





Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Bundeswettbewerb Informatik,

als Konrad Zuse vor gut 65 Jahren den ersten programmgesteuerten Computer fertig stellte, konnte er nicht ahnen, welche Revolution seine Erfindung auslösen sollte. Noch vor 30 Jahren konnte man sich kaum vorstellen, dass Kommunikations- und Informationstechnologien in einem solchen Umfang all unsere Lebensbereiche durchdringen und unser Leben grundlegend verändern würden. Die Lehre von der systematischen und maschinellen Verarbeitung von Daten und Informationen, die Informatik, bestimmt unsere Arbeit, unsere Mobilität, unser Wohnen und zunehmend auch unseren Freizeitbereich. Die Verbindung der Informatik mit den Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften erweist sich immer mehr als einer der wichtigsten Innovationsfaktoren für die deutsche Wirtschaft. Und doch fühlen sich viele Menschen überfordert, diese Zusammenhänge zu durchschauen und sich souverän in der Informationsgesellschaft zu bewegen. Oftmals fühlen sie sich gar den neuen Technologien ausgeliefert.

Um so wichtiger ist es, sich den Herausforderungen zu stellen. Unsere Gesellschaft ist ohne vernetzte Informations- und Kommunikations-Systeme nicht mehr denkbar, unser Kommunikationsverhalten kann nicht mehr von der Informatik abgekoppelt werden – man denke an die Selbstverständlichkeit des World Wide Web, des Handy und der Navigationssysteme. Deshalb brauchen wir Menschen, die sich für Informatik interessieren. Wir benötigen kluge Köpfe, die sich neuen Entwicklungen verschreiben, die forschen, reflektieren, Denkanstöße geben und die für Informatik werben, indem sie bei Mitmenschen jeden Alters Verständnis für die sich abzeichnenden Entwicklungen wecken und Ängste nehmen.

Damit liegt bei Ihnen, den jungen Forscherinnen und Forschern, die sich an diesem bundesweiten Leistungswettbewerb beteiligen, eine große Verantwortung. Ich vertraue darauf, dass Sie den Erwartungen, die an Sie gestellt werden, gerecht werden, und wünsche Ihnen viel Freude bei der Bewältigung der vor Ihnen liegenden Aufgaben und natürlich: viel Erfolg!

Prof. Dr. E. Jürgen Zöllner  
Präsident der Kultusministerkonferenz 2007  
Senator für Bildung, Wissenschaft und Forschung in Berlin

## Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) ist mit rund 24.000 Mitgliedern die größte Fachgesellschaft der Informatik im deutschsprachigen Raum. Ihre Mitglieder kommen aus allen Sparten der Wissenschaft, der Informatikindustrie, aus dem Kreis der Anwender sowie aus Lehre, Forschung, Studium und Ausbildung. In der GI wirken Männer und Frauen am Fortschritt der Informatik mit, im wissenschaftlich-fachlich-praktischen Austausch in etwa 120 verschiedenen Fachgruppen und 35 Regionalgruppen. Ihr gemeinsames Ziel ist die Förderung der Informatik in Forschung, Lehre und Anwendung, die gegenseitige Unterstützung bei der Arbeit sowie die Weiterbildung. Die GI vertritt hierbei die Interessen der Informatik in Politik und Wirtschaft.

Im Web:  
[www.gi-ev.de](http://www.gi-ev.de)



## Fraunhofer-Verbund Informations- und Kommunikationstechnik

Als größter europäischer Forschungsverbund für Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) versteht sich der Fraunhofer-IuK-Verbund als Anlaufstelle für Industriekunden auf der Suche nach dem richtigen Ansprechpartner in der anwendungsorientierten Forschung. Die Vernetzung von fast 3000 Mitarbeitern an bundesweit 19 Standorten ermöglicht branchenspezifische IT-Lösungen, oft zusammen mit Partnern aus der Industrie, sowie anbieterunabhängige Technologieberatung.

Entwickelt werden IuK-Lösungen für die Geschäftsfelder Digitale Medien, E-Business, E-Government, Kommunikationssysteme, Kultur und Unterhaltung, Medizin und Life Sciences, Produktion, Security, Software Engineering sowie Verkehr und Mobilität.

Weitere Informationen bei der Geschäftsstelle des IuK-Verbundes:  
[www.iuk.fraunhofer.de](http://www.iuk.fraunhofer.de).



Träger des Wettbewerbs:

Bundesministerium für Bildung und Forschung,  
Gesellschaft für Informatik e.V. (GI),  
Fraunhofer-Verbund Informations- und Kommunikationstechnik

### Unter der Schirmherrschaft des Bundespräsidenten



GEFÖRDERT VOM



Der Bundeswettbewerb Informatik wurde 1980 von der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) auf Initiative von Prof. Dr. Volker Claus ins Leben gerufen. Ziel des Wettbewerbs ist es, Interesse an der Informatik zu wecken und zu intensiver Beschäftigung mit ihren Inhalten und Methoden sowie den Perspektiven ihrer Anwendung anzuregen. Er gehört zu den bundesweiten Schülerwettbewerben, die von den Kultusministern der Länder unterstützt werden. Gefördert wird er vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und steht unter der Schirmherrschaft des Bundespräsidenten. Die Träger des Wettbewerbs sind die GI und der Fraunhofer-Verbund Informations- und Kommunikationstechnik. Die Gestaltung des Wettbewerbs und die Auswahl der Sieger obliegen dem Beirat; Vorsitzender: Prof. Dr. Uwe Schöning, Universität Ulm. Die Auswahl und Entwicklung von Aufgaben und die Festlegung von Bewertungsverfahren übernimmt der Aufgabenausschuss; Vorsitzender: Prof. Dr. Peter Rossmann, RWTH Aachen. Die Geschäftsstelle des Wettbewerbs ist in Bonn und ist für die fachliche und organisatorische Durchführung zuständig; Geschäftsführer: Dr. Wolfgang Pohl.

## Start und Ziel im September

Der Wettbewerb beginnt und endet im September, dauert etwa ein Jahr und besteht aus drei Runden. In der ersten und zweiten Runde sind fünf bzw. drei Aufgaben zu Hause selbstständig zu bearbeiten. Dabei können die Aufgaben der ersten Runde mit grundlegenden Informatikkenntnissen gelöst werden; die Aufgaben der zweiten Runde sind deutlich schwieriger. In der ersten Runde ist Gruppenarbeit zugelassen und erwünscht. An der zweiten Runde dürfen jene teilnehmen, die allein oder zusammen mit anderen wenigstens drei Aufgaben weitgehend richtig gelöst haben. In der zweiten Runde ist dann eigenständige Einzelarbeit gefordert; die Bewertung erfolgt durch eine relative Platzierung der Arbeiten. Die ca. dreißig bundesweit Besten werden zur dritten Runde, einem Kolloquium, eingeladen. Darin führt jeder ein Gespräch mit je einem Informatiker aus Schule und Hochschule und analysiert und bearbeitet im Team zwei Informatik-Probleme.

## Wer ist teilnahmeberechtigt?

Teilnehmen können Jugendliche, die nach dem 12.11.1985 geboren wurden. Sie dürfen jedoch zum 1.9.2007 noch nicht ihre (informatikbezogene) Ausbildung abgeschlossen oder eine Berufstätigkeit aufgenommen haben. Ebenfalls ausgeschlossen sind Personen, die keine Schule mehr besuchen und zum Wintersemester 2007/2008 oder früher ihr Studium an einer Hochschule/Fachhochschule aufnehmen bzw. aufgenommen haben. Jugendliche, die nicht deutsche Staatsangehörige sind, müssen wenigstens vom 1.9. bis 12.11.2007 ihren Wohnsitz in Deutschland haben oder eine staatlich anerkannte deutsche Schule im Ausland besuchen.

## Junioraufgabe

Um die Teilnahme jüngerer Schülerinnen und Schüler am BWINF zu fördern, wird in diesem Wettbewerb wieder eine Junioraufgabe gestellt. Sie darf von bis zu 16-Jährigen bearbeitet werden (geboren nach dem 12.11.1990) bzw. von Gruppen mit mindestens einem solchen Mitglied.

## Als Anerkennung...

In allen Runden des Wettbewerbs wird die Teilnahme durch eine Urkunde bestätigt. In der ersten Runde werden auf den Urkunden erste und zweite Preise sowie Anerkennungen unterschieden; mit einem Preis ist die Qualifikation für die zweite Runde verbunden. Auch in der zweiten Runde gibt es erste und zweite Preise; jüngere Teilnehmer haben die Chance auf eine Einladung zu einer Schülerakademie. Ausgewählte Gewinner eines zweiten Preises erhalten einen Buchpreis des Verlags O'Reilly; erste Preisträger werden zur dritten Runde eingeladen.

Diese wird im Herbst 2008 in Saarbrücken vom Max-Planck-Institut für Informatik, dem Max-Planck-Institut für Softwaresysteme, dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz und dem Fachbereich Informatik der Universität des Saarlandes ausgerichtet werden. Die dort ermittelten Bundessieger werden in der Regel ohne weiteres Aufnahmeverfahren in die Studienstiftung des deutschen Volkes aufgenommen. Zusätzlich sind für den Bundessieger aber auch für andere besondere Leistungen Geld- und Sachpreise vorgesehen.

## ...Teilnahme an der Informatik-Olympiade

Ausgewählte Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Endrunde können sich in mehreren Trainingsrunden für das vierköpfige deutsche Team qualifizieren, das an der Internationalen Informatik-Olympiade 2009 in Bulgarien teilnimmt.

## ...Informatik-Seminare

Für erfolgreiche BWINF-Teilnehmer aus Baden-Württemberg wird Anfang 2008 erneut das „Jugendforum Informatik“ auf der Burg Liebenzell vom Kultusministerium des Landes durchgeführt. Für die besten Teilnehmer aus Berlin und Brandenburg wird das Hasso-Plattner-Institut in Potsdam wieder ein Tagesseminar anbieten.

## ...Auszeichnungen für Lehrer und Schulen

Wie im Vorjahr erhalten besonders aktive Lehrkräfte Urkunden zur Anerkennung ihrer Arbeit. Zum ersten Mal wird außerdem ein Schulpreis verliehen: Schulen, aus denen mindestens 10 Schülerinnen und Schüler am 26. BWINF teilnehmen und dabei mindestens 3 vollwertige Einsendungen (also mit mindestens drei bearbeiteten Aufgaben) zur 1. Runde einreichen, werden als „BWINF-Schule 2007“ ausgezeichnet, erhalten ein entsprechendes Zertifikat, ein Label zur Nutzung auf der Schul-Website und einen Gutschein über schul- und schüler-taugliche Informatik-Bücher im Wert von mindestens 100 Euro.

Die Sponsoren wünschen allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern des 26. Bundeswettbewerbs Informatik viel Erfolg!



# Mitmachen – Schritt für Schritt

## Bearbeitung

Halte dich bei der Bearbeitung der Aufgaben an die verschiedenen Teilaufgaben. Ein Beispiel für eine gute Aufgabenbearbeitung findest du unter [www.bwinf.de](http://www.bwinf.de). Zu den Aufgaben mit Programmierung erarbeite und sende uns jeweils Folgendes:

## Lösungsidee

Eine Beschreibung der Lösungsidee, unabhängig vom eingesandten Programm. Die Idee und die zu ihrer Beschreibung verwendeten Begriffe müssen aber im Programm nachvollziehbar sein.

## Programm-Dokumentation

Eine Beschreibung, wie die Lösungsidee im Programm und seinen Teilen realisiert wurde. Hinweise auf Besonderheiten und Nutzungsgrenzen, verlangte Eingabeformate usw.

## Programm-Ablaufprotokoll

Kommentierte Probeläufe des Programms, d.h. wann wird welche Eingabe erwartet, was passiert dann, welche Ausgabe erscheint usw. Mehrere unterschiedliche Beispiele, die die Lösung der Aufgabe und das Funktionieren des Programms verdeutlichen (teilweise in den Aufgabenstellungen vorgegeben). Bildschirm-Fotos sind zulässig.

## Programm-Text

Den kommentierten Quelltext des Programms in einer der gängigen höheren Programmiersprachen wie z.B. Pascal. Skriptsprachen sind zulässig, Maschinsprache nicht. Den Programmtext bitte ausdrucken, dabei aber auf nicht selbst geschriebene Teile (wie z. B. Funktionen der Entwicklungsumgebung und automatisch generierten Programmtext) verzichten.

## Programm

Das lauffähige Programm selbst auf einer CD-ROM. Diese CD muss auch den Programm-Text enthalten.

Ist kein Programm gefordert, strukturiere deine Bearbeitung der Aufgabenstellung entsprechend.

Bitte schicke deine Arbeit nach Aufgaben geordnet und geheftet auf einseitig bedrucktem DIN-A4-Papier. Nummeriere alle Blätter rechts oben und versieh sie mit deinem Namen. Die Texte sollen in Deutsch abgefasst sein. Verwende DIN-A4-Klarsichthüllen mit Lochrand (pro Aufgabe eine) oder loche die Blätter. Beschrifte den Datenträger, der die Programme und Programm-Texte enthält, mit deinem Namen

## Fragen zu den Aufgaben?

per Telefon: 0228 / 37 86 46 zu üblichen Bürozeiten

per E-Mail: [bwinf@bwinf.de](mailto:bwinf@bwinf.de)

per Fax: 0228 / 37 29 001

per Brief: an den BWINF (siehe „Einsendung“)

Informationen (allgemeine Tipps und FAQ) gibt es auch im Internet unter [www.bwinf.de](http://www.bwinf.de). Meinungen und Fragen (aber keine Lösungsideen) zu den Aufgaben können auch in der BWINF-Newsgruppe [fido.ger.bwinf](mailto:fido.ger.bwinf) ausgetauscht werden.

## Anmeldung

Deiner Einsendung musst du ein Anmeldeformular beilegen, das du unter [www.bwinf.de](http://www.bwinf.de) findest und ausdrucken kannst. Bei Gruppen muss jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer ein Formular ausfüllen, Gruppenmitglieder ohne Anmeldeformular werden nicht gewertet!

Deine Daten gib am besten online unter [www.bwinf.de](http://www.bwinf.de) ein; du erhältst dann eine Kennnummer. Uns erspart das damit die oft schwierige Arbeit der Datenerfassung, und du brauchst auf dem Papierformular nur noch Namen und Kennnummer anzugeben und das Formular zu unterschreiben. Wer die Online-Anmeldung nutzt, erhält nach der Einsendung eine Eingangsbestätigung per E-Mail. Ansonsten fülle das Papierformular vollständig, korrekt und leserlich aus. Insbesondere das Geburtsdatum muss angegeben sein, denn sonst kann die Einsendung nicht korrigiert werden. Wer die Schule bereits verlassen hat, gebe bei „Klassenstufe“ bitte an, was sie/er zur Zeit macht. Bei Erstteilnahme kann ggf. der oder die Teilnehmerin genannt werden (mit Namen und Geburtsdatum), der/die zum Mitmachen angeregt hat.

## Einsendung

Einsendungen per E-Mail oder nur auf CD ohne Ausdruck können wir leider nicht akzeptieren. Auch alle geforderten Beispiele müssen auf Papier dokumentiert sein. Es ist nicht auszuschließen, dass die Gutachterinnen und Gutachter nur auf die Papierunterlagen zugreifen können.

Sende alles an:  
Bundeswettbewerb Informatik,  
Ahrstraße 45,  
53175 Bonn

Einsendeschluss ist der 12. November 2007  
(Datum des Poststempels).

Verspätete Einsendungen können nicht berücksichtigt werden. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Die Einsendungen werden nicht zurückgegeben. Der Veranstalter erhält das Recht, die Beiträge in geeigneter Form zu veröffentlichen.

Wer wissen möchte, ob seine Einsendung angekommen ist, kann eine an sich selbst adressierte und frankierte Postkarte mitschicken oder die Online-Anmeldung nutzen.

## Bewertung

Einsendungen werden danach bewertet,

- ob die Aufgaben vollständig und richtig bearbeitet wurden,
- ob die Ausarbeitungen gut strukturiert und verständlich sind und
- ob die (Programm-) Unterlagen vollständig, übersichtlich und lesbar sind.



## Aufgabe 1

### Prämienjagd

Supermärkte geben oft Prämien. Eine oft gesehene Möglichkeit ist „drei kaufen – eins umsonst“, was aber auch als „weniger als vier kaufen – mehr zahlen“ interpretiert werden kann. Im vorliegenden Fall sind die Regeln aber viel komplizierter:

→ Liebe Kundschaft, wenn Sie an der Kasse zwei Gegenstände, die Sie kaufen wollen, nebeneinander hinlegen und der Centbetrag der Summe beider Preise 11, 33, 55, 77 oder 99 betragen sollte, dann erhalten Sie eine Prämie in Form eines kleinen Geschenks. Sie können Ihr Geschenk aus einem reichhaltigen Angebot auswählen. Selbstverständlich können Sie bei einem Einkauf mehrere Prämien einfordern. Jeder Gegenstand kann aber nur zur Erlangung einer Prämie verwendet werden. Wir freuen uns, wenn Sie die Herausforderung annehmen, Ihren Einkauf entsprechend auf dem Band anzuordnen.

Will man tatsächlich die Anzahl der Prämien maximieren, wenn man mit gefülltem Einkaufswagen an die Kasse kommt, dann lohnt es sich, ein wenig nachzudenken: Hat man Gegenstände mit den Preisen € 4,13, € 6,64, € 8,98 und € 9,91, ist es keine gute Idee, die ersten beiden zu paaren, da dann nur eine Prämie winkt.

#### → Aufgabe

Schreibe ein Programm, das hilft, dieses verflixte Problem zu lösen. Es sollte die Preise einlesen und dann die entsprechenden Paarungen ausgeben. Für die Eingabe

1.99 4.13 6.64 8.98 9.91 1.99

wäre beispielsweise die Ausgabe

(4.13 8.98) (6.64 9.91)

angemessen. Das genaue Format der Ausgabe kannst du auch selbst wählen. Du solltest aber unbedingt darauf achten, dass deine Lösung immer so viele Prämien wie möglich erwirkt. Demonstriere dein Programm an aussagekräftigen, selbst gewählten Fällen und teste es auch an den auf der Webseite des BWINF vorgegebenen Beispieldaten.

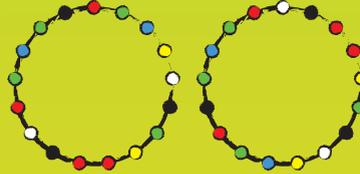
<http://www.bwinf.de/aufgaben/material/>



## Aufgabe 2

### Perlenketten

Eine Schulklasse möchte eine Spende von Geld machen, das sie mit dem Verkauf von Perlenketten verdient. Eine Perlenkette ist eine geschlossene Folge von farbigen Holzperlen. Es gibt nur Perlen von sechs verschiedenen Farben; aber dafür reichen die längsten Ketten den Leuten vom Hals viermal hinunter bis zum Bauchnabel. Der Verkauf läuft gut. Eine etwas spleenige Stammkundin ist aber unglücklich. Sie hat die beiden Ketten



gekauft und erst hinterher festgestellt, dass sie in Wirklichkeit „gleich“ sind, d. h. dieselbe Folge von Farben aufweisen, wenn man nur richtig anfängt und die richtige Durchlaufrichtung wählt – sie wollte aber immer nur verschiedene Ketten kaufen. Nun gut, sie kann eine ihrer Ketten umtauschen. Aber um zu verhindern, dass so etwas noch einmal passiert, soll jede Kette von nun an mit einem Schaubild verkauft werden, das die Kette in einer „Normalform“ zeigt, und zwar so, dass zwei Ketten genau dann dieselbe Normalform haben, wenn sie dieselbe Farbenfolge besitzen. Zum Beispiel könnten die obigen Ketten beide durch die folgende Normalform dargestellt werden:



#### → Aufgabe

Überlege dir und beschreibe, wie die Normalformen beschaffen sein könnten, und schreibe ein Programm, das die Normalform einer beliebigen Perlenkette berechnen kann.

Zeige die Ausgabe deines Programms für sinnvoll gewählte Beispielperlenketten.

## Aufgabe 3

### Winddiagramme

Wetterstationen erfassen unter anderem Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten. Die Windrichtungen werden in Grad angegeben: 0° steht für Wind aus Nord, 90° für Ostwind, 180° für Südwind, 270° für Westwind. Die Windgeschwindigkeiten werden in Meter pro Sekunde angegeben. Die Wetterdaten liegen in Tabellenform vor. Beispiel:

TT.MM.JJJJ	h	°	m/sec	°C	%	hPa	...
Datum	Stunde	Windrichtung	Windgeschwindigkeit	Außentemperatur	Luftfeuchtigkeit	Luftdruck	..
01.01.1998	7	230	1,1	5,8	63,5	1018	...
01.01.1998	14	241	2,8	8,1	62,4	1017	...
01.01.1998	21	230	2,9	4,8	64,3	1012	...
02.01.1998	7	232	4,5	4,6	65,4	1000	...
02.01.1998	14	200	5,3	7,7	63,1	996	...
02.01.1998	21	222	2,6	6,8	57,5	992	...

Zur Darstellung der Winddaten sollen Windrichtungsdiagramme erstellt werden, die einerseits die Häufigkeiten bestimmter Windrichtungen verdeutlichen und andererseits die bei den jeweiligen Windrichtungen aufgetretenen Windgeschwindigkeiten veranschaulichen.

#### → Aufgabe

Formuliere zwei Fragestellungen, die mit Hilfe der Winddaten aus der Tabelle beantwortet werden können, die auf den Webseiten des BWINF vorliegt. Finde jeweils grafische Darstellungen, welche die Beantwortung der Fragen gut unterstützen. In mindestens einer der Grafiken sollen die Windrichtungen als von einem gemeinsamen Punkt ausgehende Strahlen dargestellt werden, wie in einer Wind- oder Kompassrose.



## Pass-Algorithmen

Zugriffe zu technischen Geräten werden oft erst nach einer Authentifizierung gewährt. Beispiele sind der Passwortschutz eines Schulcomputers oder die PIN-Eingabe in Verbindung mit einer Magnetkarte am Geldautomaten.

Ein Sicherheitsnachteil dieser Zugriffsschutzverfahren ist ihre Wiederholbarkeit: Wird das Eingeben des Passworts oder der PIN beobachtet (und die Magnetkarte entwendet), kann auch eine unbefugte Person Zugang erhalten.

Entwirf ein System, das diesen Nachteil vermeidet. Anstatt eines statischen Passworts aus einer großen Menge möglicher Passwörter soll ein Pass-Algorithmus aus einer großen Menge möglicher Pass-Algorithmen als Nachweis der Identität vorgehen werden. Dieser Pass-Algorithmus kann eine Eingabe eindeutig in eine Ausgabe überführen, berechnet also eine Funktion  $f: X \rightarrow Y$ . Eine Authentifizierung läuft nun so ab: Das System bietet ein zufälliges  $x \in X$  an, und der Benutzer oder die Benutzerin muss selbst  $f(x)$  berechnen und dem System mitteilen. Ist das Ergebnis korrekt, dann geht das System davon aus, dass er oder sie im Besitz des korrekten Algorithmus  $f$  ist, und gewährt den Zugang.

Beobachtet jemand den Vorgang, werden im schlimmsten Fall  $x$  und  $f(x)$  bekannt, aber nicht  $f$ .

Eine gute Klasse von Pass-Algorithmen sollte mindestens folgende Eigenschaften haben:

- Die Anzahl möglicher Pass-Algorithmen ist groß.
- Ein Pass-Algorithmus kann mit wenig Mühe im Kopf in kurzer Zeit ausgeführt werden.
- Die Beobachtung weniger Paare  $(x, f(x))$  erlaubt kaum Rückschlüsse auf den benutzten Pass-Algorithmus  $f$ .

Welche dieser Punkte am wichtigsten sind, hängt sehr vom Kontext ab.

Hier ein (sicher nicht perfektes) Beispielsystem: Die Eingabe ist ein  $5 \times 5$  Feld von zweistelligen Zahlen. Ein Pass-Algorithmus sieht so aus: „Addiere die Zahlen an den Positionen  $(a,b)$  und  $(c,d)$  zu einer Zahl  $n$ “. Hierbei gilt  $1 \leq a,b,c,d \leq 5$ , und  $1 \leq n \leq 99$ .

Konkret könnte ein Pass-Algorithmus also „Addiere die Zahlen an den Positionen  $(3,4)$  und  $(1,5)$  zur Zahl 42“ lauten.

Das konkrete System könnte

```
23 34 23 89 45
10 23 64 74 87
38 93 52 97 47
32 98 23 29 31
87 38 97 12 32
```

präsentieren, wobei mit  $97 + 45 + 42 = 184$  geantwortet werden muss.

### → Aufgabe

1. Überlege, warum die genannten Eigenschaften wünschenswert sind. Welche weiteren Eigenschaften sollte ein solches System haben?
2. Wie bewertest du das Beispielsystem?
3. Entwirf selbst zwei solche Systeme für zwei unterschiedliche Szenarien, implementiere eines davon und beurteile kritisch die Vorteile und Nachteile beider. Erläutere auch, in welchen Situationen deine Systeme gut eingesetzt werden können.

## Kosmischer Tanz

Ein Stern  $S$  mit Masse  $M$  kann als punktförmig und unbeweglich angesehen werden. Ein kleinerer punktförmiger Himmelskörper  $K$  mit Masse  $m$  in Abstand  $r$  von  $S$  wird von  $S$  mit einer Kraft der Größe  $G M m / r^2$  angezogen, wobei  $G$  eine Gravitationskonstante ist. Außerdem gilt das zweite Newtonsche Gesetz  
*Beschleunigung = Kraft / Masse.*

### → Aufgabe

Erstelle ein Simulationssystem, das geeignet ist, experimentell zu untersuchen, wie sich  $K$  unter dem Einfluss der Anziehung durch  $S$  bewegen kann (andere Himmelskörper werden außer Acht gelassen). Es soll dabei möglich sein, die Masse des Körpers  $K$  sowie seine Anfangsposition und Anfangsgeschwindigkeit zu variieren. Finde eine gute Art, wie man das Ergebnis einer Simulation auf einem Blatt Papier darstellen kann, und zeige das Ergebnis von mindestens zwei möglichst unterschiedlichen und interessant verlaufenden Simulationen.



## Canonicus

Dass Computer Musik abspielen können, ist nichts Neues. Aber es gibt auch Programme, die Musik selbst komponieren – oder zumindest teilweise. Das geht natürlich nur, wenn Formen oder Regeln vorgegeben sind. Eine der einfachsten Formen für mehrstimmiges Musizieren ist ein Kanon. Ein Kanon ist gegeben durch eine Melodie, die in einem Taktmaß notiert ist, und Einsatzmarkierungen für die verschiedenen Stimmen auf bestimmten Taktzeiten. Hier ein Kanon, zu dem etwa der schöne Text „Bundeswettbewerb Informatik“ geschrieben werden kann:



Dieser Kanon ist in einem 2/4-Takt notiert. Er ist wie folgt zu spielen oder zu singen: Zunächst beginnt die erste Stimme mit der Melodie. Die zweite Stimme beginnt mit der Melodie, wenn die erste Stimme beim zweiten Takt angelangt ist, die dritte Stimme beim dritten Takt angelangt ist, die dritte Stimme beim dritten und die vierte Stimme beim vierten Takt. Wenn eine Stimme das Ende der Melodie erreicht hat, fängt sie wieder von vorne an, solange bis alle Stimmen gemeinsam enden.

### → Aufgabe

Schreibe ein Programm, das einen gegebenen Kanon korrekt mehrstimmig „spielt“.

1. Überlege zuerst eine leicht computerlesbare Notation eines Kanons, die dein Programm einlesen kann. Verwende als Grundlage ABC, eine Textnotation für Musik (Informationen zur Musiknotation ABC findest du auf den Webseiten des BWINF). Ergänze sie um eine Kennzeichnung zum Einsatz der Stimmen; dabei kannst du davon ausgehen, dass Einsätze nur am Anfang eines Taktes stehen.
2. Ausgabe deines Programms ist der „ausgeschriebene“ Kanon, mehrstimmig in ABC notiert.
3. Wende dein Programm auf den obigen Kanon, auf die auf den BWINF-Webseiten vorhandenen Kanons und auf mindestens einen selbst gewählten Kanon an. Dokumentiere Eingabe und Ausgabe.

### → Beispiel

Die Melodie (in ABC notiert)  $G A | C F |$  habe zwei Einsatzmarken, für die erste Stimme im ersten Takt und für die zweite Stimme im zweiten Takt:



Eine mögliche Ausgabe des Programms ist dann (hier nur die Stimmen):

V: 1  
GA | CF | GA | CF ||

V: 2  
z2 | GA | CF | GA ||

In Noten ist das:

