



Thema:	Kontrollstrukturen
Schultyp:	Gymnasium, Sekundarstufe II (auch andere Schulen möglich)
Vorkenntnisse:	keine
Bearbeitungsdauer:	zwei Lektionen
Fassung vom:	4. September 1996
Schulerprobung:	nein
Autor:	Alex Birrer, dipl. Informatik-Ing. ETH

Leitidee

Kontrollstrukturen bilden die Grundlage der Programmierung. Durch sie können Programmabläufe gesteuert werden. In jeder Programmiersprache ist dazu ein Satz von Programmbefehlen vorgesehen. Die Anzahl und die Handlichkeit dieser Befehle sind jedoch sehr unterschiedlich.

An diesem Posten sollen die beiden grundlegenden Strukturen *Verzweigung* (IF...THEN...ELSE) und *Schleife* (DO...LOOP) kennengelernt werden. Aus ihnen sollen einfache Programme zusammengesetzt werden.

Lernziele

Nach dem Bearbeiten des Postens kennt der Schüler die Kontrollstrukturen *Verzweigung* und *Schleife*. Er ist in der Lage ein Programm, das diese Strukturen enthält Schritt für Schritt zu durchlaufen und das Resultat anzugeben.

Der Schüler kann für ein gegebenes Problem die Kontrollstrukturen so aneinander fügen, dass ein Programm entsteht, das die Lösung des Problems liefert.

Material

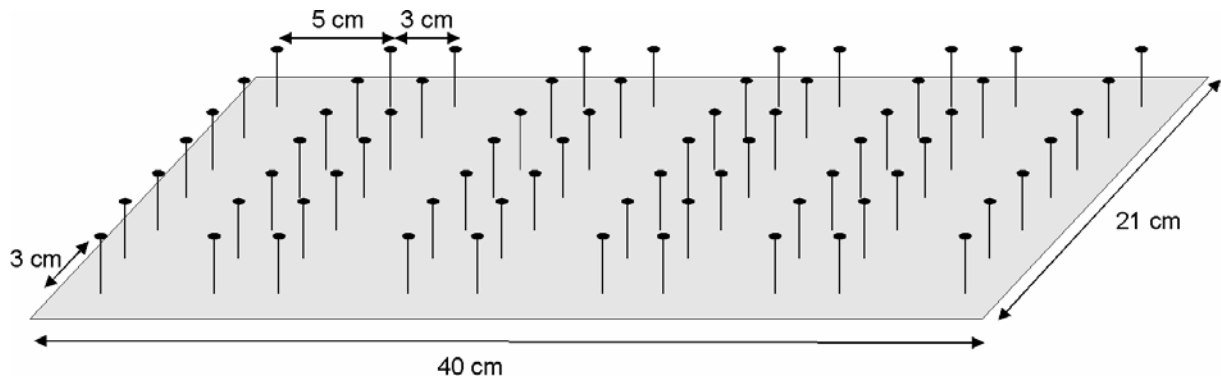
- Posten-Unterlagen:
- Auftragsblatt
 - Lösungsblatt
 - Theorieblätter
- Materialien:
- vorbereitetes Nagelbrett gemäss Bastelanleitung auf der folgenden Seite
 - 50 Gummibänder (uni oder in verschiedenen Farben)
 - Kontrollstruktur- und Programmschritt-Kärtchen (Kopiervorlage liegt bei)
 - Eine Spielfigur (z.B. aus „Eile mit Weile“)



Bastelanleitung für das Nagelbrett

Das Nagelbrett dient als „Setzkasten“ für die Kontrollstrukturen. Auf diese Weise symbolisiert das Nagelbrett ein Programm.

Das Brett hat die Masse 40 cm x 21 cm. Auf ihm werden 70 Nägel in 10 Reihen wie folgt angeordnet:



Bemerkungen:

- Die grossen Zwischenräume dienen zum setzen der Befehls- und Kontrollstrukturkärtchen.
- Die kleinen Zwischenräume werden zum Verbinden durch Gummibändern benötigt.
- Rundherum ist ein Rand von 1.5 cm eingerechnet.
- Die Grösse der Nägel sollte so gewählt werden, dass sie nach dem Einschlagen noch ca. 5-7 mm aus dem Brett ragen.



Kopiervorlage 1 zu Auftragsblatt und Theorie

THEN	THEN	THEN
<i>Schönes Wetter?</i>	<i>Temperatur > 20°?</i>	<i>Ist die Hütte frei?</i>
IF	ELSE IF	ELSE IF
THEN	THEN	THEN
<i>Resultat > 200 ?</i>	<i>Zahl durch 3 teilbar?</i>	<i>Zahl durch 4 teilbar?</i>
IF	ELSE IF	ELSE IF
THEN	THEN	THEN
<i>Zahl durch 6 teilbar?</i>	<i>Pferde- sendung?</i>	<i>Kanal 54?</i>
IF	ELSE IF	ELSE IF
THEN	THEN	THEN
<i>Keine Fussball- übertragung?</i>	<i>Durchschnitt < 4.0 ?</i>	<i>alle Noten addiert?</i>
IF	ELSE IF	ELSE IF
IF	ELSE IF	ELSE IF



Kopiervorlage 2 zu Auftragsblatt und Theorie

<i>Fest findet im Freien statt</i>	<i>Fest findet in der Hütte statt</i>	<i>Fest muss abgesagt werden</i>
<i>Berechne 1 + 1</i>	<i>DO</i>	<i>LOOP</i>
<i>multipliziere Resultat mit 2</i>	<i>ENDE</i>	<i>Zahl ist durch 3 teilbar</i>
<i>Zahl ist durch 4 teilbar</i>	<i>Zahl ist durch 6 teilbar</i>	<i>Zahl nicht durch 3, 4 oder 6 teilbar</i>
<i>Pferdesendung anschauen</i>	<i>Es läuft keine Pferdesendung</i>	<i>schalte einen Kanal höher</i>
<i>Sportsendung anschauen</i>	<i>keine Pferdesendung und Fussball auf 54</i>	<i>Deutsch-Note + Mathi-Note</i>
<i>zähle Wirtschafts-Note dazu</i>	<i>teile Summe durch 3</i>	<i>kein Übertritt</i>
<i>Übertritt i. O.</i>	<i>zähle Note dazu</i>	<i>teile durch Anzahl Noten</i>



Kopiervorlage 1 zu Test A und B

<p>THEN</p> <p>6x wiederholt?</p> <p>IF</p>	<p>ELSE</p>	<p>THEN</p> <p>6x wiederholt?</p> <p>IF</p>	<p>ELSE</p>	<p>THEN</p> <p>1. Zahl < 2. Zahl?</p> <p>IF</p>	<p>ELSE</p>
<p>THEN</p> <p>2. Zahl < 3. Zahl?</p> <p>IF</p>	<p>ELSE</p>	<p>THEN</p> <p>2. Zahl < 3. Zahl?</p> <p>IF</p>	<p>ELSE</p>	<p>THEN</p> <p>1. Zahl < 3. Zahl?</p> <p>IF</p>	<p>ELSE</p>
<p>THEN</p> <p>4x wiederholt?</p> <p>IF</p>	<p>ELSE</p>	<p>THEN</p> <p>1. Zahl < 3. Zahl?</p> <p>IF</p>	<p>ELSE</p>	<p>THEN</p> <p>4x wiederholt?</p> <p>IF</p>	<p>ELSE</p>



Kopiervorlage 2 zu Test A und B

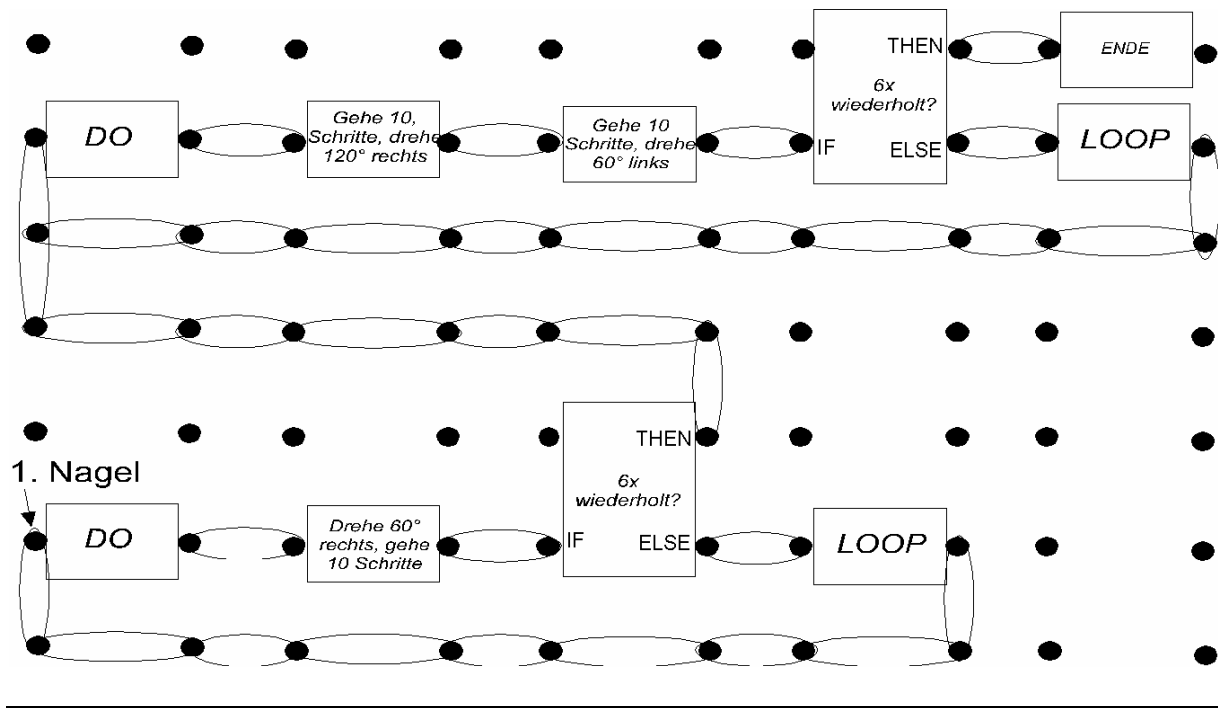
<i>DO</i>	<i>LOOP</i>	<i>DO</i>
<i>Drehe 60° rechts, gehe 10 Schritte</i>	<i>Gehe 10 Schritte, drehe 120° rechts</i>	<i>Gehe 10 Schritte, drehe 60° links</i>
<i>Die 1. Zahl ist am kleinsten</i>	<i>Die 2. Zahl ist am kleinsten</i>	<i>Die 3. Zahl ist am kleinsten</i>
<i>???</i>	<i>???</i>	<i>???</i>
<i>???</i>	<i>1. < 2. < 3.</i>	<i>1. < 3. < 2.</i>
<i>2. < 1. < 3.</i>	<i>2. < 3. < 1.</i>	<i>3. < 2. < 1.</i>
<i>Zeichne 1 Seite, drehe 90° rechts</i>	<i>Zeichne 1 Seite, drehe 90° links</i>	<i>LOOP</i>
<i>ENDE</i>	<i>???</i>	<i>???</i>
<i>3. < 1. < 2.</i>	<i>Drehe 90° rechts, zeichne 1 Seite</i>	



Löse die folgenden Aufgaben mit Hilfe des Nagelbretts. Für die Bearbeitung hast du 15 Minuten Zeit. Wenn du fertig bist, zeigst du deine Lösungen dem Lehrer.

1. Stell dir vor, du befindest dich auf einem grossen Platz. In der Hand hältst du einen Farbroller. Das untenstehende Programm gibt dir an, wie du dich auf dem Platz bewegen sollst. Durch dein Herumgehen zeichnest du eine Figur auf den Platz. Spiele das Programm Schritt für Schritt durch. Welche Figur entsteht? Zeichne sie auf einem Blatt auf und gib sie dem Lehrer ab.

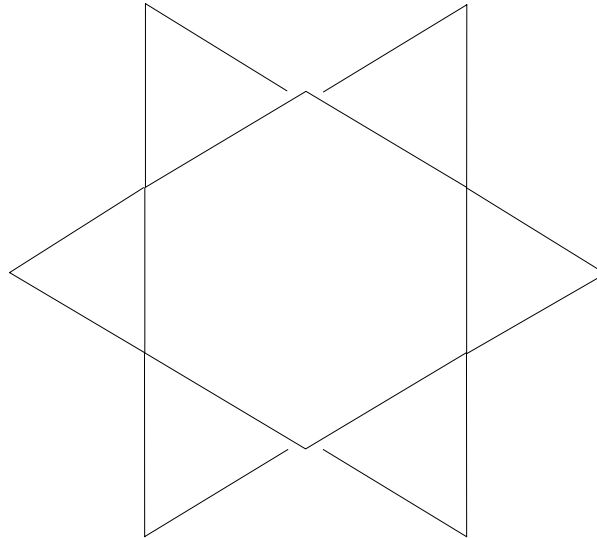
Du darfst das Programm auf dem Nagelbrett nachsetzen, vielleicht findest du die Lösung auch ohne das Brett. (K2)



2. Gegeben sind drei verschieden grosse Zahlen. Entwerfe auf dem Nagelbrett ein Programm, das als Lösung die kleinste der drei Zahlen liefert. Beim Setzen des Programms kannst du die vorgedruckten Kärtchen verwenden. Spiele zur Kontrolle mehrere Beispiele mit deinem Programm durch. (K3)

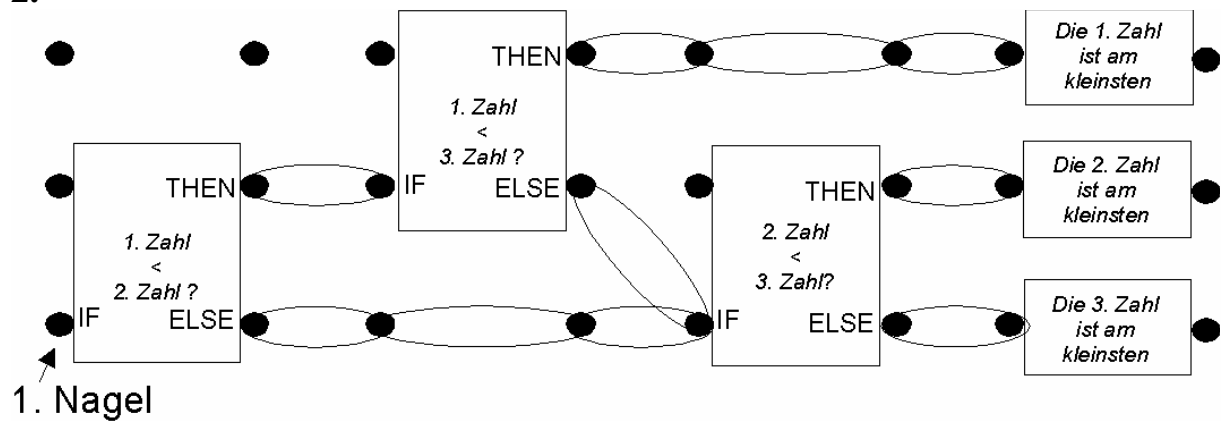


1. Die Figur sieht wie folgt aus:



Es wird zuerst das 6-Eck gezeichnet und dann auf jeder Seite noch das Dreieck aufgesetzt.

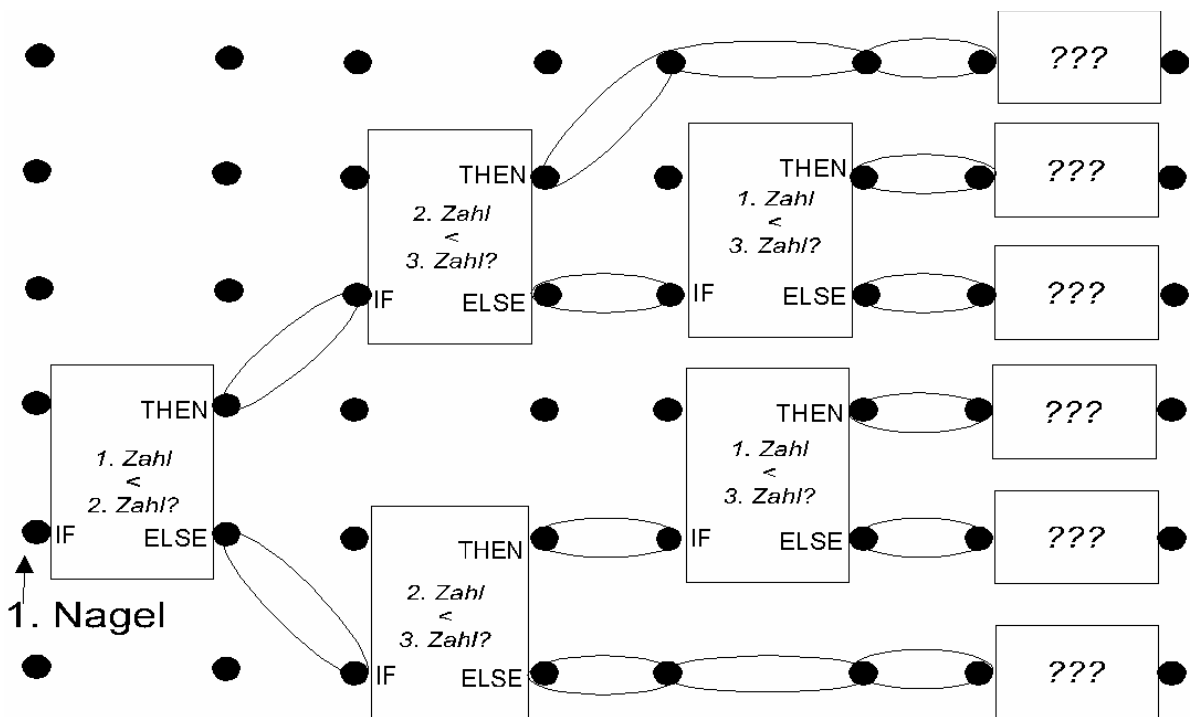
2.



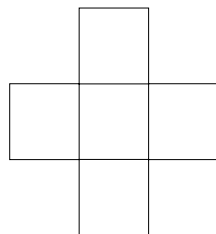


Löse die folgenden Aufgaben mit Hilfe des Nagelbretts. Für die Bearbeitung hast du 15 Minuten Zeit. Wenn du fertig bist, zeigst du deine Lösungen dem Lehrer.

1. Gegeben sind 3 verschieden grosse Zahlen. Das untenstehende Programm entscheidet, in welcher aufsteigenden Reihenfolge die Zahlen aneinandergereiht werden können. Spiele das Programm mit verschiedenen Beispielen durch und ersetze die Fragezeichen am Programmende mit den entsprechenden Reihenfolgen (Z. B. 2. Zahl < 1. Zahl < 3. Zahl oder kurz 2.<1.<3.). Jedes der sechs Fragezeichenkärtchen steht für eine der möglichen Varianten.
 Du darfst das Programm auf dem Nagelbrett nachsetzen, vielleicht findest du die Lösung auch ohne Hilfe des Bretts. (K3)



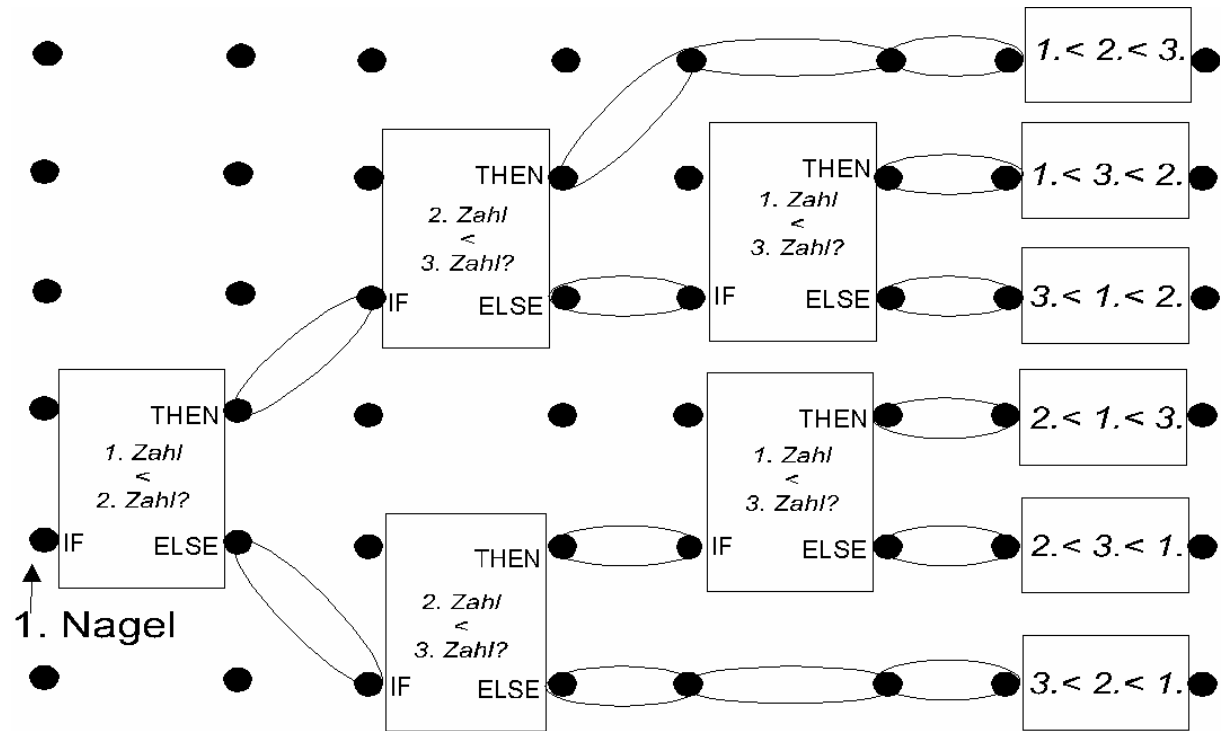
2. Setze auf dem Nagelbrett ein Programm, das die folgende Figur zeichnet:



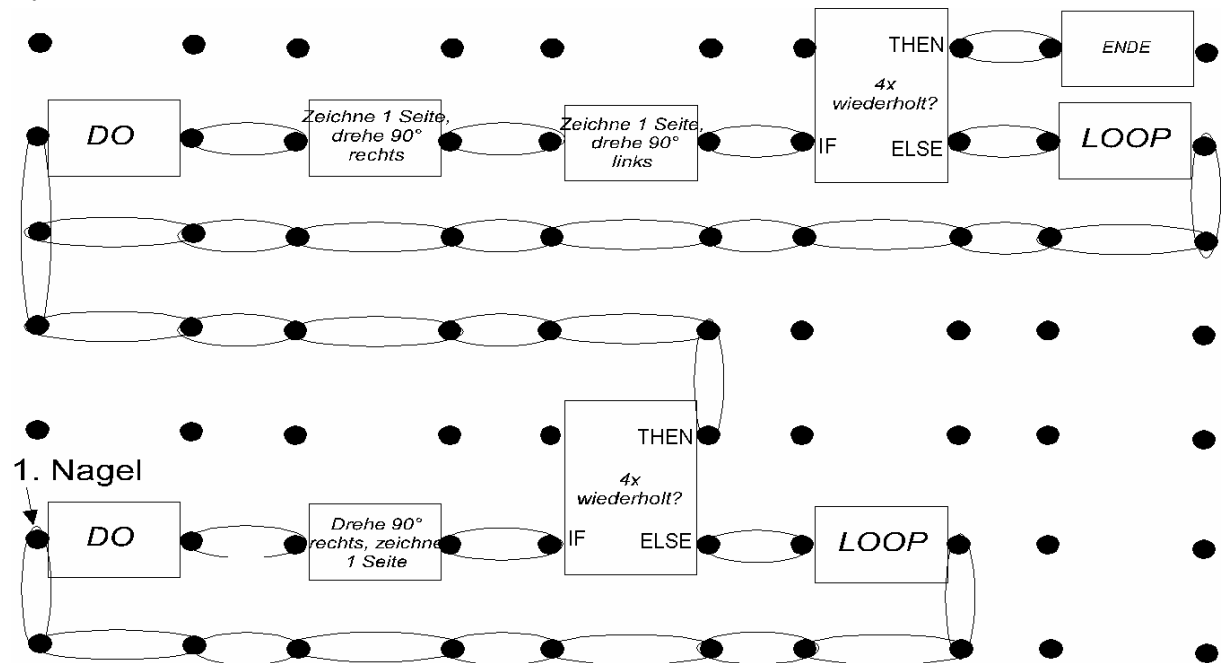
Es stehen dir dazu zwei Schleifen, zwei Verzweigungen, sowie die Befehle <Drehe 90° rechts, Zeichne eine Seite>, <Zeichne 1 Seite, drehe 90°rechts>, <Zeichne 1 Seite, drehe 90° links> zur Verfügung. Versuche zuerst mit einer Schleife, einer Verzweigung und einem der 3 Befehle das mittlere Quadrat zu zeichnen. Die restlichen Strukturen dienen dann zum Zeichnen der äusseren Quadrate. (K3)



1.



2.





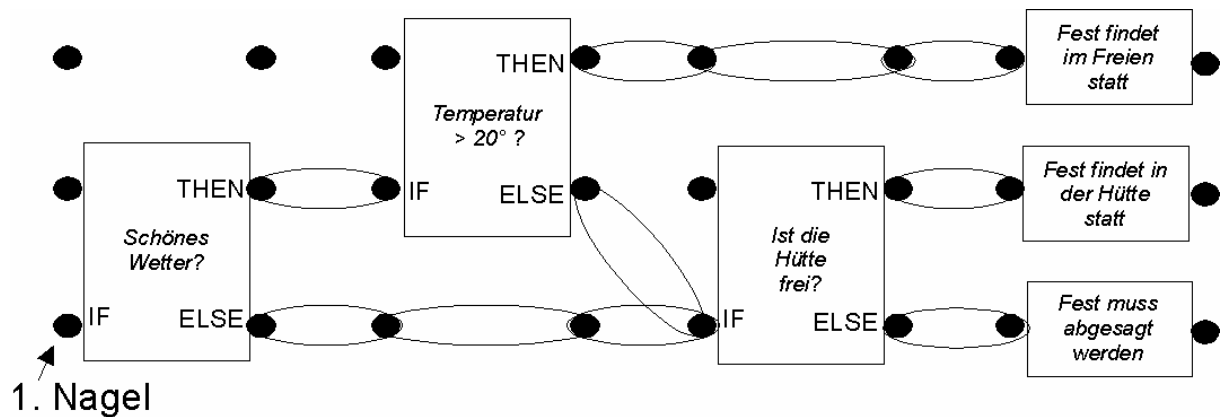
Was soll ich hier tun?

An diesem Posten erfährst du wie ein einfaches Computerprogramm entsteht. Insbesondere lernst du, wie du ein Computerprogramm steuern kannst. Als Hilfsmittel dient dir das Nagelbrett. Auf ihm wirst du in Kürze selber Programme schreiben.

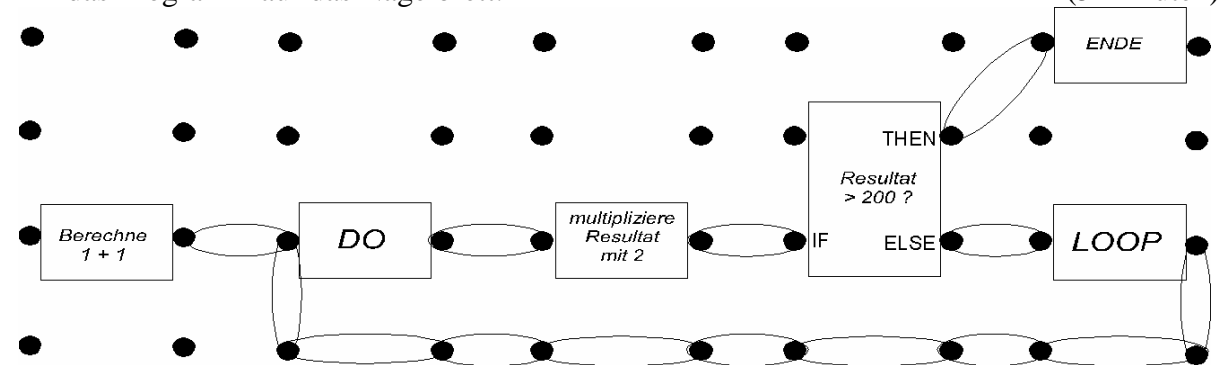
Führe die folgenden Aufgaben der Reihe nach aus. Bei den Aufgaben 2. bis 5. kannst du jeweils deine Lösung mit jener auf dem Lösungsblatt vergleichen. Wenn du genügend Zeit hast, kannst du auch noch die freiwillige Zusatzaufgabe 5a. lösen. Viel Spass!

1. Lies den Theorieteil über Computerprogramme, Verzweigungen und Schleifen aufmerksam durch und stelle die dort gezeigten Programme auf dem Nagelbrett dar. (15 Minuten)

2. Max möchte ein Sommerfest durchführen. Ob und wo das Fest durchgeführt werden kann hängt aber von einigen Bedingungen ab.
 Aufgabe: Bilde das Programm auf dem Nagelbrett nach. Setze die Spielfigur zum ersten Nagel. Spiele die verschiedenen Möglichkeiten durch, indem du mit der Spielfigur Schritt für Schritt nach rechts ziehst und die Fragen auf den Kärtchen beantwortest.
 Unter welchen Bedingungen muss Max das Fest absagen? Wann findet es im Freien statt? Wann findet das Fest in der Hütte statt? (10 Minuten)



3. Welche Zahl berechnet das folgende „Nagelbrettprogramm“? Übertrage wiederum zuerst das Programm auf das Nagelbrett. (5 Minuten)





- 4.** Entwirf auf dem Nagelbrett ein Programm, das für eine gegebene Zahl ausgibt, ob sie durch 3, durch 4 oder durch 6 teilbar ist. Verwende dazu die vorgegebenen Kärtchen.

(10 Minuten)

- 5.** Denise ist allein zu Hause. Da es ihr langweilig ist, schaltet sie den Fernsehapparat ein. Sie denkt sich, dass auf einem der 54 Kanäle wohl etwas zu ihrem Lieblingsgebiet, den Pferden, gesendet wird. So beginnt sie bei Kanal 1 und „zappt“ sich von einem zum anderen Kanal weiter.

Versuche die Suche von Denise auf dem Nagelbrett mit einem Programm zu beschreiben.

(10 Minuten)

- 5a.** Freiwillige Zusatzaufgabe:

Denise geht bei ihrer Suche gleich vor wie unter 5. beschrieben. Zusätzlich weiss sie, dass der Kanal 54 ein Sportsender ist. Findet sie auf keinem der Kanäle eine Pferdesendung, so schaut sie sich eine Sportübertragung auf Kanal 54 an. Nur Fussball kann sie nicht ausstehen.

Ändere dein Programm entsprechend ab.

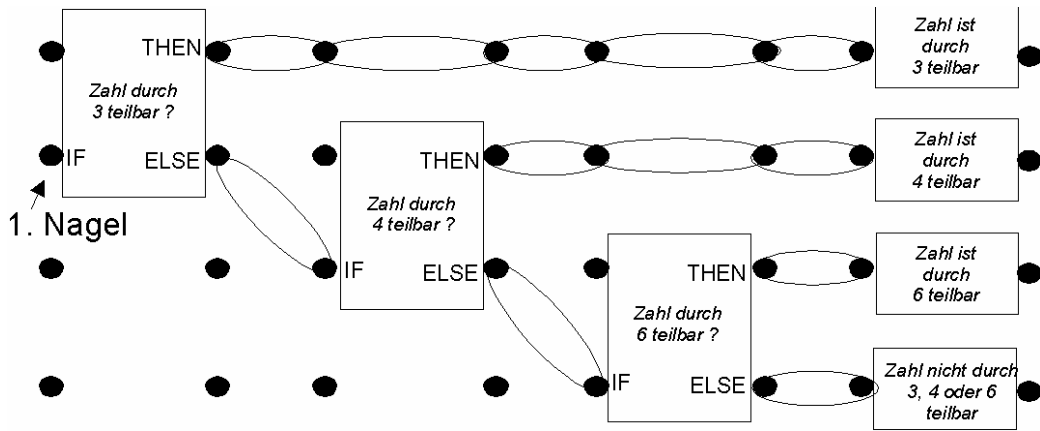
So, nun bist du schon eine richtige Programmiererin resp. ein richtiger Programmierer. Nun gilt es ernst. Du kannst beim Lehrer einen Test abholen, den du mit Hilfe des Nagelbretts lösen musst. Viel Glück!



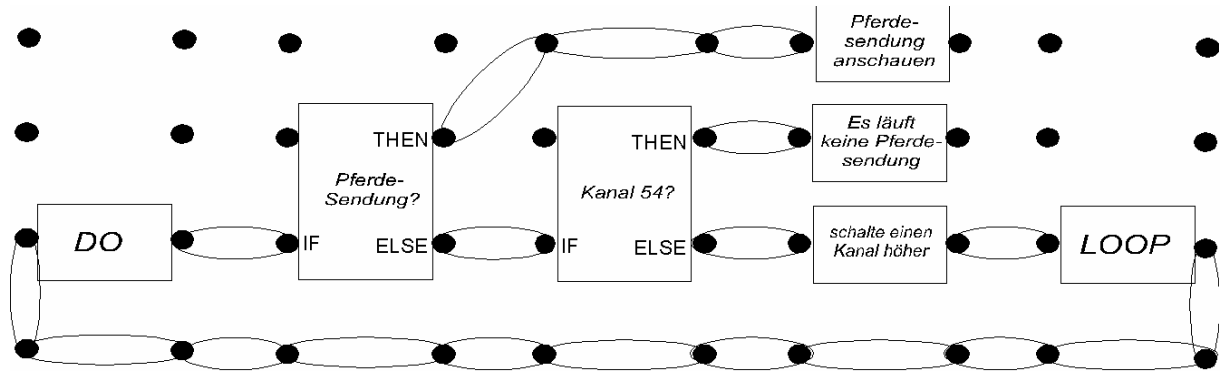
2. Max muss das Fest absagen, wenn das Fest wegen wüstem Wetter oder Temperaturen unter 20° in der Hütte stattfinden müsste, aber die Hütte besetzt ist.
 Das Fest findet bei schönem Wetter und Temperaturen von mehr als 20° im Freien statt.
 Ist das Wetter nicht schön oder ist es kälter als 20° so findet das Fest in der Hütte statt.
 Diese darf aber nicht besetzt sein.

3. Die berechnete Zahl ist 128.

4.

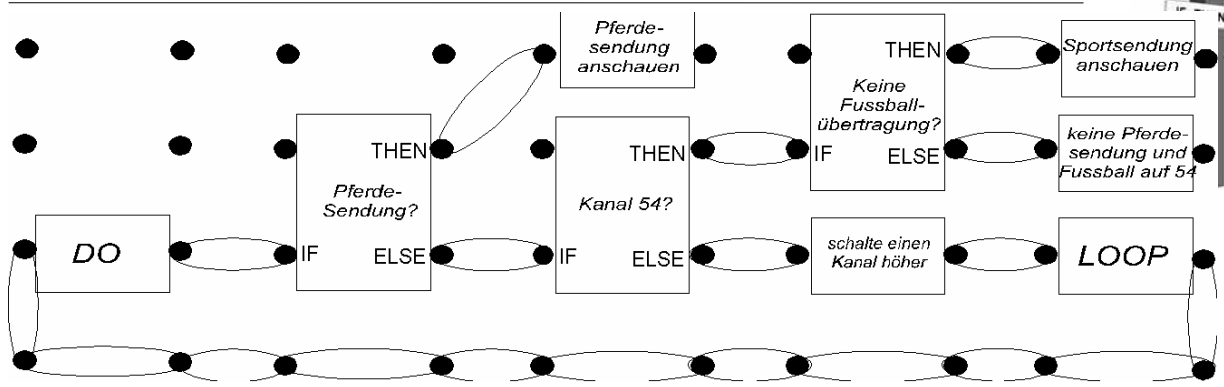


5.



5a.

Lösungsblatt





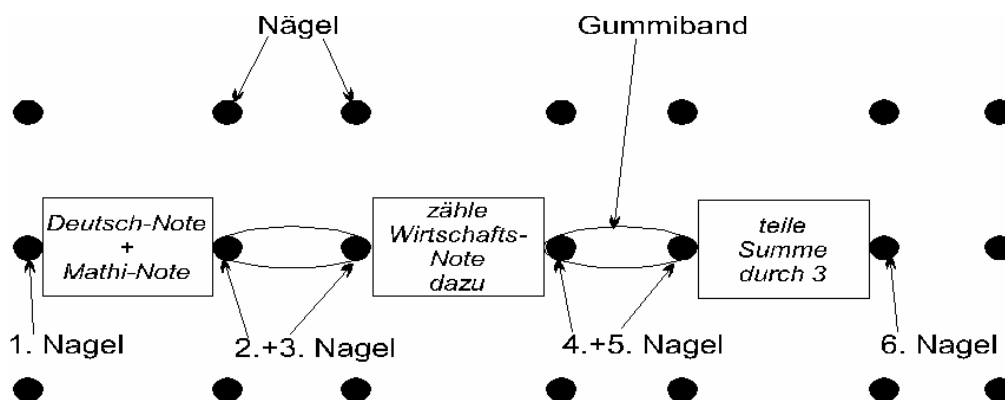
Ein Computerprogramm entsteht

Wie jedes Buch in einer bestimmten Sprache geschrieben wird, so muss auch jedes Computerprogramm, egal ob Textverarbeitungssystem, Satellitensteuerung oder Computerspiel in einer bestimmten Sprache geschrieben werden. Man nennt diese Sprachen Programmiersprachen. Ihre „Wörter“ sind Befehle, die ein Computer verstehen kann.

Der Programmierer (leider gibt es nur wenige Programmiererinnen) kann die einzelnen Befehle aneinanderreihen. Dadurch entsteht ein Programm. Was dieses tut hängt vom Inhalt der Befehle ab. Zum Beispiel könnte ein Programm zur Berechnung des Notendurchschnitts der Fächer Deutsch, Mathematik und Wirtschaft wie folgt aussehen:

- Befehl 1: *Deutsch-Note + Mathematik-Note*
- Befehl 2: *Zähle Wirtschafts-Note dazu*
- Befehl 3: *Teile das Resultat durch 3*

Du kannst dieses Programm auch auf dem Nagelbrett nachvollziehen. Setze dazu die vorgedruckten Befehle wie folgt ein und verbinde sie mit Gummibändern:



Indem du die Spielfigur vom ersten Nagel Schritt für Schritt bis zum 6. Nagel weiterziehst und dabei jeden Befehl, an dem du vorbeikommst ausführst, erhältst du den gesuchten Durchschnitt.

Die Verzweigung IF...THEN...ELSE

Durch das simple Aneinanderreihen von Befehlen können wohl Programme geschrieben werden, aber diese haben noch einen entscheidenden Nachteil. Stell dir vor, dass unser obiges Programm entscheiden soll, ob der berechnete Notendurchschnitt für den Schüler zum Übertritt in die nächste Klasse genügt oder nicht (Übertrittsdurchschnitt: 4.0).

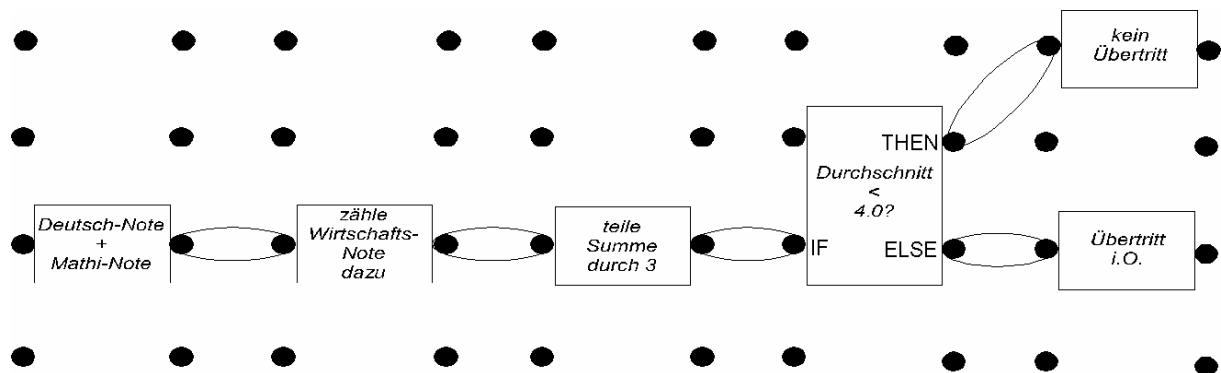
Damit stehen wir vor dem Problem, dass wir beim Erstellen des Programms noch nicht wissen können, ob der Notendurchschnitt über oder unter 4.0 liegen wird. Das hängt von den Noten ab. Es muss also eine Möglichkeit geben, den Computer während dem Durchlauf des Programms entscheiden zu lassen, ob der Durchschnitt über oder unter 4.0 liegt. Dementsprechend soll er dann mitteilen, ob ein Übertritt in die nächste Klasse gerechtfertigt ist oder nicht.



Man nennt eine solche Entscheidungsmöglichkeit in einer Programmiersprache eine Verzweigung. Meistens wird sie Englisch mit IF...THEN...ELSE bezeichnet, was soviel heisst wie WENN...DANN...SONST. In unserem Beispiel ist das wie folgt zu verstehen:

IF *Durchschnitt* < 4.0 THEN *Kein Übertritt* ELSE *Übertritt i.O.*
d.h. „Wenn der Durchschnitt kleiner als 4.0 ist, dann kein Übertritt, sonst Übertritt i.O.“

Wir können nun auf dem Nagelbrett unser vorher erstelltes Programm mit einem Verzweigungskärtchen IF...THEN...ELSE erweitern.



Mit der Spielfigur wird nun zuerst das Programm von Nagel zu Nagel durchlaufen wie vorher. Ist die Spielfigur beim IF angelangt, so muss zuerst die Frage nach der Höhe des Durchschnitts beantwortet werden. Je nachdem musst Du sie dann zum THEN oder ELSE-Nagel weiterziehen, und von dort zum entsprechenden Programmende.

Die Schleife DO...LOOP

Trotz der Möglichkeit im Programm Verzweigungen IF...THEN...ELSE anzubringen gibt es immer noch Problemstellungen, die wir damit nicht lösen können.

Nehmen wir an, in der nächsten Klasse käme zum Durchschnitt auch noch die Französisch-Note dazu. Ein weiteres Jahr später auch noch die Englisch-Note. Nun möchten wir aber nicht jedesmal wieder ein neues Programm schreiben, sondern mit nur einem alle Fälle abdecken.

Das folgende Verfahren wäre doch eine Lösung:

„Zähle so lange immer wieder die nächste Note dazu, bis alle Noten addiert wurden. Teile dann die Summe durch die totale Anzahl Noten.“

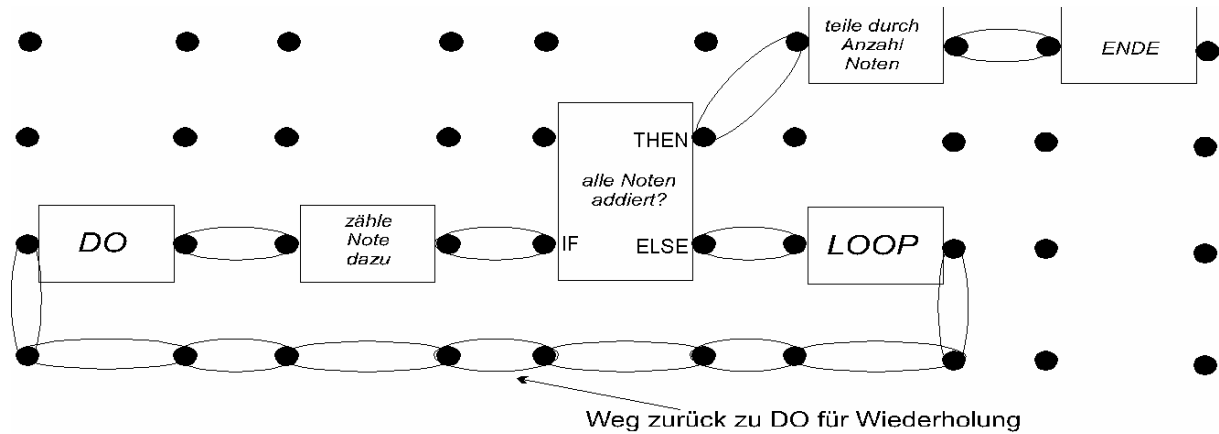
Der Ausdruck *so lange* deutet auf eine sogenannte Schleife hin, d.h. ein bestimmter Teil (hier das Addieren) wird mehrmals wiederholt. Für Schleifen steht uns das Konstrukt DO...LOOP zur Verfügung. Alles was zwischen den Befehlen DO und LOOP steht wird wiederholt. Im Beispiel also: DO *Zähle die nächste Note dazu* LOOP.

Wenn wir das Programm in dieser Form belassen würden, würde es in alle Ewigkeiten Noten zusammenzählen, weil wir ihm noch nicht mitgeteilt haben, wann es aufhören soll. Dies ist im Beispiel dann der Fall, wenn die letzte Note addiert wurde.



Man nennt das eine Abbruchbedingung. Eine solche können wir am einfachsten mit einer IF...THEN...ELSE Verzweigung realisieren.

Auf dem Nagelbrett sieht das Programm dazu wie folgt aus:



Die Spielfigur muss vom LOOP immer wieder über den unteren Weg zurück zum DO gezogen werden, bis bei THEN das Programm endet, weil alle Noten zusammengezählt wurden.

In der Programmierung nennt man IF...THEN...ELSE und DO...LOOP Kontrollstrukturen, weil mit ihnen der Ablauf im Programm gesteuert, oder eben kontrolliert werden kann.