

**Gigaset**pro

# N870 IP PRO

## Multicell System

Instructies voor planning en meting

BECAUSE IT'S YOUR BUSINESS.

# Inhoudsopgave

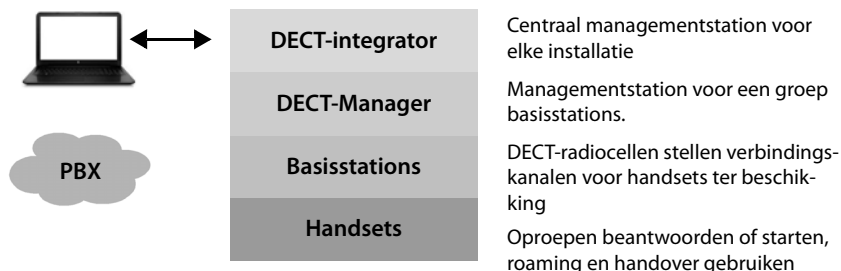
<b>DECT-multicelnetwerk plannen</b> .....	<b>3</b>
Componenten van N870 IP PRO .....	3
N870 IP PRO-installaties .....	5
Clustervorming .....	8
Criteria voor een optimaal DECT-netwerk .....	10
Planning van de synchronisatie .....	15
<b>Projecteren van het DECT-netwerk</b> .....	<b>27</b>
Eisen aan het draadloze telefonienetwerk vaststellen .....	27
Voorwaarden voor het plaatsen van de basisstations .....	28
Locaties van de basisstations voorlopig definiëren .....	36
<b>Meting uitvoeren</b> .....	<b>39</b>
Grenswaarden vastleggen .....	40
Radiobereik van de geplande basisstations meten .....	42
Metingen evalueren .....	47
<b>DECT-installaties in bijzondere omgevingen</b> .....	<b>49</b>
<b>Trefwoordenregister</b> .....	<b>51</b>

## DECT-multicelnetwerk plannen

Dit document beschrijft de noodzakelijke voorbereidingen voor de installatie van een multicel-DECT-netwerk en het uitvoeren van metingen voor het optimaal positioneren van de basisstations. Bovendien bevat dit document technische en praktische achtergrondinformatie.

### Componenten van N870 IP PRO

Het N870 IP PRO is een DECT-multicelstelsel voor het aansluiten van DECT-basisstations op een VoIP-telefooncentrale. Het systeem combineert de mogelijkheden van IP-telefonie met het gebruik van DECT-telefoons.



#### DECT-integrator

Centrale management- en configuratie-eenheid van het DECT-multicelstelsel

De DECT-Integrator

- bevat de centrale databank voor de DECT-deelnemers en basisstations
- biedt een webinterface voor het configureren van het hele DECT-systeem
- geeft toegang tot de configuratie van alle DECT-Managers en hun basisstations.

In kleine en middelgrote installaties bevinden zich de integrator en de DECT-Manager op hetzelfde toestel. Voor grote installaties wordt de integrator als virtuele machine ter beschikking gesteld.

#### DECT-Manager

Management-station voor een groep basisstations. In elke installatie moet ten minste één DECT-Manager worden ingezet.

De DECT-Manager

- beheert de synchronisatie van de basisstations binnen clusters
- fungeert als applicatie-gateway tussen SIP- en DECT-signalering
- regelt het mediapad van de telefooncentrale naar de bijbehorende basisstations

### DECT-basisstations

- vormen de radiocellen van het DECT-telefoonnet.
- verzorgen de mediaverwerking (audiopaden) van handsets rechtstreeks naar de telefooncentrale
- stellen verbindingkanalen voor handsets ter beschikking; het aantal is afhankelijk van verschillende factoren, bijvoorbeeld de toegestane bandbreedte (zie paragraaf **Capaciteit** → pag. 11)

### Handsets

- Per DECT-Manager kan een groot aantal handsets worden aangesloten en kunnen veel DECT-oproepen gelijktijdig worden gevoerd (VoIP-gesprekken, toegang tot telefoonboeken of het Info Center). Informatie over de functies van bepaalde handsets met Gigaset-basisstations vindt u onder [wiki.gigasetpro.com](http://wiki.gigasetpro.com).
- Deelnemers kunnen met hun handset in alle DECT-cellen oproepen beantwoorden of tot stand brengen (**Roaming**) en tijdens een telefoongesprek vrij wisselen van DECT-cel (**Handover**). Handover is alleen mogelijk als de cellen gesynchroniseerd zijn.

### Telefooncentrale

Sluit uw DECT-telefoonsysteem rechtstreeks aan op een VoIP-telefooncentrale, bijvoorbeeld

- eigen telefooncentrale (on-premise-oplossing)
- virtuele telefooncentrale van een externe aanbieder (cloud-oplossing, hosted PBX)
- VoIP-provider

De telefooncentrale

- verzorgt de aansluiting op een openbaar telefoonnet
- verzorgt het centraal beheer van telefoonlijnen, telefoonboeken, voicemails, ...

## N870 IP PRO-installaties

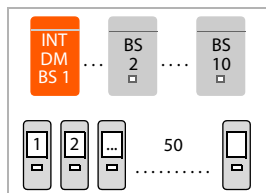
U kunt N870 IP PRO in verschillende configuraties installeren.

### Kleine en middelgrote installaties



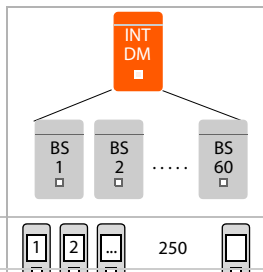
### Kleine installaties

- Integrator, DECT-Manager en een basisstation bevinden zich allemaal op hetzelfde toestel.
- Er kunnen maximaal 9 andere basisstations worden beheerd.
- Er kunnen maximaal 50 handsets worden aangemeld.

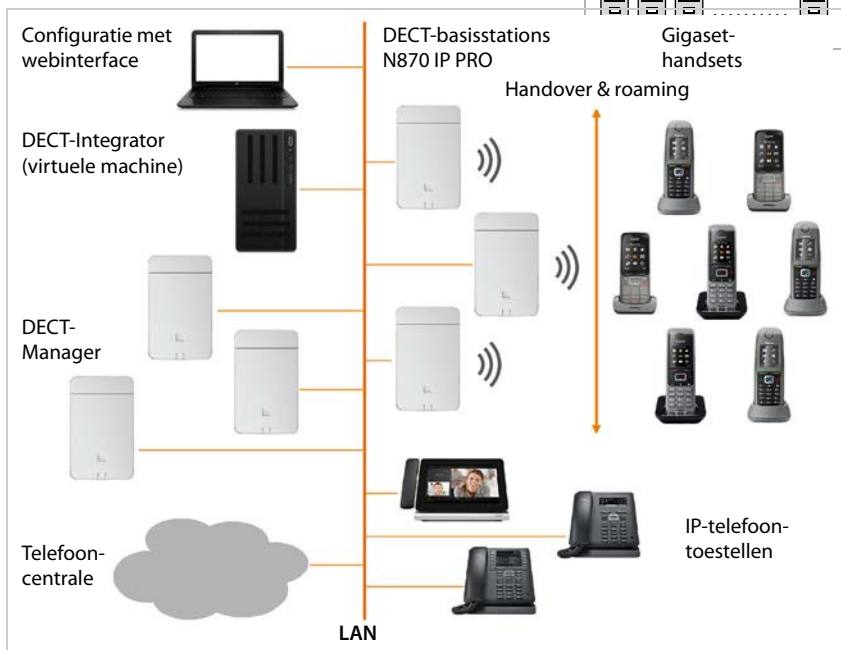


### Middelgrote installaties

- Integrator en DECT-Manager bevinden zich allebei op hetzelfde toestel. In dit toestel moet het basisstation zijn uitgeschakeld door in het toestel de optie "medium" te selecteren.
- Er kunnen maximaal 60 basisstations worden beheerd.
- Er kunnen maximaal 250 handsets worden aangemeld.



### Grote installaties

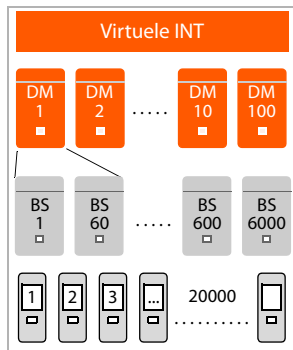


In een grote installatie staat de Integrator als een zelfstandige systeemcomponent ter beschikking. Een Integrator is nodig als:

- het systeem meer dan 250 handsets omvat,
- U meer dan 60 DECT-basisstations nodig heeft,
- U meer dan één DECT-Manager via een webinterface wilt beheren,
- U met de DECT-handsets tussen verschillende DECT-Managers/locaties wisselt

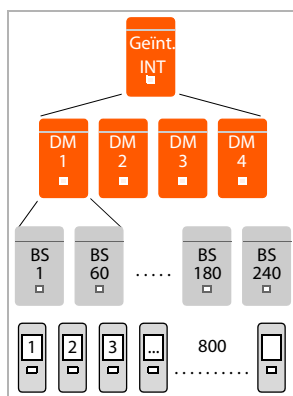
## Virtuele Integrator

- De Integrator staat op een virtuele machine ter beschikking.
- Er kunnen maximaal 100 DECT-Managers worden gebruikt.
- Per DECT-Manager kunnen 60 basisstations worden beheerd, in totaal 6000.
- Er kunnen maximaal 20000 handsets worden aangemeld.



## Rol van het toestel: alleen Integrator (geïntegreerd)

- Er is voor iedere te beheren DECT-Manager een licentie beschikbaar. Het toestel heeft de rol "Integrator".
- Er kunnen maximaal 4 DECT-Managers worden gebruikt.
- Elke DECT-Manager kan maximaal 60 basisstations beheeren, in totaal 240.
- Er kunnen maximaal 800 handsets worden aangemeld.



Meer informatie over de mogelijkheden van de N870 IP PRO alsmede de informatie, configuratie en bediening van de genoemde Gigaset-toestellen vindt u in de betreffende gebruiksaanwijzingen. Deze vindt u op internet onder [wiki.gigasetpro.com](http://wiki.gigasetpro.com).

### Clustervorming

Een cluster bestaat uit een hoeveelheid basisstations van een DECT-Manager die onderling worden gesynchroniseerd om handover, roaming en verdeling van het verkeersvolume mogelijk te maken.

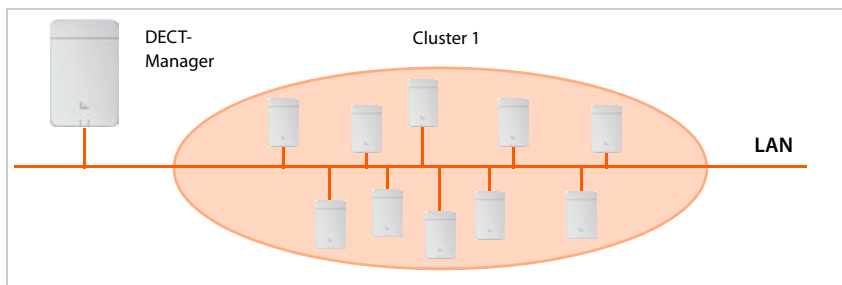
**Handover:** De DECT-verbinding van een handset wordt tijdens een gesprek overgedragen aan een ander basisstation.

**Roaming:** Een handset in de ruststand wordt via een nieuw basisstation met het systeem verbonden.

**Volume-verdeling:** Een DECT-verbinding (voor een telefoongesprek of voor andere administratieve redenen, bijvoorbeeld: het raadplegen van online Contacten, oproepenlijsten e.d.) wordt niet via het actuele basisstation tot stand gebracht dat volledig met actieve DECT- of mediaverbindingen is belast, maar via een aangrenzend basisstation dat over vrije DECT-kanalen voor het tot stand brengen van de nieuwe DECT-verbindingen beschikt. Hoewel handover en roaming mogelijk zijn tussen basisstations van verschillende DECT-Managers, is volumeverdeling alleen binnen het bereik van een DECT-Manager mogelijk.

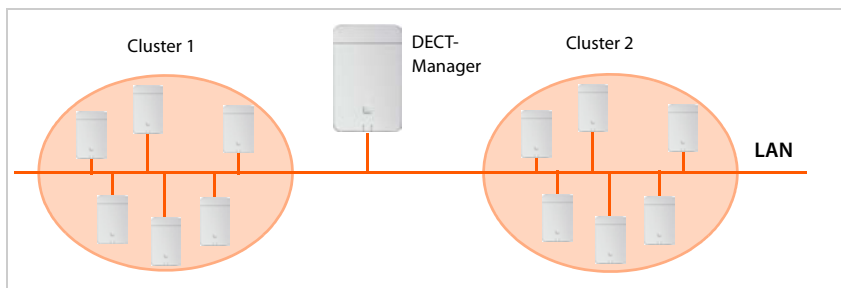
Handover en volumeverdeling zijn alleen mogelijk met basisstations die onderling gesynchroniseerd zijn.

In de regel beheert één DECT-Manager één cluster.



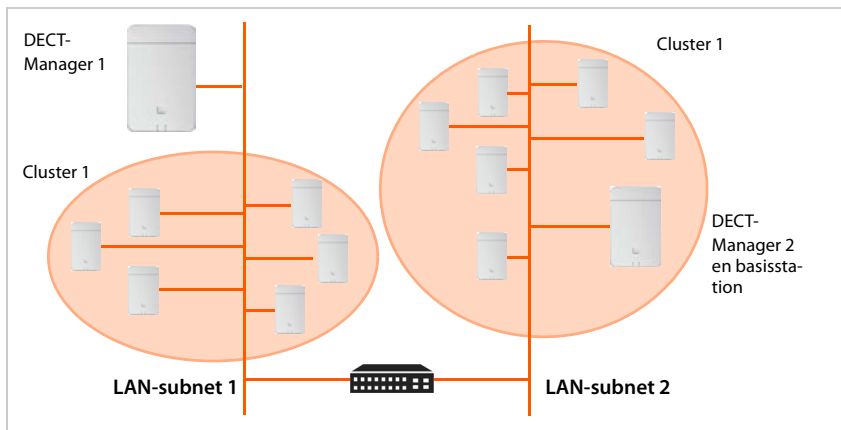
De DECT-Manager is via het lokale netwerk verbonden met de basisstations en de telefooncentrale en is daardoor niet afhankelijk van het DECT-bereik. Basisstations met een grote onderlinge afstand kunnen in verschillende clusters worden gegroepeerd, in zoverre synchronisatie niet of slecht mogelijk is of niet wordt vereist. Alle basisstations van een DECT-Manager moeten deel uitmaken van hetzelfde LAN-subnet van de DECT-Manager.





## Grote installaties

Voor installatie in verschillende LAN-subnetten heeft u meerdere DECT-Managers nodig met een DECT-Manager per subnet. De DECT-Manager-rol kan afhankelijk van de capaciteit van de lokale basis parallel op hetzelfde apparaat zijn geïnstalleerd. U heeft ook meerdere DECT-Managers nodig als u meer dan 250 handsets wilt aansluiten of meer dan 60 verbindingskanalen ter beschikking wilt stellen.



In installaties met meerdere DECT-Managers is handover en roaming tussen basisstations van verschillende DECT-Managers mogelijk als de clusters gesynchroniseerd zijn. Volumeverdeling voor een aangemelde handset van een DECT-Manager die wat betreft het maximaal aantal handsets volledig belast is naar een andere DECT-Manager is niet mogelijk.

Zie ook de aanwijzingen in paragraaf **Grote installaties: gebruik van meerdere DECT-Managers**

→ pag. 29.

## Criteria voor een optimaal DECT-netwerk

Een zorgvuldig gepland DECT-netwerk met voldoende dekking is een voorwaarde om een goede gesprekskwaliteit en voldoende gespreksmogelijkheden voor alle deelnemers in alle gebouwen en andere dekkingsgebieden te kunnen waarborgen.

Het is moeilijk om de radiocondities in een omgeving waar een DECT netwerk moet worden geïnstalleerd vooraf te beoordelen, omdat ze worden beïnvloed door vele omgevingsfactoren. De specifieke omstandigheden ter plaatse kunnen worden bepaald door middel van metingen. Dit resulteert in een betrouwbaar overzicht van de benodigde materialen en de optimale locaties van de basisstations.

Bij de planning van een DECT-netwerk dient rekening te worden gehouden met verschillende aspecten. Bij de beslissing over het totaal aantal benodigde basisstations en hun uiteindelijke locaties dienen de volgende eisen in acht te worden genomen:

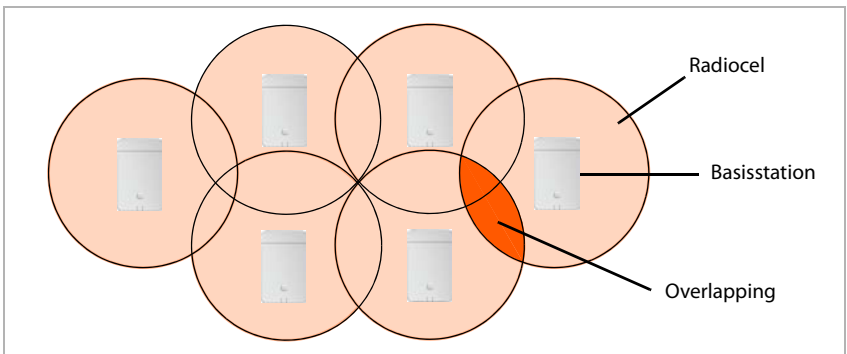
- Voldoende draadloos DECT-bereik voor het volledige gewenste dekkingsgebied, zodat elke deelnemer kan worden bereikt.
- Voldoende radiokanalen (DECT-bandbreedte), met name in de "hotspots" om capaciteitsproblemen te voorkomen.
- Voldoende overlapping van de radiocellen zodat de basisstations onderling kunnen synchroniseren en om de bewegingsvrijheid van de deelnemers tijdens het telefoneren te waarborgen.

## Radiodekking

De keuze van de installatieplekken van de basisstations moet een optimale radiodekking garanderen en een kostengunstige bekabeling mogelijk maken.

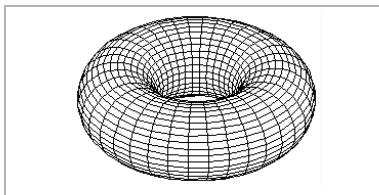
Een optimale radiodekking is gewaarborgd als op alle plekken in het draadloze netwerk de vereiste ontvangstkwaliteit wordt bereikt. Als de kosten hierbij een belangrijke factor zijn, dient dit met een klein mogelijk aantal DECT-basisstations te worden gerealiseerd.

Om het wisselen van de gespreksverbindingen van de ene radiocel naar de andere (handover) probleemloos te laten verlopen, moet er voldoende bereik zijn zodat beide basisstations elkaar goed en betrouwbaar kunnen ontvangen. Om dit te bereiken, moet een minimale kwaliteit voor de ontvangst worden gedefinieerd.



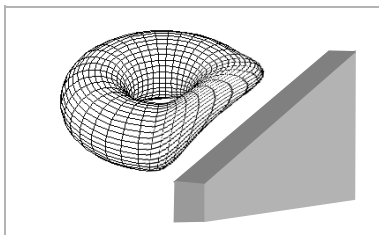
## Draadloos bereik

Het draadloze bereik van een basisstation is onder ideale omstandigheden ringvormig, d.w.z. dat de aangemelde handsets zich in alle richtingen met dezelfde afstand van het basisstation kunnen verwijderen zonder dat het draadloze signaal verloren gaat.



Het draadloze bereik wordt echter door verschillende omgevingsvoorwaarden beïnvloed. Zo kunnen bijvoorbeeld obstakels zoals muren of metalen deuren het draadloze signaal dempen of hun gelijkmatige verspreiding storen.

Onderzoek de actuele omstandigheden waaraan het te installeren netwerk wordt blootgesteld door het draadloze signaal van het meet-basisstation op geschikte locaties te meten.



## Capaciteit

Om de bereikbaarheid van de deelnemers bij grote verkeersvolumes te garanderen, moet de capaciteit van de cellen groot genoeg zijn. Een cel is overbelast zodra per basisstation het aantal benodigde verbindingen groter is dan het aantal mogelijke verbindingen.

Het aantal mogelijke parallele verbindingen is enerzijds afhankelijk van de toegestane codecs die voor de verbindingen kunnen worden gebruikt. Welke codecs toegestaan zijn, kunt u instellen via de webinterface. Anderzijds wordt de capaciteit bepaald door de rol van het toestel. Een Gigaset N870 IP PRO kan alleen als basisstation, als DECT-Manager met basisstation of als integrator met DECT-Manager en basisstation worden ingezet. U dient er bovendien rekening mee te houden, dat een DECT-Manager maximaal 60 verbindingkanalen parallel kan beheren.

Onderstaande tabel geeft het maximaal aantal mogelijke verbindingen weer, afhankelijk van de toegestane codecs en toestelrol.

Toegestane codecs	Alleen BS	BS + DM	Base + DM+ INT
alleen G.711	10	8	5
G.729 en G.711	8	5	5
G.722 en G.729 en G.711	5	5	5

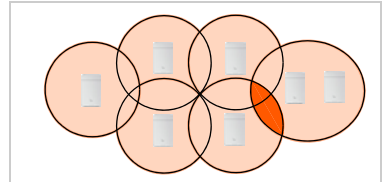
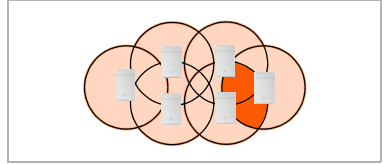


Bij levering zijn in de configuratie alle codecs toegestaan. De breedband-codec G.722 dient echter expliciet te worden ingeschakeld.

## DECT-multicelnetwerk plannen

Er zijn twee strategieën om de capaciteit te verhogen:

- afstand tussen de basisstations verkleinen  
Hierdoor ontstaat een grotere overlapping van de cellen, waardoor de deelnemer toegang krijgt tot de basisstations van de naburige cellen. Dit leidt tot een gelijkmatigere kwaliteit van het draadloze signaal. Bij een reeds bestaand systeem kunnen hierdoor echter aanzienlijke montagekosten ontstaan.
- Parallele basisstations installeren.  
Hierbij blijft de celgrootte vrijwel constant, maar wordt het aantal mogelijk verbindingen verhoogd. Aangezien de basisstations dicht bij elkaar worden geïnstalleerd, zijn de montagekosten gering. Er moet echter een minimale afstand worden aangehouden tussen de basisstations (→ **Technische voorwaarden**, pag. 30).



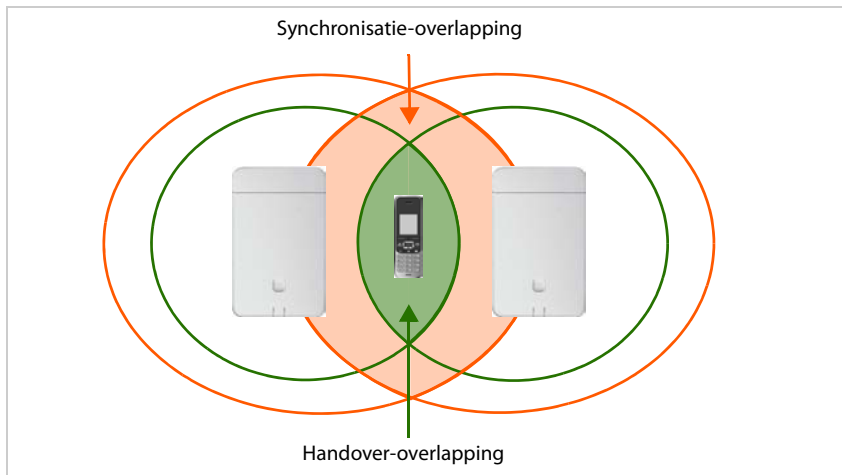
Om de kosten van de apparatuur alsmede de installatie en onderhoud laag te houden, dient het aantal te installeren basisstations zo klein mogelijk te worden gehouden. Desondanks moeten er zo veel als nodig worden geïnstalleerd om de geplande capaciteit en radiodekking te waarborgen.



Als alle verbindingskanalen bezet zijn, wordt via volumeverdeling een ander basisstation gezocht dat een gespreksaanvraag kan overnemen. Volumeverdeling dient echter alleen bij uitzondering te worden gebruikt. Configureer het netwerk zodanig, dat er altijd voldoende verbindingen ter beschikking staan. Installeer bijvoorbeeld in gebieden waar u een groot verkeersvolume verwacht een tweede basisstation.

## Overlapping en synchronisatie

Voor een probleemloze werking in multicel-DECT-netwerken moeten de basisstations onderling kunnen synchroniseren. Voor onderlinge synchronisatie van de basisstations en een probleemloze handover is een overlapping van de radiocellen een voorwaarde.



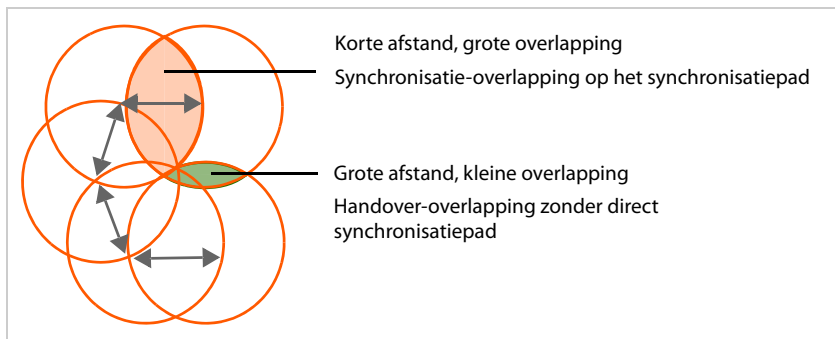
Bij de installatie dient u erop te letten dat de overlappingszones tussen aangrenzende radiocellen voldoende groot zijn.

- Voor de synchronisatie moeten aangrenzende cellen onderling DECT-signalen met een stabiele, goede kwaliteit ontvangen.
- Voor een handover moet een handset een verbinding met voldoende kwaliteit hebben met beide basisstations.

Informatie over de benodigde waarden vindt u in paragraaf **Grenswaarden vastleggen** (→ pag. 40).

Hoe dichter de basisstations bij elkaar worden opgesteld, des te groter is de overlapping. Hierbij moet een compromis worden gemaakt tussen een doordachte dekking van het gebied/terrein en een zo klein mogelijk aantal basisstations.

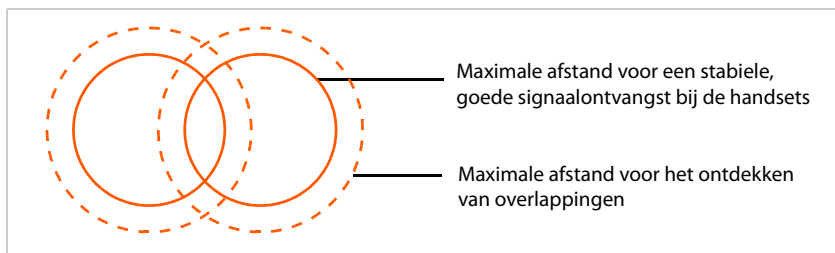
De voorwaarden die voor synchronisatie-overlapping gelden, vereisen een kleinere afstand tussen de basisstations dan bij een handover. Deze strengere eisen zijn echter alleen relevant voor basisstations die zich op het synchronisatiepad bevinden. Aangrenzende basisstations die niet rechtstreeks met elkaar synchroniseren, kunnen op een grotere afstand van elkaar worden geïnstalleerd.



Om de synchronisatiehiërarchie flexibel te houden, bijvoorbeeld als u synchronisatiepaden na de installatie wilt optimaliseren of redundante synchronisatiepaden wilt gebruiken, is het niet aan te raden om korte afstanden alleen voor een synchronisatiepad te plannen. De praktijk leert, dat de pragmatische oplossing daarin bestaat de afstanden zodanig te plannen dat DECT-synchronisatie tussen de meeste aangrenzende basisstations mogelijk is. Natuurlijk is dit ook afhankelijk van de omgevingsvoorwaarden. Zo is er bij dikke plafonds of muren van beton geen rechtstreekse DECT-synchronisatie mogelijk.

### Vereiste overlapping bij LAN-synchronisatie

Als de verbindingkwaliteit in bepaalde gebieden niet voldoende is, dan kunnen basisstations ook via LAN worden gesynchroniseerd. Tussen basisstations die onderling bekabeld zijn, kunnen de afstanden groter en de overlappingszones kleiner zijn. Toch kan ook tussen deze basisstations de afstand niet worden vergroot tot een minimale handover-overlapping. Basisstations moeten in ieder geval de kanalen herkennen die tijdens de dynamische kanaaltoewijzing aan aangrenzende basisstations worden toegewezen. Met andere woorden: de basisstations moeten elkaars DECT signaal kunnen detecteren om te voorkomen dat ze niet beiden via hetzelfde kanaal zenden, zodat bij de handsets geen signaaloverlappingsen van twee basisstations optreden.



Meer informatie over LAN-synchronisatie vindt u in de gebruiksaanwijzing „N780 IP PRO – installatie, configuratie en gebruik“

## Planning van de synchronisatie

Basisstations die samen een draadloos DECT-netwerk vormen, moeten zich onderling kunnen synchroniseren. Dit is een voorwaarde voor een probleemloze overgang van de handsets van de ene radiocel naar de andere (handover). Tussen niet gesynchroniseerde cellen is geen handover en geen (over)volumeverdeling mogelijk. Bij het uitvallen van de synchronisatie neem het basisstation geen oproepen meer aan als alle lopende oproepen die via het niet gesynchroniseerde basisstation worden gevoerd zijn beëindigd. Vervolgens wordt het niet gesynchroniseerde basisstation opnieuw gesynchroniseerd.

Basisstations kunnen "over the air" (met andere woorden via DECT) worden gesynchroniseerd. Als de DECT-verbinding tussen bepaalde basisstations niet betrouwbaar genoeg lijkt, kan synchronisatie ook via LAN plaatsvinden. Om de synchronisatieplanning uit te voeren, heeft u een cluster-plan nodig met de synchronisatie-levels voor elk basisstation.

De synchronisatie binnen een cluster vindt volgens het master-slave-principe plaats. Dit houdt in dat een basisstation (synchronisatie-master) de synchronisatiecyclus voor één of meerdere basisstations (synchronisatie-slaves) definieert.

Die synchronisatie vereist een synchronisatiehiërarchie met de volgende criteria:

- 1 In de hiërarchie moet een unieke, gemeenschappelijke bron voor de synchronisatie aanwezig zijn (synchronisatie-level 1).
- 2 Bij de synchronisatie via LAN zijn slechts twee levels noodzakelijk (LAN-master en LAN-slave).
- 3 Bij DECT-synchronisatie zijn gewoonlijk meer dan twee levels en precies één hop vereist, aangezien de meeste basisstations het DECT-signaal niet van de stambron van de synchronisatie (synchronisatie-level 1) kunnen ontvangen. Het DECT-signaal dat de synchronisatie van de referentie-timer ter beschikking stelt, wordt in de vorm van een ketting van meerdere basisstations doorgestuurd, totdat uiteindelijk het laatste basisstation in een synchronisatieketting wordt gesynchroniseerd.
- 4 Het aantal hops op een willekeurige tak van de DECT-synchronisatieboom moet zo klein mogelijk worden gehouden, aangezien elke hop synchronisatiefouten in de tijdsynchronisatie kan veroorzaken, waardoor de kwaliteit van de synchronisatie verminderd wordt.

### Voorwaarden voor de synchronisatie (DECT en LAN)

- N870 IP PRO Toestellen moeten met de juiste kabels worden aangesloten op een 100 Mbit/s-switch-port. De switch-port moet het volgende ondersteunen:
  - Multicast/Broadcast-berichten,
  - PoE IEEE 802.3af < 3,8 W (Class 1),
  - VLAN-tagging.
- Het is aan te raden om VLAN-verbindingen naar andere netwerkapparatuur te verbreken.
- Het wordt aanbevolen om Quality of Service-mechanismen in te schakelen.
- De DECT-Manager en alle basisstations moeten zich in hetzelfde layer-2-segment bevinden.

## DECT-synchronisatie

Om DECT-synchronisatiesignalen van basisstation A door te sturen naar basisstation B moet basisstation B de signalen van basisstation A met voldoende signaalkwaliteit kunnen ontvangen.

Dit betekent dat de signaalsterkte tussen aangrenzende basisstations voldoende moet zijn voor de synchronisatie. De richtwaarde bedraagt minimaal -65 dBm, maar kan echter door omgevingsfactoren worden beïnvloed. Zie voor meer informatie over dit onderwerp paragraaf **Grenswaarden vastleggen**, → pag. 40.



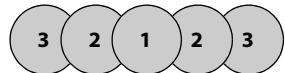
De DECT-Manager en de basisstations moeten verbonden zijn met hetzelfde Ethernet resp. met hetzelfde virtuele LAN en een gemeenschappelijk broadcast-domein gebruiken.

Een basisstation kan zichzelf met elk basisstation op een hoger synchronisatie-level synchroniseren. Dankzij het synchronisatie-level-concept kunnen basisstations automatisch het meest geschikte basisstation (met een lager synchronisatienummer) selecteren, waarvan synchronisatiesignalen worden ontvangen. Daarnaast garandeert het een strikt beperkt aantal hops via een willekeurige tak van de synchronisatieboom en verhindert kringen tussen automatisch geoptimaliseerde synchronisatiekettingen.

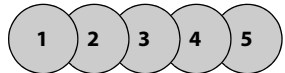
Wijs aan elk basisstation tijdens de configuratie een level in de synchronisatiehiërarchie toe (synchronisatie-level). Synchronisatie-level 1 is het hoogste level. Dit is het level van de synchronisatiemaster; het is binnen elke cluster slechts eenmaal aanwezig. Een basisstation synchroniseert zichzelf altijd met een basisstation dat een hoger synchronisatie-level bezit. Als het meerdere basisstations met een hoger synchronisatie-level ziet, dan synchroniseert het zich met het basisstation dat de beste signaalkwaliteit levert. Als het geen basisstation met een hoger synchronisatie-level ziet, dan is synchronisatie niet mogelijk.

Let er bij de planning van de synchronisatie op, dat de afstand tot het basisstation met sync-level 1 vanaf alle zijden zo kort mogelijk is, d.w.z.: zo weinig mogelijk niveaus. Wijs daarom aan het basisstation dat zich in het midden van uw DECT-netwerk bevindt sync-level 1 toe.

Goed:

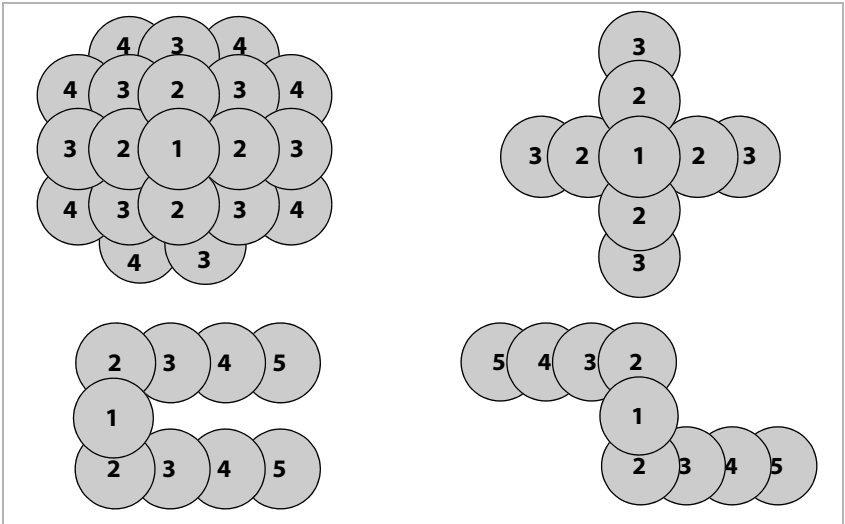


Slecht:



Afhankelijk van de topologie van uw DECT-netwerk kan uw synchronisatiehiërarchie er bijvoorbeeld als volgt uitzien:





**Samenvatting:** houd bij DECT-gebaseerde synchronisatie rekening met de volgende regels.

- In een cluster kan slechts één level 1 bestaan.
- Een basisstation kan zichzelf met elk basisstation met een hoger synchronisatie-level synchroniseren.
- DECT-Manager en basisstations moeten verbonden zijn met hetzelfde Ethernet resp. virtuele LAN die een gemeenschappelijk broadcast-domein gebruiken.
- Gebruik zo min mogelijk DECT-levels als mogelijk.
- Over het hele synchronisatiepad moet voldoende signaalkwaliteit (-65dBm en 98% frame quality) tussen de basisstations gewaarborgd zijn.
- Om redundantieredenen moet uw planning meerdere synchronisatiepaden bevatten.

## LAN-synchronisatie op het synchronisatiepad

Als de DECT-verbinding tussen de basisstations niet voldoende betrouwbaar lijkt om continu een stabiele draadloze synchronisatie via DECT te waarborgen, bijv. vanwege tussenliggende ijzeren deuren of brandmuren, kunt u kiezen voor LAN-synchronisatie. In dit geval fungeert het basisstation met het hogere synchronisatie-level als LAN-master, het basisstation met het lagere synchronisatie-level als een LAN-slave. Een basisstation moet expliciet als LAN-master zijn gedefinieerd.

Voordelen van de LAN-synchronisatie ten opzichte van DECT-synchronisatie:

- Meer flexibiliteit bij het plaatsen van de basisstations, aangezien er geen synchronisatiekettingen tot stand hoeven te worden gebracht.
- Er zijn minder basisstations nodig, omdat het overlappingsbereik van de basisstations kleiner is. Het overlappingsbereik voor de handover van de handsets kan kleiner zijn, aangezien aangrenzende basisstations elkaar niet met stabiele, foutvrije kwaliteit hoeven te ontvangen. Voor de procedure van de dynamische kanaalselectie moeten zich echter onderling kunnen herkennen/ontvangen.

## DECT-multicelnetwerk plannen

- De configuratie van het systeem is eenvoudiger, aangezien alle basisstations op een synchronisatie-master kunnen worden gesynchroniseerd.

### Eisen

#### Eisen aan het netwerk:

- De N780 IP PRO-apparaten moeten met de juiste kabels worden aangesloten op een switchport met minimaal 100 Mbit/s.
- Voor een alternatieve externe stroomvoorzorging geldt: PoE IEEE 802.3af < 3,8 W (class 1).
- De DECT-Manager en al zijn basisstations moeten zich in hetzelfde layer-2-segment bevinden (gemeenschappelijk broadcast-domein).

#### Voorwaarden voor LAN-synchronisatie

- Een zo klein aantal switch-hops tussen master- en slave-basisstations.
- Gebruik voor de interne en uplink-transmissie Enterprise-class-switches  $\geq 1$  Gbit/s.
- VLAN-gebaseerd QoS kan helpen om afwijkingen bij de pakketvertraging te minimaliseren. Switch-Port-gebaseerd VLAN kan het gegevensverkeer van basisstations isoleren van gegevensverkeer van andere toestellen.
- DSCP (Differentiated Services Codepoint) gebaseerd op QoS zou nog efficiënter kunnen zijn. DSCP-tagging:

Sync per LAN:	PTPv2, DLS (propriëtair): DSCP=CS7=56	
RTP:	DSCP=EF=46	
SIP:	DSCP=AF41=34	

- Synchronisatie via LAN maakt intensief gebruik van IP-Multicasts, die door de switches moeten worden ondersteund.

Doeladressen en poorten voor Multicast:

PTPv2:	224.0.1.129	UDP via de poorten 319/320
Propriëtair DLS-protocol:	239.0.0.37	UDP via de poorten 21045/21046

Gecascadeerde switches hebben voor deze multicast-pakketten uplink-switching nodig om LAN-synchronisatie tussen clusters mogelijk te maken. Anders moet u geïsoleerde LAN-sync-clusters configureren, die via DECT worden gesynchroniseerd.

- IGMP-snooping wordt ondersteund en moet door de switch worden ondersteund om de multicast-verdeling te configureren en te beperken tot de LAN-synchronisatie van de basisstations.

### Afwijkingen in nauwkeurigheid bij de pakketvertraging (Packet Delay Jitter)

Voor een succesvolle synchronisatie via LAN is het essentieel om de afwijkingen in nauwkeurigheid bij de pakketvertraging (Packet Delay Jitter) zo klein mogelijk te houden. Aangezien meerdere LAN-transmissieparameters invloed kunnen hebben op de pakketvertraging en hun jitter, zijn speciale switches nodig en mag een maximaal aantal switch-hops niet worden overschreden om een voldoende lage pakketvertraging-jitter te waarborgen.

Neem hierbij het volgende in acht:

- Hoe minder switch-hops, des te kleiner de pakketvertraging en de bijbehorende jitter.
- Hoe hoger de bandbreedte resp. de kwaliteit van de toegepaste switches wat betreft de pakketvertraging en de bijbehorende jitter, des te kleiner zijn de pakketvertraging en de pakketvertraging-jitter.

- Verbeterde pakketverwerkingslogica (zoals L3-switching of pakketinspectie) kan de resulterende pakketvertraging-jitter aanzienlijk belemmeren. Indien mogelijk, dienen deze voor Gigaset N870 IP PRO basisstations uitgeschakeld te worden die met switch-ports zijn verbonden.
- Een duidelijk verhoogd gegevensverkeersvolume van een switch in de buurt van de maximale doorvoer kan de pakketvertraging-jitter aanzienlijk negatief beïnvloeden.
- Een VLAN-gebaseerde priorisering van LAN-pakketten kan een nuttige maatregel zijn voor het minimaliseren van pakketvertragingen en hun jitter voor Gigaset N870 IP PRO basisstations.

### Cluster-selectieve LAN-synchronisatie

LAN-synchronisatie bestaat uit twee niveaus:

- Standaard-PTP dat binnen een Multicast-IP-domein door alle DECT-Managers wordt gedeeld (cluster-nummers 1-c tot en met 7-c)
- Propriëtair DLS (DECT over LAN Sync), dat de clusters geïsoleerd binnen een DECT-manager synchroniseert (cluster-nummers 8-i tot en met 15-i)

#### Cluster-nummers van 1-c tot en met 7-c

- Vormen een gezamenlijk PTP-synchronisatiedomein
- Een DECT-Manager kan in meerdere DLS-domeinen (clusters) worden opgedeeld:
  - Maximaal één LAN-master per cluster
  - Opdelen in clusters voor LAN-synchronisatie is binnen een DECT-Manager mogelijk
  - Dit geldt ook voor DECT-synchronisatie
- DLS-Sync-Master en slave zorgen voor passende DECT-Managers en cluster-nummers
- Per DECT-Manager zijn meerdere DLS-domeinen als DECT-Manager-cluster mogelijk
- Interne DM-LAN-synchronisatie is alleen met het passende cluster-nummer mogelijk (onafhankelijk van het PTP-domein)

#### Cluster-nummers van 8-i tot en met 15-i

- Vormen een geïsoleerd PTP-synchronisatiedomein voor elk van deze cluster-nummers
- DECT-Managers kunnen in meerdere DLS-domeinen (clusters) worden opgedeeld:
  - Maximaal één LAN-master per cluster
  - Opdelen in clusters voor LAN-synchronisatie is binnen een DECT-Manager mogelijk
  - Dit geldt ook voor DECT-synchronisatie
- DLS-Sync-Master en slave zorgen voor passende DECT-Managers en cluster-nummers
- Per DECT-Manager zijn meerdere DLS-domeinen als DECT-Manager-cluster mogelijk
- Interne DM-LAN-synchronisatie is alleen met het passende cluster-nummer mogelijk (onafhankelijk van het PTP-domein)

Een cluster die een geïsoleerd PTP-domein vormt, moet over een eigen LAN-master beschikken.

DECT-Managers die een gemeenschappelijk, via LAN gesynchroniseerd domein vormen, moeten een cluster-nummer van het gemeenschappelijk domein (1..7) gebruiken of een identiek cluster-nummer van het geïsoleerde domein (8..15).

DECT-Managers die verschillende PTP-domeinen gebruiken (cluster-nummers 8..15) kunnen niet worden gesynchroniseerd met een overkoepelende LAN-synchronisatiereguleer voor alle DECT-Managers (referentie = **LAN-master van DM x**), maar alleen met een overkoepelende DECT-synchronisatiereguleer voor alle DECT-Managers.

## DECT-multicelnetwerk plannen

Het aspect van de cluster-nummers voor de vermelde PTP-domeinen is alleen voor LAN-master- en LAN-slave-basisstations relevant. Afgezien van de identificatie van de verschillende clusters spelen de cluster-nummers geen rol van betekenis voor de DECT-synchronisatie.

### Acceptabele afwijkingen in nauwkeurigheid (jitter) in het netwerk voor LAN-synchronisatie

De LAN-synchronisatie is gebaseerd op een structuur met twee niveaus:

- Er wordt een native PTPv2 gebruikt om voor alle betrokken basisstations een gemeenschappelijke referentie-timer te realiseren.

De referentiewaarde voor de doelkwaliteit bij het aanbieden van een toereikende PTP-synchronisatie langs de basisstations is een **PTP-afwijking < 500 ns** (rms). Voor deze PTP-synchronisatie worden enkele kleine afwijkingen > 500 ns geaccepteerd. Ze kunnen eerste waarschuwingen genereren. Als de afwijking voor PTP-synchronisatiepakketten de grens van 500 ns doorlopend overschrijdt, geldt de PTP-synchronisatie als onderbroken. Er wordt een nieuwe start-synchronisatieprocedure gestart.

- Gebaseerd op de PTP-synchronisatie stellen LAN-master en LAN-slave hun DECT-referentie-timer op een gemeenschappelijke tijdafstand ten opzichte van de algemene PTP-referentie-timer in. Deze gemeenschappelijke offset wordt door middel van propriëtaire communicatie continu bewaakt.

De referentiewaarde voor de doelkwaliteit van dit synchronisatie-level wordt bepaald door het controleren van de referentie-timer-afwijking van de synchronisatiepakketten van deze DECT-referentie-timer: **DECT-LAN-synchronisatie-afwijking kleiner dan 1000 ns**. Een goede gemiddelde waarde is 500 ns (rms).

Om aan deze criteria te voldoen, hoeven de switches zelf niet per se PTP-compatibel te zijn. In het netwerk moeten echter bovengenoemde richtlijnen in acht worden genomen.



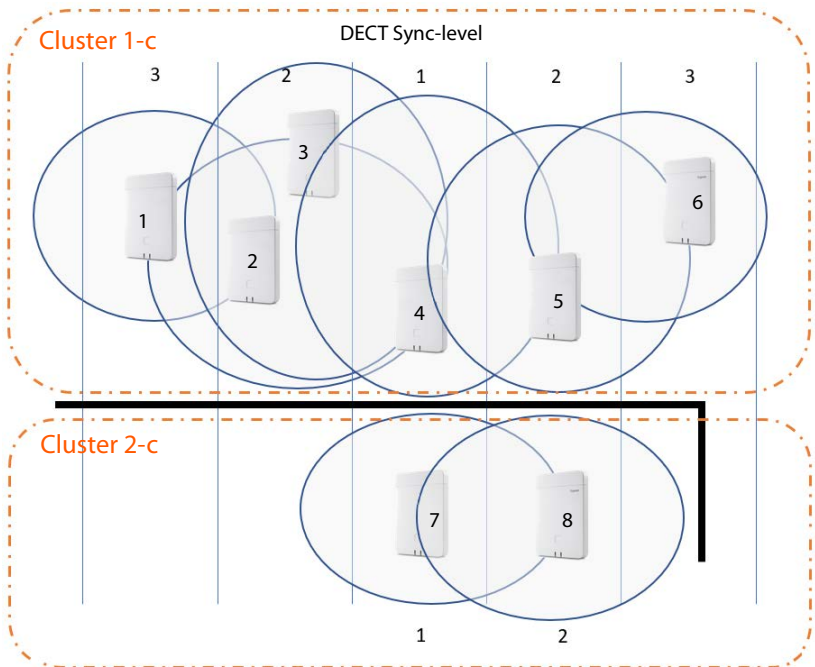
Meer informatie over PTP vindt u onder [wiki.gigasetpro.com](http://wiki.gigasetpro.com).

## Voorbeeldscenario's voor kleine/middelgrote systemen (clusters met één DECT-Manager)

Synchronisatie voor handover tussen basisstations in een cluster die door een DECT-Manager worden beheerd, worden met de webconfigurator via het beheer van de basisstations geconfigureerd. Onderstaand worden enkele voorbeeldscenario's beschreven. Voor meer informatie zie het N780 IP PRO beheerdershandboek.

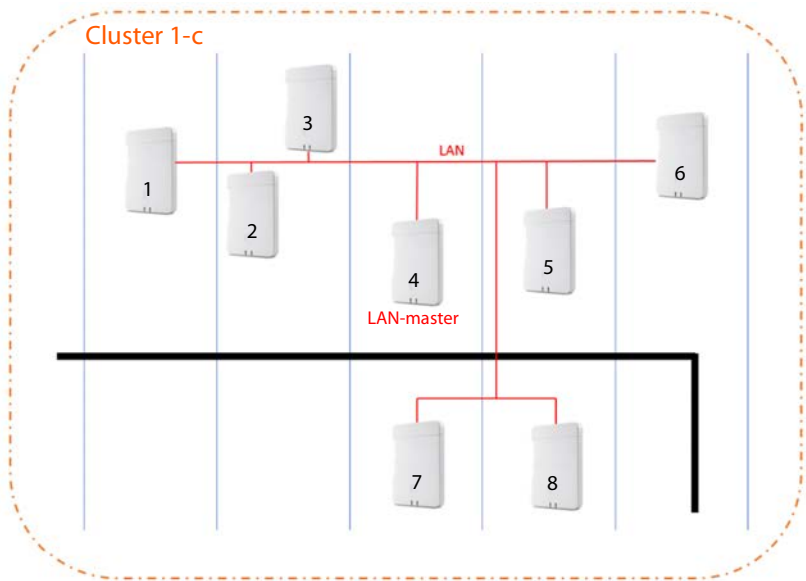
### Scenario 1: alleen DECT

- De omgeving biedt een stabiele DECT-synchronisatie "over the air".
- Cluster 1-c is geconfigureerd om handover, roaming en volumeverdeling mogelijk te maken.
- Het basisstation in het midden is DECT-level 1 om het aantal sync-levels te reduceren.
- De omgeving blokkeert DECT-signalen (bijv. de doorgang door een branddeur).
- Een tweede cluster 2-c is geconfigureerd om het bereik af te dekken dat niet door cluster 1-c niet kan worden bereikt.
- Geen handover (bestaande gesprekken worden bij de overgang van de ene cluster naar de volgende afgebroken).
- Roaming tussen clusters is mogelijk (handsets in de ruststand kunnen tussen twee clusters wisselen).



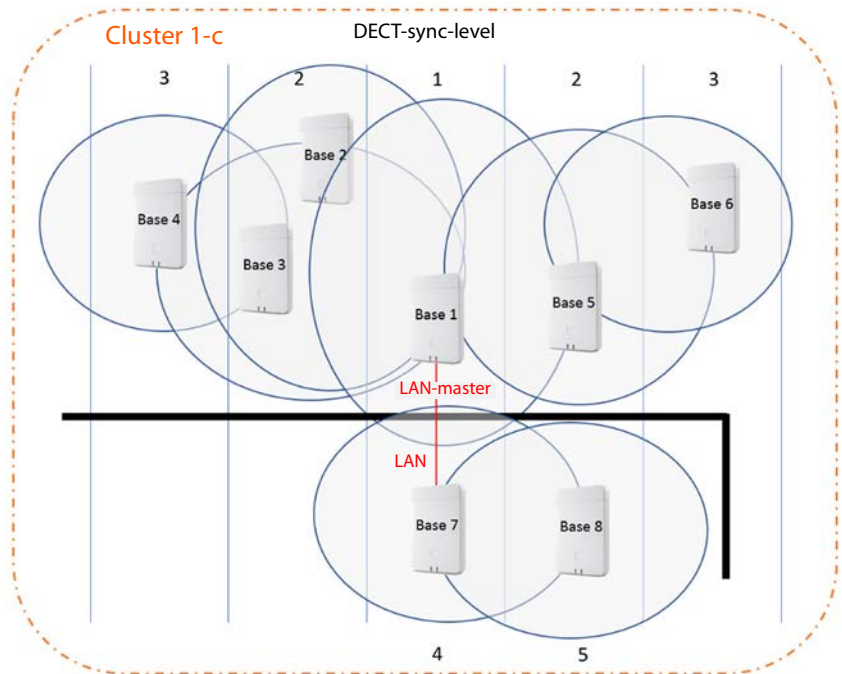
### Scenario 2: alleen LAN

- Gebruik een dergelijke configuratie als alle eisen voor LAN-configuratie zijn vervuld.
- Cluster 1-c is geconfigureerd om handover, roaming en volumeverdeling mogelijk te maken.
- Basisstation 4 is geconfigureerd als LAN-master.
- Het DECT-level is niet relevant voor de pure LAN-synchronisatie.
- Handover en roaming zijn in de hele DECT-omgeving mogelijk.
- Het gebruik van LAN-synchronisatie betekent niet dat het bereik van het DECT-sigitaal niet belangrijk is.



### Scenario 3: DECT-LAN gemengd

- Gebruik deze configuratie als uw omgeving hoofdzakelijk via DECT kan worden gesynchroniseerd, maar er bijzondere omstandigheden aanwezig zijn die een betrouwbare DECT-synchronisatie niet altijd mogelijk maken, bijv. een doorgang door een branddeur.
- Cluster 1-c is geconfigureerd om handover, roaming en volumeverdeling mogelijk te maken.
- Basisstation 1 in het midden is DECT-level 1 om het aantal sync-levels te reduceren.
- Basisstation 1 met DECT-level 1 is geconfigureerd als LAN-master.
- Voor elk basisstation van een lager level dan de LAN-master kunt u afzonderlijk beslissen of deze via DECT of via LAN moeten worden gesynchroniseerd.
- Basisstation 7 wordt per LAN gesynchroniseerd en heeft DECT-sync-level 4.
- Basisstation 8 synchroniseert via DECT met basisstation 7 en heeft daarom DECT-sync-level 5.



## Voorbeeldscenario's voor grote systemen (clusters met meerdere DECT-Managers)

Synchronisatie voor handover tussen basisstations in clusters die door verschillende DECT-Managers worden beheerd, worden met de webconfigurator in het beheer van de DECT-Managers geconfigureerd. Onderstaand worden enkele voorbeelden beschreven die op twee DECT-Managers zijn gebaseerd. Meer informatie over de configuratie vindt u in het N780 IP PRO beheerdershandboek.

### Scenario 1: DECT – DECT – DECT

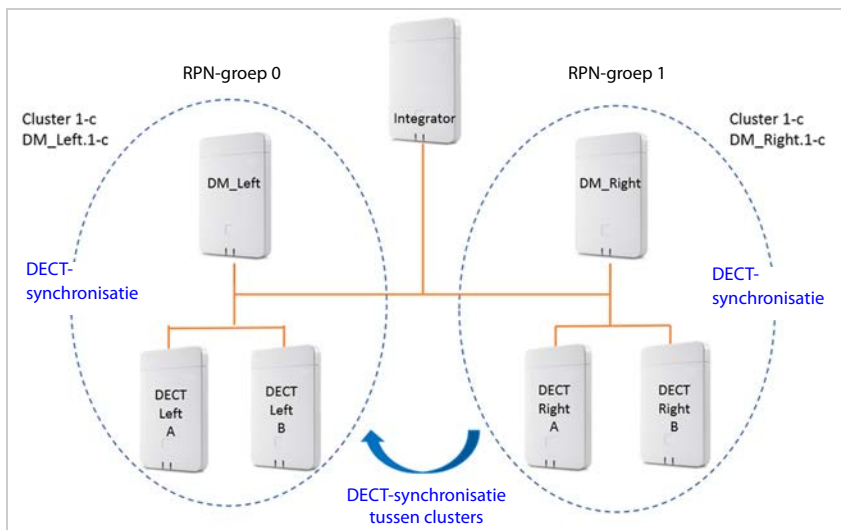
- Integrator (virtueel of geïntegreerd).
- Twee toestellen met de toestelrol "Alleen DECT-Manager".
- Elke DECT-Manager heeft twee DECT-basisstations.
- Cluster 1-c aan de linkerzijde gebruikt DECT-synchronisatie.
- Cluster 1-c op de rechterzijde gebruikt eveneens DECT-synchronisatie (hoewel de naam identiek is, is dit een andere cluster omdat hij bij een andere DECT-Manager hoort).
- Tussen de clusters wordt ook DECT-synchronisatie gebruikt.

Voordeel:

- Gebruikers kunnen zich binnen het systeem met handover en roaming verplaatsen.
- Uitsluitend DECT-synchronisatie, geen noodzaak voor LAN-synchronisatie.

Let op:

- Binnen het hele systeem moet een DECT-signaal van voldoende kwaliteit aanwezig zijn, ook tussen de clusters.
- Elke DECT-Manager moet lid zijn van een andere RPN-groep.





## Scenario 2: DECT – DECT – LAN

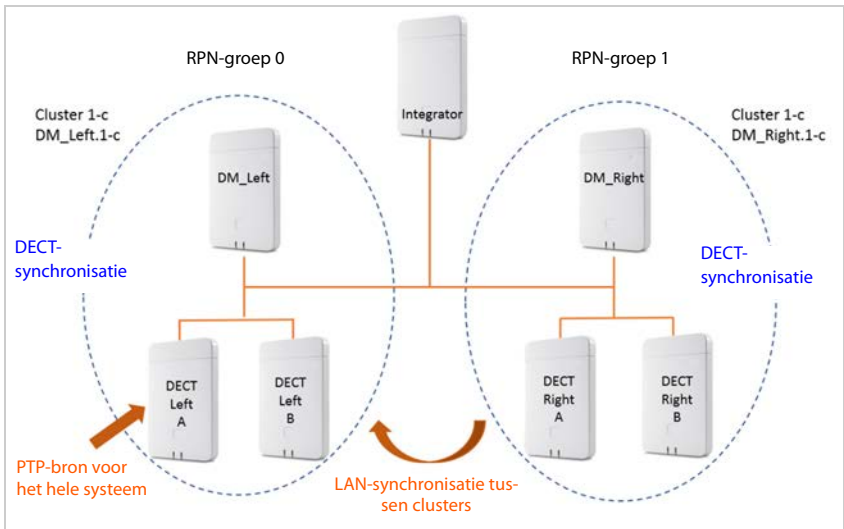
- Integrator (virtueel of geïntegreerd).
- Twee toestellen met de toestelrol "Alleen DECT-Manager".
- Elke DECT-Manager heeft twee DECT-basisstations.
- Cluster 1-c aan de linkerkzijde gebruikt DECT-synchronisatie.
- Cluster 1-c op de rechterzijde gebruikt eveneens DECT-synchronisatie (hoewel de naam identiek is, is dit een andere cluster omdat hij bij een andere DECT-Manager hoort).
- Tussen de clusters wordt LAN-synchronisatie gebruikt.
- Basisstation **DECT\_Left\_A** is de PTP-bron (LAN-master).

Voordeel:

- Gebruikers kunnen zich binnen het systeem met handover en roaming verplaatsen.
- Synchronisatie tussen de clusters is niet mogelijk omdat het DECT-signaal niet sterk genoeg is. De oplossing is hier LAN-synchronisatie.

Let op:

- Het netwerk van de klant tussen de clusters moet geschikt zijn voor LAN-synchronisatie. Hiervoor zijn meer configuratiewerkzaamheden nodig dan voor DECT-synchronisatie.



### Scenario 3: LAN – LAN met geïsoleerd PTP-domein – DECT

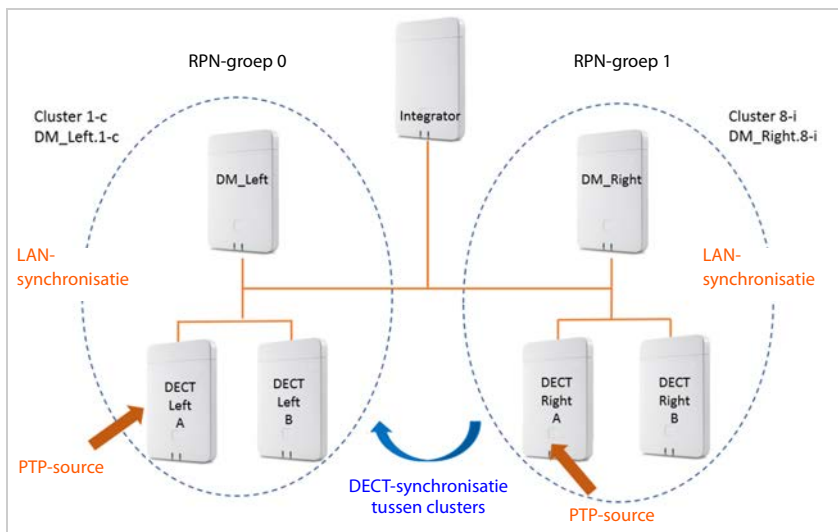
- Integrator (virtueel of geïntegreerd).
- Twee toestellen met de toestelrol "Alleen DECT-Manager".
- Elke DECT-Manager heeft twee DECT-basisstations.
- Cluster 1-c aan de linkerzijde gebruikt LAN-synchronisatie.
- Cluster 8-i aan de rechterzijde gebruikt LAN-synchronisatie (cluster 8-i is de eerste geïsoleerde cluster)
- Tussen de clusters wordt DECT-synchronisatie gebruikt.
- Basisstation **DECT Left A** is de PTP-bron (LAN-master) voor cluster 1-c
- Basisstation **DECT Right A** is de PTP-bron (LAN-master) voor cluster 8-i

Voordeel:

- Gebruikers kunnen zich binnen het systeem met handover en roaming verplaatsen.

Let op:

- Het netwerk van de klant tussen de clusters moet geschikt zijn voor LAN-synchronisatie. Hiervoor zijn meer configuratiewerkzaamheden nodig dan voor DECT-synchronisatie.
- Elke DECT-Manager moet lid zijn van een andere RPN-groep.



Meer voorbeelden vindt u onder [wiki.gigasetpro.com](http://wiki.gigasetpro.com).

## Projecteren van het DECT-netwerk

Bij het configureren van een DECT-netwerk dient enerzijds rekening te worden gehouden met de eisen die de deelnemers aan het telefoonsysteem stellen en anderzijds met de technische eisen van het DECT-netwerk. Het is daarom aan te raden, deze voorwaarden vast te leggen en te evalueren in een projecteringsfase.

Om uw DECT-netwerk te projecteren, gaat u als volgt te werk:

- Controleer eerst de eisen die worden gesteld aan het draadloze telefonienetwerk en bepaal de omgevingsvoorwaarden voor het DECT-netwerk.
- Bepaal hoeveel basisstations u nodig heeft en wat waarschijnlijk de optimale positie voor deze basisstations is. Maak een installatieschema aan voor de basisstations.
- **Grote installaties:** bepaal hoeveel DECT-Managers er nodig zijn. U heeft een extra DECT-Manager nodig als de basisstations zich niet in hetzelfde LAN-subnet bevinden, als u meer dan 60 basisstations en/of meer dan 250 handsets gaat gebruiken. U kunt maximaal 100 DECT-Managers inzetten. In een multi-DECT-Manager-systeem heeft u een integrator als virtuele machine nodig (→ pag. 7).
- Voer metingen uit om te controleren of de locaties van de basisstations voldoen aan de eisen en of de ontvangst- en spraakwaliteit overal voldoende is. Pas het installatieschema eventueel aan om het DECT-netwerk te optimaliseren.

## Eisen aan het draadloze telefonienetwerk vaststellen

Beantwoord de volgende vragen om de eisen aan het draadloze telefonienetwerk te bepalen:

### Deelnemers en hun gedrag

- Hoeveel medewerkers moeten kunnen telefoneren en hoeveel deelnemers moeten gelijktijdig kunnen telefoneren?
  - Hoeveel handsets zijn er nodig?
  - Hoeveel basisstations zijn er nodig?
- Waar moet kunnen worden getelefoneerd?
  - in welke gebouwen (verdiepingen, trappenhuis, kelder, parkeergarage)?
  - in de buitenlucht (op voetpaden, op het parkeerterrein)?  
zie zo nodig ook de aanwijzingen in paragraaf **Buitengebied** → pag. 50.
  - Wat is de lokale verspreiding van de handsets?
- Hoeveel wordt er getelefoneerd?
  - Wat is het telefoongedrag van de deelnemers? Hoelang is de gemiddelde gespreksduur?
  - Waar bevinden zich hotspots, d.w.z. waar bevinden zich grote aantallen deelnemers tegelijk (kantoorlandschap, kantine, cafetaria, ...)?
  - Waar worden telefonische conferenties gehouden? Hoeveel telefoonconferenties en met welke lengte worden er gehouden.

### Omgevingsvoorwaarden

- Hoe ziet het terrein eruit dat door het DECT-netwerk moet worden afgedekt?
  - Volledig oppervlak van de benodigde radiodekking
  - Locatie en afmetingen van de ruimten, gebouwentekeningen,
  - Aantal verdiepingen, kelders
  - ▶ Vraag hiertoe de gebouwentekeningen aan waarop de locaties en afmetingen worden weergegeven en waarop u de latere installatieplanning kunt vastleggen.
- Wat zijn de bouwtechnische constructies?
  - Uit welke materialen en constructietypes bestaan de gebouwen?
  - Welk type venster is toegepast in de gebouwen (bijv. spiegelglas)?
  - Worden in afzienbare tijd bouwtechnische veranderingen uitgevoerd?
- Welke storingen invloeden zijn er?
  - Uit welk materiaal bestaan de muren (beton, tegels, ...)?
  - Waar bevinden zich de liften, branddeuren e.d.?
  - Welk meubilair is aanwezig of gepland?
  - Bevinden zich andere radiobronnen in de nabijheid?

Uitgebreide informatie over materiaalkarakteristieken en storende factoren → pag. 34.

---

## Voorwaarden voor het plaatsen van de basisstations

---

### Voorwaarden voor het N870 IP PRO-systeem

Bij de planning dient u rekening te houden met de configuratie van het Gigaset N870 IP PRO multicelstelsel, welke codecs u gebruikt en wat de rol is van het toestel dat u gaat gebruiken.

#### Installatie

- **Kleine installatie:** vereist een Gigaset N870 IP PRO-toestel als integrator/ DECT-Manager/ basisstation en kan tot 10 basisstations en tot 50 handsets beheren
- **Middelgrote installatie:** vereist een Gigaset N870 IP PRO-toestel als integrator/DECT-Manager en kan tot 60 basisstations en tot 250 handsets beheren
- **Grote installatie:** maakt de inzet van maximaal 100 DECT-Managers mogelijk en kan tot 6.000 basisstations en tot 20.000 handsets beheren

Zie voor meer informatie over de installaties → pag. 5

#### Codec en bandbreedte

Het aantal mogelijke parallele verbindingen is afhankelijk van de toegestane codecs.

- Als alleen codec G.711 is toegestaan, kan een basisstation tot tien gelijktijdige verbindingen tot stand brengen.
- Als alleen codecs G.729 en G.711 zijn toegestaan, kan een basisstation tot acht gelijktijdige verbindingen tot stand brengen.
- Als breedband- codec G.722 is toegestaan (**HD-voice**), kan een basisstation tot vijf gelijktijdige verbindingen tot stand brengen.

## Rol van het toestel

Het aantal mogelijke parallele oproepen neemt af als in een Gigaset N870 IP PRO-toestel naast een basisstation gelijktijdig een DECT-Manager of een integrator en DECT-Manager actief is (→ pag. 11).

## Grote installaties: gebruik van meerdere DECT-Managers

Bij het gebruik van meerdere DECT-Managers dient u rekening te houden met het volgende:

- Voor roaming en handover over de DECT-Manager-grenzen heen moeten aangrenzende basisstations gesynchroniseerd zijn. Normaal gesproken vindt synchronisatie alleen binnen een cluster plaats, d.w.z. roaming en handover over de DECT-Manager-grenzen heen is niet mogelijk. Synchronisatie over de grenzen van DECT-Manager heen kan worden ingesteld via de webinterface van de integrator.
- De roaming-procedure tussen twee DECT-Managers (een handset wisselt van een radiocel naar een radiocel van een basisstation dat door een andere DECT-Manager wordt beheerd) verloopt niet geheel zonder overgangen; er kunnen vertragingen van enkele seconden optreden. Om deze reden moeten DECT-Manager-overgangen zich niet bevinden in gebieden van het DECT-netwerk met een groot verkeersvolume.
- Als roaming tussen basisstations van verschillende DECT-Managers mogelijk moet zijn, dient u een bepaalde capaciteit in te plannen voor handsets van bezoekers van andere DECT-Managers. Afhankelijk van het aantal verwachte bezoekers verminderd zich het maximale aantal handsets (250) dat op een DECT-Manager kan worden aangemeld. Om roaming op elk gewenst moment mogelijk te maken, dient u maximaal 80 % van het maximaal mogelijke aantal aan te melden. dus ca. 200.
- Aangrenzende DECT-Managers moeten lid zijn van verschillende RPN-groepen. Dit wordt ook via de webinterface van de integrator ingesteld.

---

## Technische voorwaarden

De volgende waarden gelden als richtwaarden voor de planning. Dit zijn waarden die door omgevingsvoorwaarden worden beïnvloed en moeten derhalve door metingen worden gecontroleerd.

- Het zendbereik van een DECT-basisstation voor handsets bedraagt (richtwaarden)
  - tot 50 meter in gebouwen
  - tot 300 meter in de buitenlucht

Deze richtwaarden gelden niet voor de maximaal mogelijke afstand tussen twee basisstations. Om ervoor te zorgen dat handover van een handset van de radiocel van het ene basisstation naar de radiocel van het andere mogelijk is, wordt deze afstand bepaald door de benodigde overlappingsgebieden.

- Zorg er daarom voor dat de overlappingszones tussen aangrenzende cellen voldoende groot zijn. Voor een probleemloos handover is een ruimtelijke overlapping van 5 tot 10 meter bij voldoende signaalsterkte ook bij snel lopen voldoende. Aangrenzende basisstations moeten elkaar met voldoende signaalsterkte en signaalkwaliteit kunnen ontvangen om synchronisatie en handover te waarborgen (→ pag. 40).

## Projecteren van het DECT-netwerk

- Houd bij de plaatsing van de basisstations voldoende onderlinge afstand aan, aangezien de basisstations elkaar onderling kunnen storen. Deze minimale afstand is afhankelijk van de lokale omgevingsvoorwaarden.

Als er geen obstakels aanwezig zijn, kan de benodigde afstand zeker 5 tot 10 meter zijn. Bevindt zich een absorberende muur of meubilair tussen de basisstations, bedraagt de afstand wellicht 1 tot 2 meter.

Informatie over mogelijke storingen vindt u in paragraaf **Materiaalkenmerken en storende factoren**, → pag. 34.

- In horizontale richting zijn goede verbindingen nog achter 2 – 3 normale bakstenen muren mogelijk. In verticale richting en op de begane grond en in kelders is doordringen van betonnen plafonds nauwelijks mogelijk, d.w.z. elke verdieping moet wellicht afzonderlijk worden verzorgd.
- Let op: in leegstaande gebouwen dient u er rekening mee te houden dat het toekomstige meubilair en het aanbrengen van apparatuur (machines, scheidingswanden, ...) invloed zal hebben op de uiteindelijke kwaliteit van het radiosignaal.
- Openingen in obstakels verbeteren de radiotechnische omstandigheden.
- Houd rekening met eventuele storende factoren (→ pag. 34).

---

## Montagerichtlijnen

Houd bij de montage van DECT-basisstations rekening met het volgende:

- Monteer basisstations voor radiodekking in gebouwen altijd aan binnenmuren. Informatie voor montage buiten gebouwen, → pag. 50.
- De optimale montagehoogte van een basisstation is tussen 1,8 en 3 meter, afhankelijk van de hoogte van de ruimte. Als u de basisstations lager aanbrengt, kunnen storingen ontstaan vanwege meubilair of verplaatsbare voorwerpen. Hou een minimale afstand ten opzichte van het plafond van 0,50 meter aan.
- We raden u aan, alle basisstations op dezelfde hoogte aan te brengen.
- De basisstations Gigaset N870 IP PRO moeten via een Ethernet-verbinding op het telefoonsysteem worden aangesloten, d.w.z. aansluiting op het LAN moet mogelijk zijn.
- De basisstations Gigaset N870 IP PRO worden via PoE (Power over Ethernet, IEEE 802.3af) van stroom voorzien. In de meeste gevallen is er dus geen aparte stroomvoorziening nodig. Als u echter gebruik maakt van een Ethernet-switch die PoE niet ondersteunt, kunt u een PoE-injector gebruiken. Als zich in de buurt van het basisstation een stopcontact bevindt, kunt u het basisstation ook via de apart verkrijgbare netadapter op het lichtnet aansluiten.
- Monteer het basisstation niet boven verlaagde plafonds, in kasten of ander gesloten meubilair. Afhangend van de gebruikte materialen kan dit de radiodekking aanzienlijk dempen.
- Breng het basisstation loodrecht aan.
- De locatie en de uitrichting van het geïnstalleerde basisstation dient identiek te zijn aan de optimale positie die tijdens de meting is bepaald.
- Vermijd locaties in de buurt van kabelkanalen, metalen kasten of andere grote metalen voorwerpen. Deze kunnen de radiodekking verminderen en storende signalen inkoppelen. Houd een minimale afstand aan van 10 cm.
- Om interferentie met zenders of andere lokale radiotechnieken grotendeels uit te sluiten, wordt een minimale afstand van 30 cm aanbevolen.
- Neem veiligheidsafstanden resp. veiligheidsinstructies in acht. Houd in ruimten met explosiegevaar rekening met de daar geldende voorschriften.

## Bepalen van de capaciteit

Om de bereikbaarheid van de deelnemers bij grote verkeersvolumes te garanderen, moet de capaciteit van het DECT-systeem groot genoeg zijn. Hierbij dient u zowel rekening te houden met de capaciteit van het hele DECT-systeem als ook de capaciteit van de afzonderlijke cellen.

De capaciteit van het DECT-systeem wordt aan de hand van de volgende criteria bepaald:

- Aantal beschikbare verbindingkanalen

Het aantal beschikbare verbindingkanalen bepaalt hoeveel verbindingen er tegelijkertijd kunnen worden beheerd.

**Let op het volgende:** een verbindingkanaal wordt niet uitsluitend voor telefoongesprekken gebruikt. Alle acties waarbij een handset een verbinding met de telefooncentrale nodig heeft, bezetten een verbindingkanaal, bijvoorbeeld toegang tot het bedrijfstelefoonboek, raadplegen van de oproepenlijst, groeps-pickup, het actualiseren van de tijd, ...

Het aantal beschikbare verbindingkanalen op een Gigaset N870 IP PRO is afhankelijk van diverse factoren → pag. 11.

- Servicegraad (Grade of Service, GoS)

De servicegraad bepaalt, voor hoeveel verbindingen het toelaatbaar is dat ze wegens belasting van het systeem niet tot stand komen, d.w.z. er geen verbindingkanaal beschikbaar is. Een servicegraad van 1 % betekent, dat van 100 telefoongesprekken er één door capaciteitsproblemen niet kan worden gevoerd.

Met deze beide waarden en het te verwachten verkeersvolume kan de vereiste capaciteit worden bepaald.

Let erop, dat het verkeersvolume op verschillende tijdstippen van de dag hoger dan wel lager kan zijn.

**De capaciteit moet altijd aan het hoogste te verwachten verkeersvolume worden aangepast om capaciteitsproblemen te voorkomen.**

## Verkeersvolume



Voor de berekening van het verkeersvolume wordt doorgaans de formule Erlang-B gebruikt. Deze formule bepaalt de blokkeringswaarschijnlijkheid, d.w.z. hoeveel oproepen onder de gegeven omstandigheden waarschijnlijk niet kunnen worden gevoerd. Hierbij houdt de formule rekening met de volgende waarden:

- De belasting van het systeem tijdens het drukste uur van de dag (Busy Hour Traffic)

Dit wordt aangegeven in Erlang (E). Een Erlang komt overeen met de continue volledige belasting van een verbindingkanaal over een bepaalde periode, meestal een uur. Hieruit volgt dat het gebruik van een verbindingkanaal gedurende één uur gelijk is aan één Erlang.

- Beschikbaarheid van lijnen resp. bandbreedte

Het aantal telefoonlijnen die ter beschikking moeten staan. De totale bandbreedte komt overeen met het aantal lijnen vermenigvuldigd met de bandbreedte van de gebruikte codec.

- Blokkeringswaarde (Quality of Service)

De waarschijnlijkheid dat een oproep zijn bestemming niet bereikt omdat alle lijnen bezet zijn.

## Projecteren van het DECT-netwerk

Gedetailleerde informatie over de Erlang-B-formule vindt u in vakliteratuur over de verkeertheorie. Op internet zijn ook diverse Erlang-B-calculators te vinden waarmee door het invoeren van de verkeersintensiteit (E) en gewenste blokkeringswaarschijnlijkheid (QoS) het aantal verbindingskanalen kan worden berekend. Deze beschikken echter niet over de benodigde knowhow.

### Voorbeeld van een berekening

Grondslag voor de berekening:

- We gaan uit van een multicelstelsel met slechts één DECT-Manager. Het DECT-Managerstelsel bevat geen basisstation, d.w.z. het wordt gebruikt als een eigen Gigaset N870 IP PRO. Alle andere toestellen beschikken over slechts één basisstation.
- Er zijn smalbandverbindingen met de codec G.711 of G.729 toegestaan, d.w.z. de basisstations beschikken elk over 8 verbindingskanalen.

Verkeersintensiteit (Erlang)	Quality of Service	Verbindingskanalen	Basisstations
1000 oproepen (van telkens 3 minuten)/ per 1 uur 1000 x 3 min./60 min. = 50 E	0,1 %	71	9
	0,5 %	66	8
	1 %	64	8
	2 %	60	8
	5 %	57	7
2000 oproepen (van telkens 5 minuten)/ per 1 uur 2000 x 5 min./60 min. = 167 E	0,1 %	202	26
	0,5 %	192	24
	1 %	187	24
	2 %	181	23
	5 %	170	22



Houd er rekening mee dat de effectieve beschikbaarheid van verbindingskanalen door een groot aantal factoren kan worden gereduceerd. Het is daarom belangrijk dat u in ieder geval extra basisstations inplant als buffer om de benodigde Quality of Service te bereiken.

### Alternatieve berekening voor kleine systemen

Voor kleinere systemen is vaak een grove bepaling van het verkeersvolume voldoende.

#### Voorbeeld:

Grondslag voor de berekening:

- Het betreft een klein systeem. Een toestel Gigaset N870 IP PRO omvat de integrator, de DECT-Manager en een basisstation.
- Er zijn smalbandverbindingen met de codec G.711 of G.729 toegestaan.
- Het basisstation dat zich samen met de DECT-Manager en de integrator op een systeem bevindt, stelt 5 verbindingskanalen ter beschikking. De andere basisstations hebben elk 8 verbindingskanalen.
- Het verkeersvolume wordt voor elk gebied met "gering", "gemiddeld", of "hoog" aangegeven. Deze bepaling geeft het totaal aantal handsets in procenten weer, die gelijktijdig een verbinding nodig hebben:



Aantal handsets dat met GoS  $\leq 1\%$  kan worden bediend.

Beschikbare codecs	Verbindingskanalen	Voorbeelden voor verkeersintensiteit		
		Laag (0,1 E/gebruiker)	Gemiddeld (0,15 E/gebruiker)	Hoog (0,2 E/gebruiker)
Breedband-DECT: ondersteund G722	5	14	9	7
Smalband- DECT: G711 of G729	8	31	21	16
Smalband- DECT: alleen G711	10	45	30	22

## Hotspots

Een hotspot is een gebied waar bovengemiddeld gelijktijdig wordt getelefoneerd, bijvoorbeeld een kantoorlandschap of andere gebieden waar zich een grote concentratie handsets bevindt.

U kunt dergelijke gebieden met meerdere basisstations afdekken, aangezien de DECT-bandbreedte in het dekkingsgebied wordt opgeteld bij de bandbreedte van aangrenzende gebieden. De DECT-standaard stelt 120 draadloze kanalen ter beschikking, die over meerdere basisstations kunnen worden verdeeld. In de praktijk kan echter zonder speciale maatregelen slechts een kwart van deze radiokanalen worden gebruikt, aangezien de aangrenzende kanalen zich onderling storen. Als praktische waarde resulteert hieruit een maximaal aantal van 30 gelijktijdige verbindingen. Hiervoor zijn bij een maximaal aantal van acht handsets per basisstation vier Gigaset N870 IP PRO basisstations nodig.

Als we ervan uitgaan, dat binnen een hotspot maximaal 50 % van alle handsets gelijktijdig in gesprek is, dan is bij vier basisstations het gebruik van 60 handsets mogelijk.

Als er bij een hotspot vaak storingen optreden of als er meer dan 30 gelijktijdige verbindingen nodig zijn, kunt u de volgende maatregelen treffen:

- Verdeel de basisstations die de hotspot afdekken zodanig over de hotspot-grenzen dat ze zich zo ver mogelijk van elkaar bevinden. Op die manier worden onderlinge storingen geminimaliseerd.
- Als deze maatregel niet voldoende is, dan kunt u eventueel muren of andere geschikte middelen inzetten om de sterke signalen te dempen.
- Het kan ook helpen (mits de lokale omstandigheden dit toelaten) de basisstations in de vorm van een kogel te plaatsen, d.w.z. de hotspot door vloeren en plafonds heen af te dekken.

Zorg er bij de optimalisatie van de hotspotgebieden voor, dat handsets die voorheen via andere basisstations werden verzorgd, niet plotseling ook gebruik maken van de hotspot-basisstations. Handsets gebruiken bij het tot stand brengen van een verbinding altijd de kanalen van het basisstation met het sterkste signaal. Daardoor kan het voorkomen dat door het verplaatsen van de hotspot-basisstations andere basisstations worden beïnvloed, en u het gevaar loopt dat u alle basisstations van het totale netwerk opnieuw moet plaatsen.

### Materiaalkenmerken en storende factoren

Er bestaan een aantal storende factoren die met name het bereik en de kwaliteit van de overdracht beïnvloeden. De volgende storende factoren zijn bekend:

- storingen als gevolg van obstakels die de signaaluitbreiding dempen, waardoor zogeheten signaalschaduwen ontstaan.
- Storingen als gevolg van reflectie die de gesprekskwaliteit beïnvloeden (bijvoorbeeld gekraak of ruisen).
- storingen als gevolg van andere radiosignalen die fouten in de overdracht veroorzaken.

### Storing als gevolg van obstakels

Mogelijke obstakels zijn:

- gebouwconstructies en installaties zoals plafonds en muren uit gewapend beton, trappenhuisen, lange gangen met branddeuren, stijgleidingen en kabelkanalen.
- ruimten met metalen muren en voorwerpen zoals koelruimten, computerruimten, vensterglas met metalen lagen (spiegelglas), brandwerende muren, tankinstallaties, koelkasten, elektrische warmwatertanks (boilers) ...
- bewegende metalen voorwerpen zoals liften, kranen, wagons, roltrappen, rolluiken.
- metalen meubilair zoals metalen rekken, dossierkasten.
- elektronische apparatuur.

Vaak kunnen storingsbronnen niet nauwkeurig worden vastgesteld, met name als de ontvangen signaalsterkte van de DECT-signalen lokaal binnen een afstand van enkele centimeters sterk schommelt. In dergelijke situaties kunnen de storingen als door een kleine wijziging van de positie worden verminderd of verholpen.



Radiodekking in liften is normaal gesproken slecht of zelfs volledig afwezig (→ pag. 49).

### Bereikverlies als gevolg van bouwmaterialen in vergelijking tot het open radiobereik:

Glas, hout, onbehandeld	ca. 10 %
hout, behandeld	ca. 25 %
Gipsplaten	ca. 27 – 41 %
Tegelwand, 10 tot 12 cm	ca. 44 %
Tegelwand, 24 cm	ca. 60 %
Gasbetonwand	ca. 78 %
Wand met gewapend glas	ca. 84 %
Plafond met gewapend beton	ca. 75 – 87 %
Glas met metalen laag	ca. 100 %

## Storing door andere draadloze cellen en netwerken

DECT is zeer ongevoelig voor storingen als gevolg van andere draadloze netwerken. Zo is bijvoorbeeld gelijktijdig gebruik met WLAN geen enkel probleem, mits deze access points zich op voldoende afstand bevinden. In de regel meer dan 3 meter. Ook vormen de meeste andere asynchrone afzonderlijke DECT-basisstations geen enkel probleem.

In bijzondere omstandigheden kunnen in een omgeving met een zeer hoog DECT-gebruik problemen ontstaan. Dit geldt niet alleen voor het gelijktijdig gebruik met afzonderlijke asynchrone DECT-basisstations, maar met name ook als basisstations met een te geringe onderlinge afstand worden geplaatst, bijvoorbeeld om een hotspot af te dekken.

Ondanks voldoende signaalsterkte kunnen de volgende storingen optreden:

- onverwacht verbreken van de verbinding
- synchronisatieverlies van de handsets
- slechte spraakkwaliteit
- ▶ Als storingen het gevolg zijn van basisstations die te dicht op elkaar zijn geïnstalleerd, kunt u de problemen proberen te verhelpen met de maatregelen die in paragraaf **Hotspots** zijn beschreven (afstand vergroten, obstakels gebruiken als demping, → pag. 33)
- ▶ Als u andere DECT-bronnen heeft gevonden, probeer dan of u deze kunt uitschakelen, verplaatsen naar een andere locatie of kunt integreren in uw DECT-netwerk.

## Conclusie

Storingen van het draadloze verkeer hebben uiteenlopende oorzaken die niet altijd van tevoren kunnen worden bepaald, door wisselwerkingen worden versterkt of opgeheven en die zich tijdens het gebruik van het netwerk kunnen wijzigen.

Daarom kan de daadwerkelijke invloed van storende factoren op de ontvangst en de spraakkwaliteit alleen door middel van metingen worden bepaald. Deze geven echter ook alleen een overzicht van het netwerk ten tijde van de meting. Het is daarom aan te bevelen de gebieden van het DECT-netwerk waarin rekening moet worden gehouden met storingen tijdens de planning ruim te bemeten, d.w.z. niet te baseren op grenswaarden.

## Locaties van de basisstations voorlopig definiëren

Plan nu de locaties van de basisstations. Houd hierbij rekening met:

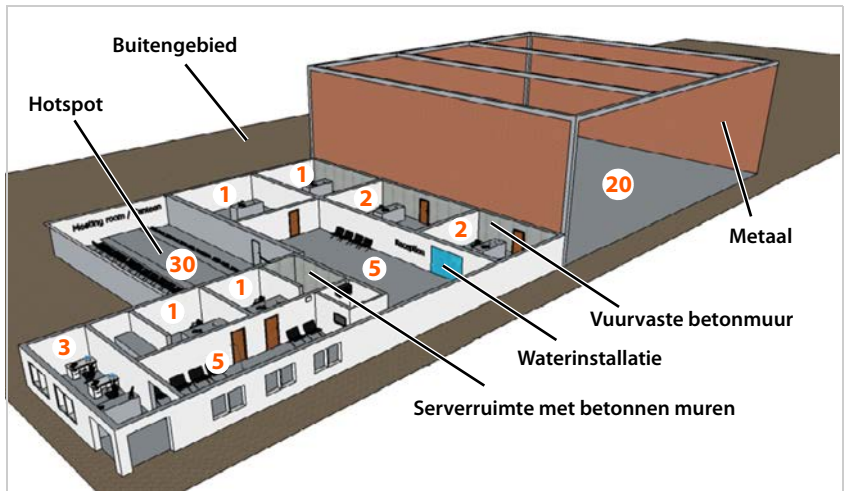
- de informatie die u heeft verzameld met betrekking tot de eisen aan het telefoonnet,
- uw planning van de synchronisatie,
- de technische voorwaarden van de draadloze DECT-signalen.

Maak eerst een plattegrond waarop u de locaties van de basisstations aangeeft. U kunt hierbij gebruik maken van reeds bestaande overzichten van gebouwen en voorzieningen. Bij zeer grote gebouwen kunt u eventueel gebruik maken van deelplattegronden en de resultaten van de metingen vervolgens samenvoegen in de analysefase.

## Een plantekening aanmaken

Op grond van de informatie die u tijdens het vooronderzoek van de vestiging heeft verzameld maakt u een plantekening. Voer de gebouwenafmetingen, hotspot-gebieden en reeds bekende storingsbronnen in.

**Voorbeeld:**

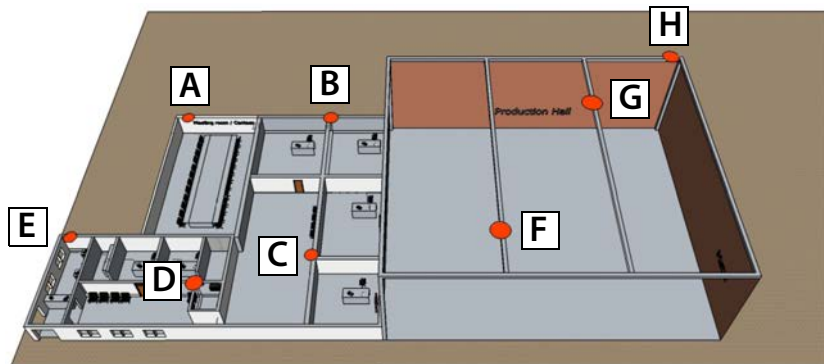


- De oranje nummers in de kamers geven het benodigde aantal DECT-handsets weer (in totaal 71).
- De kantine is een hotspot, waar 30 gelijktijdige gesprekken mogelijk moeten zijn.
- Gesprekken moeten zowel in het gebouw als daarbuiten mogelijk zijn.
- Wanden die naar verwachting een groot dempend effect hebben, zijn gemarkeerd.

## Basisstations op de plattegrond aangeven

Bepaal nu de positie van de basisstations in het gebouw, waarbij u rekening houdt met de gewenste capaciteit en de vastgestelde invloeden. Noteer indien mogelijk zichtbare storende invloeden evenals mogelijke technische redenen die de connectiviteit beïnvloeden.

Voer voor de posities van de DECT-basisstations eenduidige namen in.



Aangezien op dit tijdstip nog geen metingen zijn uitgevoerd, is de eerste aanname dat acht basisstations (weergegeven als rode cirkels) voldoende zijn.

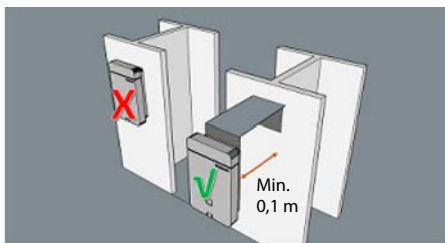
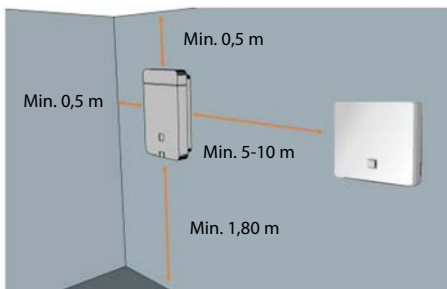
- Basisstations A, B, C, D en E dekken het bereik van de bureaus af en kunnen tot 50 gelijktijdige gesprekken afhandelen.
- De hotspot trefpunt / de kantine wordt door meerdere basisstations afgedekt, zodat 30 gelijktijdige gesprekken zijn gewaarborgd.
- De productiehhal wordt door twee basisstations (F en G) afgedekt.
- Het buitengebied wordt afgedekt door de basisstations A, B, E, en H.

Deze eerste uitgangspunten controleert u dan op een later tijdstip door middel van metingen (→ pag. 39).

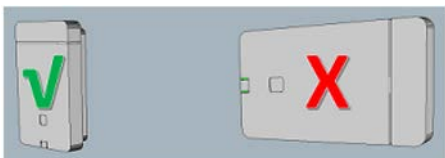
### Opmerkingen over de montage van basisstations

Let op bij het installeren van de basisstations op het volgende:

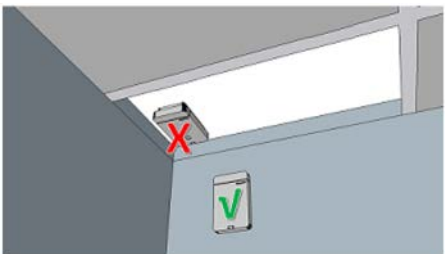
- Ten minste 1,8 m afstand tot de vloer.
- Ten minste 0,5 m afstand tot het plafond.
- Optimale hoogte tussen 1,8 en 3 m.
- Ten minste 0,3 m afstand tussen twee basisstations.
- Ten minste 5 - 10 m afstand tot niet-gesynchroniseerde basisstations.
- Alle basisstations op dezelfde hoogte installeren.
- Bedrijfstemperatuur tussen +5° C en +45° C.
- Ten minste 10 cm afstand tot metaal, stroomkabels en kabeldoorvoeren wordt aangeraden.



- Basisstations moeten verticaal worden geïnstalleerd.



- Monteer de basisstations niet aan plafonds of in stellingen of andere gesloten meubels.



Het is belangrijk dat de positie en de uitlijning van de geïnstalleerde basisstations identiek is aan de positie die tijdens de meetfase als optimaal werd bepaald.

## Meting uitvoeren

U heeft het volgende uitgevoerd:

- u heeft de eisen aan het telefoonnet vastgesteld (→ pag. 27),
- het aantal basisstations en hun locaties gepland (→ pag. 36) en
- het meet-equipment opgebouwd en in bedrijf genomen.

U kunt nu beginnen met de metingen voor uw geplande DECT-netwerk. Het doel van de metingen is:

- is er overal in het gewenste bereik sprake van voldoende signaaldekking en is een goede spraakkwaliteit gewaarborgd.
- Is op de geplande posities van de basisstations synchronisatie mogelijk.
- is handover tussen basisstations op de gewenste posities mogelijk.

Bij de metingen moet rekening gehouden worden met de eisen van deze drie aspecten. Zie voor meer informatie paragraaf **Voorwaarden voor het plaatsen van de basisstations** → pag. 28.



Als ondersteuning voor metingen van de radiodekking en de signaalkwaliteit van uw DECT-netwerk biedt Gigaset de DECT Site Planning Kit (SPK) PRO. Informatie over het opstellen en het gebruik van de Gigaset meetapparatuur vindt u in de gebruiksaanwijzing "DECT Site Planning Kit (SPK) PRO".

U kunt voor de metingen ook andere meetapparatuur voor DECT-netwerken gebruiken.

### Opmerkingen over het verloop van de metingen

- Voer twee verschillende metingen uit:
  - meet de verbindingsskwaliteit in het radiodekkingsgebied van de geplande basisstations.
  - Meet de signaalkwaliteit tussen de basisstations (synchronisatiemeting)
- Om de verbindingsskwaliteit te meten, brengt u een verbinding tot stand. Het is handig als de metingen door twee personen worden uitgevoerd, aangezien deze de spraakkwaliteit en storingen direct tijdens het gesprek op twee meet-handsets kunnen controleren. Als de metingen slechts door één persoon worden uitgevoerd, kan de verbindingsskwaliteit door middel van een testtoon worden gecontroleerd.
- Controleer de verbindingsskwaliteit ook door tijdens het meten de handset net als bij een gewoon gesprek aan het oor te houden. Draai hierbij om uw eigen as. Let erop, hoe de akoestische kwaliteit van de testtoon verandert. Als aan de grens van het bereik storingen optreden (bijvoorbeeld kraken), dan heeft de signaalverzorging haar kritische grens bereikt. Het hoofd kan de ontvangst belemmeren. Daarom is de test met de handset aan het oor een extra controle van de ontvangstkwaliteit in de grensbereiken.
- Om de signaalkwaliteit tussen de basisstations te meten, gebruikt u de meet-handset in de ruststand, aangezien hier de gemeten signaalsterkte relevant is en niet de spraakkwaliteit.
- Plaats het meet-basisstation met behulp van het statief indien mogelijk op dezelfde wijze op de gewenste locatie zoals straks ook het 'echte' basisstation wordt geplaatst.
- Om de signaalsterkte tussen basisstations te meten, brengt u de meet-handset op exact dezelfde positie als de geplande positie van het basisstation. Als u bijvoorbeeld de basisstations op een hoogte van 3 meter wilt aanbrengen, hou dan de meet-handset ook op deze hoogte.

## Meting uitvoeren

- Installatie in de buurt van metalen oppervlakken moet zoveel mogelijk voorkomen worden. Maar wanneer metalen oppervlakken tijdens gebruik niet vermeden kunnen worden, moeten deze vóór het meten **niet** worden verwijderd.
- Leg de resultaten van de metingen vast op uw plattegrond (horizontaal en indien gewenst verticaal) en in een meetprotocol.
- Om op een later tijdstip wijzigingen te kunnen herkennen, is het handig, de geplande montageposities van de afzonderlijke meetrijen en hun omgeving met foto's vast te leggen.
- Als het DECT-systeem voor meerdere verdiepingen of zeer hoge ruimten (bijvoorbeeld met galerij) moet worden gebruikt, moet u ook metingen in het verticale bereik uitvoeren en de resultaten hiervan op de plattegrond vastleggen. Meer informatie hierover vindt u in hoofdstuk DECT-installaties in bijzondere omgevingen, → pag. 49.

## Instabiliteit van het meetresultaat

Tijdens de metingen kan de signaalsterkte die op de handset wordt weergegeven zeer instabiel zijn, met name als u zich met de handset verplaatst. De basisstations zijn voorzien van twee antennes, en de handset geeft de waarden van de antenne aan waarvan het signaal het sterkste is. Aangezien de meet-handset op vaste intervallen meet (standaard elke 2,5 seconden), kunnen de waarden zeer snel veranderen.

Als u bijvoorbeeld het signaal van de antenne met de beste ontvangst met een lichaamsdeel dempt, ontvangt de handset het signaal van de 'slechtere' antenne. Door uw lichaam een beetje te verplaatsen, wordt de meetwaarde sterk beïnvloed, aangezien de handset dan plotseling het signaal van de 'betere' antennen kan ontvangen. Door heen en weer te draaien, bepaalt u een gemiddelde waarde, die u vervolgens als meetwaarde kunt gebruiken.

Is het signaal zeer instabiel, dan is het zinvol de meting tijdens een gesprek uit te voeren, omdat u dan tevens de spraakqualiteit kunt controleren.

Tijdens het 'echte' bedrijf van het DECT-systeem is deze instabiliteit van de signalen vrijwel niet merkbaar omdat de basisstations automatisch de verbinding tot stand brengen met de antenne met het beste signaal.

---

## Grenswaarden vastleggen

Tijdens het meten ontvangen de meet-handsets radiosignalen van het meet-basisstation en geven daarbij verschillende kenmerken van de ontvangstkwaliteit aan. Relevant voor de ontvangstkwaliteit zijn

- de ontvangen signaalsterkte
- de verbindingskwaliteit

De hieronder genoemde waarden zijn aanwijzingen voor het bepalen van grenswaarden voor het gebruik van het DECT-telefoonsysteem onder optimale omstandigheden. Aangezien het DECT-netwerk door een groot aantal factoren kan worden beïnvloed die ook tijdelijk kunnen optreden, is het niet aan te raden om de basisstations daadwerkelijk op de grenswaarden te plaatsen, maar om een buffer in te bouwen die rekening houdt met het serviceniveau en spraakqualiteit. Zo kan het bijvoorbeeld acceptabel zijn dat de spraakqualiteit in de kelder tijdelijk beperkt is en dat daar niet op elk moment alle telefoongesprekken mogelijk zijn. Daarentegen zijn voor de besprekingsruimte waar telefonische conferenties worden gehouden geen enkele beperkingen acceptabel.



## Ontvangen signaalsterkte

Ter beoordeling van de transmissiekwaliteit wordt de ontvangstveldsterkte gemeten. De ontvangen signaalsterkte (proportioneel tot de veldsterkte) wordt in **dBm** op de meet-handset weergegeven. Een zeer goede ontvangen signaalsterkte komt overeen met circa -50 dBm. Systemen waarbij tot -60 dBm wordt gemeten, bieden in de regel een goede kwaliteit. Bij metingen tot -70 dBm is controle en beoordeling van de meting door een geluidsverbinding nodig om ervoor te zorgen, dat de kwaliteit voldoende is. Een handover is in dit gebied niet meer mogelijk.

Uitgaande van de kwaliteit of het gebruik van bepaalde gebieden (bijvoorbeeld kantoor, gang, kelder) kan bij de metingen met verschillende grenswaarden worden gewerkt. Ook binnen een deelsysteem kunnen afwijkende kwaliteitseisen voor de verschillende basisstations worden vastgelegd.

Kenmerkende grenswaarden voor normale, storingsarme omgevingen zijn:

- 1 Grenswaarde voor betrouwbare gesprekskwaliteit: -65 dBm

Dat is de waarde waarmee een handset het signaal van een basisstation moet ontvangen zodat een deelnemer met goede kwaliteit kan telefoneren. Voor een storingsvrij handover moet de handset beide basisstations met deze kwaliteit ontvangen.

- 2 Grenswaarde voor de synchronisatie: -70 dBm

Dat is de waarde waarmee een basisstation het signaal van een ander basisstation moet ontvangen zodat ze kunnen synchroniseren.



Als de ontvangen signaalsterkte in bepaalde bereiken niet voldoende is voor synchronisatie via DECT, dan kunnen basisstations ook via LAN worden gesynchroniseerd. Maar ook hiervoor dient een minimale ontvangstsignaalsterkte ter beschikking te staan (→ pag. 14).

De volgende tabel geeft een eerste aanwijzing voor de kwaliteit van de radioverbinding.

Ontvangen signaalsterkte	Beoordeling van de kwaliteit
-50 dBm	zeer goed
-60 dBm	goed
-65 dBm	toereikend
-70 dBm	voldoende
-73 dBm	zwak, ongeschikt!
-76 dBm	slecht, ongeschikt!

### Verbindingskwaliteit

De meting van de veldsterkte dient altijd te worden aangevuld met een controle van de verbindingkwaliteit. Ook bij een goede ontvangstsignaalsterkte kunnen storingen optreden die de spraakkwaliteit beïnvloeden, bijvoorbeeld door reflectie of andere systemen.

Daarom wordt op de meet-handset naast de ontvangen signaalsterkte ook de **Frame quality** weergegeven. Deze geeft de ontvangen pakketten in procenten weer, die tijdens een meetinterval zonder fouten zijn ontvangen. Hier ligt de optimale waarde bij 100 %.

Frame-kwaliteit	Beoordeling van de kwaliteit
100 %	goed
99 %	toereikend
98 %	voldoende
97 %	zwak, ongeschikt!
96 %	slecht, ongeschikt!

---

### Radiobereik van de geplande basisstations meten

Voer twee verschillende metingen uit.

- 1 Meet de verbindingkwaliteit tussen meet-handset en meet-basisstation in hun radiocel om te controleren dat op elke locatie in het gewenste dekkinggebied voldoende spraakkwaliteit is gewaarborgd. Op basis van dezelfde meting voor het buurstation resulteert dan de overlappingszone die voor een handover vereist is.
- 2 Meet de sterkte van het signaal van het meet-basisstation dat u op de geplande locatie van het buurstation ontvangt om voor een voldoende overlapping voor synchronisatie te zorgen.

### Volgorde van de metingen

De volgorde waarin u het radiobereik van de geplande basisstations uitmeet, is afhankelijk van de grootte van uw DECT-netwerk en van uw uitgangspunten wat betreft de aanwezige "probleemgebieden". Als algemene regel geldt: meet eerst de basisstations waarvoor u qua plaatsing de kleinste speelruimte heeft

Houdt rekening met de volgende aspecten:

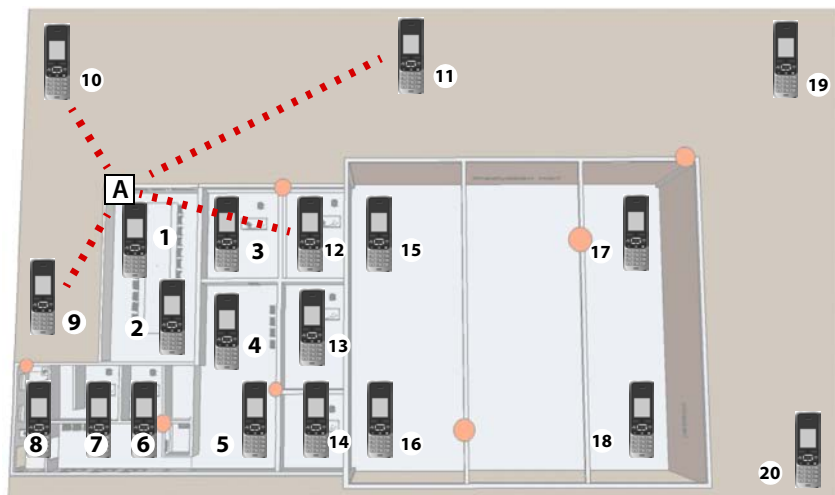
- verwachte probleemgebieden  
Voor basisstations die bepaalde probleemgebieden moeten afdekken, bijvoorbeeld een trappenhuis of het gebied rondom een ingang, zijn er vaak geen alternatieve plaatsingsmogelijkheden. In dat geval meet u deze basisstations als eerste, aangezien de plaatsing van alle andere basisstations hiervan afhangt.
- bij grote installaties  
Hoe meer basisstations u gebruikt, des te groter zijn de eisen aan de synchronisatiehiërarchie (→ pag. 15). In dit geval is het aan te raden te beginnen met het basisstation dat bij een eventuele verplaatsing op een later tijdstip voor de grootste problemen zou zorgen. Dit is normaal gesproken het basisstation met sync-level 1. Begin hier en verplaats u vervolgens van sync-level tot sync-level naar buiten.

- bij kleine installaties

Hier is het zinvol te beginnen met het basisstation dat volgens verwachting het grootste gespreksvolume krijgt te verwerken, bijvoorbeeld basisstations in hotspots of andere gebieden met grote gespreksvolumes. Als de afdekking van deze gebieden door het uitvoeren van metingen is geregeld, controleert u de plaatsing van de andere basisstations.

## Radiocel van een basisstation uitmeten

- ▶ Bevestig het meet-basisstation provisorisch op de locatie waar u het basisstation wilt monteren.
- ▶ Breng een telefoonverbinding tot stand tussen beide meet-handsets of schakel de continue testtoon van het meet-basisstation indien mogelijk in.
- ▶ Loop met de handset weg bij het basisstation tot de grenswaarde van -65 dBm op het display van de handset wordt weergegeven of een transmissiegrens is bereikt (bijvoorbeeld lift, buitenmuur). Markeer dit punt op uw plattegrond en voer de waarde in het meetprotocol in.
- ▶ Bepaal op deze wijze de grenslijn rondom het basisstation. De theoretische ideale situatie van een cirkelvormige uitbreiding van het signaal wordt in de realiteit duidelijk vervormd door muren (afhankelijk van het bouw materiaal) en voorwerpen uit metaal in het interieur.
- ▶ Controleer in de grensgebieden de gesprekskwaliteit. Gebruik hiervoor de verbinding met de tweede meet-handset of de meettoon van het basisstation.
- ▶ Vermeld afwijkingen in signaalontvangst op basis van de gesprekskwaliteit op de plattegrond of in het meetprotocol.



### Voorbeeld van een meetprotocol voor de radiocel van een basisstation

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

Als u de radiocellen van meerdere basisstations heeft opgemeten, kunnen de resultaten er bijvoorbeeld als volgt uitzien:

Meetp.	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 %	

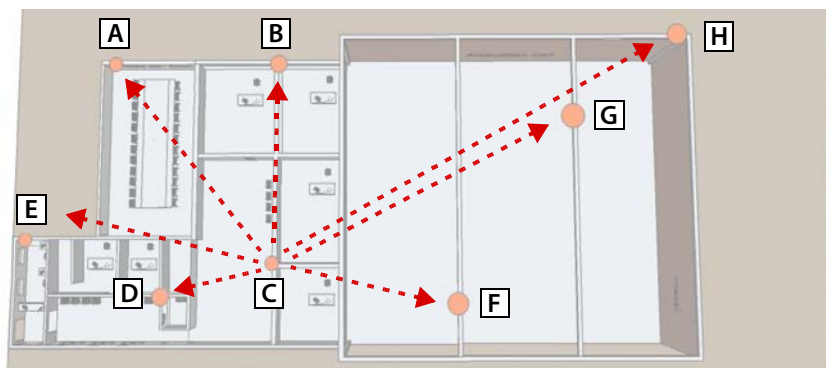
Meetpunten waar twee basisstations met een minimale waarde van -65 dBm wordt ontvangen, bevinden zich in een overlappingszone van beide basisstations waarbinnen handover mogelijk is (in de tal grijs weergegeven).

## Synchronisatie-overlapping van aangrenzende basisstations opmeten

Voor de synchronisatie van de basisstations via DECT mag de signaalsterkte tussen twee aangrenzende basisstation niet onder -70 dBm liggen. Deze waarde geldt bij goede omgevingsvoorwaarden → pag. 40.

Voer de meldingen als volgt uit:

- ▶ Laat het meet-basisstation op het laatste meetpunt staan en loop met de handset naar de geplande positie van een basisstation dat met het eerste basisstation moet synchroniseren. Voor een betrouwbare beoordeling van de synchronisatie moet u zich met de handset precies naar de plek van het geplande basisstation begeven (dus indien nodig een ladder gebruiken om op de juiste hoogte te meten).
- ▶ Controleer of het signaal binnen de grens van -70 dBm bij 100 % frame-kwaliteit ligt. Als dit niet het geval is, dient u de plek voor het basisstation zodanig aan te passen tot deze minimale voorwaarde is vervuld.
- ▶ Monteer het meet-basisstation op deze plek en voer dezelfde metingen uit als voor de eerste positie.
- ▶ Voer de resultaten in op de plattegrond en het meetprotocol.
- ▶ Voer deze meting nu voor alle geplande montageplekken uit.



### Voorbeeld voor een meetprotocol voor de meting van de synchronisatie-overlapping

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

Uit de meting blijkt, dat de signaalsterkte voldoende is voor de synchronisatie van de basisstations A - E en H. Basisstation E ontvangt alleen basisstation D met voldoende kwaliteit. Basisstation H ontvangt alleen de basisstations B, G en H met voldoende kwaliteit.

Een zinvolle synchronisatiehiërarchie zou hier zijn:

- Sync-level 1      Basisstation C
- Sync-level 2      Basisstations A, B en D
- Sync-level 3      Basisstations E en H
- Sync-level 4      Basisstations G en F

## Metingen evalueren

Een grafische weergave van uw meetresultaten op de plattegrond kan de overlappingsgebieden van de afzonderlijke geplande basisstations weergeven. Aan de hand van de meetresultaten van de overige basisstations moet echter worden gecontroleerd of in de gebieden telkens een extra basisstation nodig is.

- ▶ Definieer op basis van de meetresultaten - indien nodig - nieuwe posities voor de basisstations en controleer deze met nieuwe metingen.  
Houdt er rekening mee dat door de verplaatsing van een montagepositie ook de andere meetresultaten kunnen worden beïnvloed. Als u de montagepositie verplaatst, dient u altijd te controleren wat de gevolgen zijn voor de synchronisatie van de basisstations.
- ▶ Voer de optimale montageposities voor de basisstations in op het schema (eventueel inclusief de hoogte en de bouwtechnische bijzonderheden). Het is aan te raden de montageposities ook met foto's te documenteren.
- ▶ Controleer met name ruimten of bereiken met een zeer hoge afscherming van het radiosignaal (bijv. liften, vloeren van gewapend beton e.d.) en vul uw schema indien nodig aan met extra basisstations.

Nadat de metingen en de configuratie van de montageposities van de basisstations zijn afgesloten, kan het telefoonsysteem worden geïnstalleerd. Dit wordt in de gebruiksaanwijzing van N870 IP PRO Multicell System beschreven.



### Advies

Controleer na de installatie en het in gebruik nemen van het DECT-netwerk nog een keer de gesprekswaarde, roaming en handover met de telefoontoestellen van de installatie.

### Tip

De meethandsets kunnen op 4 basisstations worden aangemeld. Gebruik basisstation positie 2 t/m 4 om aan te melden in het in gebruik genomen DECT-netwerk om het hele netwerk na te meten en testen.

De webinterface van het N870 IP PRO biedt verschillende hulpmiddelen voor het gebruik en diagnosetools voor het oplossen van problemen.

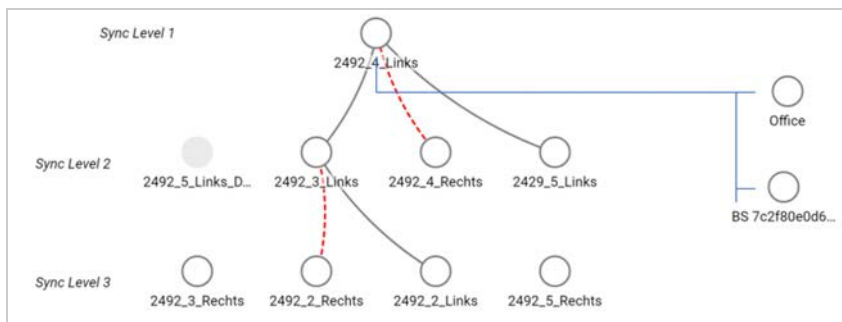
De pagina **Status** → **Statistieken** → **Basisstations**

geeft tellers weer voor diverse gebeurtenissen die op de basisstations voorkomen, bijvoorbeeld actieve radioverbindingen, inkomende handovers, uitgaande handovers, onverwacht afgebroken verbindingen.

U kunt op de pagina bovendien grafische overzichten van de relaties tussen de basisstations, het synchronisatie-level en informatie over de kwaliteit van de verbindingen laten weergeven.

**Voorbeeld:**

## Meting uitvoeren



### Weergave:

Lijnen		RSSI-bereik 43 - 100, gut - uitstekend
		RSSI-bereik 0 - 42, gering
		Geen gegevens beschikbaar
Status van de basisstations		Ingeschakeld en gesynchroniseerd
		Andere status (op het symbool klikken voor meer informatie)
		Uitgeschakeld
Synchronisatie-modus		DECT, interne synchronisatie
		DECT, externe synchronisatie
		LAN, interne synchronisatie
		LAN, externe synchronisatie
		RFPI, externe synchronisatie



## DECT-installaties in bijzondere omgevingen

In hoofdstukken **Projecteren van het DECT-netwerk** en **Meting uitvoeren** worden alle voorwaarden en stappen voor de planning van een DECT-netwerk beschreven. Naast de daar beschreven voorbeelden en toepassingen vindt u in dit hoofdstuk informatie over speciale bouwtechnische of topografische eisen.

### DECT-netwerken voor meerdere verdiepingen

Als het bereik van een DECT-netwerk meerdere verdiepingen van een gebouw moet afdekken, dient u bij de planning van het aantal basisstations en hun locaties rekening te houden met de volgende punten:

- Uit welk materiaal zijn de tussenvloeren gemaakt?  
Bij gewapend beton is er hoogstens één tussenvloer mogelijk tussen basisstation en telefoon. Het radiosignaal kan verder negatief worden beïnvloed door meubilair, tussenwanden e.d.  
Voer metingen uit om te controleren op welke plekken extra basisstations moeten worden geplaatst.
- In hoeverre moet handover tussen de verdiepingen mogelijk zijn?  
In dit geval moeten de basisstations zo geplaatst worden, dat ook de trappenhuisen volledig zijn afgedekt. Let er bovendien op dat branddeuren en -muren de transmissie van het signaal zeer sterk kunnen beperken.  
Breid uw meetschema uit met de verticale niveaus van uw geplande dekkingsgebied en bepaal de verticale uitbreiding van het DECT-netwerk.
- Geen handover noodzakelijk tussen de verdiepingen  
In dit geval volstaan clusters (kostengunstiger). Als u per verdieping een cluster configureert, zijn de basisstations van de cluster onderling gesynchroniseerd en is handover mogelijk. Tussen de verdiepingen is weliswaar geen handover mogelijk, maar de functies van de IP-telefooncentrale (VoIP-configuratie, Contacten ...) staan in alle clusters ter beschikking.

### Trappenhuisen en liften

Trappenhuisen hebben vaak zeer dempende muren (bijv. uit gewapend beton) en de toegang tot het trappenhuis kan afgeschermd zijn door een branddeur. Met deze omstandigheden moet bij de planning van het DECT-netwerk rekening worden gehouden.

Als in het trappenhuis in principe telefoneren via het DECT-netwerk mogelijk moet zijn, is de kostengunstige variant de installatie van een (of ook meerdere) basisstations als eigen cluster zinvol.

Als handover in het trappenhuis gewenst is, dient u de positie van het trappenhuis ten opzichte van de verdiepingen (overlopen, deuren, branddeuren) te controleren, de radiodekking te meten en eventueel een of meerdere basisstations te reserveren voor de signaaldekking in het trappenhuis.

Telefoneren in liften is meestal vanwege de zeer dempende en/of reflecterende materialen niet mogelijk. Als telefoneren in liften toch mogelijk moet zijn, kunt u proberen of de installatie van een eigen basisstation in de liftschacht voldoende signaalsterkte en -kwaliteit in de lift oplevert.

### Meerdere gebouwen

Bij de planning van een DECT-installatie voor meerdere gebouwen c.q. voor gescheiden gebouwendelen moet rekening worden gehouden met de volgende punten:

- Moet telefoneren alleen mogelijk zijn in de gebouwen of op het volledige bedrijfsterrein, ook buiten de gebouwen?
- In welk gebied moet handover gewaarborgd zijn?

De gescheiden gebouwendelen kunnen het voordeligste met eigen clusters (subnet) worden aangesloten op het DECT-systeem. In dit geval hoeft alleen de bekabeling van de verschillende gebouwen of gebouwendelen via het LAN verlopen. Alle telefoontoestellen die bij het DECT-systeem zijn aangemeld, kunnen overal worden gebruikt; handover is echter niet altijd mogelijk.

### Buitengebied

Het gebied buiten een gebouw kan meestal worden geïntegreerd in het DECT-netwerk door een basisstation in de buurt van het venster te plaatsen. Een voorwaarde hiervoor is dat het glas van het venster geen metaal bevat (ontspiegeling, wapening).

Als een goede dekking van het buitengebied niet mogelijk is door basisstations in het gebouw te plaatsen, kunnen deze ook buiten het gebouw worden gemonteerd. Het basisstation moet dan weerbestendig in een geschikte behuizing worden aangebracht (verkrijgbaar bij externe leveranciers). Hierbij dient rekening te worden gehouden met de bedrijfstemperatuur van de basisstations (+5° tot + 40°), het kan zijn dat een verwarmingselement of koeling moet worden toegevoegd aan de buitenbehuizing, afhankelijk van de mogelijke temperatuursomstandigheden.

De basisstations kunnen op een mast (geen metaal), op het dak of aan een muur worden bevestigd. Zorg ervoor dat de basisstations op het LAN zijn aangesloten, aangezien dit het toestel van stroom verzorgt en bovendien zorgt voor de verbinding met de DECT-manager.

Het bereik buiten bedraagt max. 300 meter, maar dit wordt eventueel door andere gebouwen, muren en ook bomen beperkt. Een basisstation dat buiten is aangebracht, kan ook een gedeelte van de binnenruimte van een gebouw bestrijken als de muren van dit gebouw het signaal niet te sterk dempen.

Houd bij metingen buiten er rekening mee dat weersinvloeden, bijv. regen of sneeuw, de zenden- en ontvangsteigenschappen aanzienlijk kunnen beïnvloeden. Voer eventueel nadere metingen uit onder andere weersomstandigheden; plan het dekkingsgebied royaal als u voor een gegarandeerde ontvangst wilt zorgen. Ook wijzigingen in de begroeiing (gebladerte aan de bomen, groeien van struiken) hebben invloed op de signaalomstandigheden.

### Handover op het volledige terrein

Als handover op het volledige terrein en in alle gebouwen mogelijk moet zijn, moeten de overganggebieden tussen de binnen- en buitenruimten zorgvuldig worden gepland en gemeten.

Voorbeeld: de toegang tot het gebouw is alleen mogelijk via een metalen deur met 100 % demping. In dit geval moet bij geopende deur de handover tussen het dichtstbijzijnde basisstation in de binnenruimte en het basisstation voor de buitenruimte zijn gewaarborgd. Beide basisstations moeten gesynchroniseerd zijn en (bij geopende deur) een overlappend dekkingsgebied realiseren.

# Trefwoordenregister

<b>B</b>	
Basisstation .....	4, 7
gebeurtenissen .....	47
informatie over de installatie .....	38
positionering .....	37
Basisstations	
locaties plannen .....	36
minimale afstand .....	30
Bereikverlies .....	34
Bouwmaterialen	
bereikverlies .....	34
Breedband .....	28
<b>C</b>	
Capaciteit .....	11
bepalen .....	31
Cluster .....	8
<b>D</b>	
DECT-basisstation .....	4, 7
DECT-Integrator .....	3, 5
DECT-Manager .....	3
gebruik van meerdere .....	29
DECT-netwerk .....	10
plannen .....	27
technische voorwaarden .....	29
Diagnose .....	47
Diagnose, basisstations .....	47
DLS (DECT over LAN Sync) .....	19
Draadloos bereik .....	11
DSCP (Differentiated Services Codepoint) .....	18
<b>E</b>	
Erlang .....	31
<b>G</b>	
Gesteldheid van de gebouwen .....	30
Gigaset N870 IP Multicell System .....	3
capaciteit .....	28
Gigaset N870 IP PRO .....	3
stroomvoorziening .....	30
Grade of Service (GoS) .....	31
Grenswaarden .....	40
Grote installatie .....	6
<b>H</b>	
Handover .....	8
Handset .....	4, 7
Hotspot .....	33
storingen .....	33
<b>I</b>	
Installatie	
gemiddeld .....	6
groot .....	6
klein .....	5
Installaties .....	5
Integrator .....	3, 5
virtueel .....	7
<b>J</b>	
Jitter .....	20
<b>K</b>	
Kleine installatie .....	5
<b>L</b>	
LAN-master/slave .....	17
LAN-synchronisatie .....	14, 17
cluster-selectief .....	19
voordelen .....	17
<b>M</b>	
Materiaalkenmerken .....	34
Meetprotocol .....	44, 46
Meetresultaat .....	47
Meetverloop .....	43
Meting	
uitvoeren .....	39
voorbereiden .....	27
Middelgrote installatie .....	6
Minimale afstand .....	30
Montagehoogte, optimaal .....	30
Montagerichtlijnen .....	30
Multicelstelsysteem .....	3
<b>N</b>	
Netwerk-jitter .....	20
<b>O</b>	
Ontvangen signaalsterkte	
grenswaarden .....	41
Ontvangsveldsterkte .....	41
Overlapping .....	13
<b>P</b>	
Pakketvertragings-jitter .....	18
Planning van de synchronisatie .....	15
Plantekening .....	36
PoE (Power over Ethernet) .....	30
PTP (Precise Time Protocol) .....	19
PTP-afwijking .....	20

## Trefwoordenregister

### R

Radiodekking .....	10
optimaal .....	10
Roaming .....	8

### S

Servicegraad .....	31
Signaalsterkte, ontvangst .....	41
Smalband .....	28
Storende factoren .....	34
andere draadloze netwerken .....	35
materiaalkenmerken .....	34
obstakels .....	34
Synchronisatie	
draadloos .....	16
eisen .....	15, 18
over the air .....	15
per LAN .....	15, 17
Synchronisatiehiërarchie .....	15
Synchronisatie-level .....	16
Synchronisatie-master/-slave .....	15

### T

Telefooncentrale .....	4
------------------------	---

### V

Verbindingskwaliteit .....	42
Verkeersvolume	
berekening in Erlang .....	31
grof bepalen .....	32
Virtuele Integrator .....	7
VoIP-telefooncentrale .....	3
Volumeverdeling .....	8
Voorbeeld voor synchronisatie	
groot, DECT-DECT-DECT .....	24
groot, DECT-DECT-LAN .....	25
groot, LAN-PTP-domein-LAN .....	26
klein/middelgroot, alleen DECT .....	21
klein/middelgroot, alleen LAN .....	22
klein/middelgroot, DECT-LAN gemengd. ....	23

### Z

Zendbereik .....	29
------------------	----

Issued by

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

© Gigaset Communications GmbH 2024

Subject to availability.

All rights reserved. Rights of modification reserved.

[www.gigaset.com](http://www.gigaset.com)