

SpionCamp



Anne-Katrin Aust, Peter Gabriel, Dorothee Müller, Denise Schmitz

Didaktik der Informatik
Bergische Universität Wuppertal
[SpionCamp\(at\)math.uni-wuppertal.de](mailto:SpionCamp(at)math.uni-wuppertal.de)

Das SpionCamp wurde 2004 als Spionschule von Katrin Schäfer und Stephanie Gabriel begründet. In den Jahren 2011 und 2019 wurden es unter der Leitung von Dorothee Müller in einer Examens-, einer Forschungs- und einer Masterarbeit überarbeitet.

2020-04-05



Inhaltsverzeichnis

1	Von der Spionschule zum SpionCamp	3
2	Stationsübersicht	4
3	Die einzelnen Stationen	6
3.1	Kodierungen	6
3.1.1	Morsealphabet	6
3.1.2	Braille	6
3.1.3	Winkeralphabet	7
3.2	Steganographie	7
3.2.1	Bild	7
3.2.2	Text	7
3.3	Transposition	8
3.3.1	Skytale	8
3.3.2	Schablone	8
3.3.3	Pflügen	9
3.3.4	Block-Chiffre	9
3.4	Substitution (monoalphabetisch)	10
3.4.1	Freimaurer	10
3.4.2	Caesar-Chiffre	10
3.5	Substitution (bigraphisch)	10
3.5.1	Playfair	10
3.6	Substitution (polyalphabetisch)	11
3.6.1	Rotoren	11
3.6.2	Vigenère	11
3.6.3	Strom-Chiffre	12
3.7	Kryptoanalyse	12
3.7.1	Buchstabenhäufigkeit	12
3.8	Schlüsselaustausch	13
3.8.1	Modulo-Rechnung	13
3.8.2	Diffie-Hellman-Algorithmus	13
4	Material	13
5	Bildnachweis	15

1 Von der Spionschule zum SpionCamp

Die ab 2004 an der Bergischen Universität Wuppertal erstellten Lernstationen zur Kryptographie »Spionschule« wurden 2011 überarbeitet, so dass sie in einer erweiterten Fassung öffentlich zur Verfügung gestellt werden können. In erster Linie machten vor der Bearbeitung Lizenzprobleme eine Veröffentlichung unmöglich. Auch fehlte eine Anleitung zur Erstellung und Handhabung der Lernstationen. War vor der Überarbeitung die Sekundarstufe I Zielgruppe, so wurde das Kryptographiematerial nun auch für die Sekundarstufe II ergänzt. Im Jahr 2019 wurden die Stationen durch Denise Schmitz überarbeitet und ergänzt. Vier neue Stationen kamen hinzu, von denen drei für die Sekundarstufe II entwickelt wurden.

Das Entdecken verschiedener Verschlüsselungsverfahren steht an den Lernstationen im Vordergrund. Die Schülerinnen und Schüler werden in die Rolle eines Angreifers versetzt und entwickeln Möglichkeiten zum »Knacken« der Verfahren. Von den frühen Verschlüsselungsverfahren, die lediglich einen sicheren Umgang mit Alphabeten erfordern, bis hin zu modernen Verfahren, die in höherem Maße mathematische Grundlagen verwenden, bieten die Stationen verschiedene Schwierigkeitsstufen. Die Materialien können als Lernstationen oder auch in anderen Unterrichtskontexten eingesetzt werden.

Bitte helfen Sie mit bei der Verbesserung des SpionCamps. Sollten Ihnen Fehler auffallen, bitten wir Sie, uns zu kontaktieren: [SpionCamp\(at\)math.uni-wuppertal.de](mailto:SpionCamp(at)math.uni-wuppertal.de)

Andere empfehlenswerte und weiterreichende Materialien und Programme zum Thema Kryptologie sind auf dem CrypTool-Portal (<https://www.cryptool.org>) und unter Schülerkrypto (<https://www.cryptool.org/schuelerkrypto>) zu finden.



2 Stationsübersicht

Die Stationen des SpionCamps sind nicht nur für die Sekundarstufe I, sondern auch für die Sekundarstufe II geeignet. Eine Tendenz der Schwierigkeitsstufen der einzelnen Stationen sind in den Beschreibungen der Stationen notiert und können bei der Durchführung mit Fähnchen in unterschiedlichen Farben (rot, gelb und grün) gekennzeichnet werden.

Die Materialien und Herstellungsanleitungen können unter der Adresse

<https://uni-w.de/1vj>

heruntergeladen werden.

Es ist möglich, dass entweder der Lehrende die Materialien selbst erstellt oder dass sie von den Schülerinnen und Schülern innerhalb von Expertengruppen erstellt werden. Sinnvoll wäre es, wenn diese Gruppen ebenfalls eine Musterlösung herausarbeiten und die Schwierigkeit ihrer Stationen bewerten. Fragen bei der Durchführung des Stationenlernens werden von den jeweiligen Expertengruppen beantwortet, wodurch das kooperative Lernen gefördert wird.

Die Stationen

- Codierung
 - Morsealphabet
 - Braille-Schrift
 - Winkeralphabet
- Steganographie
 - Bild
 - Text
- Transposition
 - Skytale
 - Schablone
 - Pflügen
 - Block-Chiffre
- Substitution
 - Freimaurer
 - Caesar
 - Playfair
 - Rotoren
 - Vigenère
 - Strom-Chiffre
- Kryptoanalyse

- Buchstabenhäufigkeit
- Schlüsselaustausch
 - Modulo-Rechnung
 - Diffie-Hellman-Algorithmus

3 Die einzelnen Stationen

Den Stationen wurden Schwierigkeitsgrade zugeordnet. Dies orientiert sich an einem Einsatz in der Jahrgangsstufe 7/8. Wird das Material in der Sekundarstufe II eingesetzt, so ändert sich der Schwierigkeitsgrad der meisten Stationen auf leicht oder mittel. Lediglich die Diffie-Hellman-Station und die Buchstabenhäufigkeit bieten dann noch eine Herausforderung.

Bei der Materialauflistung kennzeichnet ein (X) die herunterladbaren Materialteile, ein (O) die Materialien, die zusätzlich besorgt werden müssen.

3.1 Kodierungen

3.1.1 Morsealphabet

Schwierigkeit: einfach

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- eine Übersicht über das gesamte Morse-Alphabet (X)
- eine Taschenlampe mit Morsefunktion (O)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)
- ein Warnschild für die Taschenlampe (X)

3.1.2 Braille

Schwierigkeit: einfach

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- eine Übersicht über das Braille-Alphabet (X)
- eine Hartschaumplatte (O)

- Stecknadeln (O)
- eine Steckvorlage für die Nadeln (X)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)



Die Steckvorlage muss mit Hilfe von Stecknadeln mindestens auf der Platte befestigt oder festgeklebt werden.

3.1.3 Winkeralphabet

Schwierigkeit: einfach

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- eine Übersicht über das gesamte Winkeralphabet (X)
- zwei kleine Fahnen (O)
- ein Aufgabenblatt (X)

3.2 Steganographie

3.2.1 Bild

Schwierigkeit: einfach

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)

3.2.2 Text

Schwierigkeit: einfach

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- ein Arbeitsblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)

3.3 Transposition

3.3.1 Skytale

Schwierigkeit: einfach

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- ein etwa 30 cm langer Holzstab mit dem Durchmesser 22 mm (O)
- ein etwa 30 cm langer Holzstab mit dem Durchmesser 13 mm (O)
- ein etwa 30 cm langer Holzstab mit dem Durchmesser 10 mm (O)
- verschiedene verschlüsselte Nachrichten für die Skytalen (X)
- leere Streifen zum Schreiben eigener Nachrichten (X)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)



Die Holzstäbe mit unterschiedlichem Durchmesser können in einem Baumarkt erworben werden.

Für die Skytale müssen die verschlüsselten Nachrichten ausgedruckt und ausgeschnitten werden.

3.3.2 Schablone

Schwierigkeit: einfach

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- drei unterschiedliche Schablonen (X)
- verschiedene verschlüsselte Nachrichten für die Schablonen (X)
- ein Aufgabenblatt (X)

- ein Lösungsblatt (X)



Die Schablonen müssen ausgedruckt und an den gekennzeichneten Stellen ausgeschnitten werden.

3.3.3 Pflügen

Schwierigkeit: mittel

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)

3.3.4 Block-Chiffre

Schwierigkeit: mittel

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- vier unterschiedliche Permutationshilfen (X)
- Folienstift (O)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)



Die Permutationshilfen müssen ausgedruckt und an den gekennzeichneten Stellen ausgeschnitten werden. Durch das Laminieren der Permutationshilfen lassen sie sich mehrfach verwenden.

3.4 Substitution (monoalphabetisch)

3.4.1 Freimaurer

Schwierigkeit: mittel

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)

3.4.2 Caesar-Chiffre

Schwierigkeit: mittel

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- eine Schere (O)
- eine völlig klare CD-Hülle (O)
- eine Herstellungsvorlage (X)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)



Man schneidet die einzelnen Teile der Caesarscheibe wie vorgegeben aus und setzt diese in der CD-Hülle zusammen.

3.5 Substitution (bigraphisch)

3.5.1 Playfair

Schwierigkeit: schwer

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)

- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)

3.6 Substitution (polyalphabetisch)

3.6.1 Rotoren

Schwierigkeit: schwer

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- eine Schere (O)
- eine völlig klare CD-Hülle (O)
- eine Herstellungsvorlage (X)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)



Man schneidet die einzelnen Teile des Rotors wie vorgegeben aus und setzt diesen in der CD-Hülle zusammen.

3.6.2 Vigenère

Schwierigkeit: mittel

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)

3.6.3 Strom-Chiffre

Schwierigkeit: schwer

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- ein Herstellungsvorlage (X)
- Klebefilm (O)
- ein Tacker und Tackernadeln (O)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)



Man schneidet die einzelnen Teile des Stromverschlüsslers wie vorgegeben aus und setzt diesen, wie auf der Bastelanleitung angegeben, zusammen.

3.7 Kryptoanalyse

3.7.1 Buchstabenhäufigkeit

Schwierigkeit: schwer

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- ein Geheimtext (X)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)

3.8 Schlüsselaustausch

3.8.1 Modulo-Rechnung

Schwierigkeit: schwer

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)

3.8.2 Diffie-Hellman-Algorithmus

Schwierigkeit: schwer

benötigtes Material:

- ein Stationsblatt (X)
- ein Aufgabenblatt (X)
- ein Lösungsblatt (X)

4 Material

Hier wird eine Auflistung des gesamten benötigten Materials des SpionCamps gegeben.

Ist in Materialvorgabe enthalten:

- Stationsblätter
- Aufgabenblätter
- Lösungsblätter
- Herstellungsvorlagen
- Herstellungsanleitungen (auf den Stationsbeschreibungen oder als Bastelanleitung)
- ein Warnhinweisschild für die Taschenlampe

Müsste eingekauft werden:

- einen Behälter (Koffer) zur Materialaufbewahrung



- ein Laminiergerät und mindestens 25 Laminierfolien, um die Lebensdauer der Stationsblätter und der gebastelten Hilfsmittel zu erhöhen
- 18 Fähnchen unterschiedlicher Farbe (rot, gelb und grün) und 16 Fähnchenständer oder sonstiges Material zum Markieren des Schwierigkeitsgrades
- Hartschaumplatte in DIN A4 Größe
- ein Päckchen Landkartennadeln
- eine Taschenlampe
- einen Foliestift
- ausreichend Papier
- einen Holzstab mit 2,2 cm Durchmesser
- einen Holzstab mit 1,3 cm Durchmesser
- einen Holzstab mit 1 cm Durchmesser
- drei transparente CD-Hüllen
- Schere(n)
- evtl. Musterbeutelklammern (für Caesar-Scheibe und Rotor-Scheibe)

5 Bildnachweis

Beschreibung	Bildname	Station	Herkunft
Foto der Enigma	Enigma-beschriftet-cropped.jpg	Rotoren	WMC/PD
Steckvorlage für Braille	braille-raster.pdf	Braille	eigen
Caesar-Scheibe	caesar-big.pdf	Caesar	eigen
Caesar-Scheibe	caesar-small.pdf	Caesar	eigen
Caesar-Scheibe / CD	caesar-cdhuelle.pdf	Caesar	eigen
Caesar-Scheibe Beispiel	caesar-static-3.pdf	Caesar	eigen
Uhr (3 Uhr)	clock.pdf	Modulo	eigen
Zahlen als Beschriftung	digit*.pdf	Ziffern	eigen
Rotor-Scheibe	enigma-big.pdf	Rotoren	eigen
Rotor-Scheibe / CD	enigma-cdhuelle1.pdf	Rotoren	eigen
Rotor-Scheibe / CD	enigma-cdhuelle2.pdf	Rotoren	eigen
Rotor-Scheibe	enigma-rotor1.pdf	Rotoren	eigen
Rotor-Scheibe	enigma-rotor2.pdf	Rotoren	eigen
Rotor-Scheibe Beispiel	enigma-static.pdf	Rotoren	eigen
Foto Caesar Statue	julius-caesar.jpg	Caesar	WMC/PD
Freimaurer Chiffre	masoniccipher.pdf	Freimaurer	eigen
Foto einer Klammer	musterbeutelklammer.jpg	Caesar	eigen
Buchstabennudeln	nudelsuppe.png		eigen
Bilder für Pflügen-Chiffre	pfluegen*.pdf	Pflügen	eigen
Bild von Morse	Samuel-Morse.jpg	Morsen	WMC/PD
Schablonen	schablone*.pdf	Schablone	eigen
Warnschild Laser	sign-laser.pdf	Morsen	eigen
Skytale Foto	skytale-trans.png	Skytale	eigen
Vigenere Quadrat	vigenere.pdf	Vigenère	eigen
Fotos der Bastelanleitung	anleitung(...).jpg	Strom-Chiffre	eigen
Permutationshilfen	block(...).pdf	Block-Chiffre	eigen

WMC = Wikimedia-Commons

PD = Public Domain

eigen = Eigenproduktion: Zeichnung, Grafik bzw. Foto