
Vorkurs Informatik

Heinrich Müller · Frank Weichert

Vorkurs Informatik

Der Einstieg ins Informatikstudium

6. Auflage

Heinrich Müller
Fakultät für Informatik
Technische Universität Dortmund
Dortmund, Deutschland

Frank Weichert
Fakultät für Informatik
Technische Universität Dortmund
Dortmund, Deutschland

ISBN 978-3-658-36467-0 ISBN 978-3-658-36468-7 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-36468-7>

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

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2005, 2012, 2013, 2015, 2017, 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: Leonardo Milla

Springer Vieweg 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

Vorwort

Dieses Buch ist aus dem Vorkurs Informatik entstanden, der von den Autoren seit 2001 an der Universität Dortmund etwa einen Monat vor Beginn der Vorlesungszeit des Wintersemesters veranstaltet wird. Die Idee zur Einführung eines Vorkurses Informatik kam durch Erfahrungen in der Vorlesung „Einführung in die Programmierung“ im WS 2000/2001 auf. Diese Vorlesung, an der bedingt durch den IT-Boom jener Zeit mehr als 1000 Studierende teilnahmen, machte besonders deutlich, dass die Studienanfängerinnen und -anfänger eine sehr unterschiedliche Grundausbildung in Informatik aus der Schule mitbringen. Dies macht die Durchführung einer Einführungsverlesung, welche für die Mehrzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer angemessen ist, recht schwer. Das Ziel des Vorkurses ist, einen einheitlichen Kenntnisstand zu erreichen.

Der Vorkurs Informatik an der Universität Dortmund wird sehr gut nachgefragt. Etwas mehr als die Hälfte der späteren Studienanfängerinnen und Anfänger des Faches Informatik nehmen teil. Hinzu kommen angehende Studierende aus anderen Fächern (Mathematik, Wirtschaftsingenieurwesen, Betriebswirtschaftslehre, Informationstechnik), deren Teilnahme sich jedoch oft auf den ersten Teil, eine Einführung in die Programmierung, beschränkt. Zu erwähnen ist, dass sich das bisher verfügbare Folienskript auch bei Studierenden der ersten Semester großer Beliebtheit erfreut, wie Download-Zahlen zeigen. Anonyme fragebogenbasierte Nachfragen zu Beginn des dritten Semesters zeigen, dass der Vorkurs trotz der bis dahin nicht nur positiven Prüfungserfahrungen der Studierenden von 40% als nützlich und von 51% etwas nützlich eingestuft wird.

All dies hat uns bewogen, dieses Buch zu schreiben.

Dem Vorkurs und dementsprechend diesem Buch liegt das Konzept „vom Konkreten zum Abstrakten“ zugrunde. Dabei konzentriert sich der Vorkurs im Unterschied zu regulären Vorlesungen mehr auf das Konkrete. Abstraktion ist ein wesentlicher Aspekt des Informatikstudiums, sie erscheint uns aber vor dem Hintergrund des Konkreten für angehende Studierende besser nachvollziehbar.

Auf der Entwurfsebene der Lösung von informatikbezogenen Problemen ist die Darstellung zunächst algorithmenorientiert, dann werden Grundkonzepte des objektorientierten Entwurfs skizziert. Diese möglicherweise etwas konventionell wirkende Vorgehensweise erleichtert unserer Meinung nach den Zugang zur Informatik, ähnlich wie Rechnen zugänglicher zur Elementarmathematik als Mengenlehre erscheint. Der Einführung in die Programmierung liegt eine stark reduzierte Darstellung der Programmiersprache Java zugrunde. Das Ziel ist, Grundprinzipien der Programmierung zu vermitteln, die zum allgemeinen Kenntnisstand einer Abiturientin oder eines Abiturienten gehören sollten, zumindest wenn eine Vertiefung des Faches Informatik in der Schule stattgefunden hat.

Ausgehend von der Programmierung wird zum Aufbau von Rechnern und zum Zusammenhang zwischen Hard- und Software am Konzept der Übersetzung von Programmen hingeführt. Hier soll ein, wenn auch vereinfachtes, „Weltbild“ der Funktionsweise von Rechnern im Sinne einer vertieften Allgemeinbildung geschaffen werden, das den Einstieg in maschinennähere Teile des Informatikstudiums vorbereiten soll.

Eingebettet in die Darstellung von Programmierung und Rechnerstrukturen ist die Vorstellung wichtiger methodischer Konzepte wie die Rekursion und die Induktion sowie ausgewählter Datenstrukturen. Die Kenntnis solcher Methoden ist von hoher Bedeutung für das Informatikstudium und sollte bei Absolventinnen und Absolventen zumindest von einschlägigen schulischen Leistungskursen vorhanden sein.

Der Vorgehensweise „vom Konkreten zum Abstrakten“ folgend, führen die meisten Abschnitte ausgehend von Beispielen, an denen das darzustellende Konzept erläutert wird, zu generalisierenden Definitionen hin. In den Text ist eine große Anzahl Übungsaufgaben eingearbeitet, die so angeordnet sind, dass sich die Leserinnen und Leser unmittelbar aktiv mit dem präsentierten Konzept auseinandersetzen können. Dieser Aufbau soll das Buch über ein vorkursbegleitendes Lehrbuch hinaus zum selbstständigen Studium verwendbar machen. Die Einleitung gibt entsprechende Hinweise zur Verwendung des Buches.

Es soll hier die Gelegenheit genutzt werden, Personen und Institutionen zu würdigen, die zur Entstehung des Vorkurses Informatik beigetragen haben: das Land Nordrhein-Westfalen, das im Rahmen des Sofortprogramms zur Weiterentwicklung des Informatikstudiums an den deutschen Hochschulen (WIS) Mittel zur Verfügung gestellt hat, die WIS-Kommission des Fachbereichs Informatik der Universität Dortmund, die das Projekt des Vorkurses in diesem Rahmen als förderungswürdig empfand, die Informatikrechnerbetriebsgruppe des Fachbereichs Informatik, die technische Unterstützung bei der Realisierung der bisher angebotenen Vorkurse gegeben hat und schließlich Jörg Knoche, „der“ Vorkurstutor, der sich in überaus begeisternder Weise in die Übungen zum Vorkurs eingebracht, aber auch die arbeitsintensive Auswertung der begleitenden Fragebögen übernommen hat.

Am Zustandekommen des Buches waren zahlreiche Personen beteiligt. Zu nennen sind hier Klaus Häming, der die „fachfremden“ Illustrationen erstellt hat, die das Buch etwas auflockern sollen, Marion Holm, die die Textverarbeitung und Realisierung vieler fachbezogener Grafiken und Tabellen übernommen und zudem das Korrekturlesen mit übernommen hat, Prof. Dr. Michael Stark, Oliver Hengesbach, Martina Vaupel, die durch inhaltliche Anregungen und Korrekturlesen optimierend mitgewirkt haben, und der Teubner-Verlag, insbesondere vertreten durch Herrn Sandten, der sich intensiv um die zahlreichen Dinge, die bei der Realisierung eines Buches anfallen, gekümmert hat. Ihnen allen möchten wir für ihren Beitrag herzlich danken.

Dortmund, im Juli 2005

Heinrich Müller
Frank Weichert

Vorwort zur zweiten Auflage

Die anhaltende positive Resonanz von Teilnehmern und Absolventen des Vorkurses Informatik hat uns bewogen, das Buch „Vorkurs Informatik - der Einstieg ins Informatikstudium“ neu aufzulegen.

Die Neuauflage ist inhaltlich weitgehend gleich geblieben. Änderungen betreffen im Wesentlichen praktische Aspekte. So wurden eine Anpassung an das aktuelle Java Runtime Environment

durchgeführt und ein neues Kapitel zur Verwendung einer Java-Entwicklungsumgebung am Beispiel von Eclipse aufgenommen. Im algorithmischen Teil wurden Ablaufdiagramme durch Struktogramme ersetzt. Die Darstellung des objektorientierten Entwurfs befasst sich nun etwas mehr mit UML.

Die beiliegende CD wurde durch die Bereitstellung des darauf enthaltenden ergänzenden Materials im Internet ersetzt. Dies erscheint akzeptabel, da das Internet seit der ersten Auflage allgegenwärtig wurde. Zudem kann das Material auf diese Weise stets aktuell gehalten werden.

Natürlich wurde die Neuauflage auch zur Korrektur von Fehlern genutzt, die über die Jahre von aufmerksamen Lesern gefunden wurden, denen dafür gedankt sei. Und schließlich fand eine Umformatierung auf das neue Buchformat statt, wobei das bewährte prinzipielle Layout im Wesentlichen beibehalten wurde.

Ein besonderer Dank für die Unterstützung bei der Überarbeitung geht an Frau Heike Rapp, die insbesondere mit der Elimination von Inkonsistenzen durch die umgesetzten Änderungen befasst war. Schließlich sei die freundliche Betreuung durch Frau Kerstin Hoffmann vom Lektorat erwähnt, die sehr geholfen hat, die neue Auflage auf den Weg zu bringen.

Dortmund, im Juli 2011

Heinrich Müller
Frank Weichert

Vorwort zur dritten Auflage

Die Neuauflage des Buches „Vorkurs Informatik - der Einstieg ins Informatikstudium“ in der mittlerweile dritten Auflage wurde dadurch angeregt, dass dieses Buch sowohl Studierenden der Informatik als auch aus anderen Fachrichtungen zur Einführung in die Informatik dient. Da in diesen nicht Informatik-assoziierten Fachrichtungen vielfach die Programmiersprache C++ genutzt wird, haben wir dies zum Anlass genommen, das Buch um ein entsprechendes Kapitel zu erweitern.

Der Anhang zu C++ soll den Leserinnen und Lesern einen ersten Einstieg in die C++-Programmierung vermitteln und ihnen ermöglichen, die allgemeinen Programmierkonzepte, welche im Haupttext anhand der Programmiersprache Java exemplarisch erklärt werden, auch in C++ anzuwenden. Dabei werden beide Programmiersprachen gegenübergestellt und Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede verdeutlicht.

Ein besonderer Dank für die Unterstützung bei der Überarbeitung geht an Frau Heike Rapp und an Herrn Daniel Bachmann für das Korrekturlesen des neuen Kapitels zur Programmiersprache C++. Schließlich sei die wie immer freundliche Betreuung durch das Lektorat des Verlags bei der Erstellung der neuen Auflage erwähnt.

Dortmund, im Oktober 2012

Heinrich Müller
Frank Weichert

Vorwort zur vierten Auflage

Die wesentliche Neuerung der vorliegenden vierten Auflage des Buches „Vorkurs Informatik - der Einstieg ins Informatikstudium“ besteht in der Erweiterung des Anhangs um ein neues Kapitel zur modellgestützten Softwareentwicklung. Dabei folgt das Kapitel dem Ansatz des Buches, grundlegende Konzepte der Informatik unabhängig von einer expliziten Programmiersprache zu vermitteln. Mit der Einführung in die „Unified Modeling Language“, welche im Buch bisher schon zur intuitiven Darstellung von Mechanismen der objektorientierten Programmierung genutzt wurde, werden allgemeine Programmiersprachen-unabhängige Konzepte zur grafischen Modellierung von gegebenen Anwendungsszenarien vermittelt. Thematisiert werden hierzu relevante Struktur- und Verhaltensdiagramme. Durch die Ergänzung soll der Nutzung des Buches als Einführung in die Informatik durch Studierende anderer Fachrichtungen noch weitergehender entsprochen werden. Aber auch für Leserinnen und Leser im Übergang zwischen Schule und Studium, die bereits über Informatikkenntnisse verfügen, kann die Erweiterung wertvoll sein.

Auch die Neuauflage eines bereits etablierten Werks erfordert einigen Arbeitsaufwand. Wir möchten uns beim Lektorat des Verlags für die Geduld und die anhaltende freundliche Betreuung bei der Erstellung der neuen Auflage bedanken. Ferner danken wir Frau Heike Rapp und Herrn Daniel Hegels für das hilfreiche Korrekturlesen des neuen Kapitels.

Dortmund, im Februar 2015

Heinrich Müller
Frank Weichert

Vorwort zur fünften Auflage

Die vorliegende fünfte Auflage des Buches „Vorkurs Informatik - der Einstieg ins Informatikstudium“ weist größere Änderungen gegenüber der vorherigen Auflage auf. So ergänzt ein weiterer Teil „Erweiterte Programmierkonzepte“ die bisherigen vier Teile „Was ist Informatik?“, „Programmierung“, „Algorithmen und Datenstrukturen“ und „Vom Programm zum Rechner“. Der neue Teil schließt sich an den Teil „Programmierung“ an. Dessen bisherige fünf letzte Kapitel, die weitergehenden Konzepten der objektorientierten Programmierung gewidmet sind, bilden den Anfang des neuen Teils. Zudem beinhaltet der neue Teil die vormals im Anhang befindlichen Kapitel „Programmieren in C++“ und „Modellgestützte Softwareentwicklung“ in einer überarbeiteten und ergänzten Form.

Diese Neustrukturierung bewirkt eine klarere Trennung von Basiswissen und weitergehendem Wissen. Es übernimmt zudem Konzepte aus den immer weiter gewachsenen Anhänge in den Hauptteil des Buchs, ohne das bewährte Grundkonzept negativ zu beeinflussen. Der verbleibende Teil „Programmierung“ kann sich damit auf das Basiswissen der objektorientierten Programmierung im Sinne eines Vorkurses konzentrieren und der neue Teil „Erweiterte Programmierkonzepte“ weitergehend interessierte Leserinnen und Leser über diese Einführung hinaus begleiten.

Auf Wunsch einiger Leserinnen und Leser wurde ferner der Anhang „Grundlagen der Java-Programmierungsumgebung“ dahingehend überarbeitet, dass er sowohl Schritt für Schritt in die Installation der Java-Entwicklungsumgebung einführt als auch detailliert die Übersetzung und Ausführung eines ersten Java-Programms beschreibt. Durch die weitergehenden Informationen verbessert sich die Möglichkeit zum Selbststudium.

Wir möchten uns beim Lektorat des Verlags für die Geduld und Unterstützung bei der Erstellung der neuen Auflage bedanken. Ferner danken wir Frau Heike Rapp für das hilfreiche Korrekturlesen der Überarbeitungen.

Dortmund, im Mai 2017

Heinrich Müller
Frank Weichert

Vorwort zur sechsten Auflage

Die sechste Auflage des Buches „Vorkurs Informatik - der Einstieg ins Informatikstudium“ wurde dadurch motiviert, dass sich Python zunehmend neben Java als Programmiersprache im Studium und in der Praxis etabliert hat. Die Programmiersprache Python erlaubt nicht nur einen leichten Einstieg, sie hat sich auch zu einer Referenzsprache im bedeutsamen Bereich des Maschinellen Lernens entwickelt. In der aktuellen Auflage ist ein neues, umfangreiches Kapitel einer Einführung in Python gewidmet. Die Darstellung erfolgt in bewährter Form im Abgleich mit den bisher im Buch vertretenen Programmiersprachen Java und C++. Es werden dabei sowohl Anfängerinnen und Anfänger angesprochen, indem der Weg von der Installation der Systemumgebung bis zum obligatorischen HelloWorld-Programm aufgezeigt wird, als auch erweiterte Konzepte vorgestellt werden, wie beispielsweise Generatorfunktionen. Wir hoffen damit, den Einstieg in das Studium unterschiedlicher Fachrichtungen auf eine noch breitere Basis zu stellen.

Neben dieser bedeutenden inhaltlichen Erweiterung wurde das Layout des Buches umfassender überarbeitet, um Konzepte auch über visuelle Elemente noch besser verdeutlichen zu können. Zudem wurden Anpassungen vorgenommen, um die Aktualität der neuen Auflage zu gewährleisten.

Wir möchten uns beim Lektorat des Verlags für die langjährige freundliche Unterstützung und für die Geduld bei der Erstellung der neuen Auflage bedanken. Ferner danken wir Frau Heike Rapp für das hilfreiche Korrekturlesen des neuen Kapitels.

Dortmund, im Februar 2023

Heinrich Müller
Frank Weichert

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Was ist Informatik?	5
1 Informatik	7
1.1 Was ist Informatik?	7
1.2 Teilgebiete der Informatik	8
Programmierung	13
2 Vom Problem über den Algorithmus zum Programm	15
2.1 Lösung von Programmierproblemen	15
2.2 Algorithmen	16
2.3 Beispiel: Jüngster Studierender	18
3 Algorithmenentwurf	23
3.1 Beispiel: Minimum einer Menge von Zahlen	23
3.2 Grundkonzepte von Algorithmen	26
4 Grundkonzepte der Programmierung	37
4.1 Programmierung und Programmiersprache Java	37
4.2 Grundstruktur von Java-Programmen	38
4.3 Kompilieren und Ausführen eines Java-Programms	42
4.4 Beispiel: Minimum einer Menge von Zahlen	46
4.5 Variablen	49
4.6 Datentypen	52
4.7 Operatoren und Ausdrücke	58
4.8 Typkonvertierung	63
4.9 Anweisungen und Ablaufstrukturen	65
4.10 Konventionen	72
4.11 Beispiel: Mittelwert einer Folge von Zahlen	73
5 Funktionen	79
5.1 Beispiel: Sortieren einer Menge von Zahlen durch Minimumsuche	79
5.2 Funktionen	86

5.3	Gültigkeitsbereich von Deklarationen	91
6	Rekursion	95
6.1	Beispiel: Sortieren einer Menge von Zahlen durch Mischen	95
6.2	Prinzip der Rekursion	107
7	Klassen und Objekte	111
7.1	Beispiel: Suchen in einem Datenbestand	111
7.2	Klassen	115
7.3	Objekte	123
	Erweiterte Programmierkonzepte	139
8	Strukturierung von Programmiersprachen	141
8.1	Formale Strukturierung	141
8.2	Programmierparadigmen	143
8.3	Ergänzende Abstraktionsebenen	145
9	Objektorientierte Programmierung	149
9.1	Objektorientierte Modellierung	149
9.2	Klassendiagramm	153
9.3	Vererbung	156
9.4	Sichtbarkeit von Information	167
9.5	Polymorphismus	170
10	Klassenbibliotheken	179
10.1	Einbinden von Klassenbibliotheken	179
10.2	Applets	180
10.3	Systemzeit	183
10.4	Streams	185
10.5	Paketsichtbarkeit	188
11	Grafikprogrammierung mit Swing	193
11.1	Grundlagen von grafischen Benutzungsoberflächen	193
11.2	Einfache Benutzungsoberfläche	195
11.3	Beispiel für einfache Grafikbefehle	205
12	Programmieren in C++	219
12.1	Programmiersprache C++	219
12.2	Grundkonzepte	224
12.3	Zeiger und Referenzen	232
12.4	Klassen und Objekte	239
12.5	Übersetzungsprozess von C++-Programmen	247

13 Programmieren in Python	251
13.1 Einführung in Python	251
13.2 Ausführung von Python-Programmen	256
13.3 Funktionen	261
13.4 Eingebaute Sammeldatentypen	269
13.5 Objektorientierte Programmierung	289
14 Modellgestützte Softwareentwicklung	307
14.1 Einleitung	307
14.2 Anwendungsfalldiagramm	309
14.3 Klassendiagramm	311
14.4 Sequenzdiagramm	318
Algorithmen und Datenstrukturen	321
15 Asymptotische Aufwandsanalyse	323
15.1 Zeitaufwand	323
15.2 Speicheraufwand	327
16 Sortieren	329
16.1 Sortieren durch Minimumsuche	329
16.2 Sortieren durch Mischen (1)	331
16.3 Exkurs: Vollständige Induktion	335
16.4 Sortieren durch Mischen (2)	339
16.5 Einige Bemerkungen zum Sortierproblem	340
17 Mengen	343
17.1 Operationen auf Mengen	343
17.2 Mengenverwaltung mit unsortiertem Array	343
17.3 Mengenverwaltung mit sortiertem Array	347
17.4 Mengenverwaltung mit binärem Suchbaum	354
17.5 Mengenverwaltung mit Hashing	361
Vom Programm zum Rechner	365
18 Hardware und Programmierung	367
19 Rechnerarchitektur und Maschinensprache	369
19.1 Rechnerarchitektur	369
19.2 Hauptspeicher	371
19.3 Prozessor, Befehlssatz und Maschinensprache	372

20 Schaltungen	377
20.1 Zweiwertige Informationsdarstellung	377
20.2 Boolesche Funktionen	380
20.3 Schaltungen	384
21 Formale Sprachen und Compiler	393
21.1 Compiler	393
21.2 Formale Sprachen und Grammatiken	394
21.3 Sprachtypen nach Chomsky	399
21.4 Übersetzung	402
21.5 Automaten	407
21.6 Endlicher Automat	408
21.7 Semantik	412
Anhang	417
A Schlüsselwörter im Sprachumfang von Java	419
B Grundlagen der Java-Programmierungsumgebung	423
B.1 Installation der Java-Programmierungsumgebung	423
B.2 Aufrufsyntax der Java-Entwicklungsprogramme	428
B.3 Integrierte Java-Programmierungsumgebungen	431
C Literaturverzeichnis	437
Stichwortverzeichnis	441