Als Beispiel verschlüsseln wir den folgenden Ausspruch: „lieber alternativ als alt und naiv". Wir schreiben unser Schlüsselwort so oft über den zu verschlüsselnden Text, bis jedem Buchstaben des Textes ein Buchstabe des Schlüsselworts entspricht:

C O D E C O D E C O D E C O D E C O D E C O D E C O D E C
l i e b e r a l t e r n a t i v a l s a l t u n d n a i v

Den ersten Buchstaben des Textes (l) verschlüsseln wir mit dem Alphabet C. Dort finden wir für das l den Buchstaben N. Für das i verwenden wir das Alphabet O und finden dort den Buchstaben W etc. Damit ergibt sich insgesamt:

Schlüssel:	C	O	D	E	C	O	D	E	C	O	D	E	C	O	D	E	C	O	D	E	C	O	D	E	C	O	D	E	C
Klartext:	l	i	e	b	e	r	a	l	t	e	r	n	a	t	i	v	a	l	s	a	l	t	u	n	d	n	a	i	v
Geheimtext:	N	W	H	F	G	F	D	P	V	S	U	R	C	H	L	Z	C	Z	V	E	N	H	X	R	F	B	D	M	X

Diese Art der Verschlüsselung heißt **polyalphabetisch**, da mehrere Geheimtextalphabete verwendet werden. Versucht man, diese Verschlüsselung mit der Häufigkeitsanalyse zu knacken, so stößt man auf gleich mehrere Probleme:

Erstens wird in unserem Beispielsatz z. B. das e einmal als H, beim zweiten Mal als G und beim dritten Mal als S verschlüsselt, d. h., ein und derselbe Buchstabe wird mit verschiedenen Buchstaben verschlüsselt, sodass sich nicht mehr ein einzelner Buchstabe des verschlüsselten Textes besonders häuft.

Zweitens werden z. B. sowohl das b als auch das r von „lieber" mit F verschlüsselt, sodass die Häufung eines einzelnen Buchstabens im Geheimtext nicht einmal mehr auf die Häufung eines Buchstabens im Klartext schließen lässt.

16 Du überwachst seit Tagen eine Frau, die unter Umständen eine gegnerische Agentin sein könnte. Nachdem die ersten sechs Tage nichts Ungewöhnliches passiert ist, hat sie sich heute Morgen zum ersten Mal verdächtig verhalten. Du bist dir nicht ganz sicher, ob es etwas zu bedeuten hat, aber als Agent kann man nicht vorsichtig genug sein, darum informierst du deinen Kontaktmann lieber mittels einer verschlüsselten Nachricht. Wie lautet die unten stehende Botschaft, nachdem du sie mit der Vigenère-Verschlüsselung und dem Codewort „BIGMAC" verschlüsselt hast?

ZIELPERSON HAT HEUTE MORGEN IM MCDONALDS DIE HERRENTOILETTE BENUTZT

17 Entschlüssle den folgenden (mit der polyalphabetischen Vigenère-Verschlüsselung, Codewort „INFO", verschlüsselten) Geheimtext:

Tvjpme Qollx tqexh iyx Xizjg Tnxh!

18 Als Beppo, der pensionierte Clown, vorige Woche in seinem Bett an Altersschwäche starb, hatte er einen Zettel in der Hand, auf dem das Wort „CLOWN" und darunter die unten stehende Buchstabenkette stand. Was wollte er der Nachwelt als Letztes mitteilen?

Ypf znu wwafv tgp qqzt!

Babbage machte sich klar, dass z. B. ein aus sieben Buchstaben bestehendes Schlüsselwort dazu führt, dass jeder siebte Buchstabe der Klartextnachricht mit demselben Geheimtextalphabet verschlüsselt wird. Er schrieb sich deshalb nur jeden siebten Buchstaben auf, und zwar einmal beginnend mit dem ersten, einmal beginnend mit dem zweiten etc., sodass er am Schluss sieben Botschaften B_1, B_2, …, B_7 hatte, die zwar entschlüsselt keinerlei Sinn mehr ergaben (da sie ja jeweils nur jeden siebten Buchstaben der Originalnachricht enthielten), dafür aber jeweils mit ein und demselben Geheimtextalphabet verschlüsselt waren. Er machte also quasi aus einer polyalphabetischen Verschlüsselung sieben monoalphabetische Verschlüsselungen. Und von diesen wusste er ja bereits, wie sie zu knacken waren: mit der Häufigkeitsanalyse.

Da die verschiedenen Geheimtextalphabete aus dem Vigenère-Quadrat allesamt nur Verschiebungen des normalen Alphabets (und nicht Neuanordnungen der Buchstaben) sind, hatte er hier sogar noch den zusätzlichen Vorteil, dass er pro Alphabet nur einen einzigen Buchstaben richtig erraten musste und sich die anderen Buchstaben daraus zwangsläufig ergaben.

Bei längeren deutschen Texten lässt sich der häufigste Buchstabe mit einiger Sicherheit als E identifizieren. Da jedoch jeder der nun sieben Geheimtexte natürlich nur noch aus einem Siebtel der Buchstaben der Originalnachricht besteht, kann es bei kürzeren Texten durchaus passieren, dass das E nur der zweit- oder dritthäufigste Buchstabe ist. Im Beispiel oben ergibt sich die folgende Häufigkeitsverteilung für B_1:

A: 0	B: 1	C: 0	D: 1	E: 0	F: 5	G: 2	H: 0	I: 1	J: 12	K: 0	L: 1	M: 3
N: 3	O: 2	P: 1	Q: 3	R: 4	S: 9	T: 2	U: 0	V: 0	W: 6	X: 4	Y: 5	Z: 4

Der häufigste Buchstabe ist also das J, das vermutlich für den Klartextbuchstaben E steht. Wenn aber E mit J verschlüsselt wird, so wird D mit I, C mit H, B mit G und A mit F verschlüsselt etc. Das verrät uns zusätzlich noch den ersten Buchstaben des Schlüsselworts, nämlich F, da das Geheimtextalphabet von B_1 mit F beginnt.

Obwohl die Anzahl der Buchstaben eigentlich nicht ausreicht, stimmt bei unserem Beispiel in vier der nun sieben Nachrichten der häufigste Geheimtextbuchstabe mit dem Klartextbuchstaben E überein. Bei der Häufigkeitsanalyse von B_3 hat man allerdings nicht ganz so viel Glück:

A: 6	B: 4	C: 2	D: 0	E: 6	F: 5	G: 4	H: 3	I: 0	J: 0	K: 0	L: 1	M: 1
N: 1	O: 0	P: 3	Q: 3	R: 7	S: 1	T: 5	U: 8	V: 7	W: 0	X: 0	Y: 1	Z: 1

Hier gibt es keinen deutlich häufigsten Buchstaben. U ist mit 8 Vorkommen am häufigsten vertreten, gefolgt von R und V mit jeweils 7 Vorkommen. Würde U dem Klartextbuchstaben E entsprechen, so ergäbe sich die folgende Häufigkeit für die Klartextbuchstaben:

K: 6	L: 4	M: 2	N: 0	O: 6	P: 5	Q: 4	R: 3	S: 0	T: 0	U: 0	V: 1	W: 1
X: 1	Y: 0	Z: 3	A: 3	B: 7	C: 1	D: 5	E: 8	F: 7	G: 0	H: 0	I: 1	J: 1

Man erkennt an mehreren Werten, dass das so vermutlich nicht stimmt: Im Text kommen anscheinend vier Qs vor, dafür kein einziges N, S, T und U (allesamt normalerweise recht häufige Buchstaben). Der Versuch, das E dem Geheimtextbuchstaben V zuzuordnen, scheitert ebenfalls. Für die Zuordnung des E zum R ergibt sich die – wesentlich plausiblere – folgende Häufigkeitstabelle:

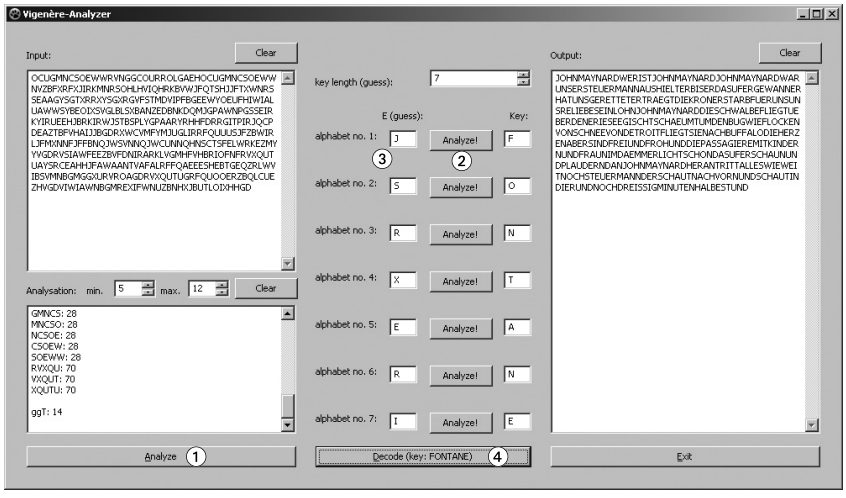
N: 6	O: 4	P: 2	Q: 0	R: 6	S: 5	T: 4	U: 3	V: 0	W: 0	X: 0	Y: 1	Z: 1
A: 1	B: 0	C: 3	D: 3	E: 7	F: 1	G: 5	H: 8	I: 7	J: 0	K: 0	L: 1	M: 1

Damit lautet der dritte Buchstabe des Schlüsselworts N. Insgesamt ergibt sich als Schlüssel FONTANE. Hat man erst den Schlüssel, ist das Entschlüsseln ein Kinderspiel. Der entschlüsselte Text lautet:

JOHN MAYNARD

WER IST JOHN MAYNARD
JOHN MAYNARD WAR UNSER STEUERMANN
AUS HIELT ER BIS ER DAS UFER GEWANN
ER HAT UNS GERETTET ER TRAEGT DIE KRON
ER STARB FUER UNS UNSRE LIEBE SEIN LOHN
JOHN MAYNARD
DIE SCHWALBE FLIEGT UEBER DEN ERIESEE
GISCHT SCHAEUMT UM DEN BUG WIE FLOCKEN VON SCHNEE
VON DETROIT FLIEGT SIE NACH BUFFALO
DIE HERZEN ABER SIND FREI UND FROH
UND DIE PASSAGIERE MIT KINDERN UND FRAUN
IM DAEMMERLICHT SCHON DAS UFER SCHAUN
UND PLAUDERND AN JOHN MAYNARD HERAN
TRITT ALLES WIE WEIT NOCH STEUERMANN
DER SCHAUT NACH VORN UND SCHAUT IN DIE RUND
NOCH DREISSIG MINUTEN HALBE STUND

19 Entschlüssle den (mit der Vigenère-Verschlüsselung verschlüsselten) Geheimtext in der Datei Aufgabe 19.txt mithilfe des Programms „Vigenère-Analyzer“ (Textdatei und Programm werden vom Lehrer bereitgestellt).
Das Programm führt genau die oben beschriebenen Schritte durch: ① Es sucht nach mehrfach vorkommenden Ketten im Geheimtext und rät die Schlüssellänge entsprechend. ② Anschließend führt es auf Knopfdruck für jedes Alphabet eine Häufigkeitsanalyse durch. ③ Wenn du dann noch für jedes Alphabet das E rätst, erscheint ein Button ④, mit dem du den Text entschlüsseln kannst. Außerdem wird das entsprechende Schlüsselwort angezeigt, sodass man einzelne falsche Buchstaben gut erkennen kann.



20 Entschlüssle den Geheimtext in der Datei Aufgabe 20.txt mithilfe des Programms „Vigenère-Analyzer“.