

Jürgen Nehmer

Computer verstehen

Ein Streifzug durch das Innenleben
eines Computers

SACHBUCH



Springer

Computer verstehen

Jürgen Nehmer

Computer verstehen

Ein Streifzug durch das Innenleben
eines Computers



Springer Vieweg

Jürgen Nehmer
Kaiserslautern, Deutschland

ISBN 978-3-658-40313-3 ISBN 978-3-658-40314-0 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-40314-0>

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

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2023

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.

Planung/Lektorat: David Imgrund

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

*Gewidmet
meiner Frau Inge*

Vorwort

Computer haben heute Einzug in alle Bereiche des täglichen Lebens gehalten. Ob in der Produktion, in der Verwaltung, in der Wissenschaft, in Infrastrukturen wie unseren Transportsystemen oder Energieversorgungssystemen und natürlich in unseren Haushalten – überall haben sich Computer breitgemacht. Immer mehr Menschen nutzen das Internet zum Telefonieren, Banking, Einkaufen. Computergesteuerte Musik- und Videostreamingdienste ersetzen immer häufiger den klassischen Rundfunk und das Fernsehen. Computer stecken aber auch in nahezu allen Haushaltsgeräten: Waschmaschine, Trockner, Herd und Kühlschrank werden heute durch Computer gesteuert. In einem Kraftfahrzeug stecken bis zu 80 Computer.

Im Lichte unserer wachsenden Abhängigkeit von Computern ist es nur allzu verständlich, dass selbst Computerlaien ein vitales Interesse haben (und auch haben sollten), sich ein Grundverständnis über diese Technologie anzueignen.

Es gibt zahllose Bücher über Computer: wissenschaftliche Lehrbücher für Studierende des Faches Informatik, praktische Lehrbücher für fortgeschrittene Computernutzer, ausführliche Bedienungsanleitungen für weit verbreitete Betriebssysteme wie Windows von

Microsoft, MacOS für Laptops und Desktops des Herstellers Apple, Linux als herstellerunabhängiges Betriebssystem, Android für Smartphones und praktische, leicht verständliche Einführungen für gelegentliche Computernutzer, die auf die Vermittlung elementarer Benutzungsfertigkeiten eines bestimmten Computersystems ausgerichtet sind, und natürlich detaillierte technische Beschreibungen von Hard- und Software für Spezialisten. Auch ich habe in meiner aktiven Zeit als Hochschullehrer an der TU Kaiserslautern ein wissenschaftliches Lehrbuch über Betriebssysteme geschrieben. Dieses Lehrbuch ist jedoch völlig ungeeignet, um interessierten Laien ein Grundverständnis über die Funktion und Arbeitsweise von Computern und Betriebssystemen zu vermitteln – und dies trifft für die meisten Bücher zu, die ich mir angeschaut habe.

Bei der Durchsicht der existierenden Literatur zu diesem Gebiet habe ich ein Buch vermisst, das für Computerlaien in einer leicht verständlichen, von überflüssigen Details befreiten Form erklärt, wie ein Computer prinzipiell funktioniert. Dazu muss man nichts über die Intel-Prozessoren Core i3...i9 oder die Prozessoren der Celeron-Familie wissen; man muss auch nichts über die Betriebssysteme Windows, MacOS, Linux oder Android wissen; man muss keine technologischen Details der verschiedenen Speichertechnologien wie RAM, RDIMM, UDIMM, SSD, HDD usw. beherrschen.

Der Zugang zur Welt des Computers fällt leichter, wenn man sich auf die Darstellung der grundlegenden Prinzipien/Konzepte beschränkt, die den Aufbau und die Arbeitsweise jedes Computers bestimmen. Dazu zählen:

- das Grundprinzip einer programmgesteuerten Maschine,
- digitale Funktionsweise einer Maschine,
- das Herz jedes Computers: Prozessor und Arbeitsspeicher,
- periphere Geräte wie Tastatur, Maus, Monitor, Drucker, externe Speicher, Sensoren usw.,
- Softwarebausteine: Befehle, Daten und Algorithmen,
- Programmtypen: Firmware, Middleware, Applikationssoftware,
- Rolle und Arbeitsweise von Betriebssystemen,
- Computernetze.

Wer dieses Buch liest, wird nicht lernen, ein Windows-System zu bedienen, mit Word, PowerPoint oder Excel von Microsoft umzugehen oder Fotos von seinem Smartphone auf die Festplatte seines Laptops zu kopieren. Er wird aber diese Fähigkeiten wesentlich schneller erlernen, weil ihm der Computer und seine Arbeitsweise nicht mehr fremd sind.

Wenn mir dies für den überwiegenden Teil der potenziellen Leser gelingt, hat das Buch seinen Zweck erfüllt.

Jürgen Nehmer

Inhaltsverzeichnis

1	Das Prinzip der programmgesteuerten Maschine	1
2	Der Computer: Die programmgesteuerte mathematische Maschine	5
3	Die maschinelle Repräsentation von Daten	15
4	Digitaltechnik – Der Schlüssel zur exakten Zahlendarstellung	21
5	Codierung	29
6	Kanäle: Die Verbindung des Computers zur Außenwelt	45
7	Das Langzeitgedächtnis eines Computers	55
8	Der Traum vom (nahezu) unbegrenzten Arbeitsspeicher	61
9	Betriebssysteme: Warum sie unentbehrlich sind	75

XII Inhaltsverzeichnis

10 Wenn der Computer erwacht: Der Bootprozess	79
11 Dateisysteme	87
12 Vom Auftragseingang zur Auftragsabwicklung: Die Auftragsverwaltung	97
13 Fenstersysteme: Der parallele Dialog mit mehreren Tasks	105
14 Computernetze	113
15 Die Mutter aller Internetanwendungen: Das World Wide Web (WWW)	133
16 Schlussbemerkung	143

Über den Autor



Jürgen Nehmer hat von 1960 bis 1966 Elektrotechnik mit Schwerpunkt Nachrichtentechnik an der Technischen Hochschule Karlsruhe (heute Universität Karlsruhe) studiert. Nach einer kurzen Industrietätigkeit bei SIEMENS als Diplomingenieur in der Schaltungsentwicklung wechselte er an das Kernforschungszentrum Karlsruhe (heute Karlsruhe Institute of Technology). Dort hat er 12 Jahre auf dem Gebiet der Echtzeitdatenverarbeitung für die computergestützte Laborautomation geforscht. In dieser Zeit weilte er auf Einladung von IBM ein Jahr als

Gastforscher im Thomas Watson Research Center in den USA und war dort an der Entwicklung eines experimentellen Betriebssystems für die Rechnerfamilie IBM 360/370 beteiligt. Nach der Rückkehr promovierte er an der TH Karlsruhe im Fach Informatik. Im Jahre 1979 nahm er einen Ruf auf einen Informatiklehrstuhl an der Technischen Universität Kaiserslautern an, den er bis zu seiner Pensionierung im Jahr 2010 innehatte. Schwerpunkte seiner Tätigkeit in Forschung und Lehre waren Betriebssysteme, Netzwerke, verteilte Systeme und Softwareengineering. Er war maßgeblich an der Einwerbung von zwei DFG-geförderten Sonderforschungsbereichen und der Gründung des Max-Planck-Instituts für Softwaresysteme auf dem Campus der TU Kaiserslautern beteiligt. Nehmer ist Autor von 3 Informatiklehrbüchern sowie ca. 80 wissenschaftlichen Publikationen. In der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) wirkte er als Fachgutachter, Senator und von 2001 bis 2007 als deren Vizepräsident. Zwei Jahre beriet er als Mitglied des Deutschen Wissenschaftsrats die Bundesregierung in Fragen der Weiterentwicklung des Forschungsstandorts Deutschland. Für seine Verdienste um die Entwicklung der TU Kaiserslautern wurde er mit der Ehrenmedaille der Hochschule und dem Landesverdienstorden von Rheinland-Pfalz ausgezeichnet. Im Jahr 2008 wurde er zum Fellow der Gesellschaft für Informatik (GI) ernannt.



1

Das Prinzip der programmgesteuerten Maschine

Während meines Studiums habe ich in den Semesterferien häufig einige Wochen in Produktionsbetrieben gearbeitet, um mir ein paar Groschen zum Stipendium dazuzuverdienen. In einem dieser Betriebe war mein Arbeitsplatz eine professionelle Tischbohrmaschine, mit der ich Löcher an vorgegebenen Stellen in Metallbauteile zu bohren hatte. Die Maschine war denkbar einfach zu bedienen. Sie hatte einen An/Aus-Schalter. In der Stellung „An“ begann sich der Bohrer zu drehen. Mit einem zweiten Bedienhebel konnte ich die Drehzahl verändern und mit einem dritten Bedienhebel konnte ich den Bohrer aus seiner Ruheposition senkrecht nach unten bewegen, um das Loch in das Bauteil zu bohren. Das Bauteil musste natürlich vor Beginn der Bohrungen in eine Haltevorrichtung eingespannt werden.

Damit sind die Fähigkeiten dieser Maschine auch schon erschöpfend erklärt: Mit ihr kann man Löcher bohren, und zwar immer an der exakt gleichen Position senkrecht unter dem Bohrwerkzeug. Eine andere Verwendung ist mit dieser Maschine klassischer Bauart nicht möglich.

Es wäre doch wünschenswert, eine Bohrmaschine zu konstruieren, die auf Knopfdruck mehrere Löcher auf einem Bauteil bohren kann, wobei man der Maschine einfach die Position aller Bohrlöcher in Form

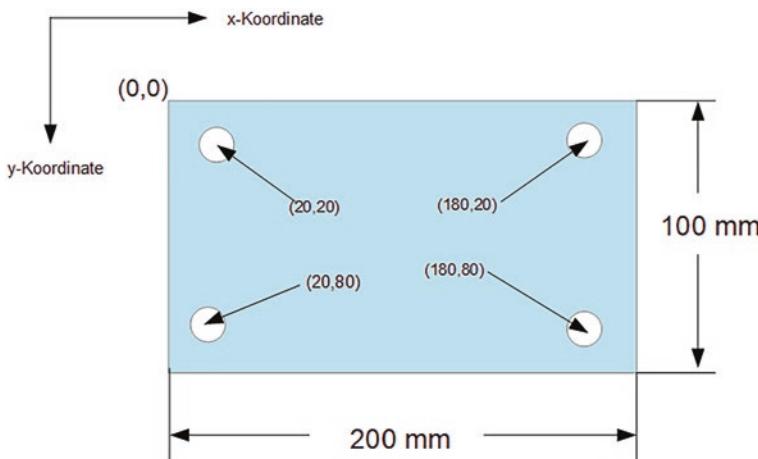


Abb. 1.1 Blech mit vier Bohrlochkoordinaten

von Koordinaten mitteilt. Diese Liste mit Koordinaten der Bohrlöcher bildet eine Art Fahrplan, der von dem Bohrschlitten (das ist die Komponente des Bohrers, in die das Bohrwerkzeug eingespannt wird) durchfahren werden muss. Hat der Bohrschlitten eine Position erreicht, so hält er an und führt die Bohrung durch. Nach Ausführung der letzten Bohrung fährt der Bohrschlitten in die Ruheposition zurück. In der Abb. 1.1 ist ein Bauteil in Form einer einfachen rechteckigen Metallplatte mit den Maßen 100 mm x 200 mm dargestellt, in die vier Bohrlöcher mit einem Durchmesser von 5 mm gebohrt werden sollen, und zwar jeweils mit einem Abstand von 20 mm zu den benachbarten Kanten. Der Einfachheit halber nehmen wir an, dass die linke obere Ecke der Metallplatte identisch mit dem Koordinatenkreuz ist, d. h. mit den Koordinaten (0,0).

Den Fahrplan für die Bohrmaschine kann man sehr einfach durch eine Auflistung der Bohrlochkoordinaten angeben, die die Bohrmaschine dann in der angegebenen Reihenfolge vom Anfang bis zum Ende durchläuft:

Programm

(20,20)