

## Aufgabenblatt 5 – Pythagoras-Baum



Abb.1: Pythagoras-Baum mit quadratischen Stämmen und konstanter Neigung.

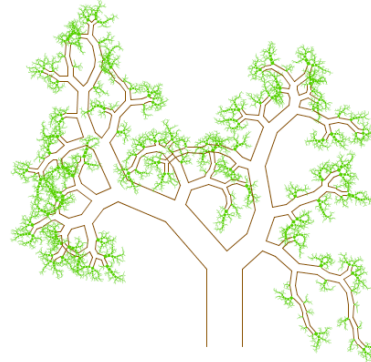
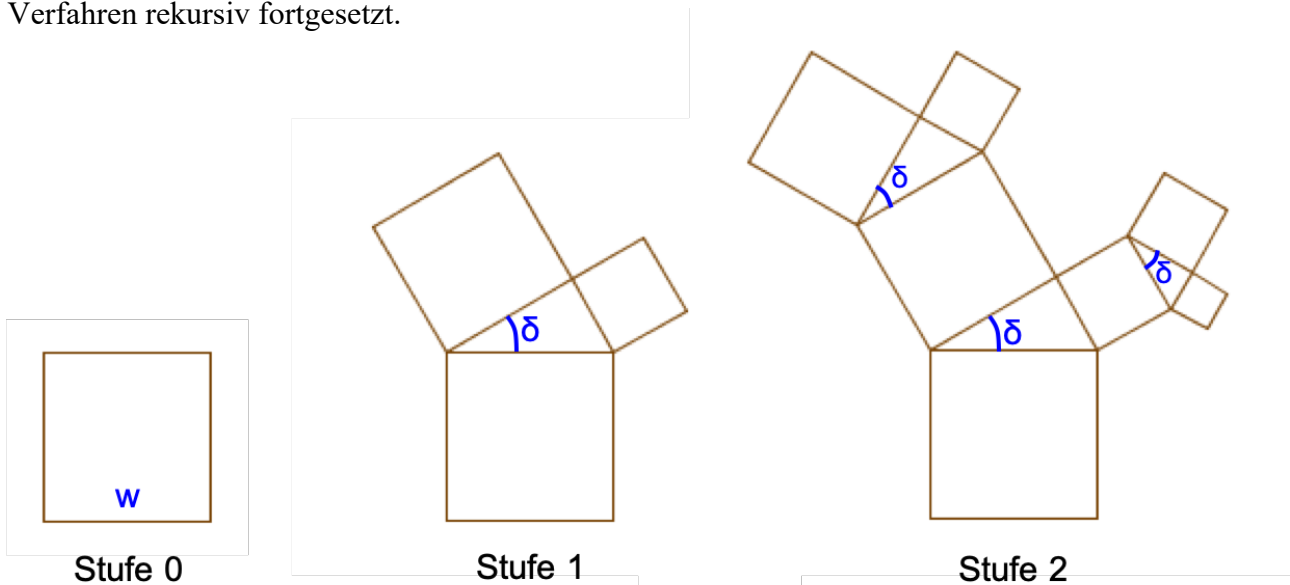


Abb.2: Pythagoras-Baum mit rechteckigen Stämmen. Die Höhe der Stämme und die Neigungen sind zufällig gewählt.

Ein Pythagoras-Baum wird gebildet, indem an einem Quadrat mit der Seitenlänge  $w$  zwei weitere Quadrate so angehängt werden, dass ein rechtwinkliges Dreieck mit spitzem Winkel  $\delta$  entsteht. Der Winkel  $\delta$  wird auch relativer Neigungswinkel genannt. An den beiden kleineren Quadraten wird das Verfahren rekursiv fortgesetzt.



Schreiben Sie für die beiden folgenden Varianten jeweils eine rekursive Methode.

### Variante 1 (Abb.1):

Wählen Sie einen konstanten relativen Neigungswinkel (z.B.  $\delta = 30^\circ$ ). Brechen Sie die Rekursion ab, sobald die Seitenlänge des Quadrats unter einem bestimmten Schwellenwert liegt. Zeichnen Sie außerdem kleinere Quadrate in grün.

### Variante 2 (Abb.2):

Zusätzlich wird bei jedem rekursiven Aufruf der relative Neigungswinkel zufällig (z.B. mit `Math.random()`) aus einem Intervall generiert. Statt einem Quadrat mit Seitenlänge  $w$  wird ein Rechteck mit Breite  $w$  und zufällig generierter Höhe  $h$  gezeichnet.

Verwenden Sie zum Zeichnen die beiliegende Klasse `StdDraw` von der Web-Seite <http://introcs.cs.princeton.edu/cs/>. `StdDraw` gestattet das Zeichnen von einfachen geometrischen Objekten wie Linien, Quadrate, Kreise, etc. in ein Fenster.

Hinweis: Die Grafikausgabe wird wesentlich beschleunigt durch einen Aufruf von `StdDraw.show(0)` in der `main`-Methode vor und nach Aufruf der rekursiven Methode.

**Hinweis:**

Die folgenden trigonometrischen Überlegungen sind hilfreich.

1. Es soll ein Quadrat mit Seitenlänge  $w$  gezeichnet werden, das um den Eckpunkt  $A = (x,y)$  mit dem Winkel  $\gamma$  gedreht ist.

Mit  $s = w \cdot \sin(\gamma)$  und  $c = w \cdot \cos(\gamma)$  erhält man die anderen Eckpunkte:

$B = (x+c, y+s)$ ,  $C = (x+c-s, y+s+c)$  und  $D = (x-s, y+c)$ .

2. Auf das Quadrat soll nun ein rechtwinkliges Dreieck  $DCE$  mit spitzem Winkel  $\delta$  aufgesetzt und der Eckpunkt  $E$  ermittelt werden.

Die beiden Katheten im Dreieck  $DCE$  ergeben sich mit  $u = w \cdot \cos(\delta)$  und  $v = w \cdot \sin(\delta)$ . Damit ergibt sich  $E = D + (u \cdot \cos(\delta + \gamma), u \cdot \sin(\delta + \gamma)) = (x - s + u \cdot \cos(\delta + \gamma), y + c + u \cdot \sin(\delta + \gamma))$ .

