

Softwareentwicklung in Deutschland

Eine Bestandsaufnahme

M. Friedewald, H. D. Rombach, P. Stahl, M. Broy,
S. Hartkopf, S. Kimpeler, K. Kohler, R. Wucher, P. Zoche

Die hier vorgestellte Studie „Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland“ [2] wurde von der GfK Marktforschung GmbH in Zusammenarbeit mit den Fraunhofer-Instituten für Experimentelles Software Engineering (IESE) und für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) durchgeführt.

Softwareentwicklung in Deutschland war die Tatsache, dass sich der Markt für Softwaretechnologie und softwarebezogene Dienstleistungen weltweit zunehmend zu einem wirtschaftlichen Schlüsselbereich entwickelt. Diese Entwicklung betrifft nicht nur die Softwareunternehmen im engeren Sinne (primäre Softwarebranche, Primärbranche), sondern immer mehr auch Unternehmen aus unterschiedlichen Anwendungsbranchen (sekundäre Softwarebranchen, Sekundärbranchen), für die Software zu einem wichtigen Bestandteil ihrer Produkte und zur Grundlage der von ihnen angebotenen Dienstleistungen geworden ist. Insbesondere zur Situation der Sekundärbranchen gab es bislang so gut wie keine aktuellen Marktdaten.

Die Primärbranche umfasst in der hier verwendeten Definition neben Softwarehäusern auch DV-Dienstleister und Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen. Zu den in der Studie betrachteten Sekundärbranchen zählen die Bereiche Maschinenbau, Elektrotechnik, Fahrzeug-

1 Zielsetzung und Vorgehensweise

Ziel der Untersuchung war es, den nationalen Softwaremarkt, der sich immer mehr zu einem der Schlüsselmärkte entwickelt, quantitativ und qualitativ zu charakterisieren sowie in seiner weiteren Entwicklung und seinen Anforderungen zu beschreiben.

Anlass für die Bestandsaufnahme der Soft-

wareentwicklung in Deutschland war die Tatsache, dass sich der Markt für Softwaretechnologie und softwarebezogene Dienstleistungen weltweit zunehmend zu einem wirtschaftlichen Schlüsselbereich entwickelt. Diese Entwicklung betrifft nicht nur die Softwareunternehmen im engeren Sinne (primäre Softwarebranche, Primärbranche), sondern immer mehr auch Unternehmen aus unterschiedlichen Anwendungsbranchen (sekundäre Softwarebranchen, Sekundärbranchen), für die Software zu einem wichtigen Bestandteil ihrer Produkte und zur Grundlage der von ihnen angebotenen Dienstleistungen geworden ist. Insbesondere zur Situation der Sekundärbranchen gab es bislang so gut wie keine aktuellen Marktdaten.

Methodisch kam eine Kombination von repräsentativen telefonischen Befragungen und Experteninterviews zur qualitativen Vertiefung zum Einsatz. Im Rahmen der telefonischen Befragung wurden Gespräche mit Vertretern aus repräsentativ ausgewählten Unternehmen der Primärbranche (n = 249) und der Sekundärbranchen (n = 671) durchgeführt. Die Zielpersonen in den Unternehmen waren in der Regel

die Leiter der Softwareentwicklung, bei kleineren Unternehmen auch die Inhaber oder Geschäftsführer.

Expertengespräche wurden in 55 Software entwickelnden Unternehmen durchgeführt. Aus den verschiedenen Branchen wurden sowohl kleine, junge als auch profilbestimmende und marktführende Unternehmen ausgewählt. Ziel dieser Expertengespräche war

Michael Friedewald, Simone Kimpeler, Peter Zoche
Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung,
Breslauer Straße 48, D-76139 Karlsruhe
E-Mail: {fri,sk,pz}@isi.fhg.de

H. Dieter Rombach, Susanne Hartkopf, Kirstin Kohler
Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering,
Sauerwiesen 6, D-67661 Kaiserslautern
E-Mail: {rombach, hartkopf, kohler}@iese.fhg.de

Petra Stahl, Robert Wucher
GfK Marktforschung, Nordwestring 101, D-90319 Nürnberg
E-Mail: {stahl, wucher}@gfk.de

Manfred Broy
Technische Universität München, Institut für Informatik,
Arcisstraße 21, D-80290 München
E-Mail: broy@informatik.tu-muenchen.de

Die Datenerhebung und Analyse, die diesem Artikel zugrunde liegt, wurde im Auftrag des BMBF erstellt. Das BMBF war an der Abfassung der Aufgabenstellung und der wesentlichen Randbedingungen beteiligt. Das BMBF hat das Ergebnis der Datenerhebung und Analyse nicht beeinflusst; die Autoren tragen allein die Verantwortung.

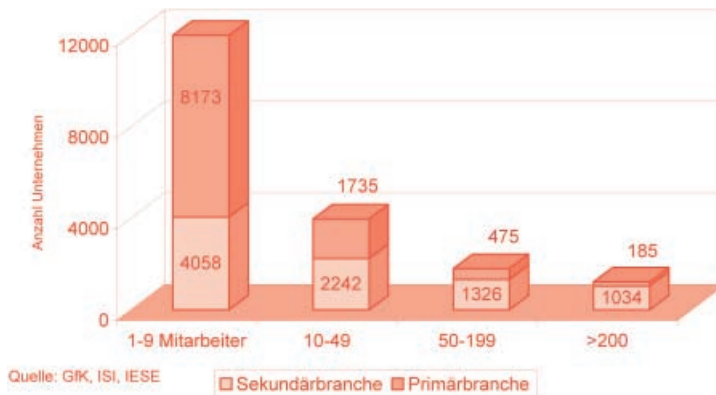


Abb. 1. Anzahl und Größe Software entwickelnder Unternehmen

es, einen tieferen Einblick in die Praxis der industriellen Softwareentwicklung zu gewinnen. Die Interviews wurden anhand eines Gesprächsleitfadens geführt, der die Softwareproduktion im Unternehmen aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchtete. Dabei ging es insbesondere um den Umfang der Softwareproduktion, die Produktionsprozesse, die Bedeutung von Software für Wettbewerb und Innovation sowie um den künftigen Personalbedarf und die Anforderungen an die Mitarbeiterqualifikation.

2 Struktur der deutschen Softwarebranche

Es gibt derzeit keine amtlichen Datenquellen, die Informationen über Anzahl, Art, Größe und Branchenzugehörigkeit der Unternehmen und Arbeitsstätten in Deutschland vollständig und aktuell abdecken. Von der amtlichen Statistik ist diese Grundgesamtheit zuletzt 1987 erhoben worden. Diese Zahlen haben heute nur noch historischen Wert. Daten über die Softwareindustrie existieren in den öffentlichen Statistiken überhaupt nicht, da Softwareentwicklung in der offiziellen Wirtschaftszweigsystematik noch nicht als eigenständige Branche definiert ist und außerdem ein Großteil der Software in Unternehmen des produzierenden und des Dienstleistungsgewerbes entwickelt und dort nicht eigens ausgewiesen wird. Die Studie versucht, diese Lücke zu schließen, und liefert ein aktuelles Bild der bedeutendsten Software entwickelnden Branchen in Deutschland.

2.1 Unternehmen und Branchen

In Deutschland wird derzeit in rund 19.200 Unternehmen der untersuchten Branchen – 10.550 Unter-

nehmen der Primärbranchen (DV-Dienstleister, Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen) und 8650 Unternehmen der Sekundärbranchen (Maschinenbau, Elektrotechnik, Fahrzeugbau, Telekommunikation und Finanzdienstleistungen) – Software entwickelt bzw. angepasst. Während die Struktur der Primärbranche überwiegend durch kleine Unternehmen mit 1–9 Mitarbeitern geprägt ist, findet Softwareentwicklung und -anpassung in den Sekundärbranchen eher in mittleren und größeren Unternehmen statt (Abb. 1).

Der Umsatz mit Software hat sich in den letzten Jahren massiv erhöht, ein Ende des Wachstums ist nicht abzusehen. Für den deutschen Markt (Software und IT-Services) erwartete der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (Bitkom) im Jahr 2000 einen Umsatz von 55,5 Mrd. DM [1].

In den Sekundärbranchen ist das Umsatzvolumen durch Software weit schwieriger einzuschätzen. Mittlerweile ist in vielen Sekundärbranchen der gesamte Umsatz von Software abhängig. Selbst in Unternehmen der „Old Economy“ können heute keine Produkte mehr ohne Software entwickelt, produziert und vertrieben und keine betrieblichen Abläufe – von der Produktions- bis zur Personalplanung – ohne Software aufrechterhalten werden [3].

Aktuell wird durch Softwareentwicklung bzw. -anpassung eine Wertschöpfung von ca. 50 Mrd. DM in den Primär- und Sekundärbranchen erzielt (Tabelle 1). Dieser Wert ist für sich allein betrachtet bereits relativ hoch. Er übersteigt z. B. die im Sektor Land-, Forstwirtschaft und Fischerei erzielte Wertschöpfung von ca. 42 Mrd. DM um rund 20 % [10].

Bruttowertschöpfung durch Softwareentwicklung

Tabelle 1

	Mrd. DM	Anteil [%]	Anzahl der Unternehmen
Bruttowertschöpfung 1999 gesamt	3617,86	100	2.738.000
Softwareentwicklung	50,02	1,38	19.000
Primärbranche	37,28	1,03	11.000
Sekundärbranchen	12,74	0,35	9000
Zum Vergleich: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	42,24	1,17	–

Die in der Volkswirtschaft übliche Methode zur Berechnung der Wertschöpfung wird allerdings der strategischen Bedeutung von Software – vor allem in den Sekundärbranchen – nicht voll gerecht. In der überwiegenden Zahl der Unternehmen wird die Softwareentwicklung weiterhin als reine Kostenstelle behandelt. In diesen Unternehmen ist Software noch kein „Business Enabler“, d. h. eine Technologie, auf der neue, sogar eigenständige Produkte und Dienstleistungen basieren. Erste Unternehmen aus den Sekundärbranchen beginnen aber bereits damit, Softwareprojekte nicht über ihren Kostenanteil an der Produktentwicklung, sondern über den mit Hilfe dieser Software realisierbaren Umsatz zu rechtfertigen.

Die Primärbranche ist durch junge Unternehmen gekennzeichnet (Abb. 2). Beispielsweise wur-

den 67% der Unternehmen in der Primärbranche erst nach 1990 gegründet. Neugründungen in Form von Spin-offs entstehen durch Mitarbeiter aus Universitäten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen, aber auch dadurch, dass etablierte Unternehmen aus ihrem internen Projektgeschäft heraus Produkte entwickeln und diese in Ausgründungen vermarkten. Damit kreieren Unternehmen traditioneller Branchen durch eine Vermarktung ihrer bislang internen Produkte (z. B. Warenwirtschaftssysteme) neue Tätigkeitsbereiche in der Primärbranche. Insgesamt ist davon auszugehen, dass der Boom in der Primärbranche auch auf den geringeren Investitionsbedarf dienstleistungsorientierter Unternehmen sowie auf räumliche Flexibilität zurückzuführen ist.

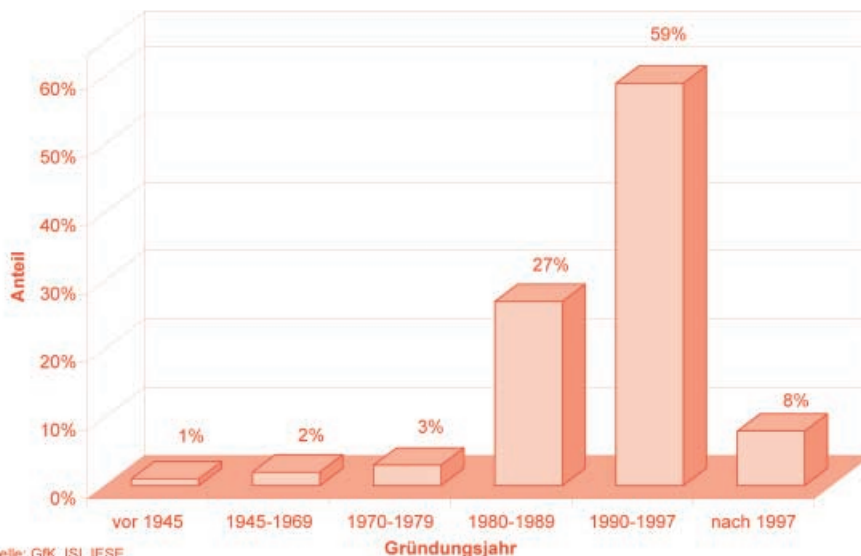


Abb. 2. Altersstruktur der deutschen Softwareindustrie

Quelle: GfK, ISI, IESE

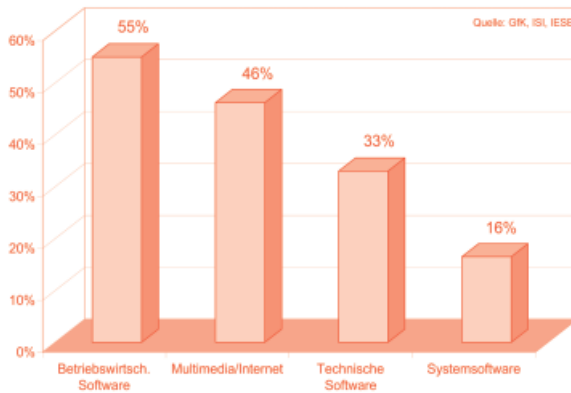


Abb. 3. Produktspektrum der deutschen Softwareindustrie

2.2 Produkte und Einsatzbereiche

Schwerpunktmäßig wird von deutschen Softwareherstellern betriebswirtschaftliche Software angeboten: 5000 Unternehmen erstellen Software, die diesem Spektrum zuzuordnen ist. Im Bereich Multimedia- und Internetsoftware herrscht mit 4200 Unternehmen die zweitgrößte Anbietervielfalt. 3000 Unternehmen entwickeln technische Software. Systemsoftware wird von 1500 der Unternehmen der Primärbranche angeboten. Die Entwicklung von eingebetteter Software findet überwiegend in den Sekundärbranchen statt, insbesondere in den Bereichen Elektrotechnik und Maschinenbau (Abb. 3).

In den Sekundärbranchen spiegelt sich die traditionelle Stärke der deutschen Wirtschaft wider. Ingenieurmäßige Individuallösungen (z. B. kundenspezifische Maschinensteuerungen, umweltschonende Motorensteuerungen oder Teleservice) tragen dazu bei, dass Unternehmen ihre Weltmarktführerschaft ausbauen können. In allen Branchen kann im Entwicklungsbereich eine immer stärkere Verschiebung von der Hard- zur Software beobachtet werden. Insgesamt liegt auch in den Sekundärbranchen das Wachstumspotenzial im Bereich der Dienstleistungen. Dies gilt nicht nur für die Unterstützung von Geschäftsprozessen in den traditionellen Dienstleistungsbranchen wie Handel, Banken und Versicherungen (z. B. E-Business, E-Banking) und Telekommunikation, sondern manifestiert sich immer mehr durch produktbegleitende Dienstleistungen auf Softwarebasis.

Ein besonderes Merkmal mit existenzieller Bedeutung für die Unternehmen der Sekundärbranche ist das hohe Alter vieler Softwaresysteme. Ihre Ent-

stehung geht häufig bis in die 70er Jahre zurück. Solche „Legacy-Systeme“ sind über viele Jahre gereift. Sie enthalten das akkumulierte Anwendungswissen eines Unternehmens und sind extrem stabil.

Viele dieser Systeme sind allerdings nach mittlerweile veralteten Methoden entwickelt worden und erweisen sich als sehr schwer wart- und änderbar. Veränderte Geschäftsprozesse erfordern jedoch flexible und innovative Softwarelösungen. Daraus ergibt sich für viele Unternehmen ein Dilemma: Wie soll man sich auf die neuen Herausforderungen einstellen, ohne die gewohnte Stabilität ernsthaft in Frage zu stellen [9]?

2.3 Marktbeziehungen und Unternehmenstrategien

In der Softwareentwicklung tragen Ortsunabhängigkeit der Softwareentwicklung, Fachkräftemangel und Überlegungen bezüglich der strategischen Bedeutung von Software zu einem gravierenden Wandel der Entscheidung bei, welche Software in den Unternehmen und welche im Auftrag außer Haus entwickelt wird. Unternehmen mit hoher Softwarekompetenz konzentrieren sich stark auf die Eigenentwicklung der Software, die ihre Kernkompetenz betrifft (Abb. 4).

Ein wichtiges Motiv für die Ausgliederung der Softwareentwicklung ist der Mangel an qualifizierten Mitarbeitern. Aufträge werden an eigenen Niederlassungen oder an Fremdfirmen in der Europäischen Union, den Vereinigten Staaten oder Asien vergeben. Diese Lieferantenbeziehungen erweisen sich in der Praxis häufig als kompliziert hinsichtlich der Abstimmung der Entwicklungsprozesse zwischen Auftraggeber und -nehmer sowie hinsichtlich des oftmals fehlenden Anwendungswissens seitens der Lieferanten.

Insbesondere in den Sekundärbranchen wird gegenwärtig die notwendige Fertigungstiefe für Software diskutiert. Welche Software realisiert wettbewerbssichernde Funktionen und muss deshalb im Hause selbst entwickelt werden? Welche Software kann hingegen ausgelagert oder eingekauft werden? Hier sind derzeit unterschiedliche Trends zu beobachten. Während Automobilhersteller daran denken, einige der bislang ausgelagerten Softwareentwicklungen wieder selbst vorzunehmen, planen Banken und Versicherungen eine verstärkte Auslagerung. Dabei spielt die Frage, welche Software für

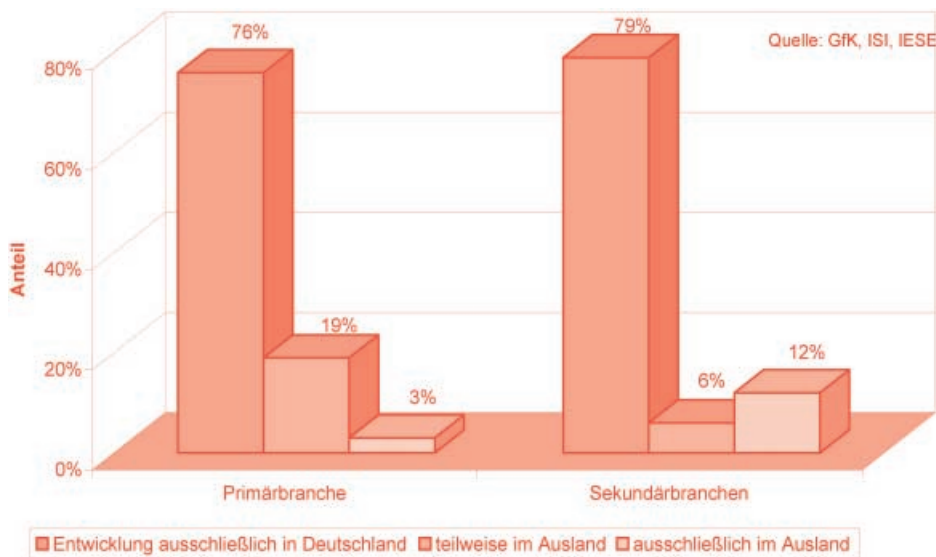


Abb. 4. Regionaler Schwerpunkt der Softwareentwicklung

das Unternehmen strategische Bedeutung hat, stets eine herausragende Rolle [12].

Auch bei der Auslagerung der Softwareentwicklung oder Zukauf muss das Anwendungswissen bei den Unternehmen weiter vorhanden sein. Dies bedeutet, dass weniger Programmierer, hingegen umso dringender Anforderungsingenieure, Systemarchitekten und Akzeptanztester benötigt werden. Insofern findet bei den Unternehmen der Sekundärbranchen eine Ersetzung von Programmierern durch Softwareingenieure statt. Insgesamt ist eine Differenzierung unterschiedlicher Rollen in der Softwareentwicklung zu erkennen; sie setzt sich aber nur langsam durch.

Die geplante Erhöhung der Auslagerung von Softwareentwicklung kann heute durch marktgängige Standardprodukte nur unzureichend abgedeckt werden. Dies führt zu einschneidenden Veränderungen. Entweder werden durch Standardisierung von Anwendungsarchitekturen Unternehmen der Primärbranche in die Lage versetzt, als Lieferanten zu fungieren, oder Unternehmen der Sekundärbranchen gründen eigene Tochterunternehmen, die Softwareentwicklung, -anpassung und -beratung betreiben.

Innovative Produkte und Dienstleistungen aus allen Wirtschaftsbereichen sind heute ohne den Einsatz von Software nicht mehr vorstellbar. Der Wettbewerb wird zunehmend über die Funktionalität und Qualität dieser Software entschieden. Dementsprechend gewinnen für Hochlohnländer wie Deutschland Arbeitsplätze mit besonders hohen Qualifikationsanforderungen und hoher Pro-Kopf-

Wertschöpfung an Bedeutung, wie sie im Bereich der Softwareentwicklung anzutreffen sind.

3 Personalsituation in der Softwareentwicklung

3.1 Aktuelle Personalsituation

Die heutige Personalsituation ist durch ein starkes Defizit an qualifizierten Fachkräften gekennzeichnet. Der in der Befragung ermittelte Fehlbedarf von 28.000 Softwareentwicklern zur sofortigen Einstellung (Mai 2000) bzw. 55.000 Softwareentwicklern zur Einstellung bis Mai 2001 zeigt den Mindestbedarf auf (Abb. 5). Die zusätzlich auftretende altersbedingte Fluktuation und ein heute kaum zu quantifizierender ergänzender Bedarf an Anwendungsentwicklern werden die Personalnachfrage weiter verschärfen. Viele Unternehmen bezeichnen den Personalmangel als ihr momentan dringlichstes Problem innerhalb der Softwareentwicklung. Viel versprechende Projekte werden aufgrund des Mitarbeitermangels zurückgestellt. All dieses lässt vermuten, dass die erhobenen Zahlen eine eher konservative Schätzung des Bedarfs darstellen.

Was die Qualifikation der Beschäftigten betrifft, so überwiegt die akademische Ausbildung. Während in der Primärbranche Informatiker die Mehrheit stellen, sind in den Sekundärbranchen die Mitarbeiter mit einer branchenspezifischen Qualifikation in der Überzahl. Große Unternehmen der Sekundärbranchen versuchen den Anteil der Informatiker zu erhöhen. Dies scheitert aber gegenwärtig sowohl am zu geringen Angebot als auch an

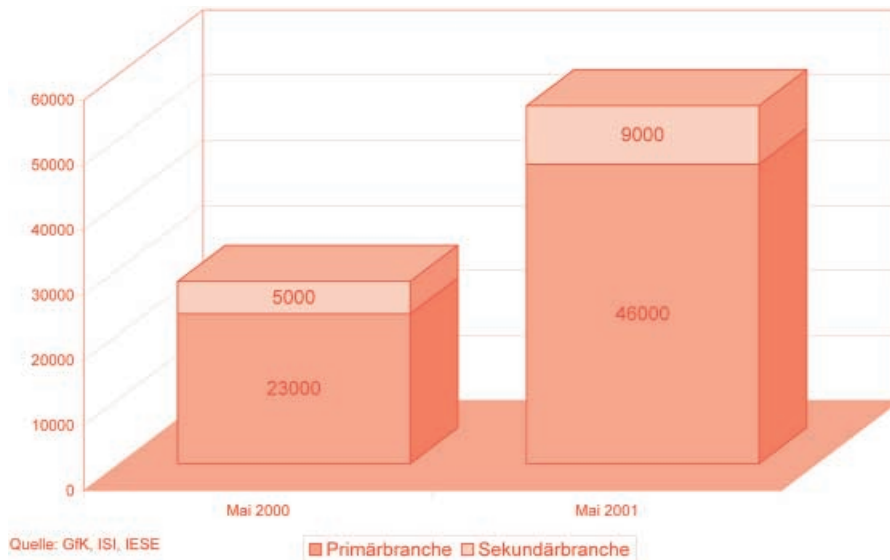


Abb. 5. Bedarf an qualifizierten Softwareentwicklern

der vielfach bemängelten fehlenden Anwendungsorientierung der universitären Ausbildung zum Informatiker.

Ein wesentliches Problem bei der Zuordnung geeigneter Fachkräfte liegt in der unklaren Rollendefinition für unterschiedliche Tätigkeiten in der Softwareentwicklung, in ungenügend definierten Qualifikationsanforderungen sowie mangelnden Weiterbildungsmaßnahmen zur Aktualisierung des notwendigen Know-hows. Es wird in der Softwareentwicklung bislang zu wenig zwischen Ingenieur-tätigkeiten wie Anforderungsanalyse oder Systementwurf und einfacheren technischen Tätigkeiten wie Programmierung oder Komponententesten unterschieden. Es gibt – im Gegensatz zu anderen Technikbereichen – noch kein ausgeprägtes Bewusstsein dafür, dass nur für Ingenieur-tätigkeiten in der Softwareentwicklung ein Hochschulstudium erforderlich ist, während Techniker auch über Berufsakademien oder Ausbildungsberufe ihren Weg in die Praxis finden können. Deswegen werden hoch qualifizierte Informatiker heute vielfach nicht adäquat eingesetzt, fühlen sich unterfordert und wandern in die Primärbranche ab.

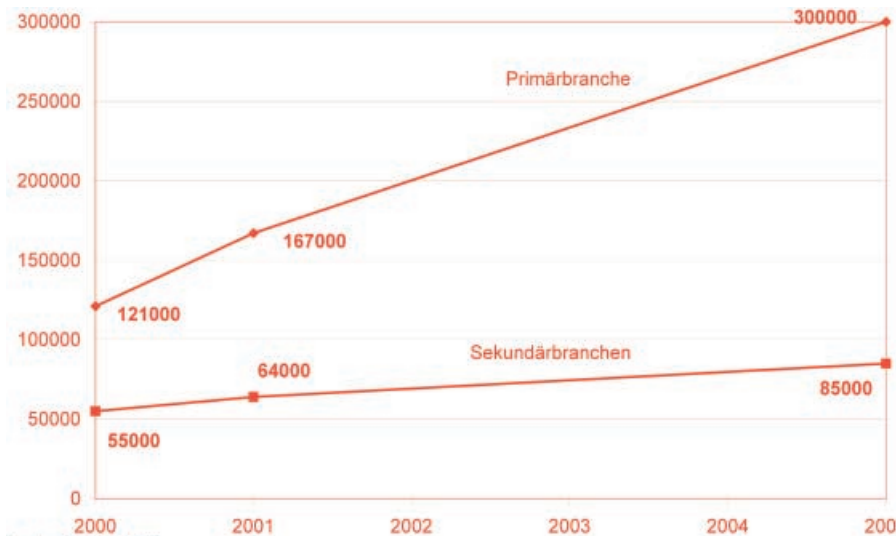
Die Professionalisierung der Softwareentwicklung erfordert ein klares Rollenbild und darauf abgestimmte Qualifikationen. Aufgrund der schnellen Innovationszyklen in den Softwarebranchen ist auch ein lebenslanges Qualifikationskonzept notwendig. Allein mit einer soliden Erstausbildung ist

es nicht mehr getan. Fortlaufende Weiterbildung muss zur Regel werden. Dies erfordert eine entsprechende Einstellungsänderung bei Arbeitnehmern und Arbeitgebern.

3.2 Entwicklung des Personalbedarfs bis 2005

Der mittelfristige Personalbedarf bis 2005 ist stark ansteigend. Basierend auf dem Befragungsergebnis kann man davon ausgehen, dass bis 2005 der Personalbestand in der Primärbranche und in den Sekundärbranchen von heute 177.000 Mitarbeitern in der Softwareentwicklung auf schätzungsweise 385.000 ansteigen wird (Abb. 6). Das bedeutet eine Zunahme von knapp 120 %. Wesentlicher Wachstumsmarkt ist dabei die Primärbranche mit 179.000 zusätzlichen Stellen. In den Sekundärbranchen wird ein zusätzliches Wachstum um weitere 30.000 Stellen erwartet. Berücksichtigt man die nicht in die Studie einbezogenen Branchen, so erhöht sich die Zahl noch einmal beträchtlich.

Darüber hinaus ist eine signifikante Verschiebung von der Hardware- zur Softwareentwicklung zu erwarten. Da in der Primärbranche traditionell Akademiker die Mehrheit der Softwareentwickler bilden und auch in den Sekundärbranchen ein stärkerer Trend zu akademisch ausgebildeten Softwareentwicklern erwartet wird, ist es offensichtlich, dass der hohe Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern nicht durch die Standardausbildungsgänge der Hoch-



Quelle: GfK, ISI, IESE

Abb. 6. Entwicklung des Personalbestands bis 2005

schulen und sonstiger Bildungsträger gedeckt werden kann [5]. Auch bei Ausschöpfung des Rationalisierungspotenzials durch Werkzeugeinsatz auf der Implementierungsebene ist mit einem weiteren Anstieg des Personalbedarfs zu rechnen.

In den Sekundärbranchen variiert die Qualifikation der gesuchten Mitarbeiter in Abhängigkeit von der Größe der Unternehmen stark (Abb. 7, 8). Große Unternehmen suchen für den Bereich Softwareentwicklung vorwiegend Ingenieure mit Hochschulabschluss. Die Tätigkeitsschwerpunkte dieser Mitarbeiter liegen im Bereich Anforderungsanalyse und Architektur. Sie entwickeln die Architektur der Software und entscheiden, welche Komponenten von Fremdfirmen zugekauft und integriert werden. Dabei sind das Verständnis der Anwendung sowie Konzepte der Informatik auf hohem Abstraktionsniveau notwendig. Diese werden insbesondere durch anwendungsorientierte Informatikstudiengänge (z. B. Wirtschaftsinformatik) vermittelt.

In kleinen und mittelständischen Unternehmen gestaltet sich das Bild dagegen völlig anders. Der Tätigkeitsschwerpunkt von Softwareentwicklern in diesen Branchen liegt häufig in der Programmierung und Anpassung von Applikationen. Die praxisbezogene Ausbildung der Fachhochschulabsolventen ermöglicht eine schnelle Einarbeitung der Mitarbeiter. Beim Einsatz von Universitätsabsolventen für solche Aufgaben haben einige der Unternehmen keine guten Erfahrung gemacht, da diese häufig wenig Routine im Umgang mit Applikationen besitzen und mit reinen Programmierfähigkeiten eher unterfordert und unzufrieden sind. Alles in allem ist der Fachhoch-

schulabschluss derzeit sowohl in der Primärbranche als auch in den Sekundärbranchen das bei Neueinstellungen bevorzugte Bildungsniveau.

Unabhängig von der Größe der Unternehmen ist ein steigender Bedarf an Führungskräften mit Informatikausbildung zu verzeichnen. Dies wird beispielsweise durch die vermehrte Schaffung der Position eines Chief Information Officers (CIO) in softwarelastigen Unternehmen deutlich. Die wachsende Bedeutung von Software insbesondere auch in den Sekundärbranchen hat ebenfalls eine steigende Nachfrage nach Mitarbeitern mit Führungsqualifikationen zur Folge. Besonders für große Softwareprojekte werden verstärkt Projektmanager gesucht. Da Software zunehmend wettbewerbsentscheidend ist, sind Fragen der Informationstechnik bis in Vor-

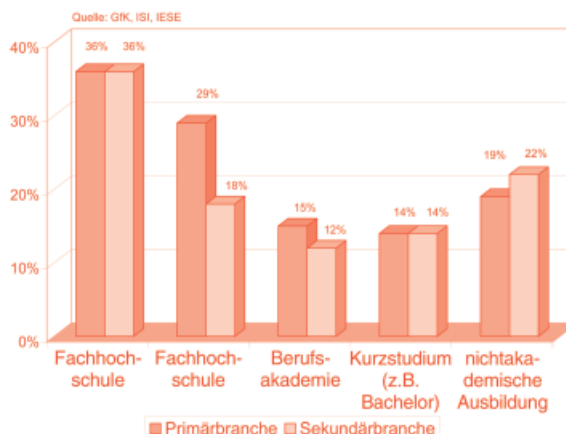


Abb. 7. Bevorzugtes Bildungsniveau bei Neueinstellung von Softwareentwicklern

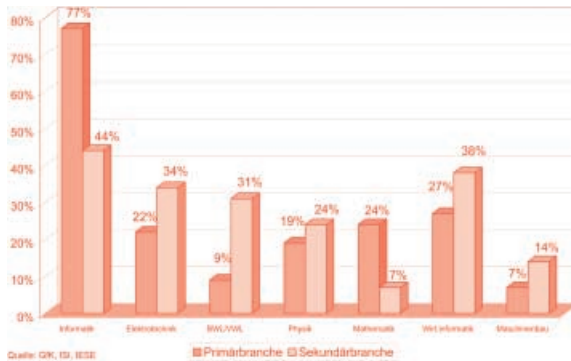


Abb. 8. Bevorzugte Studiengänge bei Neueinstellung von Softwareentwicklern

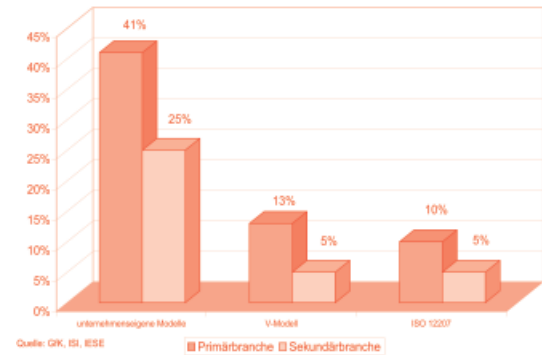


Abb. 9. Verwendete Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Software

standsebene von zentraler Bedeutung für den Erfolg der Unternehmen.

3.3 Konsequenzen für die Ausbildung von Softwareentwicklern

Beim Thema Ausbildung betonen deutsche Unternehmen die Notwendigkeit interdisziplinärer Studiengänge, in denen Anwendungswissen der Sekundärbranchen mit Informatikkenntnissen verbunden wird. Bei der Informatikausbildung wird der Vermittlung von Methoden und Techniken der Qualitätssicherung von Software sowie der komponentenbasierten Softwareentwicklung hoher Stellenwert beigemessen. Die gegenwärtige Ausbildung konzentriert sich zu stark auf die Fähigkeit, Software neu zu entwickeln, anstatt sich mit Standardkomponenten auseinander zu setzen und diese zu neuen Systemen zu aggregieren. Darüber hinaus wird die Vermittlung von sozialen und kommunikativen Kompetenzen wie Team- und Führungsfähigkeit angemahnt.

Kurze Innovationszyklen von Methoden und Werkzeugen im Bereich der Softwareentwicklung sowie die oben beschriebene Verschiebung der Tätigkeitsschwerpunkte verlangen neue Konzepte der Weiterbildung. Um mit dem sich schnell ändernden Umfeld in der Softwareentwicklung mithalten zu können und dem steigenden Bedarf an Softwareentwicklern durch Umschulung von Mitarbeitern gerecht zu werden, wünschen sich viele Unternehmen Institutionen, die „lebenslanges Lernen“ unterstützen. Großkonzerne begegnen dieser Anforderung mit der Gründung eigener „Corporate Universities“ [8]. Kleine und mittelständische Unternehmen suchen nach neuen Möglichkeiten, ihre Mitarbeiter

schnell und kostengünstig mit neuen Methoden und Technologien im Bereich der Softwareentwicklung vertraut zu machen (Abb. 9). Wiederholt wurde in diesem Zusammenhang ein erweitertes Angebot der Universitäten gefordert, das Ingenieure nicht nur aus-, sondern auch weiterbildet.

4 Technologischer Innovationsstand in der Softwareentwicklung

4.1 Anforderungen an Softwareprodukte

Die vielfältigen Anforderungen an Software begründen sich aus ihren unterschiedlichen Einsatzbereichen. Vielfach dominieren in der Praxis auch Kosten- und Terminvorgaben über Qualitätsanforderungen. Dies führt häufig dazu, dass die Qualitätsmängel erst zu spät im Entwicklungsprozess sichtbar werden. Allerdings beginnt sich in der Softwareentwicklung langsam die Erkenntnis durchzusetzen, dass Qualität von Anfang an im Entwicklungsprozess berücksichtigt werden muss und dass Investitionen in ganzheitliche Qualität sich auch positiv auf Kosten und Entwicklungszeiten auswirken.

4.2 Entwicklungsprozesse und Kooperationen

Generell kann ein Trend zu risikominimierenden Entwicklungsprozessen (z. B. inkrementelle Prozesse) festgestellt werden. Einzelne Unternehmen können durch die Reduktion von Entwicklungsincrementen auf überschaubare Größenordnungen bereits signifikante Fortschritte hinsichtlich verbesserter Planbarkeit erreichen und somit eine höhere Erfolgsquote aufweisen [4, 6].

Methodisch liegt ein starker Fokus auf dem frühzeitigen Einsatz von Inspektionen und Reviews, durch den Probleme schon in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses identifiziert und behoben werden können. Weitere Schwerpunkte sind die Nutzung von Komponententechnologie zur Kostenreduktion sowie die Verbesserung der Interaktion zwischen eigentlicher Softwareentwicklung und der Anforderungsanalyse.

Technologisch wird die Diskussion über die künftige Softwareentwicklung durch das Thema Internet dominiert. Sowohl als Plattform für Dienstleistungen als auch als Entwicklungsplattform für Software bestimmt das Internet den Trend. Dies stellt für viele Unternehmen einen gravierenden Paradigmenwechsel dar. Beim eigentlich dringend gebotenen Übergang von zentralen, lebenswichtigen Softwaresystemen zu neuen Plattformen sind sie vielfach überfordert und stellen sich deshalb nicht dieser wichtigen Aufgabe. Die Folge ist ein weiteres beständiges Anwachsen der „Legacy Software“.

Die Kooperation mit Universitäten und Forschungseinrichtungen liegt immer noch unter dem wünschenswerten bzw. mit Ländern wie den USA vergleichbaren Niveau. Von den befragten Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen geben nur 22 % an, Forschung zu betreiben. In den Experteninterviews wurde dies allerdings in vielen Fällen relativiert. In der Tat ist die von vielen Unternehmen durchgeführte „Vorentwicklung“ nichts anderes als angewandte industrielle Forschung.

Insgesamt tun sich gerade kleinere Unternehmen damit schwer, eine ganzheitliche und langfristige Strategie für die Softwareentwicklung aufzustellen und dabei die Rolle und den Stellenwert der Forschung richtig einzuschätzen. Hoher Entwicklungsdruck und Fachkräftemangel führen zu einer unzureichenden Auseinandersetzung mit innovativen Techniken. Chancen und Potenziale werden nicht oder zu spät genutzt.

Eine verstärkte Kooperation mit Universitäten oder Forschungseinrichtungen zu diesen Themen wird gewünscht, gegenwärtig aber aufgrund der mangelnden Anwendungsnähe vieler Hochschulen und Forschungseinrichtungen als schwer realisierbar bezeichnet. Als Vorbilder für nützliche Kooperationsmodelle wurde die in den USA praktizierte Auftragsforschung oder das Fraunhofer-Modell in Deutschland genannt.

4.3 Konsequenzen für die Forschung

Die Studie hat gezeigt, dass für die Sicherung und Verbesserung der Wettbewerbssituation Deutschlands Forschung im Bereich der Softwaretechnologie notwendig ist. Dabei sollten Forschungsthemen im Vordergrund stehen, die den spezifischen Stärken des Standorts Deutschland – starkes produzierendes Gewerbe, Einzel- statt Massenproduktionskultur – gerecht werden. Lohnende Forschungs- und Entwicklungsbereiche für Anwendungssoftware sind daher

- Software in Produkten („Embedded Software“, z. B. für den Maschinen- oder Fahrzeugbau),
- Software zur Unterstützung von Dienstleistungen (Versicherungen, öffentliche Verwaltungen oder Gesundheitswesen),
- Software für produktbegleitende Dienstleistungen (Verkehrsleitsysteme oder Teleservice).

Die Forschung im Bereich der Softwaretechnik sollte sich dazu folgender Aufgaben annehmen:

- Verbesserung der industriellen Softwarekompetenz durch schrittweise Verbesserung von Prozessen, Verfahren, Werkzeuge und Methoden,
- Weiterentwicklung der Softwaretechnik zur Ingenieurdisziplin durch die Verbreiterung des wissenschaftlichen Grundlagenwissens,
- Bereitstellen und Experimentieren mit innovativer Softwaretechnik.

Inhaltlich bedeutsam für die zukünftige Softwareentwicklung in Deutschland sind unter anderem

- wiederverwendbare Softwarekomponenten,
- Methoden und Werkzeuge zur Produktion qualitativ hochwertiger Software sowie zur Unterstützung räumlich verteilter Produkt- und Softwareentwicklung,
- Verfahren zur Konfigurierbarkeit und Skalierbarkeit von Softwaresystemen in heterogenen Anwendungssystemen,
- Aufbereitung, Repräsentation und Personalisierung von Informationsinhalten („Contentware Engineering“),
- Entwicklung von anwender- und aufgabenangemessenen Mensch-Maschine-Schnittstellen.

Die Chancen für Deutschland stehen in diesem Know-how-orientierten Zukunftsfeld hervorragend.

Allerdings müssen die wichtigen forschungs- und bildungspolitischen Weichenstellungen umgehend erfolgen, um die Präsenz deutscher Softwareproduzenten auf den globalen Wachstumsmärkten zu sichern und weiter auszubauen [11].

Literatur

1. Bitkom: Informationstechnik und Telekommunikation im Dauerhoch. Bitkom-Pressinformation vom 23. Februar 2000. <http://www.bitkom.org/presse/pr230200.htm>
2. BMBF (Hrsg.): Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland. Endbericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Nürnberg: GfK Marktforschung 2000. <http://www.dlr.de/IT/IV>
3. Broy, M., von der Beek, M., Krüger, I.: SOFTBED: Problemanalyse für ein Großverbundprojekt „Systemtechnik Automobil – Software für eingebettete Systeme“. TU München, Institut für Informatik (1998)
4. Deifel, B., et al.: Die Praxis der Softwareentwicklung. Eine Erhebung. Informatik Spektrum 22, 24–36 (1999)
5. Dostal, W.: Informatiker im Spannungsfeld zwischen Nachhaltigkeit und Verfall. Informatik Spektrum 22, 192–196 (1999)
6. Dutta, S., van Wassenhove, L.N., Kulandaiswamy, S.: Benchmarking European Software Management Practices. Comm. ACM 41(6), 77–86 (1998)
7. EITO (ed.): European Information Technology Observatory 2000. Frankfurt am Main: Eurobit (2000)
8. Encarnaçao, J.L., Leidhold, W., Reuter, A.: Szenario: Die Universität im Jahre 2005. Informatik Spektrum 23, 264–270 (2000)
9. Grund-Ludwig, P.: Marktplätze erfordern eine Anpassung der Legacy-Systeme. Computer Zeitung vom 17. August 2000, S. 14
10. IdW (Hrsg.): Zahlen zur wirtschaftlichen Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland, Ausgabe 2000. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft 2000
11. Schmid, D., Broy, M.: ... noch nicht zu spät! Das Walberberg-Memorandum zur Förderung der IT-Forschung. Informatik Spektrum 23, 109–117 (2000)
12. Welsch, G.R.: Kauf oder Entwicklung von Softwarelösungen: Neue Software im Unternehmen planen und einsetzen. Frankfurt: Fachverband Informationstechnik im VDMA und ZVEI (1998)