

Kapitel 2

Einfache Schleifen mit dem Befehl `repeat`

In diesem Kapitel lernen wir einen Befehl kennen, der es uns ermöglicht, mit kurzen Programmen wirklich komplexe Bilder zu zeichnen. Wie wir schon erkannt haben, sind Informatiker, wie auch viele andere Menschen, ziemlich faul, wenn es um langweilige Wiederholungen von Routinetätigkeiten geht. Und das wiederholte Tippen von gleichen Texten gehört mit zu den langweiligsten Beschäftigungen. Wenn man mit den bisherigen Befehlen fünf Quadrate zeichnen sollte, müsste man das Programm zur Zeichnung eines Quadrats fünfmal hintereinander aufschreiben. Fünfmal könnte man das schon machen, auch wenn es langweilig ist. Aber wenn man es einhundertmal machen müsste, würde einem das Programmieren wohl keinen Spaß mehr machen. Deswegen führen wir den Befehl

`repeat`

ein, der es uns ermöglicht, dem Rechner zu sagen:

*„Wiederhole dieses Programm (diesen Programmteil)
so und so viele Male.“*

Wie das genau funktioniert, erklären wir erst einmal an einem Beispiel. Wenn wir ein Quadrat der Größe 100×100 zeichnen wollen, geht das mit dem Programm

```
fd 100  
rt 90  
fd 100  
rt 90  
fd 100  
rt 90  
fd 100  
rt 90
```

Das Programm kann man in 4 Zeilen wie folgt schreiben:

```
fd 100 rt 90
fd 100 rt 90
fd 100 rt 90
fd 100 rt 90
```

Wir beobachten, dass sich die zwei Befehle (der kleine Programmteil)

```
fd 100 rt 90
```

viermal wiederholen. Wäre es da nicht einfacher, dem Rechner zu sagen, dass er diese zwei Befehle viermal wiederholen soll?

Wir können das wie folgt tun:

repeat	4	[fd 100 rt 90]
Befehlswort zum	Die Anzahl der	[Das Programm, das
Wiederholen	Wiederholungen	wiederholt werden soll]

Tippe dieses Programm ab, um sein (vorhergesagtes) Verhalten zu überprüfen.

Hinweis für die Lehrperson Das Ziel dieses Kapitels ist zu erlernen, den Befehl **repeat** zur Zeichnung strukturierter Bilder zu verwenden, in denen sich das gleiche Muster mehrfach wiederholt. Wichtig ist sich dabei eine systematische Vorgehensweise einzuprägen. Zuerst entwickelt man ein Programm zum Zeichnen des Musters und dann ein Programm zur Bewegung auf eine neue Position zur Zeichnung des nächsten Musters. Letztendlich wiederholt man mit **repeat** beide Programme entsprechend viele Male. Abhängig von der Altersstufe und der Auswahl der Übungsaufgaben dauert die Bearbeitung dieses Kapitels 2 bis 5 Unterrichtsstunden.

Aufgabe 2.1 Nutze den Befehl **repeat**, um ein Programm zur Zeichnung eines Quadrats der Größe 200×200 zu schreiben.

Aufgabe 2.2 Betrachte das folgende Programm.

```
fd 100 rt 90
fd 200 rt 90
fd 100 rt 90
fd 200 rt 90
```

Was zeichnet das Programm? Kannst das Programm mit **repeat** kürzer schreiben?

Aufgabe 2.3 Tippe das folgende Programm ab, um zu sehen, was es zeichnet.

```
fd 50 rt 60
fd 50 rt 60
fd 50 rt 60
fd 50 rt 60
fd 50 rt 60
fd 50 rt 60
```

Schreibe es kürzer, indem du den Befehl **repeat** verwendest.

Aufgabe 2.4 Das folgende Programm

```
fd 200 rt 120 fd 200 rt 120 fd 200 rt 120
```

zeichnet ein gleichseitiges Dreieck mit der Seitenlänge 200. Schreibe das Programm kürzer in folgender Form:

```
repeat 3 [ ]
```

Die Schildkröte zeichnet bei der Verwendung des Befehls **repeat** meistens so schnell, dass man sofort das fertige Bild erhält und gar nicht sieht, wie sie es gezeichnet hat. Zur Überwachung der Arbeit der Schildkröte oder zur Fehlersuche verwenden wir den Befehl **wait**. Das Befehlswort **wait** bedeutet auf Englisch „warte“. Wenn man

```
wait 50
```

schreibt, bleibt die Schildkröte 50 kleine Zeiteinheiten stehen und wartet. Erst danach führt sie den nächsten Befehl des Programms aus. Probiere einmal

```
repeat 3 [ fd 250 wait 50 rt 120 wait 20 ]
```

aus.

Hinweis für die Lehrperson Wir verwenden die Parameterwerte des Befehls **wait** für Programme in SUPERLOGO. Für die Verwendung unserer Programme in XLOGO müssen alle Parameterwerte von **wait** auf ein Zehntel gesetzt werden.

Beispiel 2.1 Unsere Aufgabe ist es, die Treppe aus Abbildung 2.1, die nach unten rechts geht, zu zeichnen.

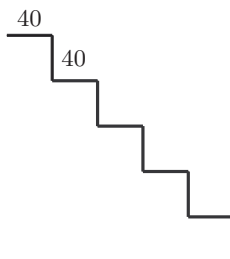


Abbildung 2.1

Am Anfang schaut die Schildkröte nach oben, deswegen fangen wir mit dem Befehl

```
rt 90
```

an, um sie in die richtige Richtung zu navigieren. Eine einzelne Stufe können wir jetzt einfach mit einem Programm

```
fd 40 rt 90 fd 40
```

zeichnen. Danach wird die Schildkröte nach unten schauen. Um die nächste Stufe der Treppe zu zeichnen, müssen wir zuerst mit dem Befehl

```
lt 90
```

die Blickrichtung der Schildkröte anpassen. Wir sehen, dass die folgende Tätigkeit fünfmal wiederholt werden muss:

$\underbrace{\text{fd 40 rt 90 fd 40}}_{\text{Zeichnen einer Stufe}}$	$\underbrace{\text{lt 90}}_{\substack{\text{Ausrichtung der Schildkröte zum} \\ \text{Zeichnen einer neuen Stufe}}}$
---	--

Damit sieht unser Programm für fünf Treppenstufen wie folgt aus:

```
rt 90 repeat 5 [ fd 40 rt 90 fd 40 lt 90 ]
```

Probiere es aus. Um zu sehen, wie die einzelnen Treppenstufen eine nach der anderen gezeichnet werden, können wir wie folgt den Befehl `wait` verwenden.

```
rt 90 wait 50 repeat 5 [ fd 40 rt 90 fd 40 lt 90 wait 40 ] ◇
```

Aufgabe 2.5

- (a) Zeichne eine von links nach rechts steigende Treppe mit zehn Stufen der Größe 20, wie sie in Abbildung 2.2 zu sehen ist.

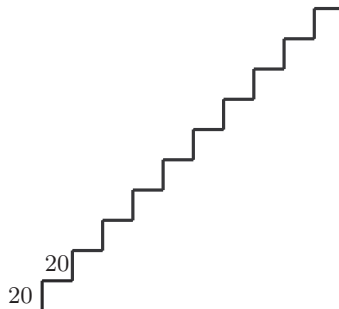


Abbildung 2.2

- (b) Zeichne eine Treppe mit fünf Stufen der Größe 50, die nach rechts oben steigt. Baue den Befehl `wait` nach der Zeichnung einzelner Stufen ein, um beobachten zu können, wie die Treppe gezeichnet wird.
- (c) Zeichne eine Treppe mit 20 Stufen der Größe 10, die von rechts oben nach links unten geht.

Hinweis für die Lehrperson Die folgenden zwei Aufgaben gehen in die Richtung, ein Programm mit einer `repeat`-Schleife in eine andere `repeat`-Schleife zu setzen. Dies ist eine Hürde. Für Kinder unter zehn Jahren ist es besser, diese Aufgaben zu überspringen. Für ältere Kinder sollte man bei der gemeinsamen Bearbeitung immer betonen, dass man in eine `repeat`-Schleife einfach ein ganzes Programm einsetzt, egal ob dieses Programm auch den Befehl `repeat` enthält oder nicht. Wenn diese Hürde an dieser Stelle nicht gemeistert wird, ist es nicht schlimm. In Kapitel 3 wird dieses Problem mit Hilfe des modularen Entwurfs elegant und erfolgreich auch für Kinder unter zehn bewältigt.

Aufgabe 2.6 Schreibe ein Programm zur Zeichnung des Bildes aus Abbildung 2.3.

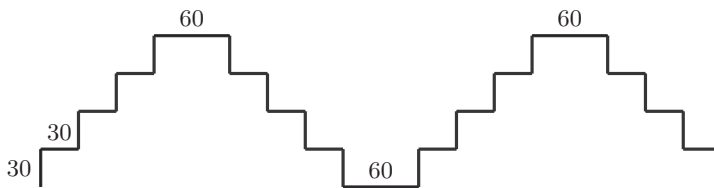


Abbildung 2.3

Aufgabe 2.7 Tippe das folgende Programm ab und führe es aus.

```
repeat 4 [ fd 100 rt 90 ] wait 40
rt 90
repeat 4 [ fd 100 rt 90 ] wait 40
rt 90
repeat 4 [ fd 100 rt 90 ] wait 40
rt 90
repeat 4 [ fd 100 rt 90 ] wait 40
rt 90
```

Was entsteht dabei? Schaffst du es, dieses Programm noch kürzer zu schreiben? Das oben geschriebene Programm besteht aus 20 Befehlen (4×`repeat`, 4×`wait`, 4×`fd` und 8×`rt`). Es ist möglich, es mit sechs Befehlen zu schreiben.

Hinweis für die Lehrperson Die folgende Einführung in die Terminologie können Schüler unter zwölf Jahren überspringen.

Der Befehl

```
repeat X [ Programm ]
```

verursacht, dass das in Klammern geschriebene `Programm` `X`-mal hintereinander ausgeführt wird. Für `X` können wir eine beliebige positive ganze Zahl wählen. Diesen Befehl bezeichnen wir auch als **Schleife**, die `X`-mal realisiert wird. Das `Programm` nennen wir auch **Körper** der Schleife. Wir sagen, dass eine **Schleife in eine andere Schleife gesetzt wurde**, wenn der Körper einer Schleife auch eine Schleife enthält.

Zum Beispiel enthält bei

```
repeat 10 [ repeat 4 [ fd 100 rt 90 ] ]
```

äußere Schleife
innere Schleife

der Schleifenbefehl `repeat 10 [...]` in seinem Körper wieder eine Schleife `repeat 4 [...]`. Aufgabe 2.5 hat uns aufgefordert, eine Schleife in eine andere Schleife zu setzen.

Wenn man das Programm

```
repeat 10 [ repeat 4 [ fd 100 rt 90 ] ]
```

eintippt, stellt man fest, dass es das gleiche Bild erzeugt wie das Programm:

```
repeat 4 [ fd 100 rt 90 ]
```

Das kommt dadurch zustande, dass man zehnmal hintereinander das gleiche Bild auf der gleichen Stelle zeichnet. Wenn man aber, nach jeder Zeichnung eines 100×100-Quadrates, die Schildkröte ein wenig dreht,

```
repeat 10 [ repeat 4 [ fd 100 rt 90 ] rt 20 ]
```

zusätzliche Drehung

erhält man ein interessantes Bild. Probiere es aus.

Wenn man darauf achtet, dass die Schildkröte nach dem Zeichnen die ursprüngliche Ausgangsposition annimmt, ist das Bild noch vollkommener. Dazu muss man die Schildkröte insgesamt um 360° drehen, also muss Folgendes gelten:

Die Anzahl der Wiederholungen der äußeren Schleife × die Größe der zusätzlichen Drehung muss 360° ergeben.

Probiere zum Beispiel

```
repeat 36 [ repeat 4 [ fd 100 rt 90 ] rt 10 ]
```

oder

```
repeat 12 [ repeat 4 [ fd 60 rt 90 ] rt 30 ]
```

oder

```
repeat 18 [ repeat 2 [ fd 100 rt 90 fd 30 rt 90 ] rt 20]
```

Du darfst gerne auch ein paar eigene Ideen ausprobieren.

Beispiel 2.2 Unsere Aufgabe ist, das Kreuz aus Abbildung 2.4 mit dem Befehl `repeat` zu zeichnen.

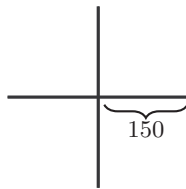


Abbildung 2.4

Wenn man ein Bild mit `repeat` zeichnen will, muss man sich zuerst überlegen, welches Muster man wiederholend zeichnen will. Eine Möglichkeit wäre, in der Mitte des Wertes anzufangen und 4-mal einen Strahl der Länge 150 in die vier entsprechenden Richtungen zu zeichnen.

Einen Strahl kann man mit dem einfachen Programm

```
fd 150 bk 150
```

zeichnen. Nach der Durchführung des Programms ist die Schildkröte wieder in der Mitte des Kreuzes. Um den nächsten Strahl zeichnen zu können, muss sie sich zuerst um 90° drehen. Das bewirken wir mit folgendem Befehl:

```
rt 90
```

Dieses Vorgehen wiederholen wir 4-mal mit dem folgenden Programm:

```
repeat 4 [ fd 150 bk 150 rt 90 wait 50 ]
```

Das oben entworfene Programm ist nicht die einzige Möglichkeit mit `repeat` das Kreuz in Abbildung 2.4 zu zeichnen. Man darf das Kreuz auch als nur zwei Strahlen, die sich in der Mitte kreuzen, ansehen. Um einen solchen Strahl zu zeichnen und wieder in die Mitte zurückzukehren, können wir folgendes Programm verwenden:

```
fd 150 bk 300 fd 150
```

Danach reicht es, mit `rt 90` zu drehen und das Ganze nochmal zu wiederholen. Das resultierende Programm ist dann

```
repeat 2 [ fd 150 bk 300 fd 150 rt 90 ]
```



Aufgabe 2.8

- (a) Zeichne den Stern aus Abbildung 2.5.

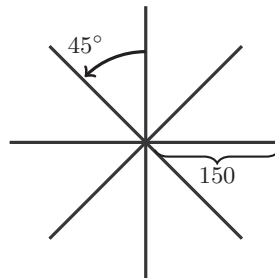


Abbildung 2.5

- (b) Der Stern aus (a) hat acht „Strahlen“ der Länge 150. Kannst du auch einen Stern mit 16 Strahlen der Länge 100 zeichnen?
- (c) Schreibe ein Programm zur Zeichnung des Sterns in Abbildung 2.5, das die folgende Struktur hat:

```
repeat 2 [ Programm zur Zeichnung des 300×300-Kreuzes,  
           eine passende Drehung ]
```

Die Idee dabei ist, das Kreuz als das Muster zu nehmen, das sich zweimal wiederholt.

Aufgabe 2.9

- (a) Das Bild aus Abbildung 2.3 können wir als zwei Pyramiden ansehen. Schreibe ein Programm, das vier statt zwei solcher Pyramiden hintereinander zeichnet und den Befehl `repeat` mindestens zweimal verwendet.
- (b) Versuche das Programm zum Zeichnen einer Pyramide so kurz wie möglich zu schreiben.
- (c) Versuche auch ein kurzes Programm für das Bild in Abbildung 2.3 zu schreiben. Das Programm muss mit `repeat 2 [anfangen.`

Aufgabe 2.10 Schreibe ein Programm zum Zeichnen des Bildes aus Abbildung 2.6. Überlege zuerst, wie das Muster aussieht, das sich 10-mal wiederholt.



Abbildung 2.6

Beispiel 2.3 Die Aufgabe ist, das Bild aus Abbildung 2.7 zu zeichnen.



Abbildung 2.7

Es gibt mehrere Strategien zur Lösung dieser Aufgabe. Wir präsentieren zwei davon.

Erste Lösung: Wir können diese Aufgabe als eine Aufforderung verstehen, 10-mal nebeneinander ein Quadrat der Größe 20×20 zu zeichnen. Das Programm

```
repeat 4 [ fd 20 rt 90 ]
```

zum Zeichnen eines Quadrats kennen wir schon sehr gut. Die Hauptaufgabe hier ist es zu bestimmen, wie sich die Schildkröte aus der Position in Abbildung 2.8 nach dem Zeichnen eines Quadrates bewegen soll, um danach das nächste Quadrat zu zeichnen.

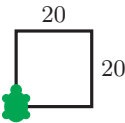


Abbildung 2.8

Die Position, die wir erreichen müssen, um das nächste Quadrat zu zeichnen, ist in Abbildung 2.9 dargestellt.

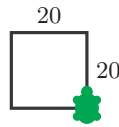


Abbildung 2.9

Wir sehen sofort, dass wir dies mit der Folge von Befehlen

```
rt 90 fd 20 lt 90
```

bewirken können. Damit ist klar, dass wir nur 10-mal das Programm

```
repeat 4 [ fd 20 rt 90 ]
rt 90 fd 20 lt 90
```

zu wiederholen brauchen. Also zeichnen wir das gewünschte Bild mit dem Programm

```
repeat 10 [ repeat 4 [ fd 20 rt 90 ] rt 90 fd 20 lt 90 ]
```

ein 20×20-Quadrat zeichnen
Bewegung zur neuen Startposition

Zweite Lösung Die Idee ist es, zuerst den Umfang zu zeichnen (Abbildung 2.10).

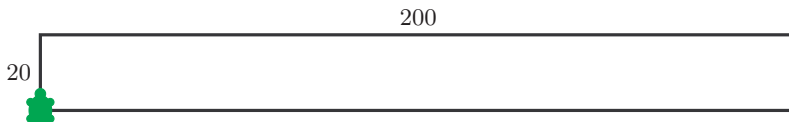


Abbildung 2.10

Das geht mit dem Programm

```
fd 20 rt 90 fd 200 rt 90 fd 20 rt 90 fd 200 rt 90
```

oder kürzer mit

```
repeat 2 [ fd 20 rt 90 fd 200 rt 90 ]
```

Bei beiden Programmen beendet die Schildkröte ihre Arbeit in der Startposition. Jetzt muss man noch die neun fehlenden Linien der Länge 20 zeichnen. Wir können zuerst mit

```
rt 90 fd 20 lt 90
```

Einführung in die Programmierung mit LOGO

Lehrbuch für Unterricht und Selbststudium

Hromkovič, J.

2014, XX, 259 S. 167 Abb., 76 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-658-04831-0