

Eckart Zitzler

Basiswissen Informatik

Grundideen
einfach und
anschaulich erklärt

SACHBUCH

EBOOK INSIDE



Springer

Basiswissen Informatik

EBOOK INSIDE

Die Zugangsinformationen zum eBook Inside finden Sie am Ende des Buchs.

Eckart Zitzler

Basiswissen Informatik

Grundideen einfach und anschaulich
erklärt

2. Auflage

Mit Abbildungen von Magdalena Siegenthaler
Unter Mitwirkung von Andrea Meuli und
Magdalena Siegenthaler



Springer

Eckart Zitzler
Informatik
Hochschule Luzern
Rotkreuz, Schweiz

ISBN 978-3-662-63938-2 ISBN 978-3-662-63939-9 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-63939-9>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zeichnungen, wenn nicht anders erwähnt: Magdalena Siegenthaler nach Vorlagen von und in Zusammenarbeit mit Eckart Zitzler. Diese Zeichnungen sind unter die Creative Commons-Lizenz CC BY-NC 4.0 gestellt und stehen unter www.eckartzitzler.ch zum Download zur Verfügung.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2019, 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Einbandabbildung: stock.adobe.com/176566967

Planung/Lektorat: Andreas Rüdinger

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

Als ich die Arbeit an meinem vorherigen Buch „Dem Computer ins Hirn geschaut“ begann, hatte ich eine Einführung in die Informatik im Sinn, die sowohl ohne technische Details auskommt als auch Bezüge zum Lebendigen aufzeigt. Es ging mir darum, generelle Prinzipien der Informationsverarbeitung zu illustrieren. Je tiefer ich in die Materie einstieg, desto faszinierender und zahlreicher wurden die biologischen Querbezüge, und das Werk wuchs und wuchs. Der Didaktiker in mir mahnte, aber der Wissenschaftler hat sich letztlich durchgesetzt: Das Ergebnis ist eine umfassende Darstellung der Computerwissenschaften, die aufgrund ihres interdisziplinären Zugangs einen beachtlichen Umfang erreichte. Mir war klar, dass nicht alle die Muße und das Bedürfnis haben, sich so intensiv mit der Thematik auseinanderzusetzen. Insofern reizte es mich, die Informatik auch für diejenigen zugänglich zu machen, die nicht so viel Zeit investieren wollen oder können. Das Ziel: eine kompakte Einführung, die individuell und leichtfüßig durchschritten werden kann und sich – aus didaktischer Perspektive – auf das Wesentliche beschränkt. Herausgekommen ist nun dieses Büchlein, welches in der zweiten Auflage vorliegt und um ein Abschlusskapitel erweitert wurde.

Mein Dank gilt Andrea Meuli und Magdalena Siegenthaler, die die Rohfassung des Buches gründlichst und vor dem Hintergrund ihrer langjährigen Bildungspraxis kritisch beleuchtet und so ganz wesentlich zur kontinuierlichen Verbesserung beigetragen haben. Magdalena Siegenthaler hat zudem mit großem Engagement und in liebevoller Kleinarbeit die Zeichnungen in diesem Buch angefertigt und dabei außerordentliches Geschick bewiesen, meine krakeligen Skizzen zu entziffern und ihnen sinnvolle Informationen

zu entnehmen. Ebenfalls ganz herzlich bedanke ich mich bei Oliver Käsermann und Ruedi Arnold für das sorgfältige Durchlesen des Manuskripts und die wertvollen, konstruktiven Rückmeldungen sowie bei Alexander Denzler, Esther Hänggi, Marc Pouly und Richard Wetzler, die die Beschreibung ihres jeweiligen Forschungsgebiets wohlwollend und profund gegengelesen und mit ihren Anregungen geschärft haben. Auch Barbara Lühker und Andreas Rüdinger vom Springer-Verlag sowie dem Korrektor, Alexander Reischert, möchte ich meinen großen Dank aussprechen für ihre Unterstützung und die professionelle Zusammenarbeit. Die Fehler, die sich trotz der vielen wachen Augen in die vorliegende Ausgabe eingeschlichen haben, gehen natürlich auf mein Konto – meine Hoffnung ist, dass es nur wenige sind.

Bern
im Juni 2021

Eckart Zitzler

Vorspann: Wieso, weshalb, warum?

Um die Informatik kommt heute niemand mehr herum. Informatik ist die Disziplin, die sich mit Computern beschäftigt: wie man sie baut, wie man sie einsetzt und welche Möglichkeiten und Beschränkungen ihnen innewohnen. Informatik ist auch die Treiberin hinter der Entwicklung der Computertechnologie, die mittlerweile jede Facette unseres Alltagslebens durchdringt und das Fundament für die grundlegenden gesellschaftlichen Veränderungen darstellt, die wir derzeit beobachten können und unter dem Begriff der Digitalisierung subsumiert werden. Künstliche Intelligenz, Robotik, Kryptografie, Big Data, Internet der Dinge sind nur ein paar ausgewählte Schlagworte, die damit verbunden werden.

Die Geschwindigkeit dieser Entwicklungen ist atemberaubend, die wiederum große Auswirkungen auf unser Leben und das Zusammenleben in der Gesellschaft haben. Umso wichtiger ist es, hier mitzureden und mitzugestalten, insbesondere bei der Nutzung der Computertechnologie. Nicht jede und jeder muss dafür Informatikerin bzw. Informatiker werden, auch nicht Programmiererin bzw. Programmierer, aber ein Grundverständnis der zentralen Ideen ist essenziell, will man sich an der Diskussion beteiligen und nicht nur als reine Konsumentinnen und Konsumenten auftreten und passiv beobachten. Dem wird auch verschiedentlich Rechnung getragen; in der Schweiz beispielsweise ist die Informatik mittlerweile in der Schule auf allen Stufen verankert.

Dieses Büchlein ist für all diejenigen gedacht, die wenige Vorkenntnisse haben, eine leicht verdauliche, niederschwellige Einführung in dieses Gebiet suchen und sich ein Basiswissen Informatik aneignen wollen – aus persönlichem und/oder beruflichem Interesse. In 18 Kapiteln werden die Schlüsselbegriffe, die der Computertechnologie zugrunde liegen, in überschaubaren Portionen und reichhaltig bebildert erläutert. Das Abschlusskapitel betrachtet die Informatik aus einer Gesamtperspektive und stellt exemplarisch vier aktuelle Forschungsgebiete vor. Dabei wird bewusst auf technische Details, Formeln und abschreckende Definitionen verzichtet, der Fokus liegt auf dem Verstehen der Ideen.

Der Kern des Buchs ist in drei Teile untergliedert. Im ersten Teil geht es um den Grundstock – die thematisierten Begriffe werden Ihnen bekannt vorkommen, wenn auch vielleicht nicht in der dargestellten Perspektive. Jeder folgende Teil taucht dann ein bisschen weiter in die Materie ein, vertieft bereits andiskutierte Themen und betrachtet weitere. Die Kapitel bauen aufeinander auf und sind auf ein Von-vorne-nach-hinten-Lesen ausgerichtet, was aber nicht heißt, dass Sie alles durcharbeiten oder die vorgeschlagene Kapitelreihenfolge einhalten müssen. Das Buch ist so konzipiert, dass Sie das Niveau bestimmen können, das Sie persönlich erreichen wollen. Ob die nächste Stufe genommen werden soll, entscheiden Sie mit jedem Teil selbst. Der lockere, teilweise saloppe Schreibstil sollte aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die erläuterten Konzepte im Detail ziemlich kompliziert sein können. Erwarten Sie also nicht, nach der Lektüre programmieren zu können oder die Informatik vollständig durchschritten zu haben. Es ist eine Einführung, ein Überfliegen des Themas, sodass Sie zukünftig eine konkrete Vorstellung von dem Dahinter haben, wenn Sie mit Worten wie Algorithmus, Datenkomprimierung, Router oder Prozessor konfrontiert sind.

Also, worauf warten Sie? Ich wünsche Ihnen ein gutes Gelingen!

PS: Die Zeichnungen in diesem Buch stehen zum Download zur Verfügung unter: <https://eckartzitzler.ch>.

Inhaltsverzeichnis

Teil I Einsteigen

1	Das Werkzeug mit dem Zeug zu mehr – der Rechner	3
2	Hier rein, dort raus – vom Wesen der Informationsverarbeitung	11
3	Alles nach Programm	19
4	Die Kunst der Codierung	27
5	Die Kopplung der Welten	35
6	Das Netz der Netze	43

Teil II Vertiefen

7	Von Hirn und Herz – Computeranatomie	53
8	Der Meister des Betriebs	61
9	Sprachenwelten	69
10	Gewusst wie – Algorithmen	77

X Inhaltsverzeichnis

11	Vom Sinn der Ordnung	85
-----------	-----------------------------	-----------

12	Vom Nebeneinander zum Miteinander	95
-----------	--	-----------

Teil III Durchdringen

13	Warum eigentlich 0 und 1?	105
-----------	----------------------------------	------------

14	Der nackte Computer	113
-----------	----------------------------	------------

15	Wie funktioniert das Internet?	121
-----------	---------------------------------------	------------

16	Wie die Intelligenz in den Computer kommt	129
-----------	--	------------

17	Die Meisterschaft der Codes	137
-----------	------------------------------------	------------

18	Warum Computer gefährdet sind – die Frage der Sicherheit	145
-----------	---	------------

Teil IV Orientieren

19	Informatik – quo vadis?	155
-----------	--------------------------------	------------

Teil I

Einsteigen

1

Das Werkzeug mit dem Zeug zu mehr – der Rechner

Warm-up

Die Informatik beschäftigt sich mit dem wohl vielseitigsten Werkzeug, das der Mensch je entwickelt hat: dem Computer. Computer können Texte analysieren, Musik wiedergeben, Strategiespiele wie Schach und Go spielen, Gebäude überwachen, Autos steuern, Gesichter erkennen und sogar Stimmungen darin lesen. In nahezu allen Bereichen des Alltags sind Computer beteiligt, ob wir nun mit anderen kommunizieren, nach Informationen suchen oder uns fortbewegen. Und sie begegnen uns in verschiedensten Formen, vom Smartphone und dem Laptop über den Staubsauger und die Nähmaschine bis zum Ticketautomaten und zum Aufzug. Bei dieser Vielfalt drängt sich die Frage auf: Was ist eigentlich ein Computer, was macht sein Wesen aus?

Die Erweiterung des Körpers

Wir Menschen sind Meister der Werkzeuge, keine Frage. Eine Zwiebel zerlegen wir nicht mit der bloßen Faust, sondern mit einem scharfen Messer. Eine heiße Kartoffel ergreifen wir mit einer Gabel und Tomatensuppe essen wir mit einem Löffel. Messer, Gabel und Löffel sind Stellvertreter für alltägliche Werkzeuge, die unser Handlungsrepertoire erweitern. Sie erlauben uns Dinge zu tun, die wir mit bloßen Händen nicht oder nur schlecht bewerkstelligen könnten. Aus diesen einfachen Hilfsmitteln entstanden mit der Zeit immer ausgeklügeltere und spezialisiertere Werkzeuge: Aus dem Löffel entwickelte sich ein Quirl, und aus diesem wiederum ging der mechanische Handmixer hervor, mit dem wir über eine Kurbel und eine geschickte Kraftübertragung wesentlich schneller rühren können. All diesen Utensilien ist

gemein, dass sie mit unserer Kraft betrieben werden; sie erweitern quasi unsere Extremitäten, so wie ein Tennisschläger unsere Hand in eine große, federnde Fläche verwandelt.

Später kamen Werkzeuge hinzu, die selbstständig Handlungen ausführen können und Tätigkeiten automatisieren. Wenn wir beim Essen bleiben, dann war es die Elektrizität, die den Boden für neuartige Haushaltsgeräte ebnete. Fans der Mousse au Chocolat schätzen den strombetriebenen Mixer, mit dem sich Sahne ohne Krafteinsatz schlagen lässt, Kartoffelpuffer gelingen schneller mit einer elektrischen Reibe, die verschiedenste Gemüse in feine Scheiben zerschneidet. Hier wenden wir nicht mehr einzig unsere eigene Energie auf, sondern agieren mit solchen Bewegungsautomaten kraftverstärkt. Schließlich erweiterte sich das Anwendungsspektrum der Geräte, sie wurden flexibler einsetzbar. Eine Küchenmaschine ist ein hochautomatisiertes Allround-Werkzeug, mit dem wir in einer Küche schnell und mühelos Lebensmittel verarbeiten und Speisen zubereiten können: Kneten, Rühren, Zerstückeln, Pürieren, alles mit demselben Gerät. In der Küche finden wir also alles vom passiven über das aktive bis hin zum flexiblen automatisierten Werkzeug, siehe Abb. 1.1.

Die Erfindung der Rechenwerkzeuge

Letztlich ist der Computer auch ein Werkzeug. Ein mächtiges Werkzeug, ein universelles Werkzeug. Und ein Werkzeug, das sich immer mehr selbstständig, also Aufgaben übernimmt, bei denen der Mensch nicht oder nur am Rande involviert ist. Seine Ursprünge fußen auf dem Wunsch, nicht nur Speisen, sondern auch Zahlen verarbeiten zu können, also den Denkvorgang des Rechnens zu erleichtern und schließlich zu automatisieren. Der Computer erweitert in dem Sinne nicht unsere Hände, sondern unser

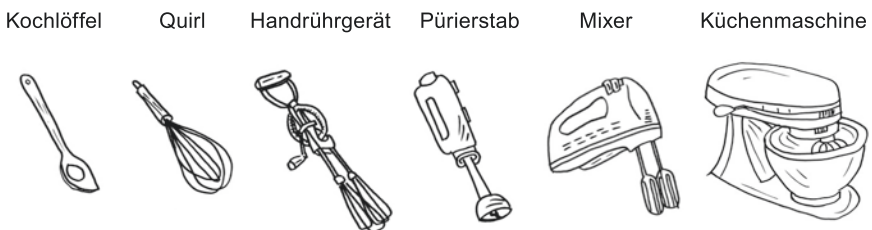


Abb. 1.1 Die Entwicklungsschritte vom einfachen Kochlöffel zur elektrischen Küchenmaschine. (© PHBern: Magdalena Siegenthaler, Eckart Zitzler)

Gehirn. Er reiht sich ein in die Kette der Werkzeuge, die der Mensch über Jahrtausende entdeckt und entwickelt hat, und genauso wie die Küchenwerkzeuge hat der Computer geschichtlich eine Entwicklung vom passiven über das aktive zum universell einsetzbaren Werkzeug durchgemacht (vgl. Abb. 1.2).

Den Anfang bildeten Hilfsmittel, mit denen sich Zahlen darstellen und einfach manipulieren ließen – die Vorläufer von Karopapier, Bleistift und Radiergummi. Zuerst ritzte man Rillen in den Sand, in die man Steinchen legte und so Ziffern und Zahlen „aufschreiben“ konnte. Aus diesem Prinzip heraus entstand schließlich vor 3000 Jahren der Abakus, bei dem das Rechnen aus dem Hin- und Herschieben von auf Holzstäben aufgereihten Kugeln bestand. So konnten Händler schnell und zuverlässig Beträge aufsummieren und abziehen, analog zum handschriftlichen Addieren und Subtrahieren. Die Rechenschritte mussten sie aber immer noch selbst vornehmen.

Später wurde der Rechenvorgang automatisiert, zumeist mechanisch. Der Rechenschieber ist hierfür ein simples Beispiel. Er war nichts anderes als eine grafische Umrechnungstabelle. Indem man ein Holzlineal innerhalb einer Fassung gezielt verschob, konnte man in der Tabelle nachschauen und für aufwändige Rechnungen wie das Wurzelziehen schnell das Ergebnis ermitteln. Die Rechenmaschinen, die ab dem 17. Jahrhundert gebaut wurden, waren da wesentlich komplizierter, denn hier wurden die Resultate nicht im Voraus in Form einer Tabelle berechnet und später abgelesen, sondern unmittelbar erzeugt. Um eine Rechnung durchzuführen, drehte man beispielsweise an einer großen Kurbel. Diese Bewegung setzte ein kompliziertes Zusammenspiel von Zahnrädern in Gang – wie bei einer klassischen Uhr – und realisierte so den Rechenvorgang. Später, als elektrische Energie nutzbar gemacht werden konnte, wurde die Kurbel obsolet. Es entstanden Rechenmaschinen, die auf Knopfdruck, ohne Kraft-einsatz, das Ergebnis produzierten.

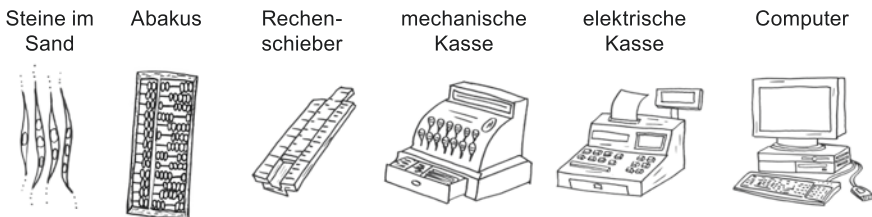


Abb. 1.2 Entwicklung der Rechenhilfsmittel bis hin zum Computer. (© PHBern: Magdalena Siegenthaler, Eckart Zitzler)

Als die ersten Computer die Bühne betraten, kam die Programmierung hinzu. Es wurde auf einmal möglich, die elementaren Rechenschritte, die eine Maschine beherrschte, beliebig miteinander zu kombinieren, Zwischenergebnisse zu speichern und so komplexe Berechnungsvorgänge automatisiert auszuführen. Der Rechenvorgang konnte über ein Programm beliebig definiert werden. Mit dem Computer hat man also ein Werkzeug geschaffen, um das Rechnen allgemein zu automatisieren – Computer heißt ja im wörtlichen Sinne auch nichts anderes als Rechner.

Ein Computer ist eine Miniaturfabrik

Ein Computer ist demnach vereinfacht gesagt eine Verarbeitungsanlage für Zahlen, bei der der Verarbeitungsvorgang selbst variabel eingestellt werden kann. Deshalb ist er wesentlich flexibler einsetzbar als die erwähnte Küchenmaschine; er ist vielmehr eine Datenküche inklusive Koch, die den ganzen Ablauf ausgehend von den Ausgangszahlen bis zum Endprodukt eigenständig bewerkstelligen kann (Abb. 1.3). Die ersten Computer sahen tatsächlich wie eine (ziemlich sterile) Datenküche aus und füllten ganze Räume, doch mittlerweile sind Computer eher Miniaturfabriken. Wie eine Restaurantküche besitzen sie einen Lieferanteneingang, um Daten entgegenzunehmen: Die Eingabe definiert das Ausgangsmaterial. Sie können Daten speichern und stellen elementare Bearbeitungswerkzeuge für Daten zur Verfügung. Sie können ein Rezept – das Programm – als Abfolge von Bearbeitungsschritten umsetzen, d. h. die Verarbeitung automatisch abwickeln. Und schließlich können sie das Endprodukt geeignet ausgeben, also eine Ausgabe generieren.



Abb. 1.3 Ein Computer ist wie eine Küche eine Verarbeitungsanlage, nur dass dort Zahlen und nicht Speisen verarbeitet werden. (© PHBern: Magdalena Siegenthaler, Eckart Zitzler)

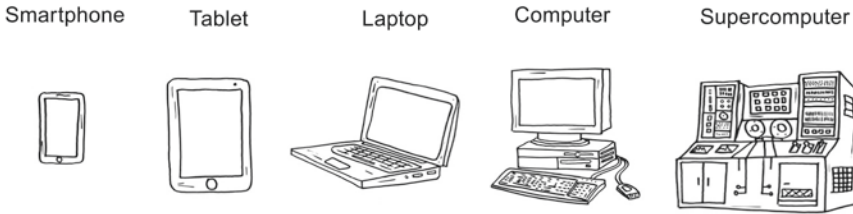


Abb. 1.4 Spielarten von Computern. (© PHBern: Magdalena Siegenthaler, Eckart Zitzler)

Die Szenarien, für die Computer heutzutage eingesetzt werden, sind natürlich nicht auf Rechenaufgaben beschränkt, auch wenn im Zentrum die gleiche Idee steht. Ein Computer kann Daten jeglicher Art verarbeiten: Bilder, Texte, Töne usw. – nicht nur Zahlen. Deswegen kann man einen Computer als ein universell einsetzbares Werkzeug für die automatisierte Informationsverarbeitung bezeichnen, das Daten entgegennehmen, speichern, verarbeiten und weiterleiten kann. Die Erscheinungsformen können jedoch stark variieren, auch die Ein- und Ausgabemöglichkeiten sind sehr unterschiedlich (Abb. 1.4). Es gibt sie noch, die klassischen Tischgeräte mit Tastatur und Bildschirm, aber heutzutage überwiegen Smartphones und Tablet-Computer, bei denen der Bildschirm gewischt, gedrückt und getippt werden kann und gleichzeitig als Ein- und Ausgabemedium fungiert. Viele Computer, die wir im Alltag benutzen, sehen wir allerdings gar nicht, weil sie in Geräte eingebaut sind und dort spezifische Aufgaben übernehmen: im Auto, in der Nähmaschine, im Blutdruckmessgerät, im E-Reader, ja sogar – und damit wären wir wieder beim Kochen – in Küchenmaschinen mit Kochfunktion. Man spricht in diesem Fall von eingebetteten Computern.

Niemals allein

Allerdings: Als einzelnes, isoliertes Gerät trifft man einen Computer kaum an, Computer sind auf vielfältige Weise miteinander vernetzt und bauen aufeinander auf. Wenn wir auf unserem Computer surfen, so benutzen wir eigentlich parallel gleich viele weitere Computer weltweit. Ein Supercomputer, eine Hochleistungsrechenmaschine, mit der Wetterphänomene im Voraus simuliert werden können, besteht beispielsweise aus Aber-tausenden miteinander vernetzten Computern. Und auch bei eingebetteten Rechensystemen kommen zumeist gleich mehrere Computer zum Einsatz,

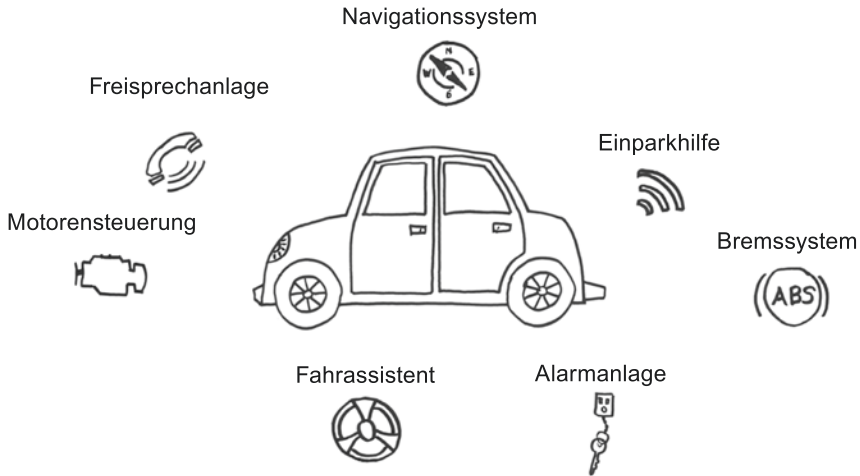


Abb. 1.5 In einem Auto werden mehrere Computer kombiniert und bilden ein Informatiksystem. (© PHBern: Magdalena Siegenthaler, Eckart Zitzler)

z. B. im Auto (Abb. 1.5). Darin finden sich Computer zur Steuerung der Bremsanlage, zur Optimierung der Motorleistung, für die Schließanlage, aber auch für die Unterhaltung (Musik, Radio usw.) oder die Navigation. Daher spricht man auch häufig von Informatiksystemen – das sind nicht anderes als Informationsverarbeitungsanlagen.

Warum der Begriff Informatiksystem? Weil er allgemeiner gefasst ist und der Tatsache Rechnung trägt, dass zumeist mehrere Computer im Zusammenspiel eine spezifische Aufgabe lösen. Und natürlich weil es die Informatik ist, die sich mit Computern und Informatiksystemen beschäftigt. Informatik ist ein Kunstwort aus den Begriffen Information und Automatik. Es bezeichnet die Wissenschaft von der automatisierten Informationsverarbeitung und setzt sich nicht nur damit auseinander, wie man Computer und Computernetze baut und einsetzt, sondern auch was sich allgemein alles mit ihnen anstellen lässt – und was nicht, denn auch Computer haben Grenzen: Nicht jede Aufgabe kann von einem Informatiksystem bewerkstelligt werden.