

### 9.5.4. Graphische Iteration mit dem GTR

- a) Gib die folgenden Zeilen unter dem Menüpunkt PRGM/NEW bzw. EDIT ein. Alle Befehle und Variablen befinden sich in den Menüs DRAW, PRGM/CTL, PRGM/I/O, VARS/1:Window und CATALOG. Die **Zeilennummern** werden **nicht** eingegeben, sondern dienen zur Orientierung und späteren Modifizierung des Programms!

```

prgm Iter
1 :ClrDraw           Bildschirm löschen
2 :Fix 3             Rechnungen auf 3 Nachkommastellen beschränken
3 :0 → Xmin         Fenstergröße festlegen
4 :1 → Xmax
5 :0 → Ymin
5 :1 → Ymax
7 :Prompt A,I,K     Streckfaktor A, Startwert I und Wiederholungszahl K abfragen
8 :DrawF AX(1-X)    Parabel zeichnen
9 :DrawF X          1. Winkelhalbierende zeichnen
10 :For(N,0,K,1)    K Iterationswerte ohne Zeichnung berechnen
12 :AI(1-I) → I
13 :End
14 :For(N,0,12,1)   Anschließend 12 Iterationswerte mit Zeichnung berechnen
15 :Line(I,0,I,I)
16 :AI(1-I) → J
17 :Line(I,I,I,J)
18 :Line(I,J,J,J)
19 :Pause           Drücke Enter, um fortzufahren
20 :Disp J
21 :Pause           Drücke Enter, um fortzufahren
22 :J → I
23 :End
  
```

Bei vielen Parabeln bzw. Startwerten wird das Verhalten der Iteration erst nach vielen Schritten deutlich. Daher werden die ersten K Schritte nicht gezeichnet, um Rechenzeit zu sparen und die Übersichtlichkeit der Zeichnung zu erhalten.

- a) Wiederhole zunächst die Iterationen aus 9.5.2. – 9.5.4. mit der Wiederholungszahl  $K = 0$  und vergleiche mit den zeichnerisch ermittelten Werten.
- b) Untersuche die folgenden Iterationen mit dem Startwert  $I = 0,10$  und der Wiederholungszahl  $K = 0$  sowie den angegebenen Streckfaktoren auf ihr Verhalten. Kreuze jeweils das passende Kästchen an.

a =	1,50	2,90	3,24	3,90
Attraktor mit Spirale				
Attraktor mit Treppenlinie				
Zyklisch mit Periode 2				
Chaos				

- c) Um den Übergang vom periodischen zum chaotischen Verhalten bei wachsenden Streckfaktoren  $a$  zu untersuchen, verwende jetzt die Wiederholungszahl  $K = 100$  und Startwerte  $I = 0,2; 0,3$  oder  $0,4$ :

a =	2,95	3,05	3,50	3,68	3,74	3,80	3,84
Attraktor							
Zyklisch mit Periode 2							
Zyklisch mit Periode 3							
Zyklisch mit Periode 4							
Zyklisch mit Periode 5							
Chaos							

**Ergebnis:** Die Periode verdoppelt sich zunächst von 1 auf 2, 4, 8, 16, usw. Bei größeren  $a$  aber scheinen sich periodisches Verhalten mit allen möglichen Perioden und Chaos abzuwechseln! Die Frage nach den Bedingungen für chaotisches Verhalten wird in den folgenden Abschnitten weiter untersucht.