



Die **Addition** zweier komplexen Zahlen entspricht (wie bei den reellen Zahlen) dem Aneinanderhängen von zwei Pfeilen.

Die **Multiplikation** zweier komplexen Zahlen entspricht einer Streckung (wie bei den reellen Zahlen) mit einer zusätzlichen Rotation. Konkret werden die Argumente addiert und die Beträge multipliziert.

Wird mit einer komplexen Zahl c mit Betrag 1 multipliziert, entspricht dies einer Drehung um den Ursprung mit dem Argument von c .

✂ Aufgabe 15.30

- a) Schreiben Sie die komplexe Zahl c mit Betrag 1 und Argument 45° in der Form $a + bi$.
- b) Schreiben Sie die komplexe Zahl c mit Betrag r und Argument φ in der Form $a + bi$.

✂ Aufgabe 15.31 Bestimmen Sie alle 12 komplexen Lösungen von $x^{12} = 1$. *Hinweis: Überlegen Sie sich, was das Potenzieren geometrisch bedeutet.*

15.10.2 Die Mandelbrotmenge

Für jede komplexe Zahl c wird mit $z = 0$ gestartet und folgende Berechnung wiederholt:

$$z := z^2 + c$$

✂ Aufgabe 15.32 Was passiert mit dem Betrag von z wenn $|z| > 2$ und $|c| < 2$?

Definition 15.4 Mandelbrotmenge

Die Mandelbrotmenge ist die Menge aller komplexen Zahlen c für die die wiederholte Anwendung der Formel $z := z^2 + c$ (Start mit $z = 0$) den Betrag von z **nicht** beliebig anwachsen lässt.

Vorgehen: Starte mit einem c und $z = 0$. Zähle, wie viel mal $z := z^2 + c$ gerechnet werden kann bevor $|z| > 2$. Nach einer gegebenen Anzahl Wiederholungen, brich ab.

Färbe c mit der Farbe ein, deren Nummer der Anzahl Wiederholungen entspricht.