**Vorbemerkung zum Modul**

Alle Aufgaben dieses Moduls beschäftigen sich mit Bewegungen, die durch Kommandos beschrieben werden. Dabei sind zwei Kommandoarten von Bedeutung: Bewegungen in der aktuellen Richtung und Richtungsänderungen. Dabei erfolgen die Bewegungen nur waagerecht oder senkrecht und immer mit der gleichen, vorgegebenen Schrittlänge. Prinzipiell können die Bewegungen und die Richtungsänderungen unabhängig voneinander erfolgen, oder jede Richtungsänderung ist mit einer Bewegung gekoppelt. Diese zweite Art von Kommandos wird in den vorliegenden Aufgaben verwendet. Die Richtungsänderung kann dabei vor oder nach dem Bewegungsschritt erfolgen.

Die Aufgaben sind teilweise mit Überlegungen zur Weglänge oder zum Inhalt der vom Weg umschlossenen Fläche gekoppelt.

Olympiadeaufgabe 490615

In der ersten Aufgabe des Moduls werden die Kommandos eingeführt und eingeübt. Das geschieht in beiden Richtungen: Durch Vorgabe der Kommandofolge soll der Weg ermittelt werden und umgekehrt. Die Vorgabe des Weges kann durch eine Beschreibung oder eine Graphik erfolgen. In dem letzten Aufgabenteil wird bereits angedeutet, dass bei mehrfacher Anwendung einer Sequenz geschlossene Wege entstehen können. In der letzten Aufgabe dieses Moduls werden Bedingungen untersucht, unter denen das eintritt.

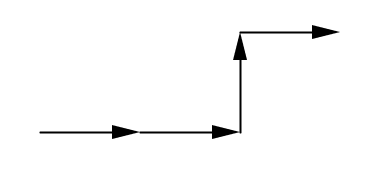
**Aufgabe:**

Wenn man einen Roboter (oder einen Zeichenstift) auf einem quadratischen Kästchengitter bewegen will, so kann man dies durch eine Folge von drei Grundkommandos machen:

G – ändere deine Richtung nicht und gehe eine Kantenlänge.

L – drehe dich nach links um 90° und gehe eine Kantenlänge.

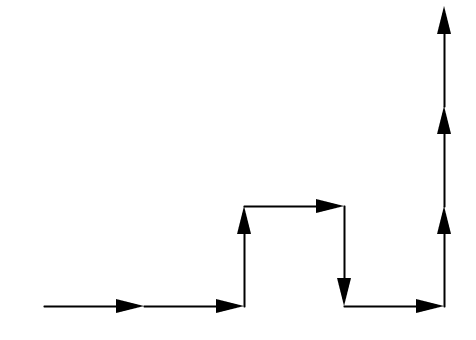
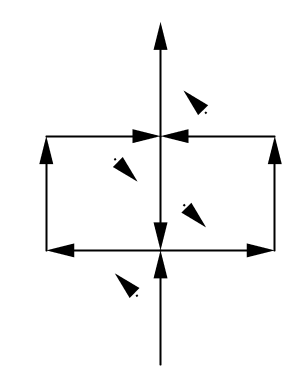
R – drehe dich nach rechts um 90° und gehe eine Kantenlänge.

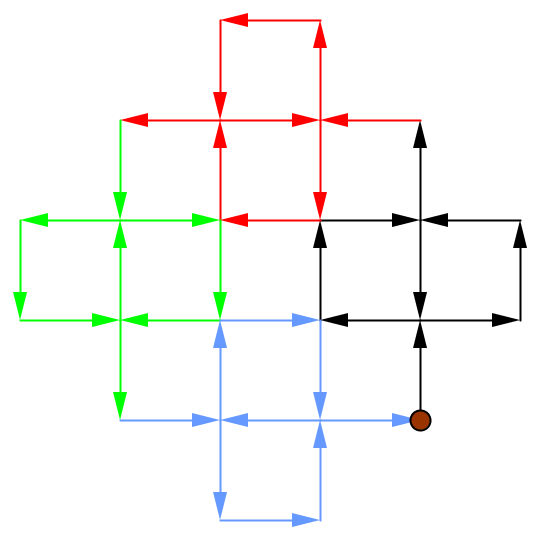
**Grundsätzlich soll am Anfang der Roboter mit „dem Gesicht nach rechts“ stehen**. Wenn er also von dort nach oben laufen soll, lautet das erste Kommando „L“, wenn er von dort nach rechts laufen soll, lautet das erste Kommando „G“, wenn er vom Anfang nach unten laufen soll, lautet das erste Kommando „R“.

Beispiel: zu der nebenstehenden Figur gehört die Kommandofolge GGLR.

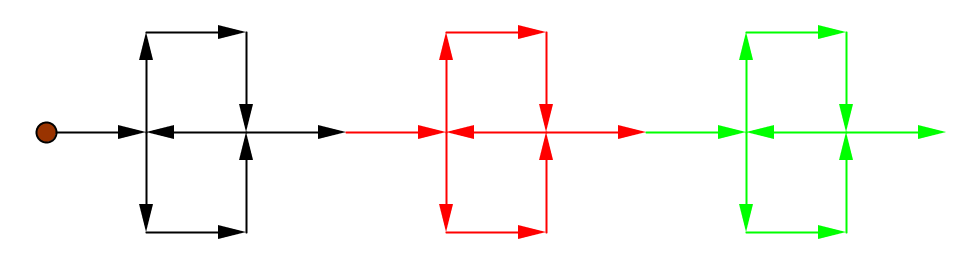
1. Gib eine Kommandofolge an, die den Roboter insgesamt um 4 Schritte nach rechts und drei Schritte nach oben führt und aus 9 Grundkommandos besteht. Zeichne die zugehörige Figur.
2. Gib eine Kommandofolge mit kleinstmöglicher Länge an, die ein Quadrat mit der Kantenlänge 3 erzeugt und bei einem zweiten Durchlauf wiederum dieses Quadrat malt.
3. Wir gegeben eine Kommandofolge vor: (1) LLRRRLLLR.  
   Zeichne auf kariertem Papier die Figur, die entsteht, wenn die Kommandofolge viermal hintereinander durchgeführt wird.
4. Ändere das erste Kommando von (1) aus Teil c) in „R“. Welche Figur entsteht jetzt, wenn du mehrere Durchläufe machst? Nach wie vielen Durchläufen könnte der Roboter aufhören, weil sich die Figur wiederholt?
5. Ändere das erste Kommando von (1) aus Teil c) in „G“. Welche Figur entsteht jetzt, wenn du mehrere Durchläufe machst? Erreicht der Roboter immer noch seinen Ausgangspunkt und würde die Figur noch einmal zeichnen?

**Lösungshinweise:**

1. Da nur 7 Schritte erforderlich sind, um den Weg direkt zurückzulegen, muss ein Schritt rückgängig gemacht werden. Zum Beispiel kann ein zusätzlicher Schritt nach oben durch einen Schritt nach unten rückgängig gemacht werden. Eine Möglichkeit ist in der Abbildung dargestellt. Dazu gehört die Schrittfolge GGLRRLLGG.
2. Es müssen 4 Seiten mit jeweils 3 Schritten gezeichnet werden. Daher sind in jedem Fall 12 Kommandos erforderlich. Damit das gleiche Quadrat im zweiten Durchlauf gezeichnet wird, darf der Roboter nicht in einer Ecke beginnen.  
   Eine mögliche Folge ist: GLGGLGGLGGLG.  
   Bei der Folge GGGLGGLGGLGG würde ebenfalls ein Quadrat gezeichnet, jedoch wäre die Blickrichtung nach einem Durchlauf nicht mehr die gleiche wie zu Beginn.
3. Dargestellt ist die Figur nach einem Durchlauf. Zu Beginn blickt der Roboter am Startpunkt nach rechts. Die Pfeile an den Kreuzungspunkten geben an, wie sich der Roboter dreht.

Wird der Durchlauf erneut angefügt, erfolgt zunächst eine Drehung nach links. Danach wird die gleiche Figur angefügt. Der Übersichtlichkeit halber sind die vier Figuren in unterschiedlichen Farben dargestellt. Beginn ist im braunen Punkt unten rechts. Zunächst wird die schwarze Figur dargestellt, danach die rote, dann die grüne und schließlich die blaue. Der Roboter landet wieder im braunen Punkt und blickt nach rechts, hat also die Ausgangsstellung wieder erreicht.

1. Es entstehen die gleichen Figuren wie in Teil c). Der Unterschied besteht darin, dass die Grundfigur zunächst nach unten gezeichnet wird. Nach vier Durchläufen steht der Roboter wieder am Ausgangspunkt mit der Ausgangsblickrichtung.
2. Da zu Beginn keine Drehung erfolgt, geht der Roboter nach einem Durchlauf in der Richtung weiter, in der er am Ende des Durchlaufs gestanden hat.



**Anmerkungen zur Aufgabe und zum Einsatz:**

Die Bilder zu den Aufgabenteilen c) – e) werden sehr unübersichtlich, wenn man sie einfarbig darstellt. Bei der Besprechung der Lösungen sollte auf jeden Fall auf den Einsatz von Farbe geachtet werden. Die Abbildungen werden auch als [farbige Vorlagen](Folienvorlagen_490615.docx) angeboten. Sie können in Farbe auf eine Folie kopiert oder als Graphiken über den Beamer präsentiert werden ([Bild\_490615c](Bild_490615c.jpg), [Bild\_490615e](Bild_490615e.jpg)). Ersatzweise können die Folien auch in schwarz gedruckt werden und die Linien dann farbig mit Folienstiften nachgezogen werden.

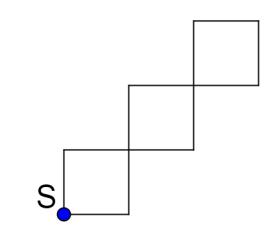
**Mögliche Erweiterungen der Aufgabe:**

Die Schülerinnen und Schüler können Wege vorgeben und dazu die Kommandosequenz von Mitschülerinnen und Mitschülern erstellen lassen. Ebenso können Kommandosequenzen erfunden und dazu die Wege dargestellt werden.

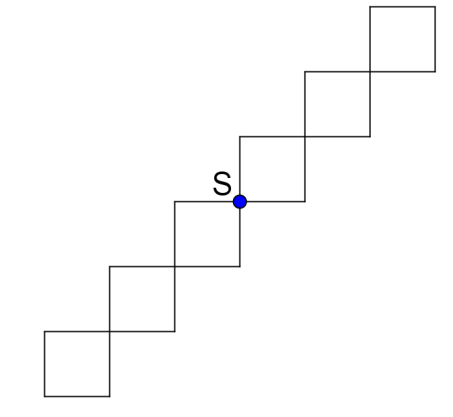
Olympiadeaufgabe 490623

Zur Lösung dieser Aufgabe wird neben der Steuerung des Roboters die Strategie des systematischen Zählens benötigt.

**Aufgabe:**

Verwendet werden der Roboter und die Kommandos aus Aufgabe 490615

1. Der Roboter soll die nebenstehende Figur, die „Dreifachschleife, vom Startpunkt S aus durchlaufen, kein Kantenstück mehrmals durchlaufen und am Ende des Durchlaufs mit dem „Gesicht nach unten“ stehen bleiben. Gib für diesen Weg alle möglichen Kommandofolgen an.



1. Die nebenstehende Abbildung zeigt die „Sechsfachschleife“ mit dem Startpunkt S in der Mitte. Der Roboter soll die Sechsfachschleife durch Wiederholung einer Kommandofolge der Dreifachschleife durchlaufen, wobei allerdings auf die Bedingung verzichtet wird, dass der Roboter nach dem Durchlaufen der ersten Dreifachschleife mit dem „Gesicht nach unten“ am Startpunt S stehen bleiben muss.

Gib eine Kommandofolge an, die das leistet.

**Lösungshinweise:**

1. Damit der Roboter am Ende mit dem Blick nach unten ankommt, muss er mit dem Kommando G starten. Danach muss das Kommando L erfolgen. An dem ersten Kreuzungspunkt gibt es zwei Möglichkeiten. Der Roboter kann geradeaus gehen oder nach rechts abbiegen. Das ist am nächsten Kreuzungspunkt ebenfalls so. Wenn der Roboter oben angekommen ist, gibt es nur noch einen Rückweg, bei dem keine Kante doppelt durchlaufen wird. Daher sind insgesamt vier verschiedene Wege möglich:

GLRLRLLLRLRL, GLGRGLLLGRGL, GLRLGRRRGLRL, GLGRLRRRLRGL.

1. Wenn der Roboter eine der Sequenzen aus Teil a) zweimal durchlaufen würde, käme er nach dem ersten Durchlauf mit dem Blick nach unten im Punkt S an. Danach würden die Kommandos G und L aus dem zweiten Durchlauf folgen. Ist der Roboter jedoch vom Punkt S aus um einen Schritt nach unten gelaufen, müsste das Kommando R folgen. Daher kann die Sechsfachschleife höchsten dann durchlaufen werden, wenn der Roboter im Punkt S mit dem Kommando L startet. Wie in Teil a) hat er an den beiden Kreuzungspunkte jeweils zwei Möglichkeiten, so dass wieder vier Wege möglich sind, um zum Punkt S zurückzukommen:

LRLRLRRRLRLR, LRGLGRRRGLGR, LRLRGLLLGRLR, LRGLRLLLRLGR.

Man überzeugt sich schnell, dass jede dieser Sequenzen bei Verdoppelung die Sechsfachschleife in der geforderten Art durchlaufen lässt.

**Mögliche Erweiterungen der Aufgabe:**

In Teil b) ist in der Olympiadeaufgabe nur die Angabe einer Sequenz gefordert. Es wurde nicht verlangt, alle möglichen Sequenzen anzugeben, wie das in den Lösungshinweisen dargestellt ist. Für leistungsfähige Schülerinnen und Schüler ist dieser Zusatz eine geeignete Erweiterung der Aufgabe.

Olympiadeaufgabe 460514

Bei dieser Aufgabe geht es um die Länge der Wege. In der Originalversion werden die Kommandos anders verwendet. Sie sind hier umgeschrieben auf die Art der Kommandos der beiden ersten Aufgaben.

Die Strategie der Mustererkennung ist bei der Lösung hilfreich.

**Aufgabe:**

Ein Käfer sitzt auf kariertem Papier. Er blickt nach rechts. Verwendet werden wieder die Kommandos aus Aufgabe 490615. Die Linien des karierten Papiers bilden ein Gitter. An einem Gitterpunkt fängt er an, auf den Linien zu laufen.

Er beginnt mit den Kommandos GL.

Es folgt die Sequenz LGLG.

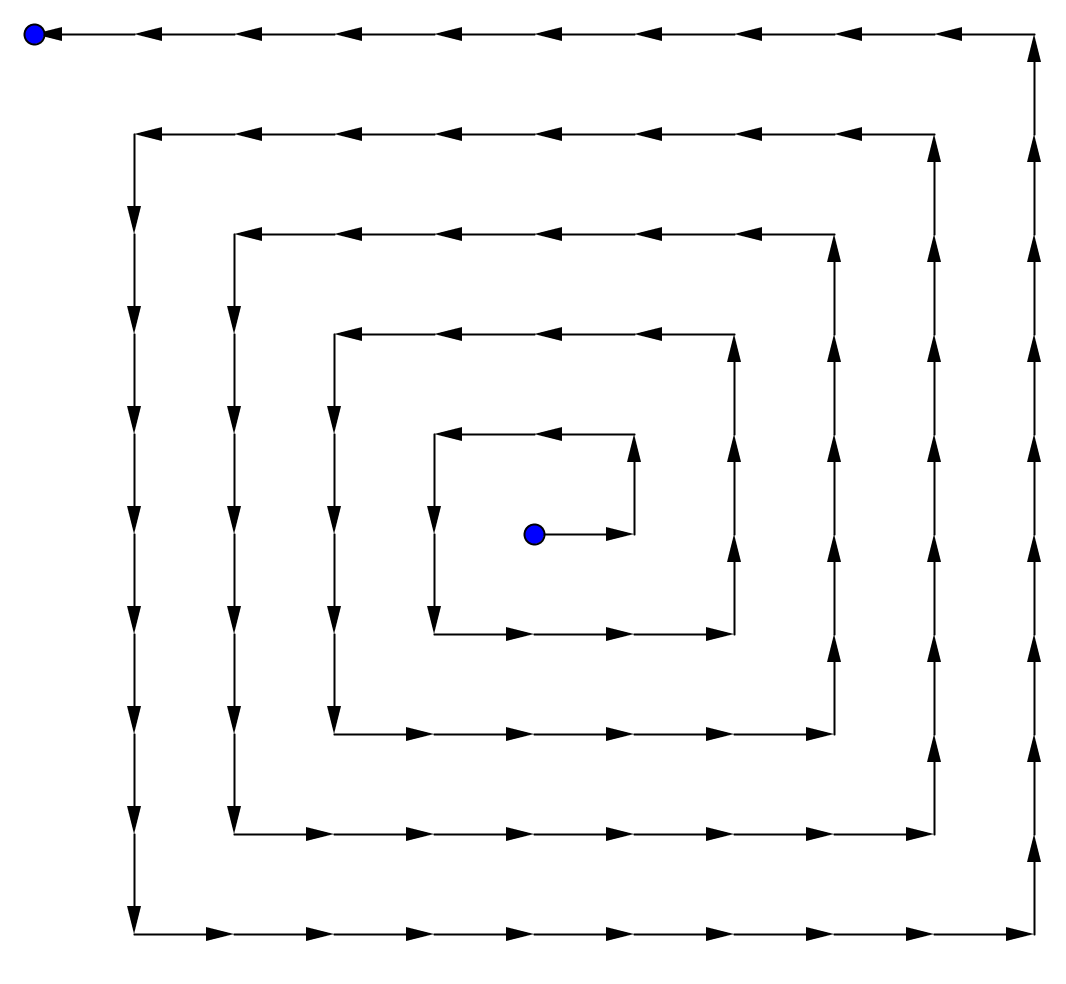
Anschließend folgt LGGLGG, danach LGGGLGGG usw.

Der Käfer zählt immer mit, wie viele Schritte er seit dem Start gemacht hat.

1. Als er 100 Schritte gemacht hat, stoppt er erstmals wegen Müdigkeit. Zeichne seinen Weg bis zu diesem Stopp. Wie häufig ist er bisher abgebogen?
2. Der Käfer überlegt sich, wie viele Schritte er laufen müsste, um schnellstmöglich über das Gitter zu seinem Ausgangspunkt zurückzukehren. Welchen Wert erhält er?
3. Der Käfer entscheidet sich, seine ursprüngliche Gangart fortzusetzen. Nach weitern 100 Schritten muss er wieder wegen Erschöpfung eine Pause machen. Er stellt aber fest, dass er sich noch nicht an einem Abbiegepunkt befindet. Wie weit muss er bis zum nächsten Abbiegepunkt noch laufen?
4. Der Käfer befindet sich bei seinem Marsch wieder einmal an einem Abbiegepunkt. Inzwischen ist er etwas vergesslich geworden: Er weiß nur noch, wie viele Schritte er seit dem letzten Abbiegepunkt gelaufen ist. Kann er daraus eindeutig bestimmen, wie weit es auf dem kürzesten Weg zum Ausgangspunkt ist?

**Lösungshinweise:**

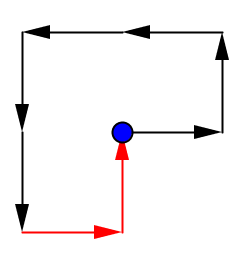
1. Sehr mühsam ist das zeichnerische Darstellen von 100 Einzelschritten. Hat man die ersten Schritte gezeichnet, kann man ein Muster erkennen. Es folgen immer je zwei gerade Stücke mit 1, 2, 3, … Schritten mit einer Drehung dazwischen.

Rechnet man schrittweise aus, findet man, dass . Dann fehlt noch eine gerade Strecke der Länge 10. Insgesamt sind es also gerade Strecken. Außer der ersten Strecke ist der Käfer am Beginn jeder geraden Strecke einmal abgebogen. Er ist somit 18 Mal abgebogen.  
Alternativ kann zur Bestimmung der Schrittzahl die Summenformel verwendet werden:

.

1. Der Endpunkt liegt fünf Schritte oberhalb und fünf Schritte links vom Ausgangspunkt. Daher braucht der Käfer 10 Schritte, um schnellstmöglich zum Ausgangspunkt zurückzukehren.
2. Setzt man das erkannte Muster fort, ergibt sich nach der letzten Strecke aus Teil a) eine Strecke der Länge 10, danach je zwei Strecken der Länge 11, 12, 13 … .  
   Rechnet man wieder der Reihe nach, findet man  
    und .

Da der Käfer bereits nach 200 Schritten die Pause einlegt, fehlen noch 10 Schritte bis zum nächsten Abbiegepunkt.



1. Betrachtet man von jedem Eckpunkt aus den kürzesten Weg zurück zum Ausgangspunkt, kann man ein Muster erkennen.

Ein Beispiel ist in der Abbildung dargestellt. Der Käfer ist bis zum vierten Eckpunkt gelaufen. Zwei kürzeste Rückwege sind möglich. Einer davon ist mit roten Pfeilen dargestellt. Er hat die Länge zwei.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Eckpunkt | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Länge des letzten geraden Wegstücks | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 |
| Länge des Rückwegs | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 6 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 |

Aus der Tabelle erkennt man, dass die Länge des Rückweges mit der Länge des letzten geraden Wegstücks übereinstimmt, wenn die Länge dieses Wegstück eine gerade Zahl ist. Bei einer ungeraden Zahl gibt es zwei mögliche Längen des Rückwegs. Somit kann der Käfer die Zahl der Schritte nicht eindeutig bestimmen.

Olympiadeaufgabe 480636

In dieser Aufgabe werden unterschiedlich lange Schritte betrachtet. Zusätzlich soll noch der Inhalt der vom geschlossenen Weg begrenzten Fläche betrachtet werden.

Im letzten Aufgabenteil wird eine Verallgemeinerung betrachtet, die durch eine Argumentation begründet werden muss.

**Aufgabe:**

Bei dieser Aufgabe geht es wieder um die Bewegung eines Käfers auf einem quadratischen Gitter. Die Kommandos lauten genauso wie in der letzten Aufgabe.

1. Betrachte die Kommandofolge RRRR. Dabei soll ein Schritt eine Länge von 4 Kästchen haben. Welche Figur entsteht?  
   Bestimme die Länge des Weges und den Inhalt der Fläche, die von dem Weg umschlossen wird.
2. Verwende statt des Kommandos R nun die Sequenz RLRRGLLR. Dabei soll aber jeder Schritt nur noch die Länge von einem Kästchen haben.  
   Zeichne den Weg, der zu dieser Sequenz gehört.  
   Dieser Weg soll nun viermal hintereinander ausgeführt werden. Dabei ergibt sich ein geschlossener Weg.   
   Bestimme die Länge des Weges und den Inhalt der umschlossenen Fläche.   
   Vergleiche die Ergebnisse aus den Teilen a) und b) miteinander.
3. Betrachte nun die Kommandofolge LRRG mit einer Schrittlänge jedes Kommandos von 4 Kästchen.  
   Ersetze die einzelnen Kommandos durch folgende Vorschriften:

L wird ersetzt durch LRLLGRRL  
R wird ersetzt durch RLRRGLLR (wie in Teil b))  
G wird ersetzt durch GLRRGLLR

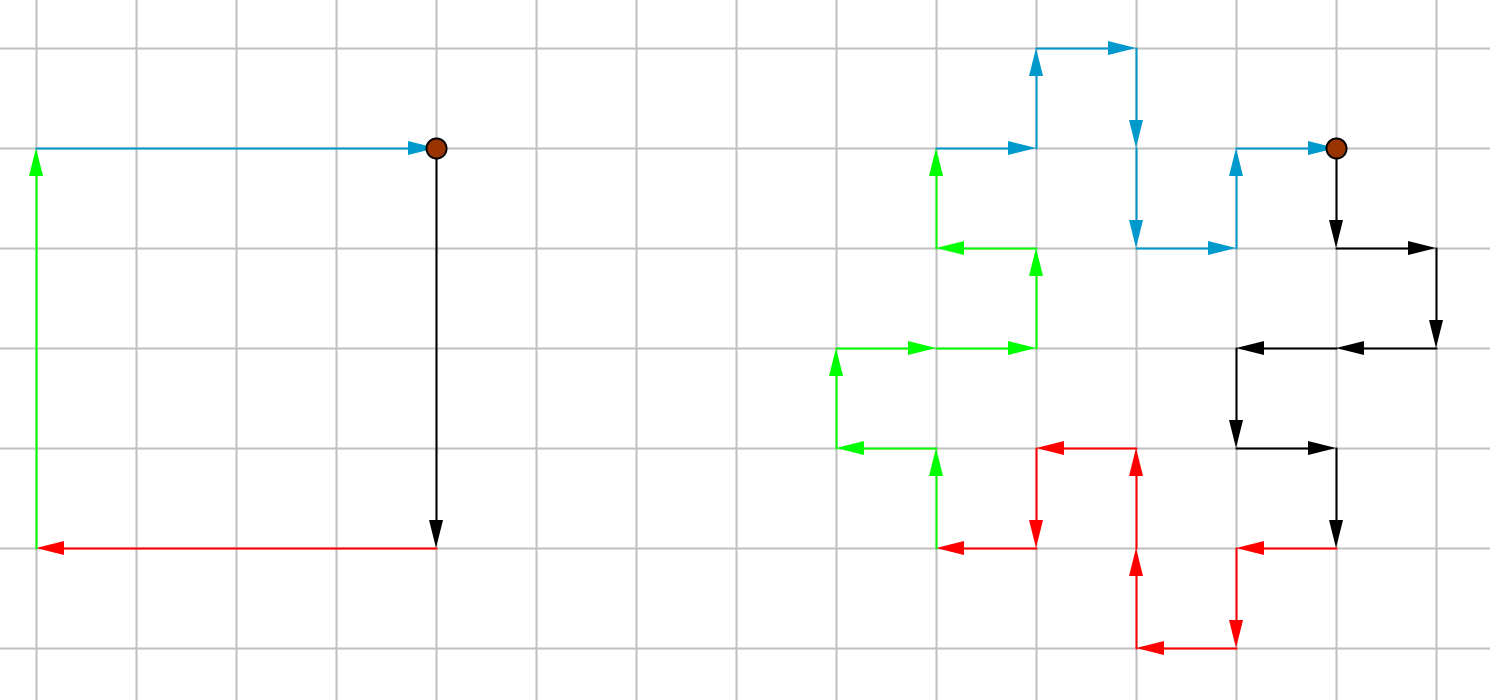
Jetzt soll jeder Schritt nur noch die Länge von einem Kästchen haben.  
Dadurch ergibt sich insgesamt eine Folge von 32 kurzen Schritten.

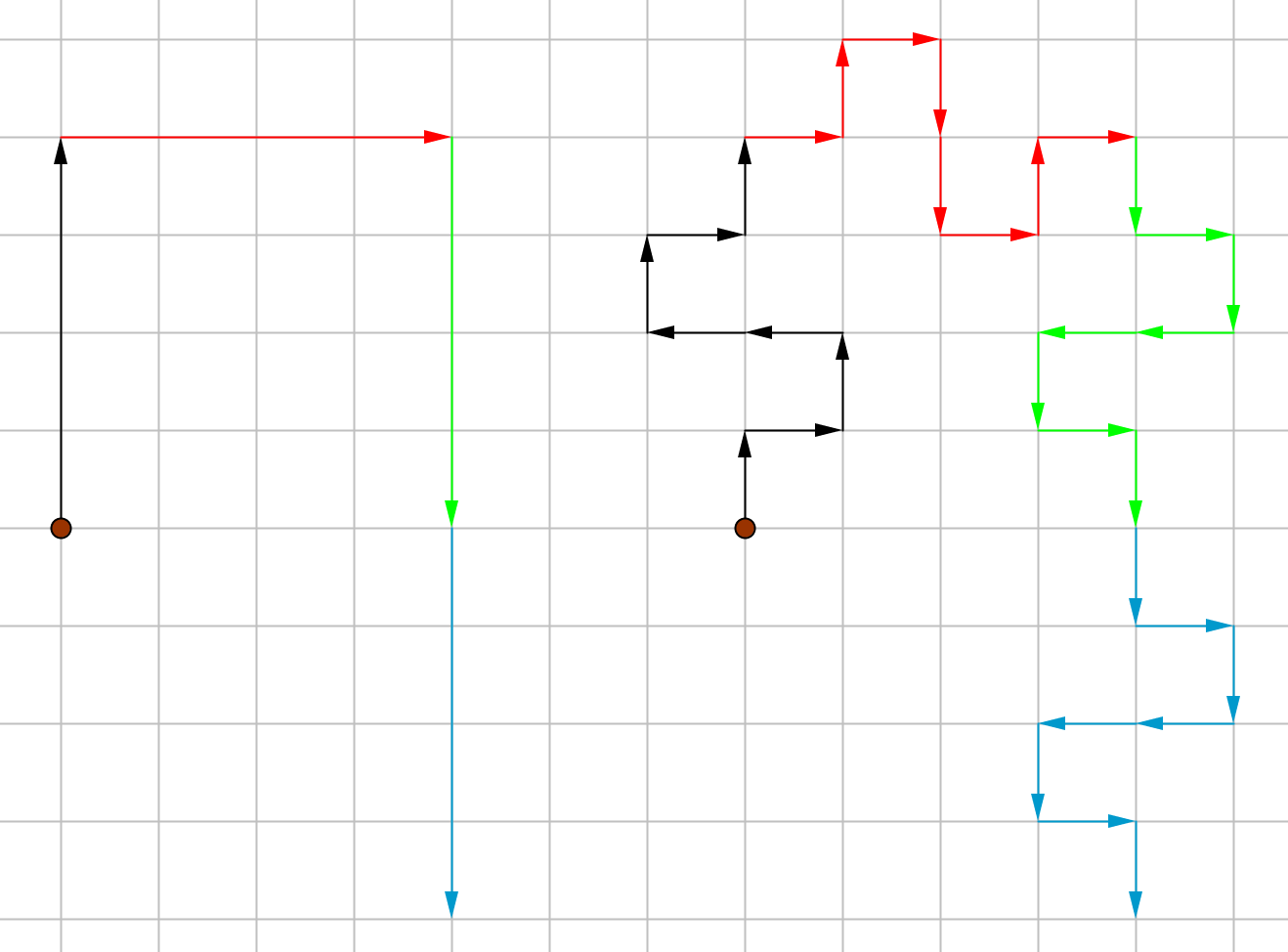
Sowohl die Folge LRRG als auch die Folge mit den ersetzten kurzen Schritten sollen viermal hintereinander ausgeführt werden. Prüfe, ob sich wieder geschlossene Wege ergeben.  
Vergleiche die Längen der Wege und die Inhalte der umschlossenen Flächen, die bei der Folge LRRG und nach der Ersetzung entstehen.

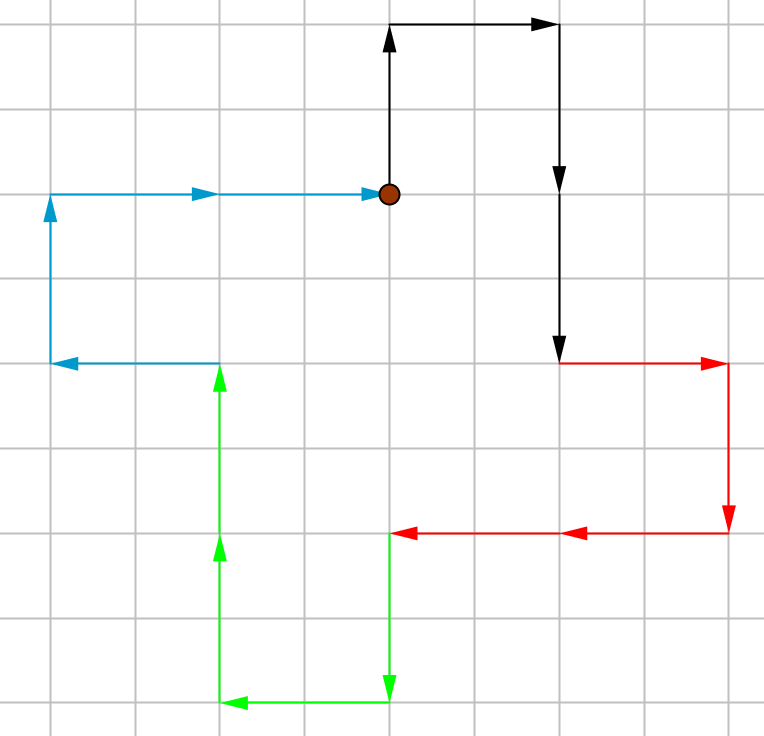
1. Beweise: Wenn sich in einer Kommandofolge die Zahl der R’s und der L’s um genau 1 unterscheidet, dann entsteht bei viermaliger Durchführung ein geschlossener Weg, der bei weiteren Durchführungen immer wiederholt wird.

**Lösungshinweise:**

Die Wege zu den Aufgabenteilen a) und b) sind in der Abbildung dargestellt. Dabei sind lange Wegstücke und die entsprechenden Wegstücke aus kurzen Schritten in der gleichen Farbe gezeichnet.



1. Der Weg hat eine Länge von 16 Kästchenlängen und umschließt eine Fläche von 16 Kästchen.
2. Die Länge und der Flächeninhalt können durch Auszählen bestimmt werden. Es ist aber auch möglich, zu argumentieren.   
   Bei den Wegstücken mit den kurzen Schritten werden vier Schritte nach links bzw. rechts zusätzlich gemacht. Daher ist jedes dieser Wegstücke doppelt so lang wie das Wegstück, das nur aus einem langen Schritt besteht. Damit hat der gesamte Weg eine Länge von 32 Kästchenlängen.  
   Der Inhalt der umschlossenen Fläche ändert sich dagegen nicht, da jeweils ein Kästchen nach außen hinzukommt, dafür wird eines nach innen entfernt.
3. Zeichnet man die Folge mit den langen Schritten und die mit den kurzen Schritten, findet man wiederum, dass ein langer Schritt 8 kurzen Schritten entspricht und ein kleines Kästchen nach außen und eines nach innen dazukommen. Würde man nun die Folge mit den kurzen Schritten viermal nacheinander zeichnen, würde eine Zeichnung mit insgesamt 128 Schritten erforderlich. Man kann diesen Aufwand durch eine Argumentation vermeiden.  
   



Der Endpunkt liegt bei beiden Wegen vier Kästchen rechts und vier Kästchen unter dem Anfangspunkt. Daher ist es ausreichend, den Weg mit den langen Schritten viermal hintereinander zu legen. Hier im Maßstab 1:2 verkleinert gezeichnet:

Da dieser Weg geschlossen ist, ist auch der Weg geschlossen, der sich ergibt, wenn jeder lange Schritt durch 8 kurze Schritte ersetzt wird.

1. Gibt es das Kommando L einmal mehr als das Kommando R, so hat der Käfer nach einmaligem Durchlaufen der Kommandofolge seine Richtung um 90° nach links gedreht, nach viermaligem Durchlaufen also um 360°.

Bei jedem Durchlaufen hat er sich gleich weit vom Ausgangspunkt entfernt. Beim dritten Durchlauf werden genau die Bewegungen des ersten Durchlaufs rückgängig gemacht, beim vierten die des zweiten. Somit kommt der Käfer wieder am Ausgangspunkt an und hat die Blickrichtung, die er am Anfang hatte.

Analog sieht es aus, wenn das Kommando R einmal mehr als das Kommando L vorkommt.

**Anmerkungen zur Aufgabe und zum Einsatz:**

Die Abbildungen zu den Lösungshinweisen werden als [Folienvorlage](Folienvorlagen_480636.docx) oder als Graphiken zum Einbau in eine Präsentation angeboten [480636ab.jpg](Bild_480636ab.jpg), [480636c1.jpg](Bild_480636c1.jpg), [480636c2.jpg](Bild_480636c2.jpg).

Es bietet sich auch an, die Schülerinnen und Schüler die Wege mit einem DGS konstruieren zu lassen.

**Mögliche Erweiterungen der Aufgabe:**

Das Ersetzen eines Schrittes der Länge 4 durch 8 Schritte der Länge 1 in Aufgabenteil c) kann weiter fortgeführt werden. Als weitere Verfeinerung des Weges kann nun jeder Schritt der Länge 1 durch 8 Schritte der Länge ersetzt werden. Zeichnerische Lösungen sind nun nicht mehr sinnvoll. Durch Mustererkennung lässt sich aber bestimmen, wie die Länge des Weges wächst. Dieses Verfahren kann beliebig weit fortgesetzt werden. Die Schülerinnen und Schüler gewinnen dabei die Erkenntnis, dass die umschlossene Fläche nicht größer wird, die Länge der Umrandung aber sehr stark anwächst. Dabei werden erste Erfahrungen mit fraktalen Gebilden gemacht.

Olympiadeaufgabe 450514

In dieser Aufgabe, die zur Ergänzung für Schülerinnen und Schüler dient, die die anderen Aufgaben schnell erledigt haben, sind die Wege nicht durch die Kommandos aus den vorhergehenden Aufgaben beschrieben. Verlangt ist eine Beschreibung, in der es vornehmlich um die Länge der Teilwege geht, da die Richtungsänderungen fest vorgegeben sind. Der Schwerpunkt dieser Aufgabe liegt zusätzlich auf dem Erkennen von Gesetzmäßigkeiten.

**Aufgabe:**

Du siehst in der Abbildung fünf aufeinander aufbauende Muster auf Kästchenpapier. Zeichne diese Figuren in einem Zug nach. Dabei beginnst du immer am schwarzen Punkt, gehst zunächst nach unten – und du darfst in einer Ecke stets nur nach links abbiegen. Schließlich endest du an der Pfeilspitze.



1. Zeichne die nächste Figur F6, die nach diesem Verfahren erzeugt wird.
2. Beschreibe, wie sich diese Figur in einem Zug zeichnen lässt, indem du aufschreibst, wie viele Kästchenlängen die einzelnen Züge nacheinander haben. Erkennst du Gesetzmäßigkeiten?
3. Wie viele Kästchen umschließen die Figuren F1, F2, F3, F4, F5 und F6?
4. Wie viele Kästchen umschließt die siebzehnte Figur in dieser Reihenfolge, also F17? Begründe deine Aussage.

**Lösungshinweise:**



1. Der erste Zug geht um 6 Kästchen nach unten, der zweite um 1 Kästchen nach rechts, der dritte um 6 Kästchen nach oben und der vierte Zug um 2 Kästchen nach links. Es geht wie folgt weiter:

5 nach unten, 3 nach rechts, 4 nach oben, 4 nach links

3 nach unten, 5 nach rechts, 2 nach oben, 6 nach links,

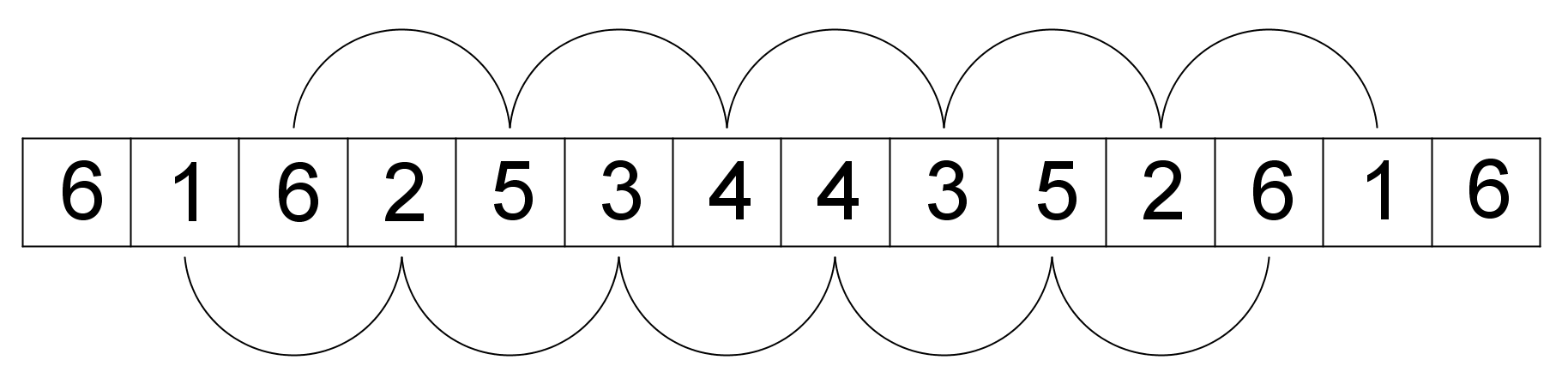
1 nach unten, 6 nach rechts

Charakterisiert man alle gegebenen Figuren in der angegebenen Weise (es ist nicht nötig, die Richtungen des jeweiligen Zuges anzugeben, da zwischen zwei Zügen jeweils eine gleichartige Drehung stattfindet), dann kann man eine Gesetzmäßigkeit erkennen, die es gestattet die Figur F6 zu zeichnen bzw. die Zeichnung zu überprüfen:



Die grau unterlegten Felder enthalten bei der Figur mit der Nummer N immer die Sequenz N 1 N. Für die weiteren Felder lässt sich eine Gesetzmäßigkeit erkennen.

In den Feldern mit den geraden Spaltennummern wachsen die Zahlen immer um 1, in den Feldern mit den ungeraden Spaltennummern nehmen die Zahlen um 1 ab.



1. Die Anzahl der umschlossenen Kästchen ist in der Tabelle dargestellt

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Figur | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |
| Anzahl der umschlossenen Kästchen | 1 | 3 | 6 | 10 | 15 | 21 |

1. Von F1 zu F2 kommen 2 Kästchen hinzu,   
   von F2 zu F3 kommen 3 Kästchen hinzu usw.  
   F17 enthält also Kästchen.