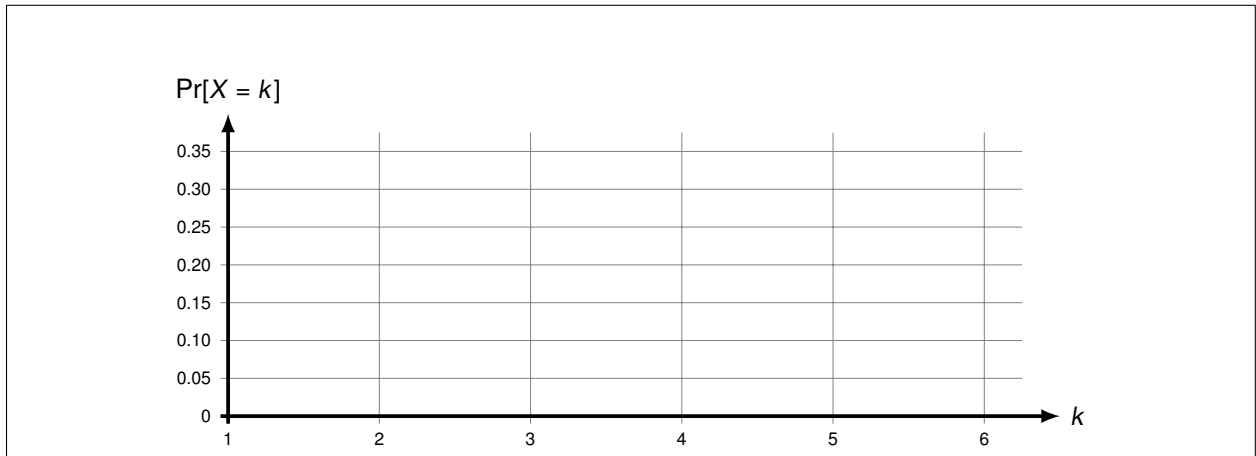
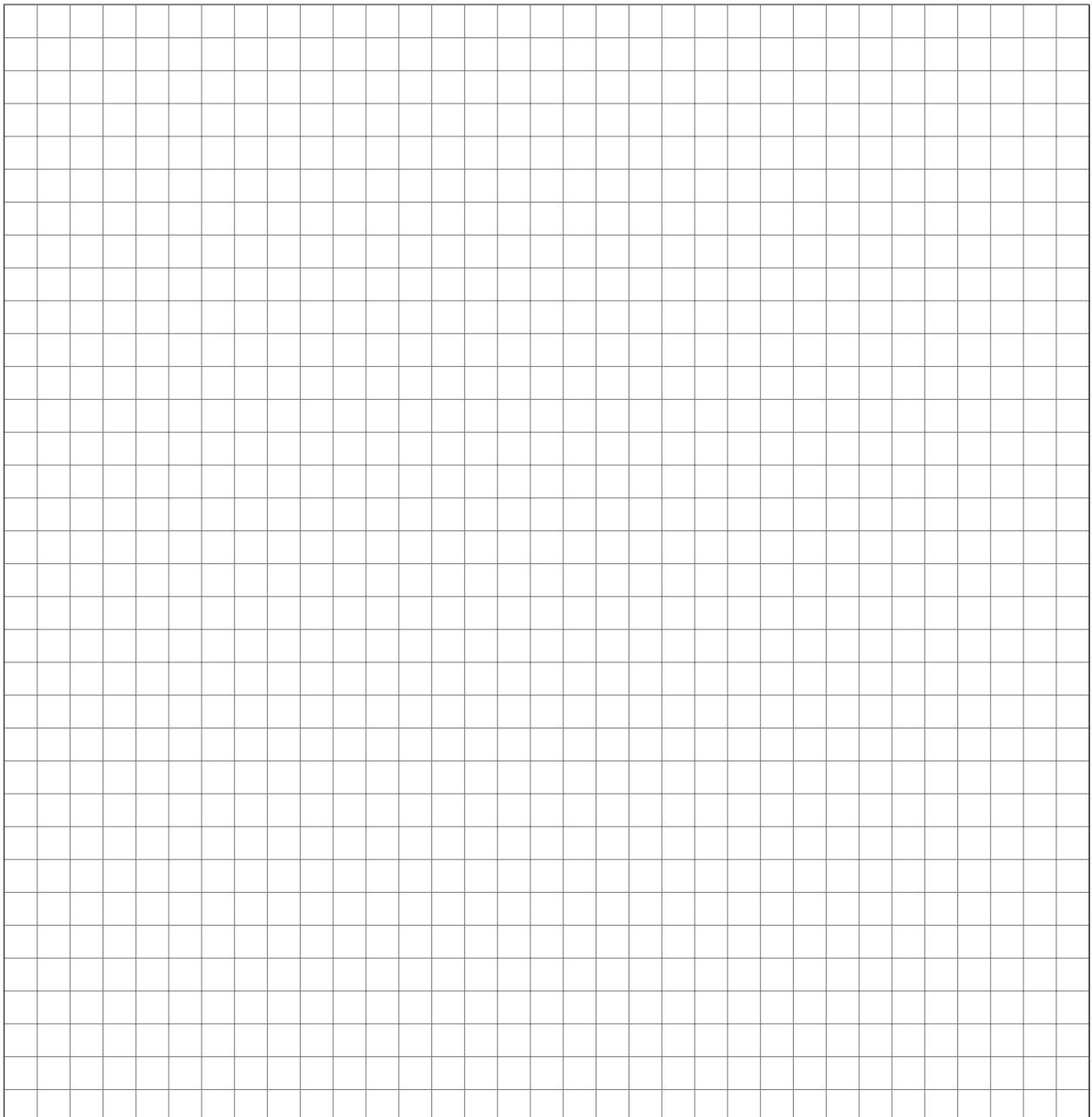




d)\* Skizzieren Sie die Wahrscheinlichkeit aus Teilaufgabe c) für  $k \in \{1, \dots, 6\}$ .



e) Angenommen das zuständige Protokoll auf der Sicherungsschicht bricht die Wiederholung ab, falls der dritte Sendeversuch erfolglos war. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Rahmen nicht übertragen werden kann?

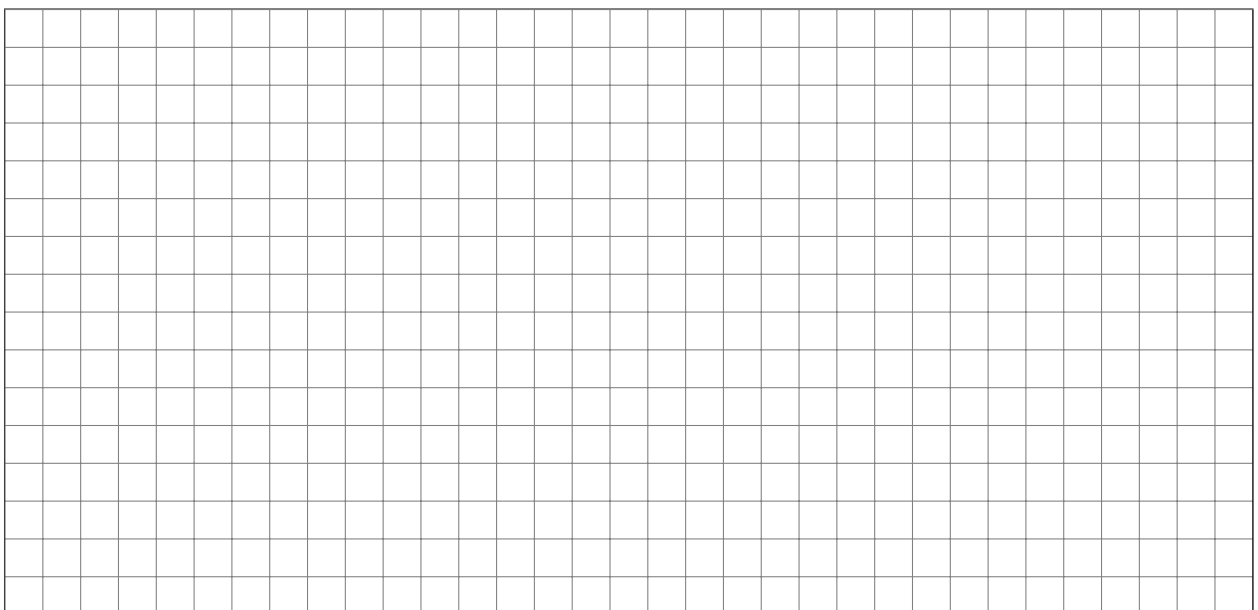




e)\* Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass ein einzelnes Kanalwort fehlerhaft dekodiert wird.

A large grid of graph paper, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares, intended for the student to perform calculations for part e).

f) Bestimmen Sie nun die Wahrscheinlichkeit, dass ein Rahmen korrekt übertragen wird – also keines der Kanalwörter, die den Rahmen ausmachen, fehlerhaft übertragen wird.

A large grid of graph paper, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares, intended for the student to perform calculations for part f).

### Aufgabe 3 Erzielbare Datenraten mit IEEE 802.11a Wireless LAN

In dieser Aufgabe betrachten wir die physikalische Schicht von IEEE 802.11a (einem der WLAN-Standards). Diese verwendet Trägerfrequenzen zwischen 5127 MHz und 5910 MHz. Da die Regulierung der Funkfrequenzen landesabhängig ist, unterscheiden sich die verfügbaren Frequenzbereiche im internationalen Vergleich. In Deutschland beispielsweise steht lediglich der Bereich 5170 MHz to 5330 MHz ohne Einschränkungen zur Verfügung. Dies entspricht einer Bandbreite von 160 MHz, welche in insgesamt 8 Kanäle zu jeweils 20 MHz unterteilt ist. Jeder Kanal ist wiederum in 64 Subcarrier zu je 312.5 kHz unterteilt (siehe Abbildung 3.1). Von diesen Subcarriern werden lediglich 48 zur Datenübertragung genutzt<sup>1</sup>.

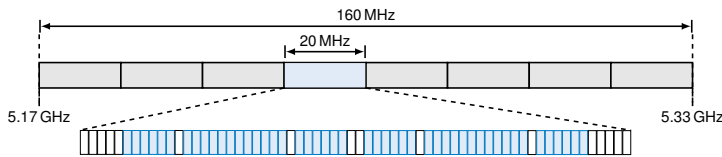


Abbildung 3.1: IEEE 802.11a Kanalaufteilung. Von den insgesamt 64 Subcarriern werden lediglich 48 (blau) zur Datenübertragung genutzt.

Datenrate [Mbit/s]	Modulation	Coderate
6	BPSK	1/2
9	BPSK	3/4
12	QPSK	1/2
18	QPSK	3/4
24	16-QAM	1/2
36	16-QAM	3/4
48	64-QAM	2/3
54	64-QAM	3/4

Abbildung 3.2: Datenraten, Modulationsverfahren und Coderaten für IEEE 802.11a.

Die Symboldauer (zeitliche Ausdehnung eines Sendepulses) beträgt daher  $1/312.5 \text{ kHz} = 3.2 \mu\text{s}$ . Um Störungen durch Reflexionen zu vermeiden, wird zwischen Symbolen ein zeitlicher Schutzabstand (engl. „Guard Interval“) eingefügt. Die effektive Symboldauer beträgt daher  $T_s = 4 \mu\text{s}$ .

Die effektiv erzielbare Datenrate hängt nun vom verwendeten Modulationsverfahren sowie der Coderate des Kanalcodes ab. Diese sind in Tabelle 3.2 aufgelistet.

**Wir betrachten zunächst nur die maximale Übertragungsrate  $r_{\text{max}} = 54 \text{ Mbit/s}$ .**

a)\* Wieviele Bit werden pro Sendesymbol übertragen?

b) Wie viele Bit werden bei Verwendung von 48 Subcarriern insgesamt pro Symboldauer übertragen?

c) Der in Teilaufgabe b) berechnete Wert bezieht sich auf Kanalwörter, d. h. es ist Redundanz enthalten. Bestimmen Sie Menge an übertragenen Nutzdaten pro Symboldauer.

d) Bestätigen Sie unter Verwendung des Ergebnisses aus Teilaufgabe c) die maximale Datenrate  $r_{\text{max}} = 54 \text{ Mbit/s}$ .

<sup>1</sup>Die übrigen sind entweder nicht belegt oder werden zur Übertragung sog. Pilotsymbole verwendet, welche der Kanalschätzung dienen. Dies vernachlässigen wir in dieser Aufgabe.

