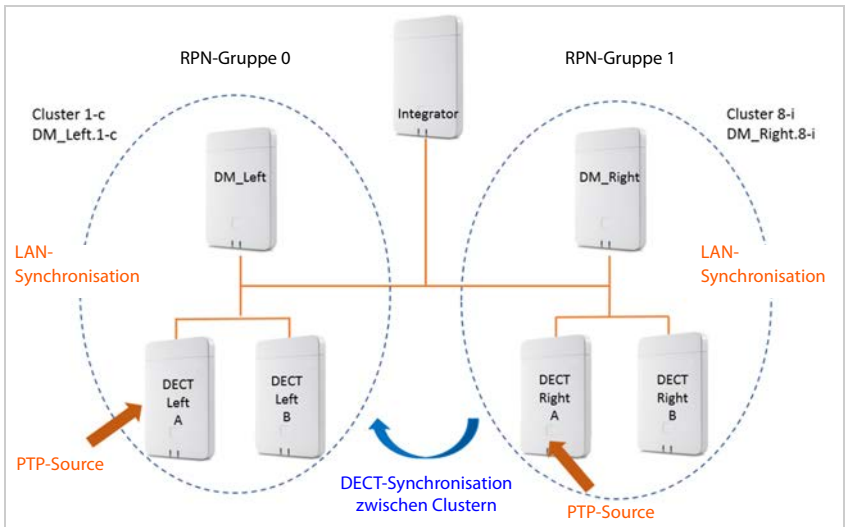
- Integrator (virtuell oder eingebettet).
- Zwei Geräte mit der Geräterolle "Nur DECT-Manager".
- Jeder DECT-Manager hat zwei DECT-Basisstationen.
- Cluster 1-c auf der linken Seite verwendet LAN-Synchronisation.
- Cluster 8-i auf der rechten Seite verwendet LAN-Synchronisation (Cluster 8-i ist der erste isolierte Cluster)
- Zwischen den Clustern kommt DECT-Synchronisation zum Einsatz
- Basisstation **DECT Left A** ist die PTP-Quelle (LAN-Master) für Cluster 1-c
- Basisstation **DECT Right A** ist die PTP-Quelle (LAN-Master) für Cluster 8-i

Vorteil:

- Benutzer können sich im System mit Handover und Roaming bewegen.

Achtung:

- Das Kundennetzwerk zwischen den Clustern muss für LAN-Synchronisation geeignet sein. Dabei ist mehr Konfigurationsaufwand im Netzwerk notwendig als für DECT-Synchronisation.
- Jeder DECT-Manager muss einer anderen RPN-Gruppe angehören.



Weitere Beispiele finden Sie unter wiki.gigasetpro.com.

Projektierung des DECT-Netzes

Beim Aufbau eines DECT-Netzes sind eine Reihe von Bedingungen zu berücksichtigen, die zum einen die Anforderungen der Teilnehmer an das Telefonsystem und zum anderen die technischen Erfordernisse des DECT-Funknetzes betreffen. Daher ist es notwendig, in einer Projektierungsphase diese Bedingungen zu erfassen und zu bewerten.

Zur Projektierung Ihres DECT-Netzes gehen Sie wie folgt vor:

- Ermitteln Sie zunächst die Anforderungen an das Telefonnetz und stellen Sie fest, wie die Umgebungsbedingungen für das DECT-Funknetz sind.
- Legen Sie fest, wie viele Basisstationen benötigt werden und wo voraussichtlich deren optimale Position ist. Erstellen Sie einen Installationsplan für die Basisstationen.
- **Große Installationen:** Legen Sie fest, wie viele DECT-Manager benötigt werden. Sie benötigen einen zusätzlichen DECT-Manager, wenn die Basisstationen nicht im selben LAN-Subnetz liegen, wenn Sie mehr als 60 Basisstationen und/oder mehr als 250 Mobilteile einsetzen. Sie können maximal 100 DECT-Manager einsetzen. In einem Multi-DECT-Manager-System benötigen Sie einen Integrator als virtuelle Maschine (→ S. 6).
- Führen Sie Messungen durch, um zu prüfen, ob die Positionierung der Basisstationen an den angenommenen Positionen den Anforderungen entsprechen und ob die Empfangs- und Sprachqualität überall ausreicht. Gegebenenfalls ändern Sie den Installationsplan, um das DECT-Funknetz zu optimieren.

Anforderungen an das Telefonnetz ermitteln

Klären Sie die folgenden Fragen, um die Anforderungen an das Telefonnetz zu ermitteln:

Teilnehmer und Teilnehmerverhalten

- Wie viele Mitarbeiter sollen telefonieren können und wie viele Teilnehmer sollen gleichzeitig telefonieren können?
 - Wie viele Mobilteile werden benötigt?
 - Wie viele Basisstationen werden benötigt?
- Wo soll überall telefoniert werden können?
 - in welchen Gebäuden (Stockwerke, Treppenhaus, Keller, Tiefgarage)?
 - im Freien (auf Fußwegen, auf dem Parkplatz)?
Beachten Sie dazu bitte die Hinweise im Abschnitt **Außenbereich** → S. 49.
 - Wie ist die örtliche Verteilung der Mobilteile?
- Wie viel wird telefoniert?
 - Wie ist das Telefonierverhalten der Teilnehmer? Wie lange ist die durchschnittliche Gesprächsdauer?
 - Wo befinden sich Hotspots, d. h. wo halten sich viele Teilnehmer gleichzeitig auf (Großraumbüro, Kantine, Cafeteria, ...)?
 - Wo werden Telefonkonferenzen abgehalten? Wie viele Telefonkonferenzen in welcher Länge werden abgehalten?

Umgebungsbedingungen

- Wie ist das Gelände beschaffen, das durch das DECT-Funknetz abgedeckt werden soll?
 - Gesamtfläche der erforderlichen Funkabdeckung
 - Lage und Abmessungen der Räume, Gebäudeplan,
 - Anzahl der Stockwerke, Kellergeschosse
 - ▶ Fordern Sie dazu einen Gebäudeplan an, der Lage und Abmessungen darstellt und in dem Sie die spätere Installationsplanung dokumentieren können.
- Wie ist die Bausubstanz?
 - Aus welchen Materialien und Konstruktionsarten bestehen die Gebäude?
 - Welche Art von Fenster hat das Gebäude (z. B. verspiegeltes Glas)?
 - Welche baulichen Veränderungen sind in der nächsten Zeit zu erwarten?
- Welche störenden Einflüsse sind erkennbar?
 - Wie sind die Wände beschaffen (Beton, Ziegel, ...)?
 - Wo befinden sich Aufzüge, Feuerschutztüren oder Ähnliches?
 - Welches Mobiliar, welche Geräte sind vorhanden oder geplant?
 - Gibt es in der Nähe andere Funkquellen?

Ausführliche Informationen zu Materialcharakteristiken und Störfaktoren → S. 33.

Bedingungen für die Positionierung der Basisstationen

Bedingungen des N870 IP PRO

Bei der Planung müssen Sie berücksichtigen, welche Ausbaustufe des Gigaset N870 IP PRO Multicell Systems Sie installieren, welche Codecs Sie nutzen und welche Rolle ein eingesetztes Gerät hat.

Installation

- **Kleine Installation:** benötigt ein Gigaset N870 IP PRO-Gerät als Integrator/ DECT-Manager/ Basisstation und kann bis zu 10 Basisstationen und bis zu 50 Mobilteile verwalten
- **Mittlere Installation:** benötigt ein Gigaset N870 IP PRO-Gerät als Integrator/DECT-Manager und kann bis zu 60 Basisstationen und bis zu 250 Mobilteile verwalten
- **Große Installation:** lässt den Einsatz von bis zu 100 DECT-Managern zu und kann bis zu 6.000 Basisstationen und bis zu 20.000 Mobilteile verwalten

Weitere Informationen zu den Installationen → S. 5

Codec und Bandbreite

Die Anzahl der möglichen parallelen Verbindungen ist abhängig von den zugelassenen Codecs.

- Ist ausschließlich der Codec G.711 zugelassen, kann eine Basisstation bis zu zehn Verbindungen gleichzeitig realisieren.
- Sind die Codecs G.729 und G.711 zugelassen, kann eine Basisstation bis zu acht Verbindungen gleichzeitig realisieren.
- Ist der Breitband-Codec G.722 zugelassen (**HD-voice**), kann eine Basisstation bis zu fünf Verbindungen gleichzeitig realisieren

Geräterolle

Die Anzahl möglicher paralleler Anrufe verringert sich, wenn ein Gigaset N870 IP PRO-Gerät außer einer Basisstation gleichzeitig einen DECT-Manager oder einen Integrator und DECT-Manager beherbergt (→ S. 11).

Große Installationen: Einsatz mehrerer DECT-Manager

Beim Einsatz mehrerer DECT-Manager ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Für Roaming und Handover über DECT-Manager-Grenzen, müssen benachbarte Basisstationen synchronisiert sein. Normalerweise findet Synchronisation nur innerhalb eines Clusters statt, d. h., dass Roaming und ein Handover über DECT-Manager-Grenzen nicht möglich ist. Synchronisation über DECT-Manager-Grenzen kann über die Web-Bedienoberfläche des Integrators eingerichtet werden.
- Der Roaming-Vorgang zwischen zwei DECT-Managern (ein Mobilteil wechselt von einer Funkzelle in die Funkzelle einer Basisstation, die von einem anderen DECT-Manager verwaltet wird) erfolgt nicht ganz übergangslos; es kann zu Verzögerungen von wenigen Sekunden kommen. Deshalb sollten DECT-Manager-Übergänge nicht in verkehrsreichen Bereichen des DECT-Netzes liegen.
- Wenn Roaming zwischen Basisstationen verschiedener DECT-Manager möglich sein soll, müssen Sie eine gewisse Kapazität für Besucher-Mobilteile von anderen DECT-Managern einplanen. Abhängig von der Anzahl der erwarteten Besucher, verringert sich die maximale Anzahl von Mobilteilen (250), die an einem DECT-Manager angemeldet werden können. Um Roaming jederzeit zu ermöglichen, sollten Sie maximal 80% der maximal möglichen Anzahl anmelden, also ca. 200.
- Benachbarte DECT-Manager müssen unterschiedlichen RPN-Gruppen angehören. Auch das wird über die Web-Bedienoberfläche des Integrators eingestellt.

Technische Bedingungen

Folgende Werte können als Richtwerte für die Planung herangezogen werden. Es handelt sich dabei um Werte, die durch Umgebungsbedingungen beeinflusst werden und deshalb durch Messungen überprüft werden sollten.

- Die Funkreichweite einer DECT-Basisstation für Mobilteile beträgt (Richtwerte)
 - bis zu 50 m in Gebäuden
 - bis zu 300 m im Freien

Diese Richtwerte gelten nicht für den maximal möglichen Abstand zwischen zwei Basisstationen. Damit das Handover eines Mobilteils von der Funkzelle einer Basisstation in die Funkzelle einer anderen sichergestellt werden kann, ergibt sich dieser Abstand aus der benötigten Überlappungszone.

- Berücksichtigen Sie ausreichend große Überlappungszonen zwischen benachbarten Zellen. Für ein störungsfreies Handover sollte eine räumliche Überlappung von 5 bis 10 Meter mit befriedigender Signalstärke auch bei schnellem Gehen ausreichen. Benachbarte Basisstationen müssen sich gegenseitig mit ausreichender Signalstärke empfangen können, um die Synchronisation und Handover zu gewährleisten (→ S. 39).
- Halten Sie einen ausreichenden Abstand zwischen den Basisstationen ein, da sie sich gegenseitig stören können. Wie groß der Mindestabstand ist, hängt von den Gegebenheiten ab. Sind keine Hindernisse vorhanden, kann der erforderliche Abstand durchaus 5 bis 10 Meter betragen. Ist eine absorbierende Wand oder Mobiliar dazwischen, reichen vielleicht 1 bis 2 Meter.

Informationen zu möglichen Störungen finden Sie im Abschnitt **Materialcharakteristik und Störfaktoren**, → S. 33.

- In horizontaler Richtung sind gute Verbindungen noch hinter 2 – 3 normalen Backsteinwänden möglich. In vertikaler Richtung und in Erd- oder Kellergeschossen werden Betondecken kaum durchdrungen, d. h. jedes Stockwerk muss unter Umständen separat versorgt werden.
- Beachten Sie in leer stehenden Gebäuden, dass sich die spätere Möblierung und Ausstattung mit Geräten (Maschinen, Stellwände, ...) auf die Funkqualität auswirken wird.
- Öffnungen in Hindernissen verbessern die funktechnischen Verhältnisse.
- Berücksichtigen Sie eventuelle Störfaktoren (→ S. 33).

Montagerichtlinien

Bei der Montage von DECT- Basisstationen ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Montieren Sie Basisstationen zur Funkabdeckung innerhalb des Gebäudes immer an Innenwänden. Informationen zur Montage im Außenbereich, → S. 49.
- Die optimale Montagehöhe einer Basisstation liegt, je nach Raumhöhe, zwischen 1,8 und 3 m. Wenn Sie die Basisstationen niedriger anbringen, können Störungen durch Mobiliar oder bewegliche Gegenstände auftreten. Ein Mindestabstand von 0,50 m zur Decke sollte eingehalten werden.
- Er wird empfohlen, alle Basisstationen auf der gleichen Höhe zu montieren.
- Die Basisstationen Gigaset N870 IP PRO benötigen eine Ethernet-Verbindung zur Telefonanlage, d. h. es muss eine Anschlussmöglichkeit an das LAN vorhanden sein.
- Die Basisstationen Gigaset N870 IP PRO werden über PoE (Power over Ethernet, IEEE 802.3af) mit Strom versorgt. Sie benötigen also normalerweise keinen Stromanschluss. Wenn Sie jedoch einen Ethernet-Switch verwenden, der PoE nicht unterstützt, können Sie alternativ einen PoE-Injektor verwenden. Wenn sich in der Nähe der Basisstation eine Anschlussmöglichkeit an das Stromnetz befindet, können Sie auch das separat bestellbare Steckernetzteil zur Stromversorgung verwenden.
- Montieren Sie die Basisstation nicht in Zwischendecken, Schränken oder sonstigen geschlossenen Einrichtungsgegenständen. Abhängig von den verwendeten Materialien kann das die Funkabdeckung erheblich reduzieren.
- Die Basisstation sollte senkrecht angebracht werden.
- Ort und Ausrichtung der installierten Basisstation sollten identisch sein zu der als optimal bewerteten Position bei der Messung.
- Vermeiden Sie die unmittelbare Nähe von Kabelkanälen, Metallschränken und sonstigen größeren Metallteilen. Diese können die Abstrahlung vermindern und Störsignale einkoppeln. Sie sollten einen Mindestabstand von 10 cm einhalten.
- Um Interferenzen mit Sendern oder anderen lokalen Funktechniken weitgehend auszuschließen, wird ein Mindestabstand von 30 cm empfohlen.
- Beachten Sie Sicherheitsabstände bzw. Sicherheitsvorschriften. In explosionsgefährdeten Räumen sind die gegebenen Vorschriften zu beachten.

Kapazitätsbemessung

Um die Erreichbarkeit der Teilnehmer bei hoher Verkehrsdichte zu garantieren, muss die Kapazität des DECT-Systems groß genug sein. Dabei muss sowohl die Kapazität des gesamten DECT-Systems als auch die Kapazität der einzelnen Zellen berücksichtigt werden.

Die Kapazität des DECT-Systems wird anhand von folgenden Kriterien bestimmt:

- Anzahl der verfügbaren Verbindungskanäle
Die Anzahl der verfügbaren Verbindungskanäle legt fest, wie viele Verbindungen gleichzeitig gemanagt werden können.
Beachten Sie: Ein Verbindungskanal wird nicht nur für Telefongespräche benötigt. Alle Aktionen, bei denen ein Mobilteil eine Verbindung zur Telefonanlage benötigt, belegen einen Verbindungskanal, z. B. Zugriffe auf ein Firmentelefonbuch, Abfragen des Anrufbeantworters, Gruppen-Pickup, Aktualisierung der Uhrzeit, ...
Die Anzahl der verfügbaren Verbindungskanäle an einem Gigaset N870 IP PRO ist von verschiedenen Faktoren abhängig → S. 11.
- Service-Grad (Grade of Service, GoS)
Der Service-Grad legt fest, für wie viele Verbindungen es zulässig ist, dass sie wegen Auslastung des Systems nicht zustande kommen, d. h. dass die Leitung besetzt ist. Ein Service-Grad von 1 % bedeutet, dass von 100 Telefongesprächen eines aus Kapazitätsgründen nicht geführt werden kann.

Mit diesen beiden Größen und mit dem zu erwartenden Verkehrsaufkommen lässt sich die geforderte Kapazität bestimmen.

Es ist dabei zu beachten, dass sich über den Tag hindurch verschieden große Verkehrsaufkommen ergeben können.

Die Kapazität muss immer an das höchste angenommene Verkehrsaufkommen angepasst werden, wenn Kapazitätsengpässe ausgeschlossen werden sollen.

Verkehrsaufkommen



Zur Berechnung des Verkehrsaufkommen, wird üblicherweise die Erlang-B-Formel verwendet. Diese Formel bestimmt die Blockierwahrscheinlichkeit, d. h. wie viele Anrufe unter den gegebenen Bedingungen wahrscheinlich nicht geführt werden können. Dabei setzt die Formel folgenden Werte in Beziehung:

- Die Auslastung des Telefonsystems in der aktivsten Stunde des Tages (Busy Hour Traffic)
Dies wird in Erlang (E) angegeben. Ein Erlang entspricht der dauerhaften vollen Auslastung eines Verbindungskanals in einem bestimmten Beobachtungszeitraum, üblicherweise einer Stunde. Dementsprechend ist die Belegung eines Verbindungskanals über eine Stunde gleich einem Erlang.
- Verfügbarkeit von Leitungen bzw. Bandbreite
Die Anzahl der bereitzustellenden Telefon-Leitungen. Die Gesamtbandbreite entspricht der Anzahl der Leitungen multipliziert mit der Bandbreite des verwendeten Codex.
- Blockierungsrate (Quality of Service)
Die Wahrscheinlichkeit, zu der eine Anruf nicht mehr ankommen kann, weil die Leitungen alle belegt sind.

Ausführliche Informationen zur Erlang-B-Formel finden Sie in Fachliteratur zur Verkehrstheorie. Es werden im Internet jedoch auch diverse Erlang-B-Rechner angeboten, die unter Angabe von Verkehrslast (E) und gewünschter Blockierwahrscheinlichkeit (QoS) die benötigte Anzahl von Verbindungskanälen berechnen, ohne dass Sie weitergehende Kenntnisse besitzen.

Beispielrechnung

Berechnungsgrundlage:

- Es handelt sich um ein Multizellen-System mit nur einem DECT-Manager. Das DECT-Manager-System beinhaltet keine Basisstation, d. h. es wird als eigenes Gerät Gigaset N870 IP PRO bereitgestellt. Alle anderen Geräte beinhalten nur eine Basisstation.
- Es sind Schmalband-Verbindungen mit dem Codec G.711 oder G.729 zugelassen, d. h. die Basisstationen haben jeweils 8 Verbindungskanäle.

Verkehrslast (Erlang)	Quality of Service	Verbindungs-kanäle	Basisstationen
1000 Gespräche (von jeweils 3 Minuten)/ pro 1 Stunde 1000 x 3 min./60 min. = 50 E	0,1 %	71	9
	0,5 %	66	8
	1 %	64	8
	2 %	60	8
	5 %	57	7
2000 Gespräche (von jeweils 5 Minuten)/ pro 1 Stunde 2000 x 5 min./60 min. = 167 E	0,1 %	202	26
	0,5 %	192	24
	1 %	187	24
	2 %	181	23
	5 %	170	22



Beachten Sie, dass die effektive Verfügbarkeit von Verbindungskanälen durch viele verschiedene Einflussfaktoren reduziert werden kann. Deshalb sollten Sie in jedem Fall zusätzliche Basisstationen als Puffer einplanen, um den erforderlichen Quality of Service zu erreichen.

Alternative Berechnung für kleine Systeme

Für kleinere Systeme kann auch eine grobe Bewertung des Verkehrsaufkommens ausreichen.

Beispiel:

Berechnungsgrundlage:

- Es handelt sich um ein kleines System. Ein Gerät Gigaset N870 IP PRO beinhaltet den Integrator, den DECT-Manager und eine Basisstation.
- Es sind Schmalband-Verbindungen mit dem Codec G.711 oder G.729 zugelassen.
- Die Basisstation, die sich zusammen mit dem DECT-Manager und dem Integrator auf einem System befindet, stellt 5 Verbindungskanäle zur Verfügung. Die anderen Basisstationen haben jeweils 8 Verbindungskanäle.
- Das Verkehrsaufkommen wird für jeden Bereich mit „gering“, „mittel“, oder „hoch“ bewertet. Die Bewertung gibt die Anzahl aller Mobilteile in Prozent an, die gleichzeitig eine Verbindung benötigen.

Projektierung des DECT-Netzes

Anzahl von Mobilteilen, die mit GoS $\leq 1\%$ bedient werden können:

Verfügbare Codecs	Verbindungs-kanäle	Beispiele für Verkehrslast		
		Niedrig (0,1 E/Nutzer)	Mittel (0,15 E/Nutzer)	Hoch (0,2 E/Nutzer)
Breitband-DECT: unterstützt G722	5	14	9	7
Schmalband- DECT: G711 oder G729	8	31	21	16
Schmalband- DECT: nur G711	10	45	30	22

Hotspots

Ein Hotspot ist ein Bereich, in dem überdurchschnittlich viel gleichzeitig telefoniert wird, wie z. B. Großraumbüros oder andere Bereiche, wo sich viele Mobilteile auf engem Raum befinden.

Sie können solche Bereiche mit mehreren Basisstationen abdecken, da sich die DECT-Bandbreiten im Abdeckungsbereich von benachbarten Basisstationen summieren. Der DECT-Standard stellt 120 Funkkanäle zur Verfügung, die sich mehrere Basisstationen teilen können. In der Praxis kann allerdings ohne spezielle Maßnahmen nur ungefähr ein Viertel dieser Funkkanäle genutzt werden, da sich die Nachbarkanäle gegenseitig stören. Als praktikabler Wert ergibt sich daraus eine maximale Anzahl von 30 gleichzeitigen Verbindungen. Dazu würden bei einer maximalen Anzahl von acht Mobilteilen pro Basisstation vier Gigaset N870 IP PRO Basisstationen benötigt.

Wenn wir davon ausgehen, dass sich an einem Hotspot maximal 50 % der vorhandenen Mobilteile gleichzeitig in einem Gespräch befinden, ist damit der Einsatz von 60 Mobilteilen bei vier Basisstationen möglich.

Sollten an einem Hotspot häufig Störungen auftreten oder sind mehr als 30 gleichzeitige Verbindungen gefordert, sind folgende Maßnahmen möglich:

- Verteilen Sie die Basisstationen, die den Hotspot abdecken, weiträumig an den Hotspot-Grenzen, so dass sie möglichst weit voneinander entfernt sind und gegenseitige Störungen minimiert werden.
- Wenn diese Maßnahme nicht ausreicht, nutzen Sie gegebenenfalls Wände oder andere geeignete Mittel, um die starken Signale zu dämpfen.
- Möglicherweise hilft es auch, wenn die örtlichen Gegebenheiten dies zulassen, die Basisstationen kugelförmig anzuordnen, d. h. den Hotspot durch Böden und Decken hindurch abzudecken.

Beachten Sie bei der Optimierung der Abdeckung von Hotspot-Bereichen, dass nicht plötzlich Mobilteile die Gesprächskanäle der Hotspot-Basisstationen belegen, die vorher über andere Basisstationen versorgt wurden. Mobilteile belegen bei einem Verbindungsaufbau immer Kanäle derjenigen Basisstation, die das stärkste Signal liefert. So kann es vorkommen, dass das Verschieben der Hotspot-Basisstationen andere Basisstationen beeinflusst und Sie damit Gefahr laufen die Basisstationen des gesamten Netzes neu platzieren zu müssen.

Materialcharakteristik und Störfaktoren

Es gibt eine Reihe von Störfaktoren, die vor allem die Reichweite und die Qualität der Übertragung beeinflussen. Es gibt folgende Arten von Störfaktoren:

- Störungen durch Hindernisse, die die Funkausbreitung dämpfen und dadurch zu Funkschatten führen
- Störungen durch Reflexion, die die Gesprächsqualität beeinträchtigt (z. B. Knistern oder Rauschen)
- Störungen durch andere Funksignale, die zu Fehlern in der Übertragung führen

Störung durch Hindernisse

Mögliche Hindernisse können sein:

- Gebäudekonstruktionen und Installationen wie Stahlbetondecken und -wände, Treppenhäuser, lange Korridore mit Feuerschutztüren, Steigleitungen und Kabelkanäle.
- Metallverkleidete Räume und Gegenstände wie Kühlräume, Computerräume, metallbedampfte Glasflächen (Verspiegelungen), Feuerschutzwände, Tankanlagen, Kühlschränke, elektrische Warmwasserspeicher (Boiler) ...
- Bewegliche metallische Gegenstände wie z. B. Aufzüge, Krane, Waggons, Rolltreppen, Rollläden.
- Raumeinrichtungen wie Metallregale, Aktenschränke
- Elektronische Geräte.

Häufig kann die Störquelle nicht exakt aufgefunden werden, insbesondere wenn die empfangene Signalstärke der DECT-Signale lokal innerhalb weniger Zentimeter stark schwankt. In diesen Fällen können die Störungen schon durch geringe Veränderungen der Position vermindert bzw. behoben werden.



Die Funkabdeckung in Aufzügen ist normalerweise schlecht oder gar nicht vorhanden (→ S. 48).

Reichweitenverlust durch Baumaterialien im Vergleich zum freien Funkfeld:

Glas, Holz, unbehandelt	ca. 10 %
Holz, behandelt	ca. 25 %
Gipskarton	ca. 27 – 41 %
Ziegelwand, 10 bis 12 cm	ca. 44 %
Ziegelwand, 24 cm	ca. 60 %
Gasbetonwand	ca. 78 %
Drahtglaswand	ca. 84 %
Stahlbetondecke	ca. 75 – 87 %
metallbeschichtetes Glas	ca. 100 %

Störung durch andere Funkzellen und -netze

DECT ist sehr robust gegenüber Störungen durch andere Funknetze. So ist z. B. die Koexistenz mit WLAN kein Problem. Auch sind die meisten anderen asynchronen DECT-Einzel-Basisstationen kein Problem.

In besonderen Fällen kann es in einem Umfeld, in dem es eine sehr hohe DECT-Auslastung gibt, zu Problemen kommen. Das gilt nicht nur für die Koexistenz mit asynchronen DECT-Basisstationen sondern insbesondere auch, wenn Basisstationen in zu geringem Abstand montiert wurden, um z. B. einen Hotspot abzudecken.

Trotz ausreichender Signalstärke können folgende Störungen auftreten:

- unerwarteter Verbindungsabbruch
- Synchronisationsverlust der Mobilteile
- schlechte Sprachqualität
- ▶ Wenn Störungen auftreten, weil Basisstationen zu dicht installiert sind, versuchen Sie, das Problem mit den im Abschnitt **Hotspots** beschriebenen Maßnahmen zu beheben (Abstände vergrößern, Hindernisse zur Dämpfung nutzen, → S. 32)
- ▶ Wenn Sie andere DECT-Quellen ausfindig gemacht haben, prüfen Sie, ob Sie diese abschalten, anders positionieren oder in Ihr DECT-Netz integrieren können.

Fazit

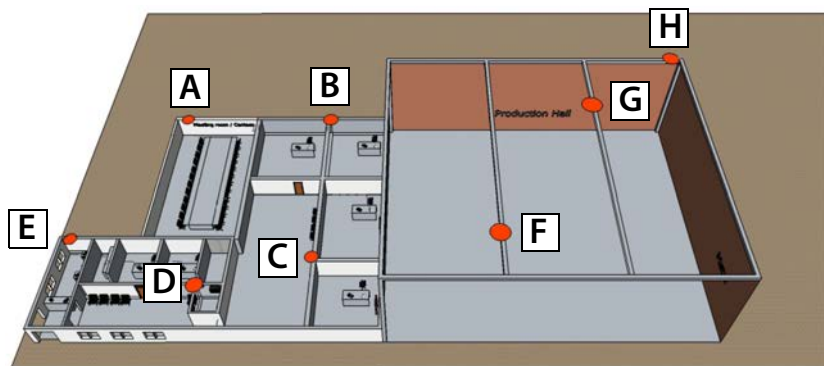
Störungen des Funkverkehrs haben vielfältige Ursachen, die nicht immer im Vorfeld ermittelt werden, sich durch Wechselwirkungen verstärken oder aufheben und die sich im Laufe des Betriebs verändern können.

Deshalb lässt sich der tatsächlich Einfluss von Störfaktoren auf Empfang und Sprachqualität nur durch Messungen ermitteln, die allerdings auch nur ein Bild des Funknetzes zum Messzeitpunkt wiedergeben. Daher ist zu empfehlen, bei der Planung des DECT-Netzes Bereiche, bei denen mit Störungen zu rechnen ist, eher großzügig, d. h. nicht an den Grenzwerten auszuliegen.

Basisstationen im Plan positionieren

Legen Sie nun unter Berücksichtigung der gewünschten Kapazität und der bestimmten Einflüsse die Position der Basisstationen im Gebäude fest. Notieren Sie, soweit möglich, sichtbare Einflüsse als auch mögliche technische Gründe, die die Konnektivität beeinflussen.

Geben Sie den Standorten für die DECT-Basisstationen eindeutige Bezeichnungen.



Da zu diesem Zeitpunkt noch keine Messungen vorgenommen wurden, ist die erste Annahme, dass acht Basisstationen (als rote Kreise dargestellt) ausreichend sind.

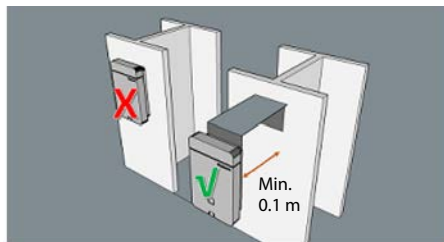
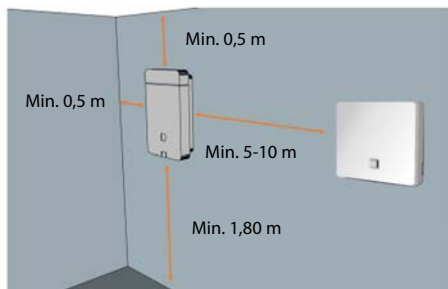
- Basisstationen A, B, C, D und E decken den Bereich der Büros ab und können bis zu 50 Gespräche gleichzeitig behandeln.
- Der Hotspot-Treffpunkt /die Kantine wird von mehreren Basisstationen abgedeckt, um 30 gleichzeitige Gespräche sicherzustellen.
- Die Produktionshalle wird von zwei Basisstationen (F und G) abgedeckt.
- Der Außenbereich wird von den Basisstationen A, B, E und H abgedeckt.

Diese ersten Annahmen überprüfen Sie dann später durch die Messungen (→ S. 38).

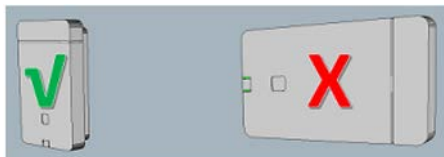
Hinweise zum Anbringen der Basisstationen

Beachten Sie beim Installieren der Basisstationen die folgenden Hinweise:

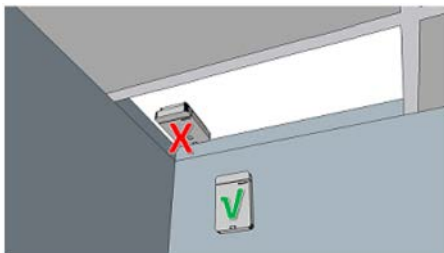
- Mindestens 1,8 m Abstand vom Boden.
- Mindestens 0,5 m Abstand von der Decke.
- Optimale Höhe zwischen 1,8 und 3 m.
- Mindestens 0,3 m Abstand zwischen zwei Basisstationen.
- Mindestens 5 - 10 m Abstand zu nicht synchronisierten Basisstationen.
- Alle Basisstationen auf gleicher Höhe installieren.
- Betriebstemperatur zwischen + 5 ° und + 45 °.
- Mindestens 10 cm Abstand von Metall, Stromkabeln und Kabelführungen empfohlen.



- Basisstationen sollten vertikal installiert werden.



- Installieren Sie Basisstationen nicht an Decken oder in Regalen oder anderen geschlossenen Möbeln.



Es ist wichtig, dass Position und Ausrichtung der installierten Basisstationen identisch ist mit der Position, die während der Messphase als optimal herausgefunden wurde.

Messung durchführen

Sie haben Folgendes durchgeführt:

- Die Anforderungen an das Telefonnetz ermittelt (→ S. 26),
- die Anzahl der Basisstationen und deren Positionen geplant (→ S. 35) und
- das Mess-Equipment aufgebaut und in Betrieb genommen.

Sie können nun mit den Messungen für Ihr geplantes DECT-Netz beginnen. Ziel der Messungen ist es, Folgendes festzustellen:

- Ist überall im gewünschten Bereich eine ausreichende Funkabdeckung und eine gute Gesprächsqualität gewährleistet.
- Ist an den geplanten Positionen der Basisstationen deren Synchronisation sichergestellt.
- Ist ein Handover zwischen den Basisstationen dort, wo es gewünscht ist, möglich.

Die Anforderungen aus diesen drei Aspekten müssen bei den Messungen jeweils berücksichtigt werden. Informationen dazu finden Sie im Abschnitt **Bedingungen für die Positionierung der Basisstationen** → S. 27.



Als Hilfsmittel für Messungen der Funkabdeckung und -qualität Ihres DECT-Netzes bietet Gigaset das N720 IP PRO Site Planning Kit an. Informationen zum Aufbau und Einsatz des Gigaset Mess-Equipments finden Sie in der Bedienungsanleitung "**N720 SPK PRO Multicell System – Site Planning Kit**".

Sie können für die Messungen auch ein anderes Mess-Equipment für DECT-Funknetze verwenden.

Hinweise für den Ablauf der Messungen

- Führen Sie zwei verschiedene Messungen durch:
 - Messen Sie die Verbindungsqualität im Funkabdeckungsbereich der geplanten Basisstationen.
 - Messen Sie die Signalqualität zwischen den Basisstationen (Synchronisationsmessung).
- Um die Verbindungsqualität zu messen, stellen Sie eine Telefonverbindung her. Dabei ist es hilfreich, wenn die Messungen von zwei Personen durchgeführt werden, da diese die Sprachqualität und Störungen direkt im Gespräch an zwei Mess-Mobilteilen prüfen können. Wenn nur eine Person die Messungen durchführt, kann die Verbindungsqualität mit Hilfe eines Testtons überprüft werden.
- Prüfen Sie die Verbindungsqualität auch, indem Sie beim Messen das Mobilteil wie in einer echten Telefonesituation ans Ohr halten. Drehen Sie sich dabei um die eigene Achse. Achten Sie darauf, wie sich die Akustikqualität des Testtons verändert. Treten an der Reichweitengrenze Störungen auf (z. B. Knacken), ist die Versorgung am Messort kritisch. Der Kopf kann den Empfang beeinträchtigen. Deshalb ist der Test am Ohr eine zusätzliche Prüfung zur Verifikation der Empfangsqualität in Grenzbereichen.
- Um die Signalqualität zwischen den Basisstationen zu messen, verwenden Sie das Mess-Mobilteil im Ruhezustand, da hier die gemessene Signalstärke und nicht die Sprachqualität relevant ist.
- Platzieren Sie die Mess-Basisstation mit Hilfe des Stativs möglichst so am vorgesehenen Ort, wie die Basisstation später montiert werden kann.

- Zum Messen der Signalstärke zwischen Basisstationen bringen Sie das Mess-Mobilteil exakt an die geplante Position der Basisstation. Wenn Sie z. B. die Basisstationen in 3 m Höhe anbringen wollen, bringen Sie auch das Mess-Mobilteil in diese Höhe.
- Installationen in der Nähe von metallischen Oberflächen sollten so weit wie möglich verhindert werden. Aber wenn metallische Oberflächen für den Betrieb akzeptiert werden müssen, sollten sie für das Messen **nicht** entfernt werden.
- Dokumentieren Sie den Messverlauf durch Eintrag in den Grundrissplan (horizontal und ggf. vertikal) und in einem Messprotokoll.
- Um nachträgliche Veränderungen erkennen zu können, ist es hilfreich, die geplanten Montagepositionen der einzelnen Messreihen und deren Umgebung mithilfe von Fotos zu dokumentieren.
- Wenn das DECT-System für mehrere Stockwerke oder sehr hohe Räume (z. B. mit Galerie) genutzt werden soll, müssen Sie auch Messungen der vertikalen Reichweite durchführen und in einen Plan des Gebäudes eintragen. Weitere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel DECT-Installationen in besonderen Umgebungen, → S. 48.

Schwankungen des Messergebnisses

Im Messbetrieb kann die am Mobilteil angezeigte Signalstärke stark schwanken, insbesondere, wenn Sie sich mit dem Mobilteil bewegen. Die Basisstationen haben zwei Antennen, wobei das Mobilteil die Werte der Antenne anzeigt, deren Signal es besser empfängt. Da das Mess-Mobilteil in festgelegten Zeitintervallen misst (standardmäßig 2,5 Sek.), können sich die Werte rasch ändern.

Wenn Sie z. B. das Signal der für das Mobilteils besser positionierten Antenne mit einem Körperteil dämpfen, empfängt das Mobilteil das Signal der „schlechteren“ Antenne. Durch leichte Körperdrehung bewirken Sie eine starke Veränderung des Messwerts, da das Mobilteil plötzlich das Signal von der „besseren“ Antenne empfangen kann. Durch Hin- und Herdrehen ermitteln Sie einen Mittelwert, den Sie als Messwert verwenden können.

Bei starken Schwankungen ist es sinnvoll, die Messung im Verbindungszustand durchzuführen, da Sie dann eine zusätzliche Kontrolle durch die Sprachqualität haben.

Im realen Betrieb des DECT-Systems sind diese Schwankungen kaum bemerkbar, da die Basisstationen automatisch die Verbindung mit der am besten orientierten Antenne herstellen.

Grenzwerte festlegen

Bei der Messung empfangen die Mess-Mobilteile Funksignale von der Mess-Basisstation und zeigen verschiedene Merkmale der Empfangsqualität an. Relevant für die Empfangsqualität sind

- die empfangene Signalstärke
- die Verbindungsqualität

Die im Folgenden genannten Werte sind Anhaltspunkte zum Bestimmen von Grenzwerten für den Betrieb des DECT-Telefonsystems unter optimalen Bedingungen. Da das DECT-Netz durch viele Faktoren beeinträchtigt werden kann, die auch temporär auftreten können, ist es nicht empfehlenswert, die Positionierung der Basisstationen wirklich an den Grenzwerten vorzunehmen, sondern je nach Anforderung an Service-Grad und Sprachqualität einen Puffer vorzusehen. So kann es zum Beispiel akzeptabel sein, dass die Sprachqualität im Keller zeitweise eingeschränkt ist und dort nicht alle Telefonate zu jeder Zeit geführt werden können. Dagegen sind für den Besprechungsraum, in dem Telefonkonferenzen abgehalten werden, keinerlei Einschränkungen akzeptabel.

Empfangene Signalstärke

Zur Beurteilung der Übertragungsgüte wird die Empfangsfeldstärke gemessen. Die empfangene Signalstärke (proportional zur Feldstärke) wird in **dBm** am Mess-Mobilteil angezeigt. Eine sehr gute empfangene Signalstärke entspricht etwa -50 dBm. Systeme, die bis -60 dBm ausgemessen werden, bieten in der Regel eine gute Qualität. Bei Messungen bis -70 dBm ist ein Überprüfung und Bewertung der Messung durch eine Audioverbindung notwendig, um eine ausreichende Qualität abzusichern. Ein Handover ist in diesem Bereich nicht mehr möglich.

Aufgrund der Qualität oder Nutzung von Bereichen (z. B. Büro, Flur, Keller) kann mit unterschiedlichen Grenzwerten bei der Messung gearbeitet werden. Auch innerhalb eines Teilsystems können unterschiedliche Qualitätsanforderungen an den verschiedenen Basisstationen festgelegt werden.

Typische Grenzwerte für normale, störungsarme Umgebungen sind:

- 1 Grenzwert für gesicherte Gesprächsqualität: -65 dBm

Das ist der Wert, mit dem ein Mobilteil das Signal einer Basisstation empfangen muss, damit ein Teilnehmer in guter Qualität telefonieren kann. Für ein störungsfreies Handover muss das Mobilteil beide Basisstationen in dieser Qualität empfangen.

- 2 Grenzwert für die Synchronisation: -70 dBm

Das ist der Wert, mit dem eine Basisstation das Signal einer andere Basisstation empfangen muss, damit sie sich synchronisieren kann.



Wenn die empfangene Signalstärke in bestimmten Bereichen für die Synchronisation über DECT nicht ausreicht, können Basisstationen auch über LAN synchronisiert werden. Allerdings muss auch hier eine Mindest-Empfangssignalstärke zur Verfügung stehen (→ S. 13).

Die nachfolgende Tabelle gibt einen ersten Anhaltspunkt für die Qualität der Funkverbindung.

Empfangene Signalstärke	Bewertung der Qualität
-50 dBm	sehr gut
-60 dBm	gut
-65 dBm	befriedigend
-70 dBm	ausreichend
-73 dBm	schwach, nicht geeignet!
-76 dBm	schlecht, nicht geeignet!

Verbindungsqualität

Grundsätzlich sollte die Messung der Feldstärke immer durch die Prüfung der Verbindungsqualität ergänzt werden. Es ist möglich, dass auch bei guter Empfangssignalstärke Störungen auftreten, die die Sprachqualität beeinflussen, z. B. durch Reflexion oder Fremdsysteme.

Deshalb wird neben der empfangene Signalstärke am Mess-Mobilteil auch die **Frame quality** angezeigt. Diese gibt den Prozentsatz der in einem Messintervall fehlerfrei empfangenen Pakete an. Hier liegt der optimale Wert bei 100 %.

Frame-Qualität	Bewertung der Qualität
100 %	gut
99 %	befriedigend
98 %	ausreichend
97%	schwach, nicht geeignet!
96 %	schlecht, nicht geeignet!

Funkbereich der geplanten Basisstationen messen

Führen Sie zwei verschiedenen Messungen durch.

- 1 Messen Sie die Verbindungsqualität zwischen Mess-Mobilteil und Mess-Basisstation in deren Funkzelle, um sicherzustellen, dass an jeder Position des gewünschten Abdeckungsbereichs eine ausreichende Sprachqualität gewährleistet ist. Aus der gleichen Messung für die benachbarten Station ergibt sich dann die Überlappungszone, die für ein Handover benötigt wird.
- 2 Messen Sie die Stärke des Signals der Mess-Basisstation, das Sie an der geplanten Position der benachbarten Basisstation empfangen, um eine ausreichende Synchronisationsüberlappung sicherzustellen.

Reihenfolge der Messungen

Die Reihenfolge, in der Sie den Funkbereich der geplanten Basisstationen ausmessen, hängt von der Größe Ihres DECT-Netzes und von Ihren Annahmen bezüglich der vorhandenen „Problem-bereiche“ ab. Als allgemeine Regel gilt: messen Sie zuerst die Basisstationen, für deren Positionierung am wenigsten Spielraum besteht.

Berücksichtigen Sie die folgenden Aspekte:

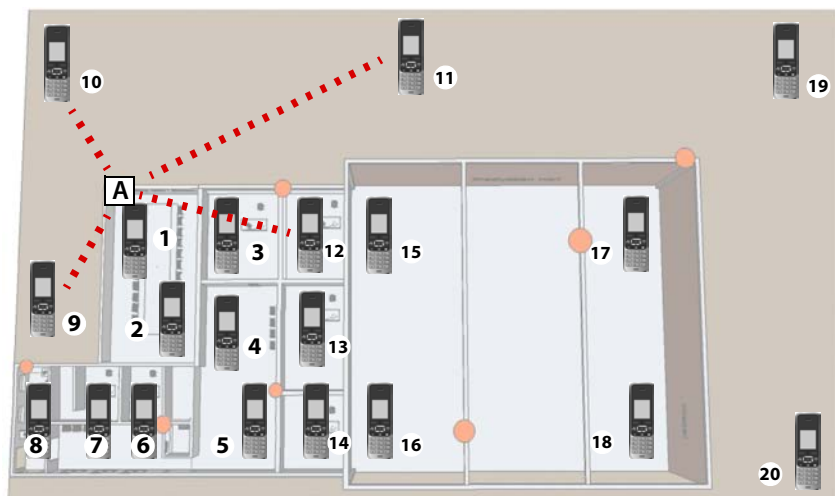
- angenommene Problembereiche
Für Basisstationen, die bestimmte Problembereiche abdecken sollen, z. B. ein Treppenhaus oder den Eingangsbereich, gibt es häufig kaum alternative Positionierungsmöglichkeiten. In diesem Fall messen Sie diese Basisstationen zuerst, weil die Positionierung aller anderen Basisstationen davon abhängt.
- bei großen Installationen
Je mehr Basisstationen Sie einsetzen, desto höher sind die Anforderungen an die Synchronisationshierarchie (→ S. 13). In diesem Fall ist es zu empfehlen, bei der Basisstation zu beginnen, bei der eine spätere Änderung den größten Aufwand bedeuten würde. Dies ist normalerweise die Basisstation mit Sync-Level 1. Beginnen Sie hier und bewegen Sie sich dann von Sync-Level zu Sync-Level nach außen.

Messung durchführen

- bei kleinen Installationen
Hier ist es sinnvoll, mit der Basisstation zu beginnen, bei der das höchste Gesprächsaufkommen zu erwarten ist, z. B. Basisstationen in Hotspots oder anderen stark frequentierten Bereichen. Wenn die Abdeckung dieser Bereiche durch Messung sichergestellt ist, prüfen Sie die Positionierung der anderen Basisstationen.

Funkzelle einer Basisstation ausmessen

- ▶ Befestigen Sie die Mess-Basisstation provisorisch an der Stelle, an der die Basisstation montiert werden soll.
- ▶ Bauen Sie eine Telefonverbindung zwischen den beiden Mess-Mobilteilen auf oder aktivieren Sie den Test-Dauerton der Mess-Basisstation, wenn möglich.
- ▶ Entfernen Sie sich mit dem Mobilteil von der Basisstation unter Beobachtung des Displays und des Signals im Hörer, bis im Display der Grenzwert von -65 dBm angezeigt wird oder eine Funkübertragungsgrenze erreicht ist (z. B. Aufzug, Außenwand). Übertragen Sie diesen Punkt in Ihren Grundriss und tragen Sie den Wert in das Messprotokoll ein.
- ▶ Ermitteln Sie auf diese Weise die Grenzlinie um die Basisstation. Der theoretische Idealfall einer kreisförmigen Ausbreitung wird in der Realität durch Wände (abhängig vom Baumaterial) und Einrichtungsgegenstände aus Metall deutlich verformt.
- ▶ Überprüfen Sie in den Grenzbereichen die Gesprächsqualität. Nutzen Sie hierfür die Verbindung zum zweiten Mess-Mobilteil oder den Messton der Basisstation.
- ▶ Tragen Sie Abweichungen der Empfangssignalmessung von der Gesprächsqualität in den Grundrissplan oder das Messprotokoll mit ein.



Beispiel eines Messprotokolls für die Funkzelle einer Basisstation

Messpunkt	Basisstation A
1	-60 dBm / 100 %
2	-65 dBm / 98 %
...	...
14	-73 dBm/70%
...	...
20	---

Wenn Sie die Funkzellen mehrerer Basisstationen ausgemessen haben, könnten die Ergebnisse z. B. so aussehen:

Messp.	Basisstation A	Basisstation B	Basisstation C	Basisstation D	...
1	-60 dBm / 100 %				
2	-50 dBm / 98 %				
3	-65 dBm / 100 %				
4	-48 dBm / 100 %				
5	-55 dBm / 98 %				
6	-65 dBm / 100 %	-50 dBm / 100 %			
7	-68 dBm / 96 %	-59 dBm / 100 %			
8	-55 dBm / 98 %	-46 dBm / 98 %			
9		-60 dBm / 96 %			
10		-52 dBm / 98 %	-65 dBm / 100 %		
11		-63 dBm / 100 %	-57 dBm / 100 %		
12		-48 dBm / 98 %	-42 dBm / 100 %		
13			-46 dBm / 98 %		
14			-40 dBm / 100 %		
15			-60 dBm / 98 %	-52 dBm / 100 %	
16			-43 dBm / 100 %	-42 dBm / 100 %	
17				-56 dBm / 100 %	
18				-50 dBm / 98 %	
19				-53 dBm / 100 %	
20				-60 dBm / 98 %	

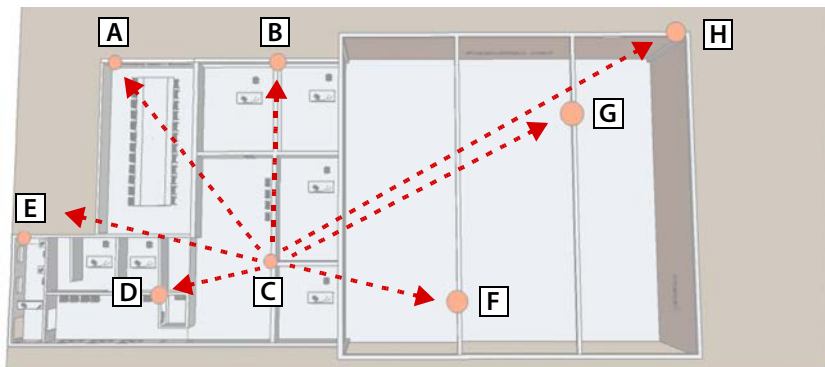
Messpunkte, an denen zwei Basisstationen mit mindestens -65 dBm empfangen werden, befinden sich einer Überlappungszone der beiden Basisstationen, in der ein Handover möglich ist (in Tabelle grau markiert).

Synchronisationsüberlappung benachbarter Basisstationen ausmessen

Für die Synchronisation der Basisstationen über DECT ist es zwingend erforderlich, dass die Signalstärke zwischen zwei benachbarten Basisstationen nicht unter -70 dBm liegt. Dieser Wert gilt bei guten Umgebungsbedingungen → S. 39.

Gehen Sie bei den Messungen folgendermaßen vor:

- ▶ Lassen Sie die Mess-Basisstation am letzten Messort stehen und gehen Sie mit dem Mobilteil zur geplanten Position einer Basisstation, die sich mit der ersten Basisstation synchronisieren soll.
- Um eine zuverlässige Beurteilung der Synchronisation zu erreichen, müssen Sie sich mit dem Mobilteil genau an die Position der geplanten Basisstation begeben (also ggf. auch eine Leiter nutzen, um in der richtigen Höhe zu messen).
- ▶ Prüfen Sie, ob das Signal innerhalb der Grenze von -70 dBm bei 100 % Frame-Qualität liegt. Ist dies nicht der Fall, sollten Sie den Ort für die Basisstation soweit verändern, dass diese Bedingung mindestens erfüllt ist.
- ▶ Montieren Sie die Mess-Basisstation an diesem Ort und führen Sie die Messungen wie für die erste Position durch.
- ▶ Tragen Sie die Ergebnisse in den Grundriss und das Messprotokoll ein.
- ▶ Führen Sie diese Messung nun für alle geplanten Montageorte durch.



Beispiel eines Messprotokolls für die Messung der Synchronisationsüberlappung

Messp.	BS A	BS B	BS C	BS D	BS E	BS F	BS G	BS H
A		-52 dBm/ 100%	-40 dBm/ 100%	-58 dBm/ 100%	----	----	----	----
B	-50 dBm/ 100%		-48 dBm/ 100%	----	-70 dBm/ 92%	----	----	-60 dBm/ 93%
C	-42 dBm/ 100%	-46 dBm/ 100%		-50 dBm/ 100%	----	----	----	----
D	-60 dBm/ 100%	----	-48 dBm/ 100%		-64 dBm/ 100%	----	----	----
E	----	-68 dBm/ 94%	----	-62 dBm/ 100%		----	----	----
F	----	----	----	----	----		-52 dBm/ 100%	-56 dBm/ 100%
G	----	----	----	----	----	-50 dBm/ 100%		-54 dBm/ 100%
H	----	-62 dBm/ 100 %	----	----	----	-56 dBm/ 100%	-53 dBm/ 100%	

Die Messung ergibt, dass die Signalstärke für die Synchronisierung der Basisstationen A - E und H ausreicht. Basisstation E empfängt nur Basisstation D in ausreichender Qualität. Basisstation H empfängt nur die Basisstationen B, G und H mit ausreichender Qualität.

Eine sinnvolle Synchronisationshierarchie wäre hier:

- Sync-Level 1 Basisstation C
- Sync-Level 2 Basisstationen A, B und D
- Sync-Level 3 Basisstation E und H
- Sync-Level 4 Basisstation G und F

Messungen auswerten

Eine grafische Darstellung Ihrer Messergebnisse im Grundriss kann die Überlappungsbereiche der einzelnen geplanten Basisstationen anzeigen. Es muss jedoch anhand der Messergebnisse der weiteren Stationen geprüft werden, ob in den Bereichen jeweils eine weitere Basisstation erforderlich ist.

- ▶ Legen Sie aufgrund der Messergebnisse – soweit erforderlich – neue Positionen der Basisstationen fest und überprüfen Sie diese durch weitere Messungen.
Beachten Sie hierbei, dass durch die Verschiebung eines Montageortes auch die anderen Messergebnisse beeinflusst werden. Berücksichtigen Sie bei einer Verschiebung des Montageortes immer, wie die Synchronisation der Basisstationen dadurch beeinflusst wird.
- ▶ Tragen Sie die ermittelten optimalen Montageorte für die Basisstationen in den Plan ein (ggf. einschließlich der Höhe und besonderer baulicher Gegebenheiten). Es empfiehlt sich, zusätzlich für die Dokumentation die Montagepositionen fotografisch festzuhalten.
- ▶ Überprüfen Sie insbesondere Räume oder Bereiche mit sehr hoher Abschirmung des Funksignals (z. B. Aufzüge, Stahlbetondecken o.ä.) und ergänzen Sie ggf. Ihren Plan durch weitere Basisstationen.

Nach Abschluss der Messungen und Festlegung der Positionen der Basisstationen kann das Telefonsystem installiert werden. Dies ist in der Bedienungsanleitung für N870 IP PRO Multicell System beschrieben.



Empfehlung

Überprüfen Sie nach Installation und Inbetriebnahme des DECT-Netzes noch einmal Gesprächsqualität, Roaming und Handover mit den Telefonen der Anlage.

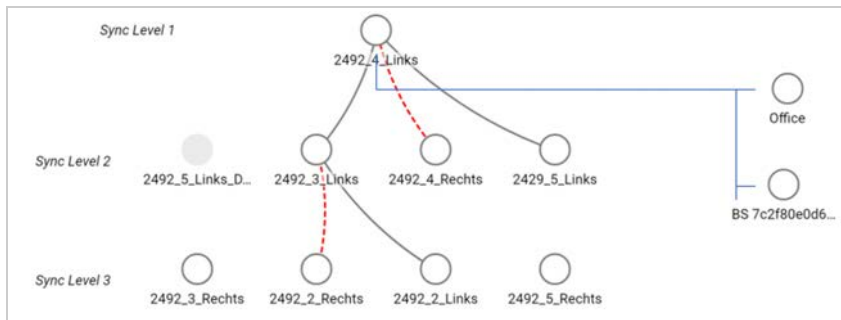
Die Web-Bedienoberfläche des N870 IP PRO bietet verschiedene Hilfsmittel zur Überwachung des Betriebs und zur Diagnose bei auftretenden Problemen.

Die Seite **Status** → **Statistics** → **Base stations**












zeigt Zähler für verschiedene an den Basisstationen vorkommende Ereignisse, z. B. aktive Funkverbindungen, eingehendes Handover, ausgehendes Handover, unerwartet abgebrochene Verbindungen.

Außerdem können Sie auf der Seite eine grafische Darstellungen der Beziehungen zwischen den Basisstationen, der Synchronisations-Level und Informationen zur Qualität der Verbindungen anzeigen lassen.

Beispiel:



Darstellung:

Verbindungen		RSSI-Bereich 43 -100, gut - exzellent
		RSSI-Bereich 0 - 42, gering
		Keine Daten verfügbar
Status der Basisstationen		Aktiv und synchronisiert
		Anderer Status (auf das Symbol klicken, um weitere Informationen zu erhalten)
		Deaktiviert
Synchronisationsmodus		DECT, interne Synchronisation
		DECT, externe Synchronisation
		LAN, interne Synchronisation
		LAN, externe Synchronisation
		RFPI, externe Synchronisation

DECT-Installationen in besonderen Umgebungen

In den Kapiteln **Projektierung des DECT-Netzes** und **Messung durchführen** sind alle Voraussetzungen und Schritte für die Planung eines DECT-Netzes beschrieben. Über die dort beschriebenen Beispiele und Anwendungsfälle hinaus finden Sie in diesem Kapitel Hinweise für besondere bauliche oder topografische Anforderungen.

DECT-Netze über mehrere Stockwerke

Wenn das DECT-Netz mehrere Stockwerke eines Gebäudes abdecken soll, müssen Sie für die Planung der Anzahl und Lage der Basisstationen folgende Punkte berücksichtigen:

- Aus welchem Material sind die Zwischendecken?
Bei Stahlbeton ist höchstens eine Decke zwischen Basisstation und Telefon bei direktem Funkweg möglich. Einrichtungsgegenstände, Zwischenwände in Räumen etc. können die Funkübertragung weiter einschränken.
Prüfen Sie durch Messungen, wo weitere Basisstationen erforderlich sind.
- Inwieweit muss ein Handover zwischen den Stockwerken gewährleistet sein?
In diesem Fall müssen die Basisstationen so positioniert werden, dass auch Treppenhäuser vollständig abgedeckt sind. Beachten Sie auch, dass ggf. Feuerschutztüren bzw. -wände die Funkübertragung sehr stark reduzieren können.
Ergänzen Sie Ihren Messplan um die vertikalen Ebenen Ihres geplanten Abdeckungsbereichs und erfassen Sie die vertikale Ausbreitung des DECT-Netzes.
- Kein Handover zwischen den Stockwerken erforderlich
In diesem Fall kann mit Clustern gearbeitet werden (kostengünstiger). Wenn Sie pro Stockwerk einen Cluster einrichten, sind die Basisstationen des Clusters untereinander synchronisiert und ein Handover ist möglich. Zwischen den Stockwerken ist zwar kein Handover möglich, die Funktionen der IP-Telefonanlage (VoIP-Konfiguration, Telefonbücher ...) stehen jedoch in allen Clustern zur Verfügung.

Treppenhäuser und Aufzüge

Treppenhäuser haben häufig besonders dämpfende Wände (z. B. Stahlbeton), der Zugang zum Treppenhaus kann durch Feuerschutztüren begrenzt sein. Die Planung des DECT-Netzes ist hier deshalb besonderen Anforderungen unterworfen.

Soll im Treppenhaus grundsätzlich Telefonieren über das DECT-Netz möglich sein, ist die kostengünstigste Variante die Installation einer (oder auch mehrerer) Basisstation als eigenes Cluster sinnvoll.

Falls ein Handover im Treppenhaus erwünscht ist, sollten Sie die Lage des Treppenhauses zu den Fluren (Übergänge, Türen, Feuerschutztüren) prüfen, die Funkabdeckung ausmessen und gegebenenfalls eine oder mehrere Basisstationen zur Funkabdeckung des Treppenhauses bereitstellen.

Telefonieren in Aufzügen ist normalerweise aufgrund der stark dämpfenden und/oder reflektierenden Materialien nicht möglich. Falls dennoch die Anforderung besteht, können Sie prüfen, ob Sie durch die Installation einer eigenen Basisstation im Aufzugsschacht eine ausreichende Signalstärke und Qualität für das Telefonieren im Aufzug erreichen.

Mehrere Gebäude

Die Planung einer DECT-Installation für mehrere Gebäude bzw. für getrennte Gebäudeteile erfordert die Klärung folgender Punkte:

- Soll Telefonieren nur in den Innenräumen möglich sein oder im gesamten Gelände, auch im Außenbereich?
- In welchem Bereich soll Handover gewährleistet sein?

Getrennte Gebäudeteile können am günstigsten mit eigenen Clustern (Subnetz) mit dem DECT-System verbunden werden. In diesem Fall muss nur die Verkabelung der verschiedenen Gebäude oder Gebäudeteile über das LAN sichergestellt sein. Alle am DECT-System angemeldeten Telefone können überall genutzt werden, Handover ist jedoch nicht immer möglich.

Außenbereich

Der Außenbereich eines Gebäudes kann häufig durch eine Basisstation in Fensternähe in das DECT-Netz einbezogen werden. Voraussetzung ist, dass das Glas des Fensters kein Metall enthält (Verspiegelung, Drahtgitter).

Wenn die Abdeckung des Außenbereichs durch Basisstationen im Gebäude nicht erreicht werden kann, ist auch die Montage im Außenbereich möglich. Die Basisstation sollte dann wettergeschützt in einem geeigneten Außengehäuse angebracht werden (erhältlich von Fremdherstellern). Die Grenzwerte der Betriebstemperatur der Basisstationen (+5° bis +40 °) sind dabei zu berücksichtigen.

Die Installation kann damit an einem Mast (kein Metall), auf dem Dach oder an einer Hauswand erfolgen. Beachten Sie, dass der LAN-Anschluss gewährleistet sein muss, da dieser das Gerät mit Strom versorgt und außerdem für die Verbindung zum DECT-Manager benötigt wird.

Die Reichweite im Gelände beträgt bis zu 300 m, wird aber ggf. durch andere Gebäude, Wände und auch Bäume eingeschränkt. Eine im Außenbereich montierte Basisstation kann auch weitere Gebäudeteile im Innenraum abdecken, wenn die Wände dieser Gebäudeteile das Funksignal nicht zu stark dämpfen.

Beachten Sie bei Messungen im Außenbereich, dass Witterung, z. B. Regen oder Schnee, die Sende- und Empfangseigenschaften erheblich beeinflussen kann. Führen Sie gegebenenfalls Nachmessungen unter anderen Witterungsverhältnissen durch; planen Sie die Funkabdeckung großzügig, wenn Sie einen gesicherten Empfang gewährleisten wollen. Auch die Veränderung der Vegetation (Belaubung der Bäume, Wachsen von Sträuchern), wirkt sich auf die Funkbedingungen aus.

Handover im gesamten Gelände

Falls Handover im gesamten Gelände einschließlich aller Gebäude erreicht werden soll, müssen die Übergangsbereiche zwischen Innenräumen und Außenbereich sorgfältig geplant und gemessen werden.

Beispiel: Der Zugang zum Gebäude ist nur durch eine Metalltür mit 100 % Dämpfung möglich. In diesem Fall muss bei geöffneter Tür das Handover zwischen der nächstgelegenen Basisstation im Innenraum und der Basisstation für den Außenbereich gewährleistet sein. Beide Basisstationen müssen synchronisiert sein und (bei geöffneter Tür) den erforderlichen Überlappungsbereich aufweisen.

Index

B	
Basisstation	4, 7
Ereignisse	46
Hinweise zur Installation	37
Positionierung	36
Basisstationen	
Mindestabstand	28
Standorte planen	35
Baumaterialien	
Reichweitenverlust	33
Breitband	27
C	
Cluster	8
D	
DECT-Basisstation	4, 7
DECT-Funknetz	9
planen	26
technische Bedingungen	28
DECT-Integrator	3, 5
DECT-Manager	3
Einsatz von mehreren	28
Diagnose	46
Diagnose, Basisstationen	46
DLS (DECT over LAN Sync)	17
DSCP (Differentiated Services Codepoint)	17
E	
Eingebetteter Integrator	7
Empfangene Signalstärke	
Grenzwerte	40
Empfangsfeldstärke	40
Erlang	30
F	
Funkabdeckung	10
optimal	10
Funkausbreitung	10
Funkreichweite	28
G	
Gebäudebeschaffenheit	29
Gigaset N870 IP Multicell System	3
Kapazität	27
Gigaset N870 IP PRO	3
Stromversorgung	29
Grade of Service (GoS)	30
Grenzwerte	39
Große Installation	6
H	
Handover	8
Handset	7
Hotspot	32
Störungen	32
I	
Installation	
groß	6
klein	5
mittel	5
Installationen	5
Integrator	3, 5
eingebettet	7
virtuell	6
J	
Jitter	18
K	
Kapazität	11
bemessen	30
Kleine Installation	5
L	
LAN-Master-/Slave	16
LAN-Synchronisation	13, 16
cluster-selektiv	17
Vorteile	16
Lastausgleich	8
M	
Materialcharakteristik	33
Messablauf	42
Messergebnis	46
Messprotokoll	43, 45
Messung	
durchführen	38
vorbereiten	26
Mindestabstand	28
Mittlere Installation	5
Mobilteil	4
Montagehöhe, optimal	29
Montagerichtlinien	29
Multizellensystem	3
N	
Netzwerk-Jitter	18

P	
Paketverzögerungs-Jitter	17
Planungszeichnung	35
PoE (Power over Ethernet)	29
PTP (Precise Time Protocol)	17
PTP-Abweichung	18
<hr/>	
R	
Reichweitenverlust	33
Roaming	8
<hr/>	
S	
Schmalband	27
Service-Grad	30
Signalstärke, Empfang	40
Störfaktoren	33
andere Funknetze	34
Hindernisse	33
Materialcharakteristik	33
Synchronisation	
Anforderungen	14, 16
drahtlos	14
over the air	14
über LAN	14, 16
Synchronisationsbeispiel	
groß, DECT-DECT-DECT	23
groß, DECT-DECT-LAN	24
groß, LAN-PTP-Domäne-LAN	25
klein/mittel, DECT-LAN gemischt	22
klein/mittel, nur DECT	20
klein/mittel, nur LAN	21
Synchronisationshierarchie	14
Synchronisations-Level	15
Synchronisations-Master/-Slave	14
Synchronisationsplanung	13
<hr/>	
T	
Telefonanlage	4
Telefonnetz	
Anforderungen	26
<hr/>	
U	
Überlappung	12
<hr/>	
V	
Verbindungsqualität	41
Verkehrsaufkommen	
Berechnung in Erlang	30
grob bewerten	31
Virtueller Integrator	6
VoIP-Telefonanlage	3

Issued by

Gigaset Communications GmbH
Frankenstr. 2a, 46395 Bocholt, Germany

© Gigaset Communications GmbH 2020

Subject to availability.

All rights reserved. Rights of modification reserved.

www.gigaset.com