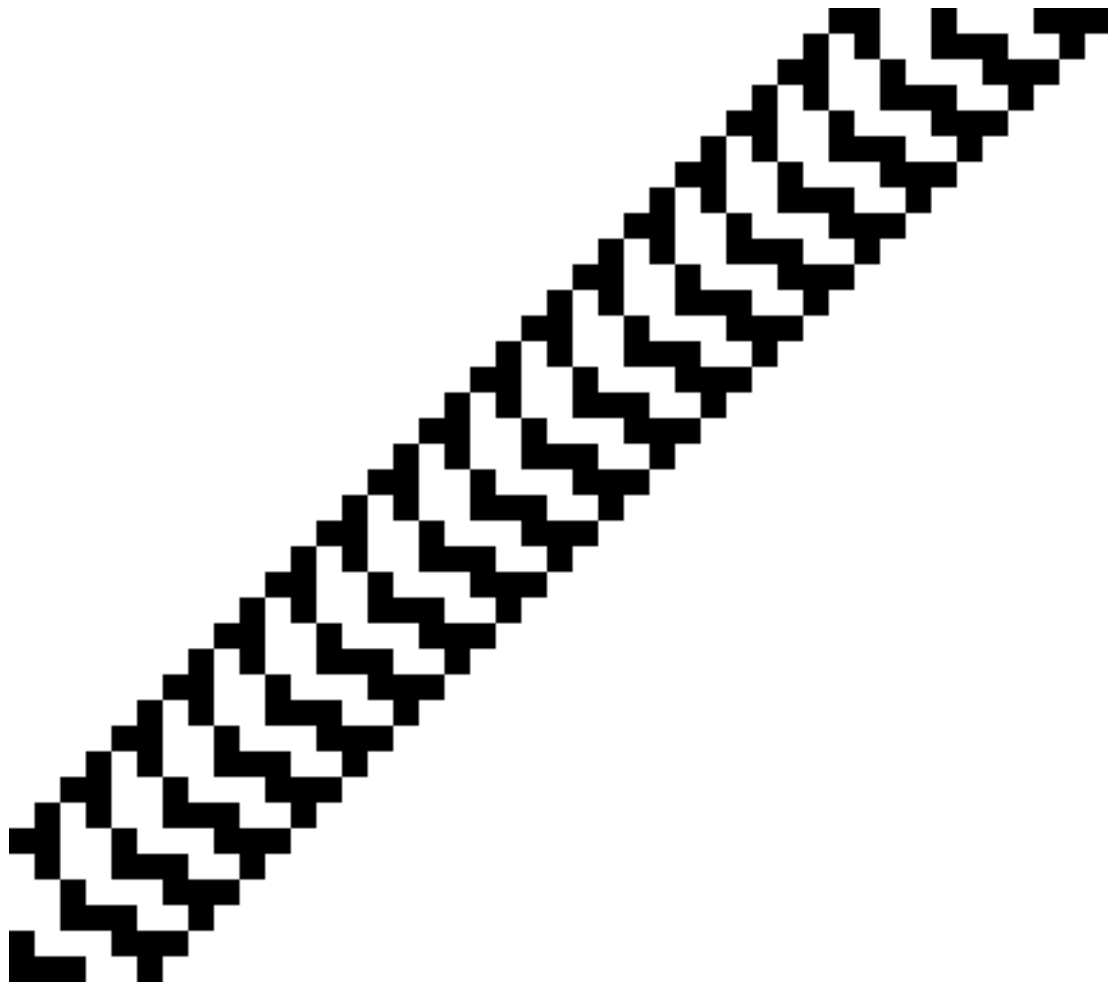


In den ersten etwa 10000 Schritten entstehen scheinbar regelmäßige aber auch chaotische Strukturen. Danach entsteht eine sich wiederholendes Muster (sogenante Ameisenstraße) die sich unendlich fortsetzt.



Ameisenstraße

Mit einem selbst geschriebenen Programm (in Qbasic) habe ich die Langton Ameise am Computerbildschirm dargestellt. Dabei habe ich Verschiedenes untersucht.

Inhaltverzeichnis

- Qbasic Programm „ameise_c.bas“
- Untersuchung zur Symmetrie
- Ameisenstraße
- Schwarze Rasterpunkte vor der Ameisenstraße
- Auswertung
- Schlußbemerkungen

Qbasic Programm „ameise_c.bas“

```
'Langton Ameise (Clemens Hovekamp, November 2011)
SCREEN 12 'Bildschirmauflösung auf 640 mal 480 Pixel
setzen

LINE (0, 0)-(639, 479), 15, BF 'Bildschirm weiß machen
x = 320 'Startpunkt der Ameise in der Mitte bei 320,240
y = 240
r = 6 'Blickrichtung der Ameise (6 Uhr) also nach unten
PSET (x, y), 15 'Weißen Pixel (Ameise) auf Startpunkt
setzen

'Bewegungsregel (Anfang der Programmschleife)
DO
  IF r = 6 THEN y = y + 1 'lauf nach unten (6 Uhr)
  IF r = 9 THEN x = x - 1 'lauf nach links (9 Uhr)
  IF r = 12 THEN y = y - 1 'lauf nach oben (12 Uhr)
  IF r = 3 THEN x = x + 1 'lauf nach rechts (3 Uhr)

  IF x > 639 OR y > 479 OR x < 0 OR y < 0 THEN END 'Falls
weiter als der Rand, dann Programmende

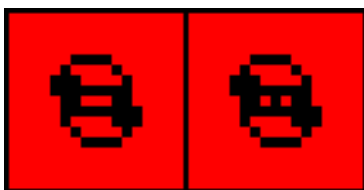
  IF POINT(x, y) = 0 THEN 'Falls Pixel schwarz ist,
    PSET (x, y), 15 'dann weiß machen
    r = r - 3 'und nach links drehen (3
Stunden abziehen)
    IF r = 0 THEN r = 12 'bei 0 auf 12 setzen (0 Uhr =
12 Uhr)
    ELSE 'andernfalls
      PSET (x, y), 0 'Pixel schwarz machen
      r = r + 3 'und nach rechts drehen (3
Stunden dazu zählen)
      IF r = 15 THEN r = 3 'bei 15 auf 3 setzen (15 Uhr =
3 Uhr)
    END IF
LOOP 'zum Anfang der Schleife und alles wiederholen
```

Mit diesem Programm und kleinen Veränderungen habe ich die nachfolgend aufgeführten Untersuchungen durchgeführt.

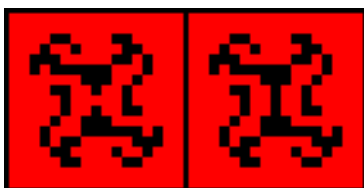
Untersuchung zur Symmetrie

Symmetrische Muster sind hier auf rotem Hintergrund dargestellt:

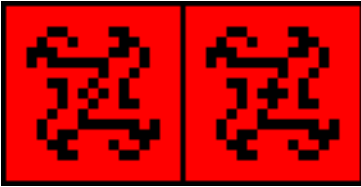
										10 Schritte
										20
										30
										40
										50
										60
										70
										80
										90
										100



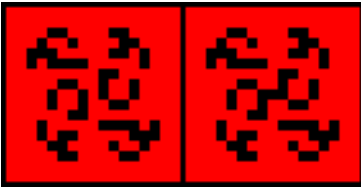
Schritte 184 und 185



Schritte 368 und 369



Schritte 384 und 385



Schritte 472 und 473

Weitere Symmetrien kommen bei den Mustern nicht mehr vor.

Die abgeschlossene Folge der Schritte bei denen symmetrische Muster entstehen lautet:

1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 16, 18, 33, 48, 52, 96, 97, 184, 185, 368, 369, 384, 385, 472, 473

Ameisenstraße

Nach etwas mehr als 10000 Schritten entsteht ein sich periodisch wiederholendes Muster, die so genannte Ameisenstraße. Das Muster wiederholt sich dann nach genau 104 Schritten. Hier unten gezeigt vom Schritt 10617 bis zum Schritt 10721.





Ein Muster, aus dem eine Ameisenstraße entsteht, habe ich gefunden. Es sieht wie folgt aus:



Wenn die Ameise auf dem schwarzen Feld unten in der rechten Ecke beginnt und zunächst nach links läuft, dann entsteht eine Ameisenstraße, die nach rechts oben läuft. Bei 104 Schritten ist eine volle Periode durchlaufen und die Ameise steht zwei Felder höher und zwei Felder weiter rechts, wieder am Anfang eines gleichartigen Musters.



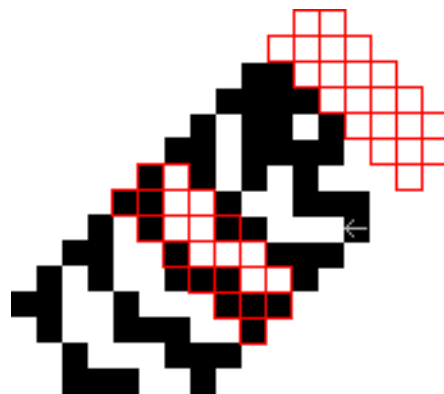
Die Ameisenstraße hat eine diagonale Breite von 2 mal (6 und 5) Rasterpunkten, die sich an den Ecken berühren. Im Bild unten sind diese Rasterpunkte rot umrandet.



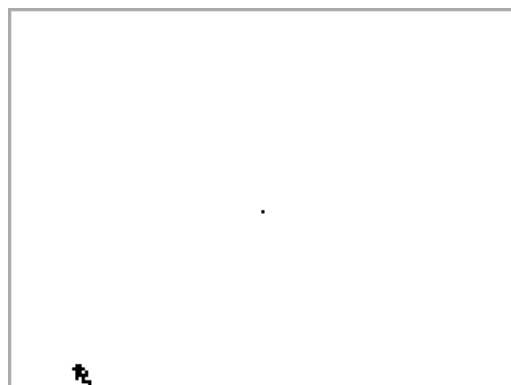
Ich nahm an, dass schwarze Rasterpunkte, die in der Bahn der Ameisenstraße liegen, das Muster wahrscheinlich beeinflussen werden.

Schwarze Rasterpunkte vor der Ameisenstraße

Um heraus zu finden, wie die Rasterpunkte im Weg der Ameisenstraße das Muster beeinflussen, habe ich jeweils an den 22 möglichen Positionen einen schwarzen Punkt in den Weg der Ameisenstraße gesetzt.

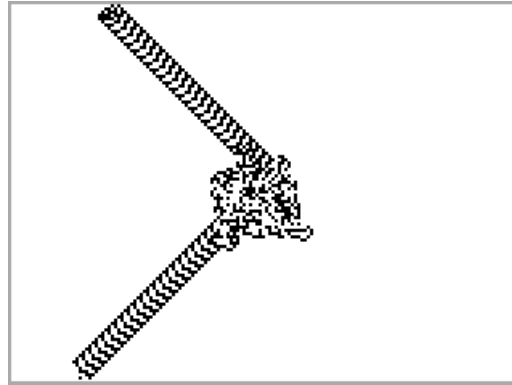
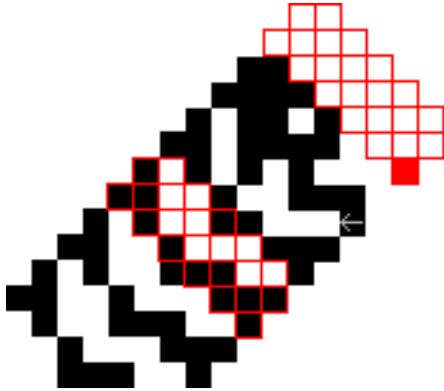


Bevor die Ameise mit dem Bau der Straße beginnen soll, sieht das Bild z.B. so aus:

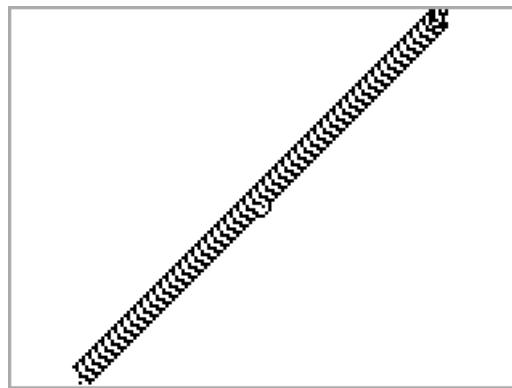
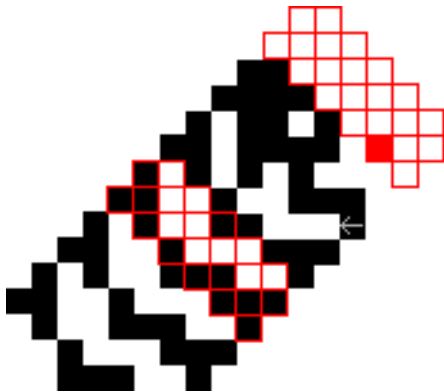


Der schwarze Rasterpunkt im Weg der Ameise befindet sich an folgender Position (hier unten auf dem linken Bild als roter Punkt dargestellt). Auf dem rechten Bild ist dann das Ergebnis zu sehen, wenn die Ameise die Ameisenstraße über diesen Rasterpunkt gebaut hat:

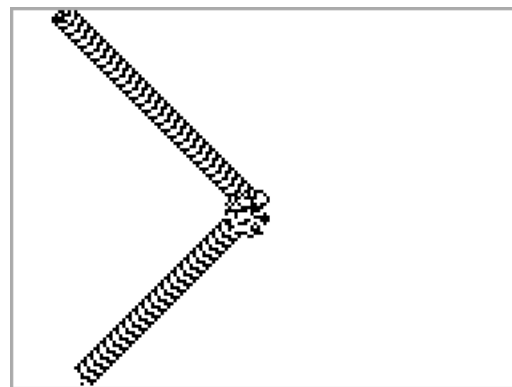
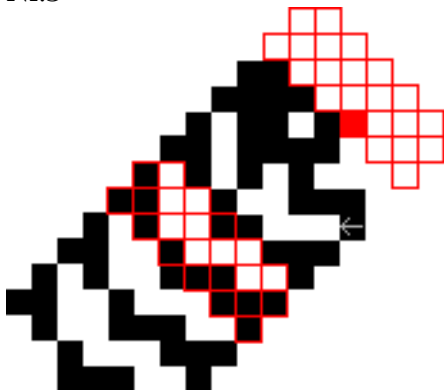
Nr.1



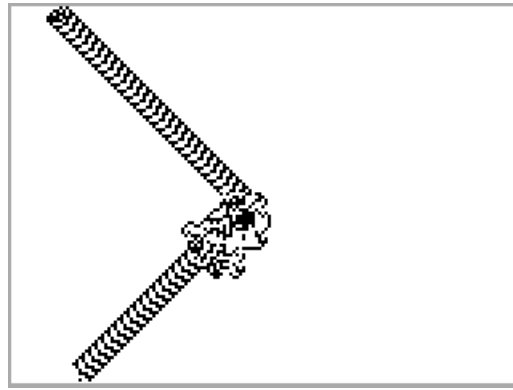
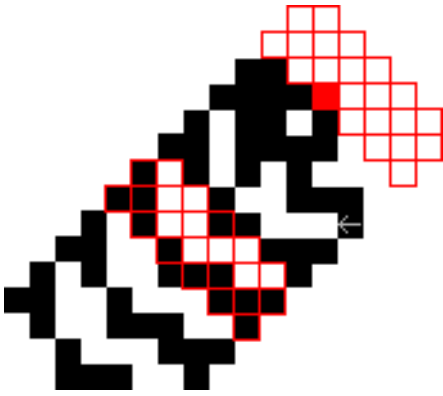
Nr.2



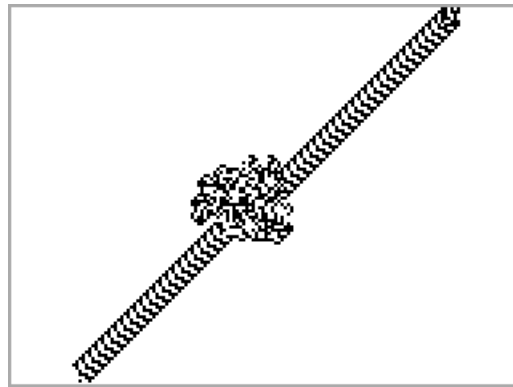
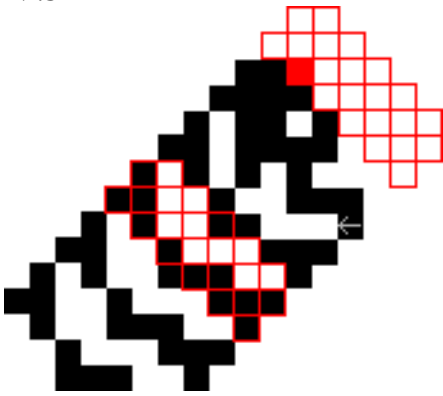
Nr.3



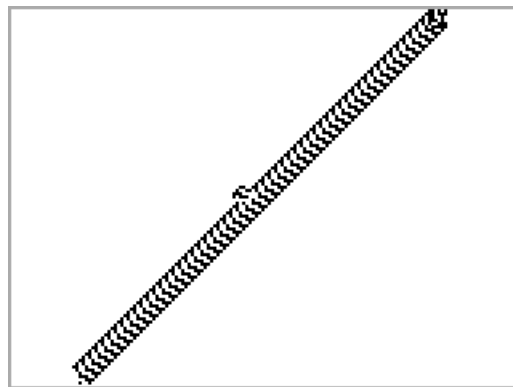
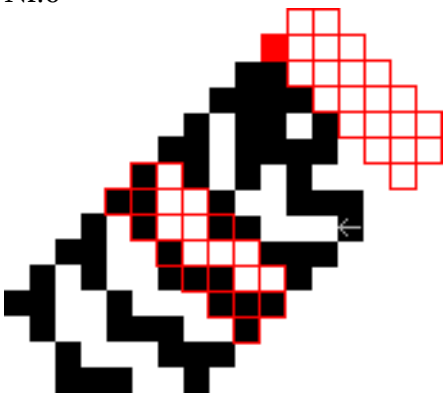
Nr.4



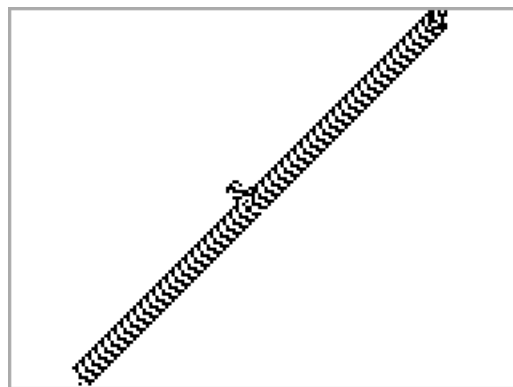
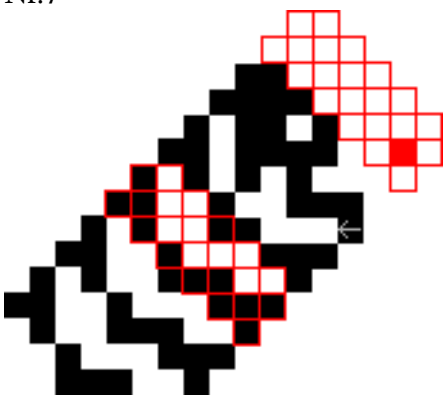
Nr.5



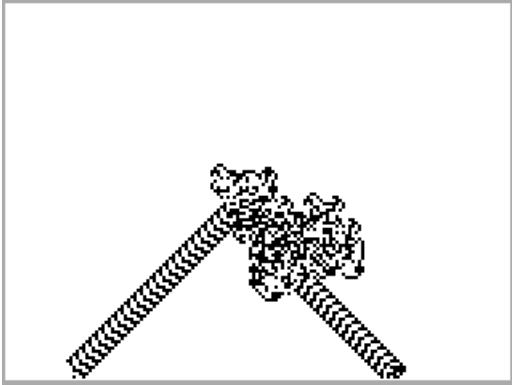
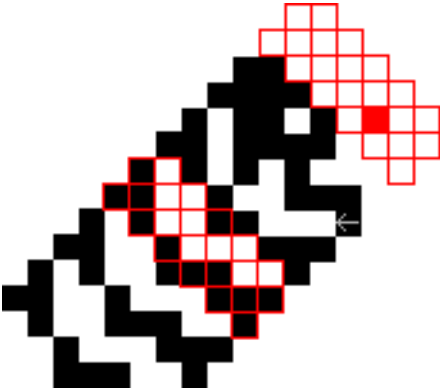
Nr.6



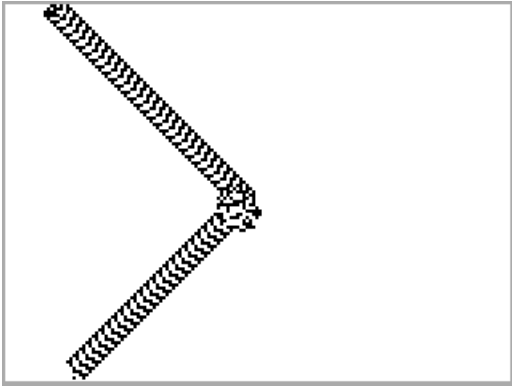
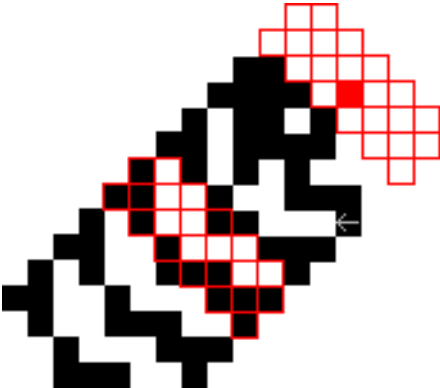
Nr.7



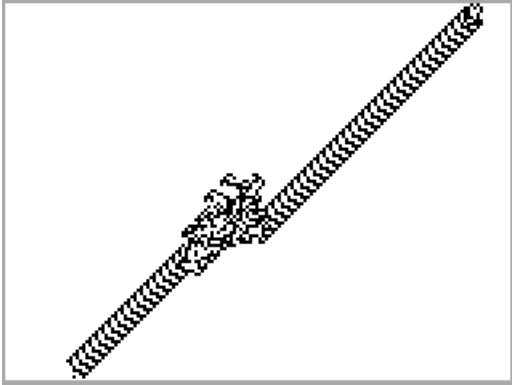
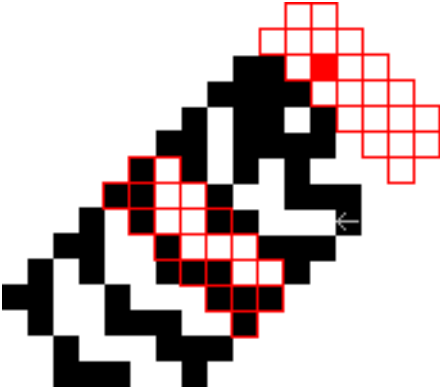
Nr.8



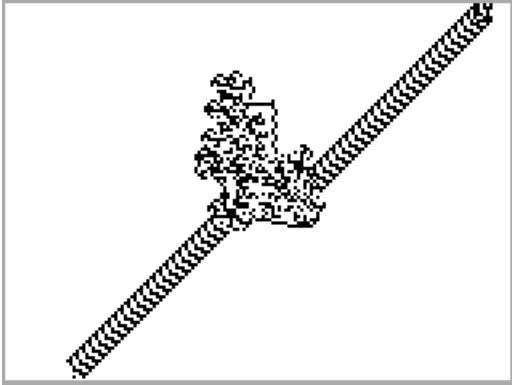
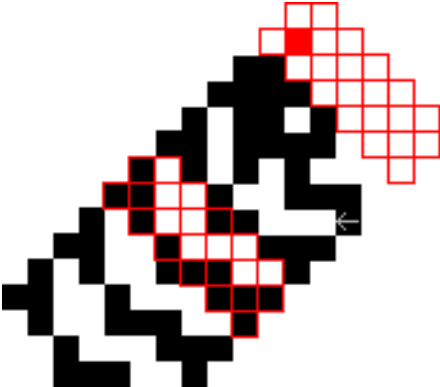
Nr.9



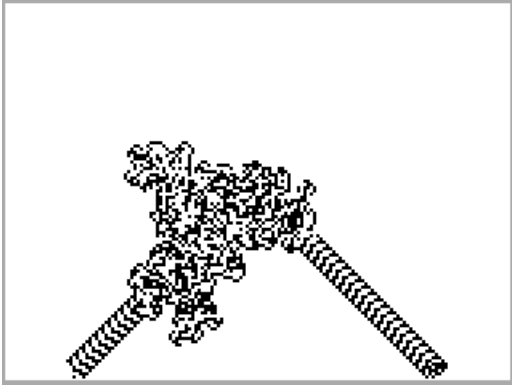
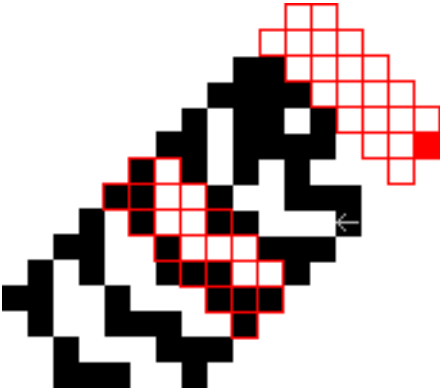
Nr.10



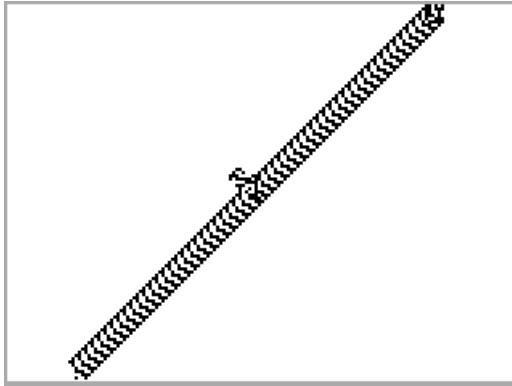
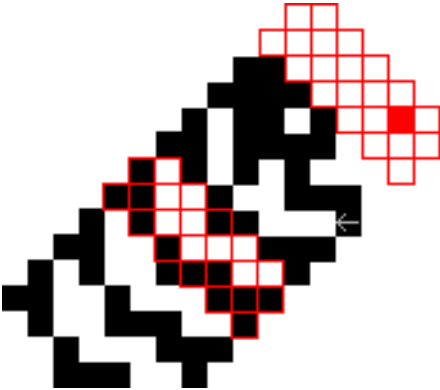
Nr.11



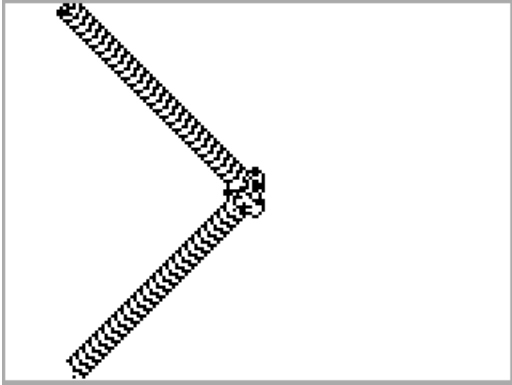
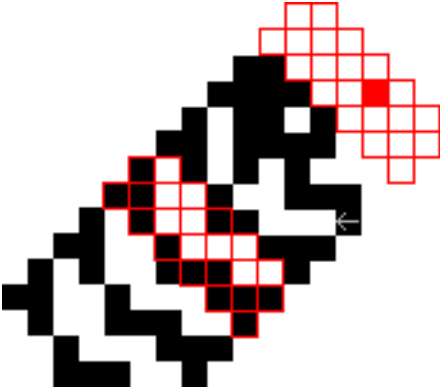
Nr.12



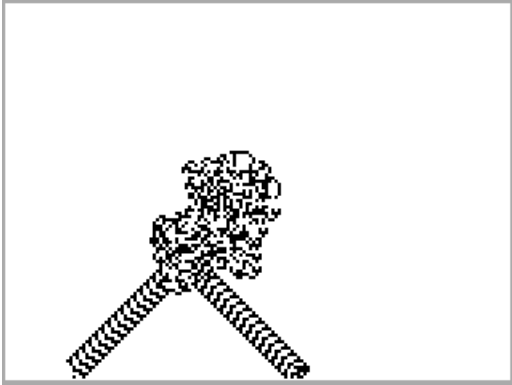
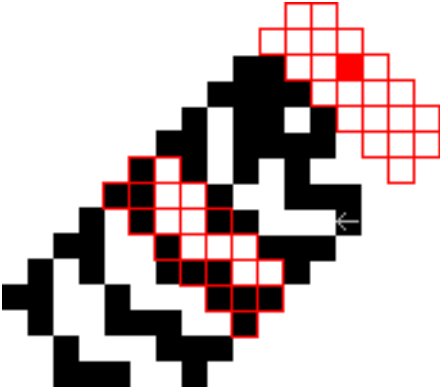
Nr.13



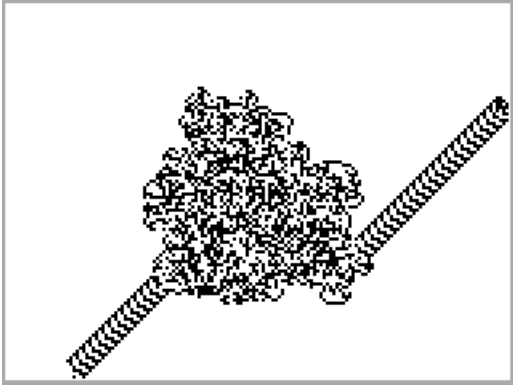
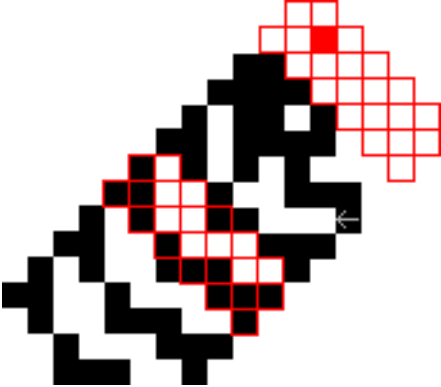
Nr.14



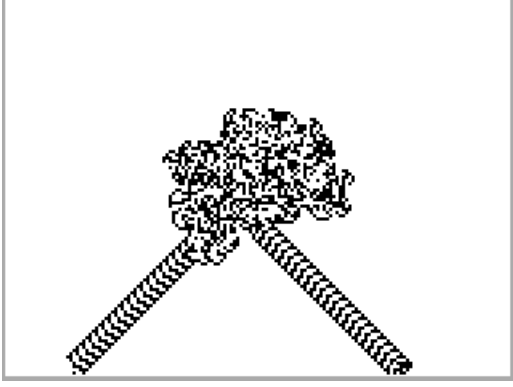
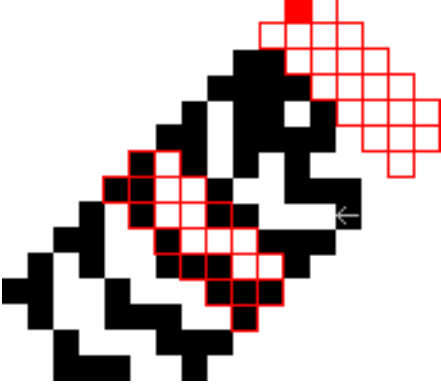
Nr.15



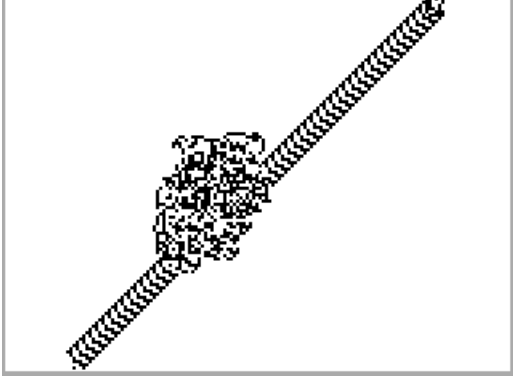
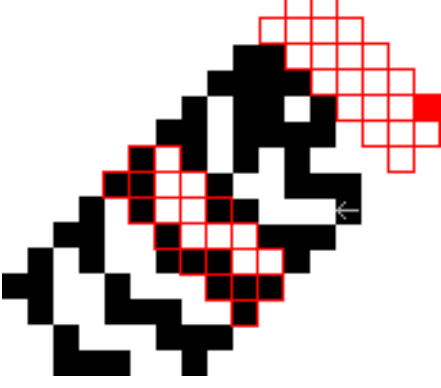
Nr.16



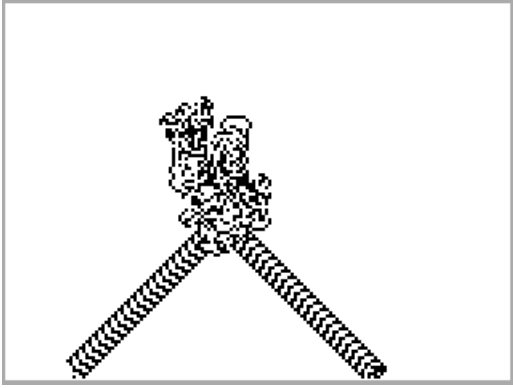
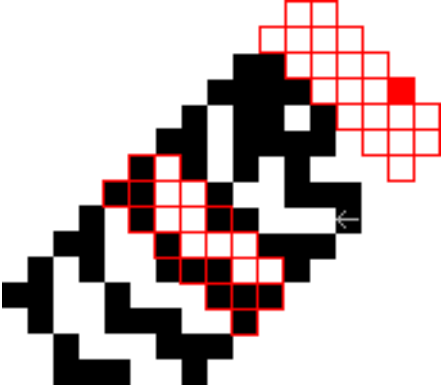
Nr.17



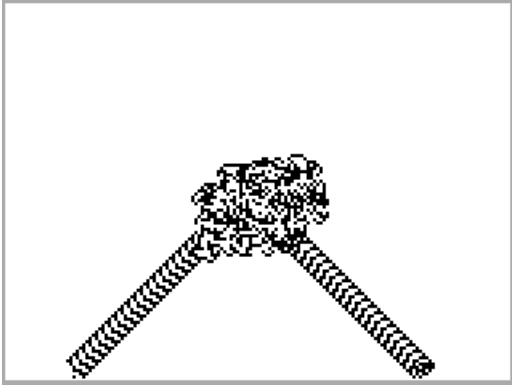
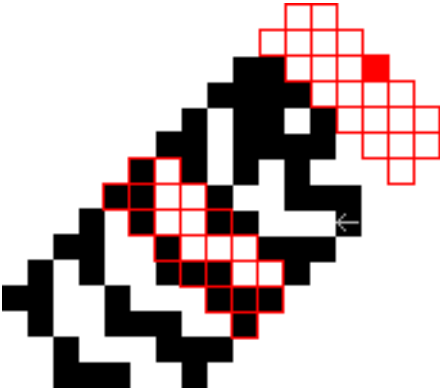
Nr.18



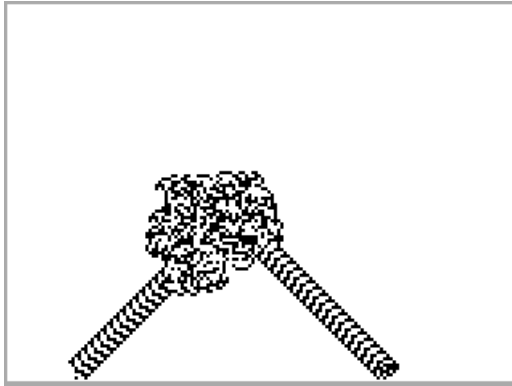
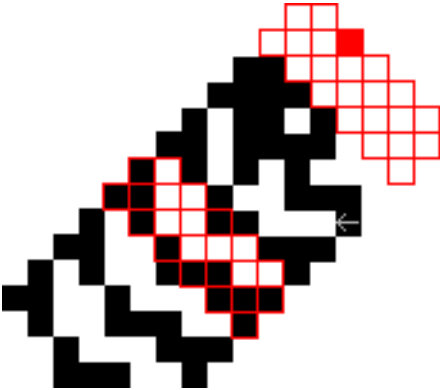
Nr.19



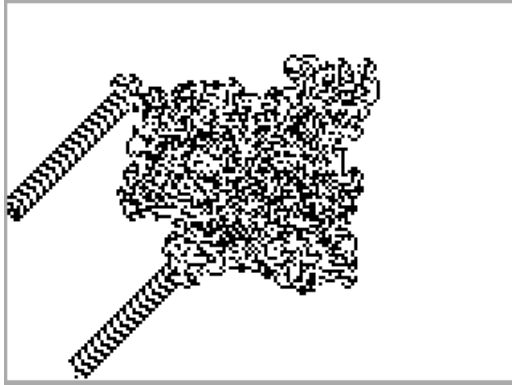
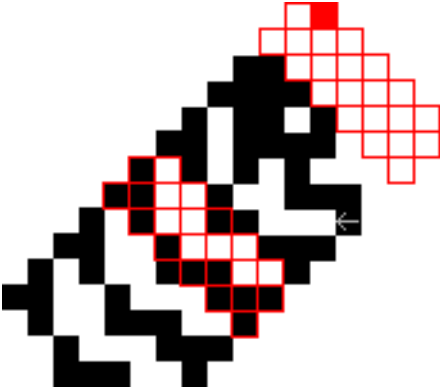
Nr.20



Nr.21



Nr.22



Auswertung

Die Rasterpunkte im Weg der Ameisenstraße stören, wie erwartet, das Muster. Die Störungen sind allerdings sehr unterschiedlich stark.

- * Bei den Positionen Nr.2, Nr.6, Nr.7 und Nr.13 ist die Störung des Musters nur sehr gering und die Ameisenstraße verläuft nach einigen Schritten wieder geordnet auf der ursprünglichen Bahn. Bei den Positionen Nr.7 und Nr.13 ist das Ergebnis fast identisch.
- * Bei den Positionen Nr.5, Nr.10, Nr.11, Nr.16 und Nr.18 sind die Störungen schon erheblich größer und die Ameisenstraße läuft nach einigen tausend Schritten wieder nach rechts oben. Die neue Ameisenstraße ist aber mehr oder weniger seitlich versetzt.
- * Bei den Positionen Nr.1, Nr.3, Nr.4, Nr.9 und Nr.14 wird die Ameisenstraße nach links oben fortgesetzt. Die Anzahl der dazu nötigen Schritte ist sehr unterschiedlich.
- * Bei den Positionen nur Nr.8, Nr.12, Nr.15, Nr.17, Nr.19, Nr.20 und Nr.21 läuft die Ameisenstraße nach rechts unten weiter.
- * Nur bei der Position Nr.22 läuft die Ameisenstraße parallel nach links unten zurück.

Besonders aufgefallen ist mir, dass nach jeder Störung wieder eine Ameisenstraße entsteht. Außerdem ist das Muster der Ameisenstraßen immer gleich.

Schlußbemerkungen

Außer diesen Untersuchungen habe ich mir auch noch andere Fragen gestellt, wie zum Beispiel:

Was passiert, wenn ich die Ameise auf ein Schachbrett stelle und sie dann loslaufen lasse?

Was passiert, wenn ich ihr mehr Störpunkte in den Weg setze?

Wie sieht es in einer endlosen „Welt“ aus? Das heißt: Wenn die Ameise den rechten Rand verlässt, kommt sie links wieder herein. Wenn sie den oberen Rand verlässt, kommt sie unten wieder herein und das ganze natürlich auch umgekehrt. Was passiert, wenn ich die Laufregeln für die Ameise verändere.

Das heißt: Die Ameise läuft nicht mit 90 Grad um die Ecke, sondern mit 45 Grad.

Bei diesen Untersuchungen erwarte ich noch neue Erkenntnisse.