

# **COMfortel WS-500M**

***Leitfaden zur Planung und Messung, Anleitung Messkoffer***













---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Sicherheitshinweise</b> .....	<b>3</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
Das COMfortel WS-500M Multizellensystem .....	4
Kriterien für ein optimales DECT-Funknetz .....	8
Wie Sie vorgehen .....	14
<b>Projektierung des DECT-Netzes</b> .....	<b>15</b>
Anforderungen an das Telefonnetz ermitteln .....	15
Bedingungen für die Positionierung der Basisstationen .....	16
Standorte der Basisstationen vorläufig festlegen .....	25
<b>Messung durchführen</b> .....	<b>27</b>
Grenzwerte festlegen .....	28
Funkbereich der geplanten Basisstationen messen .....	30
Messungen auswerten .....	34
<b>Arbeiten mit dem COMfortel WS-500M Messkoffer</b> .....	<b>36</b>
Packungsinhalt prüfen .....	36
Weiteres empfohlenes Zubehör .....	37
Bevor Sie beginnen .....	37
Mess-Basisstation aufbauen .....	38
Mess-Mobilteil in Betrieb nehmen .....	42
Mess-Mobilteil bedienen .....	44
<b>DECT-Installationen in besonderen Umgebungen</b> .....	<b>48</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>50</b>
Pflege .....	50
Kontakt mit Flüssigkeit .....	50
Technische Daten .....	50
<b>Glossar</b> .....	<b>51</b>
<b>Stichwörter</b> .....	<b>55</b>

# Sicherheitshinweise


	<p>Lesen Sie vor Gebrauch die Sicherheitshinweise und die Bedienungsanleitung.</p> <p>Das Gerät lässt sich während eines Stromausfalls nicht betreiben. Es kann auch <b>kein Notruf</b> abgesetzt werden.</p> <p>Bei eingeschalteter Tastensperre können auch Notrufnummern <b>nicht</b> gewählt werden.</p>
	<p>Legen Sie nur <b>aufladbare Akkus</b> ein, die der <b>Spezifikation</b> entsprechen, da sonst erhebliche Gesundheits- und Personenschäden nicht auszuschließen sind. Akkus, die erkennbar beschädigt sind, müssen ausgetauscht werden.</p>
	<p>Das Mobilteil darf nur mit geschlossenem Akku-Deckel betrieben werden.</p>
	<p>Nutzen Sie die Geräte nicht in explosionsgefährdeten Umgebungen, z. B. Lackierereien.</p>
	<p>Die Geräte sind nicht spritzwassergeschützt. Stellen Sie sie deshalb nicht in Feuchträumen wie z. B. Bädern oder Duschräumen auf.</p>
	<p>Verwenden Sie nur das auf den Geräten angegebene Steckernetzteil.</p> <p>Während des Ladens muss die Steckdose leicht zugänglich sein.</p> <p>Verwenden Sie nur das mitgelieferte Kabel für den LAN-Anschluss und schließen Sie dieses nur an die dafür vorgesehenen Buchsen an.</p>
	<p>Bitte nehmen Sie defekte Geräte außer Betrieb oder lassen diese vom Service reparieren, da diese ggf. andere Funkdienste stören könnten.</p>
	<p>Verwenden Sie das Gerät nicht, wenn das Display gesprungen oder zerbrochen ist. Zerbrochenes Glas oder Kunststoff kann Verletzungen an Händen und Gesicht verursachen. Lassen Sie das Gerät vom Service reparieren.</p>
	<p>Kleine Zellen und Batterien, die verschluckt werden könnten, außerhalb der Reichweite von Kindern aufbewahren.</p> <p>Verschlucken kann zu Verbrennungen, Perforation von Weichgewebe und Tod führen. Schwere Verbrennungen können innerhalb von 2 Stunden nach dem Verschlucken auftreten.</p> <p>Im Falle des Verschluckens einer Zelle oder Batterie ist sofort ärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen.</p>
	<p>Medizinische Geräte können in ihrer Funktion beeinflusst werden. Beachten Sie die technischen Bedingungen des jeweiligen Umfeldes, z. B. Arztpraxis.</p> <p>Falls Sie medizinische Geräte (z. B. einen Herzschrittmacher) verwenden, informieren Sie sich bitte beim Hersteller des Gerätes. Dort kann man Ihnen Auskunft geben, inwieweit die entsprechenden Geräte immun gegen externe hochfrequente Energien sind.</p>

# Einleitung

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.

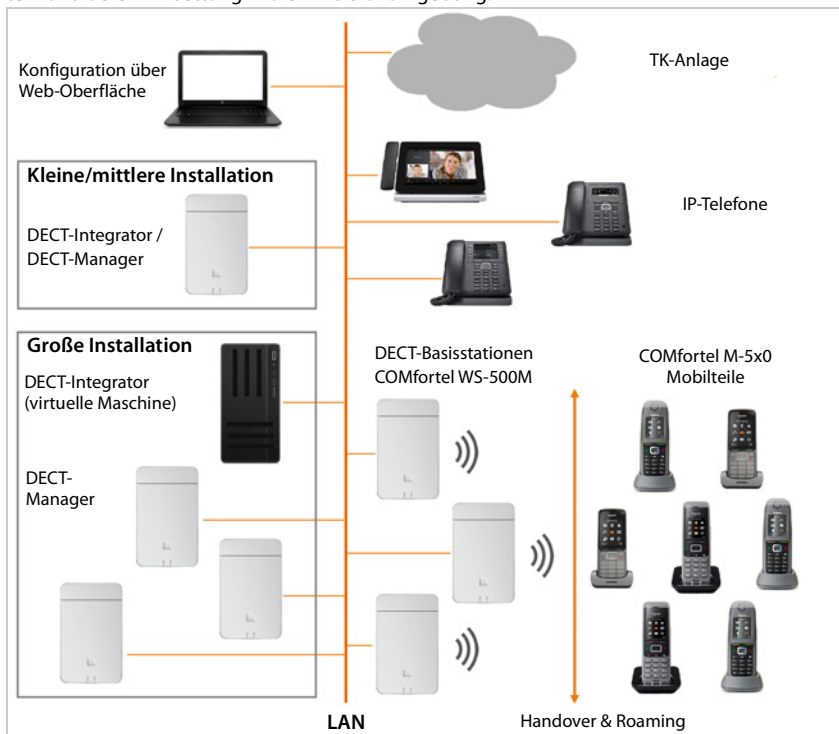
## Das COMfortel WS-500M Multizellensystem

Das COMfortel WS-500M Multizellensystem ist ein DECT-Multizellensystem für den Anschluss von DECT-Basisstationen an eine VoIP-TK-Anlage. Es verbindet die Möglichkeiten der IP-Telefonie mit der Nutzung von DECT-Telefonen.

 Die derzeit verfügbaren Ausbaustufen des Multizellensystems unterstützen lediglich die Kombination des Integrators und DECT-Managers in einem einzelnen Gerät. Zusätzliche DECT-Manager werden nicht unterstützt.

## Komponenten

Die folgenden Abbildungen zeigen die Komponenten des COMfortel WS-500M Multizellensystem und deren Einbettung in die IP-Telefonumgebung:



- **DECT-Integrator**

Zentrale Management- und Konfigurationseinheit des DECT-Multizellensystems.

Der DECT-Integrator

- integriert die Basisstationen mehrerer DECT-Manager in einer Roaming-Domäne
- enthält die zentrale Datenbank für die DECT-Teilnehmer
- bietet eine Web-Bedienoberfläche für die Konfiguration der Teilnehmer
- ermöglicht den Zugang zur Konfiguration aller DECT-Manager und der Synchronisationshierarchie der 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. In großen Installationen können bis zu 100 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 TK-Anlage zu den betroffenen Basisstationen

- **DECT-Basisstationen**

- bilden die Funkzellen des DECT-Telefonnetzes
- bieten Medienverarbeitung von den Mobilteilen direkt zur TK-Anlage
- stellen Verbindungskanäle für die Mobilteile zur Verfügung, die Anzahl ist abhängig von verschiedenen Faktoren, z. B. der zugelassenen Bandbreite (siehe Abschnitt **Kapazität** → S. 10)

- **Mobilteile**

- Pro DECT-Manager können bis zu 250 Mobilteile angeschlossen werden; bis zu 60 DECT-Anrufe können gleichzeitig geführt werden (VoIP-Gespräche, Telefonbuch-Zugriffe). Informationen zu den Funktionen bestimmter Mobilteile am COMfortel WS-500M finden Sie unter [wiki.auerswald.de](http://wiki.auerswald.de).
- 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.

- **TK-Anlage**

Verbinden Sie Ihr DECT-Telefonsystem mit einer VoIP-TK-Anlage, z. B.:

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

Die TK-Anlage

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

- **Clusterbildung**

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

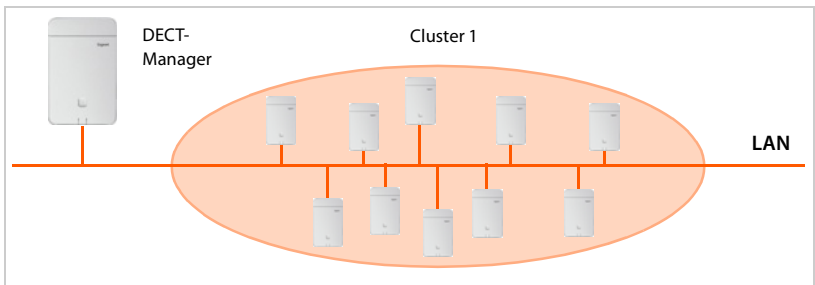
**Handover:** Die DECT-Verbindung eines Mobilteils wird während eines Gesprächs an eine andere Basisstation übergeben.

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

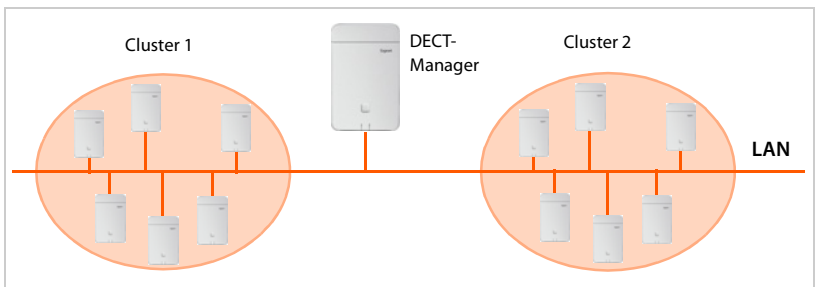
**Lastausgleich:** Eine DECT-Verbindung wird für ein Gespräch, zur Administration oder andere kundenspezifische Zwecke nicht mit der aktuellen Basisstation eingerichtet, weil diese mit aktiven DECT- oder Medienverbindungen ausgelastet ist, sondern mit einer benachbarten Basisstation mit freien Ressourcen.

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

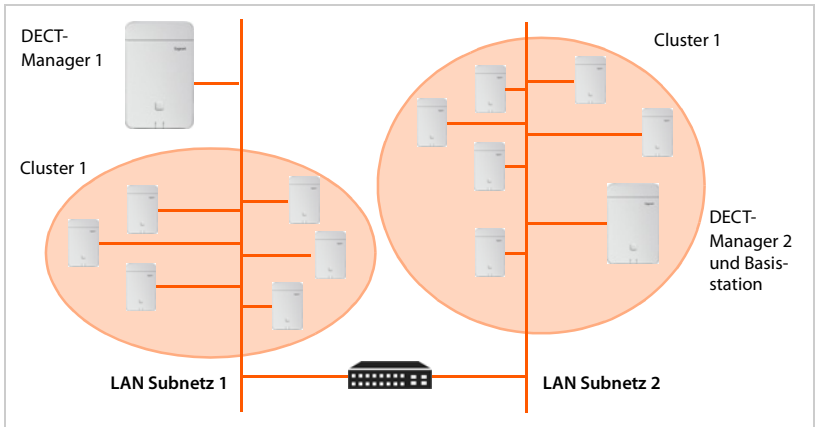
Normalerweise managt ein DECT-Manager ein Cluster.



Der DECT-Manager ist über das lokale Netzwerk mit den Basisstationen und der TK-Anlage 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.



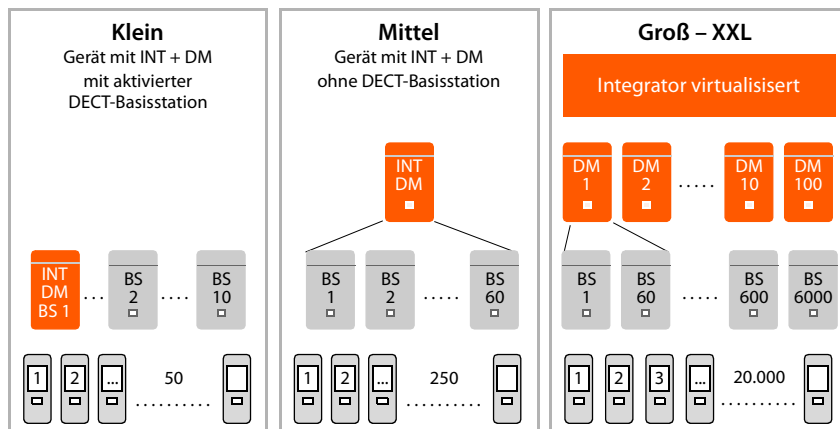
Für Installationen in verschiedenen LAN-Subnetzen benötigen Sie mehrere DECT-Manager mit einem DECT-Manager pro Subnetz. Die DECT-Manager-Rolle kann abhängig von der Kapazität der lokalen Basis parallel auf dem gleichen Gerät installiert sein. Mehrere DECT-Manager benötigen Sie auch, wenn Sie mehr als 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 ist nicht möglich. Beachten Sie die Hinweise im Abschnitt **Einsatz mehrerer DECT-Manager** → S. 17.

## Installationen

Sie können das COMfortel WS-500M Multizellensystem in verschiedenen Ausbaustufen installieren.



INT = Integrator, DM = DECT-Manager, BS = Basisstation

Komponente	Klein	Mittel	Groß
Basisstationen	Bis zu 10 BS-Funktionalität kann am INT/DM aktiviert werden	Bis zu 60	Bis zu 6.000 Bis zu 60 pro DM
Mobilteile	Bis zu 50	Bis zu 250 pro DM	Bis zu 20.000
DECT-Manager	Integrator und DECT-Manager auf dem selben Gerät		Bis zu 100
Integrator			Virtuelle Maschine

Weitere Informationen über die Möglichkeiten des COMfortel WS-500M Multizellensystem sowie zu Installation, Konfiguration und Bedienung der genannten Geräte finden Sie in der jeweiligen Bedienungsanleitung. Diese finden Sie auf unserer Internetseite.

Als Hilfsmittel für Messungen der Funkabdeckung und -qualität Ihres DECT-Netzes bietet Auerwald/Fontevo den COMfortel WS-500M Messkoffer an. Informationen zum Aufbau und Einsatz des Geräts finden Sie im Kapitel **Arbeiten mit dem COMfortel WS-500M Messkoffer** → S. 36.

## 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 TK-Anlage 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 spezifi-



schen 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:

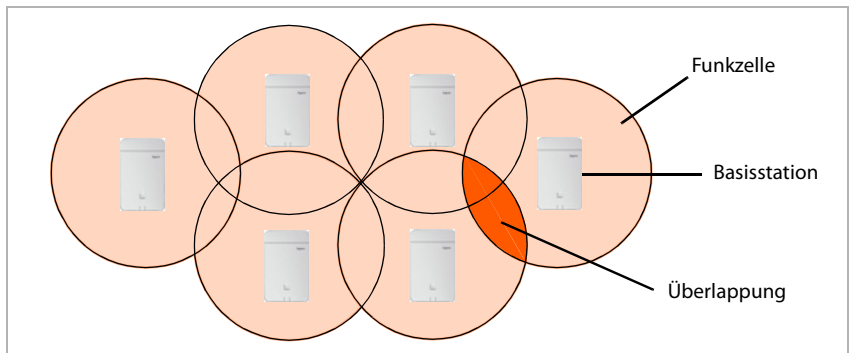
- Ausreichende DECT-Funkabdeckung des gesamten Geländes, damit jeder Teilnehmer erreichbar ist.
- Ausreichend Funkkanäle (DECT-Bandbreite), insbesondere in den „Hotspots“, um Kapazitätsengpässe zu vermeiden.
- Ausreichend Überlappung der Funkzellen, um die Synchronisation der Basisstationen zu ermöglichen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

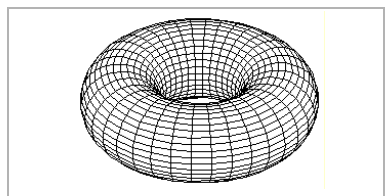
Eine optimale Funkabdeckung liegt vor, wenn an allen Stellen des Funknetzes die geforderte Empfangsqualität erreicht wird. Sind dabei die Kosten zu berücksichtigen, soll dies bei einer minimalen Anzahl von DECT-Basisstationen erreicht werden.

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.



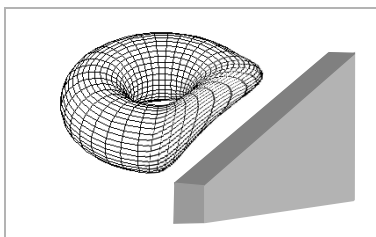
## Funkausbreitung

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 COMfortel WS-500M - 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



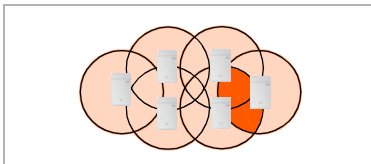
Bei Auslieferung sind in der Konfiguration alle Codecs zugelassen. Der Breitband-Codec G.722 muss jedoch explizit aktiviert werden.

### Schmalband-Modus → S. 54; Breitband-Modus → S. 51

Um die Kapazität zu erhöhen, gibt es zwei Strategien:

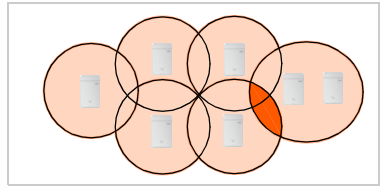
- Abstand zwischen den Basisstationen verringern

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 (→ S. 17).



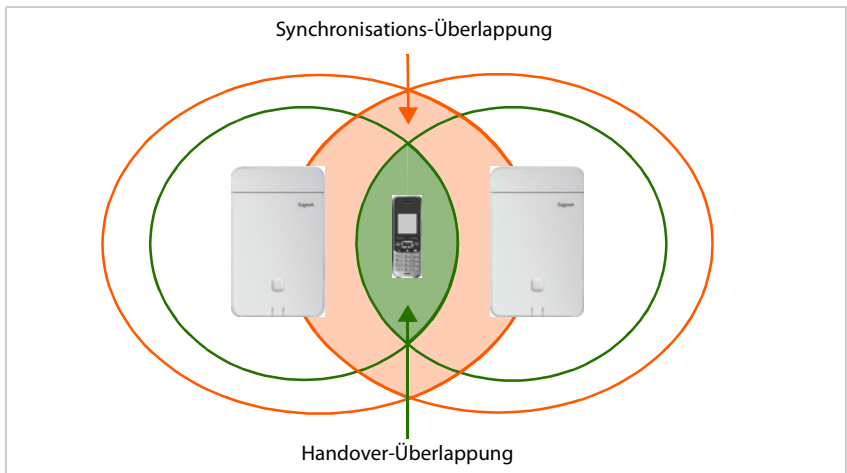
Um die Kosten für die Geräte sowie für Installation und Wartung gering zu halten, will man typischerweise die Anzahl der Basisstationen so gering wie möglich halten. Trotzdem müssen so viele wie nötig zur Sicherung der Kapazität und Funkabdeckung geplant werden.



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.



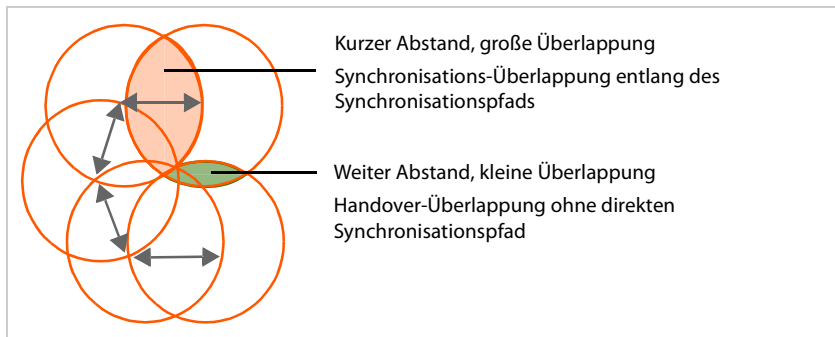
Achten Sie darauf, dass genügend große Überlappungszonen zwischen benachbarten Funkzellen bestehen.

- 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. 28).

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.

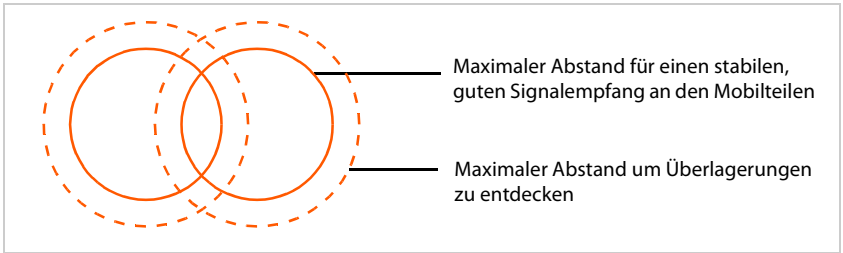
Die Bedingungen für die Synchronisations-Überlappung erfordert einen geringeren Abstand zwischen den Basisstationen als für ein Handover. Allerdings sind die strengen Anforderungen nur relevant für Basisstationen entlang des Synchronisierungspfads. Benachbarte Basisstationen, die nicht direkt miteinander 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 den Erweiterten Informationen der Basisstation.

---

## Wie Sie vorgehen

Benutzen Sie folgenden Wegweiser, um die wichtigsten Themen schnell zu finden.

**Informationen zu ...**

**... finden Sie hier.**

### **Anforderungen an das Telefonnetz ermitteln**

... S. 15

Ermitteln Sie die Anforderungen an das Telefonnetz und sammeln Sie Informationen über die Umgebungsbedingungen für das geplante DECT-Funknetz.

### **Installationsplan erstellen**

... S. 25

Erstellen Sie einen Gebäudeplan, in den Sie die geplanten DECT-Basisstationen eintragen. Dabei berücksichtigen Sie sowohl die ermittelten Rahmenbedingungen als auch die technischen Erfordernisse der DECT-Telefonie.

### **Messung durchführen**

... S. 27

Anhand des Installationsplans führen Sie die Messungen durch und passen den Installationsplan an Ihre Messergebnisse an.

### **Arbeiten mit dem Messkoffer**

... S. 36

Lesen Sie hier wie Sie den Messkoffer aufbauen und Messungen damit durchführen.

### **Besondere Umgebungen**

... S. 48

Sie wollen Ihr DECT-Netz in schwierigem Umfeld aufbauen?  
Hier finden Sie hilfreiche Informationen und Hinweise.

**Treten beim Gebrauch Ihrer Messgeräte Fragen auf, wenden Sie sich an unseren Kundenservice.**

---

## 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.

Bei der 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.
- 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. 8).
- 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?
- Wieviel wird telefoniert?
  - Wie ist das Telefonieverhalten 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. 23.

---

## Bedingungen für die Positionierung der Basisstationen

---

### Bedingungen des COMfortel WS-500M Multizellensystems

Bei der Planung müssen Sie berücksichtigen, welche Ausbaustufe des Multizellensystems Sie installieren, welche Codecs Sie nutzen und welche Rolle ein eingesetztes Gerät hat.

#### Installation

- Kleine Installation: benötigt ein Gerät als Integrator/ DECT-Manager/Basisstation und kann bis zu 10 Basisstationen und bis zu 50 Mobilteile verwalten
- Mittlere Installation: benötigt ein 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. 8

#### 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 Gerät außer einer Basisstation gleichzeitig einen DECT-Manager oder einen Integrator und DECT-Manager beherbergt (→ S. 10).

## 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. 28).
- 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. 23.

- 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. 23).

---

## 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.
- Es wird empfohlen, alle Basisstationen auf der gleichen Höhe zu montieren.
- Die Basisstationen benötigen eine Ethernet-Verbindung zur TK-Anlage, d. h. es muss eine Anschlussmöglichkeit an das LAN vorhanden sein.
- Die Basisstationen 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 einkopeln. Sie sollten einen Mindestabstand von 50 cm einhalten.
- Beachten Sie Sicherheitsabstände bzw. Sicherheitsvorschriften. In explosionsgefährdeten Räumen sind die gegebenen Vorschriften zu beachten.

## Synchronisationsplanung

Basisstationen, die gemeinsam ein DECT-Funknetz bilden, müssen sich untereinander synchronisieren. Dies ist die Voraussetzung für einen reibungslosen Übergang der Mobilteile von Funkzelle zu Funkzelle (Roaming und Handover). Zwischen Zellen, die nicht synchronisiert sind, ist kein Handover möglich.

Die Synchronisation erfolgt normalerweise über die sogenannte Luftschnittstelle (Air Interface), d. h. über das DECT-Funknetz. Dies bedeutet, dass die Signalstärke zwischen benachbarten Basisstationen für die Synchronisation ausreichend sein muss. Der Richtwert dafür beträgt mindestens  $-70$  dBm, kann aber durch Umgebungsbedingungen beeinflusst werden. Weitere Informationen dazu finden Sie im Abschnitt **Grenzwerte festlegen** → S. 28.



Synchronisation bezieht sich auf einen Cluster. Sie können mehrere Cluster einrichten, die nicht untereinander synchronisiert werden, ein Übergang ist dann nicht möglich. Über die Web-Bedienoberfläche ist es möglich, ein Cluster mit einer Basisstation eines anderen DECT-Managers oder außerhalb des Multizellensystems zu synchronisieren.

Basisstationen können auch über LAN synchronisiert werden. Um ein Handover zu ermöglichen, muss auch hier eine Mindest-Signalstärke erreicht werden → S. 12.

Informationen zur LAN-Synchronisation und zur Synchronisation mit Basisstationen anderer DECT-Manager finden Sie in den Erweiterten Informationen des COMfortel WS-500M.

Die Synchronisation über DECT erfolgt im Master-Slave-Verfahren. Dies bedeutet, dass eine Basisstation (Master) den Synchronisationstakt für eine oder mehrere andere Basisstationen (Slaves) vorgibt. Da in einem Multizellen-DECT-Netz in der Regel nicht alle Basisstationen eine ausreichend gute Verbindung zu allen anderen haben, ist es nicht möglich, nur eine Master-Station zu haben und alle anderen als Slave zu konfigurieren. Stattdessen müssen Sie eine Synchronisationshierarchie aufbauen. Diese Hierarchie können Sie mithilfe der Web-Bedienoberfläche konfigurieren.

Bei der Konfiguration ordnen Sie jeder Basisstation eine Stufe in der Synchronisationshierarchie (Sync-Level) zu. Sync-Level 1 ist die höchste Stufe; es gibt sie in jedem Cluster nur einmal. Eine Basisstation synchronisiert sich immer mit einer Basisstation, die einen besseren Sync-Level hat. Sieht sie mehrere Basisstationen mit besserem Sync-Level, synchronisiert sie sich mit der Basisstation, die das stärkste Signal liefert. Sieht sie keine Basisstation mit höherem Sync-Level, kann sie sich nicht synchronisieren. Eine Basisstation zeigt ihren Synchronisationsstatus mit einer Leuchtanzeige (LED) an.

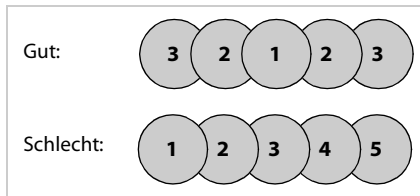
Informationen zur Synchronisation von Basisstationen entnehmen Sie den Erweiterten Informationen für COMfortel WS-500M.



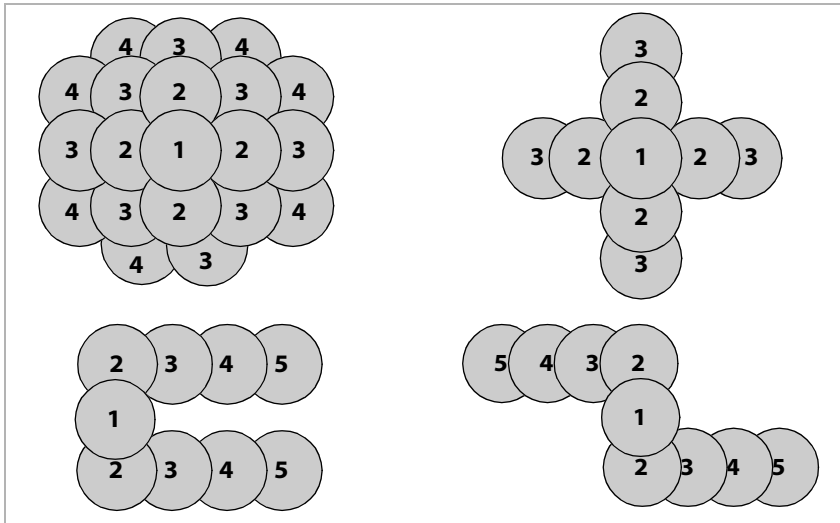
Es ist zu empfehlen, den Basisstationen bereits bei der Planung einen Namen zu geben, der die Lage im Gebäude eindeutig festlegt, und diesen in den Plan einzutragen. Außerdem ist es hilfreich die Zuordnung der Namen zu den MAC-Adressen der Geräte zu dokumentieren.

Dies erleichtert später die Konfiguration der Synchronisationshierarchie in der Web-Bedienoberfläche und die Zuordnung zu den installierten Geräten.

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.



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



## 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 TK-Anlage 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 COMfortel WS-500M ist von verschiedenen Faktoren abhängig → S. 10.

- **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**

Das Verkehrsaufkommen wird in „Erlang (Erl)“ ausgedrückt. Ein Erlang entspricht der dauerhaften vollen Auslastung eines Verbindungskanals in einem bestimmten Zeitraum. Üblicherweise wird Erlang über einen Beobachtungszeitraum von einer Stunde berechnet. Dementsprechend ist die Belegung eines Verbindungskanals über eine Stunde gleich einem Erlang.

Zum Beispiel: Sind bei einer Basisstation dauerhaft alle 8 Verbindungen belegt, so entspricht dies 8 Erl. Ist eine Verbindung 20 Minuten belegt, so entspricht dies 1/3 Erl.

### **Beispielrechnung**

Berechnungsgrundlage:

- Es handelt sich um ein Multizellensystem mit nur einem DECT-Manager. Das DECT-Manager-System beinhaltet keine Basisstation, d. h. es wird als eigenes Gerät 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.
- Das Gesamt-System stellt maximal 60 Verbindungskanäle zur Verfügung.
- Innerhalb von einer Stunde werden 1000 Gespräche à 3 Minuten angenommen. Dabei sind auch andere Verbindungsanforderungen berücksichtigt.

Rechnung:  $1000 \times 3 \text{ min} / 60 \text{ min} = 50 \text{ Erl}$

Für das angenommene Verkehrsaufkommen wären also mindestens 50 Verbindungskanäle, d. h. sieben (6,25) Basisstationen notwendig.

Dies gilt allerdings nur dann, wenn der Service-Grad kleiner als 4 % ist. Bei einem Service-Grad von 4 % benötigen Sie nur 48 Verbindungskanäle, d. h. sechs Basisstationen. Bei einem Service-Grad von 4 % ist es zulässig, dass von den 1000 Gesprächen 4%, das sind 40 Verbindungen, nicht zustande kommen. Es müssen also nur 960 Verbindungen realisiert werden.

Die Rechnung sieht dann also so aus:  $1120 \times 3 \text{ min} / 60 \text{ min} = 48 \text{ Erl}$

Da das Verkehrsaufkommen normalerweise nicht gleichmäßig über das abzudeckende Gelände verteilt ist, muss das Verkehrsaufkommen für jeden Bereich (Büros, Empfang, Hotspots, Treppenhaus, usw) berechnet werden, um so die jeweils notwendige Anzahl von zu installierenden Basisstationen zu ermitteln.

Service-Grad	Gespräche à 3 Min. pro Stunde			
	10	50	100	500
0 %	0,5 Erl	2,5 Erl	5 Erl	25 Erl
2 %	0,49 Erl	2,45 Erl	4,9 Erl	24,5 Erl
4 %	0,48 Erl	2,4 Erl	4,8 Erl	24 Erl

In der Tabelle sehen Sie an einigen Beispiel-Werten die Berechnung des Verkehrsaufkommens in Abhängigkeit von Service-Grad, Gesprächsdauer und Anzahl der Gespräche pro Stunde.

Service-Grad	Gespräche à 15 Min. pro Stunde			
	10	50	100	500
0 %	2,5 Erl	12,5 Erl	25 Erl	125 Erl
2 %	2,45 Erl	12,25 Erl	24,5 Erl	122,5 Erl
4 %	2,4 Erl	12 Erl	24 Erl	120 Erl

Anhand der von Ihnen ermittelten Daten über das Telefonieverhalten erhalten Sie eine realistische Einschätzung Ihres Bedarfs.

### 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. Das Gerät 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.

Bewertung	%	Max. Anzahl von Mobilteilen, die von einer Basisstation bedient werden können	
		bei 8 Verbindungskanälen	bei 5 Verbindungskanälen
gering	ca. 25%	32	20
mittel	ca. 50%	16	10
hoch	ca. 80%	10	6

### 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 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 Reflektion, 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 ausfindig gemacht werden, insbesondere wenn die Empfangsleistung 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. 22)
- ▶ 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.



## Standorte der Basisstationen vorläufig festlegen

Planen Sie nun die Positionen der Basisstationen. Berücksichtigen Sie dabei:

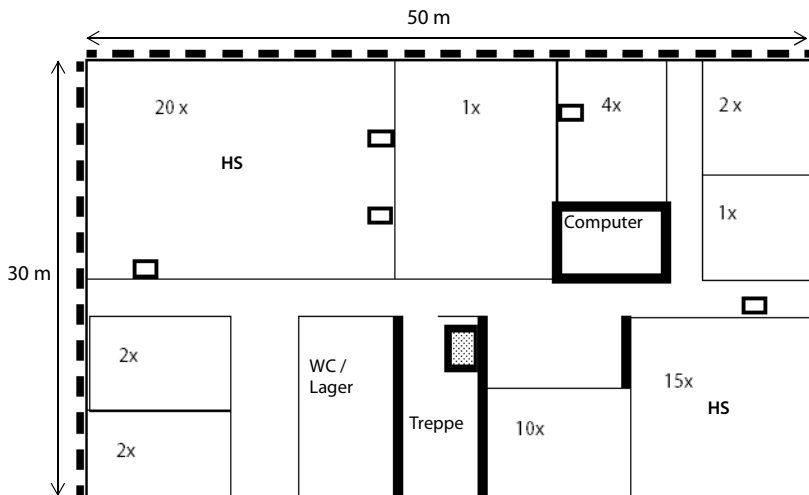
- die Informationen, die Sie bzgl. der Anforderungen an das Telefonnetz gesammelt haben,
- Ihre Synchronisationsplanung,
- die technischen Bedingungen des DECT-Funks.

Erstellen Sie zunächst einen Plan, in den Sie dann die Standorte der Basisstationen eintragen. Gegebenenfalls können Sie dabei auf bereits vorhandene Gebäude- und Versorgungspläne zurückgreifen. Bei sehr großen Gebäuden können Sie eventuell mit Teilgrundrissen arbeiten und die Ergebnisse der Messungen dann in der Auswertung zusammenzuführen.

## Erstellen einer Planungszeichnung

Aus den Informationen, die Sie in der Voruntersuchung bezüglich des Standortes gesammelt haben, erstellen Sie eine Planungszeichnung. Tragen Sie Gebäudemaße, Hotspot-Bereiche und bereits identifizierte mögliche Störquellen ein.

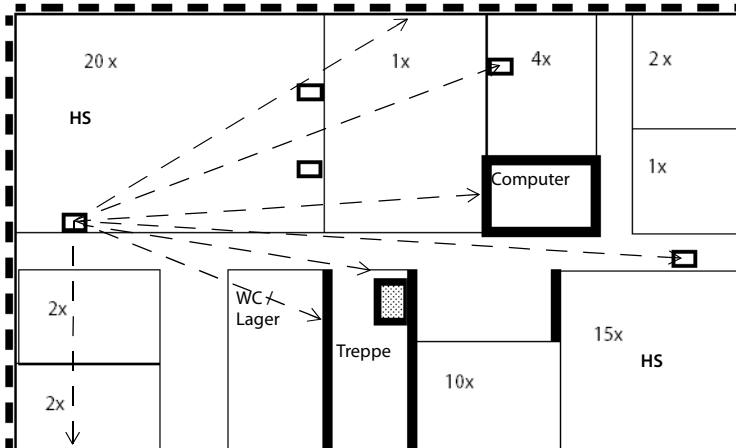
**Beispiel:**



- Die Zahlen in den Räumen geben die gewünschte Anzahl von DECT-Telefonen an.
- Bereiche mit hoher Verkehrsdichte sind als Hotspots (HS) gekennzeichnet.
- Die dick markierten Wände haben eine angenommene hohe Dämpfungswirkung oder es ist mit Reflektionen zu rechnen.
- Die gestrichelten Linien an den beiden Außenwänden kennzeichnen verspiegelte Fenster (mit Metallfolie beschichtet).
- Das Treppenhaus soll durch DECT-Funk abgedeckt werden. Dort befindet sich ein Aufzug.

## Basisstationen im Plan positionieren

Tragen Sie nun die Basisstationen ein.



- Im Beispiel sind fünf Basisstationen vorgesehen.
- Anhand einer Basisstation wird gezeigt, wie Sie mittels Einzeichnen von Ausbreitungsrichtungen für das Funksignal abschätzen können, welche Basisstationen sich noch sehen und in welche Gebäudebereiche das Funksignal reichen könnte.
- Für den Hotspot im Raum oben links wurden zwei zusätzliche Basisstationen parallel vorgesehen.
- Wenn für das Treppenhaus eine vollständige Funkabdeckung gewünscht wird, muss beim Messen geprüft werden, ob hier eine weitere Basisstation montiert werden muss.
- Ebenso muss überprüft werden, ob für den zweiten Hotspot die vorgesehenen Basisstationen ausreichen.

Diese ersten Annahmen überprüfen Sie dann später durch die Messungen (→ S. 27).

# Messung durchführen

Sie haben Folgendes durchgeführt:

- Die Anforderungen an das Telefonnetz ermittelt (→ S. 15),
- die Anzahl der Basisstationen und deren Positionen geplant (→ S. 25) und
- das Mess-Equipment aufgebaut und in Betrieb genommen.

Wenn Sie den Messkoffer verwenden, finden Sie Informationen zur Inbetriebnahme ab → S. 36.

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. 16.

## Hinweise für den Ablauf der Messungen

- Führen Sie zwei verschiedene Messungen durch:
  - Messen Sie die Verbindungsqualität im Funkabdeckungsbereich der geplanten Basisstationen.
  - Messen Sie die Signalstärke 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 den beiden Mess-Mobilteilen prüfen können. Wenn nur eine Person die Messungen durchführt, kann die Verbindungsqualität mit Hilfe eines Testtons der Basisstation überprüft werden (→ S. 45).
- 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 Signalstärke 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.
- Entfernen Sie metallene Gegenstände soweit wie möglich von der Mess-Basisstation, da sie die Messung beeinflussen können.
- 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 Empfangsleistung
- 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.

### Empfangsleistung

Zur Beurteilung der Übertragungsgüte wird die Empfangsfeldstärke gemessen. Die Empfangsleistung (proportional zur Feldstärke) wird in **dBm** am Mess-Mobilteil angezeigt. Eine sehr gute Empfangsleistung 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 anderen Basisstation empfangen muss, damit sie sich synchronisieren kann.



Wenn die Empfangsleistung in bestimmten Bereichen für die Synchronisation über DECT nicht ausreicht, können Basisstationen auch über LAN synchronisiert werden. Allerdings muss auch hier eine Mindest-Empfangsleistung zur Verfügung stehen (→ S. 12).

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

Empfangsleistung	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 Empfangsleistung Störungen auftreten, die die Sprachqualität beeinflussen, z. B. durch Reflexion oder Fremdsysteme.

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

Empfangsleistung	Frame-Qualität	Bewertung der Qualität
-60 dBm	100 %	gut
-60 dBm	99 %	befriedigend
-60 dBm	98 %	ausreichend
-60 dBm	97%	schwach, nicht geeignet!
-60 dBm	96 %	schlecht, nicht geeignet!

---

## Funkbereich der geplanten Basisstationen messen



Die derzeit verfügbaren Ausbaustufen des Multizellensystems unterstützen lediglich die Kombination des Integrators und DECT-Managers in einem einzelnen Gerät. Zusätzliche DECT-Manager werden nicht unterstützt.

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 benachbarte 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. 19). 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.

- 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.

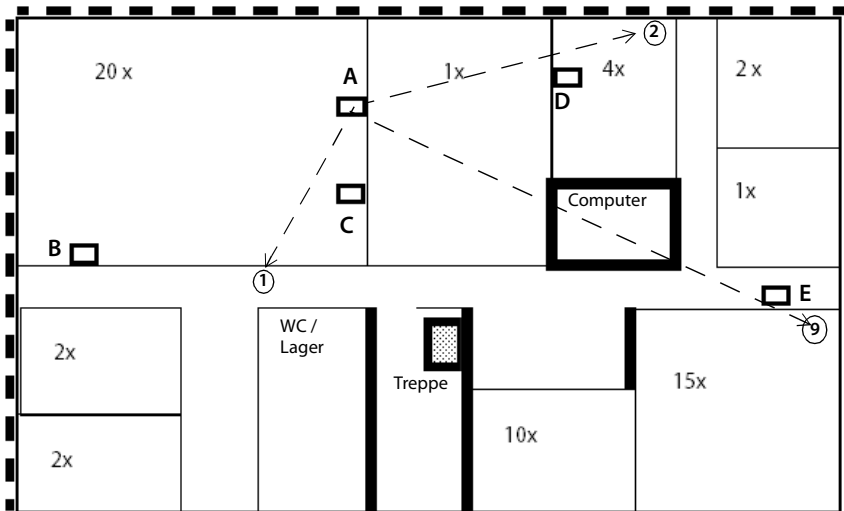
---

### 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 (→ S. 45).
- ▶ 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 %
...	...
...	...
9	-73 dBm / 70 %

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

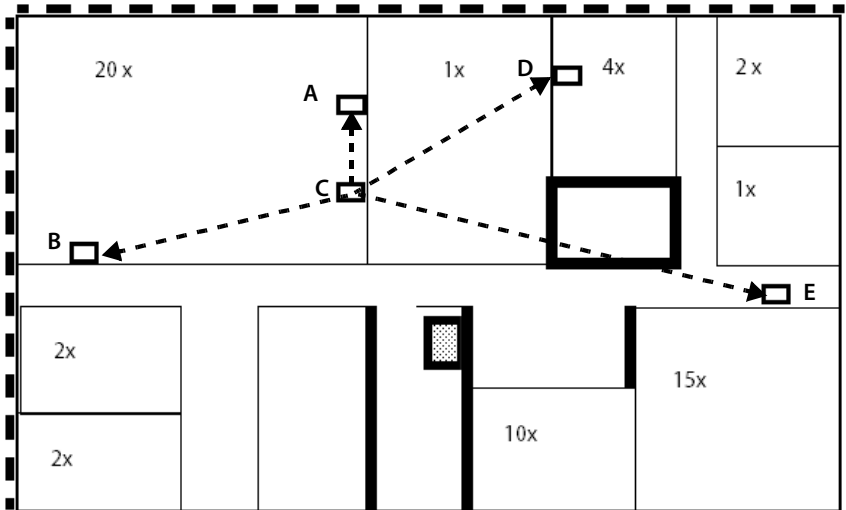
Für die Synchronisation der Basisstationen ist es zwingend erforderlich, dass die Signalstärke zwischen zwei benachbarten Basisstationen nicht unter -70 dBm liegt. Dieser Wert gilt bei guten Umgebungsbedingungen, → S. 28.

Gehen Sie bei den Messungen folgendermaßen vor:

- ▶ Lassen Sie die Mess-Basisstation am letzten Messor 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.	Basisstation A	Basisstation B	Basisstation C	Basisstation D	Basisstation E
A		-52 dBm / 100 %	-40 dBm / 100 %	-58 dBm / 100 %	----
B	-50 dBm / 100 %		-48 dBm / 100 %	----	-70 dBm / 92 %
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 %	

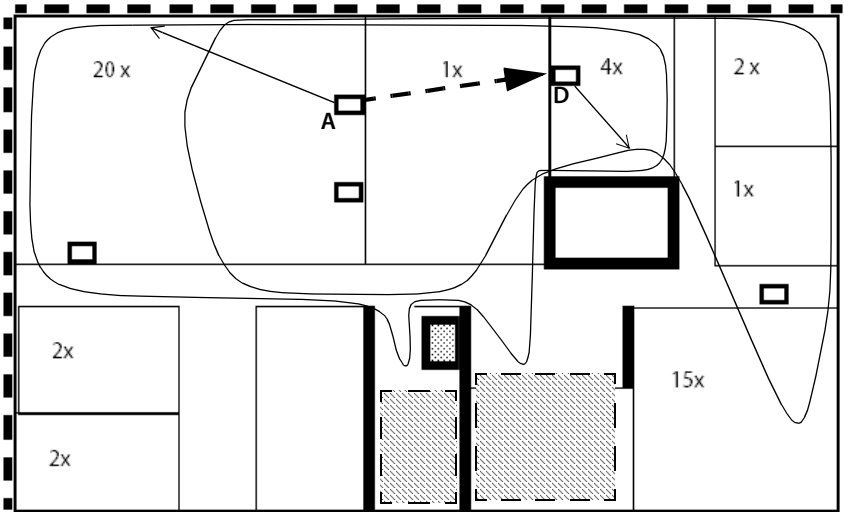
Die Messung ergibt, dass die Signalstärke überall für die Synchronisation ausreicht. Basisstation E empfängt nur Basisstation D in ausreichender Qualität.

Eine sinnvolle Synchronisationshierarchie wäre hier:

- Sync-Level 1    Basisstation C
- Sync-Level 2    Basisstationen A, B und D
- Sync-Level 3    Basisstation E

## Messungen auswerten

Die grafische Darstellung Ihrer Messergebnisse im Grundriss zeigt die Überlappungsbereiche der einzelnen geplanten Basisstationen an.



Im Beispiel sind für die Basisstationen A und D Begrenzungslinien für die Funkabdeckung eingezeichnet. Die Überlappungsbereiche sind für beide Stationen sehr gut, die Synchronisation zwischen A und D ist ebenfalls gewährleistet. Es muss jedoch anhand der Messergebnisse der weiteren Stationen geprüft werden, ob in den schraffierten 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 Betriebsanleitung der Basisstation und des Mobilteils 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 Telefonsystems 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 grafische Darstellungen der Beziehungen zwischen den Basisstationen, der Synchronisations-Level und Informationen zur Qualität der Verbindungen anzeigen lassen.

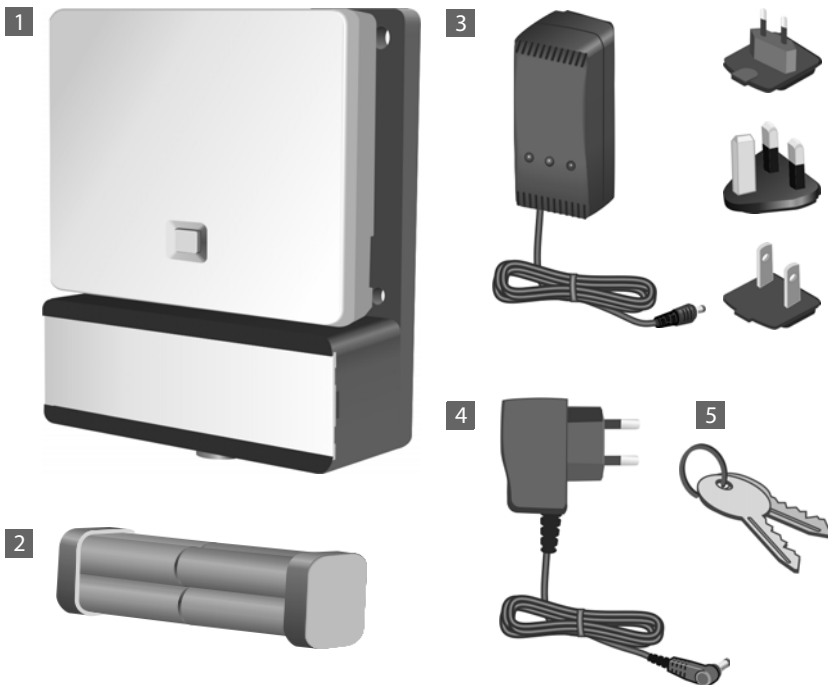
## Arbeiten mit dem COMfortel WS-500M Messkoffer

Der Messkoffer hilft Ihnen bei der Planung und Installation Ihres DECT-Multizellensystems. Es enthält eine Mess-Basisstation, zwei Mess-Mobilteile und weiteres hilfreiches Zubehör zur exakten Bestimmung der DECT-Umgebungsbedingungen für das geplante Netz und wird in einem Koffer geliefert.

Mit den im Koffer enthaltenen Messgeräten können Sie die DECT-Funkabdeckung an Ihrem Standort ermitteln, feststellen wie viele Basisstationen benötigt werden, wo deren optimaler Standort ist sowie Störquellen im Funknetz ausfindig machen.



### Packungsinhalt prüfen



---

## Weiteres empfohlenes Zubehör

### Stativ

Für ein exaktes Messergebnis empfehlen wir, die Mess-Basisstation mit Akkuträger stabil auf ein Stativ zu montieren. Der Basissträger ist dazu mit einem Gewinde ausgestattet. Damit können Sie die Installation einer Basisstation in jeder möglichen Höhe simulieren und Aufbau sowie Reichweite des Netzes kontrollieren.

Das Stativ sollte ein Schraubgewinde haben und auf eine Höhe von 2,50 bis 3,00 m ausgefahren werden können.



---

## Bevor Sie beginnen

Beachten Sie, dass die Messgeräte mit Akkus betrieben werden, die vor Beginn der Messungen aufgeladen sein müssen. Berücksichtigen Sie dies bei Ihrer Zeitplanung.

Für die Mess-Basisstation benötigen Sie acht Akkus, die als Akkupack geliefert werden. Der Koffer enthält ein Ladegerät zum Aufladen des Akkupacks. Die Ladezeit beträgt ca. 3 Stunden.

Für die Mess-Mobilteile benötigen Sie jeweils 2 Akkus. Diese können sowohl in den Ladeschalen als auch in einem handelsüblichen Ladegerät aufgeladen werden. Die Ladezeit in der Ladeschale beträgt ca. 5 Stunden.



Verwenden Sie nur empfohlene aufladbare Akkus (→ S. 50), d. h. auf keinen Fall herkömmliche (nicht wieder aufladbare) Batterien, da erhebliche Gesundheits- und Sachschäden nicht auszuschließen sind. Es könnte z. B. der Mantel der Batterien oder der Akkus zerstört werden oder die Akkus könnten explodieren. Außerdem könnten Funktionsstörungen oder Beschädigungen des Geräts auftreten.

## Mess-Basisstation aufbauen

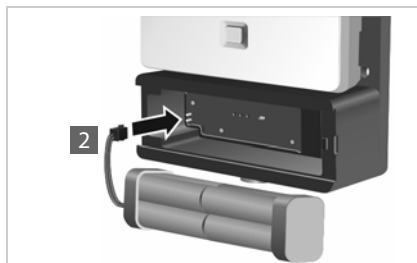
Um beim Messen Bewegungsfreiheit zu haben und nicht von der Erreichbarkeit eines Stromanschlusses abhängig zu sein, betreiben Sie die Mess-Basisstation mit externen Akkus. Dazu enthält der Koffer einen Akkupack mit acht integrierten Akkus und einem Ladegerät.

### Basisträger vorbereiten

- ▶ Entnehmen Sie dem Koffer den Basisträger mit der Mess-Basisstation sowie den Akkupack.
- ▶ Öffnen Sie das Akkufach, indem Sie den Deckel nach links schieben **1**. Überwinden Sie die Sperre am rechten Rand durch leichtes Anheben des Deckels mit dem Fingernagel.

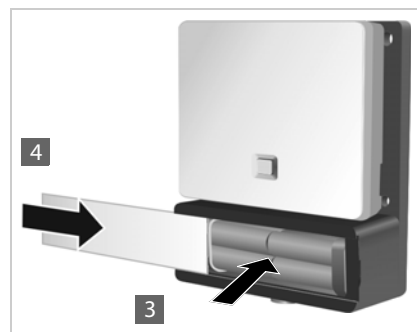


- ▶ Stecken Sie den Stecker am Kabel des Akkupacks auf die beiden Pins auf der linken Seite im Akkufach **2**.



**Achtung:** Der Stecker ist so geformt, dass er nur in richtiger Richtung aufgesteckt werden kann. Gewaltiges Anbringen des Steckers in falscher Position kann die Pins beschädigen und das Gerät unbrauchbar machen.

- ▶ Legen Sie den Akkupack in das Akkufach des Basisträgers **3**.
- ▶ Schieben Sie den Deckel auf das Akkufach **4** bis er einrastet.

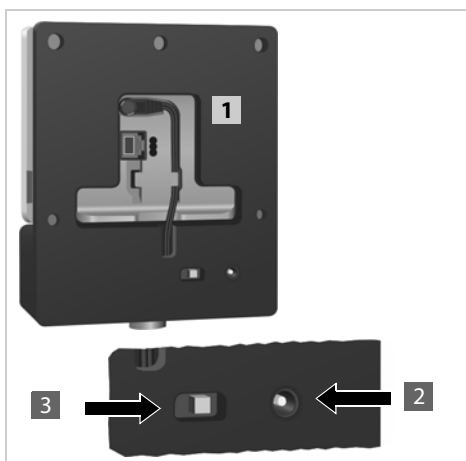


## Akkus aufladen

Die Mess-Basisstation ist über ein Kabel mit der Stromversorgung verbunden **1**.

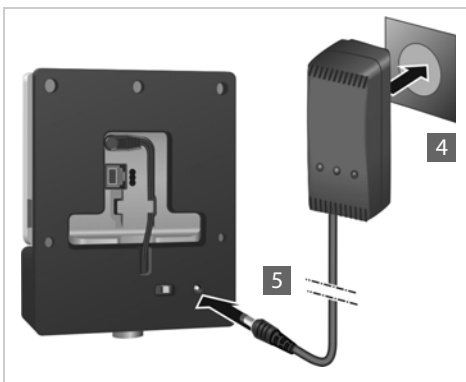
Hinter Öffnung **2** befindet sich die Ladebuchse, hinter Öffnung **3** ein Schalter zum Umschalten zwischen „Betrieb“ und „Laden“.

- ▶ Bringen Sie den Schalter in die Position zum Laden. Schieben Sie ihn dazu in Richtung Ladebuchse.



- ▶ Stecken Sie das Akkuladegerät in eine Steckdose **4**. Ggf. müssen Sie vorher das passende Steckermodul anbringen.

- ▶ Stecken Sie den Stecker des Akkuladegeräts in die Ladebuchse auf der Rückseite des Basisträgers **5**.
- ▶ Laden Sie die Akkus, bis die Ladeanzeige des Ladegeräts leuchtet.
- ▶ Wenn die Akkus aufgeladen sind, ziehen Sie den Stecker des Ladegeräts von der Ladebuchse und bringen Sie den Schalter wieder in die Position „Betrieb“.



Die Mess-Basisstation wird ausreichend mit Strom versorgt, wenn die Leuchtanzeige auf der Vorderseite leuchtet.

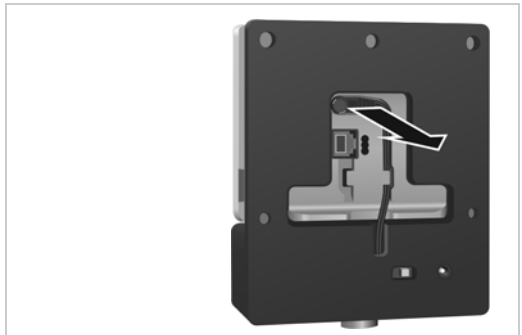
Um Strom zu sparen, stellen Sie den Schalter auf „Laden“, wenn Sie das Gerät nicht brauchen.



## Alternative Stromversorgung

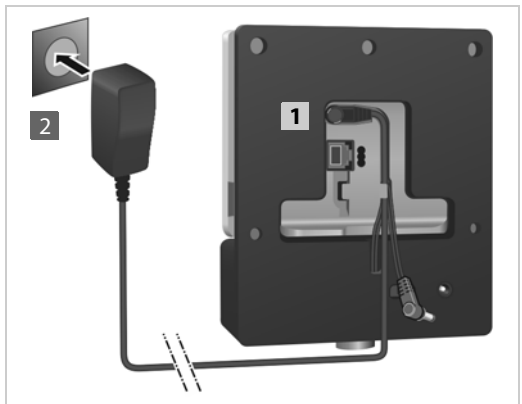
Die Mess-Basisstation wird über den im Akkuträger eingelegten Akkupack mit Strom versorgt. Alternativ können Sie auch eine der folgenden Stromversorgungen verwenden.

- ▶ Ziehen Sie den Stecker des Stromkabels von der Basisstation.



### Anschluss an das Stromnetz

- ▶ Verbinden Sie das Kabel des Steckernetzteil mit dem Stromanschluss an der Mess-Basisstation **1**. Verwenden Sie das mitgelieferte Steckernetzteil (Nr. **4** in der Abbildung auf S. 36).
- ▶ Stecken Sie das Steckernetzteil in eine Stromsteckdose **2**.

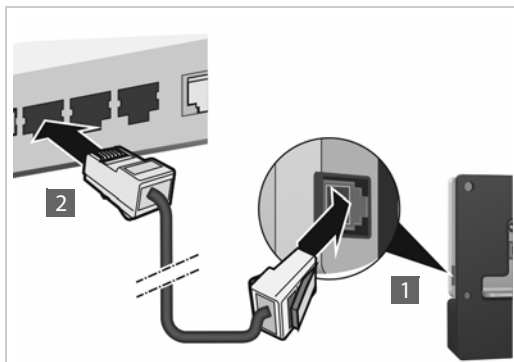




### Anschluss an einen PoE-fähigen Switch (Power over Ethernet)

- ▶ Verbinden Sie den LAN-Anschluss der Mess-Basisstation **1** mit einem Anschluss an einen Ethernet-Switch **2**.

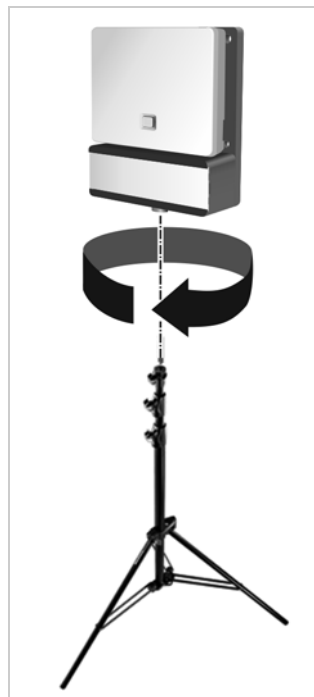
Verwenden Sie dazu ein geschirmtes Ethernet-Kabel.



### Mess-Basisstation auf Stativ montieren

Der Basisträger ist mit einer Halterung für die Montage der Mess-Basisstation an einem Stativ ausgerüstet.

- ▶ Setzen Sie das Gewinde des Akkuträgers auf das Stativ und schrauben Sie den Akkuträger fest.



## Mess-Mobilteil in Betrieb nehmen

- ▶ Entnehmen Sie dem Koffer die Mess-Mobilteile und das Zubehör. Pro Mobilteil erhalten Sie

- 1 eine Ladeschale
- 2 ein Steckernetzteil
- 3 einen Akkudeckel
- 4 einen Gürtelclip
- 5 vier Akkus (AAA), davon 2 als Reserve

Display und Tastatur sind durch Folien geschützt. **Bitte Schutzfolien abziehen!**

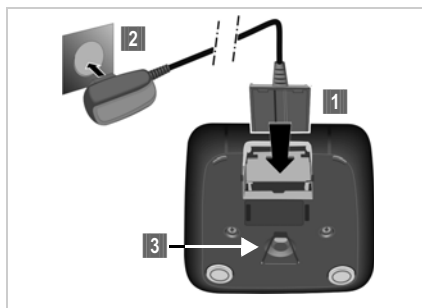


## Ladeschale anschließen

- ▶ Schließen Sie den Flachstecker des Steckernetzteils an der Ladeschale an **1**.
- ▶ Stecken Sie das Steckernetzteil in ein Stromsteckdose **2**.

Falls Sie den Stecker von der Ladeschale wieder abziehen müssen:

- ▶ Drücken Sie auf den Entriegelungsknopf **3** und ziehen Sie den Stecker ab.

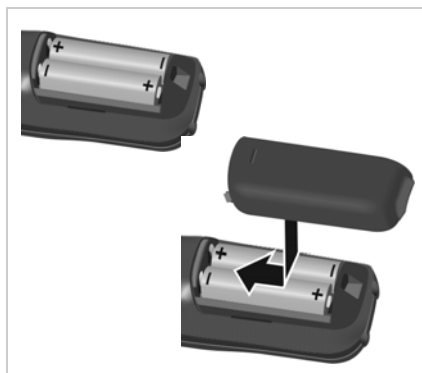


## Akkus einlegen und Akkudeckel schließen

- ▶ Setzen Sie die Akkus richtig gepolt ein. Die Polung ist im bzw. am Akkufach gekennzeichnet.
- ▶ Setzen Sie den Akkudeckel von oben ein.
- ▶ Drücken Sie dann den Deckel zu, bis er einrastet.

Falls Sie den Akkudeckel wieder öffnen müssen, z. B. um die Akkus zu wechseln:

- ▶ Greifen Sie in die Mulde links am Gehäuse und ziehen Sie den Akkudeckel nach oben.



## Erstes Laden und Entladen der Akkus

Eine korrekte Anzeige des Ladezustands ist nur möglich, wenn die Akkus zunächst vollständig geladen und dann entladen werden.

- ▶ Stellen Sie das Mobilteil für 5 Stunden in die Ladeschale.
- ▶ Nehmen Sie das Mobilteil anschließend aus der Ladeschale und stellen Sie es erst dann wieder hinein, wenn die Akkus **vollständig entladen** sind.

Das Mobilteil darf nur in die dazugehörige Ladeschale gestellt werden.



## Anzeige des Akku-Ladezustands im Display

In der rechten oberen Ecke des Displays wird der Ladezustand des Akkus angezeigt:



	leuchtet weiß	über 66 % geladen
	leuchtet weiß	zwischen 34 % und 66 % geladen
	leuchtet weiß	zwischen 11 % und 33 % geladen
	leuchtet rot	unter 11 % geladen
	blinkt rot	Akku fast leer (unter 10 Minuten Betriebszeit)
	leuchtet weiß	Akku wird geladen

## Headset an Mobilteil anschließen

Um die Qualität des von der Mess-Basisstation abgestrahlten Tons zu bewerten, können Sie Headsets an die Mess-Mobilteile anschließen.

Auf der linken Seite des Mess-Mobilteils befindet sich der Anschluss für eines der mitgelieferten Headsets.

Sie haben damit außerdem die Hände frei, um Ihre ermittelten Standorte im Grundriss einzutragen, und Sie können während der Messphase das Display ablesen.

Die Headset-Lautstärke entspricht der Einstellung der Hörer-Lautstärke.



## Mess-Mobilteil bedienen



Dieser Abschnitt beschreibt nur die für die Messung relevanten Funktionen der Mobilteile. Informationen zu den Standard-Funktionen des Mobilteils entnehmen Sie bitte der Bedienungsanleitung zum Gerät. Diese finden Sie auf unserer Internetseite.

Die Mess-Mobilteile

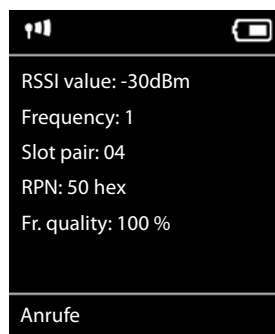
- schalten sich automatisch ein, wenn Sie in die Ladeschale gelegt werden.
- sind bei Auslieferung bereits an der Mess-Basisstation angemeldet.
- sind bei Auslieferung bereits im Messmodus.

### Display im Messmodus

Im Messmodus zeigt das Display die aktuellen Statuswerte der Verbindung zur Basisstation. Die Werte werden in kurzen Zeitintervallen aktualisiert. Dieses Messintervall können Sie ändern (→ S. 47).

### Display im Ruhezustand

Das Display zeigt im Ruhezustand die folgenden Informationen:



Werte zur Bestimmung der Verbindungsqualität:

<b>RSSI value</b>	<b>RSSI-Wert.</b> Empfangsstärke des Signals der Basisstation mit dem besten Empfang in <b>dBm</b> . Akzeptabler Wert: -20 bis -70 dBm. Einheiten für Signalstärke → S. 47.
<b>Fr. quality</b>	<b>Frame-Qualität.</b> Prozentsatz der im letzten Messintervall fehlerfrei empfangenen Pakete. Akzeptabler Wert: 95 – 100 %

Außerdem werden die folgenden Informationen angezeigt:

<b>Frequency</b>	<b>Frequenz.</b> Trägerfrequenz des empfangenen Signals. Wertebereich: 0 – 9
<b>Slot pair</b>	Verwendetes Duplex- <b>Slot-Paar</b> (0 – 11) Zeitschlitz des Empfangskanals, auf dem die Messung durchgeführt wurde. <b>Hinweis:</b> Beim Übergang in den Verbindungszustand wird gelegentlich der Wert 15 angezeigt.
<b>RPN</b>	<b>RPN</b> (Radio Fixed Part Number) Identifikator der Basisstation, mit der das Mobilteil verbunden ist. Der Wert wird im Hexadezimal-Format dargestellt.

Ausführliche Informationen zur Bewertung der Messergebnisse finden Sie im Abschnitt **Grenzwerte festlegen** → S. 28.

## Display nicht im Ruhezustand

-30dBm-1-04-50H-100

Befindet sich das Display nicht im Ruhezustand, zeigt es die Messdaten am oberen Rand an.

---

## Qualität der Verbindung zur Mess-Basisstation prüfen

### Mess-Mobilteile verbinden

Wenn zwei Personen die Messung durchführen, können sie die Sprachqualität prüfen, indem sie ein Verbindung zwischen den beiden Mess-Mobilteilen herstellen.

Die Mobilteile befinden sich im Messmodus im Ruhezustand.



Internen Ruf einleiten.

Interne Rufnummer des anderen Mobilteils über das Tastenfeld eingeben.

oder:



Internen Ruf einleiten.



Mobilteil auswählen. Das eigene Mobilteil ist rechts mit < gekennzeichnet.



Abheben-Taste drücken.

### Alle Mobilteile anrufen



Taste **lang** drücken.

### Test-Dauerton der Basisstation einschalten

Wenn Sie die Messung alleine durchführen, können Sie das Abspielen eines Test-Dauertons veranlassen, um die Verbindung zur Mess-Basisstation von einem Mess-Mobilteil aus zu testen.



Nummernfolge über das Tastenfeld eingeben.



Abheben-Taste drücken.

Die Test-Melodie wird über den Lautsprecher abgespielt. Wenn Sie ein Headset angeschlossen haben, drücken Sie auf die Freisprech-Taste , um die Melodie zu hören.

---

## Mess-Mobilteil ein-/ausschalten

Das Mobilteil wird automatisch eingeschaltet, wenn es in die Ladestation gelegt wird. Dies bedeutet, dass es nach dem Aufladen in der Ladestation eingeschaltet ist.



Im Ruhezustand Ein-/Aus-Taste **lang** drücken (Bestätigungston), um das Mobilteil auszuschalten. Zum Wiedereinschalten Ein-/Aus-Taste erneut **lang** drücken.

---

## Freisprechen ein-/ausschalten

Sie können die Qualität der Verbindung statt über Headset auch über Lautsprecher prüfen.



Freisprech-Taste drücken, um zwischen Hörer- und Freisprechbetrieb zu wechseln.



- ▶ Setzen Sie in diesem Fall die mitgelieferte Kunststoffabdeckung auf die Headsetbuchse. Dies verbessert die Qualität im Freisprechmodus.

## Messmodus aus-/einschalten

Das Mobilteil befindet sich im Messmodus, wenn es eingeschaltet wird.

### Messmodus verlassen

Den Messmodus verlassen Sie, indem Sie das Mobilteil zurücksetzen:

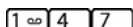
 →  → System → Mobilteil-Reset


### Messmodus über Service-Menü wieder einschalten

Wenn Sie den Messmodus verlassen haben, können Sie ihn über das Service-Menü wieder einschalten. Gehen Sie dazu wie folgt vor:



Ein-/Aus-Taste **lang** drücken, um das Mobilteil auszuschalten.



Tasten **1**, **4** und **7** gleichzeitig drücken und gedrückt halten. Dann Ein-/Aus-Taste  lang drücken.

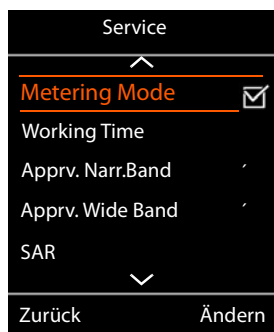


Das Mobilteil befindet sich nun im Service-Modus.



Fünfstellige Service-PIN eingeben. Bei Auslieferung lautet diese 76200.

Das Service-Menü wird geöffnet.



Eintrag **Metering Mode** mit Navigationstaste auswählen.



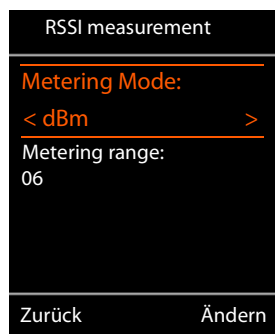
Display-Taste drücken, um den Eintrag zu aktivieren.

Sobald Sie den Messmodus aktiviert haben, wird das Menü **RSSI measurement** geöffnet.

Hier können Sie die Einstellungen für die Maßeinheit und das Messintervall ändern.

## Einstellungen für Messmodus ändern

Im Service-Menü können Sie die Maßeinheit und das Messintervall für den Messmodus ändern.



### Metering Mode (Maßeinheit)

Die Signalstärke (**RSSI value**) wird im Display standardmäßig in dBm angezeigt. Sie können die Signalstärke auch als Prozentwert anzeigen lassen. Dieser repräsentiert die Signalstärke des empfangenen Pakets bezogen auf den maximal möglichen RSSI (100 %).

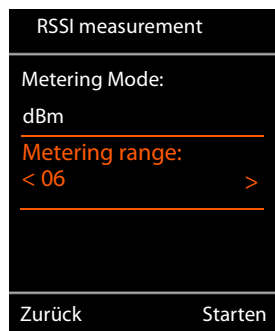


Gewünschte Anzeige der Signalstärke mit Navigations-taste auswählen.

**dBm:** die gemessene Signalstärke wird in dBm angezeigt. Dies ist der voreingestellte und empfohlene Modus.

**%:** die gemessene Signalstärke wird in Prozent vom maximal möglichen RSSI angezeigt

**SEN:** nicht relevant



### Metering range (Messintervall)

Das Messintervall legt fest, in welchen Zeitabständen die Messungen durchgeführt werden.

Wertebereich: 06 – 16 (1,0 s – 2,5 s)

Empfohlener Wert: 16



Gewünschtes Messintervall mit Navigations-Taste auswählen.

### Starten

Display-Taste drücken, um den Messmodus zu aktivieren.

### Zurück

Display-Taste drücken, um das Service-Menü wieder zu verlassen.

Das Mobilteil wird ausgeschaltet. Wenn Sie es wieder einschalten, befindet es sich im Messmodus mit den gewählten Einstellungen.



Änderungen an anderen Einstellungen des Service-Menüs sollten Sie nicht vornehmen.

---

## 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-TK-Anlage (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.

---

# Anhang

---

## Pflege

Wischen Sie das Gerät mit einem **feuchten** Tuch oder einem Antistatiktuch ab. Benutzen Sie keine Lösungsmittel und kein Mikrofasertuch.

Verwenden Sie **nie** ein trockenes Tuch: es besteht die Gefahr der statischen Aufladung.

In seltenen Fällen kann der Kontakt des Geräts mit chemischen Substanzen zu Veränderungen der Oberfläche führen. Aufgrund der Vielzahl am Markt verfügbarer Chemikalien konnten nicht alle Substanzen getestet werden.

Beeinträchtigungen von Hochglanzoberflächen können vorsichtig mit Display-Polituren von Mobiltelefonen beseitigt werden.

---

## Kontakt mit Flüssigkeit

Falls das Gerät mit Flüssigkeit in Kontakt gekommen ist:

- 1 **Das Gerät von der Stromversorgung trennen.**
- 2 Die Flüssigkeit aus dem Gerät abtropfen lassen.
- 3 Alle Teile trocken tupfen.
- 4 Das Gerät anschließend **mindestens 72 Stunden** mit der Tastatur nach unten (wenn vorhanden) an einem trockenen, warmen Ort lagern (**nicht**: Mikrowelle, Backofen o. Ä.).
- 5 **Das Gerät erst in trockenem Zustand wieder einschalten.**

Nach vollständigem Austrocknen ist in den meisten Fällen die Inbetriebnahme wieder möglich.

---

## Technische Daten

---

### Akkus der Mobilteile

Technologie	Nickel-Metall-Hydrid (NiMH)
Größe	AAA (Micro, HR03)
Spannung	1,2 V
Kapazität	700 mAh

Jedes Mobilteil wird mit vier zugelassenen Akkus ausgeliefert.

---

### Betriebszeiten/Ladezeiten der Akkus

Die Betriebszeit Ihrer Geräte ist von Akkukapazität, Alter der Akkus und Benutzerverhalten abhängig. (Alle Zeitangaben sind Maximalangaben.)

### Akkupack für die Mess-Basisstation

Kapazität	2000 mAh
Nutzungszeit	5,8 Stunden
Ladezeit in Ladeschale	3 Stunden

---

# Glossar

## Bandbreite

Die Bandbreite definiert die Größe bzw. Übertragungskapazität eines Übertragungskanals, oder genauer: die Differenz zwischen der niedrigst- und höchstmöglichen Frequenz auf einem Übertragungskanal. Die Bandbreite wird in Hz angegeben. Bei digitaler Datenübertragung bestimmt die Bandbreite die Datenmenge, die innerhalb eines Zeitraums einen Übertragungskanal passieren kann, d. h. die Übertragungsgeschwindigkeit (angegeben in bit/s).

Die Bandbreite, die für die Übertragung der analogen Sprachdaten über ein digitales Übertragungsmedium, wie z. B. dem Internet bei VoIP, verwendet wird, bestimmt die Anzahl der gleichzeitig nutzbaren Kanäle sowie die Qualität der Sprachübertragung. Wie die zur Verfügung stehende Bandbreite für die Übertragung von Sprachdaten genutzt wird, wird durch die Auswahl eines → **Codec** bestimmt. Es stehen Codecs für Breitband-Übertragung bis 64 Kbit/s (→ **Breitband-Modus**) oder Schmalband-Übertragung bis zu 32 Kbit/s (→ **Schmalband-Modus**) zur Verfügung.

## Breitband-Modus

Sprachdaten werden bei VoIP (digitales Übertragungsmedium) im Breitband-Modus oder im → **Schmalband-Modus** übertragen. Im Breitband-Modus steht eine Übertragungsrate oder → **Bandbreite** von 64 Kbit/s zur Verfügung.

Welche Bandbreite für die Übertragung verwendet wird, wird durch die Auswahl eines → **Codec** bestimmt.

## Cluster

Unterteilung eines DECT-Netzes in Gruppen (Subnetze) durch eine zentrale Managementstation (DECT-Manager). Alle Telefone im Netz nutzen die zentralen Funktionen der TK-Anlage (VoIP-Konfiguration, Telefonbücher, ...). Die Basisstationen synchronisieren sich jedoch nur innerhalb eines Clusters, womit ein Handover eines Mobilteils von einem Cluster in einen benachbarten nicht möglich ist.

## Codec

Codec bezeichnet ein Verfahren, das analoge Sprache vor dem Senden über das Internet digitalisiert und komprimiert sowie beim Empfang von Sprachpaketen die digitalen Daten dekodiert, d. h. in analoge Sprache übersetzt. Es gibt verschiedene Codecs, die sich u. a. im Grad der Komprimierung unterscheiden.

Beide Seiten einer Telefonverbindung (Anrufer-/Senderseite und Empfänger-Seite) müssen den gleichen Codec verwenden. Er wird beim Verbindungsaufbau zwischen Sender und Empfänger ausgehandelt.

Die Auswahl des Codec ist ein Kompromiss zwischen Sprachqualität, Übertragungsgeschwindigkeit und benötigter → **Bandbreite**. Zum Beispiel bedeutet ein hoher Komprimierungsgrad, dass die pro Sprachverbindung benötigte Bandbreite gering ist. Er bedeutet aber auch, dass die zum Komprimieren/Dekomprimieren der Daten benötigte Zeit größer ist, was die Laufzeit der Daten im Netz vergrößert und damit die Sprachqualität beeinträchtigt. Die benötigte Zeit vergrößert die Verzögerung zwischen Sprechen des Senders und Eintreffen des Gesagten beim Empfänger.

Die Auswahl des Codecs für die Telefonverbindung beeinflusst also die Sprachqualität und über die verfügbare Bandbreite die mögliche Zahl von nutzbaren Kanälen pro Basisstation.

Codecs im → **Breitband-Modus**

### **G.722**

Sehr gute Sprachqualität. Der Codec G.722 arbeitet bei derselben Bitrate wie G.711 (64 Kbit/s pro Sprachverbindung), aber mit höherer Abtastrate. Damit kann man höhere Frequenzen wiedergeben. Der Sprachklang ist deshalb klarer und besser als bei den anderen Codecs und ermöglicht einen Sprachklang in High Definition Sound Performance (→ **HD-voice**).

### **G.711 a law / G.711 $\mu$ law**

Sehr gute Sprachqualität (vergleichbar mit ISDN). Die erforderliche Bandbreite beträgt 64 Kbit/s pro Sprachverbindung.

Codecs im → **Schmalband-Modus**

### **G.726**

Gute Sprachqualität (schlechter als bei G.711, jedoch besser als die bei G.729). Die erforderliche Bandbreite beträgt 32 Kbit/s pro Sprachverbindung.

### **G.729**

Mittlere Sprachqualität. Die erforderliche Bandbreite ist kleiner gleich 8 Kbit/s pro Sprachverbindung.

### **dBm**

Dezibel (dB) bezogen auf ein Milliwatt (mW)

Maßeinheit für die Sendeleistung.

0 dBm entspricht einer Leistung von 1 mW, größere Leistungswerte haben positive, kleinere negative dBm-Werte. Das Verhältnis von dBm zu mW ist logarithmisch. Eine Erhöhung von 30 dB entspricht einem Anstieg um das Tausendfache.

So entspricht die Leistung von 1 Mikrowatt ( $\mu$ W) -30 dBm, von 1 Nanowatt (nW) -60 dBm und einem PicoWatt (pW) -90 dBm.

### **DCS**

Dynamic Channel Selection / Dynamische Kanalsuche

Ein Verfahren für DECT-Funknetze, womit Basisstationen die Kanäle mit der jeweils besten Verfügbarkeit flexibel ermitteln und auswählen können.

### **DECT**

Digital Enhanced Cordless Telecommunications

Globaler Standard für den schnurlosen Anschluss von mobilen Endgeräten (Mobilteile) an Telefon-Basisstationen.

### **DECT-Manager**

Vermittlungsstation in einem DECT-Multizellensystem. Der DECT-Manager fasst mehrere DECT-Basisstationen zu einem DECT-Netz zusammen.

### **Erlang**

Einheit in der das Verkehrsaufkommen eines Kommunikationssystems gemessen wird. Ein Erlang entspricht der dauerhaften vollen Auslastung eines Nachrichtenkanals in einem bestimmten Zeitraum.

## Frame

Für die Funkübertragung verwendet DECT für jeden Funkkanal ( → **Frequenz**) ein Zeitmultiplex-Verfahren mit einer Rahmenstruktur zur Trennung von Uplink und Downlink. Ein solcher Zeitrahmen (Frame) hat eine Länge von 10 ms und ist in 24 Zeitschlitze (Slot 0 – 23) unterteilt. Die ersten 12 Zeitschlitze sind für den Downlink und die zweiten 12 Zeitschlitze sind für den Uplink vorgesehen. Basisstation und Mobilteil belegen für eine Verbindung jeweils ein → **Slot-Paar**.

## Frame-Qualität

Die Messung der Funkqualität im DECT-Netz wird in definierten Zeitintervallen vorgenommen. Die Frame-Qualität gibt den Prozentsatz der in einem Messintervall fehlerfrei empfangenen Pakete an.

## Frequenz

Für DECT ist in Europa der Frequenzbereich 1880 – 1900 MHz exklusiv zugeteilt. Dieses Frequenzband wird in 10 Trägerfrequenzen (Kanäle) mit einem Kanalabstand von 1728 kHz aufgeteilt, wobei für 0 die höchste und 9 für die niedrigste Frequenz steht.

## Handover

Möglichkeit eines Teilnehmers mit einem DECT-Mobilteil während eines Telefongesprächs oder einer Datenverbindung ohne Unterbrechung dieser Verbindung von einer Funkzelle in eine andere zu wechseln.

## HD-voice

Technologie für außergewöhnliche Klangqualität, bei der der Ton von Telefonaten über das Internet in doppelter → **Bandbreite** (8 kHz) übertragen wird.

## Multizellensystem

DECT-Funknetz, das aus den Funkzellen mehrerer Basisstationen gebildet wird. Ein DECT-Multizellensystem muss als zentrale Station einen → **DECT-Manager** haben.

## RFP

Radio Fixed Part

Basisstationen in einem Multizellen-DECT-Netz.

## RFPI

Radio Fixed Part Identity

Kennung einer Basisstation im Multizellen-DECT-Netz. Sie enthält unter anderem die Nummer (RPN) und eine Kennung des DECT-Managers. Ein Mobilteil erkennt daran, mit welcher Basisstation es verbunden ist und zu welchem DECT-Netz sie gehört.

## Roaming

Möglichkeit eines Teilnehmers mit einem DECT-Mobilteil in allen Funkzellen des DECT-Netzes Anrufe entgegenzunehmen oder einzuleiten.

## RPN

Radio Fixed Part Number

Nummer der Basisstation im Multizellen-DECT-Netz.

## RPP

Radio Portable Part

Mobilteil in einem Multizellen-DECT-Netz.

## RSSI

Received Signal Strength Indication

Indikator für die Empfangs-Feldstärke von Funksignalen.

An den Mess-Mobilteilen wird RSSI als Prozentwert angegeben. In diesem Fall wird die maximal anzunehmende Signalstärke mit 100 % festgelegt. Der Prozentwert repräsentiert dann die Signalstärke des empfangenen Pakets bezogen auf den maximal möglichen RSSI (100 %).

## Schmalband-Modus

Sprachdaten werden bei VoIP (digitales Übertragungsmedium) im Schmalband-Modus oder im → **Breitband-Modus** übertragen. Im Schmalband-Modus steht eine Übertragungsrate oder → **Bandbreite** von bis zu 32 Kbit/s zur Verfügung.

Welche Bandbreite für die Übertragung verwendet wird, wird durch die Auswahl eines → **Codec** bestimmt.

## Slot-Paar

Ein Slot-Paar (0 – 11) identifiziert die Zeitschlitz (Slots) innerhalb eines Zeitrahmens (→ **Frame**), die Basisstation und Mobilteil für ihre Verbindung verwenden. Von den 24 Zeitschlitz (Slot 0 – 23) eines Frames sind die ersten 12 Zeitschlitz für den Downlink und die zweiten 12 Zeitschlitz für den Uplink vorgesehen. Die Zeitschlitz der ersten Hälfte (0-11) und der zweiten Hälfte (12-23) bilden jeweils ein Slot-Paar.

Slot-Paar 4 bedeutet z. B.: die Basisstation sendet im Zeitschlitz 4, das Mobilteil in Zeitschlitz 16 (4+12).

## Zelle

Funkabdeckungsbereich einer Basisstation in einem Multizellen-DECT-Netz.

---

# Stichwörter

---

## A

Akkudeckel, Mobilteil . . . . .	42
Akkufach öffnen . . . . .	38
Akkuladegerät . . . . .	39
Akku-Ladezustand, Mobilteil . . . . .	43
Akkupack	
in Basisträger einlegen . . . . .	38
laden . . . . .	39
Akkus	
in Mobilteil einlegen . . . . .	42
laden . . . . .	40

---

## B

Basisstation . . . . .	5
Ereignisse . . . . .	35
Basisstationen	
Mindestabstand . . . . .	17
Standorte planen . . . . .	25
Basisträger . . . . .	38
Montage auf Stativ . . . . .	41
Baumaterialien	
Reichweitenverlust . . . . .	24
Breitband . . . . .	16
Breitband-Modus . . . . .	51

---

## C

Cluster . . . . .	6, 51
COMfortel WS-500 M Multizellensystem . . . . .	4
COMfortel WS-500M . . . . .	5
Stromversorgung . . . . .	18
COMfortel WS-500M Messkoffer . . . . .	36
COMfortel WS-500M Multizellensystem	
Kapazität . . . . .	16

---

## D

dBm . . . . .	52
DCS (Dynamic Channel Selection) . . . . .	52
DECT (Digital Enhanced Cordless	
Telecommunications) . . . . .	52
DECT-Basisstation . . . . .	5
DECT-Funknetz . . . . .	9
technische Bedingungen . . . . .	17
DECT-Integrator . . . . .	5
DECT-Manager . . . . .	5, 52
Einsatz von mehreren . . . . .	17
DECT-Netz	
planen . . . . .	15
Deployments . . . . .	8
Diagnose . . . . .	35
Diagnose, Basisstationen . . . . .	35
Display	
im Messmodus . . . . .	44
im Ruhezustand . . . . .	44
nicht im Ruhezustand . . . . .	45

Dynamische Kanalsuche (DCS) . . . . .	52
---------------------------------------	----

---

## **E**

Empfangsfeldstärke . . . . .	29
Empfangsleistung . . . . .	28, 29
Grenzwerte . . . . .	29
Erlang . . . . .	21, 52

---

## **F**

Flüssigkeit . . . . .	50
Frame-Qualität . . . . .	44, 53
Freisprechen . . . . .	45
Frequenzbereich . . . . .	53
Funkabdeckung . . . . .	9
optimal . . . . .	9
Funkausbreitung . . . . .	9
Funkreichweite . . . . .	17

---

## **G**

Gebäudebeschaffenheit . . . . .	18
Grade of Service (GoS) . . . . .	21
Grenzwerte . . . . .	28

---

## **H**

Handover . . . . .	6, 53
HD-voice . . . . .	53
Headset	
anschießen . . . . .	43
Hotspot . . . . .	22
Störungen . . . . .	23

---

## **I**

Integrator . . . . .	5
----------------------	---

---

## **K**

Kapazität . . . . .	10
bemessen . . . . .	20
Kontakt mit Flüssigkeit . . . . .	50

---

## **L**

Ladebuchse . . . . .	39
LAN-Synchronisation . . . . .	13, 19
Lastausgleich . . . . .	6

---

## **M**

Materialcharakteristik . . . . .	23
Medizinische Geräte . . . . .	3
Messablauf . . . . .	30
Mess-Basisstation	
auf Stativ montieren . . . . .	41
aufbauen . . . . .	38
Leuchtanzeige . . . . .	39
Mess-Basisstation, Stromversorgung	
über Akkupack . . . . .	39
über PoE . . . . .	41
über Stromnetz . . . . .	40

---



Mess-Equipment	36
Messergebnis	34
Messintervall	47
Mess-Mobilteil	
Akku-Ladezustand	43
Akkus einlegen	42
Akkus laden	43
bedienen	44
ein-/ausschalten	45
Headset anschließen	43
in Betrieb nehmen	42
Ladeschale anschließen	42
verbinden	45
Zubehör	42
Messmodus	
%	47
ddBm	47
Display	44
verlassen	46
wieder einschalten	46
Messprotokoll	31, 33
Messung	
durchführen	27
vorbereiten	15
Mess-Werte	
Anzeige an Mobilteil	44
Mindestabstand	17
Montagehöhe, optimal	18
Montagerichtlinien	18
Multizellensystem	4, 53

---

## P

Packungsinhalt	36
Pflege des Geräts	50
Planungszeichnung	25
PoE (Power over Ethernet)	18, 41

---

## R

Reichweitenverlust	24
RFP (Radio Fixed Part)	53
RFPID (Radio Fixed Part Identity)	53
RFPN (Radio Fixed Part Number)	53
Roaming	6, 53
RPP (Radio Portable Part)	53
RSSI	47
RSSI (Received Signal Strength Indication)	54

---

## S

Schmalband	16
Schmalband-Modus	54
Sendeleistung	
Maßeinheit	52
Service-Grad	21
Service-Menü	46
Service-Modus	46
Sicherheitshinweise	3
Signalstärke	44
Maßeinheit ändern	47

Slot-Paar . . . . .	44, 54
Stativ . . . . .	37
Montage. . . . .	41
Steckernetzgerät . . . . .	3, 40
Störfaktoren . . . . .	23
andere Funknetze . . . . .	24
Hindernisse. . . . .	23
Materialcharakteristik . . . . .	24
Synchronisation. . . . .	19
cluster-übergreifend . . . . .	19
Synchronisationshierarchie. . . . .	19
Sync-Level. . . . .	19

---

**T**

Telefonanlage . . . . .	5
Telefonnetz	
Anforderungen . . . . .	15
Test-Melodie abspielen . . . . .	45
Trägerfrequenz . . . . .	44

---

**U**

Überlappung. . . . .	11
----------------------	----

---

**V**

Verbindungsqualität . . . . .	29
Verkehrsaufkommen	
grob bewerten . . . . .	22
in Erlang bewerten . . . . .	21
VoIP-Telefonanlage . . . . .	4

---

**Z**

Zeitschlitz . . . . .	44
Zelle . . . . .	54