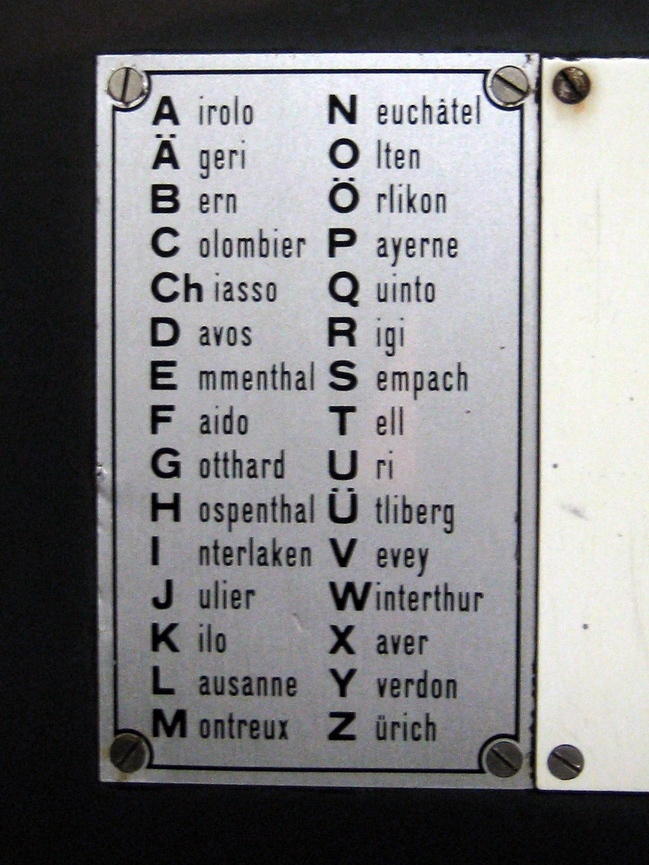
**Aufgaben zu fehlererkennenden und - korrigierenden Codes**

(die Aufgaben sind nach aufsteigendem Schwierigkeitsgrad geordnet)

# Buchstabiere Deiner Nachbarin oder Deinem Nachbarn ein «schwieriges» Wort mit dem phonetischen Alphabet der Seeleute und der Buchstabiertabelle des Schweizer Militärtelephons.

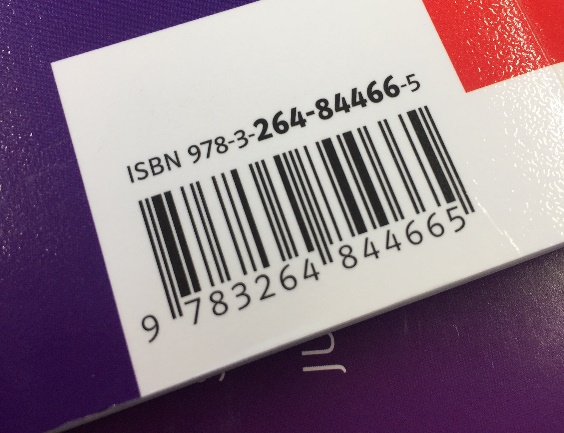
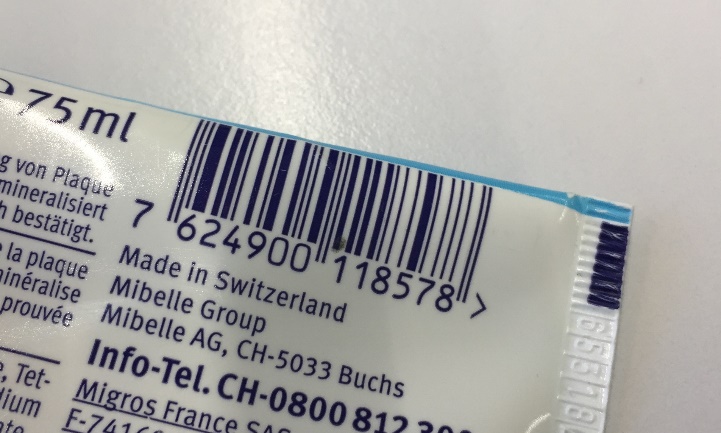
Zum Beispiel:  
Chrysantheme, Atmosphäre, Häkchen, Jackett, Algorithmus, Stracciatella, Zetabyte etc.

# Du möchtest Deiner Kollegin oder Deinem Kollegen ein kompliziertes Wort übermitteln, z.B. KORYPHÄE. Damit der Empfänger sicher ist, dass keine Fehler übermittelt wurden, sendest Du das Wort zweimal, bzw. jeden Buchstaben doppelt, also KORYPHÄEKORYPHÄE bzw. KKOORRYYPPHHÄÄEE. Kann der Empfänger mit dieser Methode Fehler erkennen und korrigieren? Dies ist ein fehlererkennender, aber kein fehlerkorrigierender Code. Zum Beispiel kann der Empfänger nicht feststellen, ob beim Erhalt von OUHHRR die ursprüngliche Nachricht OHR oder UHR lautete. Und wenn der gleiche Fehler im ursprünglichen Text und im Prüftext passiert, funktioniert diese Strategie auch nicht mehr. Somit würde die Nachricht BEINBEIN als korrekt interpretiert, obwohl das richtige Wort NEIN lauten sollte. Um diese Methode zu einem fehlerkorrigierenden Code zu machen, müssen wir jeden Buchstaben dreimal senden. Beim Empfang von OHRUHROHR kann durch einfachen «Mehrheitsentscheid» festgestellt werden, welches der richtige Buchstabe ist. Siehe auch «einfach Informatik, Daten darstellen, verschlüsseln, komprimieren, Seite 56, Beispiel 3» Dieser Code wird in der Praxis nicht angewendet, da er sehr «teuer» ist. Er verdreifacht die Übertragungskosten jeder Nachricht. Sendet Euch trotzdem Nachrichten (z.B. in einer Fremdsprache) mit Hilfe dieses Codes und baut (mehrere) Fehler ein, welche die Empfänger korrigieren müssen.

# Welche der folgenden EAN-Codes sind korrekt und welche falsch? a) 392773820002 b) 3728839215080 c) 3847291773926 Lösung a) nein, EAN-Code muss 13-stellig sein b) nein, Prüfziffer 8 wäre korrekt c) ja

# Suche die 13-stelligen EAN- und ISBN-Codes auf Deinen Büchern oder Nahrungsmitteln etc. und diktiere die ersten 12 Ziffern Deiner Nachbarin oder Deinem Nachbarn. Überprüfe, ob diese die 13. Stelle korrekt berechnen.

# Berechne für folgende Zahlen die EAN-Prüfziﬀern: a) 834039461730 b) 372948302200 c) 372004830970 Lösung: Prüfziﬀern a) 2 b) 8 c) 1

# Bei den folgenden EAN-Codes konnte jeweils eine Ziffer nicht eingelesen werden. Setze die korrekte Ziffer ein.

a) 40**?**0808007007 b) 401230**?**070111 c) 97820071946**?**0 d) 300**?**007477755  
  
Lösung a) 40**2**0808007007 b) 401230**4**070111 c) 97820071946**3**0 d) 300**1**007477755

# Weil es wichtig ist, dass Ziffernfolgen wie z.B. eine Artikelnummer korrekt übermittelt werden, finden wir Prüfziffern auch in anderen Bereichen des Alltags. Recherchiere, welche (persönlichen) Informationen auch mit einer Prüfziffer codiert werden. Nummer auf der Post-, Bank- oder Kreditkarte bzw. Kontonummer, AHV-Nummer, Einzahlungsschein, Reisepass, ID-Ausweis, Tracking-Code für Pakete etc. <http://www.pruefziffernberechnung.de/>

# Bei jeder der folgenden EAN ist eine einzige der 13 Ziffern falsch. Wo könnte der Fehler stecken? Versuche, jeweils mehrere Vorschläge für eine richtige EAN zu finden.

a) 4004400234567 b) 5007234506789  
  
Unterschiedliche Lösungen möglich, welche eine korrekte Prüfsumme ergeben.

# Nicht immer entdeckt das EAN-Prüfziffersystem einen Zahlendreher. Beispiel: 401234**50**67897 und 401294**05**67897 werden beide von EAN-Prüfverfahren akzeptiert. Kannst Du weitere solche Beispiele finden? Wieviele 2-stellige Zahlendreher gibt es? Wieviele dieser Zahlendreher werden durch das Prüfzifferverfahren nicht entdeckt? Lösung: Bei einem Zahlendreher wird in die Gesamtsumme also statt 3a + b nun 3b + a eingebracht oder umgekehrt. Der Zahlendreher wird genau dann nicht gemerkt, wenn

3a + b = 3b + a + 10n (n ∈ N)  
2a -2b = 10n  
a – b = 5n  
  
Beh.: also alle Zahlendreher mit I a – b I = 5

Bew.: Ist n=0, so ist a=b und es ist gar kein Zahlendreher. Für n=1 ergeben sich für Zahlendreher die Paare (94..49; 83..38; 72..27; 61..16; 50..05), die also nicht von der Prüfziffer entdeckt werden. n=2 usw. ist mit Ziffern für a und b nicht möglich. Alle anderen Zahlendreher werden von der Prüfziffer entdeckt. Entscheidend ist, dass diese «Panne» nur passieren kann, weil 10 durch 2 teilbar ist.

Übrigens werden Einzelfehler, Ziffer x statt y, immer erkannt. Dabei muss man zwei Fälle betrachten. Am 1er-Faktor-Platz kann man mit einer einzigen Ziffernänderung keine Differenz von 10 erhalten (I x - y I = 10n). Am 3er-Faktor-Platz ergibt sich eine Änderung von 3\*(x-y) und das ergibt mit zwei Ziffern auch nie einen Zehner. Zwei Einzelfehler können sich aber aufheben. (Beispiele suchen und finden!).

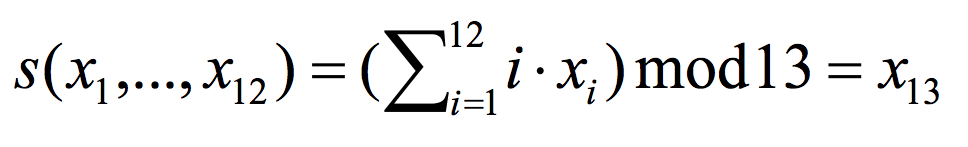
Es existieren insgesamt 90 Zahlendreher (bzw. 45 Paare), davon werden 10 (bzw. 5 Paare) vom Prüfverfahren nicht entdeckt.

Zudem sind Zahlendreher Menschenwerk und heutzutage tippt kaum jemand noch eine EAN oder ISBN von Hand ein. Sollte tatsächlich einmal durch einen Zahlendreher eine gültige Nummer erzeugt werden, würde gleich der Titel eines falschen Buches oder Artikels am Bildschirm erscheinen.

In einer Untersuchung 1969 wurde festgestellt, dass auch bei einer nicht-maschinellen Übermittlung durch Menschen lediglich 10 Prozent der Fehler vom Typ Zahlendreher waren. 90 Prozent der von Menschen produzierten Fehler waren Einzel- oder übrige Fehler.

Es wäre durchaus möglich, eine Hash-Funktion anzuwenden, welche auch alle Zahlendreher erkennen würde.

Um alle Zahlendreher erkennen zu können, definieren wir:

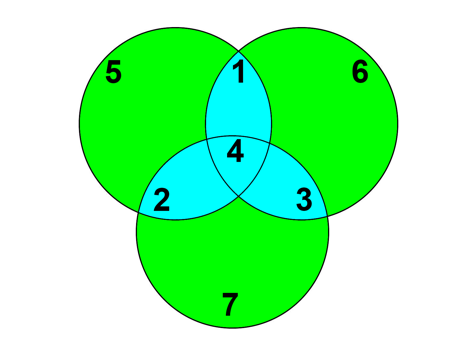
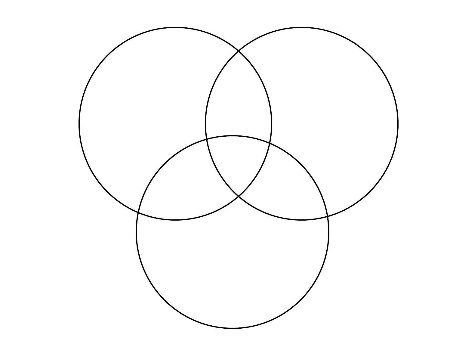
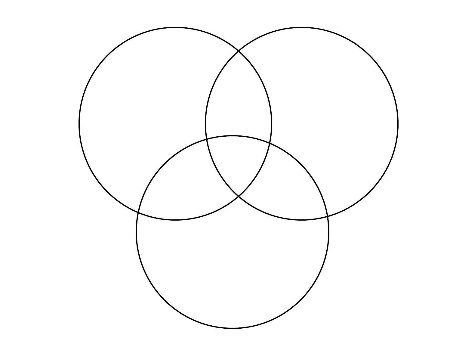
  
Offensichtlich kann die Prüfziffer nun Werte zwischen 0 und 12 annehmen, wobei wir um eine einstellige Prüfziffer zu erhalten 10=A, 11=B und 12=C definieren müssten. Die Berechnung für das Erkennen aller Zahlendreher kann analog dem obigen Beweis erfolgen. Da man aber mit diesem Verfahren bei der EAN zusätzliche Symbole wie A, B und C einführen müsste, wurde diese «sichere» Hash-Funktion für die Prüfziffer nicht verwendet.

# Führe den Kartentrick mit den Prüfbits mit Deiner Mitschülerin oder Deinem Mitschüler mit rechteckigen Anordnungen von Jasskarten, Münzen, farbigem Papier etc. durch.

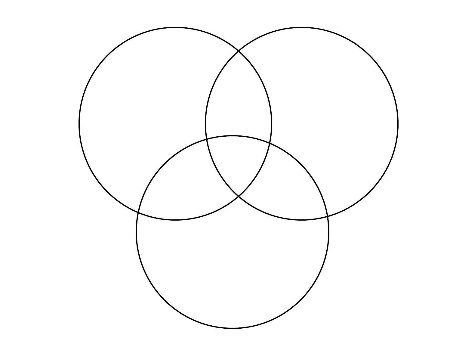
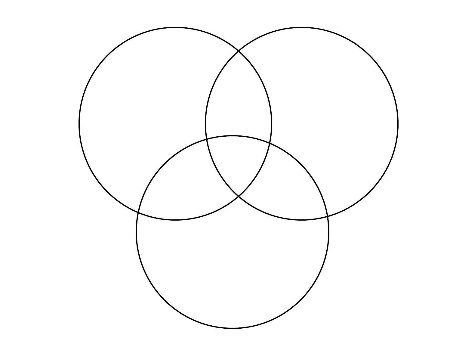
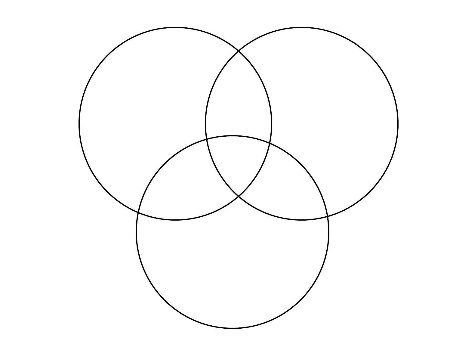


Unterschiedliche Lösungen möglich

# Übermittle Deiner Nachbarin oder Deinem Nachbarn eine oder mehrere der 16 möglichen 4 Bit Nachrichten 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110, 0111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111 und kodiere sie mit dem Hamming-Verfahren.

    
Dein/e Mitschüler/in soll die Korrektheit der Übermittlung mit dem Paritätscheck überprüfen.

Sende nun erneut eine oder mehrere der 16 möglichen 4 Bit Nachrichten als Hamming-Code und baue einen Einzelfehler ein. Sende also z.B. anstatt 1011010 die Nachricht **0**011010 oder anstatt 1011010 die fehlerhafte Meldung 101**0**010 oder anstatt 1011010 den Code 1011**1**10.

    
Dein/e Mitschüler/in soll nun mit Hilfe des Paritätschecks den Fehler lokalisieren und ihn korrigieren.

Unterschiedliche Lösungen möglich