

WLAN

Die Kühn-GmbH besitzt ein Bürogebäude mit zwei Stockwerken. Auf jedem Stockwerk gibt es ein Großraumbüro. Die Firma möchte im gesamten Gebäude ein WLAN-Netzwerk einrichten. Abbildung 1 zeigt den Aufbau des Netzwerks.

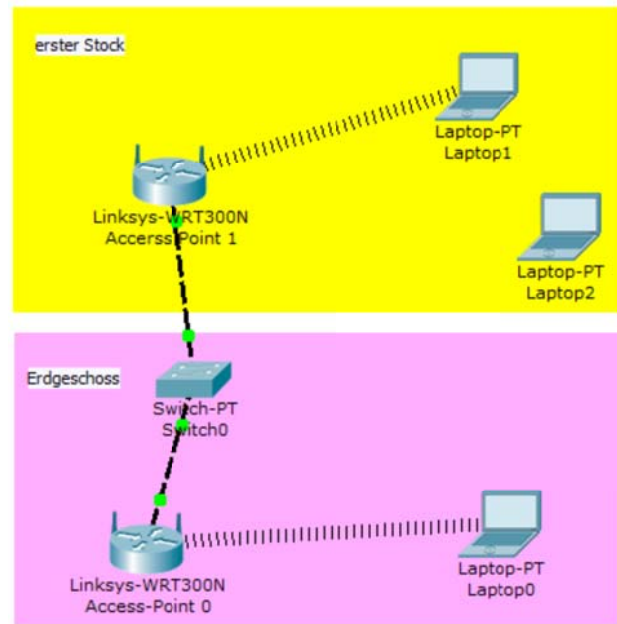


Abbildung 1: Netzwerk der Kühn GmbH

WLAN – gesetzliche Regelungen

Aufgabe 1: Infoblatt Bundesnetzagentur

Lesen Sie das Infoblatt der Bundesnetzagentur und beantworten Sie die folgenden Fragen.

1. In welchen Frequenzbereichen ist WLAN erlaubt?
2. Welcher Paragraph regelt die Meldepflicht eines Netzwerkes bei der Bundesnetzagentur?
3. Wann ist eine Meldung des WLAN Netzwerkes bei der Bundesnetzagentur erforderlich?
4. Dürfen verschiedene Grundstücke durch ein WLAN - Netzwerk miteinander verbunden werden?
5. Müssen Verbindungen verschiedener Grundstücke bei der Bundesnetzagentur gemeldet werden?
6. Wie groß darf die maximale Strahlungsleistung in den jeweiligen Frequenzbändern sein?
7. Welche Arten von Antennen dürfen eingesetzt werden?

Hinweise zur Strahlungsleistung

G_t ist der Gewinn der Sendeantenne. Der Gewinn misst die Verstärkung der Antenne. Mithilfe des Gewinns lässt sich die Strahlungsleistung EIRP berechnen. Verwendet man Antennen mit großem Gewinn, muss die der Antenne zugeführte Leistung reduziert werden.

P_t ist die der Antenne zugeführte Leistung.

EIRP: equivalent isotropically radiated power.

$$EIRP [W] = G_t \cdot P_t [W]$$

$$eirp [dBm] = g_t [dBi] + p_t [dBm]$$

Grundlagen WLAN im 2,4 GHz-Frequenzbereich

Im Frequenzbereich von 2,4 GHz sind die WLAN-Standards in Tabelle 1 definiert. Alle WLAN-Standards sehen grundsätzlich nur einen Halbduplexmodus vor.

Einige Hersteller bieten einen Vollduplexmodus an. Der Vollduplexmodus benötigt einen Kanal zum Senden und einen Kanal zum Empfangen. Folglich werden im Vollduplexmodus zwei unabhängige Kanäle belegt.

Die nutzbare Bandbreite für WLAN 2,4 GHz erstreckt sich von 2,400 GHz bis 2,4835 GHz. Für WLAN steht damit eine Bandbreite von 83,5 MHz zur Verfügung. Diese Bandbreite ist in 13 Kanäle aufgeteilt.

Unter einem Spektrum versteht man alle zu einem Kanal zusammengefassten Frequenzen. Abbildung 2 zeigt das Spektrum von Kanal 1 in blau und Kanal 2 in rot. Jeder Kanal besitzt eine Bandbreite von 20 MHz. Der Abstand der Kanäle beträgt 5 MHz. Deshalb überlappen und stören sich die beiden Kanäle.

Tabelle 2 zeigt alle Kanäle von WLAN 2,4 GHz.

Tabelle 1: WLAN-Standards im 2,4 GHz-Bereich

Standard:	Datenübertragungsrate:
IEEE 802.11	2 MBit/s
IEEE 802.11b	11 MBit/s
IEEE 802.11g	54 MBit/s
IEEE 802.11n	300 MBit/s
IEEE 802.11ac	?1,2 Gbit/s ?

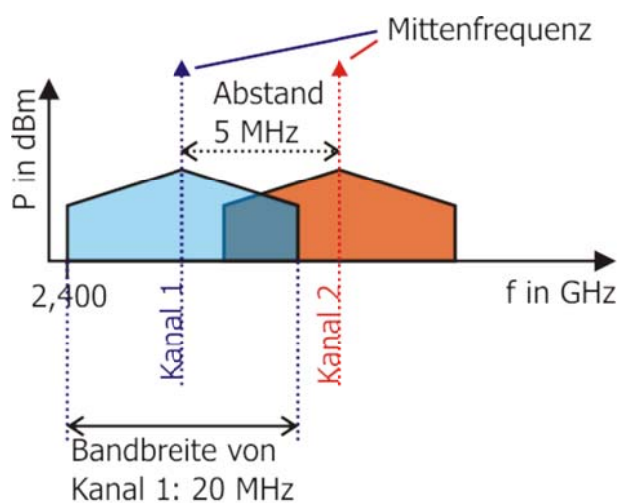


Abbildung 2: schematische Darstellung der Spektren von Kanal 1 und Kanal 2 bei WLAN 2,4 GHz

Tabelle 2: Kanalraster WLAN 2,4 GHz IEEE802.11g,n

Kanal Nummer	Mittenfrequenz	Bandbreite	Kanalabstand
1	2,412 GHz	20 MHz	↑
2	2,417 GHz	20 MHz	↓ 5 MHz
3	2,422 GHz	20 MHz	↑ 5 MHz
4	2,427 GHz	20 MHz	↓ 5 MHz
5	2,432 GHz	20 MHz	↑ 5 MHz
6	2,437 GHz	20 MHz	↓ 5 MHz
7	2,442 GHz	20 MHz	↑ 5 MHz
8	2,447 GHz	20 MHz	↓ 5 MHz
9	2,452 GHz	20 MHz	↑ 5 MHz
10	2,457 GHz	20 MHz	↓ 5 MHz
11	2,462 GHz	20 MHz	↑ 5 MHz
12	2,467 GHz	20 MHz	↓ 5 MHz
13	2,472 GHz	20 MHz	↑ 5 MHz

Aufgabe 2: Kanalraster von WLAN 2,4 GHz IEEE802.11g,n

- a) In Abbildung 3 ist das Kanalraster von WLAN skizziert. Jeder Kanal ist durch seine Mittenfrequenz und sein Frequenzspektrum dargestellt. Kennzeichnen Sie eine Kombination nicht überlappender Kanäle farblich.

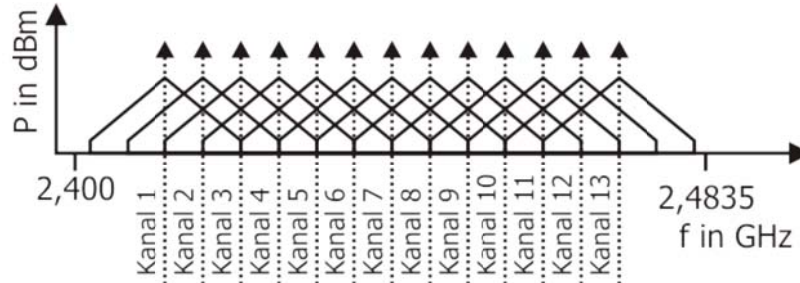


Abbildung 3: schematische Darstellung des Kanalrasters

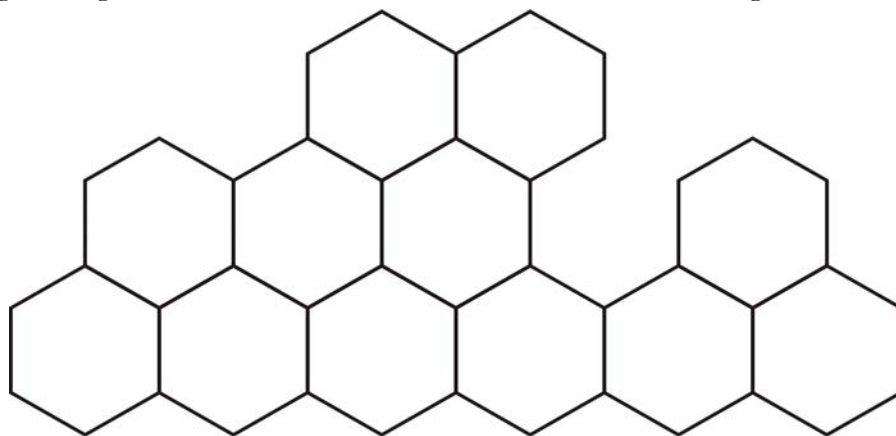
- b) Berechnen Sie die Anzahl überlappungsfreier Kanäle für WLAN 2,4 GHz .
- c) Wie viele Access-Points können bei WLAN 2,4 GHz im Vollduplexmodus störungsfrei betrieben werden?

Aufgabe 3: Funknetzplanung

- a) Drei Access-Points sind wie in der Abbildung auf der rechten Seite angeordnet. Den Bereich, in dem ein Access-Point verfügbar ist, nennt man Funkzelle. Die Kanäle benachbarter Funkzellen dürfen sich nicht überlappen. Sie haben nur drei Kanäle zur Verfügung. Weisen Sie jeder Funkzelle einen Kanal zu. Tragen Sie die Kanalnummer in die Funkzelle ein.



- b) Eine Firma rüstet einen Standort mit WLAN aus. Die Kanäle benachbarter Zellen dürfen sich nicht überlappen. Weisen Sie jeder Zelle einen Kanal zu. Nutzen Sie das Schema des vorherigen Aufgabenteils. Eine Funkzelle ist durch ein Sechseck dargestellt.



WLAN - Vernetzung

Ein WLAN-Netzwerk benötigt zur Identifizierung einen Namen. Dieser Name ist der Service Set Identifier (SSID). Die SSID wird in einem speziellen Frame, dem sogenannten Beacon Frame, in regelmäßigen Abständen ausgesendet. Der Beacon Frame ist nie verschlüsselt. Dieser Mechanismus wird SSID Broadcast genannt. Netzwerkteilnehmer finden durch den SSID Broadcast den Access-Point.

Im Infrastrukturmodus koordiniert der Access-Point den Zugriff auf das Netzwerk und vermeidet Kollisionen. Gleichzeitig ist der Access-Point die Anbindung zum Ethernet-Netzwerk. Jeder Access-Point erzeugt genau eine Funkzelle. Die Funkzelle hat keine feste Grenze, sondern ist durch ihre Reichweite festgelegt. Der WLAN-Standard nennt die Funkzelle Basic Service Set (BSS). Ein BSS besteht aus mindestens zwei Stationen, welche miteinander kommunizieren. Abbildung 4 zeigt ein BSS mit einem Access-Point und zwei Endgeräten.

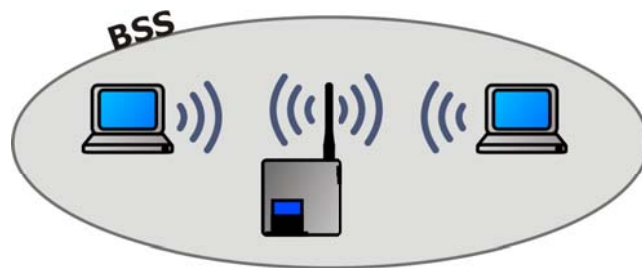


Abbildung 4: WLAN-Netzwerk im Infrastrukturmodus

Ist die Ausdehnung eines WLAN-Netzwerkes mit einem BSS zu gering, müssen mehrere WLAN-Access-Points eingesetzt werden. Abbildung 5 zeigt ein WLAN mit zwei Access-Points.

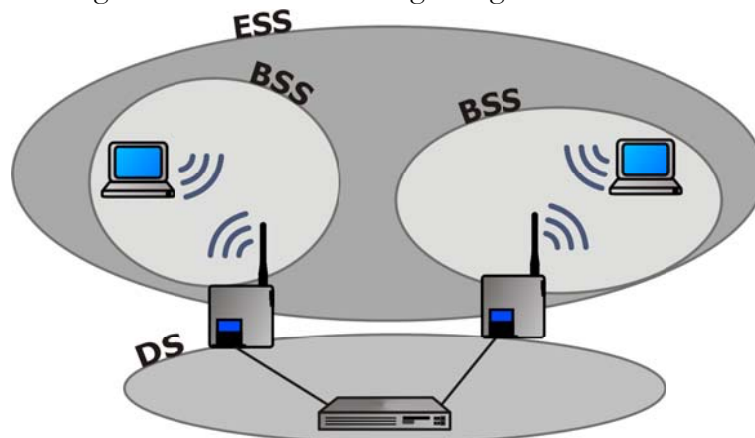


Abbildung 5: WLAN-Netzwerk mit erweiterter Ausdehnung

Alle Access-Points eines WLAN besitzen denselben SSID. Die Access-Points werden durch ein kabelgebundenes Netzwerk miteinander verbunden. Dieses Verbindungs-Netzwerk nennt man Distribution System (DS). Das durch ein Distribution System erweiterte Netzwerk erscheint für den Benutzer als ein zusammenhängendes, riesiges WLAN. Man nennt es Extended Service Set (ESS). Das Distribution System ist nicht Teil des Extended Service Set.

Bewegt sich ein WLAN-Teilnehmer innerhalb eines ESS aus einem BSS in ein anderes BSS, so wählt sich die Netzwerkkarte automatisch in das neue BSS ein. Diesen Vorgang nennt man Roaming.

Aufgabe 4: Fragen zur WLAN-Vernetzung

- a) Erklären Sie die Aufgabe des Beacon Frames.

- b) Was versteht man unter dem Basic Service Set?

- c) Erklären Sie wie man aus mehreren Access-Points ein Extended Service Set erstellt.

- d) Erklären Sie, was man unter Roaming im WLAN-Netzwerk versteht.

Aufgabe 5: Konfiguration

Erarbeiten Sie eine neue Konfiguration für das WLAN-Netzwerk der Kühn-GmbH. Tragen Sie die geänderten Einstellungen in die Tabelle ein.

	Access-Point Erdgeschoss	Access-Point erster Stock
Netzwerkstandard (Network Mode)		
SSID		
Bandbreite des Kanals (Radio Band)		
Kanalnummer (Standard Channel)		
SSID Broadcast		

Vergrößerung eines Funknetzes

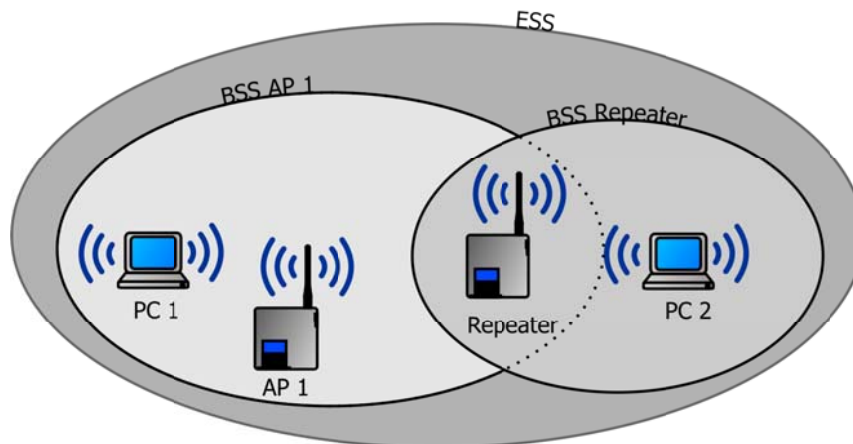


Abbildung 6: Funktionsprinzip eines WLAN-Repeater

WLAN-Repeater dienen der kostengünstigen Erweiterung von WLAN Netzen. Das Funktionsprinzip von WLAN-Repeater unterscheidet sich jedoch vom kabelgebundenen Repeater. WLAN-Repeater sind keine einfachen Verstärker, sondern beruhen auf dem Prinzip des Extended Service Set. Einerseits ist ein WLAN-Repeater Client des BSS eines Access-Points, andererseits besitzen WLAN-Repeater ein eigenes Basic Service Set. Für Clients erscheinen WLAN-Repeater als unabhängige Access-Points. Dieses Prinzip ist in Abbildung 1 illustriert.

Der überwältigende Nachteil dieses Konzepts erwächst aus der Tatsache, dass handelsübliche WLAN-Repeater nur auf einem Kanal senden oder auf einem Kanal empfangen können. Gleichzeitig Senden und Empfangen auf nicht überlappenden Kanälen ist nicht möglich. Die Folge für die Übertragungs-geschwindigkeit im BSS Repeater soll anhand des Sendens eines Pakets von PC2 zu PC1 gezeigt werden. PC2 kann erst senden, wenn der Repeater nicht innerhalb BSS1 empfängt. Wenn PC2 sendet, wird die Botschaft im Repeater zwischengespeichert. Anschließend wartet der WLAN-Repeater, bis er im BSS AP 1 senden darf. Solange der WLAN-Repeater in BSS AP 1 sendet, kann er im BSS Repeater keine neuen Pakete empfangen. Man stellt fest, dass ein WLAN-Repeater abwechseln in zwei BSS sendet oder empfängt. Somit halbiert sich die Datenübertragungsrate im BSS des WLAN-Repeater.

WLAN-Repeater spielen deshalb im gewerblichen Bereich eine untergeordnete Rolle, treten jedoch wegen Ihrer geringen Kosten im privaten Bereich immer wieder in Erscheinung.

Im gewerblichen Bereich nutzt man statt WLAN-Repeater Richtfunkstrecken. Eine WLAN-Richtfunkstrecke wird in der Literatur oft als WLAN-Brücke bezeichnet. Richtfunkstrecken sind Teil des Distribution Systems und bestehen aus nur zwei Access-Points. Arbeitsplatzrechner dürfen keinen Zugang zur Richtfunkstrecke haben. Die beiden Access-Points der Richtfunkstrecke sind so konfiguriert, dass einer der beiden Access-Point als Client agiert. Der andere Access-Point ist als normaler Access-Point aktiv. An den Enden der Richtfunkstrecke können weitere Access-Points angeschlossen und somit ein weit ausgedehntes ESS eingerichtet werden. Abbildung 2 zeigt

ein Beispiel einer WLAN-Richtfunkstrecke. Die Reichweite einer Richtfunkstrecke ist nur durch die Strahlungsleistung und die Antennen begrenzt.

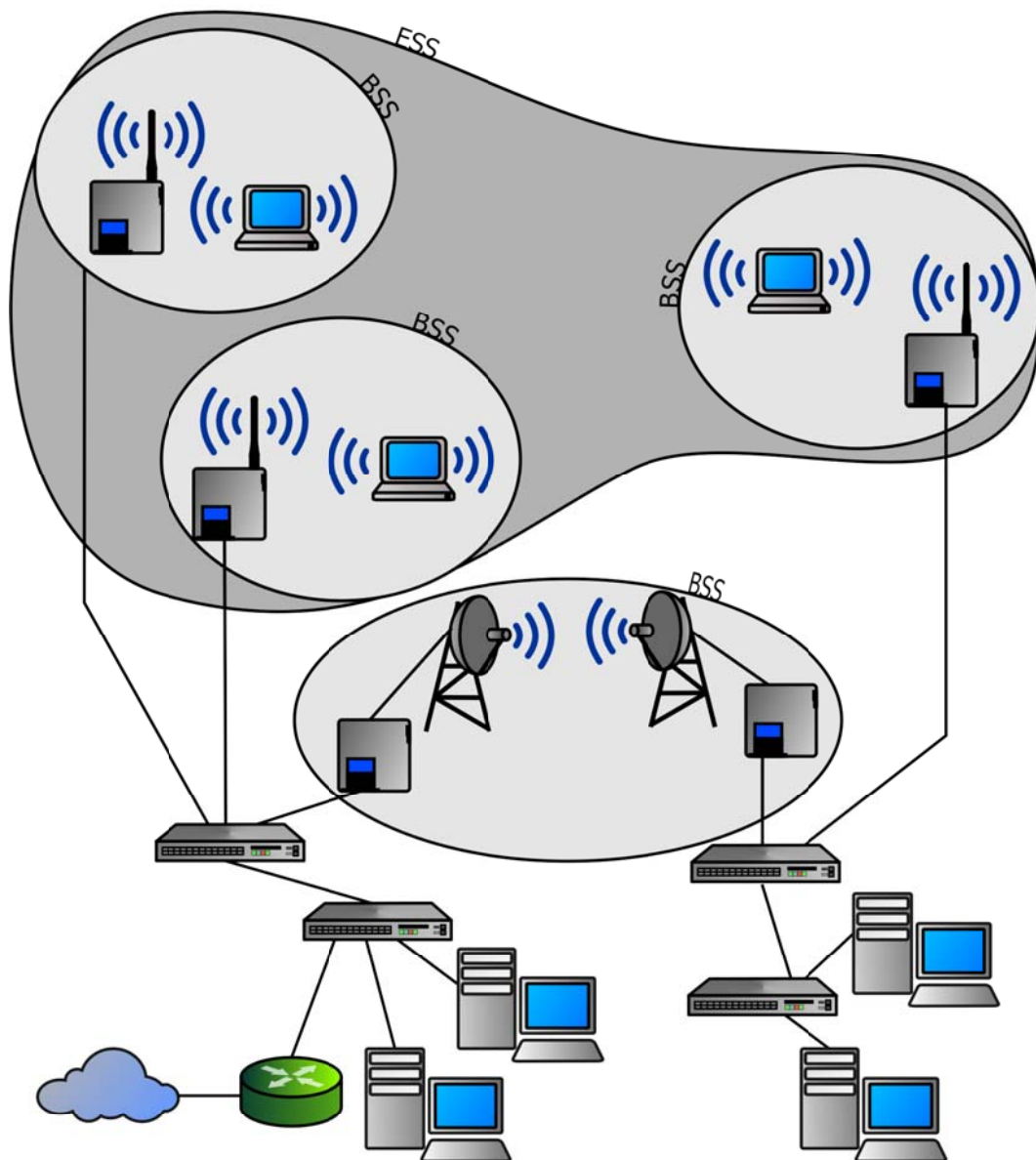


Abbildung 7: Erweiterung eines Netzwerks unter Nutzung einer WLAN-Richtfunkstrecke