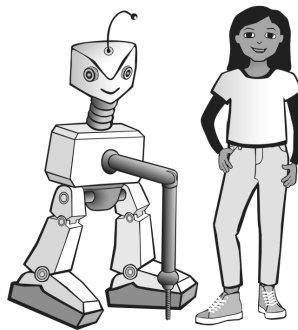


Informatik, fertig, los! (Zusatzmaterial)

Lösungsheft

Marsroboter
Robo



Programmiererin
Rana


Robo geht auf Wanderschaft



























Du hast gelernt, Robo mit Hilfe von Wiederholungsbefehlen zu steuern. Jetzt geht es darum, Robo weite Wege gehen zu lassen, ohne dafür grosse Programme zu bauen. Wiederholungen helfen uns dabei!


In allen folgenden Aufgaben macht Robo eine bestimmte Anzahl von Schritten, das heisst, er geht eine bestimmte Anzahl von Feldern vorwärts. Es kommen nur Wiederholungsbefehle und der Befehl $\boxed{+1}$ vor. Mit dem Programm












4 \square
+1
+1
\square

macht Robo zum Beispiel $4 \cdot 2 = 8$ Schritte: zwischen dem Anfang und dem Ende der Wiederholung macht er **zweimal** einen Schritt, und das wiederholt er **viermal**.

Aufgabe 29.  Wieviele Schritte macht Robo mit diesen Programmen jeweils? Schreibe die Anzahl ins Kästchen unter dem Programm!

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">2 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">2 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+1</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">2 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">2 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">2 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">2 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </div>
2	3	4	5	6	8	15	9

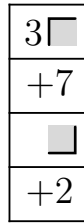
Aufgabe 30.  Baue möglichst kurze Programme, mit denen Robo die gegebene Anzahl von Schritten macht!

Schritte						
4	5	6	7	8	9	10
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+1</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+1</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+1</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+1</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+1</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">+1</div>

Hier musst du ein bisschen rechnen!

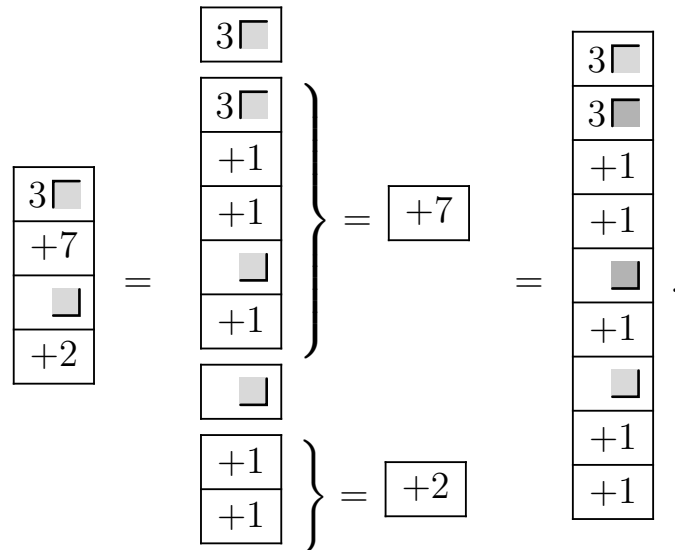
Wir wollen Programme wie aus Aufgabe 30 als Bausteine benutzen, um Robo noch weiter gehen zu lassen. Um uns Schreibarbeit zu sparen, erfinden wir dafür Abkürzungsbefehle.

Der Abkürzungsbefehl $\boxed{+7}$ bedeutet zum Beispiel “gehe 7 Felder vorwärts!” Damit können wir Abkürzungsprogramme wie




bauen. Mit diesem Programm macht Robo $3 \cdot 7 + 2 = 23$ Schritte. Die Schritte innerhalb einer Wiederholung (hier: 7) werden mit der Anzahl der Wiederholungen (hier: 3) multipliziert. Schritte in aufeinanderfolgenden Teilen des Programms werden addiert (hier: 21 für die Wiederholung und 2 für den Abkürzungsbefehl am Ende). Das Programm ist also auch eine Rechnung, und die Anzahl der Schritte ergibt sich aus dieser Rechnung!

Das echte Programm zu einem Abkürzungsprogramm bekommen wir, indem wir für jeden Abkürzungsbefehl ein echtes Programm mit der gleichen Wirkung einsetzen:




Das echte Programm enthält jetzt eine *geschachtelte* Wiederholung: innerhalb der Wiederholung haben wir eine weitere Wiederholung. Nachdem wir es einmal gebaut haben, können wir anstelle des neuen Abkürzungsprogramms wieder einen Abkürzungsbefehl benutzen:














$$\boxed{+23} = \begin{array}{|c|} \hline 3\boxed{} \\ \hline +7 \\ \hline \boxed{} \\ \hline +2 \\ \hline \end{array} .$$

Aufgabe 31.  Wieviele Schritte macht Robo mit den folgenden Abkürzungsprogrammen? Schreibe unter jedes Programm zuerst die Rechnung und dann die Anzahl der Schritte, die sich daraus ergibt!

(a)	(b)	(c)	(d)
$\begin{array}{ c } \hline 3\boxed{} \\ \hline +5 \\ \hline \boxed{} \\ \hline +2 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{ c } \hline +3 \\ \hline 4\boxed{} \\ \hline +9 \\ \hline \boxed{} \\ \hline +3 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{ c } \hline 4\boxed{} \\ \hline +7 \\ \hline +2 \\ \hline \boxed{} \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{ c } \hline 3\boxed{} \\ \hline +6 \\ \hline \boxed{} \\ \hline 2\boxed{} \\ \hline +4 \\ \hline \boxed{} \\ \hline \end{array}$
$\boxed{3 \cdot 5 + 2}$	$\boxed{3 + 4 \cdot 9 + 3}$	$\boxed{4 \cdot (7 + 2)}$	$\boxed{3 \cdot 6 + 2 \cdot 4}$
$\boxed{17}$	$\boxed{42}$	$\boxed{36}$	$\boxed{26}$

Hier machst du mit Robo schon richtige Mathematik!

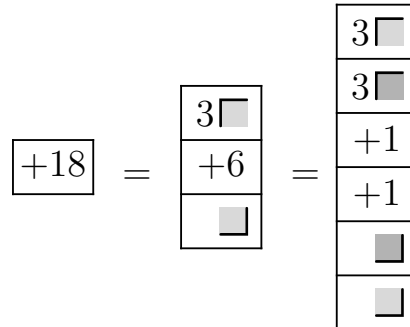
Aufgabe 32.  Es gibt viele Abkürzungsprogramme, mit denen Robo 16 Schritte macht. In dieser Aufgabe sehen wir einige davon. Schreibe für jedes der Abkürzungsprogramme zuerst die Rechnung und dann das echte Programme auf, das sich ergibt, wenn du alle Abkürzungsbefehle durch die echten Programme aus Aufgabe 30 ersetzt! Bei welchem Abkürzungsprogramm ergibt sich das kürzeste echte Programm?

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">2 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+8</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+10</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+6</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+5</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+8</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+8</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+4</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">2 · 8</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">10 + 6</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">3 · 5 + 1</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">8 + 8</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">4 · 4</div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">2 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">3 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">4 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">+1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; width: 20px; height: 15px; background-color: #ccc;"></div>

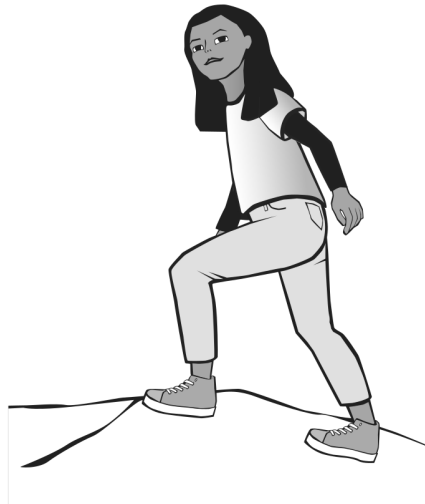
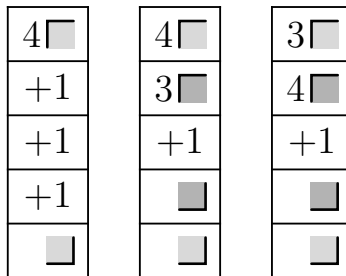
Das kürzeste echte Programm ergibt sich in Teilaufgabe (e).

Rana meint dazu: Viele Wege führen zur 16!


Aufgabe 33. 🤖 Robo soll 18 Schritte machen! Schreibe zuerst ein Abkürzungsprogramm dafür auf und baue dann das echte Programm dazu! Versuche, mit möglichst wenig Befehlen auszukommen!

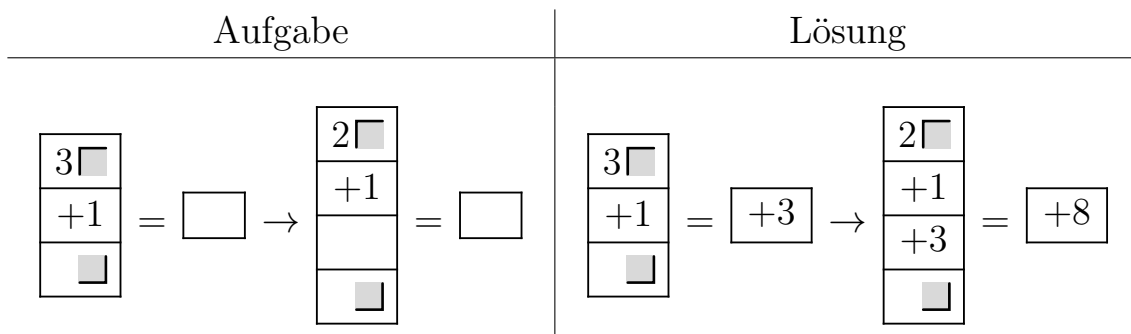


Aufgabe 34. 🤖 Finde alle echten Programme mit 5 Befehlen, mit denen Robo 12 Schritte macht! Hinweis: es gibt genau drei davon!



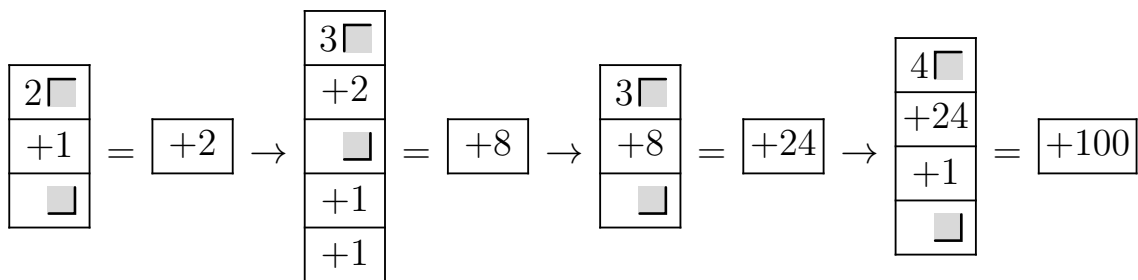
Hier wird's vielleicht schon etwas anstrengend!

Aufgabe 35.  Nun wollen wir schauen, wie viele Schritte Robo mit einem Abkürzungsprogramm macht, das wir in mehreren Schritten aufbauen. Hier ist eine Beispielaufgabe (links) mit Lösung (rechts). Für jedes Programm soll zuerst der richtige Abkürzungsbehl gefunden und dann als Baustein im nächsten Programm benutzt werden!

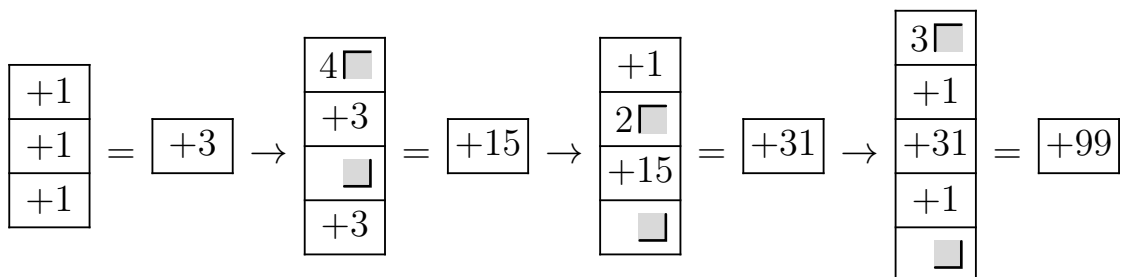


Jetzt bist du dran! Fülle die Platzhalter in beiden Teilaufgaben aus!

(a)



(b)



Hier kommt Robo schnell schon ziemlich weit!

Aufgabe 36. ■■ Baue die echten Programme für die Abkürzungsbefehle, die du in Aufgabe 35 (a) und (b) jeweils ganz am Ende bekommen hast und schreibe Sie hier auf! Wieviele Befehle haben sie?

<p>(a)</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 20px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">+100</div> = <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center; width: 100px;"> <tr><td>4 ■</td></tr> <tr><td>3 ■</td></tr> <tr><td>3 ■</td></tr> <tr><td>2 ■</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>■</td></tr> <tr><td>■</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>■</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>■</td></tr> </table> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">12</div> Befehle </div>	4 ■	3 ■	3 ■	2 ■	+1	■	■	+1	+1	■	+1	■	<p>(b)</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 20px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">+99</div> = <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center; width: 100px;"> <tr><td>3 ■</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>2 ■</td></tr> <tr><td>4 ■</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>■</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>■</td></tr> <tr><td>+1</td></tr> <tr><td>■</td></tr> </table> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">15</div> Befehle </div>	3 ■	+1	+1	2 ■	4 ■	+1	+1	+1	+1	■	+1	+1	+1	+1	■	+1	■
4 ■																														
3 ■																														
3 ■																														
2 ■																														
+1																														
■																														
■																														
+1																														
+1																														
■																														
+1																														
■																														
3 ■																														
+1																														
+1																														
2 ■																														
4 ■																														
+1																														
+1																														
+1																														
+1																														
■																														
+1																														
+1																														
+1																														
+1																														
■																														
+1																														
■																														



Solche Programme kann niemand mehr verstehen? Stimmt, sagt Rana!

Wir haben gesehen, wie wir Schritt für Schritt Programme bauen können, mit denen Robo viele Schritte macht. Jetzt suchen wir Programme, mit denen Robo *genau* eine vorgegebene Anzahl von Schritten macht! Dafür gibt es ein einfaches Verfahren.

Nehmen wir als Beispiel 70 Schritte. Wir teilen 70 durch 4 mit Rest:

$$70 : 4 = 17 \text{ (Rest 2).}$$

Das können wir auch als $70 = 4 \cdot 17 + 2$ schreiben, was eine Rechnung für ein Abkürzungsprogramm mit 70 Schritten ist:

$$\boxed{+70} = \begin{array}{|c|} \hline 4 \square \\ \hline +17 \\ \hline \square \\ \hline +2 \\ \hline \end{array}$$

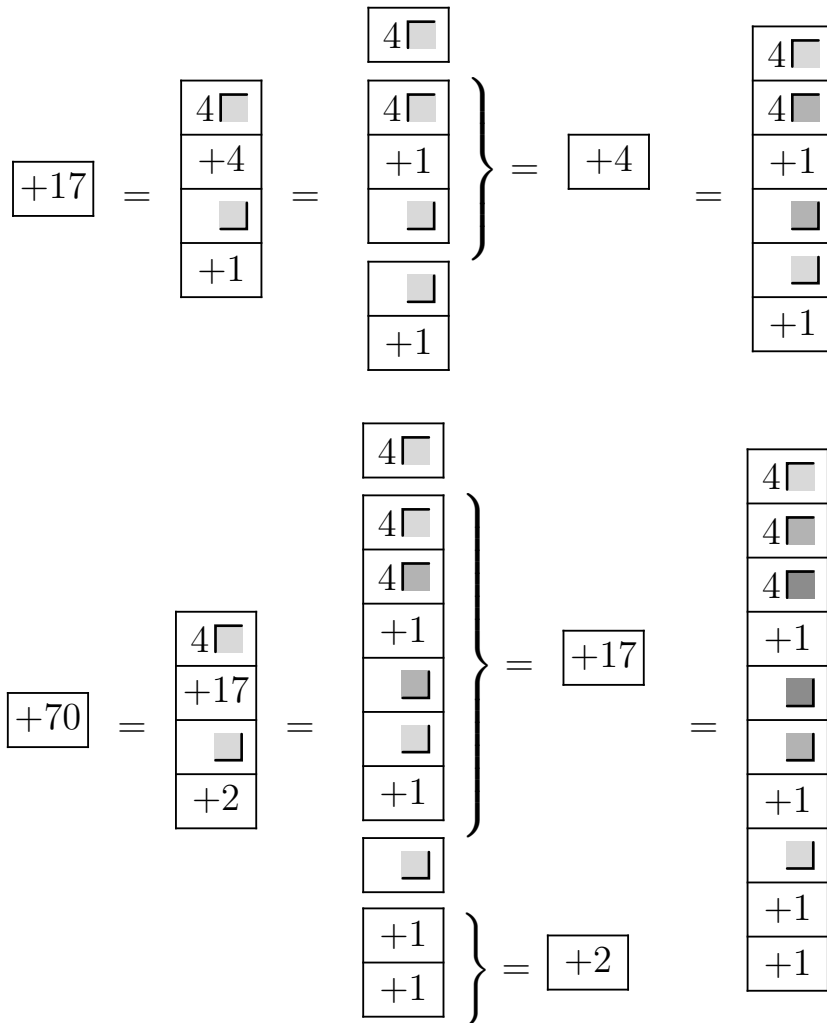
Für das Abkürzungsprogramm $\boxed{+2}$ haben wir schon ein echtes Programm, das wir einsetzen können aber nicht für $\boxed{+17}$. Um das zu bekommen, machen wir mit der 17 dasselbe wie vorher mit der 70 (Division durch 4 mit Rest): $17 : 4 = 4 \text{ (Rest 1)}$. Was wir auch als $17 = 4 \cdot 4 + 1$ schreiben können und somit eine Rechnung für ein Abkürzungsprogramm erhalten, mit dem Robo 17 Schritte macht:

$$\boxed{+17} = \begin{array}{|c|} \hline 4 \square \\ \hline +4 \\ \hline \square \\ \hline +1 \\ \hline \end{array}$$

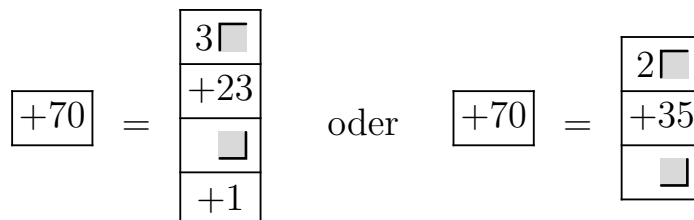
Für das Abkürzungsprogramm $\boxed{+4}$ haben wir schon ein echtes Programm gebaut (siehe Aufgabe 30):

$$\boxed{+4} = \begin{array}{|c|} \hline 4 \square \\ \hline +1 \\ \hline \square \\ \hline \end{array}$$

Also sind wir fertig und können das echte Programm schrittweise aufbauen:



Statt Division durch 4 können wir auch Division durch 3 oder 2 benutzen. Dabei werden die Programme meistens (aber nicht immer!) länger. Wir hätten also auch so anfangen können:



Aufgabe 37. ■ Benutze das gerade beschriebene Verfahren, um Programme zu bauen, mit denen Robo die vorgegebene Anzahl von Schritten geht. Sobald sich einer der Abkürzungsbefehle $\boxed{+2}$, \dots , $\boxed{+10}$ ergibt, kannst du aufhören, weil du schon echte Programme dafür gebaut hast. Für 50 Schritte zum Beispiel sieht die Lösung so aus:

$$\boxed{+50} = \begin{array}{|c|} \hline 4\blacksquare \\ \hline +12 \\ \hline \blacksquare \\ \hline +2 \\ \hline \end{array}, \quad \boxed{+12} = \begin{array}{|c|} \hline 4\blacksquare \\ \hline +3 \\ \hline \blacksquare \\ \hline \end{array}$$

(a) 80 Schritte

$$\boxed{+80} = \begin{array}{|c|} \hline 4\blacksquare \\ \hline +20 \\ \hline \blacksquare \\ \hline \end{array}, \quad \boxed{+20} = \begin{array}{|c|} \hline 4\blacksquare \\ \hline +5 \\ \hline \blacksquare \\ \hline \end{array}$$

(b) 120 Schritte

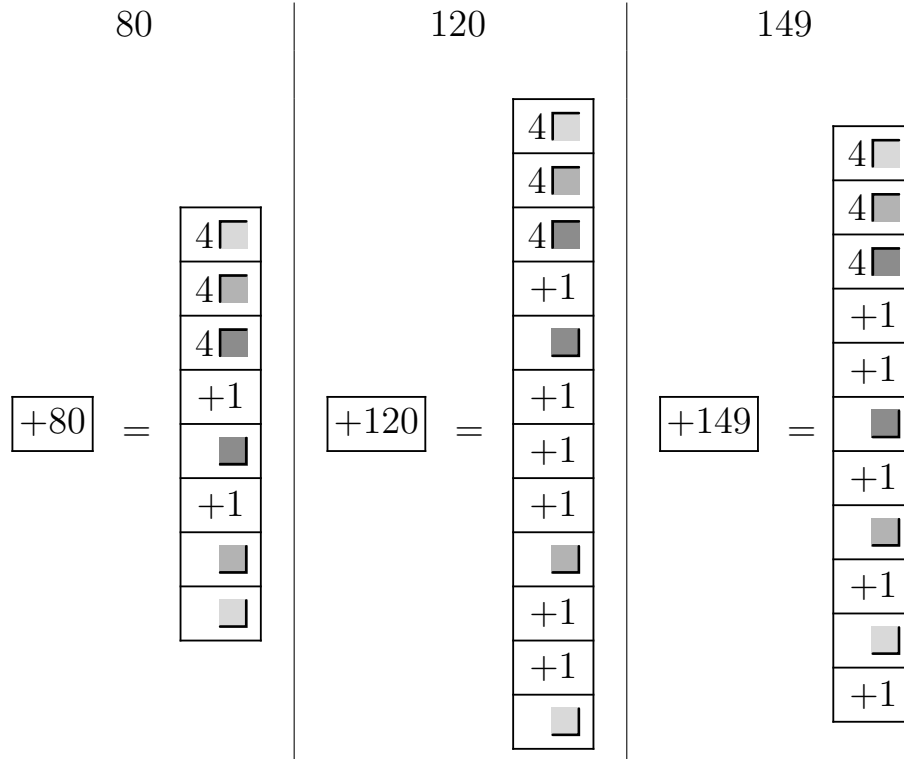
$$\boxed{+120} = \begin{array}{|c|} \hline 4\blacksquare \\ \hline +30 \\ \hline \blacksquare \\ \hline +2 \\ \hline \end{array}, \quad \boxed{+30} = \begin{array}{|c|} \hline 4\blacksquare \\ \hline +7 \\ \hline \blacksquare \\ \hline +2 \\ \hline \end{array}$$

(c) 149 Schritte

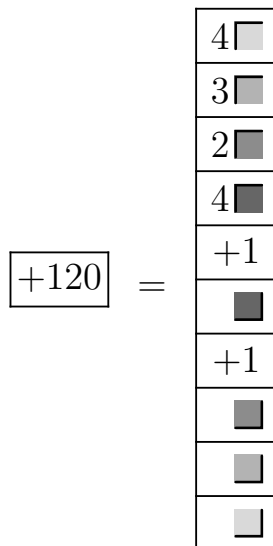
$$\boxed{+149} = \begin{array}{|c|} \hline 4\blacksquare \\ \hline +37 \\ \hline \blacksquare \\ \hline +1 \\ \hline \end{array}, \quad \boxed{+37} = \begin{array}{|c|} \hline 4\blacksquare \\ \hline +9 \\ \hline \blacksquare \\ \hline +1 \\ \hline \end{array}$$

Nach dem Essen sollst du ruh'n oder 1000 Schritte tun!

Aufgabe 38. ■ Baue echte Programme für die Schrittzahlen aus Aufgabe 37!

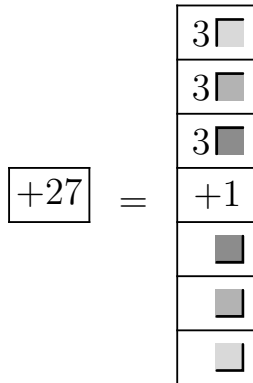


Kannst du für die 120 Schritte noch ein kürzeres echtes Programm finden?



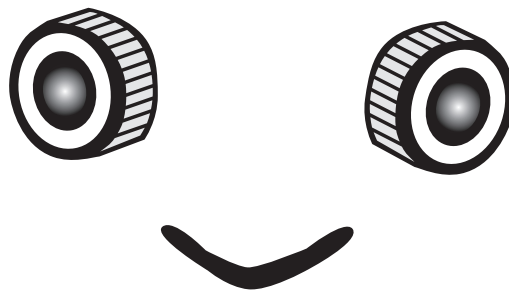
Hier ist es jetzt wirklich sehr knifflig!

Aufgabe 39. Versuche ein möglichst kurzes echtes Programm zu bauen, mit dem Robo 27 Schritte geht! Du kannst es wie vorher schrittweise mit Abkürzungsbefehlen aufbauen! Wie viele Befehle hat dein echtes Programm?



Mein Programm hat Befehle.

Aufgabe 40. Denk dir eine Schrittzahl zwischen 500 und 1000 aus und baue dafür ein echtes Programm! Wenn ihr mehrere seid, einigt euch auf eine Schrittzahl und versucht dann (in Einzelarbeit oder gemeinsam) die kürzesten Programme für diese Schrittzahl zu bauen, die ihr finden könnt! Beim Bau der Programme arbeitest du am besten wie in Aufgabe 37 erst mit Abkürzungsprogrammen und verwandelst sie danach wie in Aufgabe 38 in echte Programme!



Das waren die letzten Aufgaben! Herzlichen Glückwunsch!!