



QR Codes entschlüsselt

Die faszinierende Welt hinter den kleinen Quadraten!

Experiment Anleitung

9 - 99

Mathematik & Informatik

Dauer: 30 Minuten

QR-Codes sind überall zu finden, von Restaurants über Geschäfte bis hin zu Museen. Mit ihnen lassen sich Informationen schnell und einfach austauschen. Du musst nur die Kamera deines Smartphones darauf richten – sehr praktisch! Tatsächlich ist QR die Abkürzung für „Quick Response“ (auf Deutsch „schnelle Antwort“). Aber hast du dich schon mal gefragt, warum QR-Codes so beliebt sind? Es stellt sich heraus, dass sie einige erstaunliche Eigenschaften haben, die fast magisch erscheinen. In diesem Experiment werden wir QR-Codes und ihre Funktionen besser kennenlernen.

Wie funktioniert's?

Genau wie Barcodes, die im Supermarkt verwendet werden, sind QR-Codes einfach eine Möglichkeit, Informationen so zu schreiben, dass Computer oder Smartphones sie leichter lesen können – genauso wie du diese Wörter lesen kannst!

Für einen Computer ist es einfacher, zwischen schwarzen und weißen Quadraten gleicher Größe zu unterscheiden als zwischen Buchstaben (vor allem, weil verschiedene Sprachen unterschiedliche Symbole verwenden und es so viele verschiedene Schriftarten gibt!).

Was sie jedoch wirklich interessant und nützlich macht, ist die sogenannte „Fehlerkorrektur“. Das bedeutet, dass dein Smartphone den QR-Code auch dann noch verstehen und die Informationen lesen kann, wenn er leicht beschädigt ist! Probieren wir es aus und sehen wir uns an, wie das funktioniert!

Spannender Fakt 1:

Japanische Schriftzeichen, auch Kanji genannt, sind weit vielfältiger als die Buchstaben, die wir im Deutschen verwenden. Das bedeutet, dass sie nicht einfach so in normale Barcodes passen, die nur eine begrenzte Menge an Informationen enthalten können. Dies motivierte japanische Informatiker, eine Lösung zu entwickeln, mit der mehr Daten dargestellt werden können, und so entstanden dort 1994 die QR-Codes!

Starte dein Experiment!

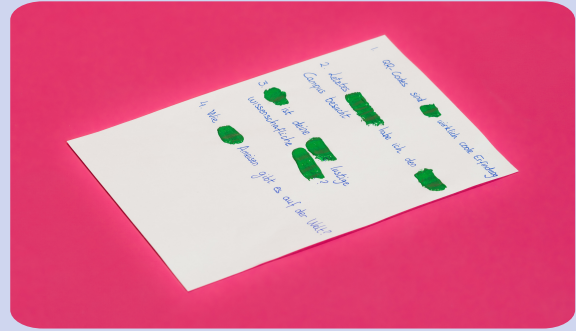
Du brauchst:

- ein Smartphone und eine App, die QR-Codes lesen kann (wenn deine Kamera das nicht kann, gibt es viele kostenlose Apps)
- einen Drucker
- Internetzugang
- gut deckende Farbe (z. B. Acrylfarbe, Nagellack, Tipp-Ex) und einen Pinsel; alternativ eine Schere
- ein paar Blatt Papier
- einen Stift



Schritt 1

Schreibe fünf Sätze über Dinge, die du magst. Verwende für jeden Satz sechs bis zehn Wörter.



Schritt 2

Übermale nun einige der Wörter (oder schneide sie mit einer Schere aus): ein Wort aus dem ersten Satz, zwei aus dem zweiten und so weiter.



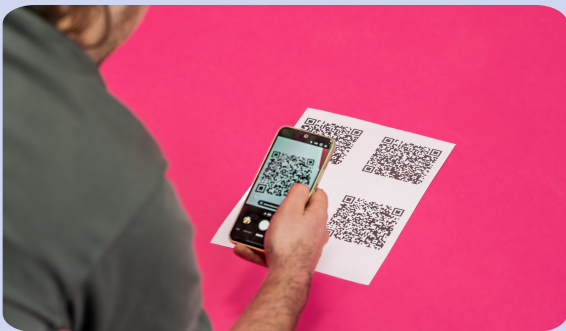
Schritt 3

Mach nun dasselbe, aber schreibe jeden Satz zweimal. Entferne wie zuvor einige Wörter: im ersten Satz ein zufälliges Wort pro Kopie, im zweiten Satz zwei zufällige Wörter pro Kopie usw.



Schritt 4

Beobachtet gemeinsam: Ist es einfacher als zuvor, den ursprünglichen Satz wiederherzustellen? Warum ist das so, obwohl wir pro Satz die gleiche Anzahl an Wörtern gelöscht haben?



Schritt 5

Probieren wir das mit QR-Codes aus! Verwende das beigegefügte Blatt mit QR-Codes und Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um sicherzustellen, dass er funktioniert.



Schritt 6

Übermale nun einen kleinen Teil der unteren rechten Ecke (die ohne die großen Quadrate) oder schneide ihn aus und versuche nochmal, ihn zu scannen. Funktioniert er noch? Wenn ja, versuche, etwas mehr zu übermalen oder wegzuschneiden.

QR Code selbst erstellen

Hier kannst du online selbst einen QR Code erstellen: <https://genqrcode.com/> oder <https://mini-qr-code-generator.vercel.app/> . Die Seiten eignen sich gut dafür – wir empfehlen, auf der zweiten Website das „Fehlerkorrekturlevel“ auf „höchste“ zu setzen).

Forsche weiter!

- Probiere, wie viel du verändern kannst, bevor er nicht mehr funktioniert?
- Was passiert, wenn der Bereich, den du bemalst (oder ausschneidest), in der Mitte des QR-Codes liegt? Kannst du genauso viel Fläche bemalen wie wenn du an der unteren Ecke beginnst? Was passiert, wenn du mit dem Stift darauf zeichnest? Wie viel kannst du zeichnen, bevor er nicht mehr funktioniert?
- Kannst du herausfinden, ob es Teile des QR-Codes gibt, die für das Lesen wichtiger sind? Das heißt, Teile, bei denen bereits das Übermalen einer kleineren Fläche dazu führt, dass er nicht mehr funktioniert? Zum Beispiel: Was passiert, wenn du eines der großen Quadrate übermalst? Warum? Denk an den zweiten spannenden Fakt, den wir oben gelernt haben.
- Was passiert, wenn du eines dieser großen Quadrate ausschneidest und es auf die rechte untere Ecke klebst?
- Die Codes, die wir dir gegeben haben, codieren alle dieselbe Website, auch wenn sie unterschiedlich aussehen. QR-Codes verwenden eine Methode, um sicherzustellen, dass keine großen weißen oder schwarzen Bereiche vorhanden sind, da dies das Erkennen der einzelnen Quadrate durch das Handy schwierig machen würde. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dies zu erreichen, weshalb wir verschiedene QR-Codes haben können, die alle dieselben Informationen codieren. Was passiert, wenn du einen neuen QR-Code erstellst, indem du Teile aus verschiedenen QR-Codes ausschneidest und zusammenfügst? Funktioniert er dann noch?

Spannender Fakt 2:

Ein Vorteil von QR-Codes gegenüber Barcodes ist, dass sie vom Smartphone gelesen werden können, unabhängig davon, aus welcher Richtung du sie aufnimmst. Das liegt an den großen Quadraten an drei Ecken. Sie zeigen dem Smartphone, welche Seite „oben“ ist, oder anders gesagt: „Dreh den QR-Code, bis sich in der unteren rechten Ecke kein großes Quadrat mehr befindet.“

Hintergrundwissen

QR-Codes sind ein Beispiel für sogenannte „Fehlerkorrekturcodes“. Sie helfen dabei, Informationen zu übertragen, selbst wenn diese unterwegs „beschädigt“ werden. Diese Techniken werden für viele verschiedene Anwendungen genutzt, neben QR-Codes z. B. für CDs, die zerkratzt werden können, oder Satellitenkommunikation, bei der Teile der Übertragung verloren gehen können.

Fehlerkorrekturcodes nutzen Mathematik, um Probleme effektiver zu beheben, als wenn die Informationen einfach mehrmals gesendet werden. Sie sind besser im Umgang mit Beschädigungen, da sie nicht darauf angewiesen sind, dieselben Informationen immer wieder zu wiederholen, wodurch jedes Mal dieselben Teile verloren gehen könnten.

Auch heute werden noch neue Arten von Codes entwickelt. Am ISTA haben zwei Professoren zu diesem Thema geforscht: Marco Mondelli arbeitete an „Polar Codes“, die noch effizienter sind als QR-Codes. Diese haben nichts mit kalten Temperaturen zu tun, sondern mit etwas, das als Polarisierung bezeichnet wird: einer Methode zur Umwandlung der Daten, sodass leicht zu erkennen ist, welche Teile korrekt decodiert werden und welche verworfen werden können. Und Krzysztof Pietrzak hat die sogenannten „Non-Malleable Codes“ (also „nicht verformbare Codes“) mitentwickelt. Das bedeutet, dass man entweder die vollständige Originalnachricht wiederherstellen kann oder gar nichts, was sehr nützlich ist, um zu verhindern, dass Nachrichten während der Übermittlung verändert werden.