



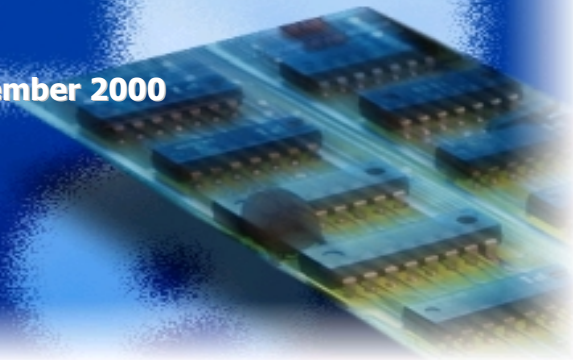
## **„Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland“**

**Eine Studie für das Bundesministerium für Bildung und Forschung**

**Projektgemeinschaft:**

**GfK Marktforschung GmbH  
Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE  
Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI**

**im Dezember 2000**







## **Projektteam**

**GfK Marktforschung,  
Nordwestring 101, D-90319 Nürnberg,  
Tel.: 0911/395-2523, E-Mail: robert.wucher@gfk.de**

Petra Stahl (Projektleitung und Gesamtkoordination)  
Robert Wucher

**Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering (IESE),  
Sauerwiesen 6, D-67661 Kaiserslautern,  
Tel.: 06301/707-101, E-Mail: rombach@iese.fhg.de**

Prof. Dr. H. Dieter Rombach (Projektleitung IESE)  
Susanne Hartkopf  
Kirstin Kohler

**Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI),  
Breslauer Straße 48, D-76139 Karlsruhe  
Tel.: 0721/6809-146, E-Mail: fri@isi.fhg.de**

Dr. Michael Friedewald (Projektleitung ISI)  
Dr. Simone Kimpeler  
Peter Zoche, M.A.

**sowie als externe Berater**

**Technische Universität München,  
Institut für Informatik,  
Arcisstraße 21, D-80290 München  
Tel.: 089/2892-8161, E-Mail: broy@informatik.tu-muenchen.de**

Prof. Dr. Manfred Broy  
Dr. Ingolf Krüger



## Executive Summary

### Auftrag und Vorgehen

Die Untersuchung „Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland“ für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) wurde von der GfK Marktforschung GmbH in Zusammenarbeit mit den Fraunhofer-Instituten für Experimentelles Software Engineering (IESE) und für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) durchgeführt. Ziel dieser Untersuchung war es, den nationalen Softwaremarkt, der sich immer mehr zu einem der Schlüsselmärkte in Deutschland und weltweit entwickelt, quantitativ und qualitativ zu charakterisieren und in seiner weiteren Entwicklung und seinen Anforderungen zu beschreiben. Auf dieser Basis werden die für den Erfolg der Softwareentwicklung in Deutschland notwendigen Investitionen in Forschung und Technologieentwicklung sowie in Fachkräfte-Qualifikation und Ausbildung abgeleitet.

Anlass für diese Untersuchung war zum einen die sich rasch verändernde Situation auf dem Softwaremarkt, in dem zunehmend Software als wesentliches, oft wettbewerbsentscheidendes Instrument von Unternehmen aller Anwendungsbranchen (sekundäre Softwarebranchen) – in Ergänzung zu Softwareunternehmen (primäre Softwarebranche) – entwickelt wird, zum anderen das Fehlen von Marktdaten speziell zur Situation der sekundären Softwarebranchen. Die Primärbranche umfasst neben DV-Dienstleistern auch Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten und –einrichtungen. Zu den Sekundärbranchen zählen in der Studie Unternehmen aus den Bereichen Maschinenbau, Elektrotechnik, Fahrzeugbau, Telekommunikation und Finanzdienstleistungen. Damit werden exemplarisch Branchen innerhalb des produzierenden Gewerbes und des Dienstleistungssektors mit einem besonders hohen Anteil an Softwareentwicklung abgedeckt. Weitere Branchen, wie z.B. die Medizin, Chemie, Biologie und Gentechnik sowie die gesamte Medien- und Unterhaltsbranche wurden zur Begrenzung des Erhebungsaufwands nicht untersucht, da es im Sekundärbereich in der Studie in erster Linie darauf ankam, eine Situationsanalyse zu erstellen, auf deren Basis Handlungsempfehlungen für die Forschungsförderung abgeleitet werden können. Auch war zu berücksichtigen, dass der Sekundärbereich praktisch nicht begrenzbar ist. Dies ist besonders bei den Medien und in der Unterhaltsbranche der Fall, wo das massive Problem der Definition und Abgrenzung der Branche zu angrenzenden Bereichen besteht.

Die vorliegende Studie nutzt methodisch eine Kombination repräsentativer telefonischer Befragungen zur Erhebung quantitativ aussagekräftiger Fakten und Experteninterviews zur qualitativen Vertiefung insbesondere der Zukunftsprognosen.



Im Rahmen der telefonischen Befragung wurden insgesamt 920 Interviews mit Vertretern von repräsentativ ausgewählten Unternehmen der Primärbranche (n = 249 Unternehmen) und den Sekundärbranchen (n = 671 Unternehmen) durchgeführt. Die Zielpersonen im Unternehmen für die durchschnittlich 30minütigen Interviews waren in der Regel die Leiter der Softwareentwicklung bzw. in kleineren Unternehmen häufig auch die Inhaber oder Geschäftsführer. In Ermangelung offizieller Unternehmenszahlen erfolgten zur Ermittlung der Grundgesamtheit und damit der Hochrechnungsbasis für die Ergebnisse je Branche im Vorfeld umfangreiche Recherchen beim Statistischen Bundesamt, der Bundesanstalt für Arbeit, sowie bei Informations-Services und Adress-Verlagen.

Zusätzlich wurden 55 Expertengespräche mit Mitarbeitern von Unternehmen der Primärbranche und den Sekundärbranchen, die um die Branchen Handel, Transport/Verkehr und Chemie/Pharma erweitert worden sind, durchgeführt. Aus den verschiedenen Branchen wurden sowohl kleine, junge und/oder profilbestimmende und marktführende Unternehmen ausgewählt. Die interviewten Personen aus den Unternehmen gehörten dem mittleren und oberen Management in der Softwareentwicklung an. Ziel dieser Expertengespräche war es, zusätzlich zu den ermittelten Fakten aus der repräsentativen Unternehmensbefragung, einen tieferen Einblick in die Praxis der Softwareentwicklung aus der Sicht der unmittelbaren Beteiligten zu gewinnen.

Basierend auf den Daten dieser Befragungen und Szenarien werden Schlussfolgerungen für notwendige forschungs- und bildungspolitische Maßnahmen gezogen. Die **wesentlichen Ergebnisse** zu den Schwerpunkten „Marktstruktur der Softwarebranche“, „Personalsituation in der Softwareentwicklung“ sowie „Technologischer Innovationsstand in der Softwareentwicklung“ werden im Folgenden zusammengefasst.

### **Marktstruktur der Softwarebranche**

In Deutschland wird derzeit in rund 19.200 Unternehmen der untersuchten Branchen – 10.550 Unternehmen der Primärbranchen (DV-Dienstleistern, Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten und –einrichtungen) und 8.650 Unternehmen der Sekundärbranchen (Maschinenbau, Elektrotechnik, Fahrzeugbau, Telekommunikation und Finanzdienstleistungen) - Software entwickelt bzw. angepasst. In diesen Unternehmen sind insgesamt ca. 2,8 Millionen Erwerbstätige beschäftigt (ca. 300.000 Erwerbstätige in der Primärbranche und 2,5 Millionen in den Sekundärbranchen). 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.

Der Umsatz mit Software hat sich in den letzten Jahren massiv erhöht, ein Ende des Wachstums ist nicht abzusehen. Im deutschen Markt für Software und IT-Services wurden lt. Angabe von Bitkom im Jahr 1999 allein 55,5 Mrd. DM umgesetzt [Bitkom 2000b]. In den

Sekundärbranchen ist das Umsatzvolumen durch Software weit schwieriger einzuschätzen. Mittlerweile ist in vielen Sekundärbranchen der gesamte Umsatz von Software abhängig. Beispielsweise können heute in der Automobilindustrie keine Steuerfunktionen ohne Software realisiert, keine Automobile ohne Software produziert oder vertrieben, und keine betrieblichen Abläufe – von der Produktions- bis zur Personalplanung – ohne Software aufrechterhalten werden.

Als Ergebnis der repräsentativen Unternehmensbefragung wurde eine durch Softwareentwicklung bzw. -anpassung erzielte Wertschöpfung von ca. 50 Mrd. DM in den Primär- und Sekundärbranchen insgesamt errechnet. 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%.

Die in der Volkswirtschaft übliche und auch im vorliegenden Bericht angewendete Berechnung der Wertschöpfung wird allerdings der strategischen Bedeutung von Software - vor allem in den Sekundärbranchen - nicht voll gerecht.

Es zeigt sich an der Behandlung von Softwareentwicklungs-Abteilungen als reine Kostenstellen in der überwiegenden Zahl der Unternehmen, dass die strategische Bedeutung von Software als Umsatzgenerator auch noch nicht überall erkannt wird. Erste Unternehmen aus den Sekundärbranchen beginnen aber bereits damit, Softwareentwicklungs-Projekte nicht über ihren Kostenanteil an der Produktentwicklung, sondern über den mit Hilfe dieser Software realisierbaren Umsatz zu rechtfertigen. Damit zeichnet sich ab, dass Unternehmen Software zunehmend als Investition und „Business-Enabler“ und nicht länger als reinen Kostenfaktor begreifen.

Software entsteht als eigenständiges Produkt (Primärbranche) oder eingebettet in Produkte oder Dienstleistungen (Sekundärbranchen).

Die **Primärbranche** ist durch junge Unternehmen gekennzeichnet (67% der Unternehmen in der Primärbranche wurden 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 (z.B. Handel) durch Professionalisierung ihrer internen Produkte (z.B. Warenwirtschaftssysteme) neue Standbeine 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.

In den **Sekundärbranchen** spiegelt sich die traditionelle Stärke der deutschen Wirtschaft wider. Ingenieurmäßige Individuallösungen (z.B. Steuerungsfunktionen zur Sicherheit von Automobilen wie ABS, umweltschonender Energieverbrauch wie Einspritzsysteme, oder komfortable Wartung wie Online-Diagnosesysteme) tragen dazu bei, dass diese Branchen ihre Weltmarktführerschaft ausbauen können. In all diesen Branchen kann im



Entwicklungsbereich eine immer stärkere Verschiebung von der Hard- zur Software beobachtet werden. Insgesamt liegt aber 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 (z.B. Electronic Business), Banken (z.B. Electronic Banking) und Telekommunikation, sondern manifestiert sich immer mehr durch produktbegleitende Mehrwertdienstleistungen auf der Basis von Software.

Ein besonderes Merkmal mit existenzieller Bedeutung für die Unternehmen der Sekundärbranche ist das hohe Alter vieler Softwaresysteme. Ihre Entstehung geht häufig bis in die 70er Jahre zurück. Man spricht von sogenannten Legacy-Systemen. Diese Legacy-Systeme sind auf der einen Seite über viele Jahre gereift. Sie enthalten das akkumulierte Anwendungswissen des Unternehmens und sind extrem stabil. Auf der anderen Seite sind viele dieser Systeme nach mittlerweile veralteten Methoden entwickelt worden und erweisen sich als sehr schwer wart- und änderbar. Veränderte Geschäftsprozesse erfordern aber 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?

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

Ein wichtiges Motiv für die extensive Ausgliederung der Softwareentwicklung ist der Mangel an qualifizierten Mitarbeitern. Aufträge werden an eigene Niederlassungen oder an Fremdfirmen in Ländern innerhalb und außerhalb der Europäischen Union oder Asiens vergeben. Diese Lieferantenbeziehungen erweisen sich in der Praxis in vielen Fällen 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 ist nicht wettbewerbssichernd und kann/soll ausgelagert bzw. 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. Hierzu liegen vereinzelte Absichtserklärungen (aus den Expertengesprächen) vor, nach denen einige der Banken und Versicherungen ihren Fremdentwicklungsanteil von derzeit ca. 30% auf 70 bis 80% erhöhen wollen. Dabei spielt die Frage, welche Software für das Unternehmen strategische Bedeutung hat, stets eine herausragende Rolle.



Auch bei der Auslagerung der Softwareentwicklung oder Zukauf muss das Anwendungsentwicklungswissen 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 Software-Ingenieure statt. Insgesamt ist eine Differenzierung unterschiedlicher Rollen in der Softwareentwicklung zu erkennen, die sich aber nur langsam durchsetzt.

Die geplante Erhöhung der Auslagerung der Softwareentwicklung kann heute durch käufliche Standardprodukte nur unzureichend abgedeckt werden. Dies führt zu einschneidenden Veränderungen. Entweder werden durch Standardisierung von Anwendungsarchitekturen neue Unternehmen der Primärbranche in die Lage versetzt, als Lieferanten zu fungieren, oder Unternehmen der Sekundärbranchen wie Finanzdienstleister gründen Tochterunternehmen.

Die Alleinstellungsmerkmale innovativer Produkte sowie Dienstleistungen wie Telekommunikations- oder Versicherungsprodukte sind ohne Software nicht mehr vorstellbar. Der Wettbewerb wird zunehmend über „software-veredelte“ Funktionen der Produkte oder Dienstleistungen entschieden. Dementsprechend gewinnen für Hochlohnländer wie Deutschland Arbeitsplätze mit besonders hoher Wertschöpfung an Bedeutung, wie sie im Umfeld software-veredelter Produkte und Dienstleistungen anzutreffen sind.

### **Personalsituation in der Softwareentwicklung**

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 bzw. 55.000 Softwareentwicklern zur Einstellung in den nächsten 12 Monaten zeigt den Mindestbedarf auf. 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. Die Befriedigung des Bedarfs durch frei auf dem Markt verfügbare Arbeitskräfte ist gegenwärtig derart unzureichend, dass die genaue Anzahl der offenen Stellen in vielen Unternehmen überhaupt nicht mehr ausgewiesen wird. Vielversprechende 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 dabei in der Primärbranche Informatiker die Mehrheit stellen, so 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 der vielfach bemängelten, fehlenden Anwendungsorientierung der universitären Ausbildungsgänge zum Informatiker.

Ein wesentliches Problem bei der Zuordnung geeigneter Fachkräfte – auch speziell der effektive Einsatz von Informatikern - liegt in der unklaren Rollendefinition für unterschiedliche Tätigkeiten in der Softwareentwicklung, der ungenügend definierten Qualifikationsanforderungen sowie mangelnder Weiterbildungsmaßnahmen zur Aktualisierung des notwendigen Know-hows. Es wird in der Softwareentwicklung bislang zu wenig zwischen Ingenieurstätigkeiten wie Anforderungsanalyse oder Systementwurf und einfacheren technischen Tätigkeiten wie Programmierung oder Komponententesten unterschieden. Es gibt – anders als bei anderen Technikbereichen – keine breite Akzeptanz dafür, dass für Ingenieurstätigkeiten in der Softwareentwicklung ein Hochschulstudium (z.B. Informatik) erforderlich ist, während Techniker auch über Berufsakademien oder Ausbildungsberufe ihren Weg in die Praxis finden können. Dies hat auch zur Folge, dass hochqualifizierte Informatiker nicht adäquat eingesetzt werden, sich unterfordert fühlen und in die Primärbranche abwandern.

Die Professionalisierung der Softwareentwicklung erfordert ein klares Rollenbild und darauf abgestimmte Qualifikationen. Insbesondere sollten professionelle Berufsbezeichnungen wie ‚Software-Ingenieur‘ geschützt sein. 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 Einstellungsänderung bei Arbeitnehmern und Arbeitgebern.

Der mittelfristige Personalbedarf bis 2005 ist stark ansteigend. Basierend auf dem Befragungsergebnis kann man davon ausgehen, dass bis 2005 der Personalbestand in der Primär- und in den Sekundärbranchen von heute 177.000 Mitarbeiter in der Softwareentwicklung auf schätzungsweise 385.000 ansteigen wird. 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 in der Studie nicht einbezogenen Sekundärbranchen, so erhöht sich die Zahl noch einmal beträchtlich. Darüber hinaus ist eine signifikante Verschiebung von Stellen in der Hardware- zur Softwareentwicklung zu erwarten. Da in der Primärbranche traditionell Akademiker die Mehrheit der Softwareentwickler bilden, und in den Sekundärbranchen durch verstärkte Auslagerung reiner Programmiertätigkeiten ebenfalls ein stärkerer Trend hin zu Akademikern zu erwarten ist, ist es offensichtlich, dass dieser hohe Bedarf an hochqualifizierten Mitarbeitern nicht durch die Standardausbildungsgänge der Hochschulen und sonstiger Bildungsträger gedeckt werden kann. Auch bei Ausschöpfung des Rationalisierungspotenzials auf technischer Ebene der Programmierung durch Werkzeugeinsatz ist mit einem weiteren Anstieg des Personalbedarfs zu rechnen.

Vor allem die Expertengespräche haben verdeutlicht, dass in den Sekundärbranchen die Qualifikation der gesuchten Mitarbeiter in Abhängigkeit von der Größe der Unternehmen stark variiert.

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 notwendige Voraussetzungen. Diese werden insbesondere durch anwendungsorientierte Informatikstudiengänge (z.B. Wirtschaftsinformatik oder praktische Informatik mit Schwerpunkt Maschinenbau) vermittelt. In kleinen und mittelständischen Unternehmen gestaltet sich das Bild dagegen völlig anders. Hier besteht ein sehr großer Bedarf an Fachhochschulabsolventen. Der Tätigkeitsschwerpunkt dieser Mitarbeiter liegt in der Programmierung und Anpassung von Applikationen. Die praxisbezogene Ausbildung der Fachhochschulabsolventen ermöglicht eine schnelle Einarbeitung solcher Mitarbeiter. Mit Universitätsabsolventen haben einige der Unternehmen hingegen weniger gute Erfahrung gemacht, da sie häufig wenig Routine im Umgang mit Applikationen besitzen und mit reinen Programmier Tätigkeiten eher unterfordert und unzufrieden sind.

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 zieht auch eine steigende Nachfrage an Mitarbeitern mit Führungsqualifikationen nach sich. Besonders für große Software-Projekte werden verstärkt Projekt-Manager gesucht. Da Software zunehmend wettbewerbsbestimmend ist, sind Fragen der Informationstechnik bis auf Vorstandsebene von zentraler Bedeutung für den Erfolg der Unternehmen.

Beim Thema Ausbildung drängen die befragten Unternehmen verstärkt auf interdisziplinäre Studiengänge, in denen Anwendungswissen der Sekundärbranchen mit Informatikkenntnissen verbunden werden. Bei der Informatikausbildung wird der Vermittlung von Methoden und Techniken der Qualitätssicherung von Software, sowie der komponenten-basierten Softwareentwicklung hoher Stellenwert beigemessen. Die gegenwärtige Ausbildung konzentriert sich oft 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 Fähigkeiten wie Team- und Führungsfähigkeiten angemahnt.

Kurze Innovationszyklen von Methoden und Werkzeugen im Bereich der Softwareentwicklung sowie die oben beschriebene Verschiebung der Tätigkeitsschwerpunkte verlangen auch 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“. Kleine und mittelständische Unternehmen suchen derzeit nach neuen Möglichkeiten, ihre Mitarbeiter schnell und kostengünstig mit neuen Methoden und Technologien im Bereich der Softwareentwicklung vertraut zu machen. Wiederholt wurde in diesem Zusammenhang ein erweitertes Angebot der Universitäten gefordert, das Ingenieure nicht nur aus-, sondern auch weiterbildet.

### **Technologischer Innovationsstand in der Softwareentwicklung**

Die unterschiedlichen Anforderungen an Software begründen sich aus ihren unterschiedlichen Einsatzbereichen. Vielfach dominieren in der Praxis aber 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 Qualität sich in einer ganzheitlichen Sicht auch positiv auf Kosten und Entwicklungszeiten auswirken. Anzeichen für ein Umdenken in diese Richtung sind bereits durch den verstärkten frühzeitigen Einsatz von Inspektionen bzw. Reviews zu beobachten, durch die Probleme rechtzeitig identifiziert und behoben werden können.

Generell kann ein Trend zu risikominimierenderen Entwicklungsprozessen (z.B. inkrementelle Prozesse) festgestellt werden. Einzelne Unternehmen können durch die Reduktion von Entwicklungskrementen auf überschaubare Größenordnungen bereits signifikante Verbesserungen hinsichtlich verbesserter Planbarkeit erreichen und somit eine höhere Erfolgsquote aufweisen.

Methodisch liegt ein starker Fokus auf frühzeitiger Fehlererkennung durch Inspektionen und Reviews, auf der Nutzung der Komponententechnologie zur Kostenreduktion sowie auf verbesserter Interaktion zwischen eigentlicher Softwareentwicklung und den Bedürfnissen aus der Anwendung im Rahmen 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 Paradigmawechsel dar. Beim eigentlich dringend gebotenen Übergang von ihren zentralen, lebenswichtigen Softwaresystemen zu den neuen Plattformen sind sie vielfach überfordert. Die Folge ist ein weiteres Anwachsen des Bestandes an „Legacy Software“.

Die Kooperation mit Universitäten und Forschungseinrichtungen liegt immer noch unter dem wünschenswerten bzw. mit Ländern wie den USA vergleichbarem Niveau. Von den befragten Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen geben nur 22% an, überhaupt Forschung zu betreiben. In den Experteninterviews wurde dieses allerdings in

vielen Fällen relativiert, da viele Unternehmen unter Forschung „akademische Grundlagenforschung“ verstehen. 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, langfristige Sichtweise hinsichtlich der Softwareentwicklung zu entwickeln und dabei die Rolle und den Stellenwert der Forschung richtig einzuschätzen. Insgesamt führt der hohe Entwicklungsdruck und Mitarbeitermangel zu einer unzureichenden Auseinandersetzung mit innovativen Techniken. Chancen und Potenziale innovativer Techniken 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 wurden die in den USA praktizierte Auftragsforschung oder das Fraunhofer-Modell in Deutschland genannt.

### **Handlungsempfehlungen**

Diese Ergebnisse legen folgende dringende **Handlungsempfehlungen** nahe:

Nach übereinstimmender Einschätzung aller befragten Experten bestehen die Voraussetzungen für eine günstige Entwicklung der Sekundärbranchen in Deutschland sowie eines Wachstums der Primärbranche in verstärkten Anstrengungen bei der Technologieentwicklung (insbesondere der Softwaretechnik) sowie der kontinuierlichen Qualifikation von Arbeitskräften. Allerdings ist dringlich eine massive Verstärkung der staatlichen Förderung auf dem Feld der Softwaretechnik geboten. Dabei müssen jedoch sorgfältig abgestimmte, differenzierte Formen der Förderung gewählt werden, um den Besonderheiten dieses Gebiets gerecht zu werden.

- Eine direkte Wirtschaftsförderung für Unternehmen in der Primärbranche und in den Sekundärbranchen ist nicht erforderlich. Um innovative Techniken in den Unternehmen zu erschließen, sind weniger finanzielle Zuwendungen erforderlich als vielmehr bessere Rahmenbedingungen etwa in Form qualifizierten Nachwuchses und kompetenter Partner in Forschungsinstituten. Erforderlich ist eine Forschungsförderung auf dem Gebiet der Softwaretechnologie, die eine breite Forschungsinfrastruktur in Hochschulen und Forschungseinrichtungen auf den in Deutschland für die Industrie strategischen Themen aufbaut, die für das breite Feld der Unternehmen als Ansprechpartner für Kooperationen außerhalb der öffentlichen Förderung bereitsteht.



- Eine substantielle **öffentliche Forschungsförderung** ist aus mehreren Gründen zwingend erforderlich und für die schnelle Entwicklung der Softwarebranche von zentraler Bedeutung: Erstens wird die Notwendigkeit der Bereitstellung besserer Entwicklungsmethoden (Softwaretechnik) in Unternehmen aller Branchen erkannt und muss deshalb als nationale Aufgabe zur Sicherung der Zukunft in einer der wichtigsten Wachstumsbranchen Deutschlands gesehen werden. Zweitens gibt es spezifisch deutsche Herausforderungen wie die Lösung des Software-Variantenbildungsproblems in den traditionell starken produzierenden Sekundärbranchen wie der Automobilindustrie. Drittens besteht eine große Chance, durch die Förderung branchenspezifischer Softwarekompetenz (z.B. für Branchenarchitekturen) einen Boom von Unternehmensgründungen im primären Softwarebereich zu stimulieren, die als Zulieferer großer Systemintegrationen für die Sekundärbranchen fungieren. Grundsätzlich muss sich die Förderung auf folgende Schwerpunkte konzentrieren:
  - Verbesserung des Softwarereifegrads in den Unternehmen durch Weiterentwicklung der Standards (State of the Art, Beste Practice) und Unterstützung der Unternehmen beim Einsatz. Dazu gehört auch das systematische Erarbeiten der Datenbasis zur Einschätzung unterschiedlicher Techniken in der Softwareentwicklung und das Zuschneiden von Techniken auf bestimmte Anwendungsgebiete.
  - Grundlagenforschung zur wissenschaftlichen Fundierung der Softwaretechnik in kritischen und zukunftsentscheidenden Bereichen (Safety, Security, Methodik, Werkzeuge, Modelle etc.).
  - Erarbeiten von und Experimentieren mit innovativen Konzepten in der Softwaretechnik.

Diese drei Felder ergänzen und befruchten sich. Dazu ist neben einer schnellen, entschlossenen, breit angelegten, erheblichen Forschungsförderung auch eine massive Erhöhung der Ausbildungskapazitäten in Schule, beruflicher Bildung, Hochschule und Universitäten erforderlich.

- Die Experten lieferten sehr spezifische Vorstellungen über die Art der Forschungsförderung. Zum einen wurde die Frage nach „marktnaher Forschung“ oder „Grundlagenforschung“ mit einem eindeutigen „Beides“ beantwortet. Es setzt sich immer mehr die Meinung durch, dass in einem sich so rasant entwickelnden Bereich (man spricht von Technologiehalbwertszeiten von 3 bis 5 Jahren) nur die **themenspezifische Parallelförderung von Grundlagenforschung und angewandter Forschung** Erfolg verspricht. Deshalb werden als wichtigste Merkmale eines zielführenden Förderprogramms folgende Punkte angesehen:
    - kleine Projekte (keine großen Konsortien, sondern besser wenige aktive Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit effizienter Dissemination der Ergebnisse),
    - durchgängige Struktur (Integration von Grundlagen und Anwendungsfragen, Integration von Forschungs- und Anwendungspartnern),
    - Interdisziplinarität (viele Herausforderungen erfordern fachübergreifendes Know-how) und
    - schnellere Projektvergabe (Auflage von Forschungsprogrammen und Projektvergabe müssen den zeitlichen Bedürfnissen des Gebiets entsprechend beschleunigt werden).
- Dabei erfordert die thematische Steuerung Instrumentarien für eine schnellere und zielgerichtetere Reaktion auf neue innovative Themen. Dies erfordert die Einrichtung eines kleinen, effektiven Steuergremiums aus Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, das die Förderstrategie überprüft und fortschreibt.
- Bei der Identifizierung **wichtiger Forschungsthemen** müssen die spezifischen Stärken des Standorts Deutschland – starkes produzierendes Gewerbe, Einzel- statt Massenproduktionskultur – berücksichtigt werden. Deshalb sollte sich die Förderung besonders auf folgende Anwendungsfelder konzentrieren:
    - Software in Produkten („Embedded Software“, z.B. Automobil, Mobilfunk)
    - Software zur Unterstützung von Dienstleistungen (z.B. Versicherungen, Öffentliche Verwaltung, Gesundheitswesen, Planung und Logistik)
    - Software für produktbegleitende Mehrwertdienstleistungen (z.B. Verkehrsleitsysteme für Fahrzeuge)



Die Forschung zur Softwaretechnik sollte sich folgenden Aufgabenfeldern stellen:

- Verbesserung der Softwarekompetenz der Unternehmen auf breiter Front durch schrittweises Verbessern der Prozesse, Verfahren, Werkzeuge und Methoden
- Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen zur Vervollständigung der Softwaretechnik als Ingenieurdisziplin und als Basis innovativer Techniken
- Bereitstellen und Experimentieren mit innovativer Softwaretechnik

Alle drei genannten Felder sind von zentraler Bedeutung und bedingen sich gegenseitig.

Thematische Schwerpunkte könnten wie folgt gesetzt werden:

- Prozesse, Methoden und Werkzeuge zur Erstellung und Integration wiederverwendbarer Softwarekomponenten („Componentware“) auf Basis langlebiger Softwarearchitekturen
- Prozesse, Methoden und Werkzeuge zur rationellen Erstellung von Software hoher Qualität
- Prozesse, Methoden und Werkzeuge zur rationellen Erstellung von Software-Varianten
- Prozesse, Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung räumlich verteilter Produkt- und Softwareentwicklung
- Konfigurierbarkeit und Skalierbarkeit von Softwaresystemen in heterogenen Anwendungssystemen
- Aufbereitung, Repräsentation und Personalisierung von Informationsinhalten aus heterogenen Datenquellen („Knowledge Management“, „Contentware Engineering“)
- Entwicklung von Mensch-Maschine-Schnittstellen, die auf die Bedürfnisse der Anwender zugeschnitten sind („Human Centered Engineering“)
- Entwicklung und Integration heterogener Netzinfrastrukturen mit skalierbaren Leistungen („Network Engineering“)
- Requirements Engineering zur Ermittlung, Dokumentation, Validierung und Verfolgung komplexer Anforderungen
- Innovative zukunftsweisende Softwaretechnik wie etwa Ad Hoc Systems, Extreme Programming, Netzbasierte Softwareinfrastrukturen.

Zusätzliche Querschnittsthemen für alle Anwendungsbereiche beinhalten

- Digitale Modellierung und Simulation: Umsetzung komplexer Modelle auf Computer, um Experimente zu ersetzen
- Hochleistungsinformationsverarbeitung zur Verarbeitung großer Datenmengen
- Sicherheit: vor unberechtigtem Zugriff bei der Übertragung von Daten über heterogene Netzwerke
- Parallel zu einer Softwaretechnologie-Forschungsförderung sind in der **Aus- und Weiterbildung** Weichenstellungen quantitativer und qualitativer Art unerlässlich. Der Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften erfordert eine Ausdifferenzierung und Verbreiterung des Ausbildungsangebots im Softwarebereich. Dies kann durch
  - Ausbau der Kapazitäten im Informatikbereich,
  - bessere Durchdringung anderer Studiengänge mit informationstechnischem Anwendungswissen,
  - Verkürzung der Studienzeiten,
  - zusätzliche Förderung der Ausbildungsberufe im IT-Bereich sowie
  - verstärkte Weiterbildungsmaßnahmen

unterstützt werden.

Qualitativ wird allerdings eine generelle Erneuerung des deutschen Aus- und Weiterbildungssystems im IT-Bereich als notwendig angesehen. Dabei sollten die Internationalisierung der Lehre, eine Aktualisierung der Bildungsinhalte, Interdisziplinarität sowie der Praxisbezug in den Mittelpunkt gestellt werden. Dass IT-Anwendungswissen in andere Ausbildungsgänge integriert wird sowie Aus- und Weiterbildung im Sinne lebenslangen Lernens angeboten wird, sind weitere dringliche Anforderungen.

Ein entscheidender Punkt wird die Ausbildung höchstqualifizierter Softwareexperten sein, die in den Unternehmen die Zukunftsfähigkeit der Softwaresysteme bestimmen und die neuen Einsatzfelder von Software erschließen. Solche Experten können nur auf dem Nährboden eines Netzwerks von ambitionierten Projekten und Kompetenzzentren herausgebildet werden und sind vielleicht die wertvollsten Spin-Offs einer zielgerichteten Forschungsförderung.



- Grundsätzlich ist festzustellen, dass sich die Forschungslandschaft in der Bundesrepublik Deutschland zu schwerfällig für das innovative, sich schnell entwickelnde Gebiet der Softwaretechnik erweist. Die vorhandenen Institute beschäftigen sich überwiegend mit Themen überkommener Disziplinen, zu modernen Themen der Software wird kaum oder unkritisch gearbeitet. Dringend sind weitere Kompetenzzentren und Institute erforderlich.

Die Chancen für Deutschland stehen in diesem Know-how-orientierten Zukunftsfeld hervorragend. Allerdings müssen die wichtigen forschungs- und bildungspolitischen Weichenstellungen umgehend erfolgen, um frühzeitig eine starke Präsenz deutscher Softwareproduzenten auf den globalen Wachstumsmärkten der Zukunft zu sichern und weiter auszubauen.

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>27</b>
<b>2. Gegenstand der Studie</b>	<b>29</b>
<b>2.1 Ziele und Inhalte der Studie</b>	<b>29</b>
<b>2.2 Untersuchungsdesign</b>	<b>30</b>
<b>2.3 Umfang der Studie</b>	<b>32</b>
2.3.1 Software	32
2.3.2 Unternehmen der Software-Primärbranche	33
2.3.3 Unternehmen der Software-Sekundärbranchen	35
2.3.4 Softwareentwickelnde Unternehmen	36
2.3.5 Rollen bei der Nutzung und Entwicklung von Software	36
<b>2.4 Überblick über andere Untersuchungen zum Thema „Softwareentwicklung“</b>	<b>39</b>
2.4.1 Zum Markt für Software und zum Arbeitskräftebedarf in der IT-Branche	39
2.4.2 Zur Praxis der Softwareentwicklung in Deutschland	41
2.4.3 Zur technischen und wirtschaftlichen Entwicklung	43
<b>3. Positionierung des Softwaremarktes in Deutschland</b>	<b>45</b>
<b>3.1 Traditionelle Stärken und Schwächen</b>	<b>45</b>
<b>3.2 Möglichkeiten für den deutschen Softwaremarkt</b>	<b>46</b>
<b>3.3 Wirtschaftliche Bedeutung</b>	<b>48</b>
<b>3.4 Entwicklungstrends</b>	<b>49</b>
<b>4. Die Marktstruktur der Softwarebranche</b>	<b>55</b>
<b>4.1 Unternehmen und Branchen</b>	<b>55</b>
4.1.1 Unternehmen der Primärbranche	55
4.1.2 Unternehmen der Sekundärbranchen	56
4.1.3 Unternehmen mit Softwareentwicklung	58
<b>4.2 Altersstruktur der Unternehmen</b>	<b>64</b>
<b>4.3 Unternehmensverflechtungen</b>	<b>65</b>
<b>4.4 Produkte und Einsatzbereiche</b>	<b>68</b>
<b>4.5 Umsatz</b>	<b>77</b>
<b>4.6 Wertschöpfung und Bedeutung von Softwareentwicklung</b>	<b>82</b>

<b>4.7 Marktbeziehungen im Softwaremarkt</b>	<b>87</b>
4.7.1 Zulieferung von Software	87
4.7.2 Auftragsvergabe ins Ausland	89
4.7.3 Originäre Entwicklung und Anpassung von Software	93
<b>4.8 Unternehmensstrategien</b>	<b>96</b>
<b>4.9 Software als Alleinstellungsmerkmal</b>	<b>97</b>
<b>5. Personal in der Softwareentwicklung</b>	<b>101</b>
<b>5.1 Heutige Personalsituation</b>	<b>102</b>
5.1.1 Personalbestand in der Softwareentwicklung	102
5.1.2 Heutiger Bestand an IT-Ausbildungsstellen	103
5.1.3 Heutige Qualifikation des Personals in der Softwareentwicklung	105
5.1.4 Weiterbildung	109
5.1.5 Mitarbeiterbindung	110
<b>5.2 Personalbedarf in der Softwareentwicklung</b>	<b>111</b>
5.2.1 Kurzfristiger Personalbedarf	112
5.2.2 Mittelfristiger Personalbedarf bis Mai 2001	113
5.2.3 Langfristiger Personalbedarf bis 2005	114
5.2.4 Qualifikationen des gesuchten Personals für die Softwareentwicklung	116
<b>6. Technische Innovationen auf dem Gebiet der Softwareentwicklung</b>	<b>127</b>
<b>6.1 Anforderungen und Charakteristika der Software</b>	<b>127</b>
6.1.1 Wettbewerbsbestimmende Qualitätseigenschaften der Software	127
6.1.2 Alter der Software	129
6.1.3 Standardisierung	130
<b>6.2 Prozesse in der Softwareentwicklung</b>	<b>131</b>
6.2.1 Vorgehensmodelle	131
6.2.2 Qualitätssicherung	134
6.2.3 Methoden	135
6.2.4 Werkzeuge	137
6.2.5 Entwicklungszyklen in der Softwareentwicklung	138
6.2.6 Zertifizierung	139
6.2.7 Rollen in der Softwareentwicklung	140
<b>6.3 Forschung im Bereich Softwareentwicklung</b>	<b>143</b>
6.3.1 Unternehmen mit Forschung im Bereich Softwareentwicklung	143
6.3.2 Investitionen im Bereich Forschung	144
6.3.3 Kooperationen mit Forschungseinrichtungen/Universitäten	145
6.3.4 Gewünschte Forschungsschwerpunkte aus Sicht der Industrie	149

<b>7. Abrundung durch Experteninterviews</b>	<b>151</b>
<b>7.1 Softwarebranche(n)</b>	<b>152</b>
7.1.1 Software-Produkte und –Dienstleistungen	152
7.1.2 Umsatz, Kosten und Produktivität	154
7.1.3 Wertschöpfung und Bedeutung	155
7.1.4 Lieferantenbeziehungen	156
7.1.5 Unternehmensstrategien	157
7.1.6 Software als Alleinstellungsmerkmal	157
7.1.7 Komplexität und Innovationen	158
7.1.8 Entrepreneurship	158
<b>7.2 Personal in der Softwareentwicklung</b>	<b>159</b>
7.2.1 Kurzfristiger Personalbedarf	159
7.2.2 Mittelfristiger Personalbedarf	162
<b>7.3 Technische Innovationen</b>	<b>164</b>
7.3.1 Anforderungen an Software	164
7.3.2 Prozesse der Softwareentwicklung	165
7.3.3 Forschung im Bereich Softwareentwicklung	166
<b>8. Software-Entwicklung in 2010 – Ein Szenario</b>	<b>169</b>
<b>8.1 Vision einer vernetzten Welt</b>	<b>171</b>
<b>8.2 Detailergebnisse der Szenarioanalyse</b>	<b>174</b>
8.2.1 Software im produzierenden Gewerbe	174
8.2.1.1 Eingebettete Software	175
8.2.1.2 Software zur Unterstützung des Produktionsprozesses	177
8.2.2 Software im Dienstleistungssektor	177
8.2.3 Die Durchdringung des täglichen Lebens mit Softwareprodukten	179
8.2.4 Gründerboom im Softwarebereich	181
8.2.5 Softwareentwicklung im globalen Dorf	184
<b>9. Schlussfolgerungen</b>	<b>187</b>
<b>9.1 Wirtschaftliche Bedeutung</b>	<b>187</b>
<b>9.2 Forschung</b>	<b>188</b>
<b>9.3 Aus- und Weiterbildung</b>	<b>191</b>
<b>9.4 Zusammenfassung</b>	<b>195</b>



<b>Anhang</b>	<b>197</b>
<b>Fragebogen</b>	<b>199</b>
<b>A. Methodisches Vorgehen</b>	<b>223</b>
<b>B. Szenariotechnik</b>	<b>229</b>
<b>B.1 Elemente der Szenariotechnik</b>	<b>229</b>
<b>B.2 Aufgabenanalyse</b>	<b>230</b>
<b>B.3 Einflussanalyse</b>	<b>231</b>
<b>B.4 Trendprojektion</b>	<b>238</b>
<b>B.5 Szenarientwicklung</b>	<b>246</b>
<b>Gesprächsleitfaden für die Experteninterviews</b>	<b>247</b>
<b>Liste der beteiligten Unternehmen</b>	<b>249</b>
<b>Literatur</b>	<b>253</b>

## Abbildungsverzeichnis

	<b>Seite</b>
Abbildung 2.2:a Vorgehensmodell	31
Abbildung 2.3.5:a Rollen bei der Nutzung und Entwicklung von Software	38
Abbildung 3.3:a Querschnittsbedeutung von Software	48
Abbildung 3.4:a Entwicklungsstufen einer Ingenieurdisziplin	50
Abbildung 3.4:b Softwareanwendungen im Fahrzeugbau	52
Abbildung 3.4:c Softwareanwendungen im Versicherungswesen	54
Abbildung 4.1.3:a Unternehmen mit Softwareentwicklung bzw. –anpassung – Primärbranche –	58
Abbildung 4.1.3:b Unternehmen mit Softwareentwicklung bzw. –anpassung – Sekundärbranchen –	59
Abbildung 4.1.3:c Marktstruktur: Primärbranche deutlich von kleinen Unternehmen geprägt – Unternehmen der Sekundärbranchen mit Softwareentwicklung sind tendenziell größer	62
Abbildung 4.1.3:d Anzahl Mitarbeiter in Unternehmen mit Softwareentwicklung	63
Abbildung 4.2:a Durchschnittsalter der jungen Softwarebranche von 10 Jahren – Rund 1. Tsd etablierte „Start-up’s“	64
Abbildung 4.3:a Knapp 2 Tsd. Unternehmen haben in der Vergangenheit ein oder mehrere Unternehmen übernommen	66
Abbildung 4.3:b Kleine und mittlere Softwareunternehmen in Deutschland haben zumeist keine internationalen Verflechtungen	67
Abbildung 4.4:a Entwickelte Software zumeist eigenständiges Produkt – Schwerpunkt embedded Software in den Sekundärbranchen	69
Abbildung 4.4:b Über die Hälfte der Primärbranche bietet betriebswirtschaftliche Software als eigenständiges Produkt an – Multimedia-/Internet-Software bereits auf Rang 2	70
Abbildung 4.4:c Breite Angebotspalette im Bereich betriebswirtschaftlicher Software	71
Abbildung 4.4:d Anbieterstruktur im Bereich technischer Software	72
Abbildung 4.4:e 1.500 Unternehmen bedienen den Markt für Systemsoftware	73
Abbildung 4.4:f Über die Hälfte der Unternehmen der Primärbranche hat sich auf Softwarelösungen für bestimmte Branchen spezialisiert – Größte Anbietervielfalt für den Handel	74
Abbildung 4.4:g Drei Viertel der Unternehmen der Sekundärbranchen entwickelt Individualsoftware – Standardsoftware nahezu ausschließlich durch Primärbranche entwickelt	76
Abbildung 4.5:a Die Unternehmen der Primärbranche erzielten 1999 einen Gesamtumsatz von ca. 83 Mrd. DM	78
Abbildung 4.5:b Umsatz der Unternehmen mit Softwareentwicklung nach Branchen	80
Abbildung 4.5:c Durchschnittlich 15% der Neuentwicklungskosten der Sekundärbranchen entfallen auf Software – Elektrotechnik und Telekommunikation überdurchschnittlich software-intensiv	81
Abbildung 4.6:a Ermittlung der Bruttowertschöpfung	83
Abbildung 4.6:b Softwareentwicklung trägt ca. 50 Mrd. DM zur Bruttowertschöpfung der Bundesrepublik Deutschland bei	85
Abbildung 4.6:c Knapp die Hälfte aller Unternehmen in der Primärbranche generieren mit Softwareentwicklung über 75% ihres Umsatzes	86

Abbildung 4.7.1:a Nutzung/Weiterentwicklung von extern gekaufter Software: Über ein Drittel der Sekundärbranchen sieht sich in einem Abhängigkeitsverhältnis zu Auftragnehmern	88
Abbildung 4.7.2:a Der Schwerpunkt der Softwareentwicklung deutscher Unternehmen liegt in Deutschland	89
Abbildung 4.7.2:b Softwareentwicklung im Ausland erfolgt in der Primärbranche mehrheitlich durch ausländische Auftragnehmer – Sekundärbranchen lagern Entwicklung überwiegend in den Konzern aus	91
Abbildung 4.7.2:c Ausländische Auftragsentwicklungen mit Schwerpunkt EU – Softwareentwicklung im Konzern zumeist in Übersee	93
Abbildung 4.7.3:a Klare Schwerpunkte bei der Softwareentwicklung: Primärbranche entwickelt originär, Sekundärbranchen entwickeln weiter und individualisieren	94
Abbildung 4.7.3:b Knapp zwei Drittel in den Sekundärbranchen eingesetzten Software sind Standardprodukte – wenig Bewegung im Verhältnis von Standardsoftware, Auftrags- und Eigenentwicklung	95
Abbildung 4.9:a Zuverlässigkeit und Funktionalität sind aus Sicht der Unternehmen die wettbewerbsbestimmenden Qualitätseigenschaften der entwickelten Software	98
Abbildung 5.1.1:a Derzeit 177 Tsd. Softwareentwickler in der Primär- und den Sekundärbranchen beschäftigt	102
Abbildung 5.1.2:a 2.500 Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen bilden derzeit IT-Ausbildungsberufe aus	103
Abbildung 5.1.2:b Derzeit ca. 6 Tsd. Ausbildungsplätze pro Ausbildungsjahrgang angeboten – Ausbildungsschwerpunkt Fachinformatiker	104
Abbildung 5.1.3:a Rund zwei Drittel der 177 Tsd. Softwareentwickler haben eine akademische Ausbildung absolviert	105
Abbildung 5.1.3:b Die Mehrheit der Softwareentwickler mit akademischer Ausbildung sind Universitätsabsolventen	106
Abbildung 5.1.3:c Softwareentwickler mit akademischer Vorbildung kommen aus einem breiten Spektrum an Studiengängen – Informatik erwartungsgemäß am häufigsten vertreten	107
Abbildung 5.1.3:d Softwareentwickler ohne akademische Ausbildung haben zumeist fachspezifische Ausbildungsberufe erlernt – Staatliche geförderte Umschulung vorwiegend für Primärbranche	109
Abbildung 5.2:a Softwareentwickler dringend gesucht – vornehmlich in der Primärbranche und bei Telekommunikationsunternehmen	111
Abbildung 5.2.1:a 28 Tsd. Softwareentwickler zur sofortigen Einstellung gesucht	112
Abbildung 5.2.2:a Bis Mai 2001 werden 55 Tsd. Softwareentwickler benötigt	113
Abbildung 5.2.3:a In 5 Jahren werden 385 Tsd. Erwerbstätige in den Primär- und Sekundärbranchen als Softwareentwickler tätig sein	115
Abbildung 5.2.4:a Fachhochschüler hoch im Kurs – Bevorzugtes Bildungsniveau bei Neueinstellung von Softwareentwicklern –	117
Abbildung 5.2.4:b Informatiker und Wirtschaftsinformatiker sind erste Wahl bei der Neueinstellung von Softwareentwicklern	119
Abbildung 5.2.4:c Deutliche Zunahme der Ausbildungsunternehmen bis Mai 2001 – Gesamtniveau jedoch noch immer gering	121
Abbildung 5.2.4:d Unternehmen planen eine Verdoppelung der IT-Ausbildungsplätze bis Mai 2001 – Wachstumsschwerpunkt Fachinformatiker (1)	122

Abbildung 5.2.4:e Unternehmen planen eine Verdoppelung der IT-Ausbildungsplätze bis Mai 2001 – Wachstumsschwerpunkt Fachinformatiker (2)	123
Abbildung 5.2.4:f Verbesserungspotenzial des Fachwissens vor allem bei Programmiersprachen und in spezifischen Anwendungsbereichen	125
Abbildung 6.2.1:a An der Softwareentwicklung werden hauptsächlich unternehmenseigene Vorgehensmodelle eingesetzt	132
Abbildung 6.2.6:a ISO 9001 wird von 80% der großen Unternehmen der Primärbranche befolgt	139
Abbildung 6.2.7:a Rolle des Produkt-/Projektmanagers am häufigsten – Unterscheidung nach Implementieren, Qualitätssicherung und Anforderungsspezialisten überwiegend in der Primärbranche	142
Abbildung 6.3.1:a Nur 22% der softwareentwickelnden Unternehmen betreiben Forschung in diesem Bereich	144
Abbildung 6.3.3:a Ein Drittel der Unternehmen unterhält Kooperation mit Hochschulen oder öffentlichen Forschungseinrichtungen	145
Abbildung 6.3.3:b In der Primärbranche unterhält knapp die Hälfte der Unternehmen Kooperationen mit Hochschulen oder öffentlichen Forschungseinrichtungen	146
Abbildung 6.3.3:c Nur 19% der Unternehmen der Sekundärbranchen unterhalten im Bereich Softwareentwicklung Kooperationen mit Hochschulen oder öffentl. Forschungseinrichtungen	148
Abbildung 7.1.1:a Primärbranche	152
Abbildung 7.1.1:b Stärken der deutschen Softwareindustrie	153
Abbildung 7.1.3:a Sekundärbranchen	155
Abbildung 7.1.4:a Zulieferung und Auftragsvergabe	156
Abbildung 7.2.1:a Quantitativer Personalbedarf	159
Abbildung 7.2.1:b Qualitativer Personalbedarf	160
Abbildung 7.2.1:c Rollenbilder in der Softwareentwicklung	161
Abbildung 7.3.2:a Technologischer Innovationsstand	165
Abbildung 7.3.3:a Forschung & Entwicklung in Softwaretechnologie ist noch sehr unterentwickelt	166
Abbildung 8.2.1:a Software im produzierenden Gewerbe	175
Abbildung 8.2.3:a Nutzungsmöglichkeiten des drahtlosen Internet	180
Abbildung A:a Vorgehensweise bei der Schätzung der fehlenden Angaben zum kurzfristigen Personalbedarf	227
Abbildung B.3:a System-Grid	237
Abbildung B.5:a Felder der Szenarientwicklung	246



## 1. Einleitung

Der Markt für Software und IT-Dienstleistungen entwickelt sich weltweit zu einem wirtschaftlichen Schlüsselbereich. Allein in Deutschland erreichte dieser Markt 1999 bereits ein Volumen von 55,5 Mrd. DM bei Wachstumsraten um 12% [Bitkom 2000b]. Über das reine Umsatzvolumen hinaus bestimmt die Beherrschung der Softwaretechnik immer stärker die Konkurrenzfähigkeit der Prozesse und Produkte der Unternehmen. Experten und Branchenvertreter erwarten, dass sich dieser Trend auch in den kommenden Jahren fortsetzen wird [Bitkom 2000a].

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat die vorliegende Untersuchung in Auftrag gegeben, um auf ihrer Basis die forschungspolitischen Handlungsfelder auf dem Gebiet der Softwaretechnologie zu identifizieren. Ziel ist, die langfristige Dynamik dieses Bereiches als Chance für Wachstum und Beschäftigung zu nutzen.

Für diese Studie wurde ein Konsortium aus drei Partnern mit sich einander ergänzenden Kompetenzen gebildet. Ihm gehören an:

- Die GfK Marktforschung GmbH
- Das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering (IESE)
- Das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI)

Die Ergebnisse der Untersuchung werden in den 9 Kapiteln dieses Berichtes vorgelegt. Kapitel 2 stellt einleitend Inhalt und Ziele der Studie vor. Anschließend werden die wichtigsten Definitionen zum Bereich der Softwareentwicklung gegeben. Diese Definitionen dienen insbesondere dazu, die nachfolgenden Ergebnisse der quantitativen Unternehmensbefragung einordnen und in ihrem Kontext verstehen und interpretieren zu können. Das Kapitel gibt ferner einen Überblick über vorliegende nationale und internationale Studien zum Markt für Software, zum Arbeitskräftebedarf in der IT-Branche, zur Praxis der Softwareentwicklung in Deutschland sowie zur zukünftigen technischen Entwicklung und zur Innovationsfähigkeit der deutschen Wirtschaft.

Die Darstellung der derzeitigen Positionierung des Softwaremarktes in Deutschland zeigt die traditionellen Stärken und Schwächen des Standortes Deutschland insgesamt sowie Konsequenzen für die Softwareentwicklung in Deutschland (Kapitel 3). Die Ergebnisse der quantitativen Unternehmensbefragung und der Experteninterviews werden im Anschluss erläutert (Kapitel 4 - 7). Neben der Anzahl der Unternehmen in der Primär- und den Sekundärbranchen und ihrer Umsätze, Unternehmensverflechtungen und Marktbeziehungen wird zudem auf die Wertschöpfung von Softwareentwicklung



eingegangen (Kapitel 4). Kapitel 5 zeigt den derzeitigen Personalbestand und den zukünftigen kurz-, mittel- sowie langfristigen Personalbedarf im Bereich Softwareentwicklung. In Kapitel 6 werden die wichtigsten Anforderungen an technische Innovationen und Forschung im Bereich Softwareentwicklung erläutert. Diese Ergebnisse aus den Befragungen werden um Einschätzungen von Experten ergänzt und abgerundet (Kapitel 7).

Mit Hilfe von Szenarien werden in den „Visionen einer vernetzten Welt“ (Kapitel 8) mögliche zukünftige Situationen, Einflüsse und Zusammenhänge für die Softwareentwicklung in Deutschland aufgezeigt. Fokussiert werden dabei insbesondere mögliche Risiken, falls bestimmte zu erwartende positive Entwicklungen nicht unterstützt oder gar gehemmt werden.

Abschließend werden die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsschritte zusammengeführt und Schlussfolgerungen zur notwendigen Stärkung der wirtschaftlichen Bedeutung der Softwarebranche, sowie für die Forschung und die Aus- und Weiterbildung im Softwarebereich gezogen (Kapitel 9). Diese Schlussfolgerungen können Ausgangspunkt für zukünftige Maßnahmen des BMBF sein.

Ein Überblick über die methodische Vorgehensweise der quantitativen Unternehmensbefragung und der Experteninterviews (einschließlich des Fragebogen bzw. des Gesprächsleitfadens) wird im Anhang gegeben. Er enthält darüber hinaus auch eine Liste der Unternehmen, die uns im Rahmen der Expertengespräche freundlicherweise zur Verfügung standen. Dafür möchten wir uns an dieser Stelle noch einmal herzlich bedanken.

## 2. Gegenstand der Studie

### 2.1 Ziele und Inhalte der Studie

Im Rahmen dieses Projektes werden Rolle und Bedeutung der Software und Softwareentwicklung für die deutsche Volkswirtschaft untersucht, um daraus strategische Ausrichtungen und politische Maßnahmen abzuleiten. Folgende Aspekte stehen dabei im Vordergrund:

- Größe und Entwicklung des Softwaremarktes
- Art, Umfang und Randbedingungen der Softwareentwicklung in der Softwarebranche (Primärbranche) und in ausgewählten Sekundärbranchen, bei denen die Softwareentwicklung nicht den Schwerpunkt der wirtschaftlichen Aktivität bildet.
- Arbeitskräftebestand und -nachfrage
- Anforderungen an die Softwareentwicklung
- Trends in der Softwareentwicklung
- Wesentliche zukünftige Forschungsaufgaben

Die Untersuchung bleibt nicht bei einer Analyse stehen, sondern prognostiziert auch die zukünftige Entwicklung. Hierzu werden Szenarien für das Jahr 2010 abgeleitet.

Im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen einerseits Unternehmen der Softwarebranche (Softwareunternehmen, IT-Systemhersteller etc., im folgenden als Primärbranche bezeichnet) und andererseits Unternehmen aus den sogenannten Sekundärbranchen mit einem nennenswerten Anteil Softwareentwicklung. Als repräsentative Sekundärbranchen wurden der Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Telekommunikation und Finanzdienstleistungen ausgewählt. Weitere Branchen, wie z.B. die Medizin, Chemie, Biologie und Gentechnik sowie die gesamte Medien- und Unterhaltungsbranche wurden zur Begrenzung des Erhebungsaufwandes nicht untersucht, da es im Rahmen dieser Untersuchung für den Sekundärbereich darauf ankam, eine Situationsanalyse zu erstellen, auf deren Basis Handlungsempfehlungen für die Forschungsförderung abgeleitet werden können. Darüber hinaus war zu berücksichtigen, dass der Sekundärbereich praktisch nicht abgrenzbar ist. Dies ist besonders bei den Medien und in der Unterhaltungsbranche der Fall, wo das massive Problem der Definition und Abgrenzung der Branche zu anderen Bereichen besteht.

## 2.2 Untersuchungsdesign

Angesichts der Fragestellung und der Komplexität des Untersuchungsgegenstandes konnte für die Bestandsaufnahme sowie für die Ermittlung und Bewertung der wichtigsten Trends in der Softwareindustrie keine übergreifende Einzelmethode eingesetzt werden. Um dennoch belastbare Aussagen zu erhalten, kam folgender pragmatischer Methodenmix zum Einsatz, der auf den Kompetenzen der GfK Marktforschung und des Fraunhofer ISI im Bereich der empirischen Forschung aufbaut:

- (1) Im Rahmen der **Sekundäranalyse** wurden bereits vorliegende Studien und Untersuchungen daraufhin untersucht, ob sie einen Beitrag zu den Fragestellungen der vorliegenden Studie leisten können. Literaturrecherchen dienten dazu, eine Einschätzung zum gegenwärtigen Stand zu gewinnen und die empirische Erhebung inhaltlich vorzubereiten.

Dabei konnte auf Kompetenzen des Fraunhofer-Instituts IESE als Koordinator des Internationalen Software Engineering Research Networks in den vergangenen Jahren zurückgegriffen werden.

- (2) Eine **repräsentative Befragung von insgesamt 920 Unternehmen** der genannten Primär- und Sekundärbranchen durch die GfK Marktforschung ermittelte insbesondere Strukturen und Volumina im Bereich Softwareentwicklung in Deutschland.
- (3) Die **Experteninterviews** zur Abrundung der Ergebnisse aus der repräsentativen Unternehmensbefragung und zur Ermittlung von Trends in der Softwareentwicklung waren erforderlich, um erfahrungsgestütztes Expertenwissen einzubeziehen und kausale Abhängigkeiten und komplexe Zusammenhänge besser zu erfassen. Dies geschah in Form von 55 Tiefeninterviews mit Vertretern von marktführenden und profilbestimmenden Unternehmen der genannten Branchen.
- (4) Die Ergebnisse aus der Sekundärrecherche, der Unternehmensbefragung und den Experteninterviews wurden zur **Trendabschätzung (2010)** genutzt, aus der sich forschungs- und bildungspolitische Handlungsoptionen ableiten lassen. Hierzu wurde der Szenarienansatz gewählt. Prinzipiell erarbeitet die Szenariotechnik, ausgehend von der Gegenwart, für identifizierte Einflussbereiche mögliche Zukunftsperspektiven. Diese beruhen auf Expertenaussagen zu den Einflussbereichen sowie auf Plausibilitätsüberlegungen und Literaturrecherchen. Zu diesem Zweck wurden aus den in ermittelten Ergebnissen verschiedene Thesen über Einflussfaktoren und Entwicklungspfade formuliert, die hinsichtlich ihrer Relevanz, Stärke und Wahrscheinlichkeit bzw. Unschärfe bewertet wurden.

In einer Synopse wurden die Szenarien so zusammengeführt, dass sich Bedingungen und Maßnahmen ableiten lassen, um die Rahmenbedingungen dieses

Schlüsselbereichs beschreiben und Hinweise für die staatliche Forschungsförderung geben zu können.

- (5) Die gesamte Untersuchung wurde von einer Expertengruppe begleitet, die sich aus Vertretern des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie Vertretern relevanter Verbände zusammensetzte. Zu diesen Verbänden zählten der Bundesverband Informations- und Kommunikationssysteme (BVB), der Bundesverband Informationstechnologie (BVIT), der Fachverband Software im VDMA sowie der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (Bitkom).

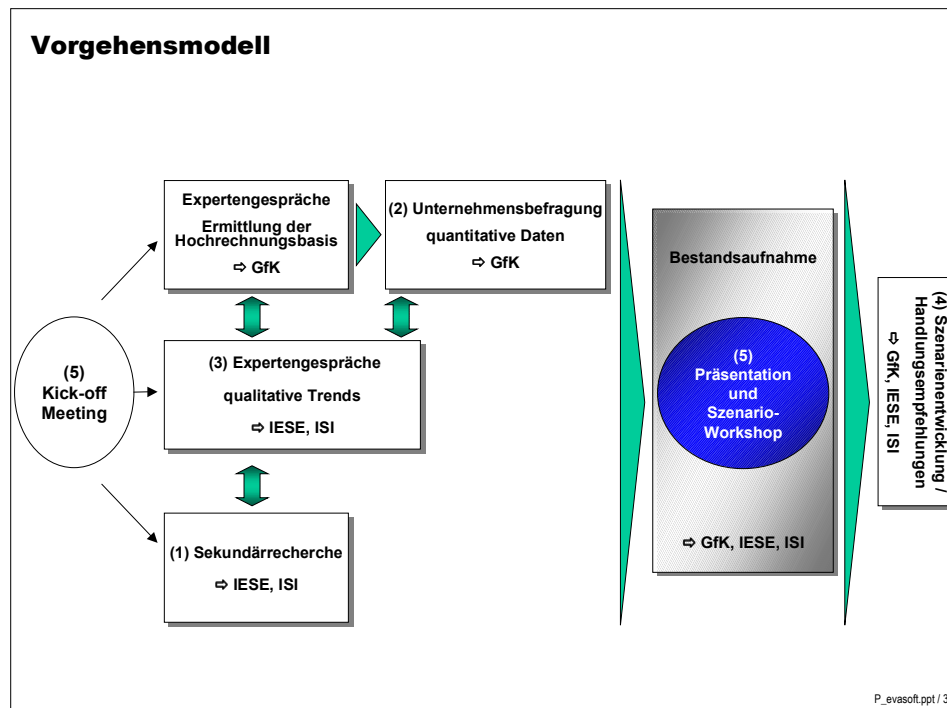


Abbildung 2.2:a Vorgehensmodell

## 2.3 Umfang der Studie

Der Softwaremarkt hat sich in den letzten Jahren dynamisch und vielfältig entwickelt. In immer kürzeren Abständen erobern neue Softwareprodukte den Markt [Müller 1999]. Immer mehr Produkte und Geschäftsprozesse von Branchen, die traditionell nicht mit Software in Verbindung gebracht werden (z.B. Automobilindustrie, Telekommunikation, Banken und Versicherungen), können nur noch mit Hilfe von Software realisiert werden oder werden von dieser unterstützt. Die traditionellen Rollen in der Softwareentwicklung, (z.B. Programmierer), werden durch anwendungsspezifische Rollen wie Anforderungsanalysten, Qualitätssicherer oder Systemarchitekten ergänzt.

Um den Fokus der Studie in diesem dynamischen Markt zu verdeutlichen, charakterisieren die folgenden Abschnitte die Begriffe Software, Unternehmen der Softwarebranche und die Rollen in der Softwareentwicklung, wie sie im Kontext dieser Studie verwendet wurden.

### 2.3.1 Software

Software kann unterschieden werden nach der Art der Verwendung, der Variantenvielfalt und der Installationshäufigkeit:

- Art der Verwendung  
Mit Blick auf die Verwendung kann man direkt und indirekt verwendete Softwareprodukte unterscheiden. Direkt verwendete Softwareprodukte sind beispielsweise Textverarbeitungsprogramme, Tabellenkalkulationen oder Computerspiele. Sie werden in der Regel vom Nutzer installiert und sind unmittelbar als Software erkennbar. Indirekt verwendete Software wird vom Benutzer häufig nicht als Software erkannt, da sie in Produkte bzw. Dienstleistungen integriert sind. Beispiele für indirekt verwendete Software sind Steuerungen in Maschinen und Fahrzeugen, Kommunikationssoftware in Telefonen und Vermittlungen oder auch Geldautomaten in Banken. Solche Systeme sind für den Benutzer weitgehend intransparent, d.h. es ist für ihn völlig unerheblich, ob die Funktionalität durch eine Software oder auf andere Weise realisiert ist.
- Variantenvielfalt  
Hierbei unterscheidet man zwischen generischen bzw. originären und individuell angepassten Softwareprodukten. Generische Softwareprodukte werden jedem Benutzer identisch zur Verfügung gestellt; eventuell sind noch benutzergeführte Einstellungen möglich. Beispiele solcher Systeme sind Textverarbeitungsprogramme oder Computerspiele. Individuell angepasste Softwareprodukte werden für jeden Kunden oder für Kundengruppen maßgeschneidert entwickelt. Dies ist beispielsweise

bei kundenspezifischen Warenwirtschaftssystemen, Steuerungssystemen für Kraftfahrzeuge oder bei Kommunikationssoftware für Mobiltelefone der Fall.

- Häufigkeit der Installationen  
Bei der Installationshäufigkeit kann man zwischen Systemen, die einmalig, in Kleinserien oder als Massenprodukte verkauft und installiert werden, unterscheiden. Ein Individualsystem ist z.B. die Steuerungssoftware für die Gepäckbänder an einem Flughafen. Beispiele für Kleinserienprodukte sind Finanzbuchhaltungssysteme für Banken. Massenprodukte sind u.a. Textverarbeitungssysteme, Betriebssysteme, allgemeine Geschäftsprozessunterstützungssysteme wie ERP, Handelsplattformen und Billing-Systeme oder Steuerungssoftware für einen Automobiltyp.

Gegenstand der Untersuchung ist Software jeglichen beschriebenen Typs.

### **2.3.2 Unternehmen der Software-Primärbranche**

Für die Ermittlung der Grundgesamtheit der Primärbranche ist zunächst eine begriffliche Abgrenzung der Softwareunternehmen von den IT-Systemherstellern in Deutschland nötig. Als Basis dient die Definition laut Wirtschaftszweigsystematik (WZ) 1993 [Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterung 1993], in der noch nicht nach diesen Branchen differenziert wurde. Die Softwarebranche - im WZ '93 unter dem Schlüssel 72 „Datenverarbeitung und Datenbanken“ aufgeführt - umfasst demnach Unternehmen mit folgenden wirtschaftlichen Tätigkeitsschwerpunkten:

- Hardwareberatungen,
- Softwarehäuser (Softwareberatung, Softwareentwicklung),
- Datenverarbeitungsdienste (Datenerfassungsdienste, Tabellierungsdienste),
- Datenbanken.

Darüber hinaus wurden auch Unternehmen, die Datenverarbeitungsgeräte und –einrichtungen herstellen (WZ-Code 30.02) zur Primärbranche hinzugeführt, da davon ausgegangen werden kann, dass auch bei der Produktion der genannten Geräte und Einrichtungen in hohem Maße Softwareentwicklung stattfindet.

Als Basis für die Erstellung der Grundgesamtheit der Software-Primärbranche wurden zunächst für ihre dienstleistungsorientierten Teilbranchen (WZ-Code 72 Datenverarbeitung und Datenbanken) Zahlen der Umsatzsteuerstatistik 1997 herangezogen. Diese Daten werden auch vom ifo Institut als Grundlage der diesjährigen Untersuchungen im DV-Dienstleistungssektor verwendet [ifo Institut für Wirtschaftsforschung 2000].



Die Zahlenbasis der Umsatzsteuerstatistik wurde um die Unternehmen der Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen ergänzt. Als Quelle hierfür dienen einerseits Statistiken des Statistischen Bundesamtes [Statistisches Bundesamt 1998] für Unternehmen mit mehr als 20 Beschäftigten (= sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer) und die Beschäftigtenstatistiken der Bundesanstalt für Arbeit. Letztgenannte Behörde weist für Organisationen mit weniger als 20 Beschäftigten Daten auf der Basis von Betrieben aus. Dabei kann ein Betrieb aus einer oder mehreren Niederlassungen eines Unternehmens bestehen. Als Betrieb wird die Einheit bezeichnet, für die eine Betriebsnummer von der Bundesanstalt für Arbeit vergeben wurde. Die regionale Abgrenzung erfolgt auf der Grundlage des Gemeindegeschlüssels. Aus zahlreichen Untersuchungen der GfK ist bekannt, dass im Bereich bis 20 Mitarbeitern in den meisten Branchen Unternehmen und Betrieb gleichgesetzt werden kann.

Für die Hochrechnung der Unternehmen in der Software-**Primärbranche** ergibt sich eine Ausgangsbasis von insgesamt 35.797 Unternehmen (vgl. Kapitel 4.1.1).

Die Ableitung der Grundgesamtheit aus Adressbeständen von Informations-Services oder Adress-Verlagen wurde überprüft, aber als Grundlage für eine Hochrechnung der Ergebnisse verworfen. Adress-Verlage wie Hoppenstedt oder Creditreform weisen beispielsweise im Vergleich zur Umsatzsteuerstatistik insgesamt eine zu geringe Anzahl Unternehmen in den genannten Branchen – besonders für kleine Unternehmen – aus. Eine detaillierte Einzelprüfung der Adressen von Unternehmen mit mehr als 200 Mitarbeitern der ISIS-Firmendatenbank NOMINA ergab, dass für die Zuordnung der Mitarbeiterzahlen teilweise die Anzahl der Beschäftigten weltweit und nicht nur in Deutschland herangezogen wurden. Außerdem werden auch Unternehmen angeführt, die lt. Definition des vorliegenden Projekts den Sekundärbranchen zuzuordnen sind (z.B. Finanzdienstleistungsunternehmen, Telekommunikationsanbieter).

### **2.3.3 Unternehmen der Software-Sekundärbranchen**

Zu den Sekundärbranchen zählen heute praktisch **alle** Branchen unserer Wirtschaft und Verwaltung. Es gibt heute keine Branche, in der nicht Software als Teil von Produkten und/oder Dienstleistungen, bei der Produktion, oder bei Planung und Management zum Einsatz kommt. Im Rahmen der quantitativen Unternehmensbefragung wurden folgende Branchen repräsentativ abgedeckt (vgl. Kapitel 4.1.2):

- Maschinenbau
- Elektrotechnik
- Fahrzeugbau
- Telekommunikation
- Finanzdienstleister

Im Rahmen der qualitativen Expertengespräche wurden außer den genannten Sekundärbranchen zusätzlich folgende Branchen berücksichtigt, die ebenfalls in erheblichem Umfang von Software abhängig sind

- Chemie/Pharma
- Transport/Verkehr
- Handel

In diesen Branchen wird Softwareentwicklung sehr häufig von großen Unternehmen in bedeutsamen Umfang betrieben. Eine repräsentative quantitative Befragung wurde deshalb aus forschungsökonomischen Gründen nicht durchgeführt. Nicht spezifisch untersucht wurden einige weitere Branchen (z.B. Medien), in denen die Softwaretechnik auch eine wichtige Rolle spielt.

### 2.3.4 Softwareentwickelnde Unternehmen

Erstes Kernziel der Untersuchung war die Ermittlung der Anzahl der Unternehmen in der Primärbranche und in den ausgewählten Sekundärbranchen, die Software entwickeln. Dabei wurde Softwareentwicklung als die **Neu- oder Weiterentwicklung und Anpassung von Softwareprodukten mit Hilfe einer Programmiersprache** (inkl. Maßnahmen wie Projektleitung, Qualitätssicherung und Wartung) definiert. Diese bewusst eng gefasste Definition von Softwareentwicklung wurde insbesondere deshalb gewählt, um Unternehmen auszugrenzen, deren DV-Tätigkeiten sich ausschließlich im Rahmen der Beschaffung und/oder Benutzung von Software z.B. der Erstellung von EXCEL-Sheets o.ä. bewegen (vgl. Kapitel 4.1.3).

Die zwingende Verknüpfung des Begriffes „Softwareentwicklung“ mit der Verwendung einer Programmiersprache birgt allerdings das Risiko, dass sich Unternehmen, die ausschließlich die anwendungsseitige Entwicklung betreiben, und die tatsächliche Programmierung an Dritt-Unternehmen vergeben, in Einzelfällen nicht angesprochen gefühlt haben könnten. Dies wurde versucht, in den Experteninterviews zu kompensieren.

### 2.3.5 Rollen bei der Nutzung und Entwicklung von Software

Die Rollen der Softwareentwicklung haben sich durch die in 2.3.1 aufgezeigte Vielfältigkeit von Software in den letzten Jahren verändert, differenziert und erweitert. Angelehnt an Jalote [Jalote 1997] und Sommerville [Sommerville 1996] und Rombach und Verlage [Rombach & Verlage 1995] wird folgende Einteilung vorgenommen:

- Entwicklungsrollen
  - Konstruktive Softwareentwicklungsrollen  
Hierunter werden solche Tätigkeiten zusammengefasst, die sich mit der Analyse von Anforderungen, dem Entwurf des Systems und deren Programmierung beschäftigen. Die Tätigkeiten beinhalten das Erfassen der Kundenwünsche, deren Umsetzung in eine Spezifikation, die Entwicklung einer Softwarearchitektur und deren Komponenten, sowie deren Implementierung und Aggregation zum Gesamtprodukt.
  - Qualitätssicherungsrollen  
Hierunter versteht man die Tätigkeiten der Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements. Qualitätssicherung beinhaltet u.a. die Durchführung von Inspektionen und Tests, um sicherzustellen, dass das Endprodukt bzw. die Zwischenprodukte den Kundenerwartungen/Spezifikationen entspricht. Qualitätsmanagement beinhaltet die Auswahl geeigneter Methoden und Standards

zur Qualitätssicherung, d.h. die Selektion und Anpassung von Inspektions- und Testverfahren, sowie die Planung und Kontrolle deren Durchführung.

- Anwendungsentwicklungsrollen

Hierunter versteht man solche Tätigkeiten, die die Entwicklung von Produkten (z.B. Steuersoftware im KfZ) und Dienstleistungen (z.B. Produkte im Versicherungswesen) beinhalten, wobei der Hauptbeitrag im Verständnis der Anwendungsdomäne liegt. Zur Umsetzung dieses Wissens in ein tragfähiges Produkt wird allerdings auch ein substantielles Wissen über Software benötigt. Im Rahmen dieser Tätigkeit wird eine Vermittlerfunktion zwischen Endanwender und den konstruktiven Softwareentwicklungsrollen eingenommen. Die Tätigkeit beinhalten Softwareentwicklung zu einem Anteil von höchstens 50%.

• Managementrollen

Hierunter fasst man solche Tätigkeiten zusammen, die sich mit dem Management von Softwareprojekten und dem Management von Softwareprozessen beschäftigen. Das Management von Projekten beinhaltet u.a. das Schreiben von Projektvorschlägen, die Projektplanung, die Projektüberwachung, das Personalmanagement und die Präsentation des Projektes bei Kunden. Softwareprozessmanagement beschäftigt sich mit der Analyse und Charakterisierung existierender Entwicklungsprozesse, um zukünftige Projekte im Hinblick auf Kosten und Qualität zu optimieren. Eine Sonderstellung nehmen Aufgaben des Vertriebs und des Marketing ein, da hier die Schnittstelle der Business Opportunities mit den Möglichkeiten der Technik liegt.

• Nutzerrollen

Hierunter verstehen wir alle Rollen, die mit der Installation, Betreuung und Nutzung von Software beschäftigt sind. Insbesondere die mit Installation und Betreuung befassten Personen, müssen auch Software erstellen (i.a. ändern oder anpassen). Allerdings umfasst diese Tätigkeit maximal 20% ihrer Arbeit.

Die Abbildung „Rollen bei der Nutzung und Entwicklung von Software“ stellt eine grafische Übersicht der Rollen dar. Von links unten nach rechts oben verringert sich das benötigte Tiefenwissen bzgl. Software und Softwareentwicklung, um den Anforderungen an diese Rollen gerecht zu werden.



Abbildung 2.3.5:a Rollen bei der Nutzung und Entwicklung von Software

Bei der vorliegenden Studie wurden die softwareentwickelnden Unternehmen in Deutschland repräsentativ befragt. Betreffend der an der Softwareentwicklung beteiligten Personen konzentrierte sich die quantitative Befragung auf Personen, deren Tätigkeitsschwerpunkt bei mindestens 50% in der Softwareentwicklung im Umfeld einer Programmiersprache liegt. Wie bereits erwähnt, geschieht diese Einschränkung aus methodischen und definitorischen Gründen. Wir sind uns bewusst, dass damit insbesondere Personen der Rollen Anwendungsentwicklung, Qualitätssicherung, Management und Nutzung ausgeschlossen worden sein könnten. Dies wurde allerdings im Rahmen der Expertengespräche thematisiert.

## 2.4 Überblick über andere Untersuchungen zum Thema „Softwareentwicklung“

### 2.4.1 Zum Markt für Software und zum Arbeitskräftebedarf in der IT-Branche

In den Jahren zwischen 1976 und 1989 hat die damalige **Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD)** regelmäßige Studien über den deutschen Softwaremarkt durchgeführt, um den Anwendern und Anbietern von Informationstechnik und Software Informationen über den Status Quo und den Strukturwandel im Softwaremarkt zur Verfügung zu stellen. Gleichzeitig sollte der bereits damals schnell wachsende und sehr dynamische Markt für die öffentlichen Verwaltungen und die Politik transparent gemacht werden. Zu diesem Zweck wurden fundierte Aussagen über die Größe und Struktur des Marktes und über Typologie und Verhalten der Anbieter und Anwender von Software und softwarebezogenen Dienstleistungen erhoben [Neugebauer & Dehn 1976, Neugebauer et al. 1980, 1983; Buschmann et al. 1989]. Leider wurde diese regelmäßige Marktuntersuchung nach 1989 nicht mehr fortgesetzt.

Ende 1999/Anfang 2000 wurde eine Reihe von Zahlen für den Bestand und den Bedarf an „IT-Fachkräften“ veröffentlicht. Die Zahlen zum derzeitigen Personalbestand, auf die dabei am häufigsten verwiesen wird, stammen aus einer Zusammenstellung des **Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (Bitkom)**, die auf Daten des **Statistischen Bundesamts** und des **European Information Technology Observatory (EITO)** basieren [Bitkom 2000a].

Die dort genannte Zahl von 1,7 Mio. zur Zeit beschäftigten Arbeitskräfte (1999) bezieht sich dabei auf die Erwerbstätigen in der Informationswirtschaft. Darunter fallen alle Beschäftigten in den Bereichen

- Informationstechnik,
- Telekommunikation,
- Elektronische Bauelemente,
- Unterhaltungselektronik,
- Fachhandel und Distribution,
- Verlagsgewerbe,
- Druckgewerbe,
- Film- und Videoherstellung, -verleih und -vertrieb,
- Hörfunk und Fernsehen,



- Korrespondenz- und Nachrichtenbüros sowie
- Buch-, Zeitschriften und Musikhandel.

Erfasst werden in diesen Branchen – sofern sie überhaupt mit der Entwicklung von Software zu tun haben – *alle* Beschäftigten und nicht nur die qualifizierten IT-Fachkräfte, die in der öffentlichen Diskussion in der Regel gemeint sind.

Auch zum Arbeitskräftebedarf existieren verschiedene Zahlen, deren Spannweite sehr groß ist. Während beispielsweise der Bitkom mit einem zusätzlichen Arbeitskräftebedarf von 75.000 bis 100.000 IT-Fachkräften noch für das Jahr 2000 rechnet [zitiert in BMBF 2000a], erwartet das Bundesministerium für Wirtschaft bis 2002 einen zusätzlichen Bedarf von 250.000 „qualifizierten IT-Fachkräften“ [BMW 1999].

Die Problematik dieser Zahlen ist vielschichtig, da die Tätigkeit einer „IT-Fachkraft“ im Rahmen der genannten Bedarfsermittlungen unterschiedlich abgegrenzt wird. Die Daten, die auf Selbstauskünften der Unternehmen sowie indirekt erschlossenem statistischen Material und Auswertung von Stellenanzeigen in der Tagespresse basierenden, vermitteln mitunter kein repräsentatives Bild.

Darüber hinaus haben die **Industrie- und Handelskammern** in ganz Deutschland im Frühjahr 2000 eine schriftliche Umfrage bei ihren Mitgliedern zum aktuellen IT-Fachkräftebedarf durchgeführt. Auch diese Studien sind zum Teil nicht repräsentativ und zielen nicht explizit auf den Personalbedarf für die Softwareentwicklung ab [vgl. Orlemann & Elischewski 2000; Schmid et al. 2000]

Im Gegensatz zur Zahl der offenen Stellen existieren bei der **Bundesanstalt für Arbeit** genaue Zahlen zu den derzeit arbeitslos gemeldeten IT-Fachkräften und zur Entwicklung der Studien- und Berufsanfängerzahlen in diesem Bereich [Dostal 1999, 2000a, 2000b], die im Rahmen dieser Studie genutzt wurden.

### 2.4.2 Zur Praxis der Softwareentwicklung in Deutschland

Zur Praxis der Softwareentwicklung in Deutschland, teilweise auch im Vergleich mit anderen europäischen Ländern, sind in den vergangenen Jahren zahlreiche Untersuchungen durchgeführt worden.

Im Rahmen des „**Bayerischen Forschungsverbunds Software-Engineering**“ (FORSOFT) wurde bei 14 Unternehmen eine Befragung zum Stand der Softwareentwicklung durchgeführt [Deifel et al. 1999]. Insbesondere wurden in dieser Befragung auch die für diese Studie wesentlichen Punkte *Prozessmodell*, *Qualitätssicherung* und *Werkzeuge* untersucht.

Dabei wurde deutlich, dass in den Unternehmen zu diesen Themen zwar Inselösungen existieren, aber tragfeste Brücken zwischen diesen Inseln noch fehlen. Viele Industriepartner haben einen Bedarf nach methodischer Unterstützung bei der Wahl ihrer Vorgehensweise und Werkzeuge durch Vergleich und Bewertung. Der Stand der Industrie bleibt oft weit hinter dem Stand der Technik zurück. Inhaltlich werden folgende Themen betont:

- Durchgängigkeit des Entwicklungsprozesses
- Wiederverwendung von Softwarebausteinen
- Systematische Projektdokumentation und Verwaltung

Weitere Fragen betreffen Teamorganisation in interdisziplinären Entwicklungsprojekten.

Gegenstand der Forschungsvorhaben „**SoftBed**“ (1998) und „**Entwicklung, Produktion und Service von Software für eingebettete Systeme in der Produktion**“ (1999), die vom Institut für Informatik an der Technischen Universität München (Prof. Dr. Manfred Broy) durchgeführt wurden, war es, folgende Fragen zu beantworten und diese in Handlungsempfehlungen an das BMBF umzusetzen [Broy et al. 1998, Schätz et al. 2000]:

- Inwieweit wird die Entwicklung eingebetteter Systeme in seinen wissenschaftlichen Grundlagen und der industriellen Praxis beherrscht?
- Welcher konkrete Bedarf der Industrie besteht bei der Entwicklung bestimmter Klassen von eingebetteten Systeme? Welche Probleme und welche Lösungsansätze existieren?

Ein wesentlicher Teil der Arbeit in beiden Projekten bestand in der Erstellung einer Ist-Analyse des Standes Deutschlands bei Entwicklung und Einsatz eingebetteter Systeme in unterschiedlichen Industriebranchen.



Bei der Gestaltung des Gesprächsleitfadens für die vorliegende Studie konnte auf die entsprechenden Themenfelder aus den drei oben genannten Studien zurückgegriffen werden. Da sie in erster Linie den technischen Stand der Softwareentwicklung untersuchten und nicht speziell die wirtschaftliche Bedeutung und den Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften zum Thema hatten, sind die Ergebnisse für die vorliegende Untersuchung nur von punktueller Bedeutung.

Die Studien zeigen allerdings einen klaren Handlungsbedarf vor dem Hintergrund, dass eingebettete Systeme in der Produktion und im Automobil schnell an Bedeutung und Komplexität zugenommen haben. Die betroffenen Unternehmen sind damit personell, methodisch und im Hinblick auf die Nutzung aller Möglichkeiten in der Regel überfordert. Deutlich wird das enorme Potenzial des Softwareeinsatzes in diesen Anwendungsfeldern, aber auch der dringende Bedarf nach Maßnahmen der Forschung und Technologieentwicklung bis hin zur Personalvorsorge, Aus- und Weiterbildung sowie Transfer weiterführender Ansätze.

1997/98 wurde von der Universität zu Köln eine empirische Untersuchung zum „**Stand des Qualitätsmanagements in der Softwareentwicklung**“ durchgeführt [Stelzer et al. 1998]. Die Umfrage hatte zum Ziel, den Stand des Qualitätsmanagements und der kontinuierlichen Verbesserung in den Softwareunternehmen in Deutschland zu untersuchen, die ihr Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001 hatten zertifizieren lassen. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass die durch das Qualitätsmanagement erzielten Vorteile nur in wenigen Unternehmen zu einer verbesserten Einhaltung von Zeit- und Kostenplänen oder zu nennenswerten Umsatzerhöhungen geführt haben.

Auf internationaler Ebene führt die **Research Initiative in Software Excellence** am INSEAD in Fontainebleau bereits seit Jahren regelmäßige empirische Untersuchungen über die Verbreitung von „best practices“ beim Management von Softwareentwicklungsprojekten durch, die durch ihre international-vergleichende Ausrichtung eine Einordnung der deutschen Situation in den europäischen Kontext ermöglichen [Dutta et al. 1998a, 1998b; Lee et al. 1999].

### **2.4.3 Zur technischen und wirtschaftlichen Entwicklung**

Für die Entwicklung der Zukunftsszenarien wurden eine Reihe von Studien zur zukünftigen technischen Entwicklung und zur Innovationsfähigkeit der deutschen Wirtschaft herangezogen, die überwiegend vom Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung selbst erstellt wurden. Dazu gehört die Delphi-Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik [Cuhls et al. 1998], die Studie zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands [Licht et al. 2000] sowie eine Untersuchung zur künftigen Mediennutzung im privaten Sektor [Harnischfeger et al. 1998].

Zudem wurde die Studie des Münchner Kreises zur Zukunft von Information, Kommunikation und Medien ausgewertet [Münchner Kreis 1999].

Zur Beurteilung der Situation von kleinen innovativen Firmen, insbesondere im Softwarebereich wurden die reichhaltigen Studien des ISI zum Gründungsgeschehen in Deutschland [u.a. Menrad et al. 1999; Lessat et al. 1999, Harnischfeger et al. 2000] ausgewertet.

Darüber hinaus wurde das umfangreiche Material der Branchenverbände, staatlicher und überstaatlicher Institutionen herangezogen [u. a. EITO 1995-2000; VDE 2000; BMBF 2000b; OECD 1997, 1998, 2000].

Die Frage nach der Bedeutung der Softwareentwicklung für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und die Beschäftigung sind nicht nur in Europa akut. Auch in dem im Februar 1999 vorgelegten Bericht des amerikanischen **President's Information Technology Advisory Committee** (PITAC) wurde festgestellt, dass es heute noch gravierende Mängel insbesondere im Hinblick auf ihre methodische Beherrschung und Fundierung in der Informationstechnik und Informatik gibt, die die nationale Sicherheit und die strategische Position der USA in wirtschaftlicher und technologischer Hinsicht gefährden, und die durch gezielte Forschungsanstrengungen überwunden werden müssen. Insbesondere sei das Software Engineering heute noch nicht in der Lage, eine Methodik zur Produktion von zuverlässigen und sicheren Softwaresystemen bereitzustellen. Dies werde verschärft durch die Tatsache, dass der stark steigende Bedarf der Industrie nach qualifizierten Softwareentwicklern vom derzeitigen Ausbildungssystem nicht gedeckt werden kann [PITAC 1999]. Den Empfehlungen des PITAC-Berichts wurde bereits im Frühjahr 1999 durch die Ankündigung der „FY 2000 Budget Initiative – Information Technology for the 21st Century“ Rechnung getragen, die aber als wenig geeignet angesehen wird, die praktischen Probleme der amerikanischen Softwareproduktion zu lösen [Pour et al. 2000]. Dennoch sind zentrale Beobachtungen und Empfehlungen dieser Studie auch auf die deutsche Situation übertragbar [vgl. Schmid & Broy 2000].





### **3. Positionierung des Softwaremarktes in Deutschland**

Der Softwaremarkt in Deutschland ist durch die besondere Historie von Industrie und Dienstleistung geprägt. Nur mit der Kenntnis dieser Besonderheiten kann es gelingen, diesen Markt optimal zu gestalten. Im folgenden werden die wichtigsten traditionellen Stärken der Softwareentwicklung in Deutschland aufgezeigt, daraus Konsequenzen für den deutschen Softwaremarkt gezogen sowie langfristige Entwicklungstrends dargelegt.

#### **3.1 Traditionelle Stärken und Schwächen**

Deutschland steht im internationalen Vergleich des gesamtwirtschaftlichen Wachstums an vierter Stelle [BMWi 2000]. Eine der Grundlagen dieser wirtschaftlichen Stärke ist die Fähigkeit, neue Technologien schnell und breit zur Anwendung zu bringen [Licht et al. 2000]. Herausragendes Beispiel aus jüngerer Zeit ist die Nutzung des Internets im produzierenden Gewerbe. Software wird für die wirtschaftliche Position aller Branchen immer wichtiger. Die immer kürzeren Innovationszyklen in diesem wichtigen Technologiebereich stellen allerdings ein hohes Risiko für die Aufrechterhaltung der wirtschaftlichen Spitzenpositionen dar, da die schnelle und breite Anwendung durch den Innovationsdruck gehemmt wird.

Die Säulen der Wirtschaft in Deutschland sind traditionell die produzierenden Branchen – von der Elektrotechnik bis zum Fahrzeugbau. Diese Branchen haben durch die Beherrschung einer enormen Variantenvielfalt ihrer Produktpalette in vielen Bereichen Weltmarktführerschaft erreicht. Wenn man sich heute die Produktion eines Autotyps ansieht, so wird man feststellen, dass der Kunde eine Vielfalt von Auswahloptionen besitzt. Diese Auswahloptionen führen in ihrer Kombination dazu, dass der Produktionsprozess Automobilvarianten in fünf- bis sechsstelliger Zahl ermöglichen muss. In der kundenspezifischen Individualisierung – nicht in der reinen Massenproduktion – liegt heute der Wettbewerbsvorteil der deutschen Industrie. Ähnliches gilt für Branchen wie Telekommunikation oder Finanzdienstleister. Wegen der immer stärkeren „Veredelung“ aller Produkte und Dienstleistungen durch Software kann diese traditionelle Stärke der deutschen Wirtschaft nur aufrecht erhalten werden, wenn die Fähigkeit zur Erstellung kundenspezifischer Produkte auch auf die Softwareerstellung übertragen werden kann.

Eine weitere nicht zu unterschätzende Stärke des Standorts Deutschlands ist die Verfügbarkeit gut ausgebildeter Arbeitskräfte. Durch den hohen Ausbildungsstand ist es in der Vergangenheit immer wieder gelungen, Lohnkostennachteile durch Qualitäts- und Produktivitätsvorsprünge auszugleichen. Ein hohes Ausbildungsniveau wird in vielen Bereichen in Deutschland durch ein hochwertiges Schul-, Hochschul-, und berufliches Ausbildungssystem unterstützt. Die Verfügbarkeit gut ausgebildeter Arbeitskräfte im



Softwarebereich muss zukünftig auch durch verstärkte Ausbildung insbesondere in Informatik im Hochschulbereich realisiert werden.

Alarmzeichen sind derzeit das ungenügende Interesse deutscher Schüler an einem Studium der Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften oder Informatik [BMBF 2000b] und die öffentliche Diskussion über Ausbildungsinhalte. Jüngste Zahlen zeigen zwar einen deutlich positiven Trend, die Ausbildung in Informatik und Softwareberufen ist jedoch nicht nur eine quantitative Herausforderung. Das in anderen Bereichen hohe Niveau der Ausbildung muss auch für Softwareentwicklung garantiert werden. Hierbei gilt es, Herausforderungen bzgl. der Quantität und Qualität zu bestehen. Die Lücke zwischen Bedarf und Angebot muss geschlossen werden. Es müssen neue Ausbildungsformen entwickelt werden, um die Anforderungen an das Software-Know-how durch interdisziplinäre Ausbildungsgängen und Formen lebenslangen Lernens erfüllen zu können.

Als eine der Schwächen des Standorts Deutschland wird häufig der vergleichsweise mäßig entwickelte Dienstleistungssektor angeführt. In Deutschland sind nur 38% aller Arbeitnehmer im Dienstleistungssektor beschäftigt, in den USA liegt dieser Anteil bei 55% [Institut der deutschen Wirtschaft 1998]. Dies ist insbesondere hinderlich, wenn man sich vor Augen führt, dass gerade dieser Bereich erhebliches Wachstumspotenzial besitzt. Dies gilt in besonderem Maße für das produzierende Gewerbe, wo verstärkt produktbegleitende Dienstleistungen angeboten werden. Beim Verkauf von Kraftfahrzeugen werden beispielsweise bereits heute Zusatzdienstleistungen wie Anmeldung, Versicherungsvermittlung und Finanzierung angeboten. Dieser Trend wird sich fortsetzen.

### **3.2 Möglichkeiten für den deutschen Softwaremarkt**

Aus den beschriebenen Stärken in Deutschland ergibt sich in den traditionellen produzierenden Branchen ein enormes Wachstumspotenzial durch die Erstellung individuell angepasster Software. Bereits heute sind nur sehr wenige Softwareunternehmen im Massenproduktgeschäft (abgesehen von z.B. der SAP AG in Walldorf oder die IDS Scheer AG in Saarbrücken) tätig, das traditionell von international operierenden Unternehmen beherrscht wird. Die meisten deutschen Softwarehäuser (= softwareentwickelnde Unternehmen der Primärbranche) stellen maßgeschneiderte Anwendungssoftware her. Dies gilt auch für die softwareentwickelnden Unternehmen der Sekundärbranchen. Auf diesem Markt besteht die Chance, die deutsche Spitzenposition weiter zu sichern, da die Entwicklung von Anwendungssoftware in Deutschland von der Nähe zu den Anwendungsbranchen profitiert. Es zeigt sich bei der gegenwärtig praktizierten Verlagerung von Softwareentwicklung ins Ausland, dass dies für sogenannte Standardsoftware weit besser funktioniert, als für Software für spezielle Anwendungen oder Branchen, da in den jeweiligen Ländern häufig das Anwendungswissen fehlt.



Die deutschen softwareentwickelnden Unternehmen sollten sich strategisch auf die Unterstützung und Optimierung von Geschäftsprozessen, die „Veredelung“ von Produkten, sowie die Bereitstellung neuer Dienstleistungen konzentrieren. Software wird bei all diesen Anwendungen zunehmend als Querschnittsfunktion verstanden, ohne die die Grundlage für den Geschäftserfolg entfällt.

Außerdem wird Software zunehmend zur treibenden Kraft für Produkt- und Dienstleistungsinnovation. Bereits heute gibt es genügend Beispiele für Produkte, die ohne komplexe Software undenkbar wären. Dies bedeutet, dass sich die Bewertung von Software seitens der Entscheidungsträger in den Unternehmen grundlegend ändern muss. Software darf nicht mehr als reiner Kostenfaktor betrachtet werden, sondern muss als Investition, Innovationstreiber und Umsatzgenerator verstanden werden.

Es herrscht eine dynamische Wechselwirkung zwischen Softwaretechnologie und Anwendungen. Auf der einen Seite bedingen neue Produkt- oder Dienstleistungs-Ideen, z.B. die Integration von KfZ-Funktionen wie die Steuerung der Scheibenwischer auf der Basis von Regensensoren, weitergehende Herausforderungen an die Softwaretechnologie. Eine besondere Rolle spielt dabei in der Zukunft die Integration der unterschiedlichsten Funktionen in ein Gesamtsystem. Auf diese Weise wurden Feature-Interaction-Probleme - wie aus der Telekommunikation bekannt - auch zu Problemen bei eingebetteten Systemen im Fahrzeug; spezielle sicherheitskritische Anwendungen werden nur durch sicherheitsgarantierende Softwareentwicklungs-Methodiken möglich. Auf der anderen Seite generieren neue Softwaretechnologien völlig neue Produkt- oder Dienstleistungsangebote wie zum Beispiel das elektronische Einkaufen von Büchern und Schallplatten im Internet. Softwaretechnologie wird in der Zukunft verstärkt zum Partner aller Branchen bei Innovation werden. Dies kann allerdings nur erfolgreich geschehen, wenn die entsprechende Kompetenz bei diesen Unternehmen verstanden und gepflegt wird.

Diese hochwertige und für alle Branchen strategisch wichtige Softwareentwicklung kann nur mit hochwertigen Fachkräften auf Ingenieur-, Programmierer-, Techniker und Facharbeiterebene erfolgreich betrieben werden. Deshalb wird die Bereitstellung einer genügenden Anzahl hochqualifizierter Arbeitskräfte auf allen Ebenen Voraussetzung für den zukünftigen wirtschaftlichen Erfolg sein.

### 3.3 Wirtschaftliche Bedeutung

Die Bedeutung von Software für den Geschäftserfolg in unterschiedlichen Branchen ist bereits vor einiger Zeit erkannt worden. Im Bericht des Wissenschaftlich-Technischen Beirats der Bayerischen Staatsregierung von 1995 zum Thema Softwaretechnik werden unterschiedliche Branchen entsprechend ihrer Abhängigkeit von Software eingestuft. Es ist erkennbar, dass die Bedeutung von Software (gemessen am Umsatz, der nur durch Softwareeinsatz in den Produkten realisierbar wäre) in den Branchen Maschinenbau und Energietechnik deutlich höher (bis zu 80%) bewertet wird, als in der Halbleiterproduktion (max. 35%). Allerdings ist auffällig, dass der Einfluss von Software in keiner Branche mehr gelegnet wird und in allen Branchen nach wie vor in seiner Bedeutung zunimmt.

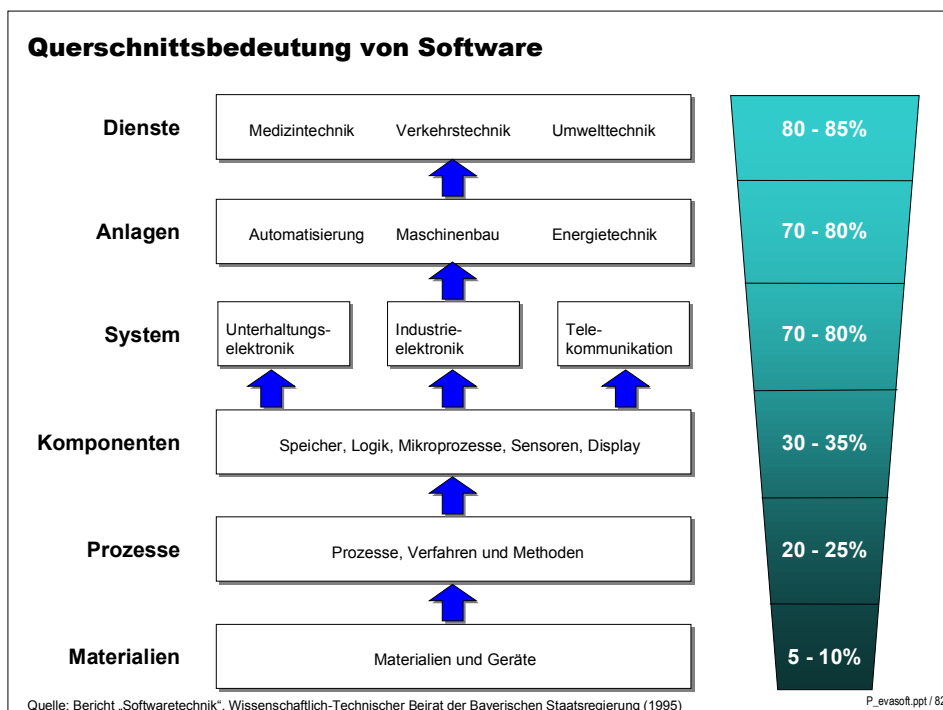


Abbildung 3.3:a Querschnittsbedeutung von Software

Den meisten Unternehmen fällt es heute schwer anzugeben, welcher Anteil ihres Umsatzes auf die Entwicklung bzw. den Einsatz von Software zurückzuführen ist. Dennoch wird in vielen Branchen die Meinung vertreten, dass ohne Verfügbarkeit

entsprechender Software überhaupt keine Umsätze mehr erzielbar wären. Man kann davon ausgehen, dass es in wenigen Jahren in Deutschland kaum eine Branche geben wird, die keine durch Software veredelte Produkte oder Dienstleistungen anbietet. Selbst in Bereichen wie der häuslichen Pflege wird in Zukunft Software Einsatz finden, um zum Beispiel im Notfall eine automatische Benachrichtigung zu veranlassen.

### 3.4 Entwicklungstrends

Für die Entwicklung neuer Ingenieurdisziplinen gibt es ein wiederkehrendes Schema [in Anlehnung an Shaw 1996], das folgende Entwicklungsstufen beinhaltet:

- Labordisziplin  
In dieser ersten Stufe einer Ingenieurdisziplin hat ein (oder auch mehrere) Handwerker durch seine Genialität ein Problem mit Hilfe eines Produktes und/oder einer Dienstleistungen gelöst. Zu Beginn wird der Nutzen und die Tragweite dieser Erfindung nur von wenigen erkannt. Dementsprechend wird sie auch nur vom Erfinder oder von einigen wenigen Vorreitern eingesetzt.

Mit der Akzeptanz der Produkte und/oder Dienstleistungen steigt die Nachfrage und die nächste Stufe wird erlangt.

- Optimierende Disziplin  
In dieser Stufe werden die Produkte und/oder Dienstleistungen über den verbesserten Einsatz von Vorgehensweisen und Werkzeugen und der besseren Ausnutzungen der Produktionsmittel optimiert. Die Ersteller der Produkte und/oder Dienstleistungen sind keine genialen Handwerker mehr, sondern Praktiker, die die nötigen Kenntnisse erlernt haben und das Vorgehen beherrschen. Der Nutzerkreis beschränkt sich aber sehr häufig noch auf ausgewählte Personen, die auch die entsprechende Fertigkeit beherrschen.

Mittlerweile hat sich neben dem kommerziellen Produktprozess eine Forschungsrichtung entwickelt, die den kommerziellen Nutzen entscheidend unterstützt. Damit erfolgt der Schritt zur nächsten Stufe.

- Enabling Disziplin  
In dieser Stufe werden Produkt und/oder Dienstleistungen mit immer mächtigerer Technologien und in einer Masse und Vielfalt erzeugt, die bis dahin nicht für möglich gehalten worden ist. Eine treibende Kraft des Fortschritts ist sehr häufig die Forschung. An dem Produktionsprozess sind nun auch Ingenieure beteiligt, die eine solide Ausbildung in Forschung und Anwendung erhalten haben.

Mittlerweile sind die Produkte und/oder Dienstleistungen beinahe jedermann zugänglich. Das Zusammenspiel vieler verschiedener Disziplinen bewirkt das Erreichen der nächsten Stufe.

- Synergetische Disziplin

In dieser Stufe wird der Mehrwert durch Vernetzung existierender Produkte und/oder Dienstleistungen mit völlig neuem Produkt und/oder Dienstleistungen aus anderen Disziplinen erzeugt.

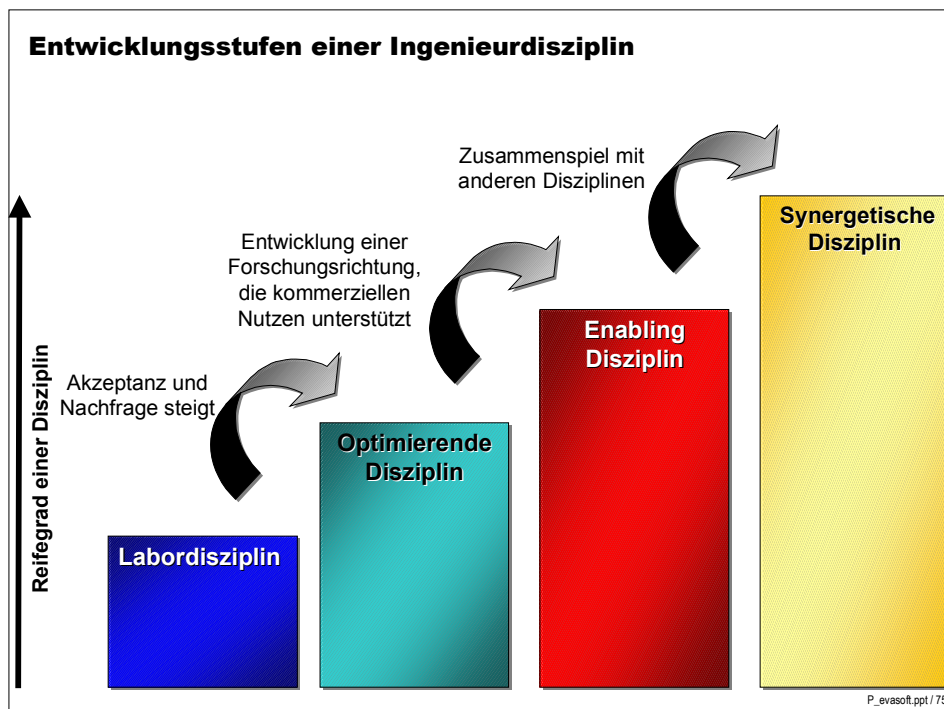


Abbildung 3.4:a Entwicklungsstufen einer Ingenieurdisziplin

Derselbe Entwicklungstrend gilt auch für die noch junge Disziplin im Bereich der Softwareentwicklung. In der ersten Stufe wurden überwiegend unkritische Softwarelösungen für den persönlichen Bedarf oder für unternehmensinterne Zwecke selbst entwickelt (z.B. Spieleprogramme oder Programme zur Auswertung von Daten). In der optimierenden Phase, in der sich gegenwärtig die meisten Unternehmen befinden, ist die Software noch immer dadurch gekennzeichnet, dass sie unternehmensintern entwickelt wird. Allerdings haben sich mittlerweile die Entwicklungsmethoden und –werkzeuge so verändert, dass die Software effizienter erstellt werden kann und komplexere Aufgaben übernimmt (z.B. Rechnungen generierende Softwaresysteme). In der näheren Zukunft wird das Software Engineering in der breiten Ebene die Enabling Phase erreichen, deren Softwareprodukte durch eine breite Palette von Variationen gekennzeichnet ist. Diese können in verschiedenen Anwendungsbereichen eingesetzt

werden (z.B. Produktlinienansatz). Der langfristig erkennbare Trend heißt Synergie. In dieser Phase werden autonome gekoppelte Systeme Leistungen durch Synergie erbringen.

Im Automobil werden gegenwärtig Hierarchien neuer Bussysteme entwickelt, die die Vernetzung aller Funktionen innerhalb und außerhalb des Autos ermöglichen werden. Dies wird zur Entlastung des Fahrers in Routinesituationen (Autopilot), zur über GPS initiierten Information des Fahrers über aktuelle Verkehrsstaus, sowie zur erhöhten Sicherheit durch Abstimmung zwischen Motorfunktionen, Wetter- und Straßenzustandserkennung und Sicherheitsfunktionen führen. Insbesondere werden in dieser Phase Computerfunktionen nicht mehr als solche erkennbar sein, sondern quasi in der Umwelt versteckt sein (Schlagwort ‚Ubiquitous Computing‘) und proaktiv agieren. Über eine individuelle SmartCard können beispielsweise die persönlichen Komfortwerte für Temperatur und Luftfeuchtigkeit beim Eintritt in einen Raum automatisch reguliert werden.

Insgesamt macht dieser Entwicklungstrend deutlich, dass Wettbewerbsfähigkeit Spitzentechnologie – insbesondere im Bereich der Softwaretechnik – und hochqualifiziertes Personal erfordert. Insbesondere der Aspekt der Interdisziplinarität kann nicht stark genug betont werden. Zur Zeit wird in der primären Softwarebranche die Bedeutung des Anwendungsentwicklers noch nicht genügend verstanden. Lösungen werden überwiegend von Softwareentwicklern ohne ausreichendes Anwendungswissen erstellt. Dies führt zu den bekannten Akzeptanzproblemen in Unternehmen der Sekundärbranchen als auch beim Endkunden. In den softwareentwickelnden Sekundärbranchen ist das Anwendungswissen im allgemeinen vorhanden. Hier besteht eher das Problem, dass die Softwareentwickler nicht im ausreichenden Umfang mit den Methoden und Techniken des Software Engineering vertraut sind.

An zwei Beispielen, der Automobil- und der Versicherungsbranche, soll kurz skizziert werden, wie tiefgreifend die Durchdringung aller Sekundärbranchen mit Software ist.

In der Automobilbranche übernimmt Software immer mehr Funktionen im Fahrzeug. Diese während der Entwicklung realisierte Software tritt eingebettet in alle Steuerfunktionen wie ABS, aber auch als neue Telekommunikationsfunktionen wie Verkehrssteuerung auf. Auch die Steuerung der Produktionsprozesse einschließlich der gesamten Supply Chain werden hochgradig durch Software gesteuert. Dies ist Voraussetzung für die Variantenvielfalt bei der Produktion und die zeitgerechte Zulieferung aller Bauteile. Immer stärker werden auch Vertriebsfunktionen (z.B. Bestellsysteme, Marketing) per Software gesteuert. Beispielhaft sei hier das weltweit verfügbare Bestellsystem von DaimlerChrysler für die A-Klasse genannt. Auch strategische Funktionen wie Planung und Personaleinsatz werden immer stärker durch Softwaresysteme unterstützt. Die größten Herausforderungen liegen in der Integration dieser Funktionen. Dabei kommt es darauf an, die Funktionen auch über räumlich getrennte Standorte zu verbinden, und das Know-how der Unternehmen der New Economy zu berücksichtigen und einzubeziehen.

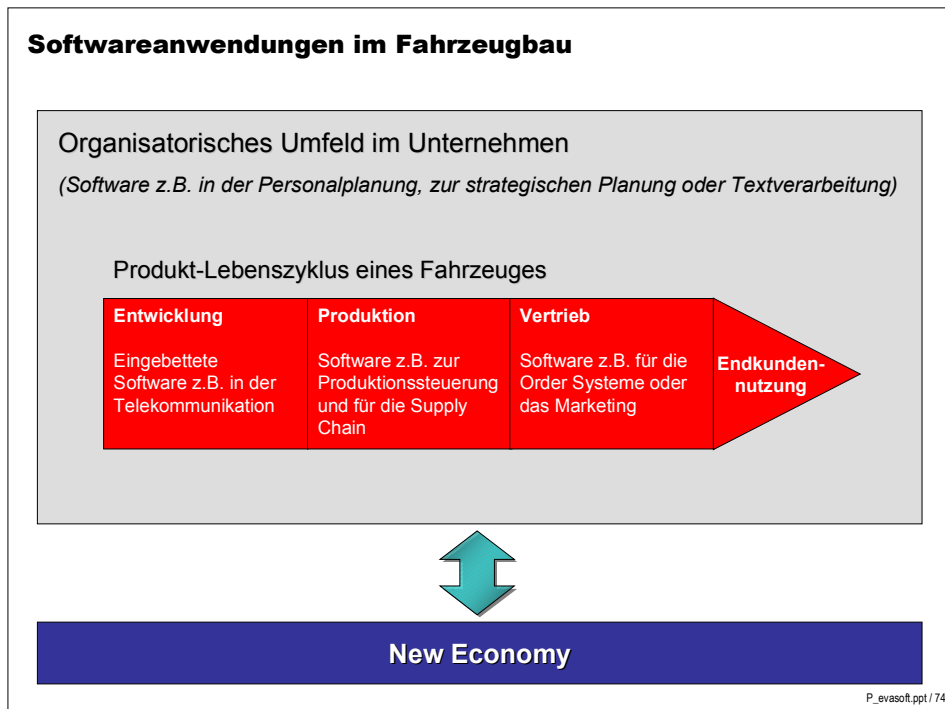


Abbildung 3.4:b Softwareanwendungen im Fahrzeugbau



Für die Versicherungsbranche lässt sich exemplarisch zeigen, wie Software traditionelle Geschäftsprozesse verändert und neue Geschäftsfelder eröffnet (Abbildung 3.4:c).

Schon lange verwendet die Versicherungsbranche zur internen Verwaltung ihrer klassischen Versicherungsprodukte Software. Es gibt Datenbank-Anwendungen, mit deren Hilfe sehr große Datenmengen verwaltet werden. Neben dieser auf den Geschäftserfolg ausgerichteten Software, gibt es im organisatorischen bzw. Management-Umfeld viele Aufgaben, die nur noch mit Hilfe von Software ausgeführt werden (z.B. im Personalwesen oder der Buchhaltung).

In den letzten Jahren haben Versicherungen auch andere Finanzdienstleistungen (z.B. Kapitalanlage) in ihre Angebotspalette aufgenommen. Dies wurde möglich, da diese Dienstleistungen strukturelle Ähnlichkeiten mit Versicherungsprodukten aufweisen und deshalb mit geringem Aufwand in die Softwaresysteme der Versicherungen integriert werden konnten.

Daneben benötigen Versicherungen Software für ihre Vertriebswege. Zu den Versicherungsagenturen und -vertretern ist mittlerweile das Internet als eigenständiger Vertriebsweg hinzugekommen. So kann sich der Versicherungssuchende über das Internet über die Angebote informieren und Versicherungsverträge abschließen.

In Zukunft ist damit zu rechnen, dass zu den Versicherungsprodukten auch sogenannte Mehrwertdienstleistungen angeboten werden: Mit dem Abschluss einer KfZ-Versicherung kann das Auto beispielsweise gleichzeitig beim Straßenverkehrsamt angemeldet werden. Die Mehrwertdienstleistungen der Dienstleistungsbranche werden wiederum durch Software realisiert. Gerade in diesem Bereich ergeben sich Möglichkeiten für die Neugründung von Unternehmen.

Auch die Versicherungsbranche wird für ihre Software - insbesondere, die für die Vertriebswege - den Ideengeist der Unternehmen der New Economy aufmerksam beobachten und u.U. mit ihnen zusammen neue Wege beschreiten.

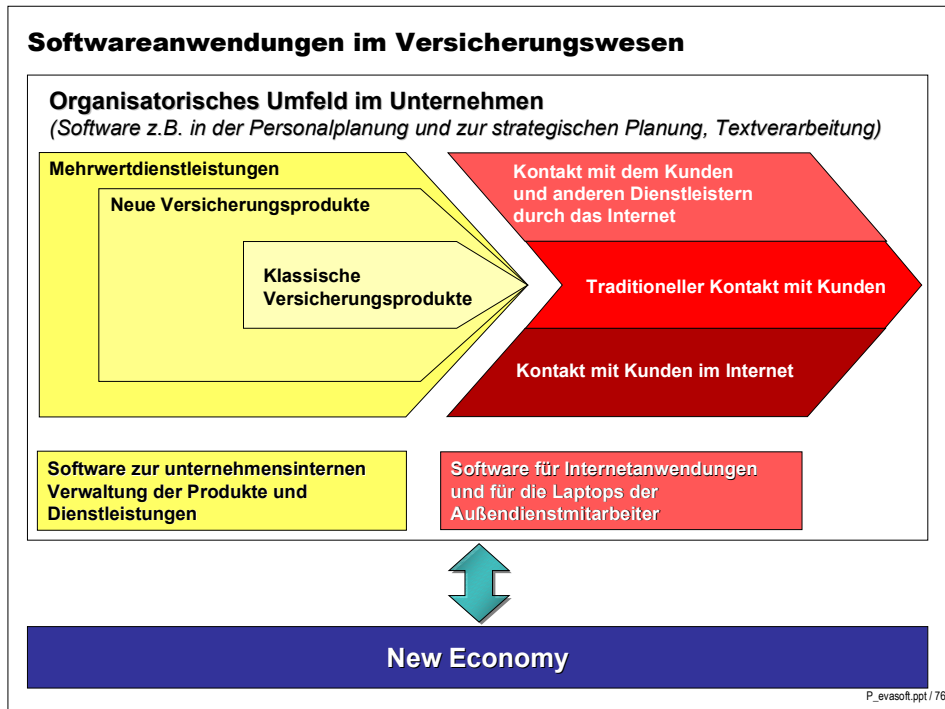


Abbildung 3.4:c Softwareanwendungen im Versicherungswesen

Die beiden Beispiele lassen erahnen, wie die Anforderungen an Softwareentwicklungs-Kompetenz technologisch und personell in der Zukunft zunehmen werden. Der Standort Deutschland wird sich in diesem Bereich langfristig am ehesten behaupten können, wenn ein kooperatives Klima geschaffen wird, in dem in den Bereichen Bildung, Forschung und Entwicklung weiterhin Spitzenleistungen erbracht werden können.

## 4. Die Marktstruktur der Softwarebranche

Es gibt derzeit keine amtliche Datenquelle, die Informationen über Anzahl, Art (Ein- und Mehrbetriebsunternehmen), Größe und Branchenzugehörigkeit der Unternehmen und Arbeitsstätten in Deutschland vollständig und aktuell abdecken. Von der amtlichen Statistik ist diese Grundgesamtheit zuletzt 1987 in der Arbeitsstättenzählung erhoben worden. Für die meisten Branchenstudien haben diese Zahlen heute nur noch wirtschaftshistorischen Wert. Insbesondere trifft dies auf den stark wachsenden Dienstleistungssektor zu. Des Weiteren ist eine komplette Erfassung der Arbeitsstätten in den östlichen Bundesländern überhaupt nicht vorhanden.

Die hier dargestellte Branchenstudie versucht daher, auf Grundlage einer Primärerhebung und den in Experteninterviews ermittelten Aussagen diese Lücke zu füllen und ein aktuelles Bild der bedeutendsten softwareentwickelnden Branchen in Deutschland zu liefern.

### 4.1 Unternehmen und Branchen

Die in dieser Studie ermittelten Daten bilden die Grundlage für die Darstellung des Marktes der Softwareentwicklung in Deutschland. Dabei wird differenziert nach den Grundgesamtheiten der Primärbranche und den Sekundärbranchen; nachfolgend werden diese Teilsegmente vertiefend beschrieben.

#### 4.1.1 Unternehmen der Primärbranche

Folgende Ausgangsbasis wurde für die Hochrechnung der Unternehmen in der Software-**Primärbranche** zugrundegelegt (vgl. Kapitel 2.3.2):

mit 1 bis 9 Beschäftigten	32.693 Unternehmen
mit 10 bis 49 Beschäftigten	2.444 Unternehmen
mit 50 bis 199 Beschäftigten	475 Unternehmen
mit 200 und mehr Beschäftigten	185 Unternehmen

**Gesamt** **35.797 Unternehmen**

#### 4.1.2 Unternehmen der Sekundärbranchen

Der große Stellenwert des produzierenden Gewerbes in Deutschland zeigt sich nicht zuletzt daran, dass das Statistische Bundesamt für diese Branchen zumindest für Unternehmen mit mehr als 20 Mitarbeitern aktuelle Zahlen für Unternehmen, Beschäftigten, Umsätze etc. vorhält [Statistisches Bundesamt 1998]. Grundlage für die Abschätzung der Grundgesamtheit für kleinere Unternehmen waren die Zahlen der Beschäftigtenstatistik der Bundesanstalt für Arbeit.

Daraus ergeben sich für die ausgewählten fünf produzierenden Sekundärbranchen folgende Grundgesamtheiten:

##### Maschinenbau

mit 1 bis 9 Beschäftigten	11.960 Unternehmen
mit 10 bis 49 Beschäftigten	7.034 Unternehmen
mit 50 bis 199 Beschäftigten	2.409 Unternehmen
mit 200 und mehr Beschäftigten	1.027 Unternehmen

**Gesamt 22.340 Unternehmen**

##### Elektrotechnik

mit 1 bis 9 Beschäftigten	16.670 Unternehmen
mit 10 bis 49 Beschäftigten	6.019 Unternehmen
mit 50 bis 199 Beschäftigten	1.632 Unternehmen
mit 200 und mehr Beschäftigten	732 Unternehmen

**Gesamt 25.053 Unternehmen**

##### Fahrzeugbau

mit 1 bis 9 Beschäftigten	1.369 Unternehmen
mit 10 bis 49 Beschäftigten	679 Unternehmen
mit 50 bis 199 Beschäftigten	321 Unternehmen
mit 200 und mehr Beschäftigten	256 Unternehmen

**Gesamt 2.635 Unternehmen**

Branchen im Dienstleistungsbereich werden vom Statistischen Bundesamt außerhalb der Umsatzsteuerstatistik (noch) nicht erfasst. Für die Ermittlung der Grundgesamtheiten der beiden Sekundärbranchen Telekommunikation und Finanzdienstleistungen wurden deshalb ausschließlich die Daten der Beschäftigtenstatistik der Bundesanstalt für Arbeit herangezogen. Da diese Daten allerdings wie bereits beschrieben lediglich auf der Basis von Betrieben, aber nicht auf der Basis von Unternehmen dargestellt werden, wurden hier zusätzlich Ergebnisse aus GfK-eigenen Untersuchungen herangezogen. Damit ergeben sich folgende Grundgesamtheiten:

### **Telekommunikation**

mit 1 bis 9 Beschäftigten	731 Unternehmen
mit 10 bis 49 Beschäftigten	326 Unternehmen
mit 50 bis 199 Beschäftigten	128 Unternehmen
mit 200 und mehr Beschäftigten	115 Unternehmen

**Gesamt** **1.300 Unternehmen**

### **Finanzdienstleistungen**

mit 1 bis 9 Beschäftigten	91.711 Unternehmen
mit 10 bis 49 Beschäftigten	2.474 Unternehmen
mit 50 bis 199 Beschäftigten	1.401 Unternehmen
mit 200 und mehr Beschäftigten	1.943 Unternehmen

**Gesamt** **96.529 Unternehmen**

### 4.1.3 Unternehmen mit Softwareentwicklung

Mit Hilfe eines telefonischen Screenings wurde damit zunächst aus der Gesamtheit der Unternehmen in den betrachteten Branchen die Anzahl derjenigen Unternehmen ermittelt, die Softwareentwicklung betreiben. Dabei wurde Softwareentwicklung als die **Neu- oder Weiterentwicklung und Anpassung von Softwareprodukten mit Hilfe einer Programmiersprache** (inkl. Maßnahmen wie Projektleitung, Qualitätssicherung und Wartung) definiert.

Im folgenden wird zunächst zwischen Primärbranche und Sekundärbranchen differenziert.

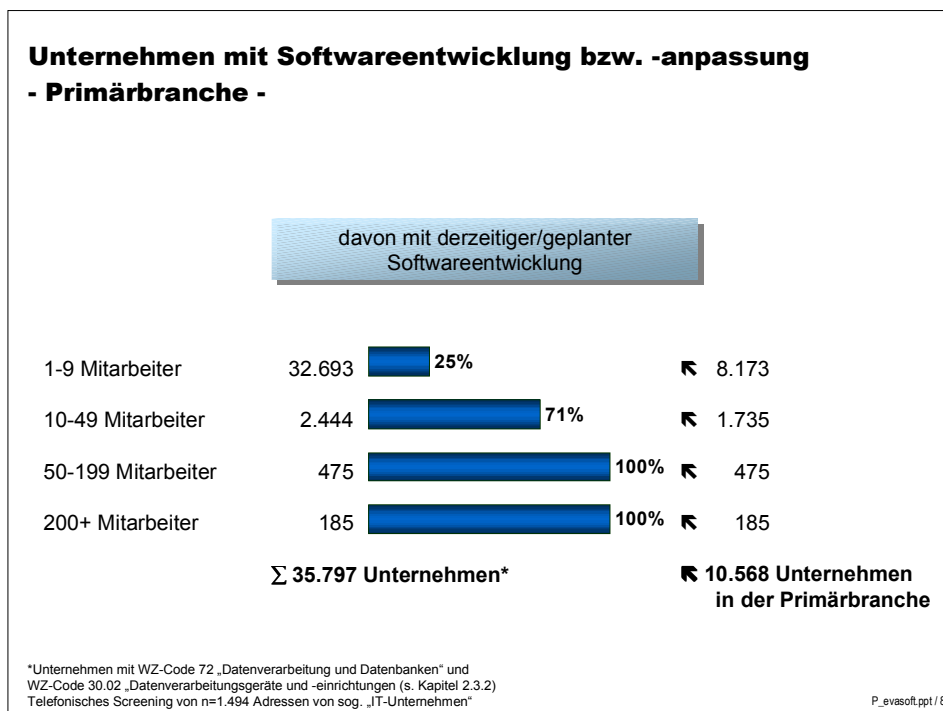


Abbildung 4.1.3:a Unternehmen mit Softwareentwicklung bzw. -anpassung – Primärbranche –

Von den ursprünglich zugrunde gelegten 35.797 Unternehmen der Primärbranchen entwickeln nur ein knappes Drittel tatsächlich Software. Diese auf den ersten Blick geringe Anzahl ist insbesondere im sehr hohen Anteil der Datenverarbeitungsdienste (Bereich DV-Dienstleistungen) begründet; diese machen 17.231 Unternehmen aus. Davon erwirtschaften allein 14.700 Unternehmen einen Umsatz von weniger als 1 Mio. DM im Jahr [Umsatzsteuerstatistik 1997]. Bei den Datenverarbeitungs-Dienstleistern ohne Softwareentwicklung handelt es sich also fast ausschließlich um Datenerfassungsdienste mit nur einem oder wenigen Beschäftigten. In diesen Unternehmen wird in der Regel keine Software entwickelt, sondern auf vorhandene Software und Systeme zurückgegriffen.

Mit wachsender Unternehmensgröße der Sekundärbranche steigt der Anteil der Unternehmen die im Bereich Softwareentwicklung aktiv sind. Sobald ein Unternehmen die Größe von 50 Mitarbeitern erreicht hat, kann man davon ausgehen, dass auf jeden Fall Softwareentwicklung oder -anpassung betrieben wird.



Abbildung 4.1.3:b Unternehmen mit Softwareentwicklung bzw. – anpassung – Sekundärbranchen –



Insgesamt findet in 8.660 Unternehmen der untersuchten Sekundärbranchen Softwareentwicklung statt. Im Vergleich mit dem Anteil der softwareentwickelnden Unternehmen in der Primärbranche ergibt sich damit folgendes Bild:

mit Softwareentwicklung in den Primärbranchen	10.568 Unternehmen ⇒	55%
mit Softwareentwicklung in den Sekundärbranchen	8.660 Unternehmen ⇒	45%
Gesamt	19.228 Unternehmen ⇒	100 %

Es gibt demnach in Deutschland fast gleich viele Unternehmen in der Primär- und in den fünf untersuchten Sekundärbranchen, die Software entwickeln.

Wie in den Primärbranchen wird auch in den Sekundärbranchen mit steigender Mitarbeiterzahl der Anteil der Unternehmen, die Software entwickeln, größer. Abhängig vom Schwerpunkt der wirtschaftlichen Tätigkeit zeigen sich in den Sekundärbranchen allerdings einige interessante Unterschiede. Für Unternehmen mit 1 bis 9 Mitarbeitern in den Sekundärbranchen spielt eigene Softwareentwicklung quasi keine Rolle.

Jedes fünfte Unternehmen mit 10 bis 49 Mitarbeitern in den Branchen Telekommunikation und Finanzdienstleistungen betätigt sich auf dem Gebiet der Softwareentwicklung. Ab einer Größe von 200 Mitarbeitern wird in jedem dritten Unternehmen im Maschinenbau, Elektrotechnik und im Bereich Finanzdienstleistungen selbst Software entwickelt. Im Fahrzeugbau sind es in diesem Größensegment 24%. Eine besonders herausragende Stellung nimmt die Branche Telekommunikation ein. 62% aller Telekommunikationsunternehmen mit mehr als 200 Mitarbeiter entwickeln eigene Software.

Betrachtet man die strukturellen Merkmale der Unternehmen innerhalb der definierten Primär- und Sekundärbranchen zeigt sich eine ähnliche Zusammensetzung, wie sie für die deutsche Wirtschaft insgesamt gilt: Die Gesamtanzahl der Unternehmen der privaten Wirtschaft in Deutschland ist vor allem durch eine Vielzahl von kleinen Unternehmen geprägt (knapp 90% aller Unternehmen der Bundesrepublik Deutschland haben 1 bis 9 Mitarbeiter). Auch in der Primärbranche überwiegen zahlenmäßig die kleinen Unternehmen. 77% der insgesamt 10.568 Unternehmen beschäftigen 1 bis 9 Mitarbeiter. 21% der Unternehmen der Primärbranche haben 10 bis 199 Mitarbeiter. Nur 185 Unternehmen (2%) beschäftigen 200 und mehr Mitarbeiter.

Die Unternehmen der Sekundärbranchen, die selbst Software entwickeln oder individuell anpassen, sind im Vergleich zur Primärbranche größer: Hier sind nur 47% der insgesamt 8.660 Unternehmen den kleinen Unternehmen mit 1 bis 9 Mitarbeitern zuzuordnen. Einzige Ausnahme ist die Branche Finanzdienstleistungen: Hier liegt der Schwerpunkt gemessen an der Anzahl der Unternehmen – ähnlich wie in der Primärbranche – im Bereich 1 bis 9 Mitarbeiter.

Der Mittelstand (10 bis 199 Mitarbeiter) ist im Vergleich zur Primärbranche mit 41% deutlich häufiger vertreten. Insbesondere die Branchen Maschinenbau und Telekommunikation sind durch Unternehmen mit einer Beschäftigtenanzahl von 10 bis 199 geprägt.

Unternehmen mit 200 und mehr Mitarbeitern sind im Vergleich zur Primärbranche ebenfalls überdurchschnittlich häufig vertreten: Auf dieses Segment entfällt ein Anteil von 12% (1.034 Unternehmen). Sehr große Unternehmen finden sich vor allem in den Bereichen Fahrzeugbau und Telekommunikation.

Die überdurchschnittliche Größe von Unternehmen der Sekundärbranchen mit eigener Softwareentwicklung wird im Vergleich mit der Grundgesamtheit aller Unternehmen der Branchen Maschinenbau, Elektrotechnik, Fahrzeugbau, Telekommunikation und Finanzdienstleistungen noch deutlicher: Hier liegt der Schwerpunkt mit 83% eindeutig bei Unternehmen mit 1 bis 9 Beschäftigten, in denen allerdings kaum eigene Softwareentwicklung stattfindet. Bei Unternehmen des Maschinenbaus, der Elektrotechnik und des Fahrzeugbaus in dieser Größenordnung handelt es sich in der Regel im Handwerksbetriebe.

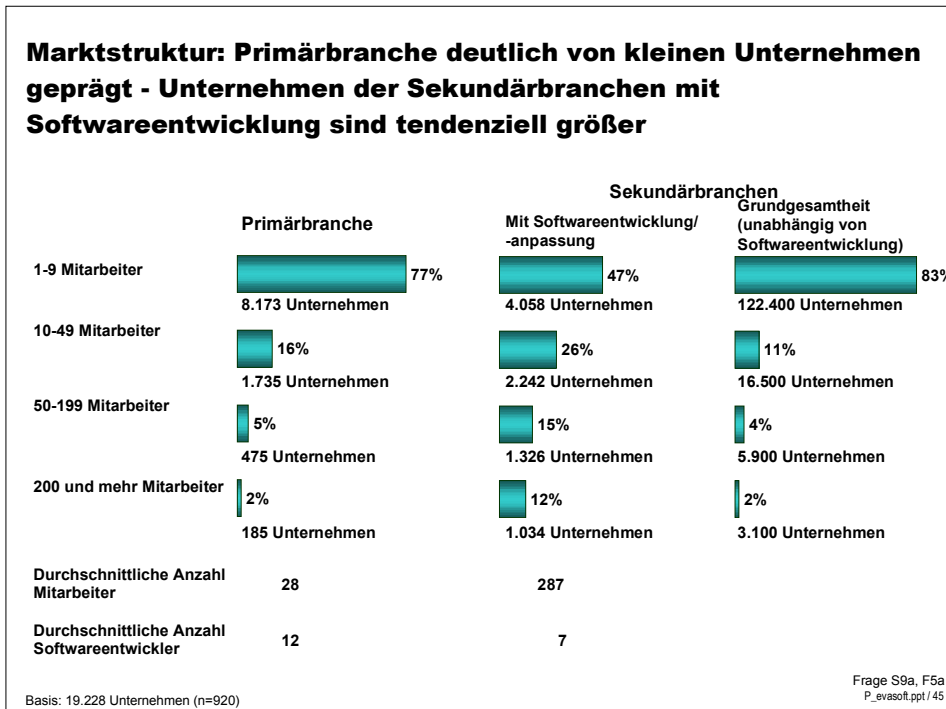


Abbildung 4.1.3:c Marktstruktur: Primärbranche deutlich von kleinen Unternehmen geprägt – Unternehmen der Sekundärbranchen mit Softwareentwicklung sind tendenziell größer

Insgesamt sind in den Unternehmen der Primärbranche und in den untersuchten Sekundärbranchen knapp 2,8 Mio. Personen beschäftigt. Damit sind mindestens 8% aller Erwerbstätigen in Deutschland in Unternehmen tätig, die Software entwickeln bzw. anpassen.

Knapp 2,5 Mio. Erwerbstätige arbeiten in Unternehmen der Sekundärbranchen; der überwiegende Teil dieser Mitarbeiter ist allerdings nicht in der Softwareentwicklung, sondern in Abhängigkeit von der Branche in Produktion, Kundendienst, Verwaltung etc. tätig.

Die Primärbranche beschäftigt insgesamt knapp 300 Tsd. Mitarbeiter.

**Anzahl Mitarbeiter in Unternehmen mit Softwareentwicklung**

	In Unternehmen mit...				Gesamt
	1 – 9 Mitarbeitern	10 – 49 Mitarbeitern	50 – 199 Mitarbeitern	500+ Mitarbeitern	
<b>Primärbranche</b>	44.000	39.000	42.000	170.000	295.000
<b>Sekundärbranchen gesamt</b>	25.000	56.700	131.900	2.274.300	2.457.900
<b>Maschinenbau</b>	2.000	24.700	61.000	1.254.500	1.342.200
<b>Elektrotechnik</b>	7.300	16.100	24.500	176.000	223.900
<b>Fahrzeugbau</b>	150	200	3.300	138.600	142.250
<b>Telekommunikation</b>	250	1.500	3.400	186.000	191.150
<b>Finanzdienstleistungen</b>	15.300	14.200	39.700	519.200	558.400
<b>Gesamt</b>	69.000	95.700	173.900	2.444.300	2.782.900

P\_evasoft.ppt/73

Abbildung 4.1.3:d Anzahl Mitarbeiter in Unternehmen mit Softwareentwicklung

## 4.2 Altersstruktur der Unternehmen

Eine Analyse der Markteintrittsraten in diesen dynamischen Markt ist – wenn auch nur eingeschränkt - über die Betrachtung des Alters der Unternehmen möglich. Die Unternehmen der jungen Primärbranche weisen ein Durchschnittsalter von nur 10 Jahren auf. Die überwiegende Zahl der Unternehmen in der Primärbranche (67%) wurde nach 1990 gegründet. Bei den 3% - zumeist großen - Unternehmen, die vor 1970 gegründet wurden, kann angenommen werden, dass es sich dabei um Unternehmen handelt, die ihre Geschäftsfelder erst später auf die Softwareentwicklung konzentriert haben. 8% Unternehmen der Primärbranche wurden nach 1997 gegründet. Somit sind unter den insgesamt 10.568 Unternehmen der Primärbranche rund 800 Start-up-Unternehmen [Vgl. dazu auch Harnischfeger et al. 2000].

Die Unternehmen der Sekundärbranchen sind mit durchschnittlich 38 Jahren deutlich länger am Markt tätig. Allein über die Hälfte der Maschinenbau-Unternehmen und Finanzdienstleister waren bereits vor 1945 in Deutschland etabliert. Deutlich jünger hingegen - und vermutlich auch durch die späte Liberalisierung des Marktes verursacht - zeigt die Telekommunikationsbranche ein durchschnittliches Alter der Unternehmen von 15 Jahren.

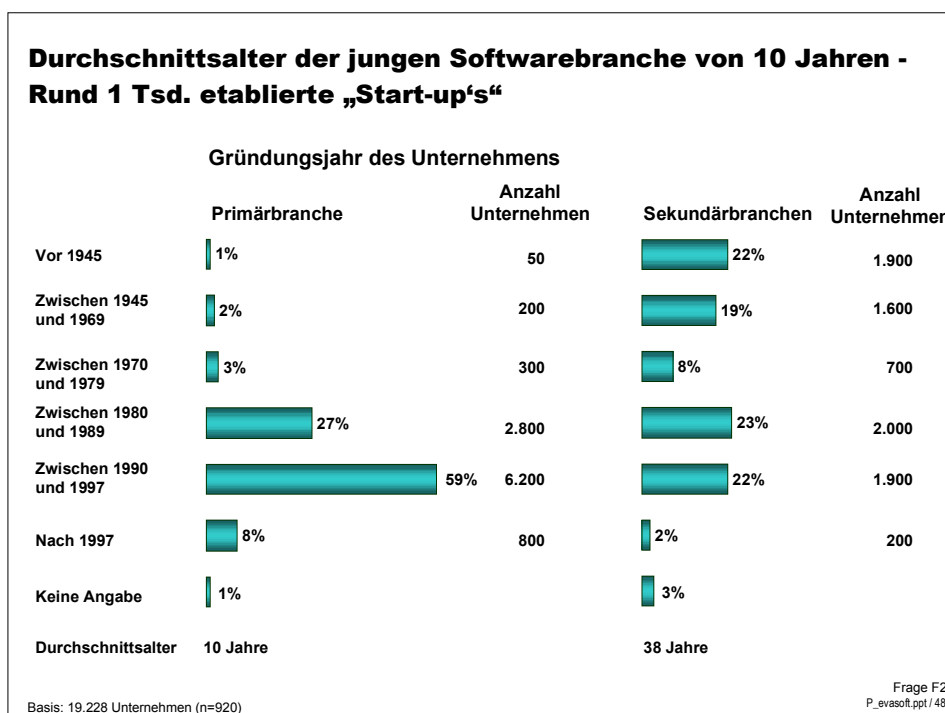


Abbildung 4.2:a Durchschnittsalter der jungen Softwarebranche von 10 Jahren – Rund 1. Tsd etablierte „Start-up’s“

### **4.3 Unternehmensverflechtungen**

1.800 Unternehmen der Primärbranche und der fünf untersuchten Sekundärbranchen haben in der Vergangenheit ein oder mehrere andere Unternehmen (mit Schwerpunkt Softwareentwicklung) übernommen. In der Primärbranche sind im Vergleich zu den Sekundärbranchen deutlich mehr Fusionen zu beobachten: Hier haben 13% andere Unternehmen erworben.

Bei einer Analyse der Primärbranche nach Mitarbeitergrößenklassen zeigt sich, dass mit zunehmender Unternehmensgröße der Anteil der Fusionen steigt. Mergers & Acquisitions (M&A) werden somit vor allem von größeren Unternehmen der Primärbranche als Wachstumsmöglichkeit genutzt.

In den Sekundärbranchen ist der Anteil der Unternehmen, die in der Vergangenheit auf Softwareentwicklung spezialisierte Unternehmen übernommen haben, mit nur 4% vergleichsweise gering. Einzige Ausnahme in diesem Bereich ist die besonders softwareintensive Branche Telekommunikation. Hier haben 13% andere spezialisierte Unternehmen übernommen. Zusätzlich ist - wie schon in der Primärbranche - auch im Bereich der Sekundärbranchen mit zunehmender Unternehmensgröße ein steigender Anteil von aktiven Übernahmen festzustellen.

M&A sind somit vor allem für große Unternehmen und für Unternehmen aus besonders softwareintensiven Branchen eine Möglichkeit, sich vor dem Hintergrund des akuten Fachkräftemangels das nötige Softwareentwicklungs-Wissen, in Kombination mit dem im Unternehmen akkumulierten Know-how, in die Unternehmen zu holen.

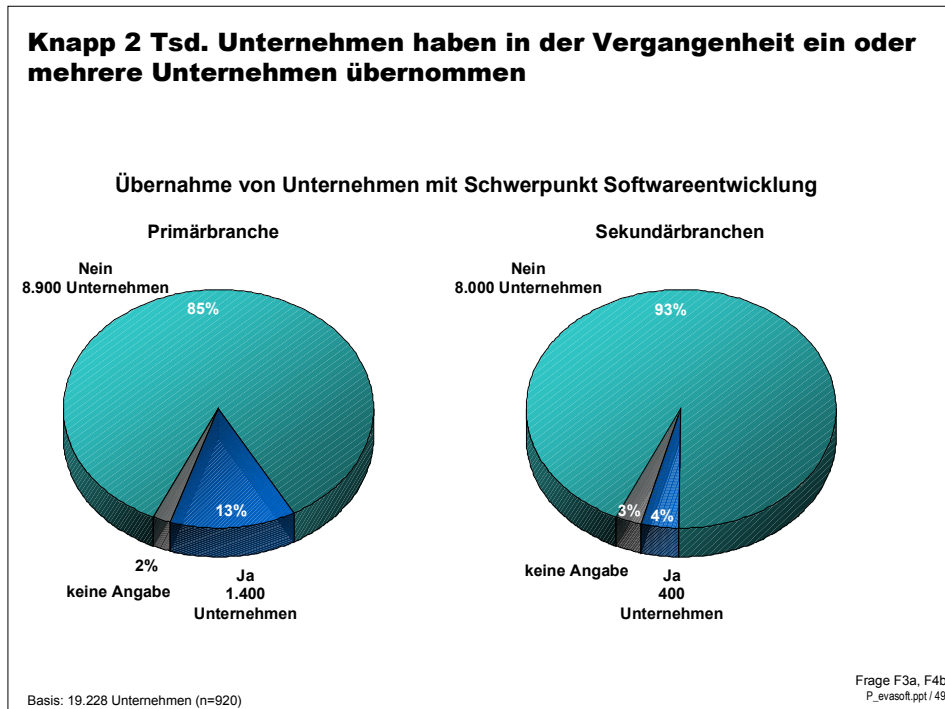


Abbildung 4.3:a Knapp 2 Tsd. Unternehmen haben in der Vergangenheit ein oder mehrere Unternehmen übernommen

Kleine und mittlere Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen sind größtenteils nicht in internationale Unternehmensstrukturen eingebunden. 77% aller Unternehmen haben keine „Konzern“- Mütter oder –Töchter im Ausland. Internationale Verflechtungen sind allerdings bei den großen Unternehmen sowohl in der Primärbranche als auch in den Sekundärbranchen vorhanden. Während bei den Unternehmen der Primärbranche mit 200 und mehr Mitarbeitern jeweils 32% als Mutter- oder als Tochtergesellschaft auftreten, überwiegen in den Sekundärbranchen die Muttergesellschaften. Insbesondere große Elektrotechnik-Unternehmen (59%), Maschinenbau- (54%) und Fahrzeugbau-Unternehmen (48%) haben Töchter im Ausland. Telekommunikationsunternehmen fungieren vergleichsweise häufig als deutsche Tochtergesellschaft unter ausländischer Regie (24%).

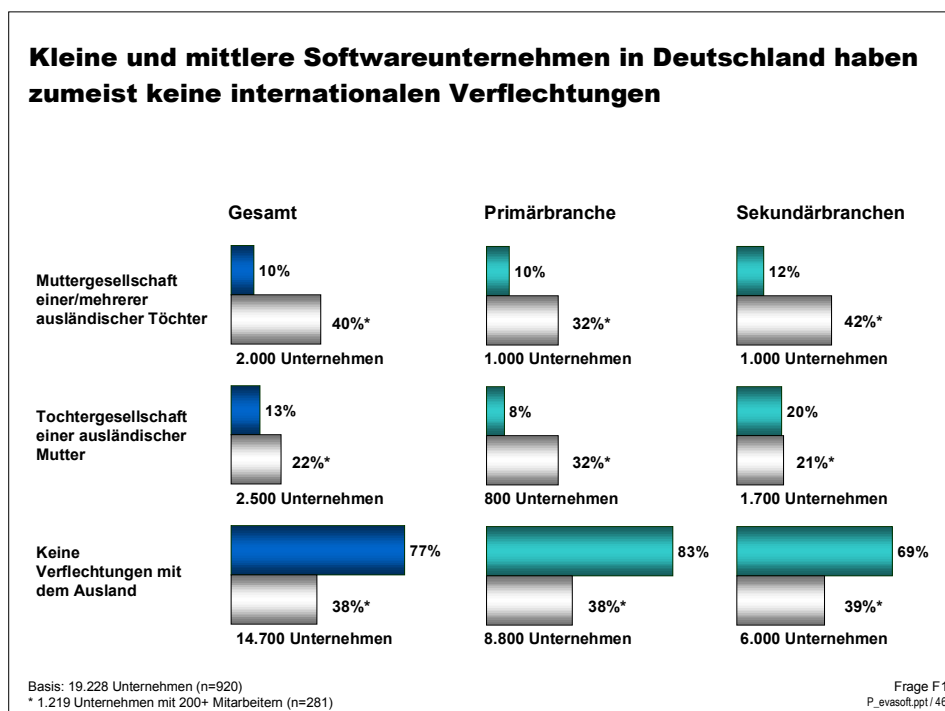


Abbildung 4.3:b Kleine und mittlere Softwareunternehmen in Deutschland haben zumeist keine internationalen Verflechtungen



#### **4.4 Produkte und Einsatzbereiche**

Bei der Unterscheidung verschiedener Softwareprodukttypen besteht eine Reihe von Möglichkeiten. Die hier genutzte Typologie unterscheidet nach eigenständigen Softwareprodukten, Software als Teil anderer Softwareprodukte, d.h. z.B. Bibliotheken, Module oder Treiber, und Software als Teil anderer Produkte wie z.B. Maschinen oder Elektronik („Embedded Software oder Dienstleistungen, wie z.B. Versicherungsprodukte“).

Die in Deutschland entwickelte Software wird von der überwiegenden Anzahl der Unternehmen als „eigenständiges Produkt“ bezeichnet: 9.100 Unternehmen in der Primärbranche und 2.100 Unternehmen in den betrachteten fünf Sekundärbranchen entwickeln Software, die als eigenständiges Produkt vermarktet wird. Dabei gehören die Entwicklung und Vermarktung von Software als eigenständige Produkte in der Primärbranche zum Kerngeschäft. Auch die Entwicklung von Software als Teil anderer Softwareprodukte erfolgt überwiegend in der Primärbranche (2.500 Unternehmen). Viele der Unternehmen verkaufen Software zwar als eigenständiges Produkt, das aber den Charakter von embedded Software hat, da es sich um fakultative, jedoch an spezielle Hardware gekoppelte, Produkte handelt.

Die Entwicklung von embedded Software findet überwiegend in den Sekundärbranchen (47%) statt, insbesondere in den Bereichen Elektrotechnik (77%) und Maschinenbau (60%).

Softwareentwicklung als eigenständiges Produkt wird in den Sekundärbranchen von den Unternehmen der Finanzdienstleistungen dominiert: Allein 1.250 der 2.100 Unternehmen sind Banken und Versicherungen.

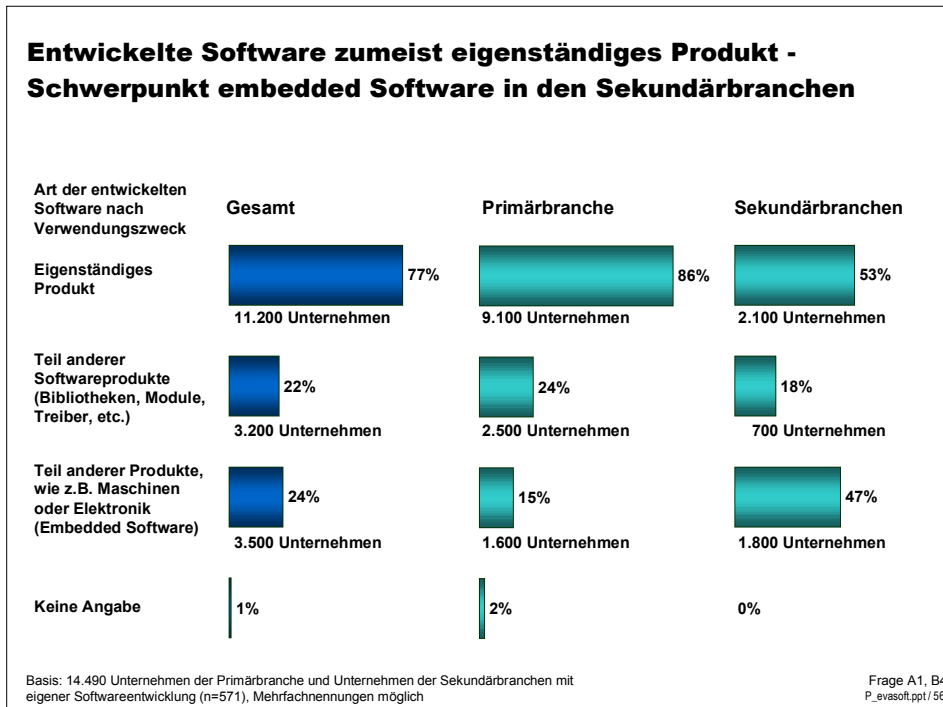


Abbildung 4.4:a Entwickelte Software zumeist eigenständiges Produkt – Schwerpunkt embedded Software in den Sekundärbranchen

Das Kerngeschäft der Primärbranche liegt in der Entwicklung von Software, die als eigenständiges Produkt vermarktet wird. Schwerpunktmäßig wird dabei betriebswirtschaftliche Software angeboten: 5.000 Unternehmen erstellen Software, die diesem Spektrum zuzuordnen ist. Im Bereich Multimedia- und Internet-Software herrscht mit 4.200 Unternehmen die zweitgrößte Anbietervielfalt. 3.000 Unternehmen entwickeln technische Software. Systemsoftware wird von 1.500 der Unternehmen der Primärbranche angeboten. In den Bereich sonstiger (kommerzieller) Software fallen insgesamt 3.300 Unternehmen. Hierzu gehören vor allem Anbieter von Programmen für Dokumentenverwaltung oder Wissensmanagement.

Große Unternehmen der Primärbranche zeichnen sich gegenüber kleineren Unternehmen im wesentlichen durch eine größere Produktvielfalt aus.

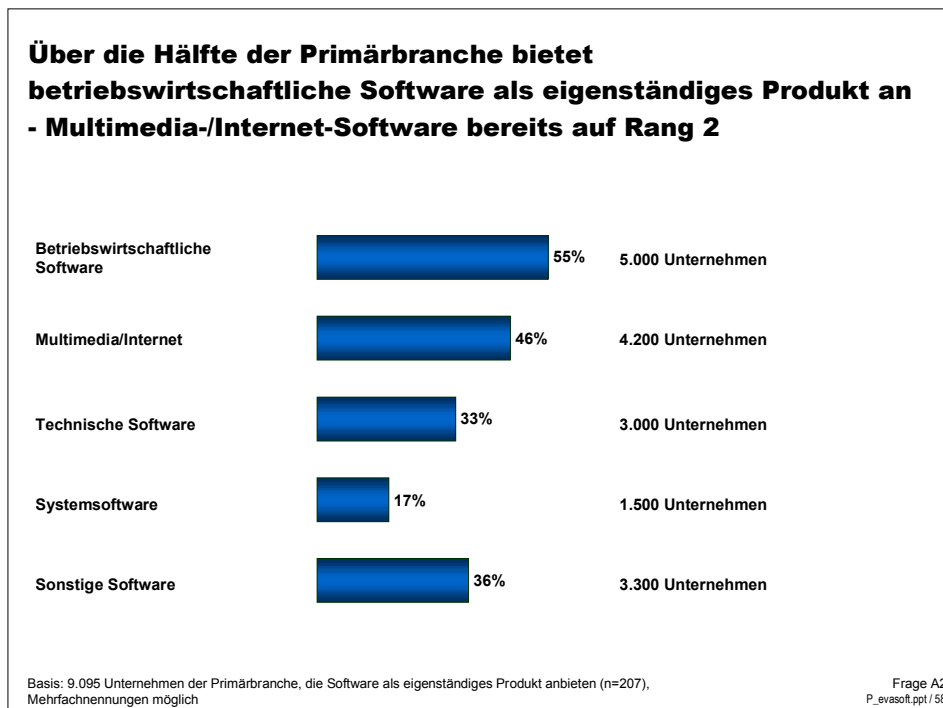


Abbildung 4.4:b Über die Hälfte der Primärbranche bietet betriebswirtschaftliche Software als eigenständiges Produkt an – Multimedia-/Internet-Software bereits auf Rang 2

Der Angebotsschwerpunkt der Unternehmen der Primärbranche liegt im Bereich der betriebswirtschaftlichen Software. Dieser Bereich ist vor allem durch eine breite Palette verschiedener Anwendungen gekennzeichnet. Software zur Auftragsabwicklung und Fakturierung wird von insgesamt 59% Unternehmen angeboten. In den Anwendungsgebieten Materialwirtschaft, Lager- und Bestellwesen (48%), Finanz- und Rechnungswesen (47%) sowie Marketing und Vertrieb (33%) ist der Markt ebenfalls durch eine Vielzahl von Anbietern geprägt.

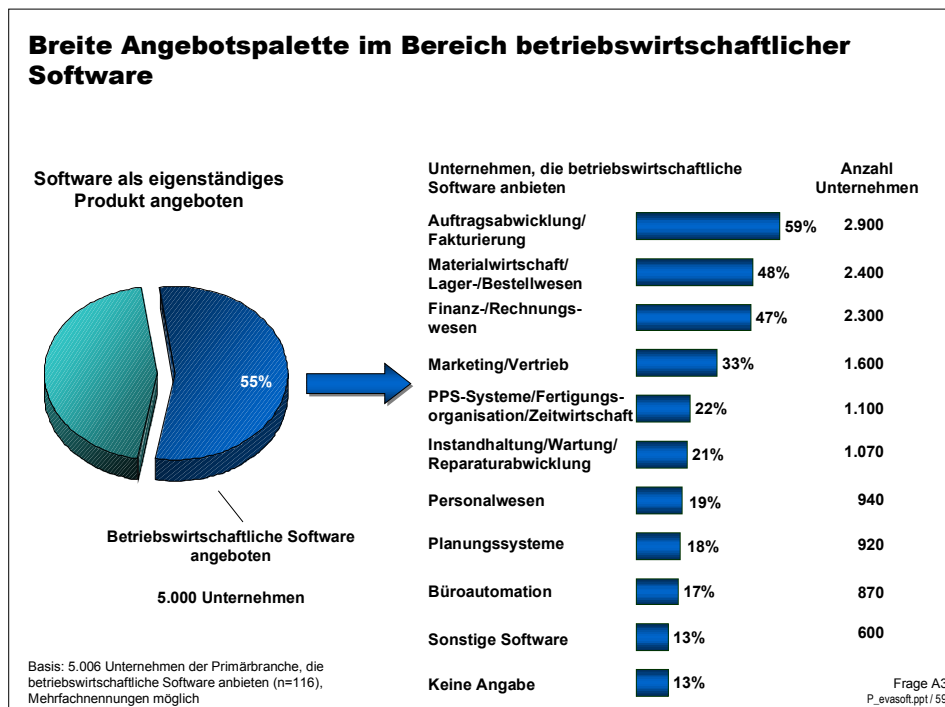


Abbildung 4.4:c Breite Angebotspalette im Bereich betriebswirtschaftlicher Software

Insgesamt 3.000 Unternehmen der Primärbranche bieten technische Software als eigenständiges Produkt an. Die größte Anbietervielfalt herrscht hier in den Anwendungsgebieten technische Berechnungen (47%), Mathematik/Statistik/Simulationen (43%) sowie CAD-, CAM- und CAE-Systeme (36%).

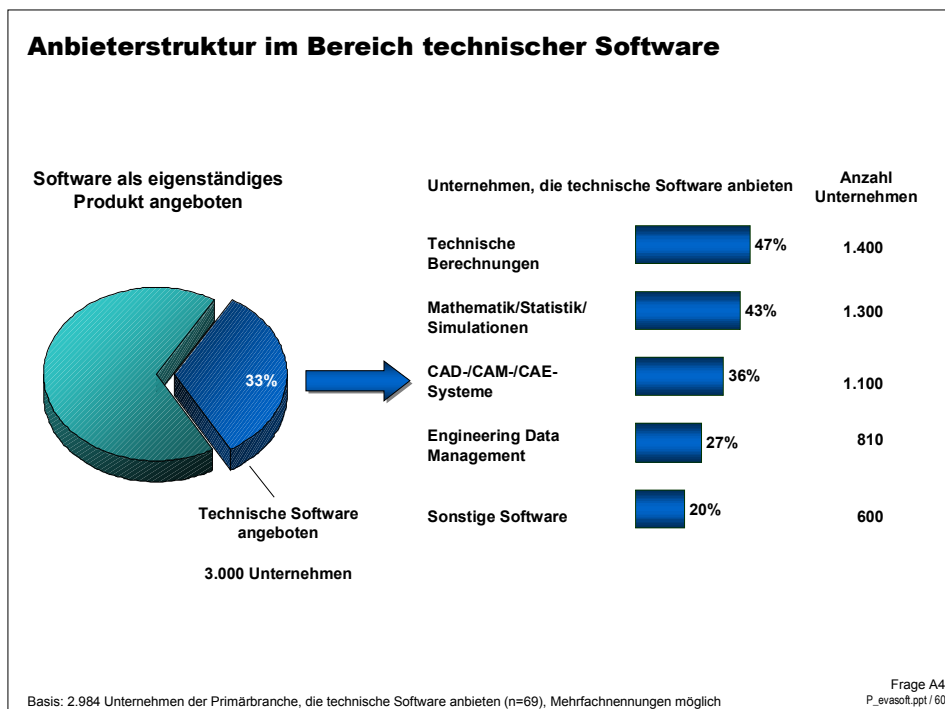


Abbildung 4.4:d Anbieterstruktur im Bereich technischer Software

Verglichen mit betriebswirtschaftlicher und technischer Software ist die Zahl der Anbieter von Systemsoftware mit 1.500 Unternehmen relativ überschaubar. Der Großteil konzentriert sich dabei auf Datenbanksysteme und Datenverwaltung (67%) sowie Netzwerke und Rechnerkommunikation (59%).

Anwendungen für Systemadministration und Rechenzentrums-Management (42%), Betriebssysteme und –erweiterungen (40%) sowie Softwareentwicklungs-Umgebungen (38%) werden weniger angeboten.

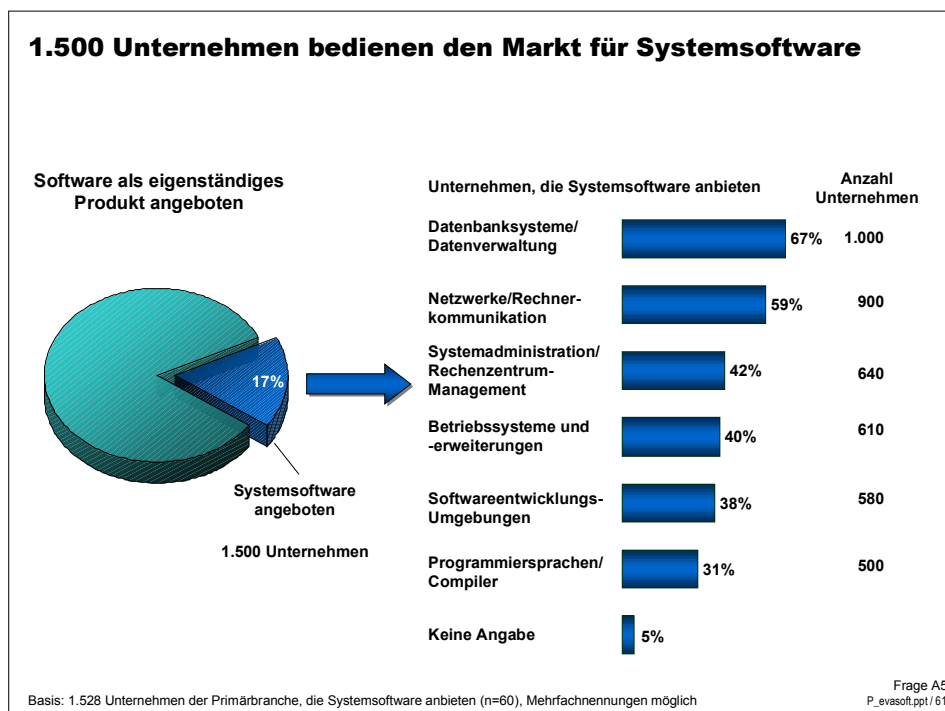


Abbildung 4.4:e 1.500 Unternehmen bedienen den Markt für Systemsoftware

56% der Anbieter von (eigenständigen) Softwareprodukten haben sich auf die Entwicklung von Softwarelösungen für ausgewählte Branchen spezialisiert. 5.000 Unternehmen bieten ausschließlich solche Software an. 900 Anbieter offerieren neben branchenübergreifender Software auch Produkte für spezielle Branchen.

Handelsunternehmen können beim Erwerb spezieller Softwareprodukte für ihre Branche aus der größten Zahl von Anbietern auswählen: 1.700 Unternehmen entwickeln Software für den Handel.

Jede Branche weist individuelle Besonderheiten und spezielle Anforderungen an Software auf, die bei der Entwicklung berücksichtigt werden müssen. Hierfür sind hochspezialisierte Branchenkenntnisse der Softwareanbieter eine unabdingbare Voraussetzung. Dies spiegelt sich auch in den Anforderungen an die Qualifikation der gesuchten Fachkräfte wider, die in Kapitel 5 dargestellt werden.

Die notwendige Spezialisierung auf bestimmte Branchen sorgt für eine stark zergliederte Anbieterstruktur: Je nach Branche bieten zwischen 500 und 1.700 Unternehmen spezielle Softwarelösungen an.

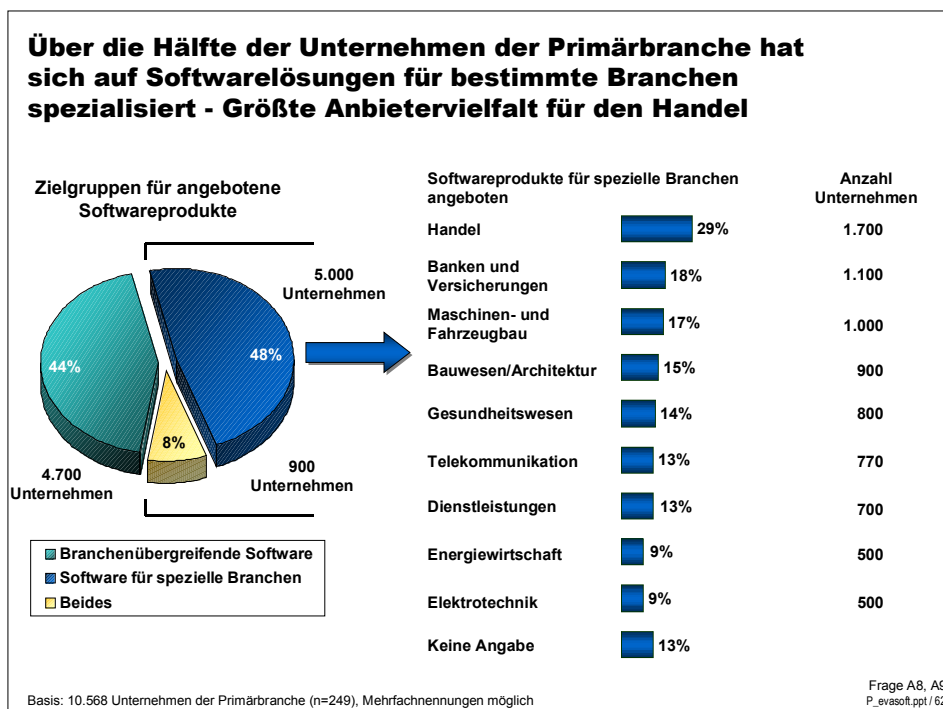


Abbildung 4.4.f Über die Hälfte der Unternehmen der Primärbranche hat sich auf Softwarelösungen für bestimmte Branchen spezialisiert – Größte Anbietervielfalt für den Handel



Eine weitere Möglichkeit Software nach Kategorien zu analysieren ist die Anzahl der Installationen pro Version. Dabei lassen sich Individualsoftware (<100 Installationen), Kleinserien (100 bis 1.000 Installationen) und Standardsoftware (>1.000 Installationen) unterscheiden.

In der Gesamtbetrachtung liegt der Schwerpunkt der Softwareentwicklung in Deutschland eindeutig im Bereich der Individualsoftware. Insgesamt 7.700 Unternehmen der Primärbranche und fünf untersuchten Sekundärbranchen entwickeln Software, die weniger als 100 mal pro Version installiert wird. In den Sekundärbranchen ist dieser Schwerpunkt noch deutlicher ausgeprägt. Hier entwickeln 74% der Unternehmen Individualsoftware. Große und kleine Unternehmen der Sekundärbranchen unterscheiden sich in dieser Hinsicht nicht. Insbesondere die Softwareunternehmen im Finanzdienstleistungsbereich sind auf die Entwicklung von Individualsoftware spezialisiert.

Kleinserien (100 bis 1.000 Installationen) werden von jeweils etwa jedem Dritten Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen angeboten.

Standardsoftware wird dagegen nahezu ausschließlich in der Primärbranche entwickelt. 4.050 der insgesamt 4.300 Unternehmen, die Standardsoftware anbieten, sind der Primärbranche zuzuordnen. Dies entspricht einem Anteil von 94%. Insbesondere Unternehmen mit 200 und mehr Mitarbeitern sind auf die Entwicklung von Standardsoftware spezialisiert.

Allerdings wird auch in fast jedem fünften Unternehmen in den Bereichen Fahrzeugbau und Telekommunikation mit eigener/originärer Softwareerstellung Standardsoftware erstellt.

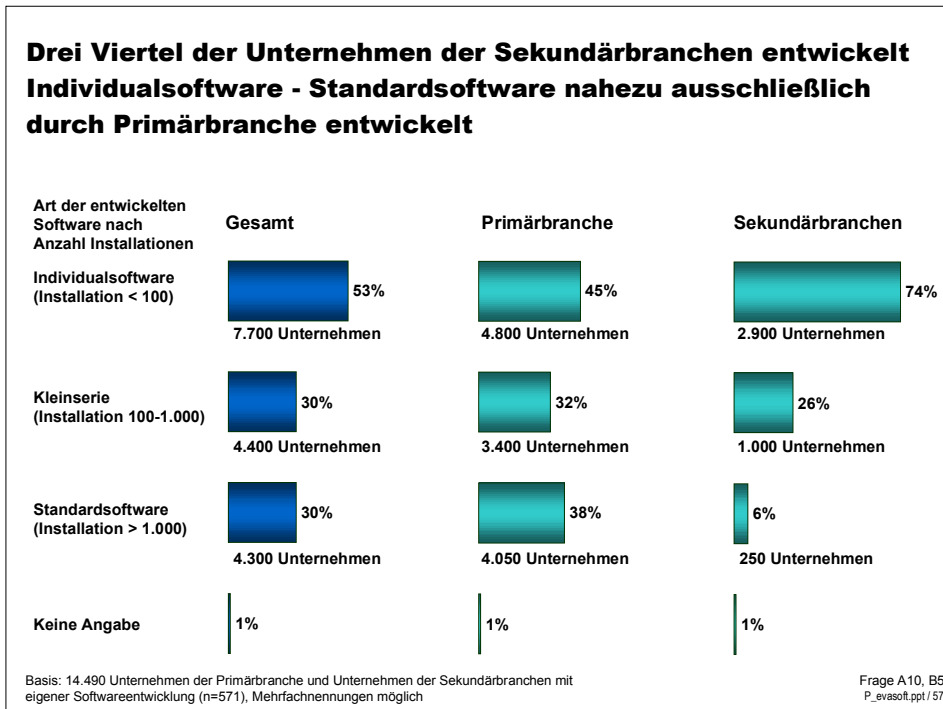


Abbildung 4.4:g Drei Viertel der Unternehmen der Sekundärbranchen entwickelt Individualsoftware – Standardsoftware nahezu ausschließlich durch Primärbranche entwickelt

#### **4.5 Umsatz**

Im Rahmen dieser Untersuchung umfasst die Primärbranche alle Unternehmen mit eigener Softwareentwicklung bzw. -anpassung mit einem wirtschaftlichen Tätigkeitsschwerpunkt in den Bereichen „Datenverarbeitung und Datenbanken“ sowie Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten- und -einrichtungen (jeweils lt. Wirtschaftszweigsystematik 1993, siehe Kapitel 2.3.2). Insgesamt erzielten die Unternehmen der so abgegrenzten Primärbranche 1999 einen Umsatz von ca. 83 Mrd. DM. Der in der Unternehmensbefragung ermittelte Gesamtumsatz von 83 Mrd. DM liegt damit deutlich über dem von z.B. von Bitkom ermitteltem Umsatz von 55,5 Mrd. DM im deutschen Markt für Software und IT-Services in 1999 [Bitkom 2000b].

Der unmittelbare Vergleich dieser beiden Umsatzzahlen ist aber insofern nicht zulässig, da sich die Abgrenzung der Branche „Software und IT-Services“ bei Bitkom wesentlich in der Definition „Primärbranche“ im vorliegenden Bericht unterscheidet. Die Primärbranche deckt ausschließlich Unternehmen mit Softwareentwicklung und/oder -anpassung ab und ist damit einerseits enger gefasst als die Branchendefinition „Software und IT-Services“. Diese beinhaltet auch Unternehmen ohne Softwareentwicklung (z.B. Beratungsunternehmen). Andererseits schließt die „Primärbranche“ auch sogenannte Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten und Dateneinrichtung mit entsprechend hohen Umsätzen mit ein. Der hier ermittelte Gesamtumsatz der Primärbranche von 83 Mrd. DM enthält somit einen wesentlichen Anteil an Hardwareumsätzen.

Wie bereits erläutert weist die Primärbranche eine Marktstruktur auf, die deutlich von kleinen Unternehmen geprägt ist: 77% der insgesamt 10.568 Unternehmen beschäftigen 1 bis 9 Mitarbeiter. Dies macht sich auch bei der Umsatzstruktur bemerkbar: 85% der Unternehmen der Primärbranche erzielten 1999 einen Jahresumsatz von unter 5 Mio. DM.

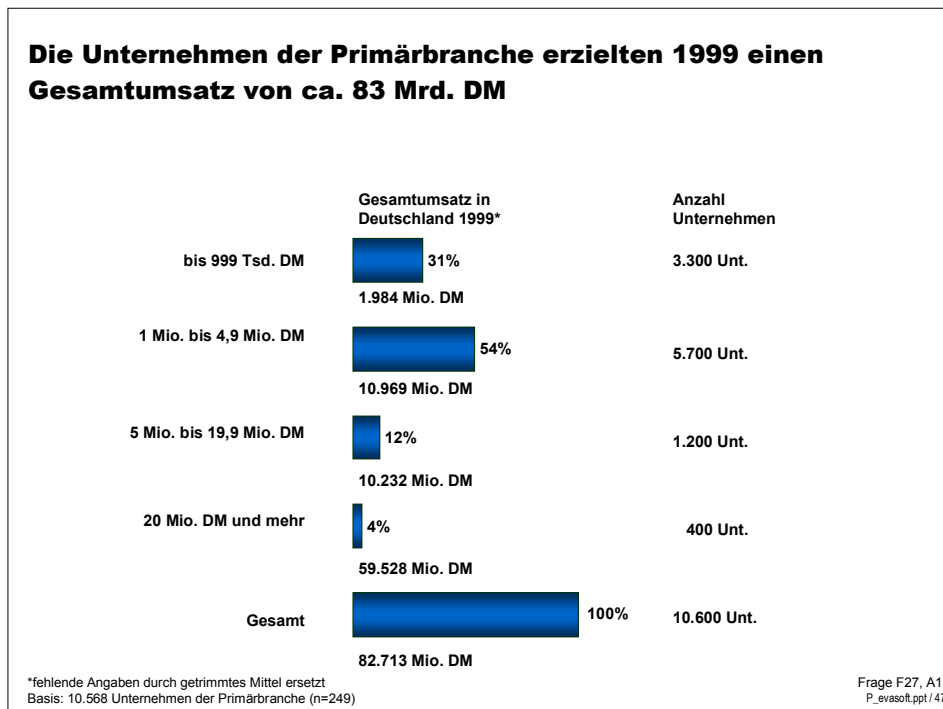


Abbildung 4.5:a Die Unternehmen der Primärbranche erzielten 1999 einen Gesamtumsatz von ca. 83 Mrd. DM

11% des Gesamtumsatzes von ca. 83 Mrd. DM wurden 1999 mit ausländischen Auftragnehmern erzielt. Dies entspricht einem Gesamt-Auslandsumsatz der Primärbranche von ca. 9,5 Mrd. DM. Die Zusammenarbeit mit ausländischen Auftraggebern ist dabei weitgehend unabhängig vom Umsatz und damit von der Größe des Unternehmens gemessen an der Beschäftigtenzahl.



Die softwareentwickelnden Unternehmen der fünf untersuchten Sekundärbranchen erzielten 1999 einen Umsatz von ca. 2.200 Mrd. DM. Rund 164 Mrd. DM hiervon entfallen auf das verarbeitende Gewerbe (Maschinen- und Fahrzeugbau, Elektrotechnik). Die Sekundärbranche Telekommunikation erzielte 1999 einen Gesamtumsatz von 55 Mrd. DM. Die Branchen Banken und Versicherungen können keinen Umsatz im herkömmlichen Sinne (Preis x Menge) dokumentieren. Stattdessen werden – verglichen mit den Umsatzzahlen von produzierenden Unternehmen – überdurchschnittlich hohe Bilanzsummen bzw. eingelagerte Vermögen ausgewiesen. 1999 wies der Sektor Finanzdienstleistungen mit eigener Softwareentwicklung insgesamt eine Bilanzsumme bzw. eingelagerte Vermögen in Höhe von ca. 1.939 Mrd. DM aus.

Aus dem Gesamtumsatz von ca. 2.200 Mrd. errechnet sich ein durchschnittlicher Umsatz von 249 Mio. DM. Dieser Wert liegt deutlich über dem Vergleichswert der Primärbranche von durchschnittlich 8 Mio. DM. Für diese enorme Differenz gibt es mehrere Gründe: Wie bereits dargestellt, ist die Marktstruktur der Primärbranche von kleinen Unternehmen geprägt. Verglichen damit sind Unternehmen der Sekundärbranchen durchschnittlich deutlich größer. Ein weiterer Grund für die Differenz ist in der Zusammensetzung des Umsatzes der Sekundärbranchen zu sehen. Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes (Maschinenbau, Elektrotechnik und insbesondere Fahrzeugbau) kaufen in großem Umfang Fertigungsmaterial zu. Der Materialanteil an den Herstellkosten und somit letzten Endes auch am Preis der hergestellten Produkte ist überdurchschnittlich groß. Hinzu kommt die bereits erläuterte Besonderheit der Branche Finanzdienstleistungen.

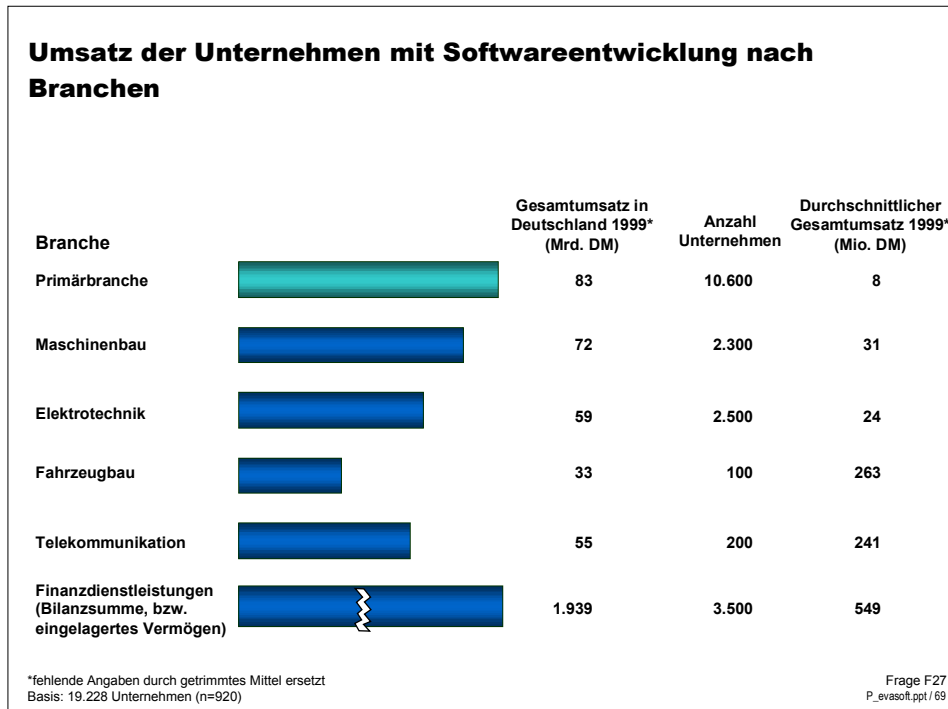


Abbildung 4.5:b Umsatz der Unternehmen mit Softwareentwicklung nach Branchen

Software ist als Bestandteil des Produkt- und Dienstleistungsangebotes der Unternehmen in den Sekundärbranchen von Bedeutung: Durchschnittlich 15% der Neuentwicklungskosten von Produkten und Dienstleistungen entfallen derzeit auf Softwareentwicklung. Die Neuentwicklung von Produkten und Dienstleistungen in den Branchen Telekommunikation und Elektrotechnik erweist sich dabei als überdurchschnittlich software-intensiv. Im Bereich Telekommunikation entfallen derzeit 23%, im Bereich Elektrotechnik sogar 25% der gesamten Entwicklungskosten auf Softwareentwicklung. Ein Einzelfällen gibt es Teilbereiche oder Produkte von Unternehmen, wie z.B. Telefonvermittlungssysteme, bei den der Softwareanteil sogar noch deutlich höher (bis zu 80%) liegt.

Der Kostenanteil für Softwareentwicklung an der Neuentwicklung von Produkten und Dienstleistungen stellt sich insgesamt als weitgehend unabhängig von der Unternehmensgröße dar. Kleine Unternehmen wenden hier in Relation zu dem Entwicklungsbudget gleich viel auf wie große Unternehmen.

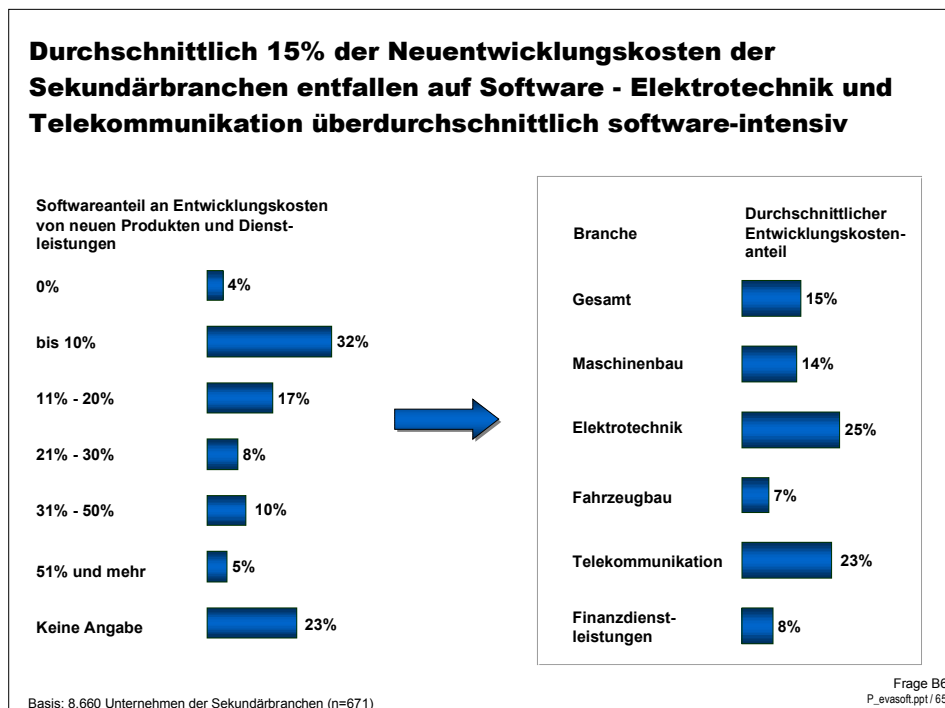


Abbildung 4.5:c Durchschnittlich 15% der Neuentwicklungskosten der Sekundärbranchen entfallen auf Software – Elektrotechnik und Telekommunikation überdurchschnittlich software-intensiv



#### **4.6 Wertschöpfung und Bedeutung von Softwareentwicklung**

Mit den Mitteln der Wirtschaftsstatistik ist es möglich, bedeutungsvolle Einzel- und gesamtwirtschaftliche Phänomene zu erfassen und zu quantifizieren. Die Bruttowertschöpfung ist innerhalb der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung ein Indikator für den Beitrag zum Volkseinkommen. Auf Basis der Untersuchungsergebnisse kann die durch Softwareentwicklung bedingte Wertschöpfung auf gesamtwirtschaftlicher Ebene annäherungsweise ermittelt werden.

Im Rahmen von Unternehmensbefragungen gelingt es in der Regel nicht, die Wertschöpfung durch eine simple Abfrage dieses Anteils z.B. am Gesamtumsatz zu ermitteln. Insbesondere herrscht in kleineren Unternehmen häufig nicht nur Unkenntnis über diesen Begriff, vielmehr bestehen auch unterschiedliche Definitionen, die die Einschätzungen und Abgrenzungen von Wertschöpfung schwierig, wenn nicht unmöglich machen. Im Vergleich zu Tätigkeiten der Produktion physischer Güter, sind bei Softwareentwicklung in der Regel kaum Vorleistungen (von außen hereingenommene Güterwerte) zu berücksichtigen. Für die Bestimmung der Wertschöpfung im Rahmen dieser Untersuchung wurden deshalb die Personal- und Kapitalkosten (inkl. fiktivem Gewinn bei Unternehmen der Sekundärbranche) zugrunde gelegt, die auf Basis der durchschnittlichen Tagessätze für Softwareentwickler multipliziert mit den aufgewendeten Personentagen für Softwareentwicklung pro Jahr berechnet wurden [zur Vorgehensweise vgl. Bösl 1986].

Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die zugrundeliegende Vorgehensweise:

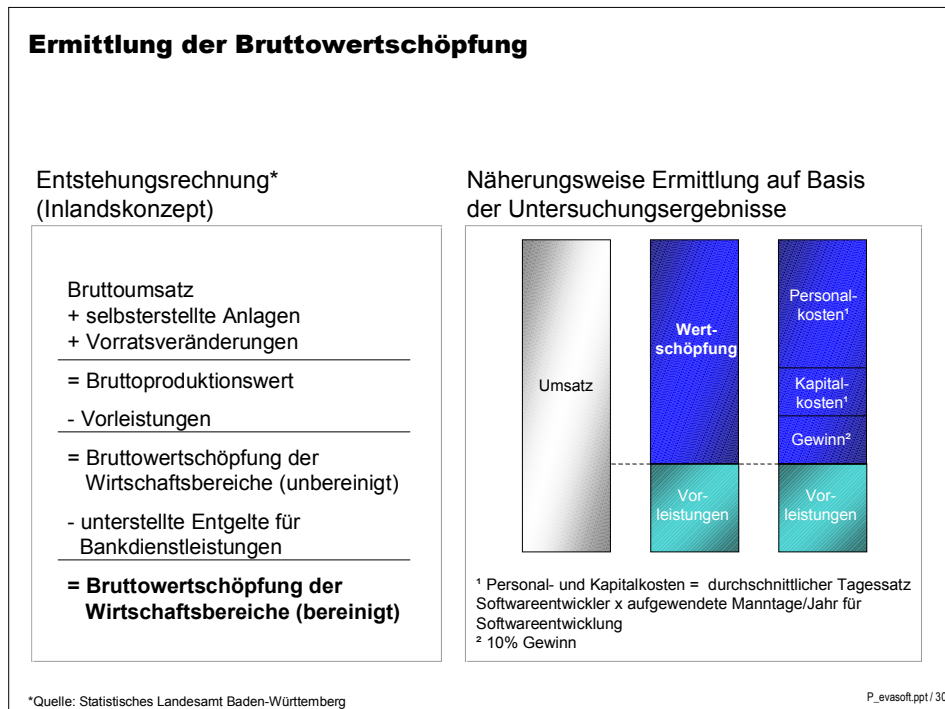


Abbildung 4.6:a Ermittlung der Bruttowertschöpfung

Ergebnis der Analyse ist der durch Softwareentwicklung verursachte Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung. Dieser Beitrag ist gleichzeitig ein Indikator für die (monetär bewertete) Bedeutung der Softwareentwicklung für die deutsche Volkswirtschaft.

Demnach trägt Softwareentwicklung in der Primärbranche und in den untersuchten fünf Sekundärbranchen im Umfang von ca. 50 Mrd. DM zur Bruttowertschöpfung der Bundesrepublik Deutschland bei. Dies entspricht einem Anteil an der Bruttowertschöpfung der gesamten deutschen Wirtschaft von 1,38%.

Zur Entstehung der 50 Mrd. DM trägt mit 37 Mrd. DM (74%) überwiegend die Primärbranche bei. Der Anteil der Unternehmen der betrachteten Sekundärbranchen liegt bei insgesamt 12,73 Mrd. DM (26%); dazu tragen die einzelnen Sekundärbranchen wie folgt bei:

• Finanzdienstleistungen	4,34	Mrd. DM
• Telekommunikation	3,53	Mrd. DM
• Elektrotechnik	2,49	Mrd. DM
• Maschinenbau	2,15	Mrd. DM
• <u>Fahrzeugbau</u>	<u>0,22</u>	<u>Mrd. DM</u>
Sekundärbranchen	12,73	Mrd. DM

Ein Grund für diese Aufteilung liegt in der Art und Menge der zu verarbeitenden Daten bzw. ihrem Wert. Die Branchen, die einen besonders hohen Wertschöpfungsanteil aufweisen, müssen große Mengen von hochsensibler Daten bearbeiten, insbesondere zur Verwaltung der Kundenbeziehungen (Customer Relationship Management-Systeme) und zur Abrechnung (Billing-Systeme). Entsprechend stark ist ihre Abhängigkeit von eigens auf sie zugeschnittener Individualsoftware einzuschätzen, die ab einem bestimmten Bedarf, der sich unter anderem an der Unternehmensgröße messen lässt, selbst entwickelt wird. Entsprechend häufig trägt Software auch in diesen Unternehmen zum Alleinstellungsmerkmal bei.

Die Ermittlung der relativen Bedeutung der Softwareentwicklung kann nun über einen Vergleich mit anderen Wirtschaftssektoren vorgenommen werden: Die alleine durch Softwareentwicklung bedingte Wertschöpfung von insgesamt ca. 50 Mrd. DM liegt über der gesamten Wertschöpfung des – durch eine starke Lobby und intensive staatliche Förderung gekennzeichneten - Wirtschaftssektors Land-, Forstwirtschaft und Fischerei (42,77 Mrd. DM).

Verglichen mit den Wirtschaftsbereichen, die den größten Anteil zur nationalen Bruttowertschöpfung beitragen mag der Anteil der Softwareentwicklung auf den ersten Blick relativ gering erscheinen. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass der Softwareanteil von 50 Mrd. DM von nur ca. 19 Tsd. Unternehmen erwirtschaftet wird. Produzierendes Gewerbe (890 Mrd. DM) und Handel, Gastgewerbe und Verkehr (621 Mrd. DM) leisten zwar insgesamt einen deutlich größeren Anteil zur Bruttowertschöpfung der deutschen Volkswirtschaft, verfügen aber auch über eine weit größere Anzahl von Unternehmen (ca. 390 Tsd. bzw. 807 Tsd.).

**Softwareentwicklung trägt ca. 50 Mrd. DM zur Bruttowertschöpfung der Bundesrepublik Deutschland bei**

	Mrd. DM	Anteil	Anzahl Unternehmen
<b>Bruttowertschöpfung 1999 gesamt*</b>	<b>3.612,62</b>	<b>100%</b>	<b>2.738 Tsd</b>
<b>Softwareentwicklung</b>	<b>50,02</b>	<b>1,38%</b>	<b>19 Tsd.</b>
Primärbranche	37,28	1,03%	11 Tsd.
Sekundärbranchen	12,73	0,35%	9 Tsd.
<b>Zum Vergleich*:</b>			
Land-, Forstwirtschaft, Fischerei	42,77	1,18%	-
Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe	890,27	24,64%	390 Tsd.
Handel, Gastgewerbe und Verkehr	621,47	16,95%	807 Tsd.

\*Quelle: Statistisches Bundesamt 1999  
Basis: 19.228 Unternehmen (n=920)

Frage F29, F30  
P\_evasoft.ppt/31

Abbildung 4.6:b Softwareentwicklung trägt ca. 50 Mrd. DM zur Bruttowertschöpfung der Bundesrepublik Deutschland bei

Neben einer Betrachtung der Bedeutung der Softwareentwicklung auf makroökonomischer Ebene ist auch die Analyse des Softwarebeitrages auf mikroökonomischer (Unternehmens-) Ebene möglich. Hierbei geht es jedoch nicht um die Ermittlung eines konkreten Umsatzanteils, der dann als Grundlage zur Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung dient. Das Ziel besteht vielmehr darin, den Anteil des Gesamtumsatzes zu ermitteln, der unmittelbar durch Softwareentwicklung verursacht wird. Die wahrgenommene Bedeutung der Softwareentwicklung steht dabei im Vordergrund der Erhebung.

Aus Sicht der Unternehmen werden durchschnittlich 36% der Umsätze unmittelbar durch Softwareentwicklung generiert. In der Primärbranche liegt der Softwareanteil bei knapp der Hälfte der Unternehmen zwischen 76% und 100%. Rund ein Drittel der Unternehmen der betrachteten fünf Sekundärbranchen sehen in der Softwareentwicklung keine Wertschöpfung, der durchschnittliche Anteil liegt bei 11%. Der Softwarebeitrag zum Umsatz in den Sekundärbranchen Elektrotechnik und Telekommunikation ist mit durchschnittlich 23% bzw. 20% vergleichsweise hoch.

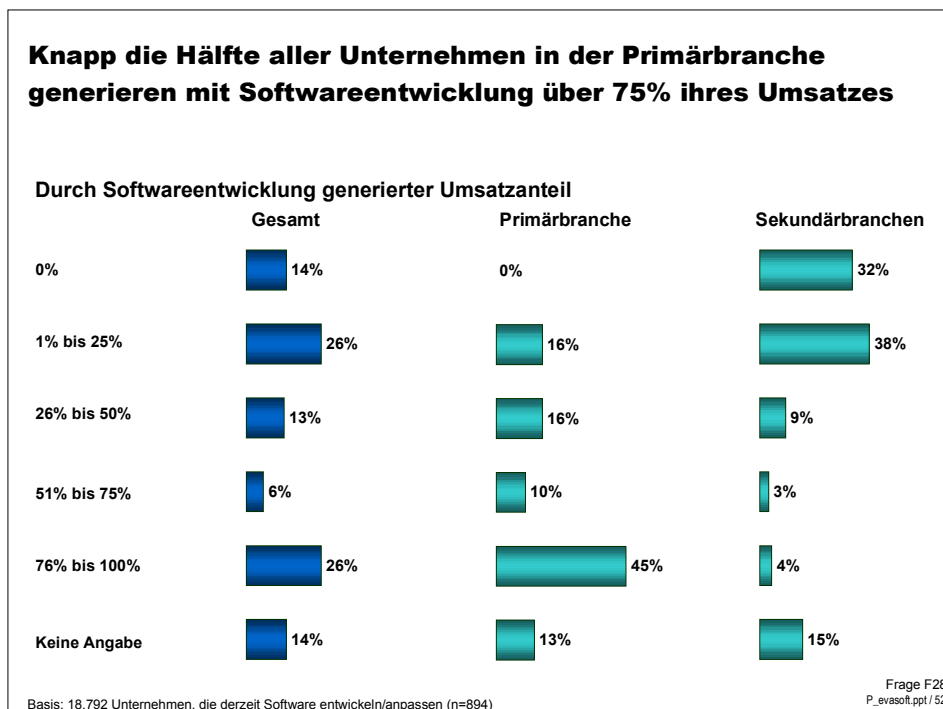


Abbildung 4.6:c Knapp die Hälfte aller Unternehmen in der Primärbranche generieren mit Softwareentwicklung über 75% ihres Umsatzes

Grundsätzlich ist in den Sekundärbranchen das Phänomen zu verzeichnen, dass in den Unternehmen der Beitrag der Software zu den Produkten und Diensten als relativ gering angesehen wird. Damit steht diese Einschätzung der Unternehmen selbst im Gegensatz zu den Meinungen zahlreicher Experten und Verbände. In den Experteninterviews zeigte sich, dass die überwiegende Anzahl der Befragten in Software ein Alleinstellungsmerkmal des Unternehmens sieht. Erklärbar ist dies u.a. damit, dass die befragten Personen in den Unternehmen jeweils für den Bereich der Softwareentwicklung zuständig bzw. verantwortlich sind und daher verständlicherweise die Bedeutung der Software für ihr Unternehmen tendenziell höher einschätzen als Verantwortliche aus den übrigen Bereichen der Geschäftsleitung.

Tatsächlich ist in einigen Sekundärbranchen, insbesondere im Maschinenbau, eine systematische Unterbewertung der Bedeutung von Software festzustellen. Hier divergieren die Einschätzungen der Softwareentwickler und die der restlichen Entscheidungsträger innerhalb eines Unternehmens.

## **4.7 Marktbeziehungen im Softwaremarkt**

### **4.7.1 Zulieferung von Software**

Rund 8.300 Unternehmen der Sekundärbranchen beziehen Software von externen Anbietern, die entweder unverändert genutzt oder individuell angepasst bzw. weiterentwickelt wird. Insgesamt 37% dieser Unternehmen haben bei einzelnen oder mehreren Auftragnehmern den subjektiven Eindruck, dass sie auf diese weit über ein normales Auftraggeber-/Auftragnehmeverhältnis hinaus angewiesen sind: Sie sehen sich in einem Abhängigkeitsverhältnis zu diesen Auftragnehmern. Dabei fühlen sich 17% der Unternehmen von einzelnen Auftragnehmern und 20% – und zwar insbesondere kleine Unternehmen der Sekundärbranchen - sogar von mehreren Auftragnehmern abhängig.

Der Herkunftsschwerpunkt der Auftragnehmer liegt mit 87% eindeutig in Deutschland. 1.300 Unternehmen (44%) sehen sich in einem Abhängigkeitsverhältnis zu nordamerikanischen Softwareanbietern, 21% zu Unternehmen aus (sonstigen) Ländern der Europäischen Union.

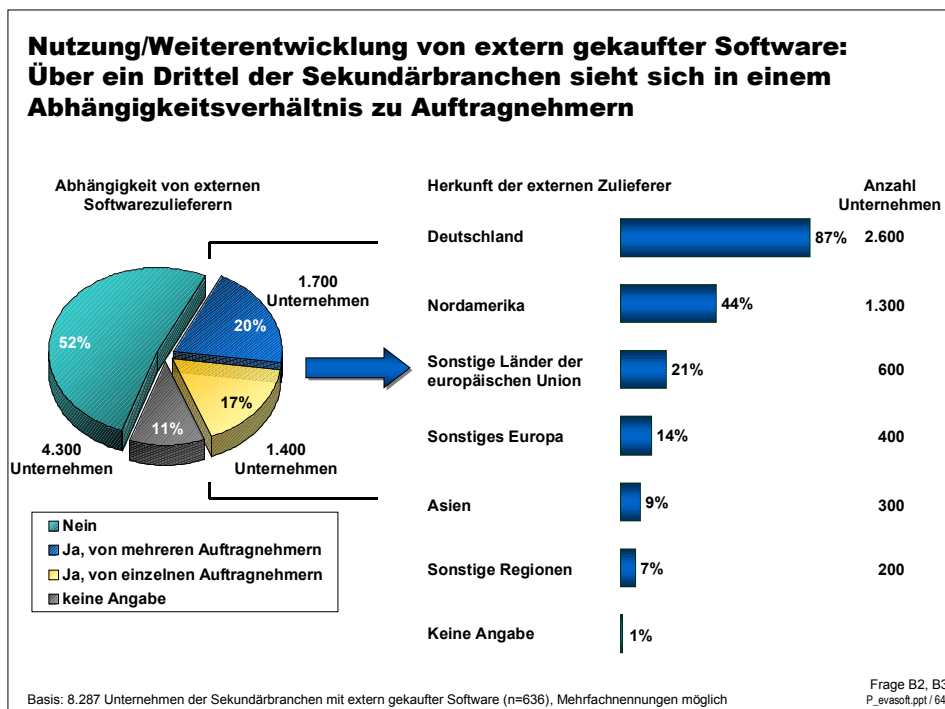


Abbildung 4.7.1:a Nutzung/Weiterentwicklung von extern gekaufter Software: Über ein Drittel der Sekundärbranchen sieht sich in einem Abhängigkeitsverhältnis zu Auftragnehmern

Eine Abhängigkeit tritt aber auch in umgekehrter Richtung auf. Vor allem in den Experteninterviews ist aufgefallen, dass eine Abhängigkeit häufig bei neugegründeten bzw. ausgegründeten Unternehmen der Fall ist, denen vor allem aus Gründen des Know-how-Schutzes untersagt wird, für Konkurrenzunternehmen des Auftraggebers zu entwickeln. In fast allen Fällen würden diese Ausgründungen gerne auch für andere Unternehmen entwickeln, sind jedoch gezwungen, in ihrer Nische zu bleiben. Vereinzelt wird dieser Aspekt sogar explizit in der Antwort zu zukünftigen Geschäftsstrategien erwähnt, da es ein Ziel der noch jungen Unternehmen ist, sich möglichst bald unabhängig von der Muttergesellschaft auf dem Markt zu positionieren. Die Tendenz zur Internationalisierung der Märkte verstärkt diese Strategie.

### 4.7.2 Auftragsvergabe ins Ausland

Der Schwerpunkt der Softwareentwicklung deutscher Unternehmen liegt in Deutschland. 77% aller Unternehmen der Primärbranche und der untersuchten fünf Sekundärbranchen entwickeln Software ausschließlich in Deutschland. Unternehmen im Maschinenbau und Elektrotechnik entwickeln ihre Software sogar noch häufiger im eigenen Land als die übrigen Sekundärbranchen.

Lediglich 7% der befragten Unternehmen lassen Software ausschließlich im Ausland entwickeln, die dann in Deutschland nur noch angepasst und individualisiert wird. Diese komplette Auslagerung der (originären) Softwareentwicklung ins Ausland erfolgt mehrheitlich durch Unternehmen der Sekundärbranchen (12%) und hier insbesondere bei kleinen Unternehmen im Bereich Finanzdienstleistung.

Bei insgesamt 13% der Unternehmen verteilt sich die Softwareentwicklung auf das In- und Ausland. Diese Vorgehensweise wird von den Unternehmen der Primärbranche überdurchschnittlich häufig praktiziert (19%). Die verteilte Softwareentwicklung in Deutschland und im Ausland kommt in der Primärbranche wie in den Sekundärbranchen für große Unternehmen eher in Frage als für kleine Unternehmen.

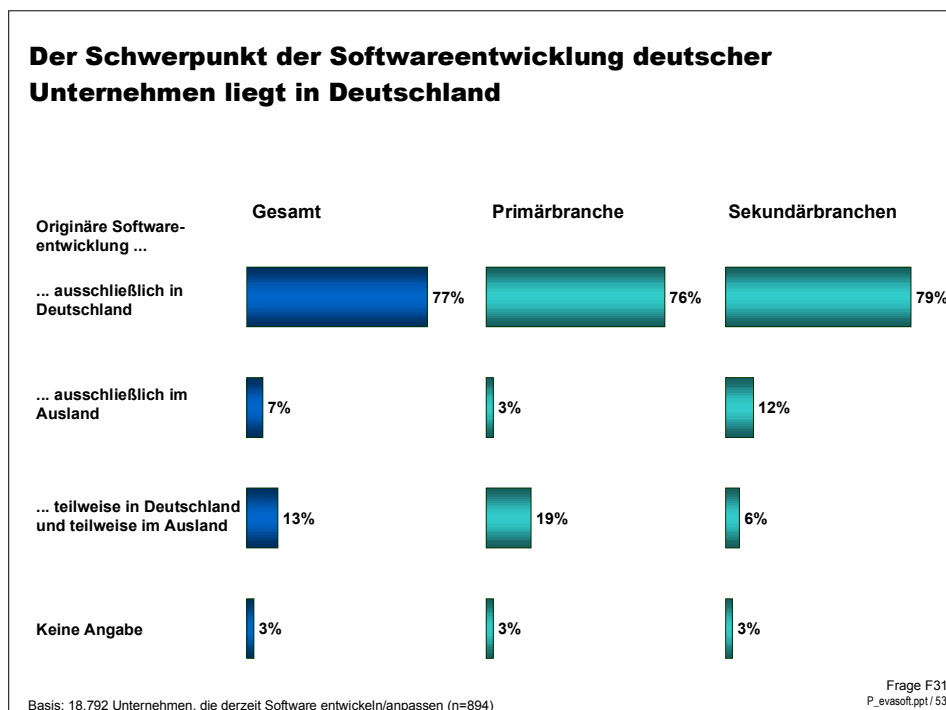


Abbildung 4.7.2:a Der Schwerpunkt der Softwareentwicklung deutscher Unternehmen liegt in Deutschland



Insgesamt entwickeln ca. 3.700 Unternehmen der Primärbranche und der betrachteten fünf Sekundärbranchen Software wenigstens teilweise im Ausland. Bei insgesamt 49% dieser Unternehmen erfolgt die Softwareentwicklung im Ausland durch verbundene Unternehmen. Hierfür nennen die Unternehmen unterschiedliche Gründe: Häufig erfolgt die Softwareentwicklung internationaler Konzerne zentral am Sitz der (ausländischen) Muttergesellschaft. Die (deutschen) Tochtergesellschaften erhalten die benötigte Software aus dem Konzern. Weitere Gründe sind die höhere Kosteneffizienz der Softwareentwicklung und die größere Verfügbarkeit von Fachkräften im Ausland.

41% der 3.700 Unternehmen vergeben Aufträge an (externe) ausländische Auftragnehmer. Für diese Vorgehensweise werden insbesondere zwei Hauptmotive genannt: Die Vergabe von Aufträgen ins Ausland ist kostengünstig und löst (temporär) das Problem fehlender qualifizierter Fachkräfte in Deutschland.

Unternehmen der Primärbranche – insbesondere bis zu einer Unternehmensgröße von 50 Mitarbeitern - wenden sich etwas häufiger an ausländische Auftragnehmer (59%). Ein möglicher Grund hierfür liegt in der - bereits dargestellten – geringen internationalen Unternehmensverflechtungen der Primärbranche: 83% der Unternehmen haben keine rechtlichen Verbindungen zu ausländischen Unternehmen (siehe Abb. 4.3:b).

Unternehmen der Sekundärbranchen lagern die Entwicklung im Ausland überwiegend innerhalb des Konzerns aus (74%), auch weil die Sekundärbranchen im Vergleich zur Primärbranche überdurchschnittlich häufig über internationale Strukturen verfügen.

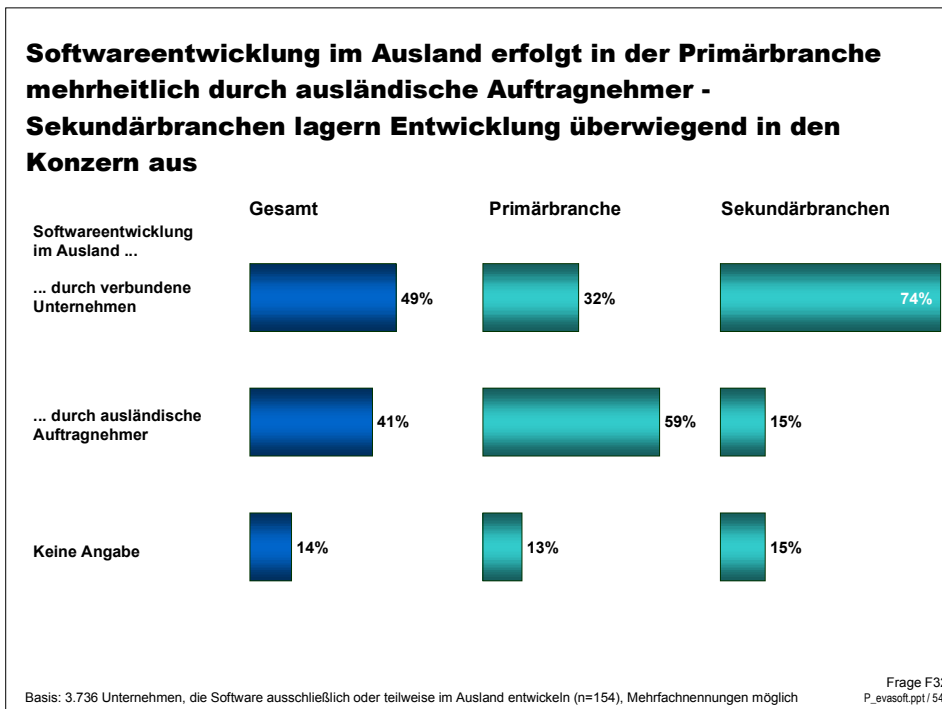


Abbildung 4.7.2:b Softwareentwicklung im Ausland erfolgt in der Primärbranche mehrheitlich durch ausländische Auftragnehmer – Sekundärbranchen lagern Entwicklung überwiegend in den Konzern aus

Die häufigsten Zielregionen ausgelagerter Softwareentwicklung sind – zunächst unabhängig davon, ob Software durch ausländische Auftragnehmer oder durch verbundene Unternehmen entwickelt wird – Nordamerika und Länder der Europäischen Union. Die rechtliche Stellung des ausländischen Auftragnehmers erweist sich in diesem Zusammenhang als äußerst trennscharf. Softwareentwicklung im Ausland durch verbundene Unternehmen erfolgt überwiegend in Nordamerika (59%) und Asien (48%). Ansonsten kommen die Auftragnehmer hauptsächlich aus Ländern der Europäischen Union (54%).

In den Experteninterviews wurde regelmäßig darauf hingewiesen, wie wichtig – trotz des massiven Einsatzes von technischen Kommunikationsmitteln – die persönliche Abstimmung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer und die Möglichkeit der unmittelbaren Kontrolle sind. Aus diesem Grund greifen Unternehmen bei der externen Softwareentwicklung neben großen Beratungsunternehmen auch gern auf kleine und mittelständische Softwarefirmen aus der unmittelbaren Umgebung zurück.

Die Analyse der Branchen spiegelt die bereits beschriebene unterschiedliche Vorgehensweise von Primärbranche und der untersuchten fünf Sekundärbranchen wider und verdeutlicht den Beitrag der beiden Sektoren zum Gesamtergebnis:

Unternehmen der Primärbranche wenden sich überwiegend an ausländische Auftragnehmer. Zielregion ist vor allem die Europäische Union (56%).

Unternehmen der Sekundärbranchen hingegen lagern die Entwicklung im Ausland überwiegend in verbundene Unternehmen aus. Die Schwerpunkte liegen in Nordamerika (83%) und Asien (75%).

Bei der Vergabe von Entwicklungsaufträgen ins Ausland sind vor allem zwei Gründe vorherrschend. Für die Entwicklung in den USA, im restlichen Europa, zum Teil aber auch in Indien ist das dort vorhandene technische Know-how, der allgemeine Forschungsvorsprung oder die Nähe zum Absatzmarkt ausschlaggebend. Aus Kostengründen wird Softwareentwicklung – vor allem die länderspezifische Anpassung und die Portierung von Software – überwiegend nach Indien, Osteuropa, China und Israel ausgelagert. Dabei wurde von den Experten verschiedentlich geäußert, dass speziell die Entwicklung in Indien nicht so preiswert ist, wie es in der Öffentlichkeit immer wieder dargestellt wird. Wenn ein bestimmter Qualitätsstandard eingehalten werden muss oder spezifisches fachliches Know-how verlagert wird, sind die Lohnkosten für einen Softwareentwickler in Indien vergleichbar mit Einstiegsgehältern für Informatiker in Deutschland [Vgl. Arora 2000]

Da deutlich mehr als die Hälfte der Unternehmen Software in solchen Ländern entwickeln lassen, die keine klassischen Lohnkostenvorteile bieten, müssen hier andere Gründe (z.B. der Mangel an Fachkräften in Deutschland) ausschlaggebend sein.

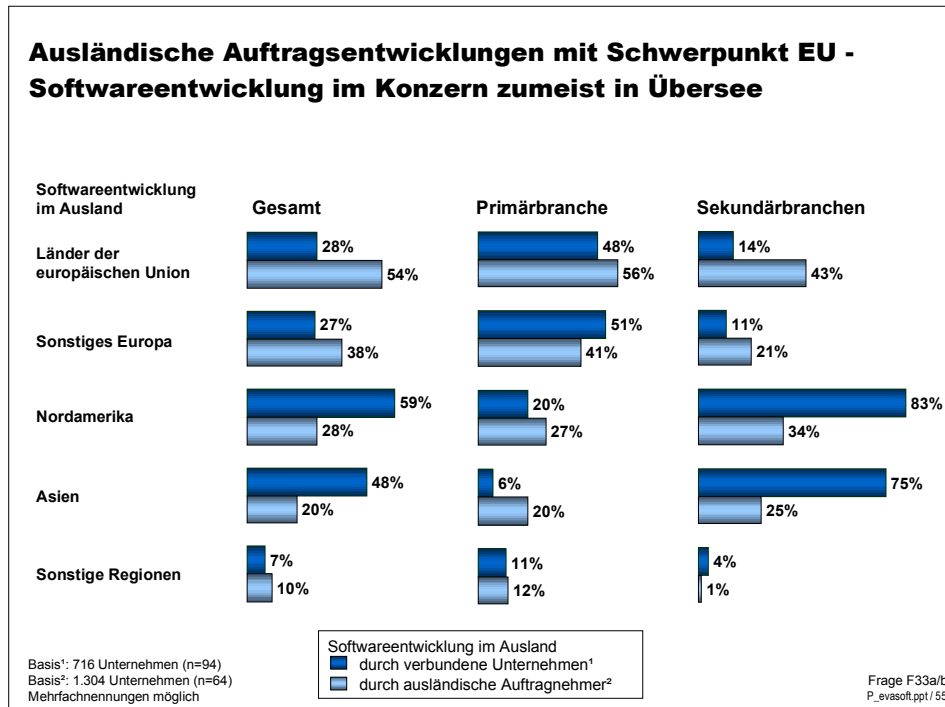


Abbildung 4.7.2:c Ausländische Auftragsentwicklungen mit Schwerpunkt EU – Softwareentwicklung im Konzern zumeist in Übersee

### 4.7.3 Originäre Entwicklung und Anpassung von Software

Bei der Art der Softwareentwicklung überwiegt in der Gesamtbetrachtung derzeit die individuelle Anpassung von Software gegenüber der originären Entwicklung: 14.700 Unternehmen kaufen Basis-Software bei externen Anbietern und entwickeln diese intern weiter. 11.700 Unternehmen entwickeln Software originär.

Die Unterschiede zwischen Primärbranche und den fünf untersuchten Sekundärbranchen werden bei der Art der Softwareentwicklung besonders deutlich. Unternehmen der Primärbranche sind überwiegend (73%) mit der Neu- und Weiterentwicklung von Software beschäftigt. In den Sekundärbranche liegt der Schwerpunkt mit 87% der Unternehmen eindeutig auf der Individualisierung und Weiterentwicklung extern bezogener Basis-Software. Ausnahmen sind hier die Branchen Elektrotechnik (63% originäre Softwareentwicklung) und Telekommunikation (59%). Der Grund ist in der dort sehr häufig festgestellten Einschätzung zu finden, dass die Software in besonders hohem Masse zum Alleinstellungsmerkmal des Unternehmens bzw. des Produktes beiträgt. Zukünftige Leistungsmerkmale wollen die Unternehmen selbst entwickeln. Der Know-how-Schutz gegenüber den Wettbewerbern ist besonders relevant.

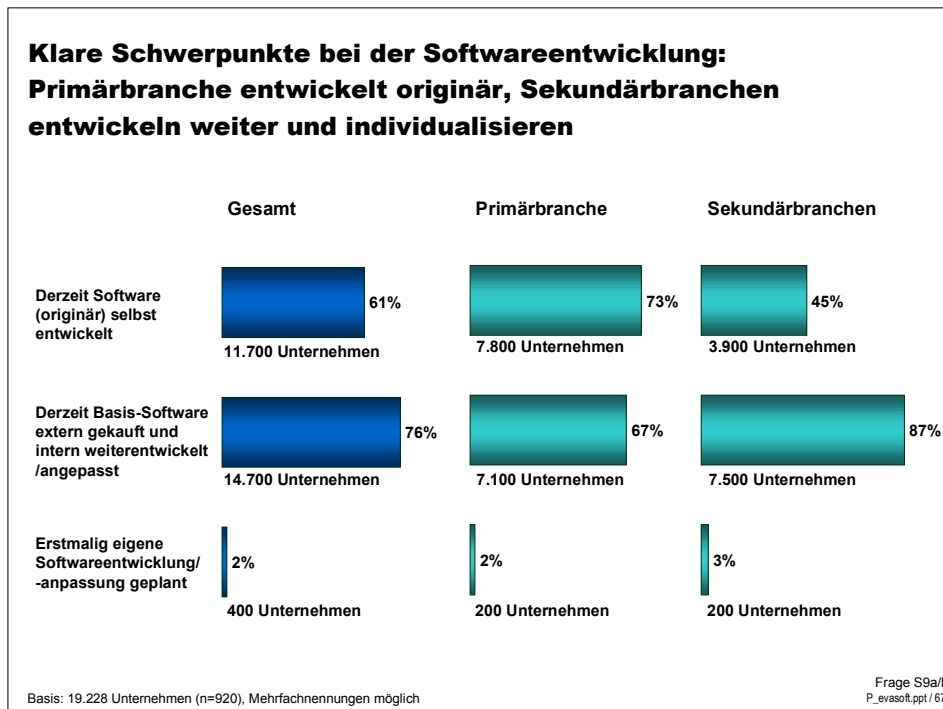


Abbildung 4.7.3:a Klare Schwerpunkte bei der Softwareentwicklung: Primärbranche entwickelt originär, Sekundärbranchen entwickeln weiter und individualisieren

Die Zusammensetzung der in den Sekundärbranchen derzeit eingesetzten Software gibt Aufschluss über die Grundsatzentscheidung „make it or buy it“, d.h. Software selbst zu entwickeln oder extern zu kaufen. In der vorliegenden Untersuchung wurden nur Unternehmen der Sekundärbranchen befragt, die derzeit oder in den nächsten 12 Monaten selbst Software entwickeln bzw. individuell anpassen. Gleichwohl sind durchschnittlich 63% des in den Sekundärbranchen eingesetzten Softwarebestandes Standardprodukte. Durchschnittlich 9% des Bestandes entfallen auf extern vergebene Auftragsentwicklungen. 27% der in den Unternehmen eingesetzten Software wurde selbst entwickelt. Die software-intensiven Branchen Elektrotechnik (34%) und Telekommunikation (33%) sind durch einen überdurchschnittlich großen Eigenentwicklungsanteil gekennzeichnet.

In nächster Zukunft ist in der Gesamtbetrachtung wenig Bewegung im Verhältnis von Standardsoftware, Auftrags- und Eigenentwicklungen zu erwarten. In 12 Monaten werden voraussichtlich 59% (-4%) des Bestandes auf Standardsoftware, 13% (+4%) auf extern vergebene Auftragsentwicklungen und 25% (-2%) auf Eigenentwicklungen entfallen.

Insgesamt ist ein leichter Trend zu externen Auftragsentwicklungen festzustellen. Demnach ist eine zusätzlich Belegung der ohnehin wachstumsstarken Primärbranche zu erwarten. Ein Großteil dieses Wachstums wird voraussichtlich aus der Branche Finanzdienstleistungen kommen: Diese Branche geht für Mai 2001 von einem durchschnittlichen Auftragsentwicklungsanteil von 18% (+9%) aus. Die softwareintensiven Branchen Elektrotechnik und Telekommunikation planen gegen den Trend. Der hohe Anteil an Eigenentwicklungen bleibt hier voraussichtlich stabil. Gerade in der Telekommunikationsbranche ist zu beobachten, dass Bereiche der Softwareentwicklung aus organisatorischen und Kosteneffizienzgründen immer häufiger ausgegründet werden. Somit wird Software, ehemals ein Kostenfaktor, nun zu einem hochprofitablen und umsatzgenerierenden, eigenständigen Geschäft. Diese Einschätzung passt zur oben erwähnten Feststellung, dass die Softwareentwicklung gerade in den Branchen Telekommunikation und Elektrotechnik einen ähnlich hohen Stellenwert in der Relevanz aufweist wie in der Primärbranche. Hier ist vielmehr zu überlegen, ob nicht der Prozess und der Umfang der Softwareentwicklung, obwohl in den Sekundärbranchen angesiedelt, eher die Eigenschaften der Primärbranche erfüllt.

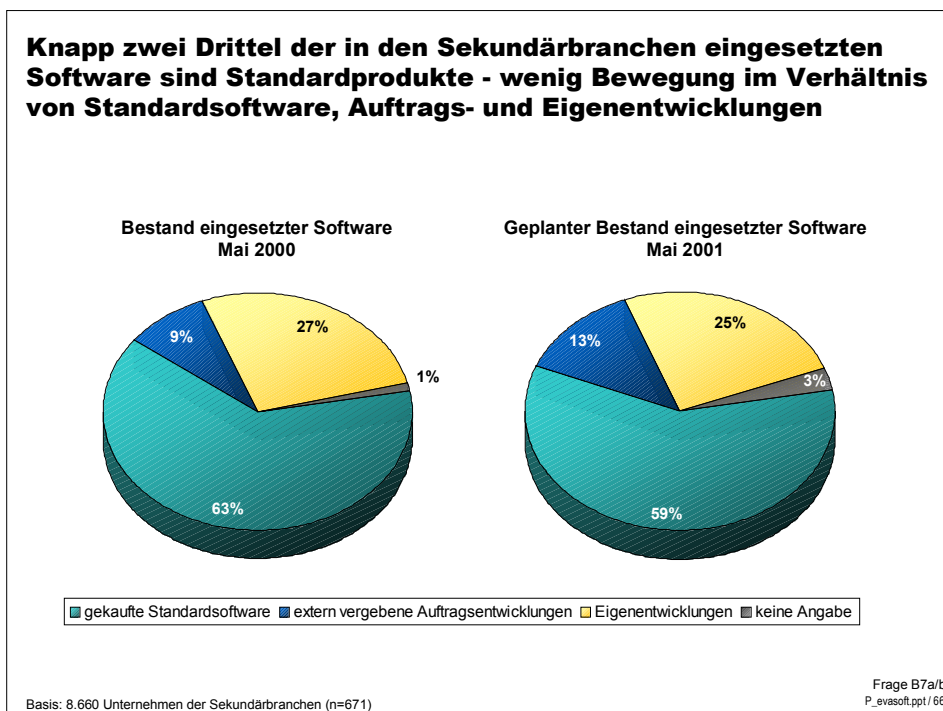


Abbildung 4.7.3:b Knapp zwei Drittel in den Sekundärbranchen eingesetzten Software sind Standardprodukte – wenig Bewegung im Verhältnis von Standardsoftware, Auftrags- und Eigenentwicklung

#### **4.8 Unternehmensstrategien**

Bei der Untersuchung der Unternehmensstrategien konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Primärbranche und den Sekundärbranchen festgestellt werden.

Der größte Teil der Unternehmen sieht Zukunftschancen in der zunehmenden Nutzung des Internet für die Geschäftsprozesse. Genannt wurden hier insbesondere die Maßnahmen zur Ausweitung von E-Commerce und die Integration neuer Anwendungen aufgrund der wachsenden Konvergenz der Endgeräte und der Übertragungstechniken. Vor allem die Verbindung von mobiler Kommunikation und Internet, die Schaffung vernetzter „intelligenter“ Haushalte und die in Aussicht gestellte Verbesserung der Voice-over-IP-Technik (Sprachübertragung über das Internet) spielen dabei Schlüsselrollen.

Eine weitere häufig genannte geplante Maßnahme ist das Application Service Providing (ASP), welches es ermöglicht, dem Kunden Softwareprodukte und Serviceleistungen online zur Verfügung zu stellen. In Verbindung mit einer Verstärkung der Aktivitäten im Bereich E-Commerce auf der Business-to-Business-Ebene ergeben sich neue Geschäftsfelder für Dienstleistungsanbieter. Dabei stehen eine Reduktion der Transaktionskosten für Logistik (E-Procurement), die Pflege der Kundenbeziehungen (Customer Relationship Management, CRM), die Verbesserung der Datensicherheit und das Wissensmanagement der Unternehmen im Vordergrund. Hinzu kommen produktbegleitende industrielle Dienstleistungen wie Teleservice.

Für den Konsumentenmarkt ist das Content-Management, zusammen mit neuen Rundum-Serviceangeboten wichtiger Bestandteil der strategischen Unternehmensplanung im Bereich der Internet-Nutzung.

Das Erschließen neuer Märkte wurde allgemein als Strategie genannt, wobei einige wenige Experten in den Interviews angaben, definitiv nicht auf neue Märkte zu setzen, sondern eine Repositionierung ihres Unternehmens über ihre Kernkompetenz auf bestehenden Märkten anzustreben. Auch hier wird dann auf die neuen Möglichkeiten des Internet und des vernetzten Marktes als Marketinginstrument verwiesen. Mehr als die Hälfte der Experten, die angaben, neue Märkte erschließen zu wollen, beziehen dabei eine verstärkte Internationalisierung des Unternehmens mit ein. Einige wenige streben ausdrücklich eine internationale Marktführerschaft an. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um Unternehmen, die im Business-to-Business-Sektor tätig sind.

Auch für Markterschließungs-Strategien ist die genannte Einbeziehung neuer Nutzungsformen des Internet von entscheidender Bedeutung, da hier eine Vernetzung der Märkte eine engere Kundenbindung und eine effizientere Koordination von Angebot und Nachfrage ermöglicht. Das dabei eine zunehmend internationale Ausrichtung erfolgt ist nicht verwunderlich, da durch neue IuK-Technologien räumliche und zeitliche Grenzen besser überbrückt werden können.

#### **4.9 Software als Alleinstellungsmerkmal**

Neben einer Analyse, welche Art von Software in welchem Umfang angeboten wird, liefert die Analyse der Qualitätseigenschaften der entwickelten Software Anhaltspunkte über die qualitativen Anforderungen des Softwaremarktes. Langfristig werden sich - trotz des aktuellen Booms - auf den nationalen und internationalen Softwaremärkten nur die Unternehmen behaupten, deren Softwareprodukte die Qualitätsanforderungen der Kunden nachhaltig erfüllen.

Aus Sicht der Anbieter sind die zwei zentralen wettbewerbsbestimmenden Qualitätseigenschaften von Software Zuverlässigkeit und nutzergerechte Funktionalität. Ergonomie und Benutzerfreundlichkeit sowie individuelle Lösungen sind weitere zentrale Erfolgsfaktoren. Das Angebot individueller Lösungen ist aus Sicht der Unternehmen der Sekundärbranchen sogar der bedeutendste Erfolgsfaktor. Dies verdeutlicht auch, welcher Stellenwert der individuellen Anpassung von (Standard-) Software derzeit zukommt. Die Forderung nach individuellen Lösungen spiegelt sich auch in der bereits beschriebenen Anbieterstruktur im Bereich spezieller Branchen-Software wider: Über die Hälfte der Softwareunternehmen bietet Branchenlösungen an. Für jede Branche gibt es nur relativ wenige, dafür aber hochspezialisierte Anbieter.

Über alle Erfolgsfaktoren hinweg lässt sich ein ausgeprägtes Qualitätsbewusstsein feststellen.



Abbildung 4.9:a Zuverlässigkeit und Funktionalität sind aus Sicht der Unternehmen die wettbewerbsbestimmenden Qualitätseigenschaften der entwickelten Software

Für die überwiegende Mehrheit der Unternehmen, sowohl der Primärbranche als auch in den fünf untersuchten Sekundärbranchen, ist Software bereits zum Alleinstellungsmerkmal geworden. In den Experteninterviews nennen die Unternehmen als Alleinstellungsmerkmal eine starke Service-Orientierung, branchenspezifisches Know-how und ihr Angebot an Komplettlösungen. Diese Merkmale sind allesamt eng an die im Unternehmen verwendete bzw. entwickelte Software gekoppelt. Nur leicht zu bedienende, fehlertolerante und zuverlässige Softwarelösungen können diese Anforderungen erfüllen.

So steht die als Software-Qualitätsmerkmal häufiger genannte Plattformunabhängigkeit in engem Bezug zum Alleinstellungsmerkmal *Komplettlösungen*, da die dazu gehörende Software entsprechend universell entwickelt sein muss.

Besondere Serviceangebote werden immer wichtiger für die Marktpositionierung und werden in Zukunft verstärkt in vernetzten Umgebungen stattfinden. Damit wird auch hier die Bedeutung der Software zunehmen, was die meisten der interviewten Software-Experten bereits erkannt haben.



Das branchenspezifische Know-how, häufig eine Voraussetzung für neue Unternehmen, eine Marktnische zu besetzen, wird durch die zunehmende Wissensvernetzung innerhalb und zwischen den Unternehmen dank neuer IuK-Technologien ebenfalls immer software-intensiver.

Es lässt sich demnach abschließend sagen, dass Software bereits in einem hohen Maße zur Alleinstellung der Unternehmen auf ihren Märkten beiträgt, sowohl in der Primär- als auch zunehmend in den Sekundärbranchen. Die Bedeutung der Software ist von den interviewten Experten größtenteils bereits erkannt worden, jedoch wurde von ihnen auch darauf hingewiesen, dass in den Sekundärbranchen noch eine unzureichende Wahrnehmung von Software als wettbewerbsbestimmendem Faktor vorliegt.



## 5. Personal in der Softwareentwicklung

Ein wichtiges Ziel dieser Untersuchung ist die Ermittlung des Bestands und Bedarfs an qualifiziertem Fachpersonal in der Softwareentwicklung. Der nachfolgend verwendete Begriff „Softwareentwicklung“ umfasst dabei neben der Softwareentwicklung i.e.S. auch Tätigkeiten zur individuellen Anpassung von Software. Entsprechendes Fachwissen in diesem Bereich ist schließlich nicht ausschließlich für die originäre Entwicklung neuer Software notwendig. Auch die individuelle Anpassung von (Standard-)Software bedarf Fachkenntnissen und entsprechender Qualifikation.

Der im folgenden ausgewiesene Personalbestand und –bedarf beinhaltet nur **festangestellte Mitarbeiter, deren derzeitiger bzw. geplanter Tätigkeitsschwerpunkt (d.h. mindestens 50% ihrer Arbeitszeit) im Bereich Softwareentwicklung/-anpassung liegt**. Die zugrundeliegende Definition berücksichtigt somit keine Mitarbeiter, bei denen Softwareentwicklung im untersuchungsrelevanten Sinne nur einen unwesentlichen oder zeitlich eng begrenzten Teil des Aufgabengebietes ausmacht (vgl. auch Kapitel 2.3.5). Somit haben die folgenden Zahlen in ihrer absoluten Höhe eher konservativen Charakter und beinhalten nicht alle Erwerbstätigen in Deutschland, die die zur Softwareentwicklung nötigen Kenntnisse besitzen. Die Beschränkung auf festangestellte Mitarbeiter schließt freiberufliche bzw. selbständige Softwareentwickler explizit aus.

Um Aussagen über den Bestand an Softwareentwicklern in den untersuchten Branchen treffen zu können, bedarf es einer genauen Abgrenzung und Beschreibung der Aufgaben und des Tätigkeitsfeldes „Softwareentwicklung“. Der in der vorliegenden Untersuchung verwendete Begriff „Softwareentwicklung“ beschränkt sich nicht auf das Schreiben bzw. Erzeugen von Code, sondern umfasst vielmehr alle Arbeitsschritte des Entwicklungsprozesses von der Anforderungsanalyse über die Programmierung bis hin zur Dokumentation. Dies beinhaltet auch Maßnahmen zur Projektleitung, Qualitätssicherung und Wartung.

## 5.1 Heutige Personalsituation

### 5.1.1 Personalbestand in der Softwareentwicklung

In den Unternehmen der Primärbranche und der fünf betrachteten Sekundärbranchen sind zum Berichtszeitpunkt (Mai 2000) insgesamt 177 Tsd. Softwareentwickler beschäftigt. Der Großteil der festangestellten Softwareentwickler (68%) entfällt dabei auf die Primärbranche. In den Sekundärbranchen sind insgesamt 55 Tsd. Softwareentwickler tätig. Innerhalb der Sekundärbranchen sind im Bereich Finanzdienstleistungen mit 21 Tsd. die meisten Softwareentwickler beschäftigt. Auf die Branchen Maschinen- und Fahrzeugbau (11 Tsd.), Elektrotechnik (11 Tsd.) und Telekommunikation (12 Tsd.) entfallen nahezu gleich große Anteile.

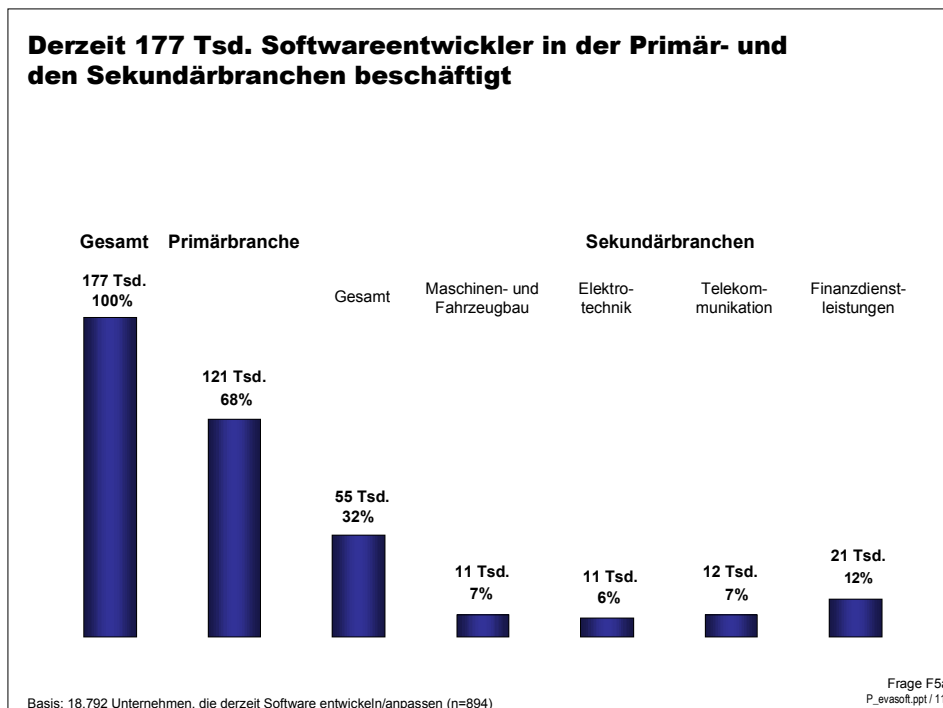


Abbildung 5.1.1:a Derzeit 177 Tsd. Softwareentwickler in der Primär- und den Sekundärbranchen beschäftigt

### 5.1.2 Heutiger Bestand an IT-Ausbildungsstellen

Bereits Mitte 1997 wurde in Deutschland die duale Berufsausbildung um die vier IT-Ausbildungsberufe Fachinformatiker, IT-System-Kaufleute, IT-System-Elektroniker und Informatikkaufleute erweitert [BMBF/BMWi 1999]. Im Mai 2000 boten 2.500 Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen Ausbildungsplätze in IT-Ausbildungsberufen an. Der Schwerpunkt liegt mit 2.100 Unternehmen eindeutig in der Primärbranche: 20% aller Unternehmen der Primärbranche bieten IT-Ausbildungsberufe an. In den Sekundärbranchen bilden derzeit nur 400 hauptsächlich große Unternehmen IT-Ausbildungsberufe aus.

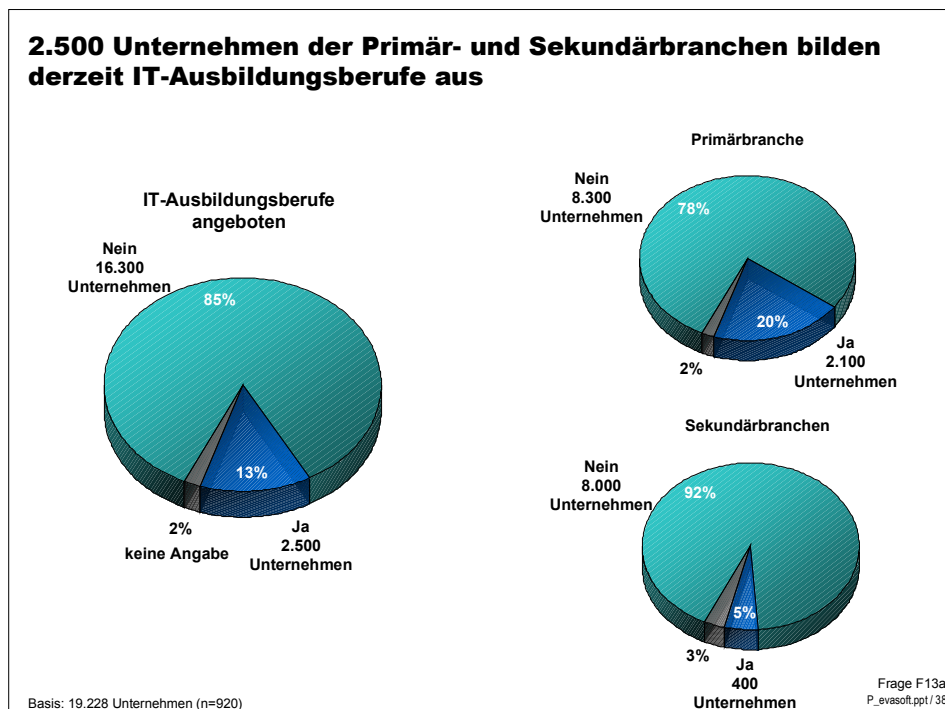


Abbildung 5.1.2:a 2.500 Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen bilden derzeit IT-Ausbildungsberufe aus

Insgesamt werden durch die Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen ca. 6.000 Ausbildungsplätze pro Ausbildungsjahrgang angeboten. Der Großteil dieser Ausbildungsplätze (43%) entfällt auf den Ausbildungsberuf des Fachinformatikers. Daneben bieten die Unternehmen ca. 800 Ausbildungsplätze zum IT-System-Kaufmann, ca. 700 Ausbildungsplätze zum IT-System-Elektroniker und ebenfalls ca. 700 Ausbildungsplätze zum Informatikkaufmann an. Rund 1.200 und damit 19% der derzeit angebotenen Ausbildungsplätze entfallen auf sonstige IT-Ausbildungsberufe. Hierunter fallen unternehmensspezifische IT-Ausbildungsberufe, die auf lokaler und regionaler Ebene in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Industrie- und Handelskammern initiiert und angeboten werden.

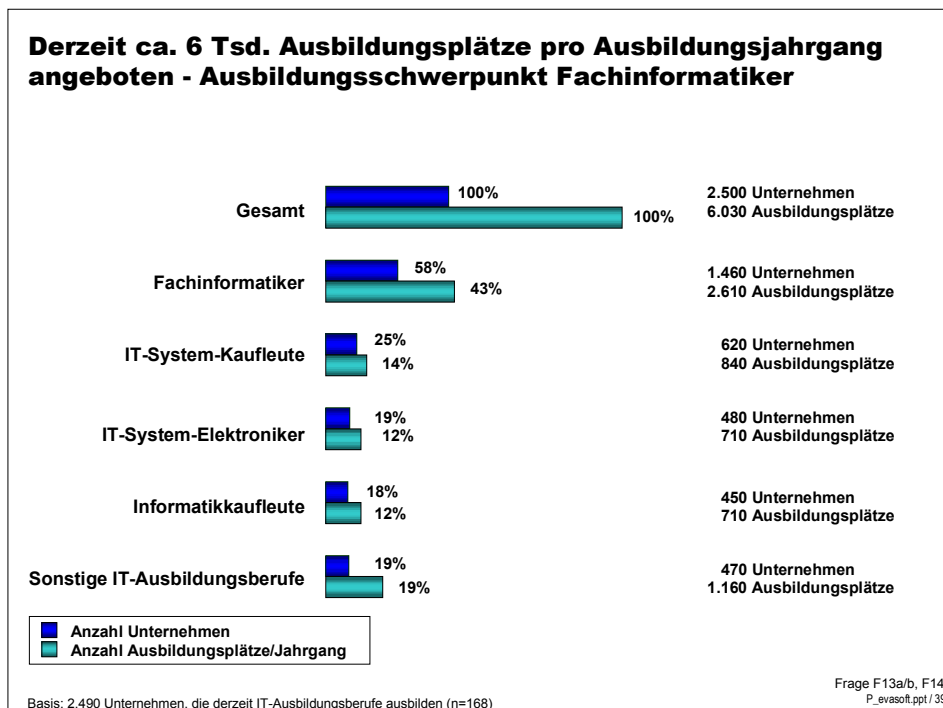


Abbildung 5.1.2:b Derzeit ca. 6 Tsd. Ausbildungsplätze pro Ausbildungsjahrgang angeboten – Ausbildungsschwerpunkt Fachinformatiker

Aus Sicht der Mehrzahl der Unternehmen führt die Ausbildung in einem der IT-Ausbildungsberufe zu einer späteren Tätigkeit als Softwareentwickler. 87% der Unternehmen die derzeit IT-Ausbildungsberufe anbieten, tun dies, um den eigenen Bedarf an Softwareentwicklern zu decken. Dabei handelt es sich um 90% der Unternehmen der Primärbranche und um 75% der Unternehmen der fünf untersuchten Sekundärbranchen.

### 5.1.3 Heutige Qualifikation des Personals in der Softwareentwicklung

Das Berufsbild des Softwareentwicklers ist in den untersuchten Branchen mehrheitlich durch hohe fachliche Anforderungen gekennzeichnet, das Personal entsprechend höchst qualifiziert: 63% der Softwareentwickler haben eine akademische Ausbildung absolviert, d.h. ein Studium an einer Universität, Fachhochschule oder Berufsakademie abgeschlossen. Der Anteil der Hochschulabsolventen unter den Softwareentwicklern liegt in der Primärbranche mit 70% deutlich über dem Gesamtdurchschnitt. In den Sekundärbranchen sind nur knapp die Hälfte der Softwareentwickler mit Hochschulausbildung, der Anteil nicht-akademisch ausgebildeter Mitarbeiter beträgt 41%. Diese Verhältnisse finden sich auch in den einzelnen Sektoren der Sekundärbranchen wieder. Einzig im Bereich Elektrotechnik liegt der Anteil akademisch gebildeter Softwareentwickler deutlich über dem Durchschnitt.

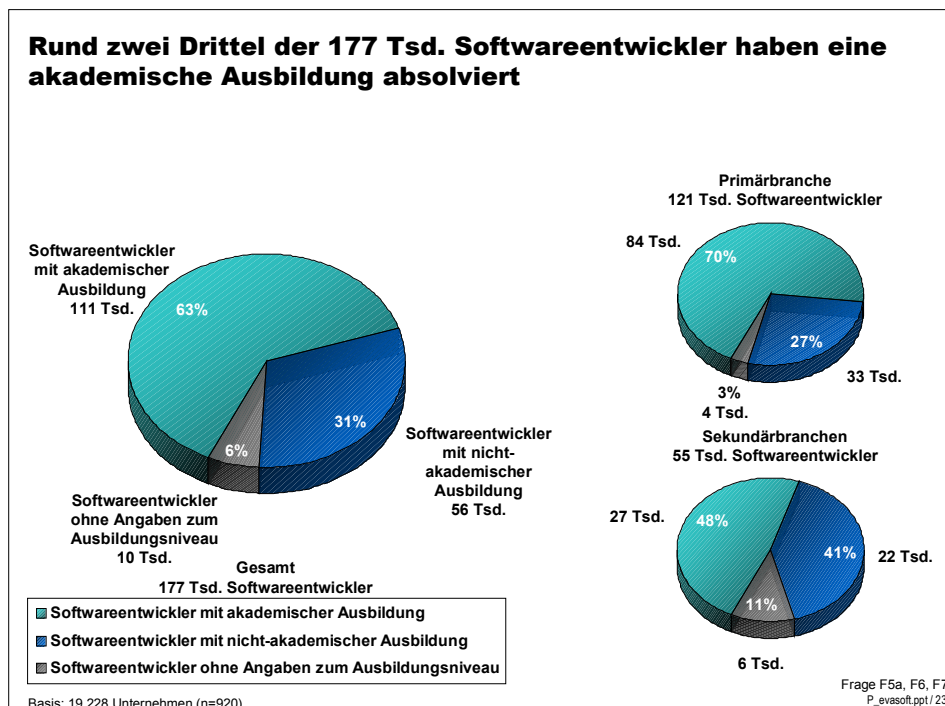


Abbildung 5.1.3:a Rund zwei Drittel der 177 Tsd. Softwareentwickler haben eine akademische Ausbildung absolviert

56% der akademisch Ausgebildeten haben ihre Hochschulausbildung an einer Universität absolviert, 35% an einer Fachhochschule, Berufsakademie oder anderen Hochschulen. Der Anteil von Universitätsabsolventen unter den akademisch gebildeten Softwareentwicklern ist in der Primärbranche und den Sekundärbranchen nahezu gleich groß. Innerhalb der Sekundärbranchen zeigt sich jedoch ein deutlich weniger ausgeglicheneres Bild: In den Branchen Maschinenbau (39%) und Fahrzeugbau (40%) sind deutlich weniger Universitätsabsolventen beschäftigt. In den Bereichen Telekommunikation (61%) und Finanzdienstleistungen (72%) finden sich dagegen überdurchschnittlich häufig Universitätsabsolventen unter den akademisch gebildeten Softwareentwicklern.

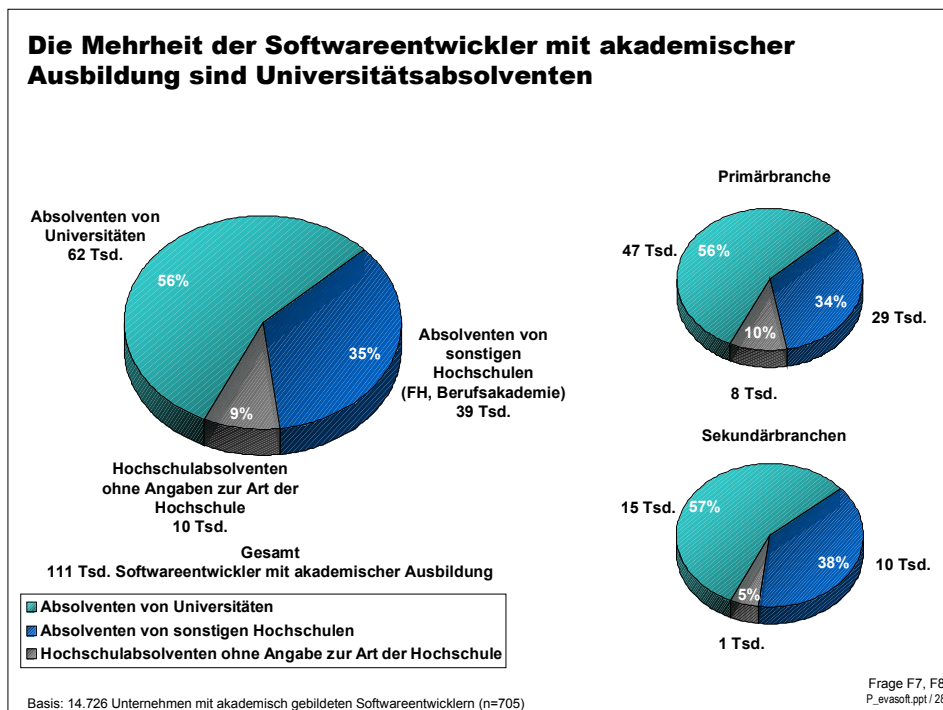


Abbildung 5.1.3:b Die Mehrheit der Softwareentwickler mit akademischer Ausbildung sind Universitätsabsolventen

Die Anforderungen an Softwareentwickler sind vielschichtig, die Ausbildung der Hochschulabsolventen entsprechend multidisziplinär. Softwareentwickler mit akademischer Vorbildung kommen daher aus einem breiten Spektrum verschiedenster Studiengänge. Der Anteil der Unternehmen mit akademisch gebildeten Softwareentwicklern, die Informatik-Absolventen beschäftigen, liegt mit 47% erwartungsgemäß hoch. Nach Informatik sind Elektrotechnik (30%), Betriebs- und Volkswirtschaftslehre (25%), Physik und Mathematik (je 19%) die am häufigsten absolvierten Studiengänge. Der auffallend hohe Anteil von 19% anderer Studiengängen verdeutlicht, dass es in der Softwareentwicklung eine große Zahl von angelernten und umgeschulten Quereinsteigern gibt. Daran wird sich angesichts der im Vergleich zum Bedarf geringen Absolventenzahlen im Fach Informatik nach der Einschätzung des Bundesamtes für Arbeit auch mittelfristig nichts ändern [Dostal 1999].

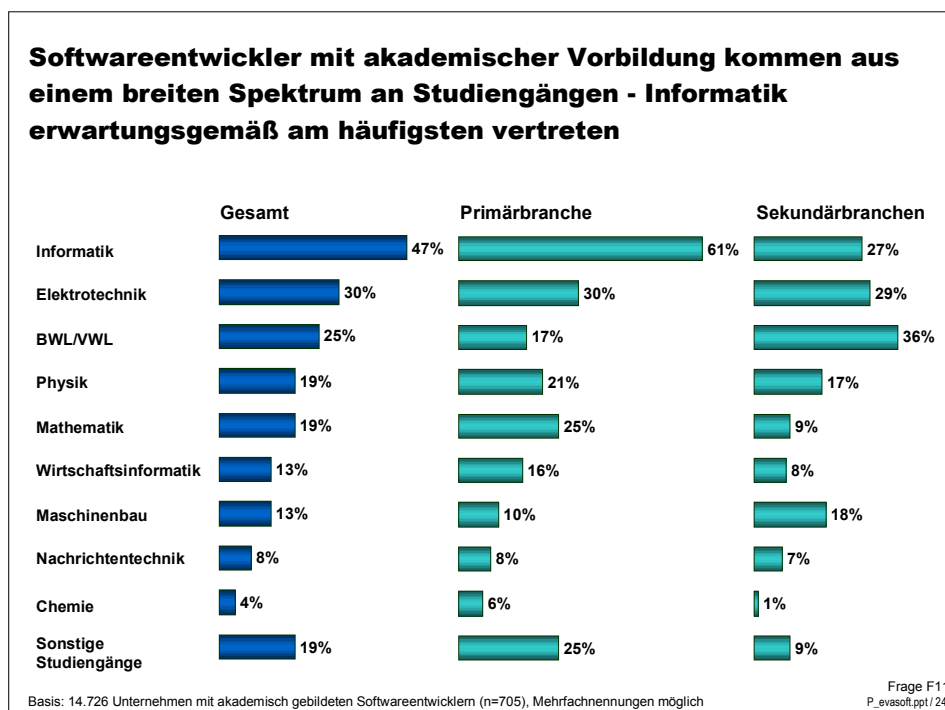


Abbildung 5.1.3:c Softwareentwickler mit akademischer Vorbildung kommen aus einem breiten Spektrum an Studiengängen – Informatik erwartungsgemäß am häufigsten vertreten

Die Betrachtung der einzelnen Branchen zeigt ein noch differenzierteres Bild: In der Primärbranche sind überdurchschnittlich Informatiker vertreten. 61% der Unternehmen zählen zu ihren Softwareentwicklern (auch) Informatiker. In den Branchen Maschinenbau und Elektrotechnik finden sich mit 48% bzw. 50% häufig Absolventen der jeweiligen Studiengänge. Dies lässt sich auch in anderen Bereichen beobachten: Im Sektor Telekommunikation sind mit 42% überdurchschnittlich häufig Nachrichtentechniker als Softwareentwickler tätig. Im Bereich Finanzdienstleistungen beschäftigen 82% der Unternehmen Softwareentwickler, die Betriebs- oder Volkswirtschaftslehre studiert haben. Dieser über alle Sektoren hinweg zu beobachtende Zusammenhang zwischen Branche und absolvierten Studiengängen der Softwareentwickler deutet auf eine hohe Bedeutung von Kenntnissen in spezifischen Anwendungsbereichen hin, die in den Experteninterviews regelmäßig bestätigt wurde.

Neben den Fachkräften mit akademischer Ausbildung, sind in den untersuchten Branchen insgesamt 31% der Softwareentwickler (56 Tsd.) ohne Hochschulausbildung beschäftigt. Dabei entfällt ein überdurchschnittlich großer Anteil von 41% der Softwareentwickler ohne akademische Ausbildung auf die Sekundärbranchen (siehe Abb. 5.1.3:a).

28% der Unternehmen in den Bereichen Maschinen- und Fahrzeugbau, Elektrotechnik, Telekommunikation und Finanzdienstleistungen beschäftigen ausschließlich Softwareentwickler ohne akademische Ausbildung.

11 Tsd. Unternehmen beschäftigen Softwareentwickler ohne akademische Ausbildung. In 54% dieser Unternehmen sind Fachkräfte als Softwareentwickler tätig, die fachspezifische Ausbildungsberufe erlernt haben. Dieser Anteil liegt in den Sekundärbranchen insgesamt mit 60% und insbesondere in den Branchen Telekommunikation (64%) und Finanzdienstleistungen (75%) überdurchschnittlich hoch. 27% der Unternehmen beschäftigen Softwareentwickler die fachfremde Ausbildungsberufe erlernt haben. Fachfremd ausgebildete Arbeitskräfte sind in diesen Branchen nach den Aussagen der interviewten Experten wichtig, da sie eine Vermittlerrolle zwischen der Softwareentwicklung und der Hardware- bzw. Anwendungsentwicklung wahrnehmen.

Neben dem dualen Ausbildungssystem gibt es für Erwerbstätige ohne akademische Vorbildung weitere Möglichkeiten, sich für eine Tätigkeit als Softwareentwickler zu qualifizieren: So beschäftigen 18% der 11 Tsd. Unternehmen Softwareentwickler, die durch öffentliche Institutionen umgeschult wurden. In 34% der Unternehmen sind Softwareentwickler ohne akademische Vorbildung tätig, die (nicht-öffentliche) fachspezifische Weiterbildungsprogramme absolviert haben. Das durch Qualifikationsmaßnahmen außerhalb des dualen Ausbildungssystems erschlossene Fachkräftepotenzial wird überwiegend durch die Primärbranche ausgeschöpft: 26% dieser Unternehmen beschäftigen Softwareentwickler, die durch öffentliche Institutionen umgeschult wurden.

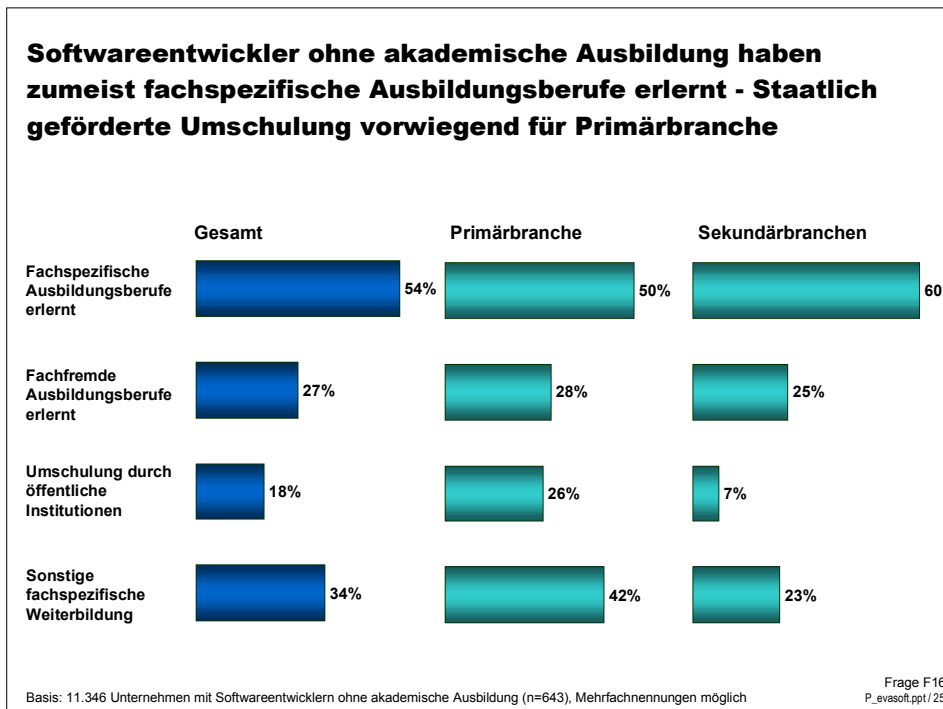


Abbildung 5.1.3:d Softwareentwickler ohne akademische Ausbildung haben zumeist fachspezifische Ausbildungsberufe erlernt – Staatliche geförderte Umschulung vorwiegend für Primärbranche

### 5.1.4 Weiterbildung

Die meisten Unternehmen wissen, nicht zuletzt auch unter dem Eindruck fehlender Fachkräfte auf dem Arbeitsmarkt, um die Bedeutung der Weiterbildung. Dabei gibt es allerdings je nach Unternehmensgröße erhebliche Unterschiede.

Großunternehmen haben Schulungen und Weiterbildungen häufig bereits als eigenständige Dienstleistung erkannt, die nicht nur für die eigenen Mitarbeiter, sondern auch für andere unternehmensfremde Interessenten angeboten werden. Dies reicht bis zur Gründung unternehmenseigener Akademien, wie dies z.B. von Alcatel (Alcatel University) oder der SAP AG praktiziert wird.

Mittelständische Unternehmen haben meist ebenfalls interne Schulungsangebote, insbesondere im Bereich der eigenen Kernkompetenzen. Sie greifen aber ebenso häufig auf externe Fort- und Weiterbildungsangebote zurück, speziell im Bereich neuer, bislang von ihnen noch wenig beherrschter Softwaretechnologien.



Kleine Unternehmen im Bereich der Softwareentwicklung haben meist noch keine Strategie zur Weiterbildung ihrer Mitarbeiter entwickelt. Insbesondere Start-up-Unternehmen bauen auf das Vorwissen, das ihre weitgehend jungen Mitarbeiter aus ihrer Ausbildung in das Unternehmen mitbringen. Hier wird auch sehr viel Wert auf eigenständige Weiterbildung in innovativen Entwicklungsprojekten und Training-on-the-job gesetzt.

Neben der softwaretechnischen rein fachlichen Weiterbildung, die in fast allen befragten Unternehmen betrieben wird, werden in einem großen Teil der Unternehmen auch Weiterbildungsangebote zur Vermittlung von Anwendungs- und Projektmanagementwissen als wichtige Mittel der Personalentwicklung betrachtet. Dabei werden in den Unternehmen, in denen eine kontinuierliche Weiterbildung angeboten wird, durchschnittlich zwischen 3 und 10 Tagen pro Jahr und Mitarbeiter aufgewendet.

### **5.1.5 Mitarbeiterbindung**

Der Fachkräftemangel auf dem Arbeitsmarkt wird in der stark wachsenden Softwareindustrie auch durch die Fluktuation von Mitarbeitern zu einem Problem für die Unternehmen. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen müssen deshalb Maßnahmen zur Mitarbeiterbindung ergreifen, um ihr Know-how halten oder erweitern zu können. Die im Rahmen des Projektes befragten Experten gaben dabei vor allem an, ihren Mitarbeitern ein gutes Arbeitsklima, flexible Arbeitszeiten und ein interessantes Arbeitsfeld zu bieten. Darüber hinaus versucht eine große Zahl der Unternehmen ihre hochqualifizierten Mitarbeiter durch Incentive Programme, freiwillige soziale Leistungen und eine überdurchschnittlich gute Bezahlung an das Unternehmen zu binden. Insbesondere bei jungen Unternehmen, die sich besonders abhängig von ihren qualifizierten und motivierten Mitarbeitern empfinden, wird die Treue zum Unternehmen sehr häufig mit einer Unternehmensbeteiligung oder Aktienoptionen honoriert. Die „goldenen Handschellen“, die den Mitarbeitern auf diese Weise angelegt werden, führen außerdem nach Einschätzung der Experten zu einem stärkeren unternehmerischen Denken und einer höheren Leistungsbereitschaft.

Insbesondere große marktführende Unternehmen brauchen sich momentan keine Gedanken über die Rekrutierung oder Bindung von Mitarbeitern zu machen. Die Vertreter dieser Unternehmen verwiesen darauf, dass ihre Unternehmen grundsätzlich eine hohe Attraktivität für qualifizierte Arbeitskräfte besitzen [vgl. auch Behringer & Seegmüller 2000].

## 5.2 Personalbedarf in der Softwareentwicklung

Die Arbeitsmarktsituation im Bereich Softwareentwicklung ist äußerst angespannt, der Fachkräftemangel akut. Binnen Jahresfrist suchen 79% der Unternehmen in der Primärbranche und 41% der Unternehmen in den betrachteten fünf Sekundärbranchen Softwareentwickler. Da Unternehmen mit 200 und mehr Mitarbeitern in der Regel mehr Software entwickeln und dementsprechend auch derzeit schon mehr Softwareentwickler beschäftigen, ist der Personalbedarf in diesem Segment besonders groß.

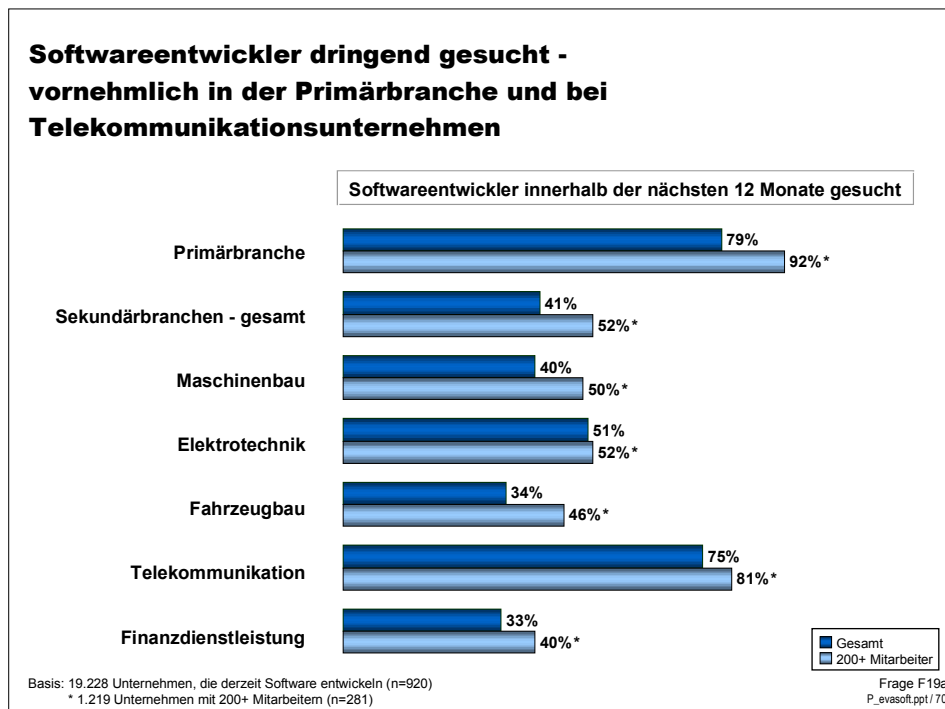


Abbildung 5.2:a Softwareentwickler dringend gesucht – vornehmlich in der Primärbranche und bei Telekommunikationsunternehmen

### 5.2.1 Kurzfristiger Personalbedarf

Bereits kurzfristig herrscht ein erheblicher Personalbedarf: Die Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen suchen derzeit 28 Tsd. Softwareentwickler zur sofortigen Einstellung. Der Großteil (82%) dieses kurzfristigen Personalbedarfs besteht in der Primärbranche. In den Sekundärbranchen wurden im Mai 2000 insgesamt 5 Tsd. Softwareentwickler zur sofortigen Einstellung gesucht.

Setzt man diese Zahlen in Relation zum Arbeitskräftebestand, so sind momentan knapp 14% aller Stellen in der Softwareentwicklung nicht besetzt. Während dieser Anteil in den Sekundärbranchen bei nur 8% liegt, ist in der Primärbranche jede sechste Stelle zur Zeit nicht besetzt.

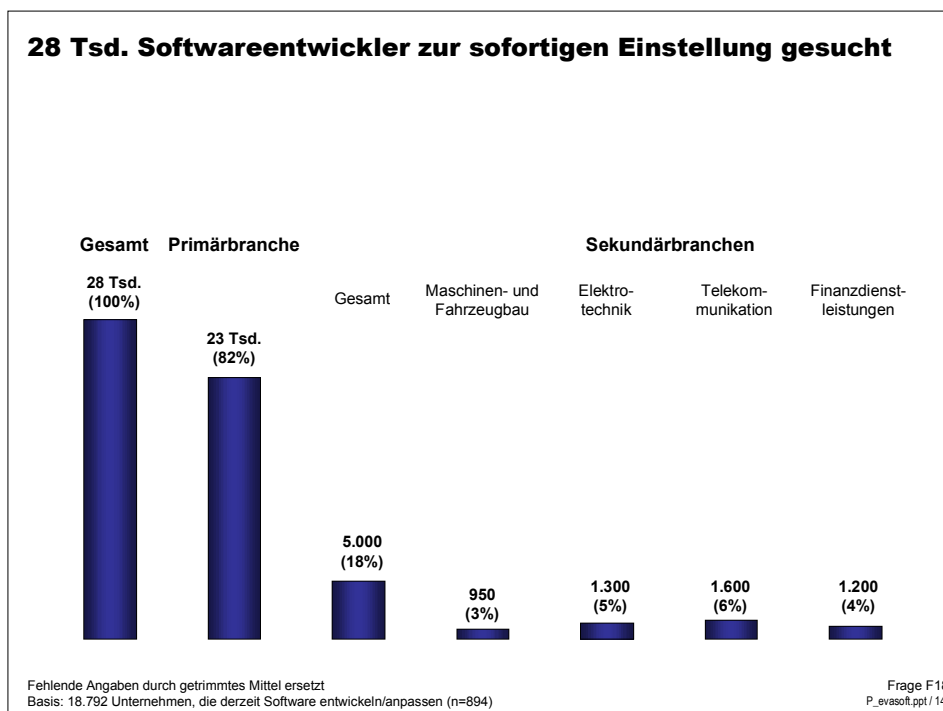


Abbildung 5.2.1:a 28 Tsd. Softwareentwickler zur sofortigen Einstellung gesucht

### 5.2.2 Mittelfristiger Personalbedarf bis Mai 2001

Die Bedarfssituation bleibt auch in den kommenden 12 Monaten angespannt. Einschließlich der 28 Tsd. sofort benötigten Softwareentwickler suchen die Unternehmen bis Mai 2001 insgesamt 55 Tsd. Fachkräfte. Analog zum kurzfristigen Personalbedarf liegt der Schwerpunkt des mittelfristigen Bedarfs wiederum in der Primärbranche: 83% der 55 Tsd. Softwareentwickler werden von Softwareentwicklungs-Unternehmen und IT-Systemherstellern gesucht. Unternehmen der Sekundärbranchen haben einen Bedarf von 9.000 Softwareentwicklern. Innerhalb der Sekundärbranchen haben die Bereiche Elektrotechnik, Telekommunikation und Finanzdienstleistungen die größte Nachfrage. Auf die Branchen Maschinen- und Fahrzeugbau entfällt ein Bedarf von 1.700 Softwareentwicklern.

Auch hier macht der Vergleich mit dem derzeitigen Arbeitskräftebestand den Ernst der Lage bewusst. Innerhalb eines Jahres entsteht in den Sekundärbranchen ein zusätzlicher Personalbedarf von 16% des derzeitigen Bestandes, in der Primärindustrie liegt dieser Wert mit 38% sogar noch deutlich höher. Insgesamt werden bis Mai 2001 gegenüber dem heutigen Bestand 31% mehr Arbeitskräfte für die Softwareentwicklung benötigt.

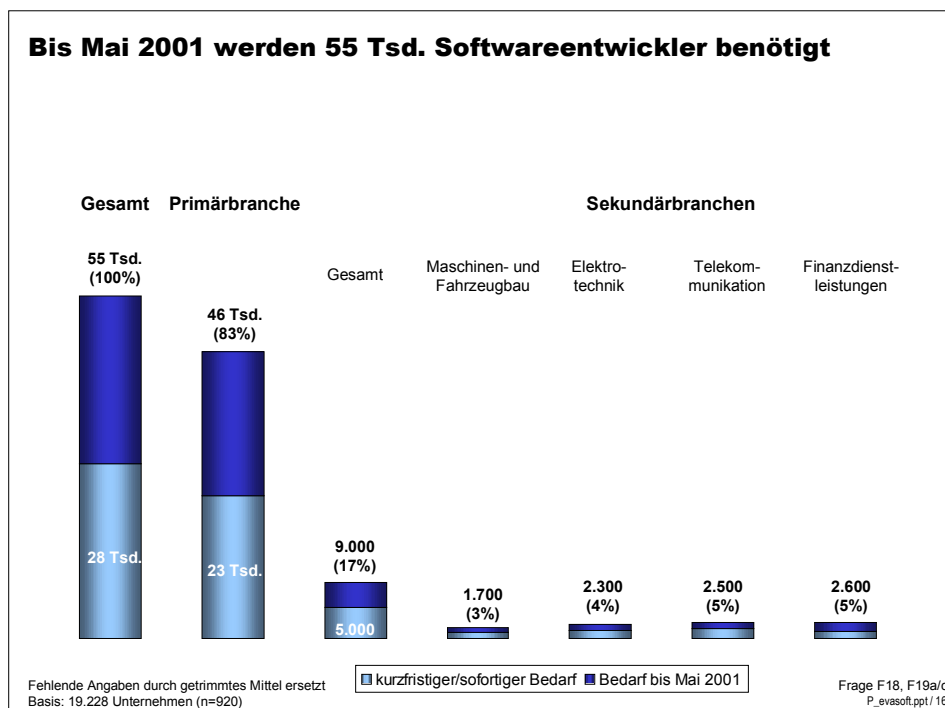


Abbildung 5.2.2:a Bis Mai 2001 werden 55 Tsd. Softwareentwickler benötigt



400 Unternehmen (2%) planen innerhalb der nächsten 12 Monate erstmalig selbst Software zu entwickeln bzw. individuell anzupassen. 39% dieser Unternehmen wollen zu diesem Zweck neue Mitarbeiter fest einstellen. Allein hierdurch entsteht ein Bedarf von ca. 900 Softwareentwicklern, der in dem Gesamtbedarf von 55 Tsd. Softwareentwicklern bis Mai 2001 bereits enthalten ist.

### **5.2.3 Langfristiger Personalbedarf bis 2005**

Die Nachfrage der Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen nach Softwareentwicklern ist auch langfristig durch intensives Wachstum gekennzeichnet. Der zugrundeliegende Zeithorizont von 5 Jahren wurde gewählt, um langfristige Trends aufzuzeigen. Bei der Interpretation der folgenden Zahlen ist zu berücksichtigen, dass der Personalbedarf gesamtwirtschaftlichen Schwankungen unterliegt. Da die Unternehmen gefragt wurden, wie viele Mitarbeiter in 5 Jahren als Softwareentwickler tätig sein werden, enthalten die folgenden Zahlen nur den **zusätzlichen** Bedarf an Softwareentwicklern, der Ersatzbedarf durch die natürliche Fluktuation ist noch hinzuzurechnen.

Nach Schätzung der befragten Unternehmen werden in 5 Jahren insgesamt 385 Tsd. Erwerbstätige als Softwareentwickler in der Primär- und den Sekundärbranchen tätig sein. Demnach wird es im Mai 2005 voraussichtlich mehr als doppelt so viele Softwareentwickler wie derzeit geben (Bestand Mai 2000: 177 Tsd.). Wachstumsmotor ist hier vor allem die Primärbranche, die zum Gesamtwachstum von 208 Tsd. Softwareentwicklern alleine 86% (179 Tsd. Softwareentwickler) beiträgt. In den Sekundärbranchen besteht ein langfristiger Gesamtbedarf von 30 Tsd. Softwareentwicklern. Innerhalb der Sekundärbranchen kommt die größte langfristige Nachfrage aus dem Bereich Telekommunikation (10 Tsd. Softwareentwickler). Die Branchen Elektrotechnik, Finanzdienstleistungen (je 7 Tsd. Softwareentwickler) und Maschinen- und Fahrzeugbau (5 Tsd. Softwareentwickler) sind durch ein vergleichsweise moderates Wachstum gekennzeichnet, das allerdings deutlich zunehmen kann, wenn Unternehmen aus den Sekundärbranchen beginnen, Software in verstärktem Maße als ergänzendes Geschäftsfeld zu begreifen. So wurde in Gesprächen mit Experten aus informationstechnisch führenden Unternehmen des Maschinen- und Fahrzeugbaus sowie der Elektrotechnik geäußert, dass man eine Vielzahl von neuen Angeboten auf den Markt bringen könnte, wenn genügend Personal zu deren Realisierung verfügbar wäre. Derzeit behilft man sich teilweise durch die Umschulung von Hardware- zu Softwareingenieuren.

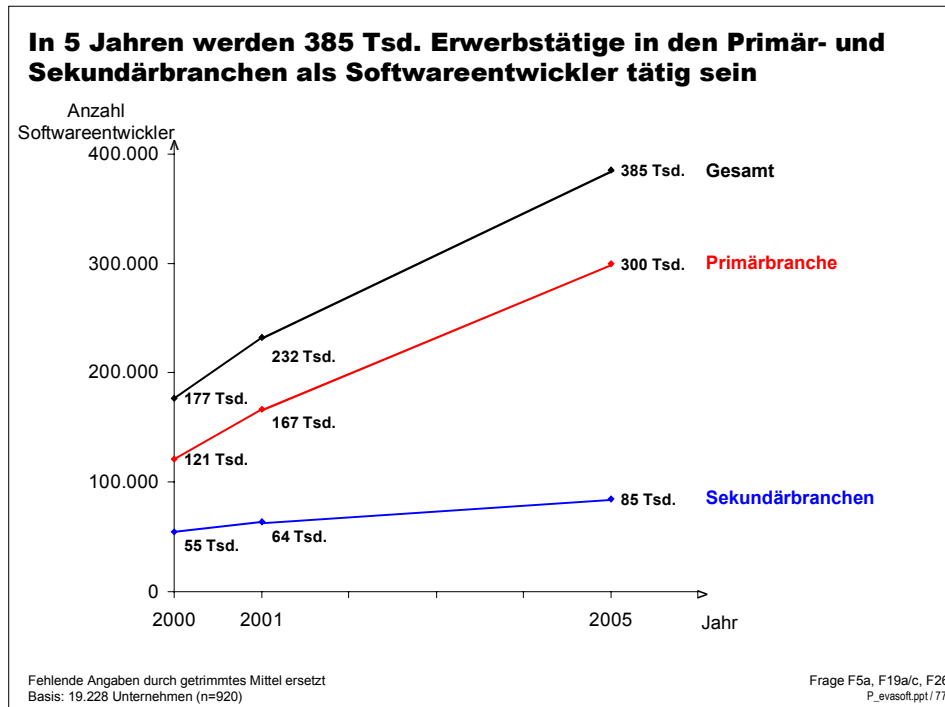


Abbildung 5.2.3:a In 5 Jahren werden 385 Tsd. Erwerbstätige in den Primär- und Sekundärbranchen als Softwareentwickler tätig sein

Auch beim langfristigen Bedarf ist der Vergleich mit dem aktuellen Arbeitskräftebestand in der Softwareentwicklung besonders aufschlussreich. So bedeutet ein zusätzlicher Bedarf von 208 Tsd. Arbeitskräfte mehr als eine Verdopplung gegenüber dem heutigen Stand. In der Primärbranche ist der Zuwachs mit 150% nochmals deutlich größer. Unter den einzelnen Sekundärbranchen haben vor allem die Telekommunikation (+90 %) und die Elektrotechnik (+63%) einen besonders hohen zusätzlichen Bedarf.



#### **5.2.4 Qualifikationen des gesuchten Personals für die Softwareentwicklung**

Betrachtet man den derzeitigen Bestand von 177 Tsd. Softwareentwicklern in der Primär- und den Sekundärbranchen nach Ausbildungsniveaus, so ergibt sich folgendes Bild: 35% der Softwareentwickler sind Absolventen von Universitäten, 28% haben eine Hochschulausbildung an anderen Hochschule, wie z.B. Fachhochschule oder Berufsakademie, absolviert. 31% der Softwareentwickler haben keine Hochschule besucht. 10% der Softwareentwickler lassen sich aufgrund fehlender Angaben keinem Ausbildungsniveau zuordnen.

Dieses Bild wird sich jedoch in Zukunft verändern, betrachtet man das bevorzugte Bildungsniveau der Unternehmen bei der Neueinstellung von Softwareentwicklern. Hier stehen vor allem Fachhochschüler hoch im Kurs: 36% der Unternehmen bevorzugen bei der Neueinstellung von Softwareentwicklern Absolventen von Fachhochschulen. 24% präferieren Absolventen von Universitäten. Die Präferenz von Universitätsabsolventen ist in der Primärbranche mit 29% und sogar 51% bei großen Unternehmen überdurchschnittlich groß. Je 14% der Unternehmen bevorzugen Softwareentwickler mit einem abgeschlossenem Studium an einer Berufsakademie oder einer verkürzten Hochschulausbildung, wie z.B. Bachelor. 20% präferieren bei der Neueinstellung von Softwareentwicklern eine nicht-akademische Vorbildung.

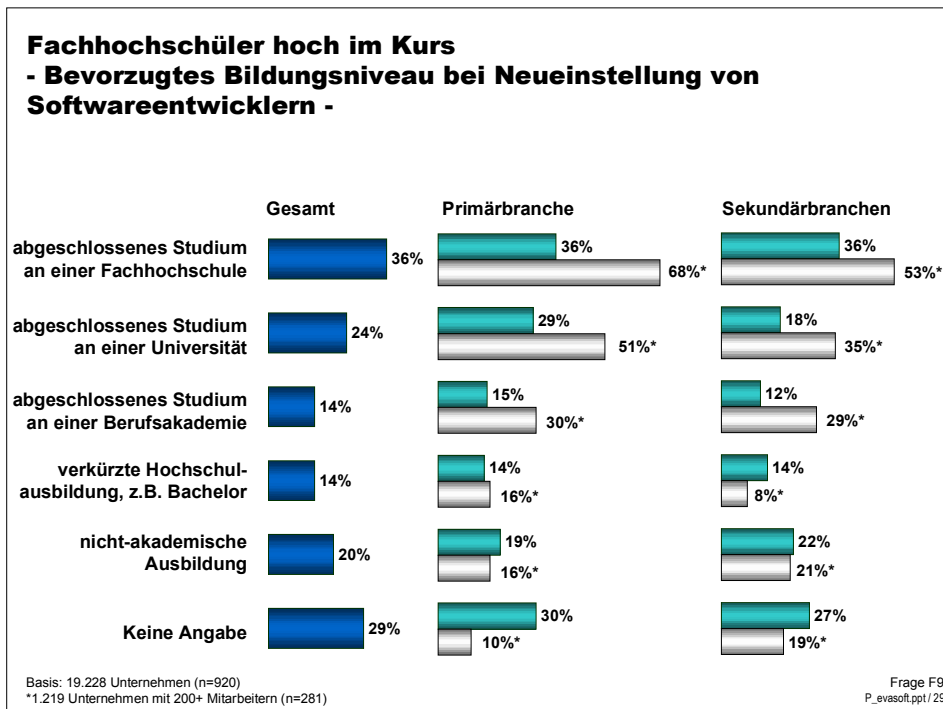


Abbildung 5.2.4:a Fachhochschüler hoch im Kurs – Bevorzugtes Bildungsniveau bei Neueinstellung von Softwareentwicklern –



Die Hauptgründe für die Präferenz von Fachhochschul-Absolventen liegen vor allem im hohen Praxisbezug der Ausbildung und dem aus Sicht der Unternehmen zufriedenstellenden Ausbildungsniveau bzw. Fachwissen der Absolventen. Dieses – noch fundiertere - Fachwissen ist auch der Grund für die Bevorzugung von Universitätsabsolventen bei der Neueinstellung von Softwareentwicklern. Für Absolventen von Berufsakademien spricht – ähnlich wie bei Fachhochschulern – die neben der theoretischen Ausbildung erworbene Berufserfahrung. Darüber hinaus ist aus Sicht der Unternehmen die Verbindung des Studiums mit einer Berufsausbildung im Unternehmen und die daraus resultierende Nähe zur Firma ein großer Vorteil. An einer verkürzten Hochschulausbildung wissen Unternehmen vor allem den offensichtlichen Vorteil zu schätzen: Absolventen stehen aufgrund der kürzeren Ausbildungszeit schneller zur Verfügung. Für Softwareentwickler ohne akademische Vorbildung spricht vor allem, was Fachhochschulen nur bedingt leisten können: Sie bringen Berufserfahrung mit. Hinzu kommen die verglichen mit Hochschulabsolventen niedrigeren Gehaltsvorstellungen von Softwareentwicklern ohne akademische Vorbildung.

Nur 37% der Unternehmen, die die erstmalige bzw. zusätzliche Einstellung von Softwareentwicklern planen, differenzieren ihren mittelfristigen Personalbedarf nach verschiedenen Bildungsniveaus – ein deutliches Zeichen für den akuten Fachkräftemangel. Mitarbeiter werden so dringend gesucht, dass der Abschluss potentieller Kandidaten nachrangig ist. Dieser betrifft aufgrund der größeren Arbeitskräftenachfrage vor allem die Primärbranche: Hier suchen nur 30% der Unternehmen bei der Rekrutierung von Softwareentwicklern für bestimmte Stellen gezielt nach Akademikern bzw. nach Nicht-Akademikern. In den Sekundärbranchen liegt der Anteil mit 52% deutlich höher. Diese Entwicklung hat vor allem zwei negative Auswirkungen. Einerseits werden Fachkräfte nicht unbedingt entsprechend ihrer Qualifikationen eingesetzt. Informatiker mit Universitätsabschluss werden nicht selten als überqualifizierte und übermäßig teure Programmierer eingestellt, mit entsprechenden Folgen für die Motivation. Andererseits führt der akute Fachkräftemangel zu einem überhöhten Lohnkostenniveau [vgl. u.a. Seegmüller 2000].

Bei der Neueinstellung von Softwareentwicklern mit akademischer Vorbildung stoßen Absolventen der Studiengänge Informatik und Wirtschaftsinformatik auf die größte Nachfrage: 67% aller Unternehmen, die die Einstellung von Softwareentwicklern mit akademischer Vorbildung planen, wenden sich an Informatiker. 30% der Unternehmen möchten Softwareentwickler rekrutieren, die Wirtschaftsinformatik studiert haben. Nach Informatik und Wirtschaftsinformatik sind Absolventen der Studiengänge Elektrotechnik (25%), Mathematik (19%), Physik (17%) und Betriebs-/Volkswirtschaftslehre (16%) die begehrtesten Hochschulabsolventen.

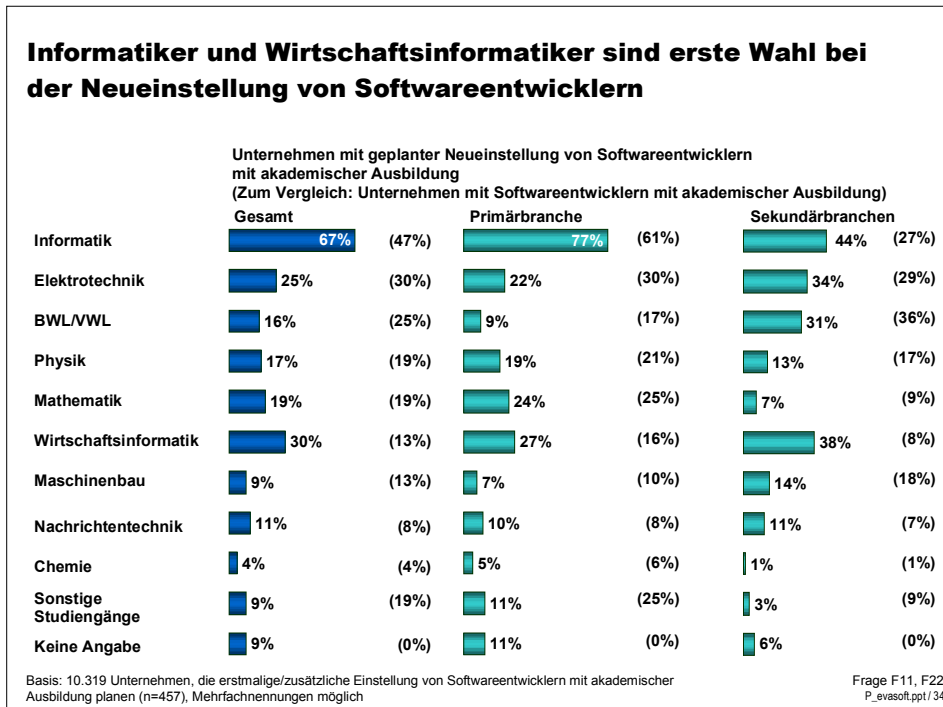


Abbildung 5.2.4:b Informatiker und Wirtschaftsinformatiker sind erste Wahl bei der Neueinstellung von Softwareentwicklern

Im Vergleich mit der heutigen Qualifikationsstruktur, lässt sich ein eindeutiger Trend feststellen: Die bereits beschriebene Forderung nach mehr Informatik-Fachwissen führt zu einer deutlichen Zunahme der Unternehmen, die sich an Absolventen des Studienganges Informatik wenden. Damit einher geht ein Rückgang der Nachfrage nach Absolventen von Studiengängen ohne ausgeprägten Informatik-Schwerpunkt, wie z.B. Betriebs- und Volkswirtschaftslehre, Elektrotechnik oder Maschinenbau. Dies bedeutet jedoch gleichzeitig, dass Unternehmen mit einer verstärkten Rekrutierung von Informatik-Absolventen zwar Mitarbeiter mit mehr Informatik-Fachwissen erhalten, aber Einschränkungen bei Kenntnissen in spezifischen Anwendungsbereichen (Betriebs- und Volkswirtschaftslehre, Elektrotechnik, Maschinenbau, etc.) hinnehmen müssen. Die Unternehmen stehen bei der Rekrutierung von Softwareentwicklern vor einem trade off zwischen Informatik-Fachwissen und Kenntnissen in spezifischen Anwendungsbereichen. Neue Studiengänge, die beide Wissensbereiche integrieren oder die Bildung von interdisziplinären Teams in den Unternehmen, stellen eine möglich Lösung dieses Problems dar. Das stark gestiegene Interesse an Absolventen des Studienganges Wirtschaftsinformatik (+17%-Punkte) zeigt, dass derartige Studiengänge von den Unternehmen gut angenommen werden.



Trotz des Trends zur verstärkten Rekrutierung von Informatik-Absolventen, lässt sich, wie schon beim Bestand der Softwareentwickler mit akademischer Vorbildung, auch bei der Planung ein – jedoch weniger stark ausgeprägter - Zusammenhang zwischen Branche und (überdurchschnittlich häufig) absolvierten Studiengängen der geplanten Softwareentwickler beobachten:

In der Primärbranche werden Informatiker mit 77% überdurchschnittlich häufig angesprochen. In den Branchen Maschinenbau und Elektrotechnik planen mit 39% bzw. 58% der Unternehmen überdurchschnittlich viele Unternehmen Absolventen der jeweiligen Studiengänge. Dies lässt sich auch in anderen Bereichen beobachten: Im Sektor Telekommunikation wenden sich mit 33% überdurchschnittlich viele Unternehmen an Nachrichtentechniker. Im Bereich Finanzdienstleistungen wollen 83% der Unternehmen Softwareentwickler rekrutieren, die Betriebs- oder Volkswirtschaftslehre studiert haben.

## Ausbildungsberufe

Wie bereits dargestellt bilden derzeit rund 2.500 Unternehmen (13%) Mitarbeiter in IT-Ausbildungsberufen aus. Bis Mai 2001 wird sich die Zahl der Ausbildungsunternehmen um 2.300 auf 4.800 nahezu verdoppeln. Das Gesamtniveau bleibt jedoch mit dann 25% aller Unternehmen der Primärbranche und der fünf untersuchten Sekundärbranchen nach wie vor niedrig. Von den Unternehmen, die derzeit bereits IT-Ausbildungsberufe anbieten, geht ein positives Signal aus: 38% dieser Unternehmen planen die Einrichtung zusätzlicher Ausbildungsplätze.

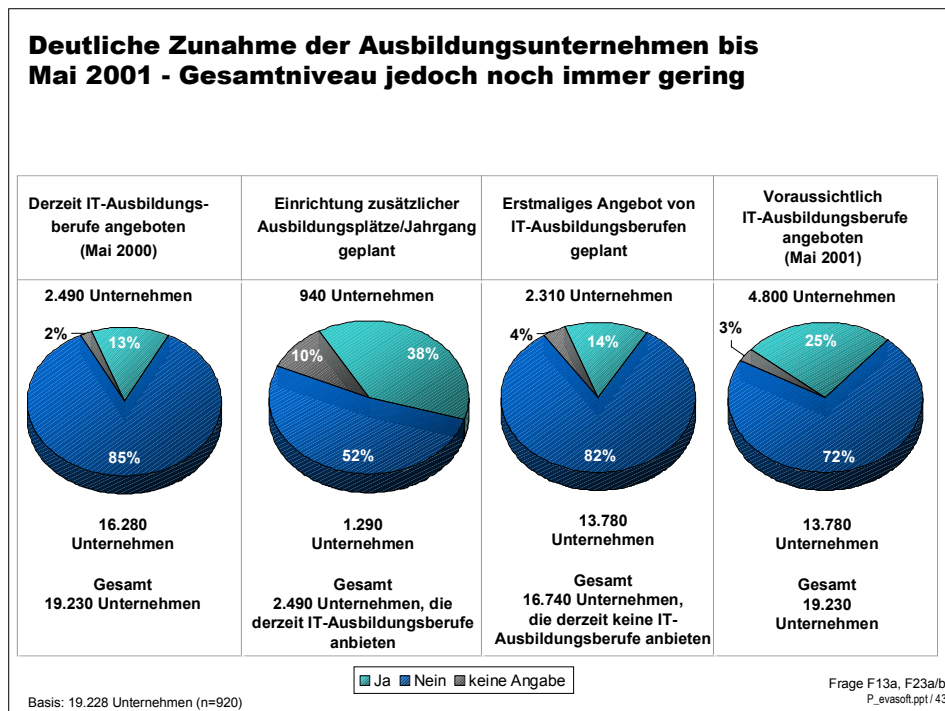


Abbildung 5.2.4:c Deutliche Zunahme der Ausbildungsunternehmen bis Mai 2001 – Gesamtniveau jedoch noch immer gering

Die Verdoppelung der Ausbildungsunternehmen und die zusätzliche Einrichtung von Ausbildungsplätzen in bestehenden Ausbildungsberufen führt zu einem äußerst positiven Trend: Im Mai 2001 werden in IT-Ausbildungsberufen voraussichtlich über 12.000 Ausbildungsplätze pro Jahr zur Verfügung stehen. Dies entspricht mehr als dem Zweifachen des aktuellen Wertes von ca. 6.000 Ausbildungsplätzen. Zur Verdoppelung der Ausbildungsplätze tragen überwiegend Unternehmen bei, die derzeit noch keine IT-Ausbildungsberufe anbieten (+ ca. 4.000 Ausbildungsplätze). Durch die Einrichtung zusätzlicher Ausbildungsplätze in Unternehmen, die zum Berichtszeitpunkt bereits ausbilden, entstehen zusätzlich ca. 2.400 Ausbildungsplätze.

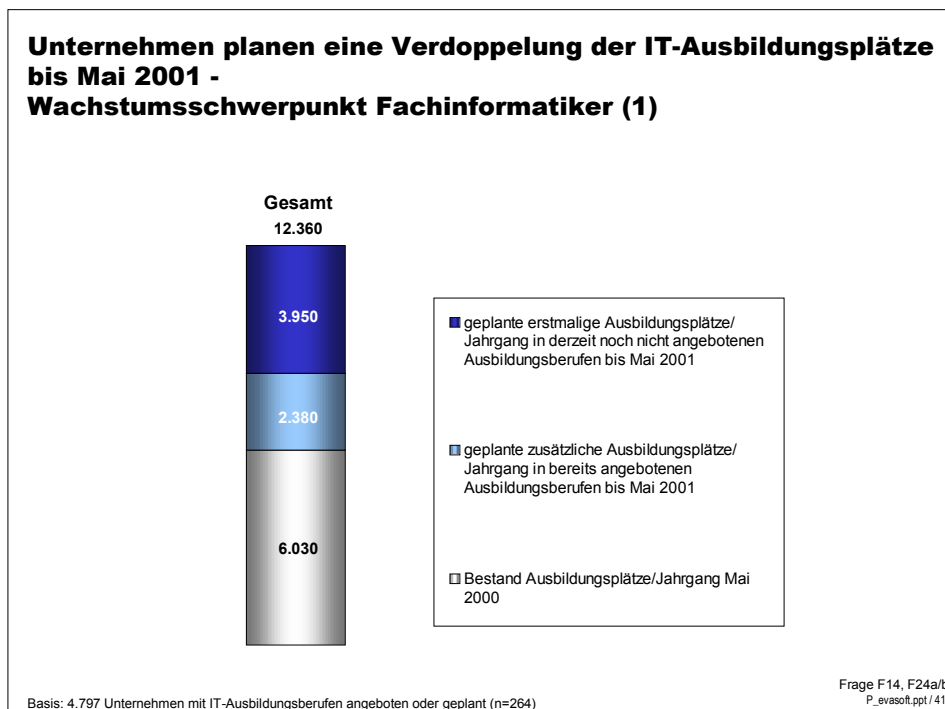


Abbildung 5.2.4:d Unternehmen planen eine Verdoppelung der IT-Ausbildungsplätze bis Mai 2001 – Wachstumsschwerpunkt Fachinformatiker (1)

Größter Wachstumsfaktor ist dabei der Ausbildungsberuf des Fachinformatikers: Dies gilt sowohl für die erstmalige Einrichtung von Ausbildungsplätzen (+ ca. 2.000) als auch für die Einrichtung zusätzlicher Ausbildungsplätze (+ ca. 1.500). Im Mai 2001 wird es somit voraussichtlich ca. 6.000 Ausbildungsplätze (pro Jahrgang) zum Fachinformatiker geben. Für IT-System-Kaufleute stehen dann ca. 2.000, für Informatik-Kaufleute ca. 1.700 und für IT-System-Elektroniker ca. 1.500 Ausbildungsplätze pro Ausbildungsjahrgang zur Verfügung.

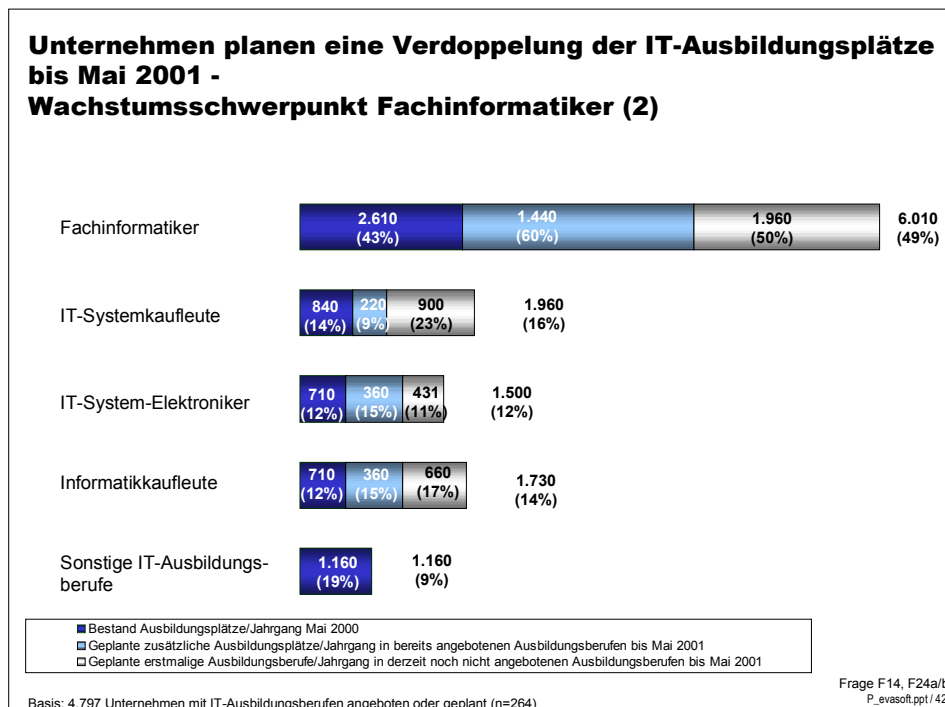


Abbildung 5.2.4:e Unternehmen planen eine Verdoppelung der IT-Ausbildungsplätze bis Mai 2001 – Wachstumsschwerpunkt Fachinformatiker (2)

## Fachliche und soziale Kompetenzen

Die Vorbildung der in der Primärbranche und den Sekundärbranchen tätigen Softwareentwickler ist – wie bereits dargestellt – äußerst vielfältig. Entsprechend vielfältig sind die seitens der Unternehmen wahrgenommenen fehlenden fachlichen Kompetenzen: 16% der Unternehmen bemängeln nicht ausreichend ausgeprägte Kenntnisse von Programmiersprachen. Verbesserungspotenzial in diesem Bereich besteht vor allem in den Sekundärbranchen, insbesondere in der Branche Finanzdienstleistungen (23%). Ursachen hierfür ist vermutlich, dass Finanzdienstleister überdurchschnittlich häufig ausschließlich Softwareentwickler ohne akademische Ausbildung beschäftigen. Außerdem haben viele der als Softwareentwickler tätigen Akademiker ein wirtschaftswissenschaftliches Studium absolviert. Beide Gruppen konnten sich aufgrund ihrer Ausbildung – verglichen mit Informatikern – weniger fundierte Kenntnisse von Programmiersprachen aneignen. Hinzu kommt, dass die im Bereich Finanzdienstleistungen eingesetzte Software häufig ein überdurchschnittlich hohes Alter aufweist. Die im Umgang mit dieser Software benötigten Kenntnisse werden an Hochschulen nicht mehr vermittelt und sind in anderen Wirtschaftsbereichen nicht mehr gefragt.

Der am zweithäufigsten wahrgenommene Mangel sind Kenntnisse von spezifischen Anwendungsbereichen. Im Gegensatz zu Programmiersprachen sehen hier vor allem Unternehmen der Primärbranche Verbesserungspotenzial. Der Grund hierfür liegt wiederum in der Vorbildung der Softwareentwickler. Wie bereits ausgeführt ist über alle Sektoren hinweg ein enger Zusammenhang zwischen Branche und absolvierten Studiengängen der Softwareentwickler zu beobachten. In der Primärbranche werden vor allem Informatik-Absolventen beschäftigt, in den Sekundärbranchen Absolventen von Studiengängen des entsprechenden Aufgabengebietes. D.h. zum Beispiel, dass in der Branche Elektrotechnik überdurchschnittlich häufig Absolventen des Studienganges Elektrotechnik als Softwareentwickler tätig sind. Diese Softwareentwickler haben entsprechend ihrer Vorbildung intensive Kenntnisse in spezifischen Anwendungsbereichen aber weniger gute Kenntnisse im Fachgebiet Programmiersprachen. Umgekehrt haben Absolventen des Studienganges Informatik ein breiteres und tieferes Informatikfachwissen (z.B. Programmiersprachen) und weniger ausgeprägte Kenntnisse in spezifischen Anwendungsbereichen (z.B. Elektrotechnik). Diese Wechselwirkung zwischen Vorbildung, Branche und Informatikfachwissen zeigt sich nicht nur im Bereich Programmiersprachen, sondern auch in anderen Wissensbereichen wie Netzwerke, Datenbanken oder Betriebssysteme.

Insgesamt wurde auch in den Experteninterviews immer wieder gefordert, dass Informatik und Anwendungswissen besser miteinander verflochten sein sollte. Dies bedeutet dass heute – abgesehen von „Spezial-Informatikern“ (z.B. Wirtschaftsinformatik) – ein breites Informatik-Grundwissen Bestandteil jedes wirtschaftswissenschaftlichen, naturwissenschaftlichen und technischen Studiums sein sollte.

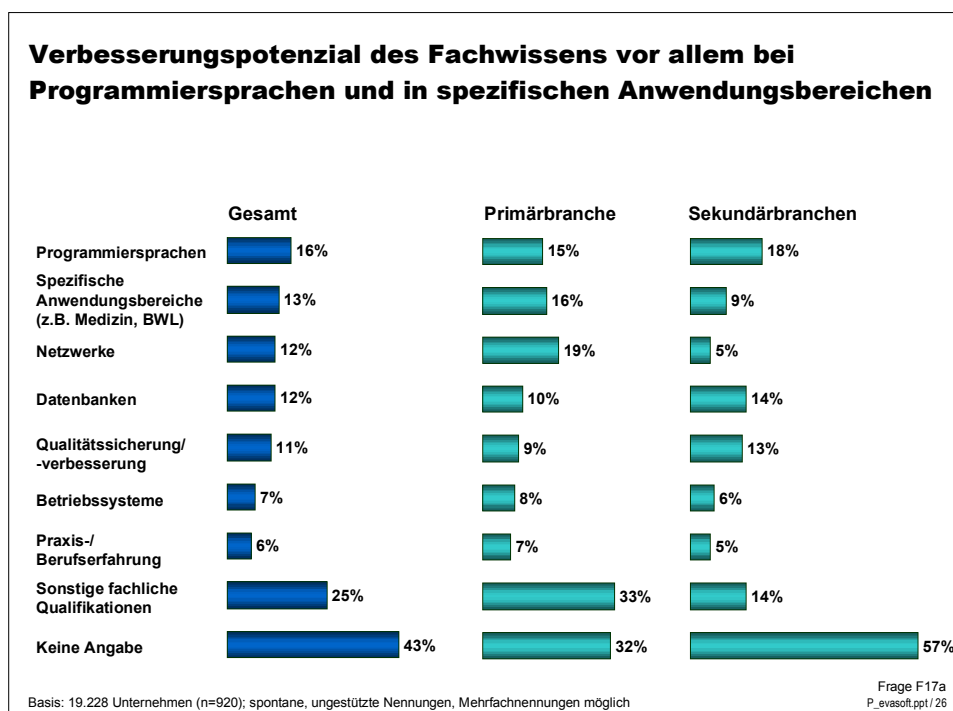


Abbildung 5.2.4:f Verbesserungspotenzial des Fachwissens vor allem bei Programmiersprachen und in spezifischen Anwendungsbereichen

Neben fundiertem Fachwissen sind auch soziale Kompetenzen und Qualifikationen bedeutende Kriterien, die von Unternehmen bei der Neueinstellung von Softwareentwicklern berücksichtigt werden. Hier macht sich die zunehmende Größe und Komplexität von Softwareentwicklungs-Projekten bemerkbar. Die Vielzahl der Aufgaben kann nicht mehr von nur einem oder wenigen Softwareentwicklern bewältigt werden, Teamarbeit ist notwendig. Hier sehen die Unternehmen akuten Ausbildungsbedarf: Die Fähigkeit von Softwareentwicklern zur Teamarbeit ist nicht bzw. nicht stark genug ausgeprägt.



Die Arbeit im Team macht einen ständigen Austausch von Informationen zwischen allen Teammitgliedern erforderlich. Die hierfür notwendige Kommunikationsfähigkeit sollte aus Sicht der Unternehmen deutlich stärker ausgeprägt sein.

Die Unternehmen vermissen außerdem unternehmerisches Denken. Dieser Mangel spielt vor allem in der Primärbranche eine überdurchschnittlich bedeutende Rolle, da Software dort in hohem Maße Kernprodukt und somit wertschöpfungsrelevant ist.

Die Arbeit an komplexen Softwareentwicklungs-Projekten erfordert auch Mitarbeiter, die eine koordinierende und motivierende Funktion übernehmen. Auch hier besteht aus Sicht der Unternehmen Verbesserungspotenzial: Den Softwareentwicklern fehlen häufig die Fähigkeiten in den Bereichen Projektleitung und Mitarbeiterführung. Auch in den Experteninterviews wurden die organisatorischen und kommunikativen Fähigkeiten als besonders wichtig für künftige Mitarbeiter bezeichnet.

## 6. Technische Innovationen auf dem Gebiet der Softwareentwicklung

Software spielt eine immer wichtigere Rolle für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen aller Branchen. Die Anforderungen und Charakteristika von Software variieren von Branche zu Branche. Innovative Softwareentwicklungs-Prozesse, -Methoden und -Werkzeuge sind in allen Fällen entscheidende Voraussetzung zur Erfüllung dieser Anforderungen. Deshalb lag ein Fokus der Untersuchung auf der Bestimmung der Anforderungen und Eigenschaften von Software, den zu ihrer Erreichung eingesetzten Entwicklungsprozessen sowie den zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit notwendigen Forschungsaktivitäten.

### 6.1 Anforderungen und Charakteristika der Software

Die Anforderungen an die Software werden in Form von typischen Qualitätseigenschaften beschrieben. Neben den Anforderungen wurden als wesentliche Charakteristika das durchschnittliche Alter und der Einsatz von Standards betrachtet. Dabei können jeweils branchenspezifische Ausprägungen der Software beobachtet werden. Unternehmenserfolg setzt das Verstehen dieser Anforderungen sowie deren Erfüllung durch adäquate Entwicklungs- und/oder Beschaffungsprozesse voraus.

#### 6.1.1 Wettbewerbsbestimmende Qualitätseigenschaften der Software

Zuverlässigkeit und Funktionalität werden als die wichtigsten wettbewerbsbestimmenden Qualitätseigenschaften von Software betrachtet (vgl. Kapitel 4.9). Ergonomie und Benutzerfreundlichkeit sowie individuelle Lösungsfähigkeit sind weitere zentrale Erfolgsfaktoren. Die Fähigkeit, individuelle Lösungen anbieten zu können, ist aus Sicht der Unternehmen der Sekundärbranchen sogar der bedeutendste Erfolgsfaktor. Dies verdeutlicht, welcher Stellenwert der individuellen Anpassung von (Standard-)Software an die spezifischen Anforderungen in den Sekundärbranchen derzeit und in Zukunft zugemessen wird. Diese Forderung nach individuellen Lösungen korrespondiert mit der in Kapitel 4.4 beschriebenen Anbieterstruktur im Bereich spezieller Branchen-Software: Über die Hälfte der Softwareunternehmen bietet Branchenlösungen an. Aber für jede Branche gibt es nur relativ wenige - dafür aber hochspezialisierte - Anbieter. Interessant ist weiterhin der Fokus auf hohe Qualität und Geschwindigkeit. Demgegenüber scheint das Thema Preis/Leistungsverhältnis nur eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Auf Grund der Expertengespräche lassen sich Zusammenhänge zwischen Qualitätseigenschaften und Branchen bzw. Größe des Unternehmens aufzeigen. Die Reihenfolge der in den Experteninterviews meistgenannten Qualitätseigenschaften weicht leicht von der quantitativen Unternehmensbefragung ab. Zuverlässigkeit ist jedoch auch hier an erster Stelle genannt worden, gefolgt von Geschwindigkeit, Skalierbarkeit, Benutzerfreundlichkeit und Wiederverwendbarkeit. Der Nutzung angemessene Funktionalität wurde spontan in den Expertengesprächen nicht als eines der wichtigsten Qualitätseigenschaften aufgezählt. Sie wird implizit als wichtiges Merkmal vorausgesetzt.

- Zuverlässigkeit

Für große Unternehmen, unabhängig von der Branche, sowie Unternehmen aus dem Internet-Umfeld ist die Zuverlässigkeit (Verfügbarkeit) der Software von zentraler Bedeutung. Der Ausfall der Software ist in diesen Unternehmen mit erheblichen Geschäftsverlusten verbunden, da die Unternehmensprozesse hochgradig softwareabhängig sind. So ist insbesondere in den Sekundärbranchen, z.B. im Fahrzeugbau, fast die gesamte Produktion softwaregesteuert, im Banken und Versicherungswesen werden Verträge und Buchungen vollständig über Software abgewickelt. Die Bedeutung von Zuverlässigkeit unterstreicht nochmals die enorme Abhängigkeit der Unternehmen von Software (siehe auch Kapitel 4.6 über Bedeutung von Software).

Für Unternehmen, die auf Konsumentenmärkten (z.B. für Haushaltsgeräte) operieren, ist Zuverlässigkeit ebenfalls von hoher Bedeutung. Mit Mängeln in der Software sind hier kostspielige Rückrufaktionen und Kundendienstesätze verbunden, die auf Grund der Gewinnspannen auf diesen Märkten wirtschaftlich kaum tragbar sind.

- Geschwindigkeit

Große Unternehmen operieren mit enormen Datenmengen, so dass eine schnelle Verarbeitung von essenzieller Bedeutung ist. Eine unzureichende Geschwindigkeit der Software, die die Geschäftsprozesse abbildet, ist mit steigenden Kosten verbunden. Im Internet sind lange Wartezeiten beim Zugriff mit dem unmittelbaren Kundenverlust verbunden, da die Konkurrenz nur „einen Klick“ entfernt ist.

- Skalierbarkeit

Für große Unternehmen und Start-up's im Business-to-Business Umfeld steht die Forderung nach Skalierbarkeit in Zusammenhang mit ständig wachsenden Datenmengen. Die Software kann nur dann über längere Zeiträume hinweg eingesetzt werden (vgl. Kapitel 6.2.5), wenn sie entsprechend den Anforderungen der Datenmengen „mitwachsen“ kann, d.h. skalierbar ist. Für Unternehmen im Internet-Umfeld ist die Forderung nach Skalierbarkeit zusätzlich mit der schwer schätzbaren Anzahl der Zugriffe auf Web-Seiten erklärbar.

- Benutzerfreundlichkeit  
Von den Unternehmen, die auf den Konsumentenmärkten (z.B. Elektronik, Internet-Handel, Retailgeschäft von Banken und Versicherungen) operieren, wurde wiederholt die Bedeutung der Benutzerfreundlichkeit hervorgehoben. Da die Software hier von Endkunden verwendet wird, bringt schlechte Bedienbarkeit Unzufriedenheit der Kunden und dadurch sinkenden Umsätze mit sich. Der Einsatz von Software für die Abwicklung sämtlicher Geschäfts- und Produktionsprozesse führt zu einer steigenden Anzahl von Nutzern, die die Software nur gelegentlich brauchen. Nur wenn Software leicht bedienbar ist, ist ihre Akzeptanz gewährleistet.
- Wiederverwendbarkeit  
Im Bezug auf Wiederverwendbarkeit von Software wurden Aussagen in Abhängigkeit von Unternehmenscharakteristika gefunden. Große etablierte Unternehmen sehen gerade in der Wiederverwendbarkeit ein wertvolles Instrument um eine "time-to-market"-Position zu erlangen. Durch Anpassung existierender Software ist es möglich, neue Anforderungen schneller zu realisieren und anzubieten. Kleinere, jüngere Unternehmen geben für „Wiederverwendbarkeit“ explizit die niedrigste Priorität an. Als Grund wird dabei u.a. genannt, dass ihre Produkte ohnehin innerhalb weniger Monaten überholt seien oder dass sich das Angebot entsprechend häufig ändere.

### 6.1.2 *Alter der Software*

In den Expertengesprächen sagten die meisten großen Unternehmen der Sekundärbranchen, dass Teile ihrer für das Unternehmen existenziell wichtiger Software 10 Jahre und älter sei. Man spricht von sogenannter Legacy-Software.

Einige Unternehmen bezeichnen diese „alte“ Software als „ausgereift“ (Zitat: „.. mit Software ist es wie mit einem guten Wein, der reift mit der Zeit...“). Sie sind bestrebt diese Software, wenn immer es technologisch möglich ist, weiter zu pflegen und zu erweitern. Die Software stellte einen wesentlichen Teil des Know-hows und der Kompetenz des Unternehmens dar. Der Austausch dieser Software ist in aller Regel nur da geplant, wo die Erweiterbarkeit an technologische Grenzen stößt. So werden zum Beispiel große Legacy-Anwendungen im Banken- und Versicherungswesen zur Zeit häufig um Internetschnittstellen erweitert. Bei einem kompletten Austausch der Legacy-Software fürchten die Unternehmen den Verlust der Stabilität des Gesamtsystems. Die Bedeutung „alter“ Software ist somit vor allem durch die erzielte „Zuverlässigkeit“ zu erklären.

Die wesentlichen Herausforderungen der Zukunft im Bezug auf ihre Legacy-Software sehen die Unternehmen darin, Erweiterungen durch geeignete Technologien zu unterstützen und wenn nötig, einen Austausch einzelner Teile vorzunehmen, ohne die Stabilität der Gesamtsysteme zu gefährden (siehe dazu auch [Grund-Ludwig 2000]).

### **6.1.3 Standardisierung**

Standards sind – abgesehen von technischen Standards zur Sicherheit (z.B. im Bankenbereich) und Kommunikation (z.B. im Internet) – gering ausgeprägt. Dies gilt sowohl für die Architektur von Softwareprodukten und Anwendungssystemen, als auch für Entwicklungsprozesse, Programmiersprachen und Werkzeuge.

In der Vergangenheit wurden individuelle Lösungen sogar angestrebt und proprietäre Architekturen bei Anwendungslösungen als Wettbewerbsvorteil betrachtet. Gegenwärtig ist bei Unternehmen, insbesondere der Sekundärbranchen, ein Trend zur Verringerung der Fertigungstiefe bei Software zu beobachten. Dies bedeutet, dass diese Unternehmen nur noch wettbewerbsentscheidende Software selbst entwickeln wollen. Die übrige Software wird hinzugekauft oder per Auftrag in der Primärbranche entwickelt (siehe dazu auch [Welsch 1998]). Dementsprechend entsteht der Wunsch nach (partiell) offenen Architekturen, so dass die Primärindustrie passende Angebote für nicht wettbewerbsentscheidende Komponenten machen kann. Dieser Trend zur (partiellen) Öffnung der Systemarchitekturen ist insbesondere bei Banken und Versicherungen sowie in der Fahrzeugindustrie zu beobachten.

Standardarchitekturen könnten mittelfristig die Entwicklung einer stärkeren Softwareindustrie in Deutschland begründen, da sie die Vergabe von Softwareentwicklung durch Unternehmen der Sekundärbranchen an Dritt-Unternehmen, sowie die Integration gekaufter Komponenten erleichtern wird.

In der Softwareentwicklung wird die Bedeutung von Standards gegenwärtig noch gering eingeschätzt. Technologische De-Facto-Standards der Marktführer (z.B. Entwicklungswerkzeuge der Firma Rational) werden akzeptiert. Bei Vorgehensmodellen sowie Entwicklungsmethoden haben die meisten Unternehmen ihren eigenen Ansatz. Nur etwa jedes Zehnte dieser Unternehmen verwenden Standards wie das V-Modell. Auch die Prozessstandards nach CMM, DIN oder ISO besitzen in Deutschland einen geringen Stellenwert. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, dass die Trends zu immer stärkeren Auftraggeber/-nehmer-Beziehungen langfristig gewisse Standards erfordern werden, um die Güte eines Zulieferers zuverlässig einschätzen zu können.

Generell spielen formale Standards eine ungeordnete Rolle, während Quasi-Standards als bedeutsam empfunden werden. Die Unternehmen wollen eine „Abkopplung“ von den Trends vermeiden.

## **6.2 Prozesse in der Softwareentwicklung**

Qualitäts-, Kosten- und Zeitanforderungen an die Softwareentwicklung werden durch systematische Vorgehensweisen, Prozesse und Methoden sowie dem Einsatz von Werkzeugen gewährleistet. In dieser Studie wurden Informationen zu verwendeten Vorgehensmodellen, Qualitätssicherung, Entwicklungsmethoden und –werkzeugen, den Entwicklungszyklen, Maßnahmen zur Zertifikation sowie zum Rollenverständnis bei der Softwareentwicklung erfasst.

### **6.2.1 Vorgehensmodelle**

In der Softwaretechnik beschreibt ein „Vorgehensmodell“ die Aktivitäten (Tätigkeiten) und Produkte (Ergebnisse), die während des gesamten Lebenszyklus von Software durchzuführen bzw. zu erstellen sind. Sie definieren systematische Wege zum gewünschten Anwendungssystem. Ziel ist es, durch eine einheitliche Entwicklungsmethode die Kooperation innerhalb von Teams zu vereinfachen, die Einhaltung von Terminen und Kosten zu gewährleisten, die Nachvollziehbarkeit von Entwicklungsentscheidungen herzustellen und die langfristige Pflege zu ermöglichen.

Derzeit folgt ungefähr die Hälfte aller Unternehmen einem definierten Vorgehensmodell. Dabei ist die Akzeptanz solcher Vorgehensmodelle in der Primärbranche höher als in den Sekundärbranchen. Überwiegend handelt es sich dabei um unternehmenseigene Vorgehensmodelle (Primärbranche: 2.750 Unternehmen, Sekundärbranchen: 1.350 Unternehmen).

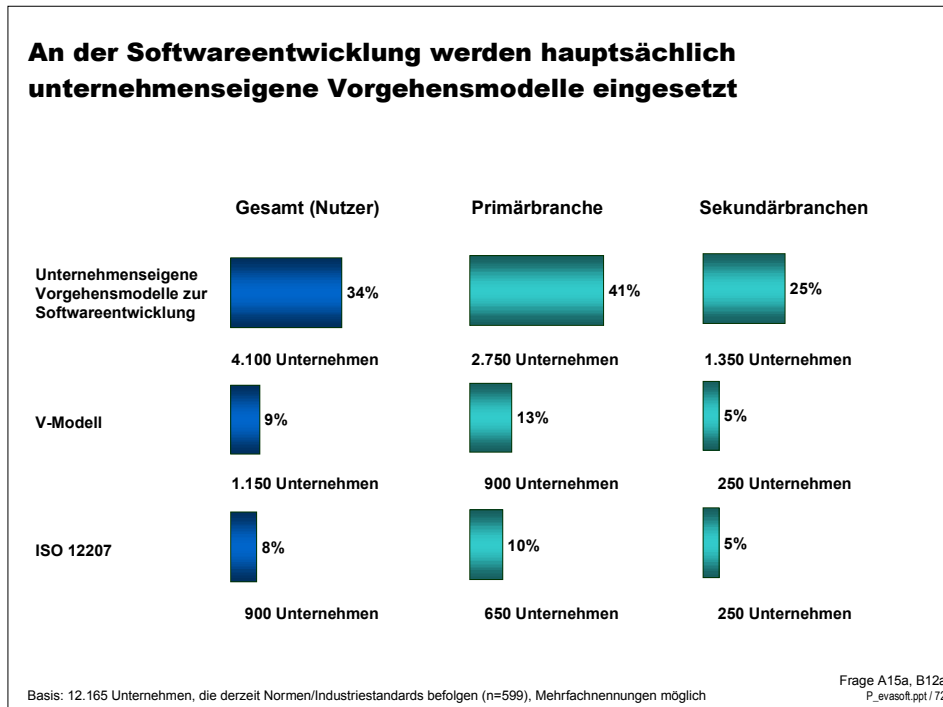


Abbildung 6.2.1:a An der Softwareentwicklung werden hauptsächlich unternehmenseigene Vorgehensmodelle eingesetzt

Auch durch die Experteninterviews konnte die Nutzung von (insbesondere unternehmenseigenen) Vorgehensmodellen bestätigt werden. Allerdings ist zu beobachten, dass die Einhaltung von Vorgehensmodellen überwiegend in das Ermessen einzelner Entwicklungsabteilungen gestellt wird; es gibt hier noch wenig Verbindlichkeit.

Die Ausnahme bilden bislang kleine und junge Unternehmen (vor allem Start-up's der New Economy). In diesen Unternehmen steht das schnelle Anbieten neuer Funktionalität im Vordergrund; die Entwicklung der Software findet in aller Regel eher „chaotisch“ statt. Es wird überwiegend in kleinen Teams gearbeitet. Die erfolgreiche Abwicklung der Projekte beruht auf der guten Zusammenarbeit der Ingenieure, die die Projekte auf Grund ihrer geringen Größe noch vollständig überblicken können – oder dies zumindest glauben. Unter dem Stichwort „Extreme Programming“ wird dieser Ansatz auch methodisch begründet. Auch hier ist bei wachsender Professionalisierung mit einem Wandel zu systematischen Vorgehensweisen zu rechnen.

Bei den unternehmenseigenen Vorgehensmodellen ist festzustellen, dass sie sich trotz aller Variabilität in ihren Grundzügen an Lehrbuchmodelle wie Wasserfall [Boehm 1976] oder iterative Entwicklung [Royce 1970] anlehnen. Vorgehensmodelle aus der Literatur werden z.B. um Schritte erweitert, die über die Softwareentwicklung hinausgehen und diese in umfassendere Geschäfts- oder Produktionsprozesse integrieren.

Die verwendeten Vorgehensmodelle sind von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich detailliert und präzise definiert und i.A. nur bei den zertifizierten Unternehmen in Form eines Handbuches explizit dokumentiert.

Große Unternehmen sowohl der Primärbranche und der Sekundärbranchen haben zumeist mehrere Vorgehensmodelle etabliert, die je nach Projektart und Umfang zum Einsatz kommen. In Ergänzung zu den obengenannten Modellen (Wasserfall und iterative Entwicklung) wurden hier insbesondere Rapid-Development-Modelle zur schnellen Entwicklung von Internetapplikationen angeführt.

Es ist ein deutlicher Trend hin zu iterativen Vorgehensmodellen zu erkennen. Dies reflektiert die Erkenntnis, dass Kosten- und Liefertreue nur durch inkrementelle (sequentielle oder parallele) Entwicklung der Software garantiert werden kann. Es wurde wiederholt betont, dass die Aufgaben der Softwareentwicklung in überschaubare Teilprojekte heruntergebrochen werden muss: Nur so können zuverlässige Projektpläne erstellt werden. Zudem haben verschiedene Unternehmen darauf hingewiesen, dass „die Zeit der großen Releases“ vorbei sei. Die Strategie geht hin zu Versionen mit einer kleineren Menge neuer Funktionalitäten, die dem Kunden aber in kürzeren Abständen verfügbar gemacht werden. Einer der Experten beschrieb dieses Phänomen mit dem Satz: „Die Grenze zwischen Patches und Releases verschwimmt. ...“ (siehe auch Abschnitt 6.2.5 über Entwicklungszyklen). Um inkrementelle Entwicklung kostengünstig durchführen zu können, sind technologische Innovationen notwendig. Diese beinhalten, dass Anforderungen an die Software partitioniert beschrieben werden können sowie die saubere Definition von Softwarearchitekturen.

Es muss hier noch darauf hingewiesen werden, dass bei fast allen befragten Unternehmen keine Unterscheidung zwischen Vorgehensmodellen zur Projektdurchführung (mit Definitionen von Projektmeilensteinen) und Prozessmodellen (mit Definitionen zur Durchführung technischer Entwicklungsschritte wie Entwerfen) gemacht wurde. Letztere existieren i.A. überhaupt nicht. Die technische Softwareentwicklung wird der Kreativität der Entwickler überlassen. Dies deutet darauf hin, dass bei einigen Unternehmen Kosten- und Zeittreue Vorrang haben vor Qualitätstreue. Dies stellt einen gewissen Widerspruch zu den von den meisten Unternehmen als wichtig erkannten Qualitätseigenschaften (siehe Kapitel 6.1.1) dar.

### 6.2.2 Qualitätssicherung

Die Bedeutung der Softwarequalität und deren Einfluss auf die Qualität des gesamten Produktes und Geschäftserfolges ist von der Mehrzahl der Unternehmen erkannt. Dies wird insbesondere durch die Beobachtung unterstützt, dass für Qualitätssicherung ein klares Rollen- und Methodenverständnis vorhanden ist. Die Betonung der Unternehmen in bezug auf Qualitätssicherung liegt jedoch in aller Regel auf den späten Phasen der Softwareentwicklung, d.h. im Bereich des Testens.

Die organisatorischen Rahmenbedingungen der Qualitätssicherung stellen sich in den verschiedenen Unternehmen unterschiedlich dar:

- Ein großer Teil der befragten Unternehmen hat eine eigene von der Softwareentwicklungs-Abteilung unabhängige Qualitätssicherungsabteilung, die einen Teil der Tests zum Zwecke der Qualitätssicherung selbst durchführt. Es handelt sich hier vorwiegend um Unternehmen mit einer größeren Zahl an Softwareentwicklern.
- Zunehmend sind Qualitätssicherungsmaßnahmen auch direkt in die Softwareentwicklung integriert. Der Projektleiter oder die Entwickler selbst sind für die Qualität der Software verantwortlich. Als Begründung für die Wahl dieser Organisationsform gaben die Unternehmen an, dies schaffe für die Projektbeteiligten einen größeren Anreiz qualitativ hochwertige Software zu entwickeln, erlaube die Fehler schneller zu beheben und aus den Fehlern zu lernen.
- Ein geringer Teil der Unternehmen bezeichnete seine derzeitige Qualitätssicherung als unzureichend/rudimentär. Dabei handelt es sich überwiegend um sehr junge kleine Unternehmen (Start-up's). Auch hier war die Bedeutung der Qualitätssicherung im Bewusstsein der Verantwortlichen vorhanden. Einige dieser Unternehmen befinden sich gerade dabei, die Position des Qualitätsmanagers/Qualitätssicherers zu etablieren und das bestehende Vorgehen zu systematisieren.

Die Einbindung des Kunden in die Softwareentwicklung wird als wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Produktqualität und Kundenzufriedenheit bezeichnet. Eine solche Einbindung findet auf recht unterschiedliche Weise statt:

- Ein Teil der Unternehmen beschränkt die Einbeziehung der Kunden auf den Review von Anforderungsdokumenten und den Abnahmetest.
- Ein anderer Teil der Unternehmen prüft darüber hinaus den Zustand aller Zwischenprodukte mittels Kundenreviews.
- Einige wenige Unternehmen beziehen den Kunden während der gesamten Projektlaufzeit über integrierte Entwickler/Kunden-Teams in den Softwareentwicklungsprozess ein.

Sowohl die zunehmende Einbeziehung des Kunden in verschiedene Phasen der Softwareentwicklung, als auch das Bewusstsein, dass Probleme in der Anforderungsphase zu Defiziten in der Qualität des Produktes führen sind deutliche Hinweise dafür, dass sich in vielen Unternehmen eine Veränderung des Qualitätsverständnisses weg von einer rein „testzentrierten“ Qualitätssicherung, hin zu einem ganzheitlichen Verständnis der Qualitätssicherung vollzieht. Von einigen Unternehmen wurde allerdings auch geäußert, dass es häufiger zu Verzögerungen im Entwicklungsprozess kommt, da die Kunden selbstredend nicht die umfangreichen Informationsstand haben (können).

### 6.2.3 Methoden

Bei der Verwendung von Methoden zur Softwareentwicklung konnten keine klaren Präferenzen – außer dem Trend hin zu objekt-orientierten Ansätzen und der konsequenteren Verwendung durchgängiger Inspektions- und Reviewverfahren - beobachtet werden. Es wurden eine Vielzahl von Aussagen gemacht, die im wesentlichen den folgenden Problembereichen zugeordnet werden können:

- Probleme im Requirements Engineering durch unzureichende Analyse und Management von Anforderungen,
- Zeitprobleme bei der Abwicklung von Entwicklungsprojekten und
- Probleme bei der Qualitätssicherung bzw. beim Testen.

In diesen Bereichen besteht somit besonderer Handlungsbedarf. Dabei sind aus Sicht der Experten am dringlichsten die folgenden Faktoren zu berücksichtigen:

- Der Umgang mit verteilten Standorten zur Softwareentwicklung (insbesondere im internationalen Umfeld) kann weder durch gängige Methoden noch durch Werkzeuge ausreichend unterstützt werden. Kulturelle Aspekte, bedingt durch verteilte Standorte des Entwicklungsteams oder Kunden aus anderen Kulturkreisen, führen immer wieder zu Missverständnissen oder Schwierigkeiten.
- Es treten Schwierigkeiten beim unternehmensinternen Übergang von der Projektdurchführung zur Produktentwicklung auf. Diese Problematik stellt sich vor allem für Unternehmen, die über lange Zeit individuelle Softwarelösungen für einzelne Kunden eines engen Marktsegments entwickelt haben (Projektdurchführung). Über diese Projekte ist Kompetenz aufgebaut worden, die nun als Basis für die Entwicklung einer Standardlösung dienen soll (Produktentwicklung). Damit sollen nicht mehr nur einzelne Kunden, sondern ein ganzes Marktsegment bedient werden. Da sich dieser Übergang in aller Regel nicht abrupt vollzieht, stehen die Unternehmen vor der organisatorischen Herausforderung, Projektdurchführung und Produktentwicklung zu integrieren.



- Durch die stetig wachsenden Forderungen nach kürzeren Entwicklungszyklen wird es zunehmend schwieriger, Software zu entwickeln, die alle Qualitätsanforderungen gleichermaßen erfüllt. Viele Unternehmen erhoffen sich, den widersprüchlichen Anforderungen an Zeit und Qualität durch verbesserte Methodenunterstützung gerecht zu werden.
- Für Softwareprojekte, die sich im Wesentlichen auf Weiterentwicklung bestehender Systeme und deren Wartung beschränken, gibt es nach Auffassung der Unternehmen kurzfristig kaum geeignete Methodenunterstützung. Hier können nur grundsätzliche Verbesserungen von Softwarearchitekturen (Änderungsfreundlichkeit), der Dokumentation (Verfolgbarkeit) sowie des Änderungsmanagements weiter helfen. Die Bedeutung dieses Aspektes wird vor dem Hintergrund des enormen Anteils an Legacy-Software verständlich (siehe Kapitel 6.1.2 Alter der Software).
- Die Integration von Standardsoftware als Komponenten bei der Entwicklung großer Anwendungssysteme wird gegenwärtig nur unzureichend verstanden und unterstützt.
- Die Unterstützung von Methoden durch integrierte Werkzeuge ist nach Aussage vieler Unternehmen derzeit mangelhaft. Eine bessere Integration von Werkzeugen in das etablierte Vorgehensmodell würde zu einer Steigerung der Produktivität der Softwareentwicklung beitragen und damit sowohl bestehende Ressourcenprobleme abschwächen, als auch der Forderung nach kürzeren Entwicklungszyklen nachkommen.
- Es fehlen skalierbare Methoden, die mit der Größe der Organisation und der Anwendungssysteme mitwachsen: Nur so ist eine durchgängige Methodenunterstützung gewährleistet.

### 6.2.4 Werkzeuge

Entwicklung und Qualitätssicherung werden derzeit in allen Unternehmen durch eine Vielzahl von Werkzeugen unterstützt. So werden Werkzeuge zur Versionsverwaltung, zur Bewertung der Performance, zur Unterstützung der Oberflächenentwicklung sowie Testwerkzeuge bei der überwiegenden Zahl der befragten Unternehmen eingesetzt.

Bei dieser Flut von Werkzeugen ist es allerdings auffällig, dass sich die Softwareentwicklungs-Umgebungen aus verschiedenen Einzellösungen unterschiedlicher Anbieter zusammensetzen. Einzige erkennbare Gemeinsamkeit der verschiedenen Unternehmen ist die steigende Bedeutung von Sprachen und Werkzeugen zur Unterstützung objektorientierter Methoden.

Folgende Probleme wurden in Bezug auf die Unterstützung durch Werkzeuge häufig genannt:

- Die fehlende Durchgängigkeit oder schlechte Integration der verschiedenen Werkzeuge führt zu einem erheblichen Zusatzaufwand (d.h. Transformation von Dokumentationen) durch manuelle Schritte oder ergänzende Eigenentwicklungen.
- Die Werkzeuge erfordern einen hohen Trainingsaufwand, bis sie effizient eingesetzt werden können. Wird ein Softwaresystem über lange Zeit gewartet, muss die Fähigkeit zur Bedienung der entsprechenden Entwicklungswerkzeuge lange im Unternehmen aufrecht erhalten werden. Als Beispiel seien hier die Programmierfähigkeiten in Cobol genannt, deren Verlust vielen Unternehmen bei den Umstellungen im Zusammenhang mit dem Jahr-2000-Problem unangenehm bewusst geworden ist.
- Einige wenige große Unternehmen beklagen die mangelnde Werkzeugunterstützung für große Entwicklungsteams.
- Es gibt derzeit kaum Werkzeugunterstützung für verteilte Entwicklungsstandorte.
- Die Werkzeugunterstützung zur Verwaltung von Anforderungsänderungen wird von einigen Unternehmen als mangelhaft bezeichnet.
- Das Fehlen von guten Werkzeugen zur Testautomatisierung wird beklagt. Insbesondere werden Testwerkzeuge und Simulationsumgebungen gefordert, die die Integration der Software im Gesamtsystem möglichst gut abbilden. Diese Forderung ist für eingebettete Systeme ebenso wichtig, wie für eigenständige Softwarepakete, die in sehr heterogenen Umgebungen eingesetzt werden. Hierunter fällt auch, dass es kaum Werkzeugunterstützung gibt, die es erlaubt, Legacy-Software mit neuen Softwaresystemen zu verbinden, und diese Verbundsysteme effizient weiter zu entwickeln. Insbesondere die Qualitätssicherung von Softwareprodukten in

heterogenen Umgebungen gewinnt durch die steigende Nutzung des Internets und der Vernetzung zunehmend an Bedeutung.

### **6.2.5 Entwicklungszyklen in der Softwareentwicklung**

Unter Entwicklungszyklus in der Softwareentwicklung wird der Zeitraum zwischen aufeinanderfolgenden Softwareversionen (Releases) verstanden, die dem Kunden verfügbar gemacht werden. In den Experteninterviews wurde in der Mehrzahl ein Entwicklungszyklus für die Softwareentwicklung zwischen einigen Monaten und einem Jahr angegeben. Entwicklungszyklen mit einer Dauer von mehr als einem Jahr wurden kaum genannt.

Entwicklungszyklen für Software, die direkt vom Endkunden verwendet wird, sind deutlich kürzer als ein Jahr (2-3 Releases pro Jahr). Eine Sondersituation besteht bei Software für eingebettete Systeme. Sie hat wegen der engen Verzahnung mit der Hardwareentwicklung, die selbst durch längere Entwicklungszyklen geprägt ist und der höheren Kritikalität von Fehlern in der Software vergleichsweise lange Entwicklungszyklen (ca. 1 mal pro Jahr). Zudem spielen hier Qualitätsanforderungen wie Zuverlässigkeit und Sicherheit eine kritischere Rolle, da nach Freigabe für den Fertigungsprozess Fehler nur noch mit enormen Kosten (z.B. Rückrufaktionen) zu korrigieren sind.

Unabhängig von der Branche und Größe der Unternehmen haben sich die Entwicklungszyklen in den letzten Jahren deutlich verkürzt.

Eine Fortsetzung dieses Trends ist auch in der Zukunft zu erwarten, da „time-to-market“ zunehmend wettbewerbsbestimmend sein wird. Die meisten Unternehmen sehen darin eine der wichtigsten Herausforderung der Zukunft, der nur durch organisatorische und methodische Innovationen begegnet werden kann.

### 6.2.6 Zertifizierung

Die Untersuchung hat gezeigt, dass über die Hälfte der Unternehmen nach ISO 9001 zertifiziert sind. Insbesondere in den Sekundärbranchen ist der Anteil mit 70% sehr hoch. Dabei ist auffällig, dass der Schwerpunkt in den Sekundärbranchen bei Unternehmen mit 1-9 Mitarbeitern liegt (81%). Diese Unternehmen sind vermutlich nicht in erster Linie mit Blick auf die Entwicklungsprozesse für Software, sondern mit Blick auf ihr Hauptprodukt zertifiziert.

In der Primärbranche sind vorwiegend große Unternehmen mit 200 und mehr Mitarbeitern zertifiziert (80%).

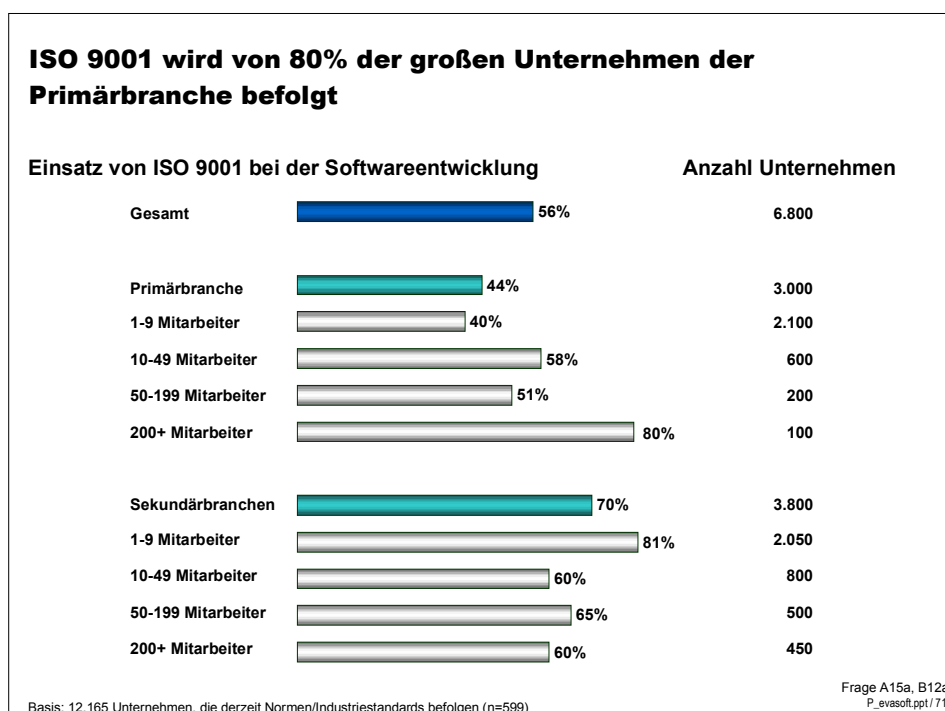


Abbildung 6.2.6:a ISO 9001 wird von 80% der großen Unternehmen der Primärbranche befolgt

Trotz dieses hohen Anteils an Unternehmen mit ISO-Zertifizierung wurde durch die Experteninterviews verdeutlicht, dass die Zertifizierung nach ISO 9001 in den letzten Jahren stark an Bedeutung verloren hat.

- Der überwiegende Teil der Unternehmen, die Zertifizierung nach ISO 9001 durchführt, misst ihr heute kaum mehr Bedeutung zu. Diese Unternehmen bemängeln insbesondere, dass Zertifizierungen nach ISO 9001 keine nachhaltige Verbesserung der Produkte mit sich bringt (siehe dazu auch [Stelzer et al. 1998]).
- Nur einige wenige Unternehmen gaben an, dass Zertifizierung nach ISO 9001 für sie deshalb wichtig sei, da sie vom Kunden gefordert wird.

Verfahren wie CMM [Paulk et al. 1993], Bootstrap [Kuvaja 1994] oder Spice [ISO/IEC TR 15504] wurden wiederholt als „wertvoll“ bezeichnet. Mehrere Unternehmen haben klare Ziele, eine bestimmte Ebene zu erreichen. Die Bestrebungen dieser Unternehmen sind, im Gegensatz zu den Motivationsfaktoren für ISO 9001 durch interne, nicht durch externe (Kunden-)Verbesserungswünsche getrieben. Sie sind aus der Erkenntnis gewachsen, dass auf diese Weise qualitativ hochwertigere Softwareprodukte erstellt werden können, und werden im Rahmen von internen Verbesserungsprogrammen eingesetzt.

Wachsende Bedeutung wird der Zertifizierung von Sicherheitsstandards im Hinblick auf Datenschutz und Zugriffssicherheit (engl. Security) beigemessen. Diese Beobachtung lässt sich insbesondere durch die zunehmende Vernetzung großer Konzerne erklären, die sich somit der greifbaren Gefahr des Datenmissbrauchs durch Zugriff auf die internen Konzerndaten aussetzen. In der Zukunft wird die Bedeutung von Sicherheit durch den vermehrten Einsatz von Internettechnologie (insbesondere im E-Business-Sektor) weiter wachsen. Die breite Akzeptanz vieler Internetanwendungen (z.B. Elektronisches Geld) wird entscheidend von der Nachweisbarkeit sinnvoller Sicherheitsstandards abhängen (siehe dazu auch [Zoche et al. 1998]).

### **6.2.7 Rollen in der Softwareentwicklung**

Die verschiedenen Ingenieursdisziplinen unterscheiden Rollen nach unterschiedlichen Aufgabestellungen und Anforderungen. Dabei werden i.A. Rollen auf Ingenieur-, Techniker- und Facharbeiterebene unterschieden. Derartige Unterscheidungen ermöglichen es, Personen mit adäquater Ausbildung einzusetzen. In der Studie wurde untersucht, inwieweit sich bei der Softwareentwicklung bereits derartiges Rollendenken durchgesetzt hat.

Nur ein Viertel aller Unternehmen der Primärbranche und der Sekundärbranchen unterscheiden ihre Softwareentwickler nach verschiedenen Rollen, wie z.B. Anforderungsspezialisten, Implementierer, Tester, Qualitätsmanager, Dokumentierer oder Produkt-/Projektmanager. Die Differenzierung der Softwareentwickler nach verschiedenen Aufgabenschwerpunkten ist - verglichen mit den Sekundärbranchen (15%; 1.300

Unternehmen) - in der Primärbranche (35%; 3.700 Unternehmen) weiter verbreitet. Die software-intensive Sekundärbranche Telekommunikation bildet hier eine Ausnahme: Der Anteil der Telekommunikations-Unternehmen, die in der Softwareentwicklung nach verschiedenen Rollen unterscheiden, liegt mit 37% sogar knapp über der Primärbranche. Der Bereich Finanzdienstleistungen stellt das andere Extrem innerhalb der Sekundärbranchen dar. Hier differenzieren nur 6% der Unternehmen Softwareentwickler nach unterschiedlichen Aufgabenschwerpunkten.

In beiden Sektoren – Primärbranche und Sekundärbranchen – ist zudem ein Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und der Identifikation von Entwicklungsrollen festzustellen: Mit zunehmender Mitarbeiterzahl steigt der Anteil der Unternehmen, die in ihrer Softwareentwicklung nach unterschiedlichen Aufgabenschwerpunkten differenzieren. In der Primärbranche sind bereits bei jedem zweiten mittelständischen Unternehmen - und sogar bei über 75% der Unternehmen mit mehr als 200 Mitarbeitern - Softwareentwickler für unterschiedliche, klar abgegrenzte Rollen im Entwicklungsprozess zuständig.

In den knapp 5.000 Unternehmen, die nach verschiedenen Rollen in der Softwareentwicklung unterscheiden, werden im gesamten Entwicklungsprozess – von der Projektplanung über die Definition der Anforderungen bis hin zur Realisierung und Dokumentation – „Spezialisten“ eingesetzt. Die Rolle des Produkt-/Projektmanagers (79%; 3.900 Unternehmen) ist am häufigsten besetzt. Je 63% der Unternehmen differenzieren nach Implementierung und Qualitätssicherung (je 3.100 Unternehmen). Die Rollen des Anforderungsspezialisten (62%; 3.050 Unternehmen), Systemintegrationsspezialisten (56%; 2.800 Unternehmen) und Entwurfspezialisten (52%; 2.600 Unternehmen) sind ebenfalls weit verbreitet.

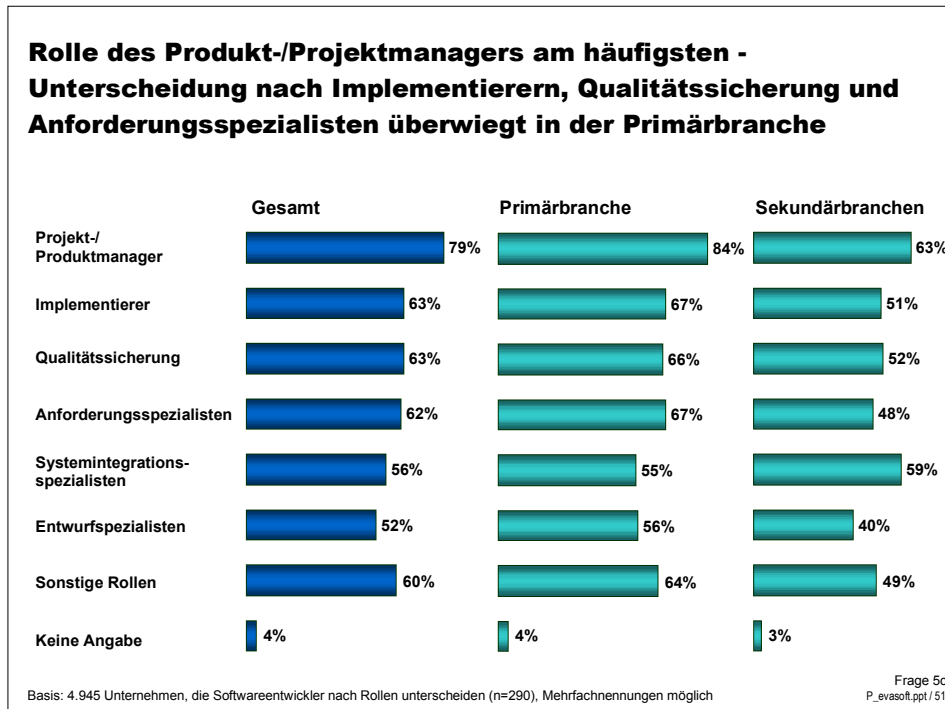


Abbildung 6.2.7:a Rolle des Produkt-/Projektmanagers am häufigsten – Unterscheidung nach Implementieren, Qualitätssicherung und Anforderungsspezialisten überwiegt in der Primärbranche

Unternehmen der Primärbranche differenzieren in der Softwareentwicklung nicht nur insgesamt häufiger nach Rollen, sie unterscheiden sich auch hinsichtlich einer größeren Anzahl definierter Schwerpunkte. Während die Primärbranche im Durchschnitt 5 verschiedene Spezialgebiete in der Softwareentwicklung definiert, sind es in den Sekundärbranchen lediglich 3 (Maschinen- und Fahrzeugbau) bis 4 (Elektrotechnik, Finanzdienstleistungen und Telekommunikation). Das Gesamtniveau der Anteile aller Aufgabenschwerpunkte liegt zudem deutlich unter den Vergleichswerten der Primärbranche. Einzig Systemintegrationsspezialisten werden (verständlicherweise) häufiger in den Sekundärbranchen als in der Primärbranche eingesetzt. Dieser Aufgabenschwerpunkt tritt vor allem bei Unternehmen der Elektrotechnik (67%) und Telekommunikation (66%) auf.

### **6.3 *Forschung im Bereich Softwareentwicklung***

Die rasche Weiterentwicklung von Anwendungen und Entwicklungstechnologien wird stark von innovativen Forschungsaktivitäten betrieben. Dies erfordert eine Forschung, die mit wettbewerbserhaltender Weiterentwicklung der eingesetzten Entwicklungsverfahren Schritt halten kann. In der Befragung wurden Informationen zum Umfang industrieller Forschung, zur Kooperation mit externen Forschungseinrichtungen sowie zu den Schwerpunktthemen der Forschung erfasst. Insbesondere aus den USA ist ein enger Zusammenhang zwischen Forschungsintensität und Durchsetzungsfähigkeit und Markterfolg auch kleiner Unternehmen bekannt. Die Erfolgsstory ‚Silicon Valley‘ wäre ohne engen Austausch zwischen Hochschulen und Unternehmen undenkbar gewesen [Friedewald 1999].

Gerade innovative Techniken und Anwendungen der Software und ihre Umsetzung in Start-up's der „New Economy“ benötigen den Nährboden von Forschungsarbeiten zu aktuellen Themen.

#### **6.3.1 *Unternehmen mit Forschung im Bereich Softwareentwicklung***

Nur 22% der softwareentwickelnden Unternehmen der Primärbranche und der Sekundärbranchen betreiben derzeit Forschung im Bereich Softwareentwicklung. Das sind 4.200 Unternehmen. Dabei werden unter dem Begriff „Forschung“ alle Arbeiten an Aufgaben im Bereich Softwareentwicklung subsumiert, deren Lösung nicht alleine mit Hilfe von allgemein bekannten Methoden möglich ist. Hierunter wird jedoch nicht die Vorentwicklung neuer Produkte verstanden. Die hier verwendete Definition von „Forschung“ lehnt sich an eine Untersuchung für die Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft aus dem Jahr 1998 an [Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 1998].

Die Primärbranche zeichnet sich im Vergleich mit den Sekundärbranchen durch eine deutlich intensivere Forschungstätigkeit aus: Insgesamt 3.400 Unternehmen (32%) der Primärbranche betreiben Forschung im Bereich Softwareentwicklung. Der Vergleichswert in den Sekundärbranchen liegt mit 9% deutlich niedriger. In der Primärbranche ist ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Forschungsaktivität zu beobachten: Mit zunehmender Mitarbeiterzahl steigt der Anteil der Unternehmen, die Forschung im Bereich Softwareentwicklung betreiben. Innerhalb der Sekundärbranchen zeigen die software-intensiven Branchen Elektrotechnik (21%) und Telekommunikation (18%) erneut ihre Sonderstellung.

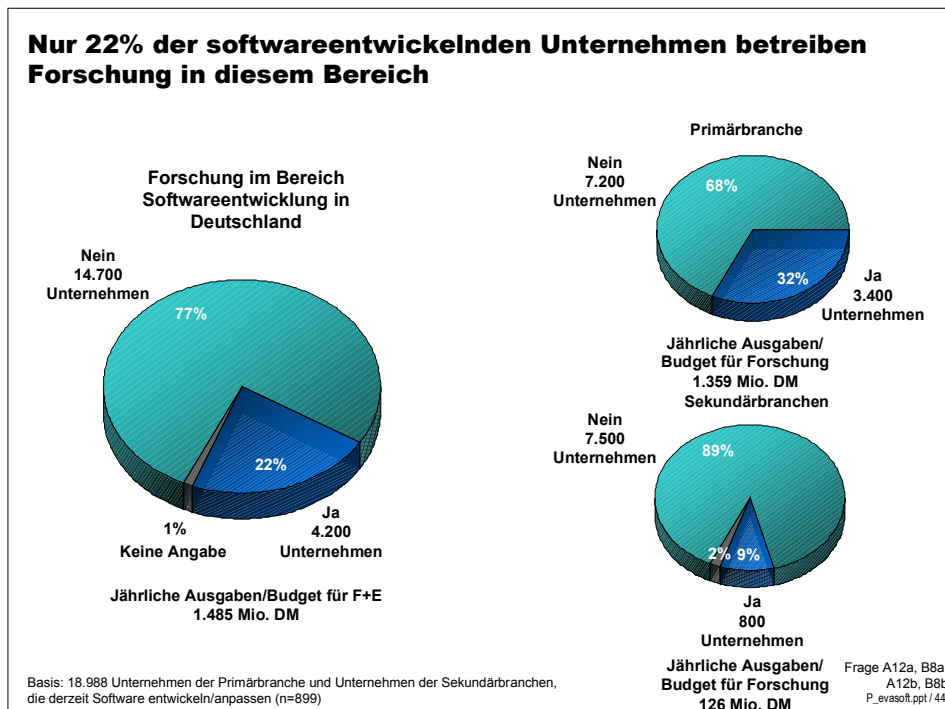


Abbildung 6.3.1:a Nur 22% der softwareentwickelnden Unternehmen betreiben Forschung in diesem Bereich

### 6.3.2 Investitionen im Bereich Forschung

Für Forschung investieren Unternehmen der Primärbranche und der Sekundärbranchen jährlich rund 1,5 Mrd. DM, d.h. durchschnittlich rund 350 Tsd. DM je Unternehmen. Mitarbeiterstarke Unternehmen halten dabei erwartungsgemäß höhere Budgets vor als Unternehmen mit weniger Mitarbeitern.

Die Forschungsausgaben verteilen sich entsprechend der Forschungsaktivität der Sektoren: 91% des gesamten Forschungsaufwandes von 1,5 Mrd. DM investieren Unternehmen der Primärbranche (1.359 Mio. DM). Die Unternehmen der Sekundärbranchen geben nach den Ergebnissen der Befragung jährlich nur ca. 126 Mio. DM für Forschung im Bereich Softwareentwicklung aus.

### 6.3.3 Kooperationen mit Forschungseinrichtungen/Universitäten

Ein Drittel aller softwareentwickelnden Unternehmen der Primärbranche und der fünf ausgewählten Sekundärbranchen unterhält in diesem Bereich Kooperationen mit Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen. Der Schwerpunkt der Kooperationen dieser insgesamt 6 Tsd. Unternehmen liegt eindeutig auf der Zusammenarbeit mit Hochschulen: 79% der Unternehmen bieten Praktika für Studenten an (5.000 Unternehmen), 71% vergeben Diplomarbeiten (4.500 Unternehmen), 43% investieren Zeit in die Teilnahme an universitären Vortragsreihen (2.700 Unternehmen). Alle drei genannten Aktivitäten sind auch deshalb so beliebt, da sie den Unternehmen Möglichkeiten bieten, neue Mitarbeiter zu rekrutieren. Studentische Mitarbeiter und Praktikanten bieten außerdem verhältnismäßig günstig Zugang zu neuem Fachwissen.

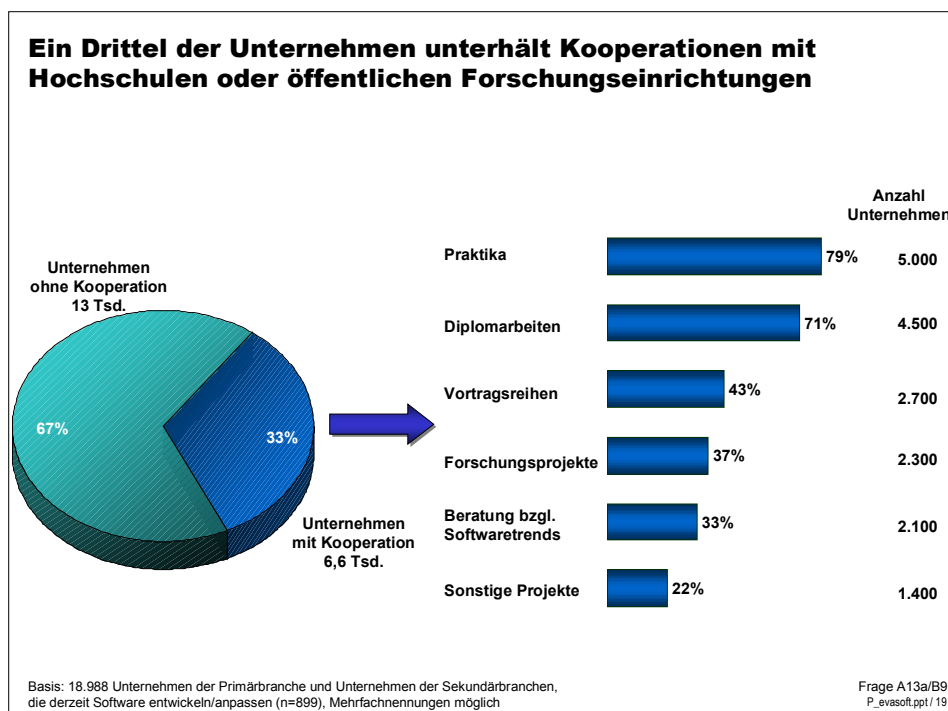


Abbildung 6.3.3:a Ein Drittel der Unternehmen unterhält Kooperation mit Hochschulen oder öffentlichen Forschungseinrichtungen

Intensivere Formen der Kooperation, wie Forschungsprojekte (37% - 2.300 Unternehmen), Beratung bezüglich neuer Softwaretechnologie-Trends (33% - 2.100 Unternehmen) oder sonstige Projekte (22% - 1.400 Unternehmen) werden weit weniger häufig genutzt.

In der Primärbranche unterhalten rund 5.000 der softwareentwickelnden Unternehmen Kooperationen mit Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen (45%). Dabei steigt mit wachsender Unternehmensgröße auch die Kooperationsbereitschaft, während lediglich 40% der kleinen Softwareentwicklungs-Unternehmen mit Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen zusammenarbeiten, wird diese Form des Erfahrungs- und Know-how-Austausches bei 70% der großen Unternehmen der Primärbranche genutzt.

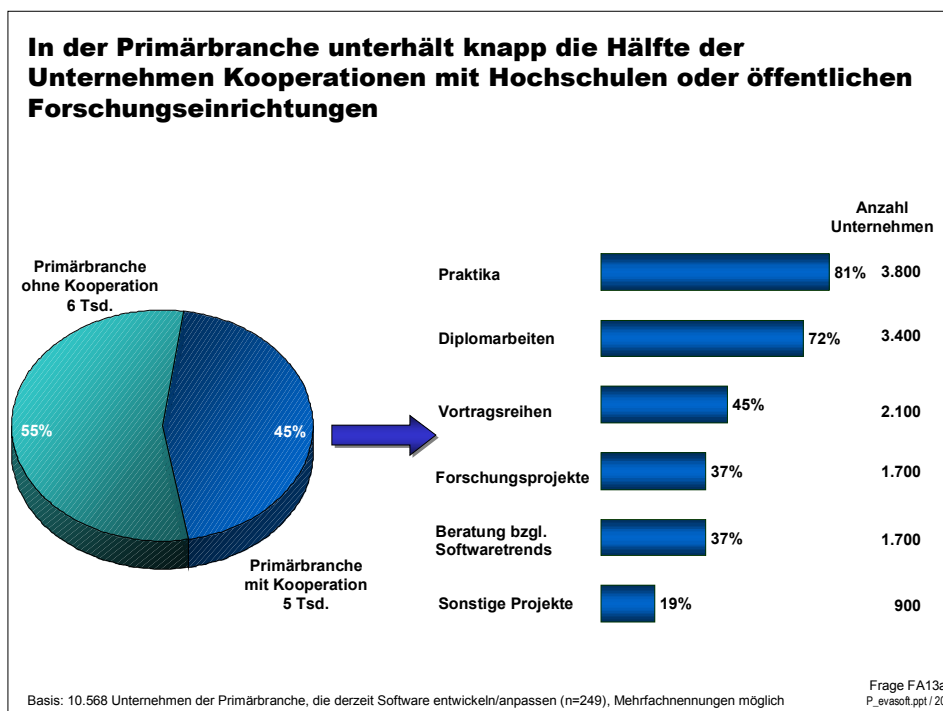


Abbildung 6.3.3:b In der Primärbranche unterhält knapp die Hälfte der Unternehmen Kooperationen mit Hochschulen oder öffentlichen Forschungseinrichtungen

Bei Unternehmen der Primärbranche liegt der Schwerpunkt der Kooperationen – noch deutlicher – auf weniger intensiven Formen der Zusammenarbeit: 81% der Unternehmen bieten Praktika an (3.800 Unternehmen), 72% vergeben Diplomarbeiten (3.400 Unternehmen) und 45% der Unternehmen nehmen an Vortragsreihen teil (2.100

Unternehmen). Forschungsprojekte und Beratungsdienstleistungen kommen eher für große Unternehmen der Primärbranche in Frage. 37% der Unternehmen mit 200 und mehr Beschäftigten vergeben Forschungsprojekte (1.700 Unternehmen), 37% nutzen Beratungsdienstleistungen (1.700 Unternehmen) und 19% arbeiten in sonstigen Projekten mit Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen zusammen (900 Unternehmen).

Ein Nicht-Zustandekommen jeglicher Zusammenarbeit wird aus Sicht der Unternehmen vor allem mit mangelndem Handlungsbedarf der Primärbranche begründet. Der gegenwärtige Auftragsboom verführt Unternehmen zu kurz- und mittelfristiger Auftragsbearbeitung, was zu Lasten langfristiger Innovationen geht. Andere Unternehmen der Primärbranche erachten sich selbst als „zu klein“ und unterhalten deshalb keine Kooperationen mit Hochschulen oder öffentlichen Forschungseinrichtungen. Gerade diese Unternehmen, die sich keine eigene Forschung leisten können, hängen langfristig von der Kooperation mit externen Forschungseinrichtungen ab. Gegen eine konkrete Zusammenarbeit mit externen Forschungseinrichtungen in Form von Auftragsforschungsprojekten spricht aus Sicht der Unternehmen auch die verbreitete Unwissenheit innerhalb der Primärbranche über die notwendigen Schritte zur Initialisierung einer Zusammenarbeit.

Zu den insgesamt ca. 6.600 Unternehmen der Primärbranche und den Sekundärbranchen, die im Bereich Softwareentwicklung Kooperationen mit Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen geschlossen haben, zählen neben den rund 5 Tsd. Unternehmen der Primärbranche lediglich 1.600 Unternehmen der Sekundärbranchen. Neben der - verglichen mit der Primärbranche – geringeren absoluten Anzahl von Unternehmen der Sekundärbranchen, die mit Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen kooperieren, ist auch der relative Anteil mit 19%, d.h. 1.600 Unternehmen, deutlich geringer (Primärbranche: 45%).

Der Schwerpunkt der Kooperationen liegt erneut – wenn auch verglichen mit der Primärbranche weniger deutlich – auf eher losen Formen der Zusammenarbeit im Bereich Softwareentwicklung: 73% der Unternehmen bieten Praktika an (1.200 Unternehmen), 68% vergeben Diplomarbeiten (1.100 Unternehmen) und 36% der Unternehmen nehmen an Vortragsreihen teil (600 Unternehmen). Die intensivere Zusammenarbeit in Form von Projekten hingegen, wird von den Sekundärbranchen überdurchschnittlich häufig genutzt: 36% der Unternehmen vergeben Forschungsprojekte (600 Unternehmen), 32% arbeiten im Rahmen anderer Projekte mit Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen zusammen (500 Unternehmen).

Auch in den Sekundärbranchen fällt auf, dass große Unternehmen mit 200 und mehr Mitarbeitern überdurchschnittlich häufig Kooperationen (jeglicher Art) unterhalten.

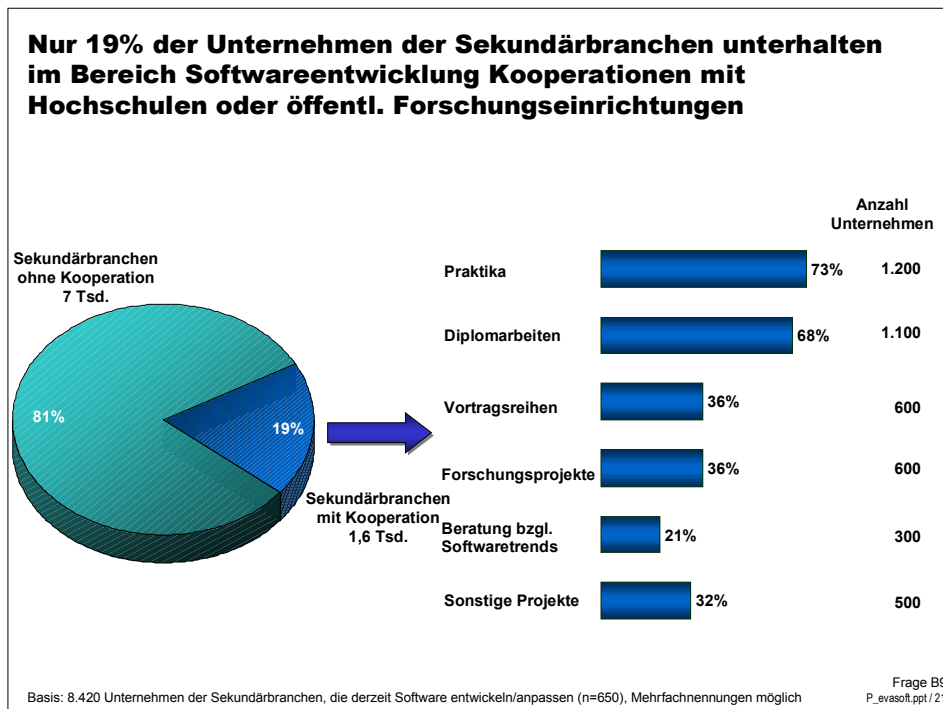


Abbildung 6.3.3:c Nur 19% der Unternehmen der Sekundärbranchen unterhalten im Bereich Softwareentwicklung Kooperationen mit Hochschulen oder öffentl. Forschungseinrichtungen

Rund 7 Tsd. Unternehmen der Sekundärbranchen (81%) kooperieren derzeit überhaupt nicht mit Hochschulen oder anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen. Wie schon bei der Analyse der Primärbranche scheitert auch bei den Sekundärbranchen die Zusammenarbeit laut Angaben der Interviewpartner zumeist an fehlendem Bedarf. Insbesondere Unternehmen im Finanzdienstleistungsbereich beklagen aber auch das fehlende Interesse von Hochschulen und Studenten. Einige Unternehmen im Maschinenbau oder Elektrotechnik erachten ihre Anforderungen an Softwareentwicklung als zu speziell und deswegen nicht für Kooperationen mit Hochschulen (und öffentlichen Forschungseinrichtungen) geeignet.

### **6.3.4 Gewünschte Forschungsschwerpunkte aus Sicht der Industrie**

Im Rahmen der Experteninterviews wurden die Unternehmen nach wünschenswerten Themen für Forschungsprojekte gefragt.

Die von den Befragten aufgeführten Vorschläge lassen sich in die Themengebiete Internet, Architektur, Komponententechnologien, Ergonomie und systematische Softwareentwicklung einordnen. Die im folgenden aufgeführten Themen beurteilen die Unternehmen als bisher unzureichend beachtet, und sie wünschen sich verstärkte Forschungsaktivitäten. Viele der Themen greifen inhaltlich die in den vorangegangenen Abschnitten genannten methodischen und technologischen Probleme der Softwareentwicklung wieder auf.

- Internet
  - Sicherheit (Security) im Internet
  - Skalierbarkeit von Rechnern und Programmen, um unerwartet hohe Datenanfragen an Internetapplikationen bewältigen zu können
  - XML (Extensible Markup Language) insbesondere den Aspekt der Standardisierung von Businessstransaktionen
  - Konvergenz von Internet und Mobilfunk
- Architekturen
  - Branchenarchitekturen für leichte Integration extern gefertigter Komponenten und Standardsoftware
- Komponententechnologien
  - Wiederverwendbare Funktionsbausteine auf hohem Abstraktionsniveau
  - Normierung von Anwendungsentwicklungsprozessen zur leichteren Integration
- Requirements Engineering
  - Funktionalität und Benutzbarkeit in Einklang bringen
- Ergonomie
  - Konsistenz von Bedienerführungen über verschiedene Schnittstellen hinweg
  - Softwareunterstützung von multilingualen Kommunikationsprozessen
  - Spracherkennung



- Systematische Softwareentwicklung

- Kennzahlen zur Bewertung der Produktivität der Softwareentwicklung, um verschiedene Unternehmen sowie unternehmensinterne Verbesserungen bewerten und vergleichen zu können (Best Practice, Reifegradmodelle)
- Entwicklungsprozesse für Software mit vorhersagbarer Qualität
- Entwicklungsprozesse für Sicherheit und Zuverlässigkeit
- Bessere Integration von Mess-Methoden zur Optimierung des Entwicklungsprozesses (z.B. Optimierung von Inspektions- und Testprozessen durch Auswertung der Inspektionsdaten)
- Werkzeugunterstützter Übergang von der Anforderungsspezifikation zur Softwarelösung (z.B. durchgängige Beschreibungstechniken)

## 7. Abrundung durch Experteninterviews

In Ergänzung der quantitativen Umfrage wurden Experteninterviews mit Meinungsführern aus Unternehmen der verschiedenen Branchen geführt. Diese Interviews wurden durch Software-Engineering-Experten geführt, die in der Lage waren, über den vordefinierten Umfang der Befragung hinaus interessante neue Ideen im Gespräch zu vertiefen. Insofern haben die Experteninterviews zum einen die quantitativen Ergebnisse bestätigen, zum anderen aber auch darüber hinaus gehende Fakten in Erfahrung bringen können. Insbesondere die Ursachen für viele der in der quantitativen Befragung erzielten Fakten konnten ermittelt werden. Es sei hier erwähnt, dass Anfragen nach Interviewterminen bei fast allen Unternehmen auf großes Interesse und Bereitschaft zur Mitarbeit gestoßen sind. In den meisten Fällen standen hochrangige Entscheidungsträger (Vorstand, CTO) für die Gespräche zur Verfügung. Die Interviews wurden mit überraschend großer Offenheit und meist ohne harte zeitliche Begrenzung geführt.

## 7.1 Softwarebranche(n)

### 7.1.1 Software-Produkte und –Dienstleistungen

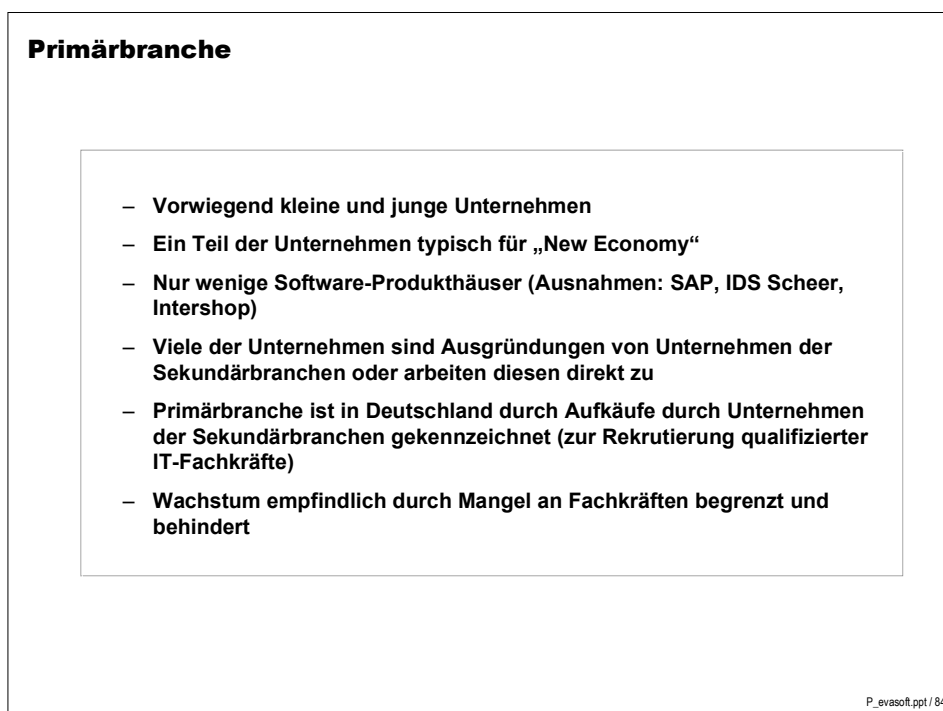


Abbildung 7.1.1:a Primärbranche

Die Primärbranche ist durch junge Unternehmen (67% der Unternehmen in der Primärbranche wurden nach 1990 gegründet) und ein enormes Wachstum gekennzeichnet. Dieses Wachstum wird sich in den nächsten Jahren fortsetzen und hat seine Grenzen in der Verfügbarkeit einer ausreichenden Anzahl qualifizierter Fachkräfte. 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 Firmengründungen vermarkten. Damit kreieren Unternehmen traditioneller Branchen (z.B. Handel) durch Professionalisierung ihrer internen Produkte (z.B. Warenwirtschaftssysteme) neue Standbeine in der Primärbranche. Insgesamt ist der Boom in der Primärbranche auch auf den relativ geringen Investitionsbedarf in dienstleistungsorientierten Unternehmen sowie räumliche Flexibilität zurückzuführen.

**Stärken der deutschen Softwareindustrie**

- Sekundärbranchen repräsentieren in Deutschland die traditionellen Stärken der Industrie (Automobil, E-Technik, Telekommunikation)
- Deutsche Stärken
  - Bereitstellung von Individuallösungen/Varianten
  - Gute Beherrschung von Komplexität - ingenieurmäßiges Vorgehen
- Sekundärbranchen müssen diese Stärken auf ihre Software übertragen, die eine immer größere Rolle in ihren Produkten und Dienstleistungen spielt
- Dazu notwendig in Primärbranche und Sekundärbranchen
  - Beherrschung von Software-Variantenbildung
  - Garantie von Zuverlässigkeit/Sicherheit
  - Beherrschung der Auftraggeber-/Auftragnehmerschnittstelle

P\_evasoft.ppt / 85

Abbildung 7.1.1:b Stärken der deutschen Softwareindustrie

In den Sekundärbranchen spiegelt sich die traditionelle Stärke der deutschen Wirtschaft wider. Ingenieurmäßige Individuallösungen (z.B. bei der Steuerungsfunktionen zur Sicherheit von Automobilen wie ABS, zum umweltschonenden Energieverbrauch wie Einspritzsysteme, oder zur komfortablen Wartung wie Online-Diagnosesysteme) tragen dazu bei, dass diese Branchen ihre Weltmarktführerschaft ausbauen können. In all diesen Branchen kann im Entwicklungsbereich eine immer stärkere Verschiebung von der Hard- zur Software beobachtet werden. Insgesamt liegt aber auch in den Sekundärbranchen das Wachstumspotenzial im Bereich der Dienstleistungen. Dies gilt nicht nur bei der Unterstützung von Geschäftsprozessen in den traditionellen Dienstleistungsbranchen wie Handel (z.B. Electronic Business), Banken (z.B. Electronic Banking) und Versicherungen (Electronic Insurance am Flughafen) und Dienstleistungsbranchen wie der Telekommunikation, sondern manifestiert sich immer mehr durch produktbegleitende Mehrwertdienstleistungen auf der Basis von Software. Beispiele derartiger Mehrwertdienstleistungen sind die Vermittlung von Handwerkern bei Rohrbruch als Ergänzung zu Sachversicherungen, oder die Vermittlung von Versicherungen und Anmeldung beim Automobilkauf.

Ein Merkmal ist das hohe Alter vieler Softwaresysteme mit existenzieller Bedeutung für die Unternehmen. Ihre Entstehung geht häufig auf die 70er Jahre zurück. Man spricht von sogenannten Legacy-Systemen. Diese Legacy-Systeme sind auf der einen Seite über viele Jahre gereift. Sie enthalten das akkumulierte Anwendungswissen des Unternehmens und sind extrem stabil. Auf der anderen Seite sind viele dieser Systeme nach veralteten Methoden entwickelt worden und erweisen sich als sehr schwer wart- und änderbar. Neue Geschäftsprozesse erfordern aber geänderte Software. 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?

### **7.1.2 Umsatz, Kosten und Produktivität**

Der Umsatz mit Software hat sich in den letzten Jahren massiv erhöht, und ein Ende des Wachstums ist nicht abzusehen. Der Umsatz von Unternehmen, deren Tätigkeitsschwerpunkt der Bereich Software und IT-Dienstleistungen ist, lag 1999 bei 55,5 Mrd. DM [Bitkom 2000b]. In den Sekundärbranchen ist dies weit schwieriger einzuschätzen. Auf der einen Seite sind – trotz Steigerung in den vergangenen Jahren – die Kosten der Software geringer als diejenigen der Hardware. Auf der anderen Seite ist mittlerweile in vielen Sekundärbranchen der gesamte Umsatz von Software abhängig. Beispielsweise können heute in der Automobilbranche keine Steuerfunktionen ohne Software realisiert, keine Automobile ohne Software produziert oder vertrieben, und keine betrieblichen Abläufe – von der Produktions- bis zur Personalplanung – ohne Software aufrechterhalten werden.

Hinzu kommt, dass Software, im Gegensatz zur Hardware, keine Produktions-, sondern nur Entwicklungskosten verursacht. Dies passt häufig nicht in klassische Methoden der Kostenrechnung von Unternehmen der Sekundärbranchen, insbesondere wenn Software nicht bereits traditionell zum Einsatz kommt.

Die Produktivität in der Programmierung hat sich in den letzten Jahren kaum erhöht. Die Zahl der „Lines-of-Code“, die Programmierer pro Tag schreiben, ist nicht wesentlich angestiegen. Allerdings führt der Einsatz leistungsfähiger Programmiersprachen (mehr Funktionalität pro Programmteile) und konsequente (Wieder-)Verwendung vorgefertigter Software und von Halbprodukten (Datenbanken, Middleware, Generatoren für Benutzerschnittstellen, Frameworks, Commercial-off-the-Shelf (COTS)-Produkten) zu erheblichen Produktivitätsgewinnen.

Dies setzt aber entsprechende Fähigkeiten und Kenntnisse der Softwareentwickler voraus, insbesondere im Hinblick auf die Wahl der Architektur, die für den Einsatz vorgefertigter Softwareteile entscheidend ist.

### 7.1.3 Wertschöpfung und Bedeutung

**Sekundärbranchen**

- Traditionelle Wertschöpfungsmodelle werden der Bedeutung von Software nicht gerecht
- Strategische Bedeutung von Software nur ansatzweise erkannt, wird von Vorreitern diskutiert („... viele sehen Software als Kostenstelle, nicht als Umsatzgenerator...“)
- Verschiebung des Verständnisses von Software als Kostenfaktor zu Software als „Enabling Technology“ in ersten Schritten zu beobachten
- Stetige Zunahme der Bedeutung des Themas

P\_evasoft.ppt / 86

Abbildung 7.1.3:a Sekundärbranchen

Die ermittelten Werte für das Wertschöpfungspotenzial durch Software in den Primär- und Sekundärbranchen von insgesamt ca. 50 Mrd. DM sind für sich zwar relativ hoch, werden aber - isoliert betrachtet - der Bedeutung von Software in den Sekundärbranchen nicht voll gerecht.

Die im vorliegenden Bericht (siehe Kapitel 4.6) angewendete Berechnung der Wertschöpfung behandelt eingebettete und eigenständige Softwareprodukte in gleicher Weise. Der durch die Software erzielte Mehrwert der verkauften Kraftfahrzeuge, in die diese Software eingebettet ist, wird der Software nicht als Mehrwert angerechnet. Dies wird der strategischen Bedeutung dieser Software nicht gerecht. Es wäre wünschenswert, ein für diese Situationen geeigneteres Bedeutungsmodell in Ergänzung der konventionellen Wertschöpfungsmodelle zu entwickeln.

Es zeigt sich an diesem Modell, aber auch an der Behandlung von Softwareentwicklungs-Abteilungen als reine Kostenstellen in der überwiegenden Zahl der Unternehmen, dass die strategische Bedeutung von Software als Umsatzgenerator noch nicht überall erkannt ist. Erste Unternehmen aus den Sekundärbranchen beginnen damit,

Softwareentwicklungs-Projekte nicht über ihren Kostenanteil an der Produktentwicklung, sondern über den mit Hilfe dieser Software realisierbaren Umsatz zu rechtfertigen.

Damit zeichnet sich ab, dass Unternehmen Software zunehmend als Investition und „Business-Enabler“ und nicht länger als reinen Kostenfaktor betrachten.

### 7.1.4 Lieferantenbeziehungen

Im Bereich der Softwareentwicklung tragen Ortsunabhängigkeit der Softwareentwicklung, Mitarbeitermangel und Überlegungen bezüglich der strategischen Bedeutung von Software zu einem gravierenden Wandel der Lieferantenbeziehungen bei.

Ein wichtiges Motiv für die extensive Ausgliederung von Softwareentwicklung ist der Mangel an qualifizierten Mitarbeitern. Aufträge werden an eigene Niederlassungen oder Fremdfirmen in Ländern des ehemaligen Ostblocks oder Asiens vergeben. Diese Lieferantenbeziehungen erweisen sich in der Praxis in vielen Fällen als kompliziert hinsichtlich der Abstimmung der Entwicklungsprozesse zwischen Auftraggeber und -nehmer, sowie hinsichtlich des fehlenden Anwendungswissens seitens der Lieferanten.

**Zulieferung und Auftragsvergabe**

- Die Dienstleistungsbranchen (Versicherungen, Banken) streben eine Verringerung der Fertigungstiefe in der Softwareentwicklung an (*„... heute werden ca. 80% der Software im Hause entwickelt; wir streben einen Anteil von ca. 30% in 5 Jahren an ...“*)
- Soweit Software Kernkompetenz der Unternehmen darstellt, werden „Outsourcing Tendenzen“ revidiert
- Software, die nicht wettbewerbsentscheidend ist, soll von Unternehmen der Primärbranche entwickelt werden
- Größere Unternehmen bauen eigene Systemhäuser auf (oder übernehmen sie)
- Modelle zur Verbindung von Strukturen der alten und neuen Economy werden entwickelt
- Die Verringerung der Fertigungstiefe von Software bietet Potenzial für den Aufbau einer substanziellen primären Softwareindustrie in Deutschland (*„... Die Nähe zum Auftraggeber ist auch in der Softwareentwicklung ein Standortvorteil...“*)

P\_evasoft.ppt / 87

Abbildung 7.1.4:a Zulieferung und Auftragsvergabe

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 ist nicht wettbewerbssichernd und kann/soll ausgelagert bzw. eingekauft werden? Hier sind derzeit unterschiedliche Trends zu beobachten. Während Automobilhersteller daran denken, einige der bislang ausgelagerten Softwareentwicklungen wieder selbst vorzunehmen, denken Banken und Versicherungen an verstärkte Auslagerung. Hier gibt es von großen Banken und Versicherungen Absichtserklärungen, ihren Fremdentwicklungsanteil von derzeit ca. 30% auf 70 bis 80% zu erhöhen. Dabei spielt stets die Frage, welche Software für das Unternehmen strategische Bedeutung hat, eine herausragende Rolle.

Trotz Auslagerung der Softwareentwicklung oder Zukauf muss das Anwendungsentwicklungswissen bei den Unternehmen weiter vorhanden sein. Dies bedeutet, dass weniger Programmierer benötigt werden. Umso dringender werden hingegen Anforderungsingenieure, Systemarchitekten und Akzeptanztester gesucht. Hier findet bei den Unternehmen der Sekundärbranchen eine Ersetzung von Programmierern durch Software-Ingenieure statt.

### **7.1.5 Unternehmensstrategien**

Die geplante Erhöhung der Auslagerung von Softwareentwicklung kann durch auf dem Markt käufliche Standardprodukte heute nur unbefriedigend abgedeckt werden. Entweder werden durch Standardisierung von Anwendungsarchitekturen neue Unternehmen der Primärbranche in die Lage versetzt, als Lieferanten zu fungieren, oder Unternehmen der Sekundärbranchen wie Banken und Versicherungen gründen Tochterunternehmen.

### **7.1.6 Software als Alleinstellungsmerkmal**

Die Alleinstellungsmerkmale mit Hilfe von Innovationen, z.B. bei Kraftfahrzeugen oder Mobiltelefonen sowie Dienstleistungen wie Telekommunikations- oder Versicherungsprodukte sind ohne Software nicht mehr vorstellbar. Der Wettbewerb wird zunehmend über ‚software-veredelte‘ Funktionen der Produkte oder Dienstleistungen entschieden. Dementsprechend werden sich Hochlohnländer wie die Bundesrepublik Deutschland auch im wesentlichen nur noch Arbeitsplätze mit hoher Wertschöpfung erlauben können, wie sie im Umfeld software-veredelter Produkten und Dienstleistungen anzutreffen sind.

### **7.1.7 Komplexität und Innovationen**

In den vergangenen Jahren ist eine Fülle von Software entstanden (Stichwort „Legacy Software“), die weiter betrieben, gewartet und weiterentwickelt wird. Dabei handelt es sich oft um Insellösungen, die unzureichend miteinander integriert sind. Eine Aufgabe der Softwaretechnik für die Zukunft ist die Vernetzung dieser Insellösungen zu leistungsfähigen Gesamtsystemen. Dabei ist in der Regel ein Reengineering erforderlich, dass die Software auf den Stand aktueller Softwaretechnik bringt und moderne Softwaretechnik nutzt und eine umfassendere Unterstützung des Anwendungsgebiets erreicht.

Entsprechend komplexer und schwieriger wird die Aufgabe der Softwareentwicklung, in der die Beherrschung der alten Softwaretechnik, des Reengineering und innovativer Softwaretechnik gleichermaßen erforderlich ist.

Diese Konstellation führt oft dazu, dass Unternehmen eher konservativ zur Softwaretechnik eingestellt sind, um vermeintlich teure und auf Dauer nicht tragfähige Lösungen zu vermeiden. Verstärkt wird dies noch durch die Unsicherheit, die sich aus der bisweilen nicht ganz zureichenden Kompetenzen der Entscheider ergibt.

Innovative Softwaretechnik wird in der Regel nur in speziellen Anwendungsgebieten oder von kleineren Start-up-Unternehmen entwickelt und eingesetzt. Insgesamt sind weitere Impulse erforderlich, um entschlossener innovative Technologie zu entwickeln und für die Komplexitätsbewältigung hervorzubringen.

Vor dem geschilderten Hintergrund ist auch noch zu bemerken, dass ein Großteil der Unternehmen eher konservativ, wenig innovationsfreudig und sich in ihrer Strategie eher an anderen orientieren. Das Potenzial, die Möglichkeiten und Erfordernissen der Softwaretechnik werden unterschätzt. Dies führt dazu, dass eine Mehrzahl der Unternehmen eher als Nachahmer denn als Innovatoren in der Softwaretechnik einzuordnen sind.

### **7.1.8 Entrepreneurship**

Software und die Fähigkeit schnell, kostengünstig und zuverlässig Software zu entwickeln, sind eine der existenziellen Voraussetzungen für die Unternehmen der „New Economy“. Typischerweise werden in diesem Umfeld Softwaresysteme entwickelt, die neue innovative Softwaretechnik enthalten.

Die Impulse für die Unternehmensgründung kommen oft von versierten Softwaretechnikern, die auch über eine gute Kenntnis des Marktes verfügen und somit die Potenziale innovativer Produkte gut einschätzen können. Häufig entstehen die Unternehmen aus Forschungseinrichtungen.

## 7.2 Personal in der Softwareentwicklung

### 7.2.1 Kurzfristiger Personalbedarf

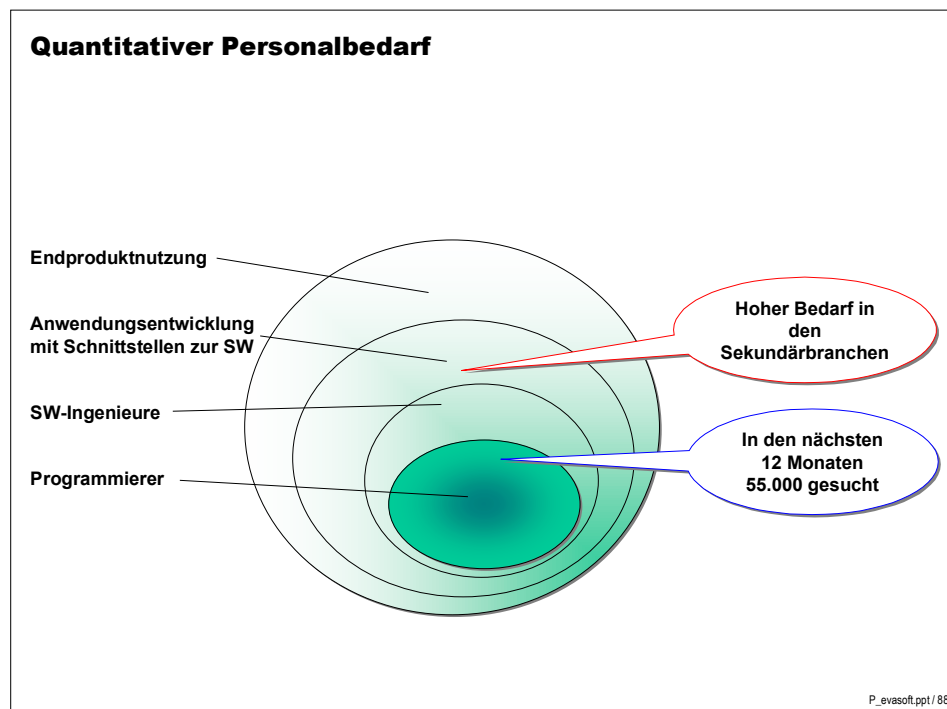


Abbildung 7.2.1:a Quantitativer Personalbedarf

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 bzw. 55.000 Softwareentwicklern zur Einstellung in den nächsten 12 Monaten stellt die Untergrenze dar, da hierbei überwiegend auf die programmiersprachen-nahen Entwicklungstätigkeiten (also Programmierer) abgehoben wurden. Wenn man die zusätzlich auftretende Fluktuation aus Altersgründen sowie den zusätzlichen Bedarf an hochqualifizierten Software-Ingenieuren und Anwendungsentwicklern (siehe obige Graphik und Kapitel 2.3.5) insbesondere in den Sekundärbranchen einbezieht, so muss diese Zahl erheblich nach oben korrigiert werden.

Was die Qualifikation betrifft, so überwiegt die akademische Ausbildung. Während dabei in der Primärbranche Informatiker die Mehrheit stellen, so sind in den Sekundärbranchen die Mitarbeiter mit einer Anwendungsausbildung in der Überzahl. Große Unternehmen der Sekundärbranchen versuchen den Anteil der Informatiker zu erhöhen. Dies scheitert aber gegenwärtig am zu geringen Angebot sowie der mehrfach bemängelten, fehlenden Anwendungsorientierung der Informatiker.

**Qualitativer Personalbedarf**

- Personalbedarf wurde für programmiernahe Tätigkeiten erfragt (min. 55.000 in den nächsten 12 Monaten, weitere 208.000 Stellen in den nächsten 5 Jahren)
- Es gibt einen weit höheren Bedarf - speziell in den Sekundärbranchen - an Anwendungsentwicklern, die sich mit den Anforderungen sowie der Systemintegration von Software in Produkte und Dienstleistungen beschäftigen, aber niemals Software selbst entwickeln
- Hoher Anteil an Quereinsteigern ohne solide Grundlage
- Anwendungsentwickler benötigen wegen der starken Durchdringung aller Produkte und Dienstleistungen mit Software heute sehr viel Software-Know-how
- Es entstehen spezifischen Rollen
- Gerade Top-Fachkräfte fehlen
- Durch den Personalmangel wird das Wachstum von Unternehmen der Primär- und Sekundärbranchen erheblich behindert

P\_evasoft.ppt / 89

Abbildung 7.2.1:b Qualitativer Personalbedarf

Ein wesentliches Problem bei der Zuordnung geeigneter Fachkräfte – auch speziell der effektiven Nutzung von Informatikern - liegt in der unklaren Rollendefinition für unterschiedliche Tätigkeiten in der Softwareentwicklung, der ungenügend darauf abgestimmten Qualifikationsanforderungen sowie ungenügender Weiterbildungsmaßnahmen zur Aktualisierung des notwendigen Know-hows. Es wird in der Softwareentwicklung bislang zu wenig zwischen Ingenieurstätigkeiten wie Anforderungsanalyse oder Systementwurf und einfacheren technischen Tätigkeiten wie Programmierung oder Komponententesten unterschieden. Es gibt – anders als bei traditionellen Ingenieursdisziplinen – keine breite Akzeptanz dafür, dass für Ingenieurstätigkeiten in der Softwareentwicklung ein Hochschulstudium (z.B. Informatik)

erforderlich ist, während Techniker auch über Berufsakademien oder Ausbildungsberufe ihren Weg in die Praxis finden können. Solange überwiegend Quereinsteiger und angelernte Kräfte für die Entwicklung von Software zuständig sind, wird man sich auch mit Qualitätsproblemen abfinden müssen. Dies hat auch zur Folge, dass hochqualifizierte Informatiker nicht adäquat eingesetzt werden, sich unterfordert fühlen und in die Primärbranche abwandern.

**Rollenbilder in der Softwareentwicklung**

- **Rollenbilder der Softwareentwickler sind noch unscharf**
  - Ingenieure (Anwendungs- und Architekturwissen)
  - Programmierer & Tester
- **Unklares Rollenbild macht Einsatz unterschiedlicher Qualifikationen schwer**
  - Berufsbezeichnungen wie 'Software-Ingenieur' schützen

P\_evasoft.ppt / 90

Abbildung 7.2.1:c Rollenbilder in der Softwareentwicklung

Die Professionalisierung der Softwareentwicklung erfordert ein klares Rollenbild bei der Softwareentwicklung und darauf abgestimmte Qualifikationen. Insbesondere sollten professionelle Berufsbezeichnungen wie ‚Software-Ingenieur‘ geschützt sein. Aufgrund der schnellen Innovationszyklen in den Softwarebranchen ist auch ein lebenslanges Qualifikationskonzept notwendig. Es ist nicht mehr mit einer soliden Erstausbildung getan. Fortlaufende Weiterbildung muss die Regel sein. Dies erfordert eine veränderte Einstellung bei Arbeitnehmern und Arbeitgebern.

## **7.2.2 Mittelfristiger Personalbedarf**

Der mittelfristige Personalbedarf bis 2005 ist stark ansteigend. Basierend auf dem Befragungsergebnis kann man davon ausgehen, dass bis 2005 der Personalstand in den Softwarebranchen von heute 177.000 auf schätzungsweise 385.000 ansteigen wird. Wesentlicher Wachstumsmarkt ist die Primärbranche mit 179.000 zusätzlichen Stellen. In den Sekundärbranchen wird ebenfalls ein Wachstum um weitere 30.000 Stellen erwartet. Hier ist zusätzlich eine signifikante Verschiebung von Stellen in der Hardware- zur Softwareentwicklung zu erwarten. Da in der Primärbranche traditionell die Akademiker die Mehrheit bilden, und in den Sekundärbranchen durch verstärkte Auslagerung reiner Programmierertätigkeiten ebenfalls ein stärkerer Trend hin zu Akademikern zu erwarten ist, ist gegenwärtig davon auszugehen, dass dieser hohe Bedarf an hochqualifizierten Mitarbeitern nicht durch die Standardausbildungsgänge der Hochschulen und sonstiger Bildungsträger gedeckt werden kann. Auch bei Ausschöpfung des Rationalisierungspotenzials auf technischer Ebene der Programmierung durch Werkzeugeinsatz ist mit einem weiteren Anstieg des Personalbedarfs zu rechnen.

Sehr viele Unternehmen haben in den Interviews den Personalmangel als ihr momentan dringlichstes Problem innerhalb der Softwareentwicklung bezeichnet. Die Befriedigung des Bedarfs durch frei auf dem Markt verfügbare Arbeitskräfte ist gegenwärtig derart unzureichend, dass die genaue Anzahl der offenen Stellen in vielen Unternehmen überhaupt nicht mehr ausgewiesen wird. Auf die Fragen nach der Zahl der derzeit offenen Stellen wurde geäußert: „So genau kann ich Ihnen das gar nicht sagen, so viele wie wir brauchen, bekommen wir ohnehin nicht“. Diese Beobachtung lässt vermuten, dass die erhobenen Zahlen eine eher konservative Schätzung des Bedarfs darstellen.

Die Expertengespräche haben auch verdeutlicht, dass in den Sekundärbranchen die Qualifikation der gesuchten Mitarbeiter in Abhängigkeit von der Größe der Unternehmen stark variiert.

Große Unternehmen suchen 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 (siehe auch Abschnitt 7.1.4). Dabei sind das Verständnis der Anwendung sowie Konzepte der Informatik auf hohem Abstraktionsniveau notwendige Voraussetzungen. Diese werden insbesondere durch anwendungsorientierte Informatikstudiengänge (z.B. Wirtschaftsinformatik oder praktische Informatik mit Schwerpunkt Maschinenbau) vermittelt. In den Expertengesprächen wurde eine große Beliebtheit von Absolventen solcher Studiengänge belegt.

In kleinen Unternehmen gestaltet sich das Bild dagegen völlig anders. Hier besteht ein sehr großer Bedarf an Fachhochschulabsolventen (siehe auch Kapitel 5.2.4). Der Tätigkeitsschwerpunkt dieser Mitarbeiter liegt in der Programmierung und Anpassung von Applikationen. Die praxisbezogene Ausbildung der Fachhochschulabsolventen ermöglicht



eine schnelle Einarbeitung solcher Mitarbeiter. Mit Hochschulabsolventen haben einige der Unternehmen hingegen weniger gute Erfahrung gemacht, da sie häufig wenig Routine im Umgang mit Applikationen besitzen und mit reinen Programmertätigkeiten eher unterfordert und unzufrieden sind.

Unabhängig von der Größe der Unternehmen ist ein steigender Bedarf an Führungskräften mit einer Informatikausbildung zu verzeichnen. Die wachsende Bedeutung von Software insbesondere in den Sekundärbranchen zieht auch eine steigende Nachfrage an Mitarbeitern mit Führungsfähigkeiten nach sich. Besonders Manager großer Softwareprojekte werden gesucht. Da Software zunehmend wettbewerbsbestimmend ist, sind Fragen der Informationstechnik bis auf Vorstandsebene von zentraler Bedeutung für den Erfolg der Unternehmen.

In der elektrotechnischen und Maschinenbauindustrie ist eine Verschiebung der Tätigkeiten von Hardwareentwicklung und Maschinenbau hin zu Softwareentwicklung zu verzeichnen. Dieser Trend ist verbunden mit einer Freisetzung bzw. Verschiebung von Mitarbeitern der entsprechenden Ingenieurberufe. Elektro- und Maschinenbauingenieure entwickeln zunehmend Software.

Beim Thema Ausbildung drängen die befragten Unternehmen verstärkt auf interdisziplinäre Studiengänge, in denen Anwendungswissen der Sekundärbranchen mit Informatikkenntnissen verbunden werden. Bei der Informatikausbildung wird der Vermittlung von Methoden und Techniken der Qualitätssicherung von Software, sowie der komponenten-basierten Softwareentwicklung hoher Stellenwert beigemessen. Die gegenwärtige Ausbildung konzentriert sich oft 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 Fähigkeiten wie Team- und Führungsfähigkeiten angemahnt.

Kurze Innovationszyklen von Methoden und Werkzeugen im Bereich der Softwareentwicklung sowie die oben beschriebene Verschiebung der Tätigkeitsschwerpunkte verlangen auch 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“, während kleine und mittelständische Unternehmen derzeit nach Möglichkeiten suchen, ihre Mitarbeiter schnell und kostengünstig mit neuen Methoden und Technologien im Bereich der Softwareentwicklung vertraut zu machen. Wiederholt wurde in diesem Zusammenhang ein erweitertes Angebot der Universitäten gefordert, das Ingenieure nicht nur aus-, sondern auch weiterbildet (vgl. Kapitel 5.1.4).



## **7.3 Technische Innovationen**

### **7.3.1 Anforderungen an Software**

Die unterschiedlichen Anforderungen an Software (vgl. Kapitel 6.1) begründen sich aus ihren unterschiedlichen Einsatzbereichen. Es hat sich in den Experteninterviews allerdings auch gezeigt, dass in der Praxis vielfach Kosten- und Terminvorgaben über Qualitätsanforderungen dominieren. Dies führt vielfach 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 Qualität sich in einer ganzheitlichen Sicht auch positiv auf Kosten und Entwicklungszeiten auswirken. Anzeichen für ein Umdenken in dieser Richtung sind in einigen Unternehmen durch den verstärkten frühzeitigen Einsatz von Inspektionen bzw. Reviews zu beobachten, durch die Probleme bereits frühzeitig identifiziert und behoben werden können.

### 7.3.2 Prozesse der Softwareentwicklung

**Technologischer Innovationsstand**

- **Ingenieurmäßige Softwareentwicklung kaum verbreitet**
  - Die Minderheit aller Unternehmen denkt in Prozessen (obwohl klar ist, dass Methoden und Werkzeuge ohne Prozesse keinen wiederholbaren Erfolg versprechen)
  - Es gibt bei einigen Unternehmen einen Trend zu risikominimierenden Prozessen („... *Seit wir inkrementell entwickeln, haben wir kaum mehr Zeit- und Qualitätsprobleme ...*“)
  - Inkrementelle Entwicklung sowie frühzeitige Inspektionen/Reviews werden vermehrt eingesetzt!
- **Software Architekturen**
  - Facharchitekturen fehlen
  - Konzepte zur Integration von Standardkomponenten fehlen
- **Großer Anteil an Legacy Software**  
(„*Ein Großteil unserer Software stammt aus den Siebzigern.*“)
- **Internet hat große Bedeutung für alle betrachteten Branchen**

P\_evasoft.ppt / 91

Abbildung 7.3.2:a Technologischer Innovationsstand

In der Untersuchung konnte ein genereller Trend zu risikominimierenderen Entwicklungsprozessen (z.B. inkrementelle Prozesse) festgestellt werden. Einzelne Unternehmen können durch die Reduktion einzelner Entwicklungsinkremente auf überschaubare Größenordnungen von max. 5 Personenjahren bereits auf signifikante Verbesserungen im Sinne von verbesserter Planbarkeit und höherer Erfolgsquote hinweisen.

Methodisch liegt ein starker Fokus auf frühzeitiger Fehlererkennung durch Inspektionen und Reviews, auf der Nutzung von Komponententechnologie zur Kostenreduktion sowie auf verbesserter Interaktion zwischen eigentlicher Softwareentwicklung und den Bedürfnissen aus der Anwendung im Rahmen 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 liegt das Internet im Trend.

### 7.3.3 *Forschung im Bereich Softwareentwicklung*

Die Kooperation mit Universitäten und Forschungseinrichtungen liegt immer noch unter dem wünschenswerten bzw. mit Ländern wie den USA vergleichbarem Niveau. In der quantitativen Befragung gaben zwar 22% aller befragten 'High-Tech-Unternehmen' an, in irgendeiner Form Forschung zu betreiben. In den Experteninterviews wurde diese Tatsache allerdings dahingehend relativiert, dass viele dieser Unternehmen unter Forschung i.a. ihre eigene interne Vorentwicklung verstanden. Es handelt sich hier also i.a. um kurzfristige Entwicklungsarbeiten, nicht langfristige grundlegende Forschung. Insgesamt tun sich gerade kleinere Unternehmen schwer, eine ganzheitliche, langfristige Sicht auf die Softwareentwicklung zu gewinnen und dabei die Rolle und den Stellenwert von Forschung einzuschätzen. Auch die wenigen existierenden Kontakte zu Hochschulen und sonstigen Forschungseinrichtungen beschränken sich in der überwiegenden Zahl aller Fälle auf die Einstellung von Werkstudenten, die Durchführung studentischer Projekt- und Diplomarbeiten oder andere Formen loser Kontakte. Nur sehr wenige - insbesondere große - Unternehmen haben tatsächliche Forschungsk Kooperationen mit Universitäten oder sonstigen Forschungseinrichtungen zu längerfristigen strategischen Fragen.

**Forschung & Entwicklung in Softwaretechnologie ist noch sehr unterentwickelt**

- Kaum Kooperationen mit externen Forschungsorganisationen (z.T. aus Unkenntnis, zum Teil aufgrund negativer Erfahrungen)
- Bedarf an praxisnaher Forschungsk Kooperation (als positive Beispiele werden Erfahrungen in USA sowie mit Fraunhofer angeführt)
- Bedeutung von Software spiegelt sich noch nicht in den F&E-Aktivitäten der Unternehmen wider
  - Sekundärbranchen: Bedeutung von Software wird nicht durch F&E in entsprechendem Umfang berücksichtigt
  - Primärbranche: Softwarekompetenz wird höher eingeschätzt. Aber die überwiegend jungen Unternehmen „haben keine Zeit dafür“!

P\_evasoft.ppt / 92

Abbildung 7.3.3:a Forschung & Entwicklung in Softwaretechnologie ist noch sehr unterentwickelt



Die mit Priorität für die Zukunft gewünschten Forschungsthemen sind in Kapitel 6.3.4 aufgeführt. In den Interviews haben viele Unternehmen eine Erhöhung der Kooperation zu diesen Themen als wünschenswert, gegenwärtig aber aufgrund der mangelnden Anwendungsnähe vieler Hochschulen und Forschungseinrichtungen als schwer realisierbar bezeichnet. Als Vorbilder für nützliche Kooperationsmodelle wurden die in den USA praktizierte Auftragsforschung oder das Fraunhofer-Modell in Deutschland genannt.



## 8. Software-Entwicklung in 2010 – Ein Szenario

Um im Rahmen dieser Studie Handlungsempfehlungen mit mittel- bis langfristiger Perspektive aufzeigen zu können, müssen mögliche zukünftige Entwicklungen sowohl quantitativ als auch qualitativ integriert werden. Hierzu wird im folgenden zusätzlich zu der Umfrage und den Experteninterviews die Szenariotechnik eingesetzt. Grundlage bilden die Ergebnisse der Bestandsaufnahme für das Jahr 2000 und die Prognosen zum Arbeitskräftebedarf für das Jahr 2005 der vorausgegangenen Analyseschritte. Aufgrund der darin kommunizierten Chancen, aber auch Bedenken und Gefahren, ist eine eindeutige Fortschreibung der Entwicklung bis zum Jahr 2010 nicht möglich, jedoch können durch das Einbeziehen externer negativer und positiver Effekte Strategien zur Vermeidung von Fehlentwicklungen fokussiert werden. Durch die Berücksichtigung der Expertenaussagen hinsichtlich langfristiger Entwicklungen besteht zudem die Chance, rein auf Erfahrungswerte basierende Einschätzungen zu integrieren, die auf der quantitativen Ebene nicht genügend Aufmerksamkeit erfahren würden.

Wir befinden uns in einem tiefgreifenden Wandel von der Industriegesellschaft zur globalen Informationsgesellschaft. Im Jahr 2010 wird dieser Wandel weitgehend vollzogen sein, da die Informatisierung der Volkswirtschaft und Gesellschaft, d.h. die Prägung durch die Informationstechnik mit allen ihren Auswirkungen, durch die sich beschleunigende technische Entwicklung verstärkt wird. Der Lebensstandard unserer Gesellschaft wird sich auf der Fähigkeit begründen, neben innovativen und auf dem Weltmarkt konkurrenzfähigen Industrieerzeugnissen auch informationsbasierte Dienstleistungen anzubieten. Somit stehen softwarebasierte Produktinnovationen und damit einhergehende Dienstleistungsinnovationen im Vordergrund der Bemühungen, die Zukunft zu gestalten. Jedoch gilt, wer die Aufgaben von heute löst, hat damit längst nicht die Probleme von morgen bewältigt. Beispielsweise ist damit zu rechnen, dass im Jahre 2010 IuK-Systeme aus mehreren Millionen miteinander kommunizierenden autonomen Prozessoren und Sensoren weit verbreitet sein werden. Dies hat u.a. seine Ursache in der weiter fortschreitenden Miniaturisierung und Kostensenkung von Hardwarekomponenten [Cuhls et al. 1998, Gershenfeld 1999]. Die künftige Allgegenwart preiswerter Computerhardware hat zur Folge, dass der wirtschaftliche Erfolg von der Innovativität und Qualität der darauf laufenden Software bestimmt wird. Es ist unbestritten, dass solche Entwicklungen das Geschäft der meisten Wirtschaftsbereiche auf einem globalisierten Markt stark beeinflussen werden [vgl. Tapscott et al. 2000; Shapiro & Varian 1999]. Damit zeichnen sich aber auch neue faszinierende Möglichkeiten zur Gestaltung der Produkte und Dienstleistungen von morgen ab [Harnischfeger et al. 1998, Dertouzos 1999].

Innovationszyklen werden immer kürzer. Mehr als bisher wird es deshalb in den nächsten zehn Jahren darauf ankommen, die unternehmerischen Erfolgspotenziale der Zukunft frühzeitig zu identifizieren und schnell zu erschließen. Dazu wird in dieser Studie eine Methodik benötigt, die das vernetzte Denken unterstützt und die Entwicklung von Einflussfaktoren auf die Zukunft zulässt. Eine solche Methodik ist die Szenariotechnik [vgl.

u. a. Reibnitz 1992; Gausemeier 1996, Fahey & Randall 1998]. Der Begriff „Szenario“ steht für die Beschreibung einer möglichen Zukunftssituation anhand einer Reihe von Beschreibungskriterien, deren Ausprägungen in dieser Zukunftssituation miteinander kompatibel sind. Ein Szenario ist aus konsistenten Teilbildern zusammengesetzt und unterscheidet sich damit von unverbunden nebeneinandergestellten Prognosen zur künftigen Entwicklung einzelner Faktoren (Grundprinzip der Konsistenz). Bei der Erarbeitung von Szenarien geht es weniger darum, möglichst treffsicher die Zukunft vorauszusagen. Zentral für das Arbeiten mit Szenarien ist vielmehr das Vorausdenken mehrerer Zukunftsbilder, die ganz unterschiedlich aussehen können und sollen, in sich jedoch logisch aufgebaut sind (Grundprinzip der multiplen Zukunft) [Reibnitz 1992]. Durch die beiden Grundprinzipien der „Konsistenz“ und der „multiplen Zukunft“ wurde die Szenariotechnik in den 70er Jahren für Unternehmen interessant, die die Planung ihrer Unternehmens- und Geschäftsfeldstrategien ergänzend absichern wollten. Als Wegbereiter szenariobasierter Planungsmethoden gelten die Royal Dutch Shell, General Electric und Lockheed. Die Szenariotechnik hat sich vor allem bei Unternehmen durchgesetzt, die in einem instabilen Umfeld agieren und die einen langfristigen Planungshorizont haben. Für diese Unternehmen ist der mit der Szenariotechnik verbundene Zwang, in Alternativen zu denken, wesentlich. Hierdurch wird die Tendenz, Entwicklungslinien nicht mehr zu hinterfragen, sondern sie unreflektiert in der Zukunft fortzuschreiben, durchbrochen [vgl. Gausemeier et al. 1996].

Für die Entwicklung und den Service von Software sowie die Erschließung zukünftiger wirtschaftlicher Potenziale mit der Perspektive 2010 ist die Ermittlung zukünftiger Anforderungen strategisch von großer Bedeutung. Die Betrachtung und Lösung der heutigen Probleme reicht angesichts der Entwicklungsdynamik der nächsten 10 Jahre mit Sicherheit nicht aus, mögliche Zukunftsbilder umfassend zu beschreiben. Im Rahmen des Projekts wurden daher Szenarien entwickelt, um heute wahrnehmbare Entwicklungen zu antizipieren und zu schlüssigen Zukunftsbildern für den Zeitraum 2005 bis 2010 zu verknüpfen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, eine größere Anzahl von Einflussfaktoren aus den Bereichen Technologie, insbesondere Software- und IuK-Technik, Branchen und Märkte und deren Vernetzung zu berücksichtigen. Es hat sich gezeigt, dass Innovationen in der Kommunikation innerhalb und zwischen den Unternehmen grundlegende Voraussetzung für Innovationen der Leistungserstellung sind.

Im folgenden werden die unterschiedlichen Szenarien zu den gesellschaftlichen Teilbereichen beschrieben und verknüpft, aus denen Handlungsoptionen für die Förderung der Softwareproduktion in Deutschland abgeleitet werden können. Auf dem Weg zur Gewinnung solcher Zukunftsbilder muss eine ganze Reihe von Arbeitsschritten durchlaufen werden (siehe Anhang). Bei der Darstellung der Ergebnisse sind zwei Schritte zu unterscheiden. In Form einer „Science Fiction“ wird zunächst ein umfassendes Bild der Softwareentwicklung und –nutzung im Jahre 2010 dargestellt. Diese „Vision einer vernetzten Welt“ enthält Aussagen über bestimmte technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Bereiche, die nachfolgend getrennt voneinander betrachtet werden.

## **8.1 Vision einer vernetzten Welt**

Wir schreiben das Jahr 2010. Ein führender deutscher Automobilhersteller plant, einen neuen Bordcomputer für Mittelklassefahrzeuge anzubieten, der über eine Sprachschnittschnelle zu bedienen ist.

Um herauszufinden, ob ein die Anforderungen erfüllender Bordcomputer auf dem Markt existiert bzw. auf welche Komponenten bei der Entwicklung zurückgegriffen werden können, nutzen die Mitarbeiter der Entwicklungsabteilung die Portal Site des Online Information Brokers, der auf intelligente und effiziente Weise durch das Internet führt. Innerhalb einer halben Stunde ist sicher, dass das gewünschte Produkt nicht auf dem Markt erworben werden kann, und die wichtigsten theoretischen und praktischen Vorarbeiten im Bereich der Sprachverarbeitung und der akustischen Benutzungsschnittstellen für Bordcomputer werden in einer Datenbank zusammengestellt.

Nun kann der Entwickler eine Anfrage auf einem der elektronischen Marktplätze publizieren und erreicht damit alle Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die sich aufgrund ihrer Kompetenzen dem Portal angeschlossen haben. Einige andere Unternehmen sind dort ebenfalls auf der ständigen Suche nach geeigneten Kooperationspartnern. Mit diesen Unternehmen werden Verhandlungen aufgenommen. Das Unternehmensnetz zur Kooperation bei der Entwicklung des Bordcomputers könnte folgendermaßen aussehen: Einer der Partner liefert die hochentwickelte Spracherkennungssoftware. Ein weiterer Partner besitzt langjährige Erfahrungen in der ergonomischen Gestaltung von Benutzungsschnittstellen und hat als international und interdisziplinär tätiges Forschungslabor mit Sitz in einer amerikanischen Universitätsstadt das nötige Research-Know-how beizusteuern. Der dritte Partner, ein Tochterunternehmen des Automobilherstellers in Asien, wird die Hardwareentwicklung und die Vertretung des Projektkonsortiums nach außen übernehmen. Dies geschieht vornehmlich virtuell über eine eigens dafür eingerichtete Online-Plattform.

Nun werden die Anforderungen, die der Automobilhersteller hinsichtlich des Bordcomputers ermittelt hat, in einem ausführlichen Dokument niedergelegt und die Schnittstellen zwischen Hard- und Software definiert. Durch den Einsatz neuer, integrativer Vorgehensmodelle werden im Jahr 2010 die Hard- und Softwarebestandteile weitgehend parallel entwickelt. Dieser Prozess orientiert sich an erfolgreichen Konzepten aus anderen Fertigungsbereichen, die bereits 5 Jahre zuvor angefangen haben, parallel zu entwickeln. Dabei wird es nach wie vor darauf ankommen, weitgehend standardisierte Komponenten adäquat zu konfigurieren. Die Dokumente mit den Anforderungen an die Sprachsteuerung werden von spezialisierten Softwareagenten dazu benutzt, passende Softwarebausteine im Internet zu identifizieren.

Da Spracherkennung 2010 ein etabliertes Anwendungsfeld ist, gibt es dann bereits Bausteine, die einen Teil der gewünschten Produktfunktionalität bieten. Sie werden dazu

verwendet, um in kürzester Zeit einen Prototypen zu erstellen, der zusammen mit dem virtuellen Modell der Hardware dem Auftraggeber präsentiert werden kann. Der Prototyp erleichtert die Kommunikation zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer in Bezug auf die Festlegung der endgültigen Produktspezifikation. Dabei kann ermittelt werden, ob einige der im Prototyp eingesetzten Softwarekomponenten auch für das endgültige Produkt verwendet werden, ob dann erst eine umfassende Anpassung notwendig ist oder ob Teile vollständig neu entwickelt werden sollten.

Nachdem das vollständige Design des Spracherkennungssystems festgelegt und wiederum mit einer geeigneten Beschreibungstechnik festgehalten wurde, muss seitens des Spracherkennungs-Entwicklers entschieden werden, welche Softwarebestandteile in Auftrag gegeben werden. Diese Entscheidung hängt von verschiedenen ökonomischen und strategischen Überlegungen ab. Zwar wird der Entwickler ein Baukastensystem für Spracherkennungsanwendungen im Angebot haben, besitzt aber u.U. noch keine Erfahrung im Bereich der Embedded Systems für die Automobilindustrie. In diesem Fall wird sich das Projektmanagement dafür entscheiden, weniger komplexe Softwarebestandteile von einem spezialisierten Anbieter entwickeln zu lassen, der bereits sehr viel Erfahrung in der Anpassung von Hardware-/Software-Schnittstellen besitzt. Auf diese Art der verteilten Softwareentwicklung sind die Netzwerk-Partner gut vorbereitet und nutzen die verfügbaren Werkzeuge wie virtuelle Intranets, Videokonferenzsysteme und verteilte CASE-Tools. Jeder Projektmitarbeiter besitzt im Jahr 2010 einen PDA der vierten Generation, über den Sitzungen und wichtige Entwicklungstätigkeiten des Teams koordiniert werden. Um sicherzustellen, dass auch das richtige Verständnis der Anforderungen besteht, ist es notwendig, jedes einzelne Bestandteil eindeutig zu spezifizieren und mit einer geeigneten Beschreibungstechnik zu dokumentieren, die auch im anderen Sprach- und Kulturraum verstanden wird. Außerdem müssen Testfälle und -prozeduren festgelegt werden, durch die die Qualität der gelieferten Software garantiert wird. Ein großer Teil dieser Testfälle kann automatisch aus der Spezifikation generiert werden. Die Integration aller für den Bordcomputer benötigten Softwarekomponenten ist ein entscheidender Schritt im Entwicklungsprozess. Um diesen Prozess erheblich zu vereinfachen, werden wichtige, immer wieder benötigte Schnittstellen-Standards durch ein internationales Gremium offengelegt und verwaltet, sobald ein Anwendungsfeld einen gewissen Reifegrad erreicht hat. Auf diese Art sind in den zurückliegenden Jahren seit 2005 für eine Vielzahl von Branchen sogenannte Facharchitekturen entstanden. Die verwendeten Entwicklungswerkzeuge orientieren sich an diesen Standards, so dass auch die Systemintegration halbautomatisch durchgeführt werden kann.

Bordcomputer, wie sie im Jahre 2010 bereits in den Fahrzeugen im Einsatz sind, liefern über das Internet alle notwendigen Informationen zum Wetter und zur Straßensituation. Diese Daten werden direkt ausgewertet und so in einen Routenplan eingearbeitet. Zudem leistet der Bordcomputer einen Datenabgleich mit dem PDA des jeweiligen Fahrers, um auch persönliche Bedürfnisse und Vorgaben in die Routenplanung zu integrieren. Des Weiteren besteht über diese Schnittstelle von Verkehrssteuerung und PDA die Möglichkeit

der digitalen Anbindung an externe Kommunikationsteilnehmer, z.B. Mitarbeiter und betriebliche Organisationseinheiten.

Durch die bereits einige Jahre zuvor eingeführten „Online-Zapfsäulen“, an denen die PDAs jeweils aktuell Daten und Informationen aus dem Internet laden bzw. aktualisieren können, besteht jederzeit die Möglichkeit, dass die Mitarbeiter des Projektteams zur Entwicklung des neuen Bordcomputers in Kontakt treten können, um einzelne Entwicklungsstufen miteinander abzustimmen. Dieses System hat es überhaupt erst möglich gemacht, dass bis zum Jahr 2010 die Internetdienste umfassend auf Video und Audio Stream sowie Spracherkennung ausgeweitet werden konnten. Die Standardisierung der Software und der Schnittstellen zu den Geräten hat letztendlich einen Rund-Um-Service ermöglicht, da sämtliche Daten, auch wenn sie in unterschiedlichen Formaten ausgegeben und „gelesen“ werden, grundsätzlich kompatibel sind, um immer wieder neu verknüpft werden zu können.

Ein Fahrzeug-Neukauf wird im Jahr 2010 ebenfalls erheblich anders ablaufen, als man es heute gewohnt ist. So sind die Hersteller mit virtuellen Showrooms im WWW vertreten, in dem sich Kunden und Kaufinteressierte die neuesten Modelle und Serviceleistungen ansehen können. Aufgrund der in den nächsten 10 Jahren weit verbreiteten Videotapeten wird dieses bequem von zuhause aus möglich sein. Selbstverständlich hat der Kunde zuvor selbst bestimmt, welche Daten weitergegeben werden können und welche nicht. Durch eine Autorisierung seitens des Kunden für einen einmaligen Zugriff auf relevante persönliche Daten, kann in der Kundendatenbank der Herstellers eine möglichst individualisiertes Profil der Kaufinteressen des Kunden erstellt werden. Auf Basis der Vorlieben und Gewohnheiten stellt das CRM-System ein Modell mit passender Zusatzausstattung zum günstigsten Preis für den Kaufinteressierten zusammen. Im nächsten Schritt kann dieses CRM-System auf Wunsch des Kunden direkt Kontakt mit einer Finanzierungsbank und einer Versicherungsgesellschaft aufnehmen, um ein den Kauf und die zukünftige Versicherung für den Kunden abzustimmen. Des weiteren besteht die Möglichkeit, bei einer Online-Auktion das gebrauchte alte Modell anzubieten.

In der Verkaufsabteilung des Automobilherstellers wird der online getätigte Kauf weiter bearbeitet. Durch die Berücksichtigung individueller Wünsche und Bedürfnisse ist jedes Fahrzeug in zehn Jahren ein „hoch individualisiertes Massenprodukt“, und die Aufträge zum Fahrzeugzusammenbau werden zentral verwaltet und an die Materialdisposition und die Produktionsplanung weitergeleitet. Auf diese Weise ist gesichert, dass eine unmittelbar an den aktuellen Fertigungsbedarf orientierte Lagerhaltung gewährleistet ist. Die Produktion der Karosserieteile findet auf einer riesigen Presse statt, die ebenfalls vollautomatisiert und an das zentrale Steuerungssystem angeschlossen ist. Da jede Minute Produktionsstillstand die Lieferung der Fahrzeuge verzögert und das Vertrauen der Kunden gefährdet, reagiert das sensible Überwachungssystem der Produktionsabläufe auf kleinste Störungen und benachrichtigt sofort den Störungsdienst, um ein integriertes Diagnosesystem zu starten, das über eine Vielzahl von Sensoren alle wichtigen Maschinendaten überwacht. Stellt sich zum Beispiel heraus, dass ein Transportband blockiert ist, macht das System eine Reihe von Vorschlägen, was die



Ursache für diesen Fehler sein könnte. Mit der Digitalkamera wird das schadhafte Teil ermittelt und per Ferndiagnose von Experten eine Reparatur bzw. ein Austausch in die Wege geleitet.

## **8.2 Detailergebnisse der Szenarioanalyse**

Im folgenden werden die Entwicklungsmöglichkeiten und Nutzungspotenziale der wichtigsten Einflussfaktoren in den unterschiedlichen Einsatzbereichen von Software erläutert. Neben der in der Regel optimistischen Darstellung werden auch mögliche Hemmnisse aufgezeigt, die der gewünschten Entwicklung in den kommenden zehn Jahren jeweils entgegenstehen können.

### **8.2.1 Software im produzierenden Gewerbe**

Das produzierende Gewerbe (insbesondere Maschinen- und Anlagenbau, Fahrzeugbau und Elektrotechnik) hat schon immer unter starkem Rationalisierungs- und Innovationsdruck gestanden, was eine zunehmende Automatisierung in der Produktion zur Folge hat. Im Jahr 2010 wird die Funktionalität der hergestellten Produkte verstärkt durch Digitaltechnik bestimmt. Informationstechnische Systeme kommen in allen Stufen des Produktlebenszyklus (von Entwurf bis Service) zum Einsatz. Information und damit auch die Informationsverarbeitung in Form von Software ist deshalb ein bedeutender Produktionsfaktor und liefert einen wichtigen Beitrag zur Wertschöpfung. Software ist demnach entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Die Individualisierung der Produkte und die damit einhergehende Individualisierung der Software haben einen steigende Bedarf der Unternehmen an Softwareeinkauf bzw. –entwicklung zur Folge. Dies bringt bestimmte Anforderungen an die eingesetzten Technologien, Methoden, das zugehörige Know-how und die benötigten Ressourcen mit sich.

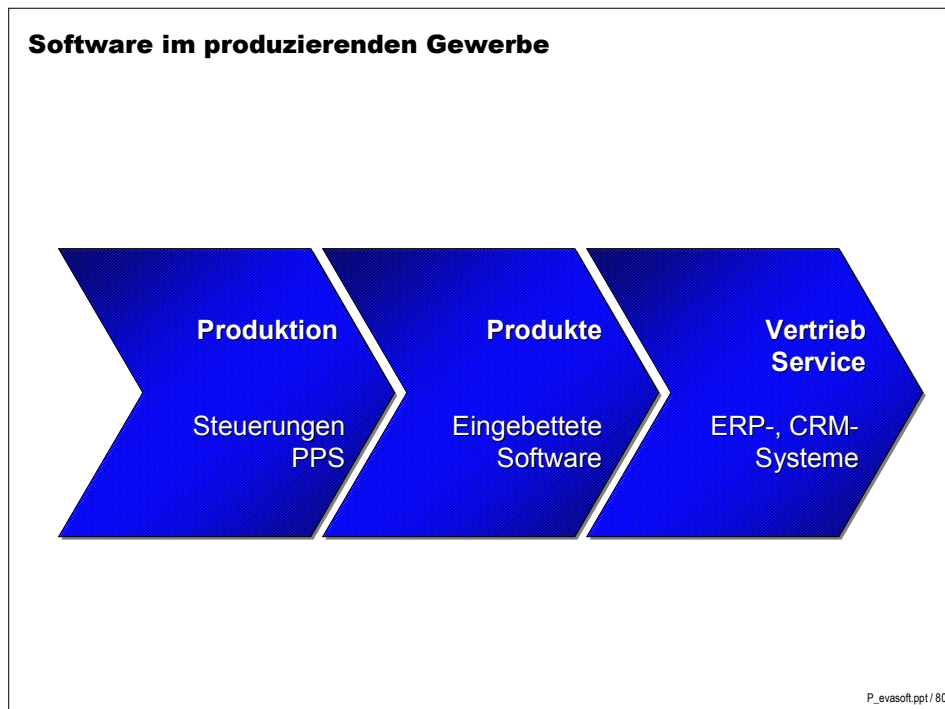


Abbildung 8.2.1:a Software im produzierenden Gewerbe

### 8.2.1.1 Eingebettete Software

Die Wettbewerbsfähigkeit der Produkte wird in großen Teilen durch die Eigenschaften der eingebetteten Software (embedded Software) bestimmt, der Anteil der Software an der Wertschöpfung ist beträchtlich. Neue Organisationsformen und Prozesse der Unternehmen spiegeln diesen Wandel wider. Produktentwicklung wird nicht mehr allein von der Hardware angetrieben, weil innovative Produkte vor allem durch innovative Software ermöglicht werden.

Embedded Software nimmt als Bestandteil vieler Produkte wichtige Überwachungs-, Steuerungs- und Regelungsaufgaben wahr. Es handelt sich dabei häufig um gemischte analoge und digitale Systeme, die Echtzeitanforderungen gehorchen müssen. Bis 2010 werden die Entwicklungskosten und der Mehrwert vieler Produkte des Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbaus sowie der Telekommunikation und Elektrotechnik fast ausschließlich durch Softwarekomponenten entstehen. Für die Unternehmen des produzierenden Gewerbes waren deshalb erhebliche Verfahrens- und Verhaltensinnovationen notwendig, durch die sie dann in der Lage sind, im schnelllebigen Bereich der Softwareentwicklung nicht nur bestehen zu können, sondern auch eine technologische Führungsposition zu erringen.

- ☛ **Mögliche Gefahr:** Falls die Unternehmen dem hohen Innovationstempo nicht folgen und wenn der Schutz des Know-how in diesem Bereich nicht sichergestellt ist, kann im produzierenden Gewerbe die Tendenz entstehen, sich auf traditionelle Kernkompetenzen zu konzentrieren und eigene Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen im Softwarebereich in Frage zu stellen.

Dies hat zur Folge, dass die in den Produkten eingebettete Software auf das unbedingt notwendige Minimum beschränkt und weitgehend standardisiert ist. Falls von Kundenseite individuelle Wünsche nach bestimmten Softwarefeatures existieren, werden diese von den Herstellern als eigenständige Projekte durchgeführt, wenn dafür die knappen personellen Ressourcen ausreichen.

In diesem Fall entwickeln sich die Unternehmen von Innovatoren zu Imitatoren. Insgesamt stellt dies ein erhebliches Hemmnis für die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Softwareentwicklung auf dem Weltmarkt dar.

Der Entwicklungsprozess wird durch integrierte Werkzeuge unterstützt, die auf die besonderen Anforderungen von eingebetteter Software zugeschnitten sind. Die starke Automatisierung der Softwareentwicklung erlaubt es den Ingenieuren, sich auf die besonderen Anforderungen des Anwendungsfeldes zu konzentrieren. Zur erfolgreichen Bearbeitung der Problemstellungen ist ihr Erfahrungswissen über die Anwendung ebenso wichtig wie die effiziente Umsetzung der anwendungsspezifischen Lösungen in Software. Unternehmen im Bereich des Maschinenbaus und der Elektrotechnik sehen hierin eine ihrer Kernkompetenzen.

- ☛ **Mögliche Gefahr:** Diese Entwicklung wird behindert, wenn keine integrierten Verfahren zur Entwicklung von komplexen Hard- und Softwaresystemen zur Verfügung stehen oder wenn die Unternehmen die organisatorischen Veränderungen bzw. die Kosten für die Einführung solcher Methoden scheuen.

Auch hier bleibt dann die Entwicklung neuer Produkte weiterhin von der Hardware getrieben. Durch den Termindruck, der auf die Softwareentwickler von seiten des Managements ausgeübt wird, bleibt es bei „Software-Bastellösungen“, bei denen es weniger auf Wartbarkeit oder Wiederverwendbarkeit ankommt, sondern darauf, dass bestimmte Funktionalitäten vorhanden sind.

Durch die fortbestehende Trennung der Entwicklungsbereiche herrschen in der Softwareentwicklung die Generalisten vor. Die Entwicklungsphasen sind wenig voneinander getrennt und werden nur punktuell durch spezialisierte Werkzeuge unterstützt. Die quasi-monopolartige Stellung weniger Anbieter verhindert zudem den Wettbewerb innovativer Entwicklungswerkzeuge.

### 8.2.1.2 Software zur Unterstützung des Produktionsprozesses

Bei der für die Unterstützung des Produktionsprozesses benötigte Software kann auf die standardisierten Produkte großer Softwareanbieter zurückgegriffen werden. Da viele Unternehmen selbst Branchen-Know-how besitzen und die Anpassung von Standardsoftware an neue bzw. branchenspezifische Geschäfts- und Produktionsprozesse teuer und nicht immer zufriedenstellend ist, gehen einige Unternehmen dazu über, die zunächst für den eigenen Bedarf entwickelte Software als eigenständiges Produkt anzubieten. Auf dieser Basis können insbesondere die Pionierunternehmen eine Vielzahl von neuen Services anbieten, die ihre Wettbewerbsposition festigen hilft.

- ☛ **Mögliche Gefahr:** Fehlende Softwareentwicklungs-Kompetenz und fehlende qualifizierte Mitarbeiter hemmen diesen Prozess. Insbesondere im Bereich der betriebswirtschaftlichen Standard- und Branchensoftware kann es dann zu einer weiteren Konzentration des Softwaremarktes und zu stärkeren Abhängigkeiten von einzelnen Herstellern kommen.
- ☛ **Mögliche Gefahr:** Fehlende Möglichkeiten zur Absicherung des Software Know-how können dazu führen, dass Unternehmen Softwareentwicklung weitgehend intern durchführen.

### 8.2.2 Software im Dienstleistungssektor

Die Entwicklung zur Informationsgesellschaft hat dazu geführt, dass die meisten traditionellen Dienstleistungen der Bereiche Handel, Banken und Versicherungen sowie Telekommunikation im Jahr 2010 größtenteils unter Einsatz von Software erbracht werden. Darüber hinaus hat die globale Vernetzung und die Liberalisierung der Märkte eine Vielzahl von neuen Dienstleistungen für private und geschäftliche Anwendungen entstehen lassen. Schließlich hat die zunehmende Informatisierung aller Wirtschaftsbereiche und die zunehmende Komplexität der IuK-Technik dazu geführt, dass bislang innerhalb eines Unternehmens oder einer Branche erbrachte Leistungen als externe Dienstleistungen von Systemhäusern und IT-Beratungen eingekauft werden. Umgekehrt beginnen Unternehmen aller Branchen, ihr spezifisches Wissen über Softwaretechnologien und Anwendungsfelder selbst als Dienstleistung zu vermarkten.

Viele Prozessbereiche in der Produktion und Nutzung von IT in Unternehmen sind 2010 so wissensintensiv, dass ein spezielles Know-how erforderlich ist und von außen eingekauft wird. Hierzu zählt auch die Entwicklung spezieller Software sowie die Beratung hinsichtlich der Abbildung von Geschäftsprozessen in Software und ihre optimale Integration. Auch die Kundenbetreuung und der Service sind zunehmend softwareorientiert, sei es, weil die Bedienung und Nutzung der Produkte entsprechend kompliziert

ist und den Kunden das nötige Know-how fehlt, oder weil die Serviceleistungen selbst mit Hilfe moderner IuK-Technologien erfolgen.

Aufgrund ihrer starken Softwareabhängigkeit hat sich in den Dienstleistungsunternehmen die Organisation der Softwareentwicklung bis 2010 grundlegend gewandelt. Die internen Softwareabteilungen entwickeln nur noch diejenigen Softwareprodukte selbst, die dem Unternehmen Wettbewerbsvorteile sichern. Dieser wird durch das tiefe Verständnis der Prozesse für das entsprechende Marktsegment garantiert. Alle anderen Softwarekomponenten werden in Form von Standardsoftware eingekauft oder in Auftrag gegeben.

Zur Entwicklung komplexer Softwaresysteme, die im Dienstleistungsbereich vorherrschen, stehen Verfahren zur Verfügung, die auch bei umfangreichen Projekten handhabbar bleiben sowie die Pflege und Integration von Altsystemen ermöglichen. Dadurch kommt es zu einer weitgehend differenzierten Rollenaufteilung im Softwareentwicklungs-Prozess. Diese reicht vom Softwarearchitekten, der neben Informatik- und Anwendungsfachwissen vor allem konzeptionelle Fähigkeiten besitzt, bis hin zum Codierer mit solider Ausbildung bzgl. Programmiersprachen, Datenbanken und Qualitätssicherung. Insgesamt entsteht hier ein erheblicher Bedarf an Arbeitskräften mit unterschiedlichem Qualifikationsniveau und fachlichem Schwerpunkt.

Softwaregestützte und herkömmliche Angebote – man denke hier etwa an das Verhältnis zwischen E-Commerce und traditionellem Handel – stehen vielfach in Konkurrenz zueinander. Softwaregestützte Dienstleistungen wurden erst von breiten Kundenkreisen akzeptiert, als die hohen Qualitätsanforderungen der Nutzer in Bezug auf Bedienbarkeit, Sicherheit und Erreichbarkeit zu angemessenen Preisen erfüllt wurden.

- ☛ **Mögliche Gefahr:** Durch methodische Probleme bei der Entwicklung von Software im Dienstleistungsbereich wird das Wachstum des dynamischen Dienstleistungssektors empfindlich gehemmt. Insbesondere die mangelnde Wartungsfreundlichkeit des Programmcodes macht es für die Unternehmen schwierig und teuer, ihre Angebote kurzfristig auf veränderte Marktbedingungen (z.B. veränderte gesetzliche Vorschriften) anzupassen und gleichzeitig die hohe Qualität der Dienstleistungen zu garantieren.
- ☛ **Mögliche Gefahr:** Auch andere Qualitätsprobleme, insbesondere lange Antwortzeiten, schlechte Bedienbarkeit und eingeschränkte Funktionalität haben eine zurückhaltende Akzeptanz von Software-Dienstleistungen zur Folge. Speziell auf den Konsumentenmärkten werden Angebote, die die Geduld des Kunden übermäßig strapazieren, angesichts alternativer Angebote bald nicht mehr in Anspruch genommen.
- ☛ **Mögliche Gefahr:** Sollten die globalen Datennetze Defizite bei der fehlerfreien Übertragung, der Sicherheit vor unautorisiertem Zugriff, Verfälschung und Authentifizierung aufweisen, könnte das Vertrauen der Kunden – speziell im

Business-to-Business-Bereich – in neue Dienstleistungsangebote erheblich geschwächt werden.

Die Schaffung von Schnittstellen zwischen Dienstleistungsangeboten und die intelligente Verknüpfung mit neuen Dienstleistungen wird zu einem lohnenswerten Geschäftsfeld für neue Unternehmen. Der dadurch entstehende offene und dynamische Markt macht es auch für große Dienstleistungsunternehmen interessant, Softwareunternehmen auszugründen, teilweise in Allianz mit anderen Unternehmen. Das Wachstum des Marktes für Software-Dienstleistungen wird durch eine Flexibilisierung der gesetzlichen Rahmenbedingungen weiter vorangetrieben.

Da Software-Dienstleistungen immer lokal in Anspruch genommen, aber global erbracht werden können, haben sich internationale Branchenstandards und Facharchitekturen etabliert, die zur Sicherheit und Kompatibilität der Systeme und Angebote beitragen. Dadurch können die Dienstleistungsunternehmen in nicht wettbewerbskritischen Bereichen auf Standardsoftware für branchenspezifische Prozesse zurückgreifen und erreichen eine hohe Investitionssicherheit. Gestützt wird diese Entwicklung durch die Patentierbarkeit von Software, die auch bei wettbewerbskritischen Softwarekomponenten die Zusammenarbeit mit externen Anbietern und Dienstleistern erleichtert.

- ☛ **Mögliche Gefahr:** Methodische Probleme in der Softwareentwicklung und die fehlende Möglichkeit zur Patentierung von Software würde die Etablierung von offenen Branchenstandards und Facharchitekturen unwahrscheinlich machen. Stattdessen setzten wenige große Anbieter geschlossene De-facto-Standards durch, die auch den Markteintritt für kleine und junge Unternehmen erheblich erschweren.

### **8.2.3 Die Durchdringung des täglichen Lebens mit Softwareprodukten**

Im Jahr 2010 hat Deutschland im Zuge des europäischen Wettbewerbsvorsprungs auf dem Gebiet der Mobilkommunikation und der Konvergenz von Mobilfunk und Internet, seine seit den späten Neunzigerjahren führende Marktposition durch die Entwicklung, Produktion und Nutzung neuer Anwendungen weiter ausgebaut. Technische Standards im Bereich der Datenübertragung, ein durchgängiges Datennetz sowie Expertise auf dem Gebiet der eingebetteten Systeme haben diese Entwicklung begünstigt.

Mittelfristig werden eine Vielzahl kleiner mobiler Endgeräte genutzt, die auf intelligente Art das Leben ihrer Benutzer erleichtern. Die Geräte finden eine breite Anwendung im häuslichen, beruflichen und freizeitorientiertem Umfeld. Neben diesen weit verbreiteten Kleinstgeräten, die hauptsächlich zur Kommunikation und Orientierung genutzt werden, sind sämtliche elektronischen Gerätschaften, auch die des Alltags, mit Mikroprozessoren und Schnittstellen zur Datenübertragung ausgestattet, die eine personalisierte und bedarfsgerechte Steuerung bzw. Automatisierung ermöglichen.

Neue Softwaretechnologien machen den Umgang mit diesen Kleinstcomputern möglichst einfach, weil alle komplizierten Komponenten ins Netz verlagert ist. Spezialisierte und hoch zuverlässige Dienstleister bieten Speicherplatz, zusätzliche Rechenleistung und Softwaredienste an. Der Anschluss eines Geräts wird damit so simpel, wie die Inbetriebnahme eines Telefons: Man schließt sie an das Netz an. Die benötigten Treiber und Anwendungsprogramme werden aus dem Netz geladen.

Nur leicht zu bedienende, fehlertolerante und zuverlässige Softwarelösungen können sich auf diesem hart umkämpften Markt behaupten, der ständig von neuen Technologien getrieben wird und nur durch schnelle Reaktion auf Marktbedürfnisse befriedigt werden kann. Die zunehmende Vernetzung über ein durchgängiges Daten- und Sprachnetz führt zur Vereinheitlichung technischer Standards durch Fachgremien.

Die Durchdringung des täglichen Lebens mit vernetzten Softwareprodukten hat auch den Markt verändert. Nicht mehr die großen Hardwareanbieter und die Produzenten von Standard-Softwarepaketen dominieren den Markt; ihnen haben eine Vielzahl von kleinen spezialisierten Dienstleistungsanbietern den Rang abgelaufen.

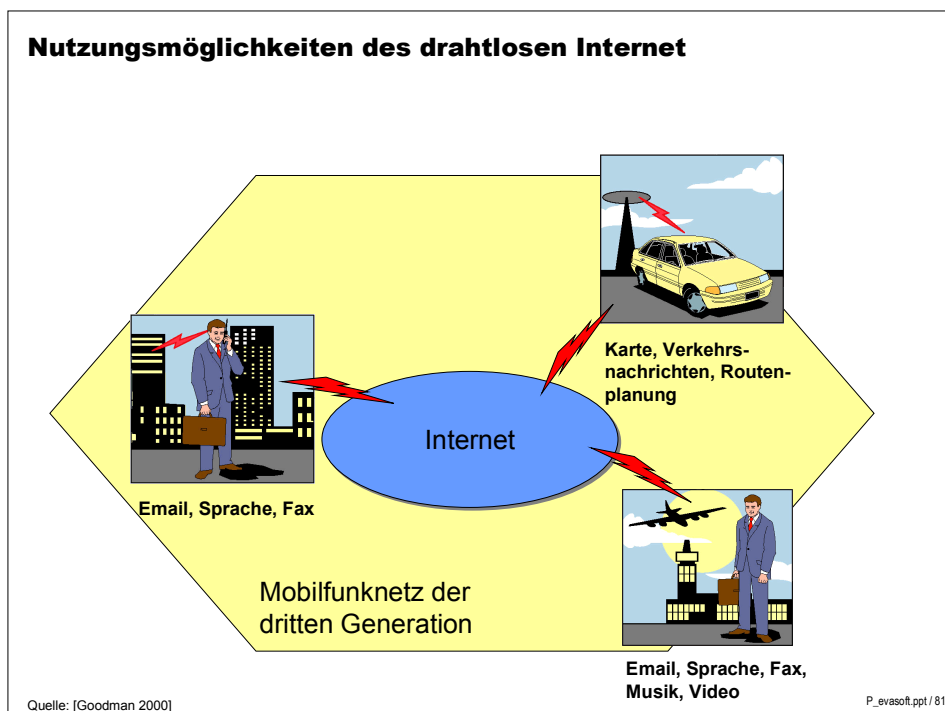


Abbildung 8.2.3:a Nutzungsmöglichkeiten des drahtlosen Internet

### 8.2.4 Gründerboom im Softwarebereich

Der gestiegene Bedarf an Individualsoftware hat zur verstärkten Vergabe der Softwareentwicklung an Drittunternehmen geführt. Auch auf den Konsumentenmärkten ist ein erhebliches Wachstumspotenzial vorhanden, vor allem für Agentensoftware und zur Personalisierung relevanter Kommunikationsinhalte. Dienstleistungen werden zunehmend in Form von IT- bzw. IuK-Beratungen erbracht und zielen auf Knowledge-Ressourcen oder CRM-Unterstützung, wofür Daten kundenspezifisch bereitgestellt und verwaltet werden müssen. Dienstleister liefern hierzu zum Beispiel Datenbankprogramme ebenso wie Back-Office und Front-Office Anwendungen. Neue Geschäftsfelder sind durch den Bedarf des Business-to-Business-Bereichs an Data Mining und Data Warehousing entstanden. Da die Bedeutung von Software auch für das produzierende Gewerbe zugenommen hat, werden zunehmend Softwareentwicklungen in Form von externen Dienstleistungen in Anspruch genommen.

Durch die zunehmende Konzentration der Unternehmen auf ihre Kernkompetenzen im Zuge der Anforderungen einer „Digital Economy“, werden ganze Prozessabläufe der Produktion sowie wissensintensive Bereiche der Planung an externe Unternehmen vergeben. Bei diesen handelt es sich um Start-up-Unternehmen, deren Unternehmer die neuen Anforderungen erkannt haben und in der Lage sind, Marktnischen zu besetzen und den neuen Bedarf zu decken. Es gibt aber auch Ausgründungen, besonders bei großen, kapitalstarken Unternehmen, die ganze Produktionszweige oder Prozesse der Softwareentwicklung auslagern und aufgrund ihres Auftragsvolumens, zumindest in der Anfangsphase, oft die einzigen Kunden dieser Unternehmen sind und es häufig auch bleiben.

- Mögliche Gefahr:** Gerade bei den Ausgründungen besteht dann die Gefahr einer Abhängigkeit des zuliefernden bzw. dienstleistenden Unternehmens vom Mutterunternehmen bzw. dem einzigen Auftraggeber. In diesen Fällen ist weniger Innovation der treibende Faktor der Unternehmensgründung als viel mehr eine organisatorische und finanzplanerische Absicht, zusätzliche Kostenvorteile für die Auftraggeber zu erschließen. Zudem tragen die neu gegründeten Unternehmen in der Regel das unternehmerische Risiko und sind zusätzlich an ihre Venture-Kapitalgeber gebunden. Hier ist eine zunehmende Marktöffnung neu gegründeter Unternehmen wünschenswert, um ihnen eine stärkere Unabhängigkeit von den Hauptauftraggebern zu verschaffen und zudem durch das Angebot neuer Dienstleistungen innovative Impulse für Konkurrenzunternehmen zu liefern.

Die Gründung junger Unternehmen im Softwarebereich findet durch Personen statt, die entweder in kreativer Weise innovative technische Verfahren mit einer Anwendungsidee zu verbinden oder aber aus der genauen Kenntnis eines Anwendungsbereiches die

Bedürfnisse potenzieller Nutzer zu antizipieren vermögen. Bei der ersten Gruppe handelt es sich vor allem um Personen mit Hochschulausbildung, die im Rahmen ihres Studiums sowohl einen Einblick in die aktuellen technischen Möglichkeiten (d.h. den Stand der Forschung) als auch in die Verwendung von Software in unterschiedlichen Anwendungsbereichen besitzen.

- ☛ **Mögliche Gefahr:** Fehlen solchen Unternehmensgründern fundierte Marktkenntnisse und betriebswirtschaftliche Fähigkeiten, dann ist eine der Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche Unternehmungsgründung nicht erfüllt.

Die zweite Gruppe potentieller Gründer hat bereits einige Jahre kreativ in einem Unternehmen in der Softwareentwicklung gearbeitet. Bei ihnen besteht eine größere Chance für die Entwicklung komplex ausgearbeiteter innovativer Anwendungen, so dass mithin eine Ausgründung des Teams oder der entwickelnden Abteilung in Frage kommt.

- ☛ **Mögliche Gefahr:** Ist das Kreativpotenzial der Entwickler im Unternehmen gehemmt, sei es durch strikte Vorgaben, vor allem der Trennung von technischen, betriebswirtschaftlichen und Managementaufgaben oder durch mangelnde technische Ausrüstung, dann sind Unternehmen verstärkt darauf angewiesen, innovative Anwendungen bzw. Entwicklungen extern zu beziehen.

Hier wird deutlich, dass neben einer rein fachlichen Qualifikation betriebswirtschaftliche Kenntnisse von großer Bedeutung sind, um einen geeigneten Business-Plan für ein Start-up im Softwarebereich zu erstellen, einzuhalten und den sich permanent verändernden Marktgegebenheiten anzupassen. Fehlt diese innerhalb des Unternehmens, so kann das betriebswirtschaftliche Know-how in Form von Beratung oder zumindest in der Anfangsphase hilfreichen Business Angels von außen eingekauft werden. Hier ist es von Nutzen, wenn diese externen Berater ein entsprechendes Fachwissen aus dem Bereich der Softwareentwicklung mitbringen, damit ihre Konzepte am Produkt bzw. der Kernkompetenz des Start-up's orientiert sind.

Beiden Gruppen hilft es, dass die deutsche Forschungslandschaft im Bereich der IuK- und der Softwaretechnik weltweit führend ist. Dies gilt sowohl für die angewandte als auch für die Grundlagenforschung. Die enge Verzahnung, die beide Bereiche mit der akademischen Aus- und Weiterbildung eingegangen sind, führen zu einem reibungslosen Transfer zwischen Wissenschaft und Technik.

- ☛ **Mögliche Gefahr:** Eine nachlassende Innovationsdynamik Deutschlands hätte zweifelsohne Folgen für die Neugründungen von Unternehmen im Softwarebereich, da der Bedarf für neue Anwendungen sinken würde.

Die Spezialisierung der neu gegründeten kleinen Softwareentwicklungs-Unternehmen ermöglichen den notwendigen Transfer neuer Technologien und Anwendungen in größere Unternehmen, die im Forschungs- und Entwicklungsbereich zeitlich, personell und

inhaltlich weniger flexibel sind. Junge Unternehmen wirken damit als Treibmittel in diese dynamischen Wirtschaftsbereich.

Durch die neu entstandenen vernetzten Geschäftsstrukturen ist der Wissenszugriff innerhalb der Unternehmen, aber auch zwischen den Unternehmen und auf sämtlichen Produktionsstufen reorganisiert und optimiert worden.

- ☛ **Mögliche Gefahr:** Häufig haben junge Unternehmen mit dem Problem zu kämpfen, dass nach der Anfangsphase die bislang informelle Organisationsstruktur durch formalisiertere und somit stärker strukturierte Vorgehensmodelle ersetzt werden muss. Dabei kann es zu Konflikten aufgrund des Wechsels der Führungsstruktur im Unternehmen kommen.

Es haben sich die Unternehmen auf dem Markt behauptet, denen es gelungen ist, Entwicklungsprozesse zu etablieren, die sehr kurze Entwicklungszyklen mit qualitativ hochwertigen Produkteigenschaften vereinbaren können. Kleinere und mittelgroße Unternehmen können zudem flexibler auf sich ändernde Marktanforderungen reagieren. Vor allem kleine Unternehmen können davon profitieren, dass sich gerade bei neuen Anwendungen die Praxis des sogenannten amerikanischen Stils der Markteinführung neuer Produkte verbreitet. Dabei ist es wichtig, rasch auf dem Markt präsent zu sein und erst nach der Markteinführung das Kundenfeedback zur stetigen Qualitätsverbesserung zu nutzen (First Mover Strategy).

Parallel dazu haben sich die Unternehmen zum einen auf ihre Kernkompetenzen konzentriert und zum anderen strategische Unternehmensnetzwerke aufgebaut, über die sie die Transaktionskosten stark senken können. Diese Anbindung an neue geschäftliche Kommunikationsstrukturen und elektronische Marktplätze ist der entscheidende Weg, die Aufmerksamkeit der Kunden zu erlangen und zu halten.

Wagniskapital spielt für die Softwarebranche, und vor allem für die Unternehmensneugründungen 2010 noch immer eine bedeutende Rolle, da Investitionen in neue Entwicklungen sowie deren Standardisierung besonders kapitalintensiv sind. Wagniskapital ist allerdings auch weiterhin ein knappes Gut und verlangt möglichst verlässliche politische und steuerliche Rahmenbedingungen, so wie aussagekräftige Business-Pläne, die beweisen, dass die Gründer neben der rein fachlichen Softwareexpertise auch das nötige wirtschaftliche Fachwissen, möglichst in Kombination mit Branchenerfahrung mitbringen.

- ☛ **Mögliche Gefahr:** Lässt die Innovationsdynamik in software-intensiven Segmenten nach, und laufen andere Hochtechnologiebereiche der Softwarebranche den Goldgräber-Status ab, dann wird auch Risikokapital schwieriger zu bekommen sein.
- ☛ **Mögliche Gefahr:** Um die Innovationskraft junger Unternehmen nicht zu schwächen, dürfen notwendige Investitionen im IT- und Softwarebereich nicht durch politische oder steuerliche Restriktionen behindert werden. Dazu gehört



insbesondere die Besteuerung von Stock Options, einem der wichtigsten Mittel zur Bindung innovativer Mitarbeiter, die sich insgesamt hemmend auf die Entwicklung junger Unternehmen auswirkt.

Im Wettbewerb mit etablierten Unternehmen im In- und Ausland ist es für junge Unternehmen hilfreich, wenn Branchenstandards existieren. Die Anpassung der darauf basierenden Anwendungen und die Schaffung von Schnittstellen zu anderen Systemen ist ein wichtiges Tätigkeitsfeld solcher Neugründungen. Dabei ist es fast ebenso wichtig, dass die Standards den Markt für Software weitgehend transparent machen und das Risiko der Imitation senkt.

- \* **Mögliche Gefahr:** Fehlen Branchenstandards, so besteht ein erhöhtes Risiko bei der Entwicklung, das besonders bei jungen Unternehmen existenzbedrohend sein kann. Mögliche Auftraggeber verzichten in einem solchen Fall unter Umständen ganz auf die Auftragsvergabe nach außen.

### **8.2.5 Softwareentwicklung im globalen Dorf**

Software wird heute nicht mehr nur für internationale Märkte entwickelt, auch die Entwicklung selbst wird – verstärkt durch die Möglichkeiten der globalen Datennetze – immer stärker internationalisiert. Zum einen gibt es reale Entwicklerteams auf lokaler Ebene und virtuelle Entwicklerteams auf globaler Ebene, bei denen die Partner und Koordinatoren räumlich getrennt operieren. Die weiterhin bestehenden lokalen Unterschiede, vor allem auf sozialer und kultureller Ebene, bleiben zwar bestehen, sind aber belebend für den Wissensaustausch. In diesem Fall spielen die Art und Form der Kommunikation innerhalb der Teams und zwischen ihnen eine entscheidende Rolle. Eine gemeinsame Verständigungsbasis ist Grundvoraussetzung für eine koordinierte Entwicklung. Die räumliche und zeitliche Flexibilität beruflicher und privater Aktivitäten, die Zunahme der Nutzung mobiler Kommunikationsgeräte und die Mobilisierung von vielen Management- und Tätigkeitsfeldern durch externe Dienstleistungsangebote unterstützen den Trend zu dezentraler und verteilter Arbeit.

Getrieben durch die zunehmende Dezentralisierung verschiedener Funktionen (Vertrieb, Entwicklung, Produktion und Kunden-Support) hat Software im produzierenden Gewerbe zudem eine essentielle Bedeutung für die Unterstützung des gesamten Produktlebenszyklus:

- Die Synchronisierung zwischen Produktentwicklung und Produktion, die in der Regel an verschiedenen Standorten stattfindet, wird durch neue Kommunikationstechnologien vereinfacht.
- Die Supply Chain wird durch unternehmensinterne und -externe Netze unterstützt, die eine langfristige Lagerhaltung unnötig machen.
- Durch den konsequenten Einsatz von Teleservice werden Wartung und Service verbessert und die Kundenzufriedenheit gesteigert.

Die Softwareentwicklung selbst erfolgt nicht mehr nur prozess-, sondern auch lösungsorientiert, d.h. es werden Leistungen zunehmend dort erbracht, wo sie weltweit am besten oder am günstigsten erhältlich sind. Eine konsequente Vernetzung von Unternehmen ist dafür die Voraussetzung. Dies bedeutet, dass die jeweiligen Wertschöpfungsschritte in den Regionen vorgenommen werden, die in Bezug auf Marktzugang, Know-how, Qualität und Kosten dafür am besten geeignet sind. Durch die Kooperation mit jungen innovativen Unternehmen gelingt ein Know-how- und Technologietransfer in die Unternehmen des produzierenden Gewerbes.

So können bei globaler Vernetzung der Softwareentwicklung die Entwicklungsaufträge an das jeweils geeignetste Softwareunternehmen vergeben werden. Spezialanbieter bieten wiederverwendbare Softwaremodule an, die von Kunden in aller Welt genutzt werden können. Applikationen werden über das Internet bereitgestellt und individuell zusammengestellt, wenn sie benötigt werden. Application Service Providing (ASP) wird eine gängige Art der Beschaffung von Software.

Die Integration mobiler und stationärer Netze und das Zusammenwachsen von Daten- und Sprachkommunikation bilden die technischen Voraussetzungen für diese Entwicklung, unterstützt von organisatorischen Maßnahmen zur Unterstützung der Zusammenarbeit dezentraler Teams. Etablierte Verfahren zur Datensicherheit erhöhen die Akzeptanz von Telearbeit und Datentransfers bei den Entscheidungsträgern der Unternehmen. Der Trend zur mobilen Arbeitsumgebung ermöglicht einen flexibleren Arbeitseinsatz, der zur Senkung der Kosten und zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit beiträgt.

Neben den technischen Voraussetzungen einer leistungsfähigeren Vernetzung der verschiedenen Standorte sind auch eine gemeinsame Sprachorientierung und -normierung sowie eine einheitliche Kommunikationsorganisation erforderlich. Letzteres erfordert ein effizientes Management, das durch ein Vorgehensmodell unterstützt wird, welches speziell die Erfordernisse der dezentralen Entwicklung berücksichtigt. Zur

Steuerung der dezentralen Entwicklung sind leistungsfähige und benutzerfreundliche Werkzeuge im Einsatz, die die effektive Kommunikation, Information und Zusammenarbeit der räumlich getrennten Entwickler erlauben.

Eine geeignete Kommunikationsplattform zur Unterstützung des Softwareentwicklungs-Prozesses ermöglicht einen beschleunigten Austausch von Informationsangeboten, wobei zum Beispiel per Email und Datentransfer die gemeinsame Wissensbasis ständig aktualisiert werden kann. Voraussetzung ist freilich auch eine gemeinsame Orientierung an Werten und Standards, damit die Verständigung zwischen den Teams erleichtert wird.

Die Virtualisierung der Softwareentwicklung bietet vielen kleinen und mittleren Unternehmen die Chance, sich mit ihren Geschäftsideen auf dem Markt zu behaupten. Kapitalgeber sind daher eher bereit, bei Gründung und Expansion dieser Neugründungen zu investieren. Die Mitarbeiter in einer solchen verteilten Entwicklungsumgebung haben die Notwendigkeit erkannt, sich eigenständig lebenslang weiterzubilden. Zu diesem Zweck haben Unternehmen und Universitäten neue Formen der beruflichen Weiterbildung entwickelt.

Um den Herausforderungen der Globalisierung begegnen zu können und ihre Vorteile zu nutzen, war die Schaffung internationaler Standards und Zertifikate sowie die Beseitigung von nationalen Barrieren notwendig.

- ☛ **Mögliche Gefahr:** Fehlende einheitliche Qualitäts- und Sicherheitsstandards, die zu einer weitgehenden Intransparenz des Marktes führen und es insbesondere kleinen und mittelständischen Softwareunternehmen erschweren, Softwarekomponenten und -systeme für eine breite Kundengruppe anzubieten.
- ☛ **Mögliche Gefahr:** Protektionistische Maßnahmen und starre gesetzliche Regelungen, die sich noch an den Spielregeln der Old Economy orientieren. Sie haben zur Folge, dass Ansätze zur transnationalen Zusammenarbeit der Unternehmen untereinander und mit freiberuflichen Softwareentwicklern behindert wurden. Regionale Unterschiede in der Gesetzgebung – insbesondere innerhalb der Europäischen Union – verschärfen die Probleme weiter.
- ☛ **Mögliche Gefahr:** Der mangelnde Schutz des unternehmensspezifischen Know-how, eine softwarebasierte Unterstützung von Geschäftsprozesse zu realisieren bzw. Software als Bestandteil von anderen Produkten einzusetzen, erfordert zentralisierte Softwareentwicklung im eigenen Haus. Das Fehlen qualifizierter IT-Fachkräfte, sowie ungenügender Wissens- und Technologietransfer rufen dort Engpässe hervor.

## 9. Schlussfolgerungen

Diese Studie hat die aktuelle Situation, zukünftige Bedarfe, aber auch Besorgnisse bzgl. dieser Bedarfe in den Bereichen Wirtschaftliche Bedeutung, Personal und Technologie aufgezeigt. Viele dieser Daten legen dringenden Handlungsbedarf nahe. Im folgenden wird der Versuch unternommen, Schlussfolgerungen zur notwendigen Stärkung der wirtschaftlichen Bedeutung der Softwarebranche(n), Forschung und Aus-/Weiterbildung zu ziehen. Diese Schlussfolgerungen könnten Ausgangspunkt für zukünftige Maßnahmen des BMBF sein.

### 9.1 *Wirtschaftliche Bedeutung*

Es gilt einerseits, die Entwicklung von Unternehmen der Primärbranche zu fördern, andererseits auch die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen der traditionell starken produzierenden Gewerbe und Dienstleistungsbranchen (Sekundärbranchen) durch geeignete ‚Veredelung‘ mit Software zu fördern. Dies bedeutet u.a.

- Förderung innovativer software-intensiver Produkte in den wichtigsten Sekundärbranchen zur Sicherung und Ausweitung von Marktanteilen (z.B. in Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbau, Telekommunikation) als eingebettete Software (Teil der Produkte), Produktionssteuerungssoftware und Logistiksoftware
- Entwicklung eines Wertschöpfungsmodells, das der Bedeutung von Software in den Sekundärbranchen gerecht wird. Mit Hilfe eines solchen Modells könnte es gelingen, sowohl betriebswirtschaftliche als auch volkswirtschaftliche Transparenz über die Bedeutung von Software zu schaffen. Kennzahlen, die den Beitrag von Software auf diese Weise quantifizieren, würden es ermöglichen, Maßnahmen sowohl auf Unternehmensebene, als auch auf Ebene staatlicher Förderungen dem wirtschaftlichen Beitrag von Software anzumessen.
- Förderung der primären Softwareindustrie durch Nutzung des Outsourcing-Trends in den Sekundärbranchen (z.B. Erstellung branchenspezifischer Architekturstandards, in die sich kleine und mittelständische Unternehmen mit ihren Spezialkomponenten einbringen können)

Insgesamt ist das Bewusstsein der Unternehmen für die Potenziale und Erfordernissen der Softwaretechnik weiter auszubauen.

## 9.2 *Forschung*

Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass in Deutschland

- Forschung im Bereich Softwaretechnologie notwendig ist,
- besondere Impulse von dieser Forschung ausgehen müssen,
- spezielle Forschungsthemen, die den spezifischen Stärken und Schwächen in Deutschland Rechnung tragen, im Vordergrund stehen sollten, und
- eine grundsätzliche Umorientierung der Forschungsförderung gewünscht wird.

Eine umfangreiche und nachhaltige Forschungsförderung ist grundlegende Voraussetzung für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der Softwarebranche(n). Die rückläufige Forschungsaufwendungen des Bundes im Bereich Softwaretechnik in den letzten Jahren sind im Walberberg-Memorandum [Schmid & Broy 2000] dokumentiert. Alarmierend ist sowohl der Abstand zu den Fördervolumina in den USA, als auch der gegenläufige (d.h. sinkende) Trend in Deutschland. Obwohl mit dem Aktionsprogramm „Innovation und Arbeitsplätze in der Informationsgesellschaft des 21. Jahrhunderts“ ein positiver Trend zu beobachten ist, entspricht das Volumen bei weitem noch nicht der wirtschaftlichen Bedeutung des Themas ‚Software‘ für die Zukunft des Standortes Deutschland.

Bei der Identifizierung wichtiger Forschungsthemen müssen die spezifischen Stärken des Standorts Deutschland – starkes produzierendes Gewerbe, Einzel- statt Massenproduktionskultur – berücksichtigt werden. Deshalb sollte sich die Förderung besonders auf folgende Anwendungsfelder konzentrieren:

- Software in Produkten („Embedded Software“, z.B. Automobil, Mobilfunk)
- Software zur Unterstützung von Dienstleistungen (z.B. Versicherungen, Öffentliche Verwaltung, Gesundheitswesen, Planung und Logistik)
- Software für produktbegleitende Mehrwertdienstleistungen (z.B. Verkehrsleitsysteme für Fahrzeuge)

Die Forschung zur Softwaretechnik sollte sich folgenden Aufgabenfeldern stellen:

- Verbesserung der Softwarefähigkeit der Unternehmen auf breiter Front durch schrittweises Verbessern der Prozesse, Verfahren, Werkzeuge und Methoden
- Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen zur Vervollständigung der Softwaretechnik als Ingenieurdisziplin und als Basis innovativer Techniken
- Bereitstellen und Experimentieren mit innovativer Softwaretechnik

Alle drei genannten Felder sind von zentraler Bedeutung und bedingen sich gegenseitig.



Thematische Schwerpunkte könnten wie folgt gesetzt werden:

- Prozesse, Methoden und Werkzeuge zur Erstellung und Integration wiederverwendbarer Softwarekomponenten („Componentware“) auf Basis langlebiger Softwarearchitekturen
- Prozesse, Methoden und Werkzeugen zur rationellen Erstellung von Software hoher Qualität („Software Engineering“)
- Prozesse, Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung räumlich verteilter Produkt- und Softwareentwicklung
- Konfigurierbarkeit und Skalierbarkeit von Softwaresystemen in heterogenen Anwendungssystemen
- Aufbereitung, Repräsentation und Personalisierung von Informationsinhalten aus heterogenen Datenquellen („Knowledge Managemen“, „Contentware Engineering“)
- Entwicklung von Mensch-Maschine-Schnittstellen, die auf die Bedürfnisse der Anwender zugeschnitten sind („Human centered Engineering“)
- Entwicklung und Integration heterogener Netzinfrastrukturen mit skalierbaren Leistungen („Network Engineering“)
- Requirements Engineering zur Ermittlung, Dokumentation, Validierung und Verfolgung komplexer Anforderungen
- Innovative zukunftsweisende Softwaretechnik wie etwa bei Ad Hoc Systeme, Extreme Programming, netzbasierte Softwarestrukturen

Zusätzliche Querschnittsthemen für alle Anwendungsbereiche beinhalten

- Digitale Modellierung und Simulation: Umsetzung komplexer Modelle auf Computer, um Experimente zu ersetzen
- Hochleistungsinformationsverarbeitung zur Verarbeitung großer Datenmengen
- Sicherheit: vor unberechtigtem Zugriff bei der Übertragung von Daten über heterogene Netzwerke

Zu Grundlagenfragen wäre eine Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen anzustreben (DFG, Max-Planck, europäische Programme, NSF) und durch gezielte, zweckbestimmte Fördermittel bessere Voraussetzungen zu schaffen.



Auch die Organisation von Forschungsprojekten sollte besser an die Bedürfnisse der Softwarebranchen angepasst werden:

- Kleinere Einheiten  
Große und träge Konsortien sollten vermieden werden.
- Durchgängigere Struktur  
Fragen der Grundlagen- und Anwendungsforschung sollten in gemeinsamen Projekten themenspezifisch bearbeitet werden. Nur so kann den schnellen Innovationszyklen Rechnung getragen werden.
- Interdisziplinärer Ansatz  
Es sollten alle für ein Thema relevanten Disziplinen in einem Projekt repräsentiert sein. Ebenso sollten Universitäten, Forschungseinrichtungen und Industrie gleichermaßen beteiligt sein. Die Belange der Industrie sollten berücksichtigt werden, wenn das Thema von volkswirtschaftlicher Bedeutung ist und die Unternehmen durch Co-Finanzierung ernsthaftes Interesse bekunden.
- Schnellere Projektvergabe und effektivere Projektdurchführung  
Projekte müssen schneller aufgelegt werden. Dazu erscheint es sinnvoll, von einem rigiden Beurteilungsprozess abzusehen, und an seiner Stelle einen risiko- aber auch erfolgsorientierten Zuteilungsprozess zu setzen.

### 9.3 Aus- und Weiterbildung

Zur Steigerung der Attraktivität des Standorts Deutschland für software-intensive Branchen muss kurz-, mittel- und langfristig die Verfügbarkeit einer ausreichenden Anzahl von qualifizierten Arbeitskräften auf allen Qualifikationsebenen gesichert sein. Kurzfristig kann dies nur durch gezielte Umschulung auf den unteren Qualifikationsebenen und durch Einsatz hochqualifizierter Softwareexperten geschehen. Insofern ist die ‚Greencard-Aktion‘ der Bundesregierung eine richtige Idee zur kurzfristigen Linderung des Defizits hochqualifizierter Arbeitskräfte. Allerdings stellt die zeitliche Befristung einen enormen Standortnachteil gegenüber anderen Ländern dar. Mittel- und langfristig kann das Personalproblem nur durch eine strukturelle Änderung der traditionellen Ausbildung (z.B. Hochschulausbildung) selbst, sowie deren Integration mit anderen Aus- und Weiterbildungsangeboten im Sinne eines lebenslangen Lernmodells nachhaltig gelöst werden.

Somit müssen konkrete Maßnahmen folgendes beinhalten:

- (1) die verstärkte **Internationalisierung** des Softwarestandorts Deutschland: Es wird auf Dauer notwendig sein, die qualifizierte Arbeitnehmerschaft im Softwarebereich durch exzellente ausländische Arbeitskräfte zu ergänzen. Hierbei steht nicht nur die Korrektur von Personaldefiziten, sondern auch das Innovationsklima im Vordergrund. Länder wie die USA geben ein Beispiel, welche befruchtende Wirkung eine derartige Internationalisierung haben kann.
- (2) die **Reform der Hochschulausbildung**: Hierbei gilt es, sowohl die Inhalte der Informatikstudiengänge zu aktualisieren, die Kapazität der Informatikausbildung zu erhöhen, als auch die Durchdringung aller anderen Studiengänge mit relevanten Informatikinhalten zu gewährleisten.

Was die Inhalte der universitären Informatikausbildung anbetrifft, so sollten diese besser an die Bedürfnisse der sich verändernden Softwarewelt angepasst werden.



Dabei gilt es folgendes zu berücksichtigen:

- Neben den überwiegend wissenschaftlich orientierten Studiengängen müssen vermehrt anwendungsnahe **Studiengänge** angeboten, um dem industriellen Bedarf gerecht zu werden (Bsp. Studiengang Software Engineering).
- Es gilt Studiengänge an Hochschulen zu schaffen, in denen neben informationstechnologischen Grundlängen, gleichberechtigt Kenntnisse des Maschinenbaus, der Elektrotechnik oder der Betriebswirtschaft vermittelt werden. Durch Absolventen solcher **interdisziplinärer Studiengänge** könnten insbesondere die softwaretechnischen Anforderungen der Sekundärbranchen zu hochwertigen Produkten umgesetzt werden.
- Es müssen grundlegende Kenntnisse und der **Umgang mit neuen innovativen Technologien** erlernt werden, wie zum Beispiel internet- oder komponentenbasierte Erstellung von Software.
- Bereits durch die Ausbildung sollte eine stärkere Vermittlung **verschiedener Rollen** in der Softwareentwicklung vorgenommen werden. Eine solche, in anderen Ingenieurstudiengängen seit langem erfolgreich praktizierte Spezialisierung, kann allerdings erst erfolgen, nachdem die Berufsbilder klar herausgearbeitet wurden.
- Bereits während des Studiums sollte eine Einbindung von Studenten in industrielle Projekte erfolgen. Durch diese **Integration in die betriebliche Praxis** können Studenten zum einen eine zielgerichtete Auswahl der Vorlesungen vornehmen und zum anderen das Gelernte in der praktischen Anwendung umsetzen und kritisch hinterfragen bzw. weiterentwickeln.
- Im Rahmen der zunehmenden Globalisierung sollten Studieninhalte um **interkulturelle Themen** erweitert werden, wie zum Beispiel interkulturelle Kommunikation.
- Zudem sollten **Präsentationsfähigkeiten** und **Teamarbeit** durch entsprechende Seminare vermittelt werden. Durch Förderung dieser „nicht technischen“ Aspekte wären Absolventen besser auf industrielle Anforderungen vorzubereiten.
- Universitäten müssen sich verstärkt auch dem **Weiterbildungssektor** zuwenden.

Diese Reform der Ausbildungsinhalte muss sich auf alle Ebenen erstrecken. Bereits frühzeitig muss die Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit Themen der Informationstechnologie und ein selbstverständlicher Umgang mit diesen Kommunikationsmedien gefördert werden. Diese Grundlagen müssen bereits in den **Schulen** flächendeckend vermittelt werden, indem Informationstechnologie (z.B. PC und Internet) in **allen** Unterrichtsfächern zum Standardhilfsmittel wird. Das Programm „Schulen ans Netz“ ist hier ein positives Beispiel. Dieser Forderung ist auch durch entsprechende Maßnahmen bei der Aus- und Weiterbildung von Lehrern Rechnung zu tragen.

**(3) die klare Formulierung und Darstellung von Berufsbildern innerhalb der Softwarebranche und assoziierter Qualifikationen:** Es gibt wohl in keinem Bereich ähnlich verzerrte Vorstellungen über die Berufsbilder wie in der Informatik. In der breiten Öffentlichkeit werden mit dem Berufsbild ‚Informatiker‘ oder ‚Softwareentwickler‘ immer noch technikbegeisterte Programmierer verstanden. Unter diesem Eindruck kann es nicht verwundern, dass insbesondere Frauen sich nur sehr begrenzt für ein derartiges Studium interessieren. Auch in der Industrie gibt es noch sehr unklare Vorstellungen, worin sich z.B. die Qualifikationen für einen Softwarearchitekten von denen eines Programmierers unterscheiden. Eine klare Formulierung von Berufsbildern und assoziierten Qualifikationen würde eine zielgerichtetere Ausbildung, eine bessere Motivation für diese Berufe, aber auch einen effektiveren Einsatz in der Praxis ermöglichen. Herausforderungen bestehen im

- Ausbau umfassender Weiterbildungsangebote
- Sichern der Qualität dieser Angebote (Stichwort: Zertifikation) zum Schutze der Kunden
- Zielorientierung der Weiterbildungsangebote auf aktuelle Berufsbilder
- Offenheit der Weiterbildungsangebote insofern, als sie kombinierbar mit traditionellen Ausbildungsangeboten sein müssen
- Flexibilität der Weiterbildungsangebote in Bezug auf Zeit und Ort, z.B. mit Hilfe des Internet



**(4) die Integration aller Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen in ein Konzept des lebenslangen Lernens:** Langfristig kann das deutsche Aus- und Weiterbildungssystem nur dann den Herausforderungen der Zukunft gerecht werden, wenn Integration und Durchlässigkeit im Sinne lebenslangen Lernens gewährleistet ist. Es muss möglich sein, auf einem berufsqualifizierenden Studium (z.B. mit Bachelor-Abschluss) nach mehreren Berufsjahren aufzusetzen und einen höherwertigen Abschluss (z.B. Master, Diplom) zu erreichen. Dazu ist es notwendig

- an allen Hochschulen derartig berufsqualifizierende Abschlüsse (z.B. Bachelor) zu ermöglichen,
- zu einem „Kreditsystem“ überzugehen, das eine leichtere Anerkennung bereits erbrachter Leistungsnachweise aus früheren Studien – oder auch aus entsprechenden Weiterbildungsangeboten – ermöglicht,
- zu fördern, dass jederzeit ein Wechsel nicht nur von der Hochschule zur Berufstätigkeit, sondern auch von der Berufstätigkeit zur Hochschule möglich ist.

Es sollte gut überlegt werden, ob der Vorteil des deutschen Systems – nämlich der kostenfreie Zugang zum Studium für jeden – im Rahmen einer solchen Reform in Frage gestellt wird. Gegenwärtige Initiativen des Landes Rheinland-Pfalz, jedem durch Bereitstellung eines freien Ausbildungskontos ein kostenloses Erststudium zu ermöglichen, scheint ein guter Kompromiss zu sein. Damit wird nicht nur Chancengleichheit gewahrt, sondern auch die Nutzung des Kontos für lebenslanges Lernen und Teilzeitstudien ermöglicht.

#### **9.4 Zusammenfassung**

Es gibt enormen Handlungsbedarf um die Weichen für die Zukunft zu stellen. In diesem Kapitel wird weder Vollständigkeit reklamiert, noch Prioritäten suggeriert. Es werden lediglich Anregungen für eine Diskussion notwendiger Maßnahmen gegeben. Ein nächster Schritt wäre die Formulierung einer umfassenden Softwarestrategie für die Bundesrepublik Deutschland und ihre schrittweise Umsetzung und inkrementelle Fortschreibung. Die Erschließung des Potenzials der Softwaretechnik und die wissenschaftliche Fundierung der in vielerlei Hinsicht unreifen Technologie wird von führenden Nationen (siehe U.S.A. PITAC 1999) als nationale Aufgabe begriffen. Die hohe wirtschaftliche Bedeutung und der schnelle Wandel erfordern staatliche Vorsorge-maßnahmen um Voraussetzungen und Rahmenbedingungen zu schaffen, die der Wirtschaft einen schnelle Erschließung des Potenzials ermöglicht. Aufgrund der Unreife der Technologie und ihrer sprunghaften, schwer kalkulierbaren Entwicklung greifen Fördermaßnahmen nicht immer im erhofften Maße. Eine kurz-, mittel- und langfristige Strategie mit klaren Meilensteinen, die geleitet durch Analysen und Prognosen sowie Expertenkreise in kurzen Abständen inkrementell fortgeschrieben wird, wäre wünschenswert.





**Anhang**



## Fragebogen

GfK Marktforschung GmbH  
 stets in Vertretung der GfK AG  
 Nordwestring 101  
 90319 Nürnberg

Mitglied des Arbeitskreises Deutscher  
 Marktforschungsinstitute (ADM) e.V.

---

Alle Rechte für Verwendung, Fragebogentext und -gestaltung bei der GfK Marktforschung, Wirtschaftsforschung

---

### Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland

Alle

**S1. Zu welcher Branche gehört Ihr Unternehmen?**

*Prog.: offene Eingabe, gleichzeitige Hinterlegung des WZ-Codes, kein K.A.!*

- |   |  |   |
|---|--|---|
| 1 | Softwareentwicklung/ IT-Systemhersteller       | A |
| 2 | Maschinenbau                                   | B |
| 3 | Elektrotechnik                                 | B |
| 4 | Fahrzeugbau                                    | B |
| 5 | Telekommunikation/Fernmeldedienste             | B |
| 6 | Finanzdienstleistungen (Banken/Versicherungen) | B |

*Prog.: Bitte Sondervariable „Branche“ programmieren (siehe Frage S1)*

- A Primärbranche  
 B Sekundärbranche

Alle

**S2. Wie viele Mitarbeiter sind in dieser Arbeitsstätte, d.h. nur hier an dieser Adresse, beschäftigt?**

*Int: nur festangestellte Mitarbeiter*

*Prog.: offene Eingabe, kein K.A.!*

Anzahl Mitarbeiter in der Arbeitsstätte (*offen*)

Alle

**S3. Gehören zu diesem Unternehmen außer dieser Arbeitsstätte hier an dieser Adresse noch weitere Arbeitsstätten in Deutschland?**

*Prog.: Einfachnennung, kein K.A.!*

- 1 Ja  
 2 Nein



*Arbeitsstätten in Mehrbetriebsunternehmen*

**S4. Ist Ihre Arbeitsstätte, d.h. diese Adresse, die Hauptverwaltung / zentrale Verwaltung des Unternehmens in Deutschland?**

*Prog.: Einfachnennung, kein K.A.*

- 1 Ja
- 2 Nein → Ende

*Hauptverwaltungen von Mehrbetriebsunternehmen*

**S5. Wie viele weitere Arbeitsstätten, d.h. weitere Standorte, Zweigbetriebe, Niederlassungen oder Filialen hat dieses Unternehmen in Deutschland noch, außer dieser Hauptverwaltung hier an dieser Adresse?**

*Prog.: offene Eingabe*

Anzahl Standorte in Deutschland (*offen*)

*Wenn K.A. in S5*

**S5a. Und können Sie mir ungefähr sagen wie viele weitere Standorte das Unternehmen in Deutschland hat?**

*Prog.: Antwortvorgaben vorlesen*

*Prog.: Einfachnennung*

- 1 1 Zweigbetrieb
- 2 2 Zweigbetriebe
- 3 3 Zweigbetriebe
- 4 4 – 5 Zweigbetriebe
- 5 6 – 10 Zweigbetriebe
- 6 10 – 100 Zweigbetriebe
- 7 mehr als 100 Zweigbetriebe

*Hauptverwaltungen von Mehrbetriebsunternehmen*

**S6a. Und wie viele Mitarbeiter hat das Unternehmen in Deutschland insgesamt, einschließlich dieser Arbeitsstätte hier an dieser Adresse?**

*Prog.: offene Eingabe*

Anzahl Mitarbeiter im Unternehmen (*offen*)

*Prog.: Für Einbetriebsunternehmen automatisch die Anzahl aus S2 setzen*

Wenn K.A. in S6a

**S6b. Können Sie uns bitte sagen wie viele Mitarbeiter Ihr Unternehmen ungefähr beschäftigt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Einfachnennung, kein K.A.!*

- 1 1 bis 4 Mitarbeiter
- 2 5 bis 9 Mitarbeiter
- 3 10 bis 19 Mitarbeiter
- 4 20 bis 49 Mitarbeiter
- 5 50 bis 99 Mitarbeiter
- 6 100 bis 199 Mitarbeiter
- 7 200 bis 499 Mitarbeiter
- 8 500 bis 999 Mitarbeiter
- 9 1000 und mehr Mitarbeiter

Alle

**S7. Nutzen Sie in Ihrem Unternehmen Software?**

*Prog.: Einfachnennung, kein K.A.!*

- 1 Ja
- 2 Nein → Ende

Alle

**S8. In welchen der folgenden betrieblichen Funktionen wird in Ihrem Unternehmen Software genutzt bzw. eingesetzt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Unternehmensführung
- 2 Personalwesen
- 3 Rechnungswesen
- 4 Vermögensverwaltung
- 5 Investitionsmanagement
- 6 Controlling
- 7 Materialwirtschaft
- 8 Produktentwicklung/Forschung
- 9 Produktionsplanung und -steuerung
- 10 Instandhaltung und Service
- 11 Marketing/Vertrieb
- 12 sonstige Funktionen (offen?)

Alle

**S9a. Unabhängig von der Software-Nutzung in den genannten Bereichen: Wie gestaltet sich die grundsätzliche Vorgehensweise Ihres Unternehmens bei der Anschaffung, Eigenentwicklung und Nutzung von Software?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Int: Softwareentwicklung ist die Neu- oder Weiterentwicklung und Anpassung von Softwareprodukten mit Hilfe einer Programmiersprache. Dazu gehören z.B. auch Maßnahmen wie Projektleitung, Qualitätssicherung und Wartung.*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Software wird selbst entwickelt
- 2 Basis-Software wird extern gekauft und intern weiterentwickelt bzw. individuell angepasst
- 3 Software wird extern gekauft und unverändert genutzt

*Wenn S9a=3 und NICHT S9a=1 oder 2*

**S9b. Planen Sie innerhalb der nächsten 12 Monate Software erstmalig selbst zu entwickeln bzw. individuell anzupassen?**

*Prog.: Einfachnennung*

- 1 ja → weiter mit Frage 1
- 2 nein → Ende

*Mehrbetriebsunternehmen*

**S10. Erfolgt die Softwareentwicklung in Ihrem Unternehmen zentral, d.h. nur an einem Standort, oder wird dezentral, d.h. an mehreren Standorten, Software entwickelt bzw. individuell angepasst?**

- 1 zentrale Softwareentwicklung
- 2 dezentrale Softwareentwicklung

*Mehrbetriebsunternehmen mit dezentraler Softwareentwicklung*

**S11a. Wenn es um Softwareentwicklung in Ihrem Unternehmen geht: Wie weit erstreckt sich Ihr Zuständigkeitsbereich? Sind Sie zuständig für...**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Einfachnennung*

- 1 das gesamte Unternehmen
- 2 diese Arbeitsstätte und einen Teil der anderen Zweigbetriebe
- 3 ausschließlich für diese (gesamte) Arbeitsstätte
- 4 einen Teil dieser Arbeitsstätte

*Einbetriebsunternehmen oder Mehrbetriebsunternehmen mit zentraler Softwareentwicklung*

**S11b. Wenn es um Softwareentwicklung in Ihrem Unternehmen geht: Sind Sie für das gesamte Unternehmen oder für einen Teil des Unternehmens zuständig?**

*Prog.: Einfachnennung*

- 1 gesamtes Unternehmen
- 2 Teil des Unternehmens

Wenn (S11a=2 oder 4) oder (S11b=2)

**S12. Wie viele Mitarbeiter umfasst Ihr Zuständigkeitsbereich, Sie selbst mit eingeschlossen?**

Prog.: offene Eingabe, kein K.A.!

Anzahl Mitarbeiter im Teilbereich (offen)

Wenn (S11a=2 oder 4) oder (S11b=2)

**S13. Wir möchten Ihnen jetzt Fragen zu folgenden Themenkomplexen stellen:**

- 1 Anzahl und Ausbildung der als Softwareentwickler tätigen Mitarbeiter
- 2 Personalplanung im Bereich Softwareentwicklung
- 3 Kostenstruktur im Bereich Softwareentwicklung
- 4 Art und Umfang der entwickelten Software

Für welche dieser Bereiche können Sie Aussagen nur über Ihren Zuständigkeitsbereich treffen und für welche Bereiche können Sie für das gesamte Unternehmen antworten?

Pro Themenkomplex (1 bis 4):

- 1 Gesamtes Unternehmen
- 2 nur Zuständigkeitsbereich

Prog.: Ende Interview, wenn für 3 der 4 Themenkomplexe nur Aussagen für den Zuständigkeitsbereich getroffen werden können

**Wir würden Ihnen gerne ein paar allgemeine Fragen zu Ihrem Unternehmen stellen.**

Alle

**1. Zunächst geht es um die Beziehungen Ihres Unternehmens zum Ausland. Ist dieses Unternehmen...**

Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen  
Prog.: Eingeschränkte Mehrfachnennung

- 1 die Muttergesellschaft einer oder mehrerer ausländischer Töchter
- 2 die Tochtergesellschaft einer ausländischen Mutter
- 3 oder gibt es keine Verflechtungen mit dem Ausland

Alle

**2. Können Sie uns bitte sagen, wann Ihr Unternehmen gegründet wurde?**

Int: Angabe vierstellig  
Prog.: offene Eingabe

Gründungsjahr Unternehmen: 19XX  
→ Wenn S9b=1 weiter mit Frage 19b

Primärbranche

**3a. Hat Ihr Unternehmen in der Vergangenheit ein oder mehrere andere Unternehmen übernommen?**

Prog.: Einfachnennung, kein K.A.!

- 1 ja
- 2 nein

*Sekundärbranche*

**4b. Hat Ihr Unternehmen in der Vergangenheit ein oder mehrere andere Unternehmen übernommen, dessen/deren Tätigkeitsgebiet(e) überwiegend im Bereich Softwareentwicklung lag(en)?**

*Prog.: Einfachnennung, kein K.A.!*

- 1 ja
- 2 nein

*Alle*

**5a. Bei wie vielen der (Anzahl aus S6a einblenden) festangestellten Mitarbeiter Ihres Unternehmens liegt der Tätigkeitsschwerpunkt im Bereich Softwareentwicklung bzw. -anpassung. Mit Softwareentwicklung/-anpassung meinen wir den gesamten Prozess von der Anforderungsanalyse über die Programmierung bis hin zur Dokumentation. Dies beinhaltet z.B. auch Maßnahmen zur Projektleitung, Qualitätssicherung und Wartung.**

*Prog.: offene Eingabe*

Anzahl Softwareentwickler

*Alle*

**5b. Unterscheiden Sie die Softwareentwickler ihres Unternehmens nach verschiedenen Rollen, wie z.B. Anforderungsspezialisten, Implementierer, Tester, Qualitätsmanager, Dokumentierer und Produkt-/Projektmanager?**

*Prog.: Einfachnennung*

- 1 ja
- 2 nein

*Wenn 5b=1*

**5c. Welche der folgenden Rollen unterscheiden Sie bei der Softwareentwicklung?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Anforderungsspezialisten
- 2 Entwurfspezialisten
- 3 Implementierer
- 4 Qualitätssicherung, d.h. Tester oder Qualitätsmanager
- 5 Dokumentierer
- 6 Systemintegrationsspezialisten
- 7 Produkt-/Projektmanager
- 8 Sonstige Rollen, welche? (*offen*)

Alle

6. **Sind die (Anzahl aus Frage 5a einblenden) Softwareentwickler ausschließlich Akademiker, ausschließlich Nicht-Akademiker oder teilweise Akademiker und teilweise Nicht-Akademiker?**

*Int.: Unterscheidung Akademiker vs. Nicht-Akademiker*

- *Mit Akademiker sind alle Softwareentwickler mit abgeschlossenem Hochschul- oder Fachhochschulstudium (unabhängig vom Studiengang) gemeint.*
- *Nicht-Akademiker sind alle Softwareentwickler ohne entsprechenden (Fach-) Hochschulabschluss?*

- 1 ausschließlich Akademiker
- 2 ausschließlich Nicht-Akademiker
- 3 teilweise Akademiker und teilweise Nicht-Akademiker

Wenn Frage 6=3

7. **Wie viele der (Anzahl aus Frage 5a einblenden) Softwareentwickler haben eine akademische Ausbildung absolviert, d.h. ein Studium an einer Universität oder Fachhochschule abgeschlossen?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Anzahl Akademiker

Wenn Frage 6=1 oder 3

8. **Und wie viele der (Anzahl aus Frage 5a bzw. 7 einblenden) Softwareentwickler mit akademischer Vorbildung sind Absolventen von Universitäten?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Anzahl Akademiker mit universitärer Ausbildung

Alle

9. **Welches Bildungsniveau würden Sie bei der Neueinstellung von Softwareentwicklern grundsätzlich bevorzugen?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 abgeschlossenes Studium an einer Universität
- 2 abgeschlossenes Studium an einer Fachhochschule
- 3 abgeschlossenes Studium an einer Berufsakademie
- 4 verkürzte Hochschulausbildung, z.B. Bachelor
- 5 nicht-akademische Ausbildung

Alle

**10. Warum würden Sie (gewählte Alternative aus Frage 9 einblenden) grundsätzlich bevorzugen?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Gründe

Wenn Frage 6=1 oder 3

**11. Welche Studiengänge haben die Softwareentwickler mit akademischer Vorbildung abgeschlossen?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Informatik
- 2 Wirtschaftsinformatik
- 3 Maschinenbau
- 4 Elektrotechnik
- 5 Physik
- 6 Chemie
- 7 Mathematik
- 8 Nachrichtentechnik
- 9 Betriebswirtschaftslehre/Volkswirtschaftslehre
- 10 Sonstige Studiengänge, Welche (offen)?

Wenn Frage 11>1

**12. Hat ein Großteil der Softwareentwickler einen bestimmten Studiengang absolviert? Falls ja, welcher Studiengang ist das?**

*Int.: Alternativ-Frage: Sind die Softwareentwickler überwiegend z.B. Elektrotechniker?*

*Prog.: Einfachnennung*

*Prog.: Bitte nur in Frage 11 genannte Studiengänge inkl. Code 11 „keine Schwerpunkte“ einblenden*

- 1 Informatik
- 2 Wirtschaftsinformatik
- 3 Maschinenbau
- 4 Elektrotechnik
- 5 Physik
- 6 Chemie
- 7 Mathematik
- 8 Nachrichtentechnik
- 9 Betriebswirtschaftslehre/Volkswirtschaftslehre
- 10 Sonstige Studiengänge
- 11 Keine Schwerpunkte

Alle

**13a. Werden in Ihrem Unternehmen derzeit IT-Ausbildungsberufe, wie z.B. IT-System-Elektroniker, Fachinformatiker, IT-System-Kaufleute, Informatikkaufleute, ausgebildet?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

- 1 ja
- 2 nein

*IT-Ausbildungsberufe ausgebildet*

**13b. Welche der folgenden IT-Ausbildungsberufe werden in Ihrem Unternehmen derzeit ausgebildet?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 IT-System-Elektroniker
- 2 Fachinformatiker
- 3 IT-System-Kaufleute
- 4 Informatikkaufleute
- 5 Sonstige IT-Ausbildungsberufe, welche? (*offen*)

*IT-Ausbildungsberufe ausgebildet*

**14. Wie viele Lehrstellen pro Ausbildungsjahrgang für (angebotene Ausbildungsberufe bitte einzeln einblenden) werden in Ihrem Unternehmen derzeit angeboten?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Anzahl Lehrstellen IT-System-Elektroniker
- 2 Anzahl Lehrstellen Fachinformatiker
- 3 Anzahl Lehrstellen IT-System-Kaufleute
- 4 Anzahl Lehrstellen Informatikkaufleute
- 5 Anzahl Lehrstellen sonstiger IT-Ausbildungsberufe

*IT-Ausbildungsberufe ausgebildet*

**15. Werden die IT-Ausbildungsberufe auch vor dem Hintergrund angeboten, auf diesem Wege zukünftige Softwareentwickler für das Unternehmen auszubilden?**

*Prog.: Einfachnennung*

- 1 ja
- 2 nein

*Frage 6 = 2 oder 3*

**16. Denken Sie jetzt bitte einmal an die Softwareentwickler in Ihrem Unternehmen ohne akademische Ausbildung. Welche Vorbildung haben diese Mitarbeiter?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Fachspezifische Ausbildungsberufe erlernt
- 2 Fachfremde Ausbildungsberufe erlernt
- 3 Umschulung durch öffentliche Institutionen (Arbeitsamt, etc.)
- 4 Sonstige fachspezifische Weiterbildung

Alle

**17a. Bitte schildern Sie uns nun Ihre Erfahrungen bei der Rekrutierung, Auswahl und Einarbeitung neuer Softwareentwickler: Welche fachlichen Kompetenzen und Qualifikationen sind nicht bzw. nicht stark genug ausgeprägt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte nicht vorlesen!*

*Prog.: Mehrfachnennung, Precodes*

- 1 Kenntnisse über Hardware in Unternehmen
- 2 Kenntnisse über Betriebssysteme
- 3 Kenntnisse über Programmiersprachen
- 4 Kenntnisse über Datenbanken
- 5 Dokumentationsfähigkeiten
- 6 Netzwerk-Kenntnisse
- 7 Kenntnisse zu Qualitätssicherung und –verbesserung
- 8 Kenntnisse in spezifischen Anwendungsbereichen (z.B. Medizin, Betriebswirtschaft)
- 9 Fremdsprachenkenntnisse
- 10 Sonstige fehlende fachliche Kompetenzen/Qualifikationen (offen)

Alle

**17b. Und welche sozialen Kompetenzen und Qualifikationen sind nicht bzw. nicht stark genug ausgeprägt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte nicht vorlesen!*

*Prog.: Mehrfachnennung, Precodes*

- 1 Kommunikationsfähigkeit
- 2 Teamfähigkeit
- 3 Fähigkeiten in der Projektleitung
- 4 Unternehmerisches Denken
- 5 Verantwortungsbewusstsein
- 6 Fähigkeiten in der Führung von Mitarbeitern
- 7 Kundenorientierung
- 8 Zuverlässigkeit
- 9 Sonstige fehlende soziale Kompetenzen/Qualifikationen (offen)

Alle

**18. Kommen wir nun zur Personalplanung Ihres Unternehmens im Bereich Softwareentwicklung. Zunächst interessiert uns Ihr kurzfristiger Personalbedarf: Wie viele Softwareentwickler suchen sie derzeit zur sofortigen Einstellung?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Anzahl kurzfristig geplanter Softwareentwickler

Alle

**19a. Und wie viele Softwareentwickler planen Sie insgesamt innerhalb der nächsten 12 Monate einzustellen?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Anzahl mittelfristig geplanter Softwareentwickler

Wenn S9b=1

**19b. Sie haben uns vorhin gesagt, dass Sie innerhalb der nächsten 12 Monate planen, erstmalig selbst Software zu entwickeln bzw. individuell anzupassen. Werden Sie hierfür...**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*  
*Prog.: Eingeschränkte Mehrfachnennung*

- 1 neue festangestellte Mitarbeiter einstellen
- 2 ein anderes (spezialisiertes) Unternehmen übernehmen
- 3 keines von beiden

Wenn 19b=1

**19c. Wie viele Softwareentwickler planen Sie innerhalb der nächsten 12 Monate einzustellen?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Anzahl geplanter Softwareentwickler

Wenn Frage 19a/c > 0

**20. Differenzieren Sie diesen Personalbedarf nach unterschiedlichen Bildungsniveaus? D.h. suchen Sie bei der Rekrutierung von Softwareentwicklern für bestimmte Stellen gezielt nach Akademikern und für andere Stellen gezielt nach Nicht-Akademikern?**

- 1 ja
- 2 nein
- 3 Akademiker kommen grundsätzlich nicht in Frage

Wenn Frage 20 = 1

**21. Und wie viele dieser (Anzahl aus Frage 19a/c einblenden) innerhalb der nächsten 12 Monate zu besetzenden Stellen möchten Sie durch Akademiker besetzen?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Anzahl mittelfristig geplanter Akademiker

Wenn Frage 19a/c>0 und F20 nicht 3

**22. An Absolventen welcher Studiengänge wenden Sie sich zur Deckung Ihres Bedarfs an Softwareentwicklern innerhalb der nächsten 12 Monate?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*  
*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Informatik
- 2 Wirtschaftsinformatik
- 3 Maschinenbau
- 4 Elektrotechnik
- 5 Physik
- 6 Chemie
- 7 Mathematik
- 8 Nachrichtentechnik
- 9 Betriebswirtschaftslehre/Volkswirtschaftslehre
- 10 Sonstige Studiengänge, Welche (offen)?

Wenn Frage 13a=1; alle IT-Ausbildungsberufe einblenden  
 ODER

Wenn IT-Ausbildungsberufe bereits angeboten; alle noch nicht angebotenen Ausbildungsberufe einblenden

**23a. Planen Sie innerhalb der nächsten 12 Monate erstmals einen oder mehreren der folgenden IT-Ausbildungsberufe in Ihrem Unternehmen auszubilden?**

Wenn IT-Ausbildungsberufe bereits angeboten; alle bereits angebotenen Ausbildungsberufe einblenden

**23b. Planen Sie innerhalb der nächsten 12 Monate in einem oder mehreren der folgenden IT-Ausbildungsberufe zusätzliche Lehrstellen in Ihrem Unternehmen einzurichten?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Eingeschränkte Mehrfachnennung*

- 1 IT-System-Elektroniker
- 2 Fachinformatiker
- 3 IT-System-Kaufleute
- 4 Informatikkaufleute
- 5 sonstige IT-Ausbildungsberufe
- 6 keine

*IT-Ausbildungsberufe geplant (aus 23a)*

**24a. Wie viele Lehrstellen pro Ausbildungsjahrgang für (geplante Ausbildungsberufe bitte einzeln einblenden) werden Sie innerhalb der nächsten 12 Monate erstmalig einrichten?**

*Zusätzliche Ausbildungsplätze in IT-Ausbildungsberufen geplant (aus 23b)*

**24b. Wie viele zusätzliche Lehrstellen pro Ausbildungsjahrgang für (geplante Ausbildungsberufe bitte einzeln einblenden) werden Sie innerhalb der nächsten 12 Monate einrichten?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Eingeschränkte Mehrfachnennung*

- 1 Anzahl Lehrstellen IT-System-Elektroniker
- 2 Anzahl Lehrstellen Fachinformatiker
- 3 Anzahl Lehrstellen IT-System-Kaufleute
- 4 Anzahl Lehrstellen Informatikkaufleute
- 5 Anzahl sonstige IT-Ausbildungsberufe

*Wenn Frage 13=5 und IT-Ausbildungsberufe geplant (aus 24a)*

**25. Wird das erstmalige Angebot von IT-Ausbildungsberufen in Ihrem Unternehmen auch vor dem Hintergrund geplant, auf diesem Wege zukünftige Softwareentwickler für das Unternehmen auszubilden?**

*Prog.: Einfachnennung*

- 1 ja
- 2 nein

Alle

- 26. Nun interessieren wir uns für Ihren langfristigen Personalbedarf. Ausgehend von Ihrem aktuellen Bestand von (Anzahl aus Frage 5a einblenden) Softwareentwicklern: Wie viele Mitarbeiter werden in 5 Jahren in Ihrem Unternehmen als Softwareentwickler tätig sein?**

Prog.: Offene Eingabe

Anzahl Softwareentwickler in 5 Jahren

Lassen Sie uns nun kurz zu Bedeutung und Kosten der Softwareentwicklung kommen.

Alle

- 27. Welchen Gesamtumsatz erzielte Ihr Unternehmen in Deutschland im letzten Jahr?**

Int.: NICHT Software-Umsatz, sondern gesamter Umsatz des Unternehmens

Prog.: Offene Eingabe

Jahresumsatz in BRD in DM

Alle, aber nicht wenn S9b=1

- 28. Welcher Anteil dieses Gesamtumsatzes wurde durch Softwareentwicklung generiert?**

Prog.: Offene Eingabe

Anteil vom Gesamtumsatz durch Softwareentwicklung in Prozent

Alle, aber nicht wenn S9b=1

- 29. Welcher durchschnittliche Tagessatz wird in Ihrem Unternehmen für einen Softwareentwickler angesetzt?**

Prog.: Offene Eingabe

Durchschnittlicher Tagessatz in DM/Tag

Alle, aber nicht wenn S9b=1

- 30. Wie viele Manntage pro Jahr wendet Ihr Unternehmen für Softwareentwicklung auf?**

Int.: Unterstützung bei Schwierigkeiten: Anzahl Softwareentwickler x Arbeitstage/Jahr

Int.: Ein Jahr hat durchschnittlich 200 Arbeitstage

Prog.: Offene Eingabe

Aufwand Softwareentwicklung in Manntage/Jahr

Alle, aber nicht wenn S9b=1

**31. Gehen wir nun noch ein wenig detaillierter auf die Softwareentwicklung in Ihrem Unternehmen ein. Entwickelt Ihr Unternehmen Software komplett oder teilweise im Ausland oder wird Software ausschließlich in Deutschland entwickelt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen  
Prog.: Einfachnennung*

- 1 Softwareentwicklung ausschließlich in Deutschland
- 2 Softwareentwicklung ausschließlich im Ausland
- 3 Softwareentwicklung teilweise in Deutschland und teilweise im Ausland

Wenn Frage 31 = 2 oder 3

**32. Wird dabei Software durch verbundene Unternehmen (also innerhalb des Konzerns) mit Sitz im Ausland entwickelt oder erfolgen Auftragsentwicklungen durch ausländische Auftragnehmer?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen  
Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Softwareentwicklung durch verbundene Unternehmen im Ausland
- 2 Softwareentwicklung durch ausländische Auftragnehmer

Wenn Frage 32=1

**33a. In welchen der folgenden Regionen erfolgt Softwareentwicklung durch verbundene Unternehmen?**

Wenn Frage 32=2

**33b. In welchen der folgenden Regionen erfolgt Softwareentwicklung durch ausländische Auftragnehmer?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen  
Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Länder der Europäischen Union
- 2 sonstiges Europa
- 3 Nordamerika
- 4 Mittel-/Südamerika
- 5 Asien
- 6 Australien
- 7 Afrika

Wenn Frage 32=1

**34a. Aus welchen Gründen erfolgt Softwareentwicklung durch verbundene Unternehmen im Ausland?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Gründe

Wenn Frage 32=2

**34a. Aus welchen Gründen erfolgt Softwareentwicklung durch ausländische Auftragnehmer?**

Prog.: Offene Eingabe

Gründe

Prog.: Getrennte Fragestellungen bis Interviewende

**Primärbranche** → weiter mit Frage **A1**

**Sekundärbranche** → weiter mit Frage **B1**

Primärbranche

**A1. Wenn Sie jetzt bitte einmal an die Software denken, die in Ihrem Unternehmen entwickelt wird: Welchen der folgenden Kategorien lässt sich die in Ihrem Unternehmen entwickelte Software zuordnen?**

Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen

Prog.: Mehrfachnennung

- 1 Software als eigenständiges Produkt
- 2 Software als Teil anderer Software-Produkte (Bibliotheken, Module, Treiber, etc.)
- 3 Software als Teil anderer Produkte, wie z.B. Maschinen oder Elektronik (Embedded Software)

Wenn A1=1

**A2. In welche der folgenden Kategorien lassen sich die Softwareprodukte Ihres Hauses einordnen?**

Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen

Int.: Wir interessieren uns hier ausschließlich für die angebotene Software und nicht für die im Unternehmen genutzte Software

Prog.: Mehrfachnennung

- 1 Betriebswirtschaftliche Software
- 2 Technische Software
- 3 Systemsoftware
- 4 Sonstige kommerzielle Software
- 5 Multimedia/Internet
- 6 Sonstige Software, Welche (offen)

Wenn A2=1

**A3. Welche der folgenden Bereiche decken die betriebswirtschaftlichen Softwareprodukte ab?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Int.: Wir interessieren uns hier ausschließlich für die angebotene Software und nicht für die im Unternehmen genutzte Software*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Finanzwesen/Rechnungswesen
- 2 Personalwesen
- 3 Auftragsabwicklung/Fakturierung
- 4 Marketing/Vertrieb
- 5 Materialwirtschaft/Lagerwesen/Bestellwesen
- 6 Paps-Systeme/Fertigungsorganisation/Zeitwirtschaft
- 7 Instandhaltung/Wartung/Reparaturabwicklung
- 8 Planungssystem
- 9 Büroautomation
- 10 Sonstige Software, Welche (*offen*)

Wenn A2=2

**A4. Welche der folgenden Bereiche decken die technischen Softwareprodukte ab?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Int.: Wir interessieren uns hier ausschließlich für die angebotene Software und nicht für die im Unternehmen genutzte Software*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 CAD-/CAM-/CAE-Systeme
- 2 Engineering Data Management
- 3 Technische Berechnungen
- 4 Chemie
- 5 Mathematik/Statistik/Simulation
- 6 Elektrotechnik
- 7 Bauwesen
- 8 Sonstige Software, Welche (*offen*)

Wenn A2=3

**A5. Welche der folgenden Bereiche deckt die Systemsoftware ab?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Int.: Wir interessieren uns hier ausschließlich für die angebotene Software und nicht für die im Unternehmen genutzte Software*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Betriebssysteme und –erweiterungen
- 2 Netzwerke/Rechnerkommunikation
- 3 Systemadministration/Rechenzentrum-Management
- 4 Datenbanksysteme/Datenverwaltung
- 5 Programmiersprachen/Compiler
- 6 Softwareentwicklungsumgebungen
- 7 Sonstige Software, Welche (*offen*)

Wenn A2=4

**A6. Welche der folgenden Bereiche decken die sonstigen kommerziellen Softwareprodukte ab?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Int.: Wir interessieren uns hier ausschließlich für die angebotene Software und nicht für die im Unternehmen genutzte Software*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Desktop Publishing/Layout/Satztechnik
- 2 Textverarbeitung
- 3 Dokumentverwaltung
- 4 Präsentationsgraphik/Business Graphics
- 5 Autorensysteme
- 6 Lernsoftware
- 7 Spielesoftware
- 8 Sonstige Software, Welche (*offen*)

*Primärbranche*

**A8. Entwickelt Ihr Unternehmen Softwareprodukte, die branchenübergreifend eingesetzt werden oder wird Software für spezielle Branchen entwickelt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Branchenübergreifende Software
- 2 Software für spezielle Branchen

Wenn A8=2

**A9. Und für welche speziellen Branchen werden Softwareprodukte angeboten?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte nicht vorlesen, nur zuordnen!*

*Prog.: Mehrfachnennung, Precodes*

- 1 Energiewirtschaft
- 2 Elektrotechnik
- 3 Maschinen- und Fahrzeugbau
- 4 Chemie
- 5 Telekommunikationsanbieter
- 6 Bauwesen/Architektur
- 7 Handwerk
- 8 Landwirtschaft
- 9 Handel
- 10 Verlage/Buchhandel/Zeitschriftenhandel
- 11 Banken und Versicherungen
- 12 Transportwesen/Verkehrswesen
- 13 Dienstleistungen
- 14 Gesundheitswesen
- 15 Kommunalwesen/Öffentliche Verwaltung
- 16 Bildungswesen
- 17 Verbände/Vereine
- 18 Sonstige Branchen, Welche (*offen*)



*Primärbranche*

**A10. Wenn Sie jetzt bitte einmal an die entwickelte Menge einzelner Softwareprodukte in Verbindung mit den jeweiligen Zielgruppen denken: Welchen der folgenden Kategorien lässt sich dann die in Ihrem Unternehmen entwickelte Software zuordnen?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Individualsoftware (Anzahl der Installationen < 100)
- 2 Kleinserie (Anzahl der Installationen 100-1000)
- 3 Standardsoftware (Anzahl der Installationen > 1000)

*Primärbranche*

**A11. Welchen Anteil Ihres Gesamtumsatzes mit Software erzielen Sie mit ausländischen Kunden?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Anteil Auslandsumsatz Software in Prozent

*Primärbranche*

**A12a. Betreibt Ihr Unternehmen in Deutschland Forschung im Bereich Softwareentwicklung? Unter Forschung verstehen wir in diesem Zusammenhang alle Arbeiten an Aufgaben im Bereich Softwareentwicklung, deren Lösung nicht allein mit Hilfe von allgemein bekannten Methoden möglich ist.**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Einfachnennung*

- 1 ja
- 2 nein

*Wenn A12a=1*

**A12b. Wie hoch sind derzeit die jährlichen Aufwendungen bzw. das Budget Ihres Unternehmens für Forschung im Bereich Softwareentwicklung?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Forschungsbudget Softwareentwicklung in DM/Jahr

*Primärbranche*

**A13a. Unterhält Ihr Unternehmen im Bereich Softwareentwicklung Kooperationen mit Hochschulen oder öffentlichen Forschungseinrichtungen?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen  
 Prog.: Eingeschränkte Mehrfachnennung*

- 1 Vergabe von Diplomarbeiten
- 2 Teilnahme an Vortragsreihen
- 3 Vergabe von Praktika
- 4 Vergabe von Forschungsprojekten
- 5 Vergabe von sonstigen Projekten
- 6 Beratung bezüglich neuer Softwaretechnologie-Trends
- 7 nein, keine Kooperationen

*Wenn (A13a nicht 4 und nicht 5) oder (A13a = 7)*

**A13b. Weshalb kooperiert Ihr Unternehmen nicht im Rahmen von (einblenden je nach Nennung aus A13) mit Hochschulen oder öffentlichen Forschungseinrichtungen?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Gründe

*Primärbranche*

**A14. Werden in Ihrem Unternehmen bei der Softwareentwicklung Normen und Industriestandards, d.h. definierte Vorgehensmodelle und systematische Ansätze zur Qualitätssicherung, befolgt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen  
 Prog.: Eingeschränkte Mehrfachnennung*

- 1 ja, derzeit
- 2 ja, zukünftig
- 3 nein

*Wenn A14=1*

**A15a. Welche Normen und Industriestandards, d.h. definierte Vorgehensmodelle und systematische Ansätze zur Qualitätssicherung, werden derzeit (zusätzlich wenn A14=1 und A14=2) bei der Softwareentwicklung befolgt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen  
 Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 ISO 12207
- 2 V-Modell
- 3 Unternehmenseigene Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung
- 4 ISO 9001
- 5 ISO 15504 (Spice)
- 6 CMM
- 7 Unternehmenseigene systematische Ansätze zur Qualitätssicherung
- 8 Sonstige, Welche (*offen*)

Wenn A14=2

**A15b. Welche Normen und Industriestandards, d.h. definierte Vorgehensmodelle und systematische Ansätze zur Qualitätssicherung, werden zukünftig bei der Softwareentwicklung befolgt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

*Prog.: Wenn (A14=1 & A14=2) bitte nur in A15a nicht genannte Vorgaben einblenden!*

- 1 ISO 12207
- 2 V-Modell
- 3 Unternehmenseigene Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung
- 4 ISO 9001
- 5 ISO 15504 (Spice)
- 6 CMM
- 7 Unternehmenseigene systematische Ansätze zur Qualitätssicherung
- 8 Sonstige, Welche (*offen*)
- 9 Keine davon

*Alle*

**A16. Zum Abschluss würden wir noch gerne erfahren, welche Qualitätseigenschaften für die im Unternehmen entwickelte Software wettbewerbsbestimmend sind?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte nicht vorlesen, nur zuordnen!*

*Prog.: Mehrfachnennung, Precodes*

- 1 Funktionalität
- 2 Zuverlässigkeit
- 3 Ergonomie/Benutzungsfreundlichkeit
- 4 Geschwindigkeit
- 5 Wartbarkeit
- 6 Portabilität
- 7 Datensicherheit
- 8 Flexibilität
- 9 Individuelle Lösungen
- 10 Sonstige Qualitätseigenschaften, welche? (*offen*)

Wenn Sekundärbranche und S9a = 2 oder 3

**B1. Welchen der folgenden Kategorien lässt sich die extern gekaufte Software zuordnen?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Standardsoftware
- 2 Standardsoftware mit individuellen Komponenten
- 3 Individualsoftware

Wenn Sekundärbranche und S9a = 2 oder 3

**B2. Wenn Sie jetzt bitte einmal an die Marktmacht Ihrer Auftragnehmer denken: Haben Sie bei einzelnen oder mehreren Auftragnehmern das Gefühl, dass Sie auf diese weit über ein normales Auftraggeber/Auftragnehmer-Verhältnis hinaus angewiesen sind?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Ja, bei einzelnen Auftragnehmern
- 2 Ja, bei mehreren Auftragnehmern
- 3 Nein

Wenn B2 = 1 oder 2

**B3. Aus welchen Ländern bzw. Regionen stammen diese Auftragnehmer?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Deutschland
- 2 sonstige Länder der Europäischen Union
- 3 sonstiges Europa
- 4 Nordamerika
- 5 Mittel-/Südamerika
- 6 Asien
- 7 Australien
- 8 Afrika

Wenn Sekundärbranche und S9a=1

**B4. Welchen der folgenden Kategorien lässt sich die in Ihrem Unternehmen selbst entwickelte Software zuordnen?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Software als eigenständiges Produkt
- 2 Software als Teil anderer Softwareprodukte (Bibliotheken, Module, Treiber, etc.)
- 3 Software als Teil anderer Produkte, wie z.B. Maschinen oder Elektronik (Embedded Software)

Wenn Sekundärbranche und S9a=1

**B5. Wenn Sie jetzt bitte einmal an die entwickelte Menge einzelner Softwareprodukte in Verbindung mit den jeweiligen Zielgruppen denken: Welchen der folgenden Kategorien lässt sich dann die in Ihrem Unternehmen entwickelte Software zuordnen?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 Individualsoftware (Anzahl der Installationen pro Version < 100)
- 2 Kleinserie (Anzahl der Installationen pro Version 100-1000)
- 3 Standardsoftware (Anzahl der Installationen pro Version > 1000)

*Sekundärbranche*

**B6. Denken Sie jetzt bitte einmal an die Kosten der Neuentwicklung von Produkten und Dienstleistungen Ihres Unternehmens: Welcher Anteil dieser Kosten entfällt durchschnittlich auf Softwareentwicklung?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Anteil Kosten für Softwareentwicklung in Prozent

*Sekundärbranche*

**B7a. Betrachten Sie bitte einmal den mengenmäßigen Bestand der in Ihrem Unternehmen eingesetzten Software. Welche Anteile entfallen dabei auf...**

*Prog.: Offene Eingabe in Prozent; Summe = 100%*

- 1 Gekaufte Standardsoftware
- 2 Extern vergebene Auftragsentwicklungen
- 3 Eigenentwicklungen

*Sekundärbranche*

**B7b. Und wie wird sich dieses Verhältnis in Zukunft gestalten. Welcher Anteil wird in den nächsten 12 Monaten auf ... entfallen?**

*Prog.: Offene Eingabe in Prozent; Summe = 100%*

- 1 Gekaufte Standardsoftware
- 2 Extern vergebene Auftragsentwicklungen
- 3 Eigenentwicklungen

*Sekundärbranche, aber nicht, wenn S9b =1*

**B8a. Betreibt Ihr Unternehmen in Deutschland Forschung im Bereich Softwareentwicklung? Unter Forschung verstehen wir in diesem Zusammenhang alle Arbeiten an Aufgaben im Bereich Softwareentwicklung, deren Lösung nicht allein mit Hilfe von allgemein bekannten Methoden möglich ist.**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Einfachnennung*

- 1 ja
- 2 nein

*Wenn B8a=1, aber nicht, wenn S9b =1*

**B8b. Wie hoch sind derzeit die jährlichen Aufwendungen bzw. das Budget Ihres Unternehmens für Forschung im Bereich Softwareentwicklung?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Forschungsbudget Softwareentwicklung in DM/Jahr

*Sekundärbranche, aber nicht, wenn S9b =1*

**B9. Unterhält Ihr Unternehmen im Bereich Softwareentwicklung Kooperationen mit Hochschulen oder öffentlichen Forschungseinrichtungen?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen  
Prog.: Eingeschränkte Mehrfachnennung*

- 1 Vergabe von Diplomarbeiten
- 2 Teilnahme an Vortragsreihen
- 3 Vergabe von Praktika
- 4 Vergabe von Forschungsprojekten
- 5 Vergabe von sonstigen Projekten
- 6 Beratung bezüglich neuer Softwaretechnologie-Trends
- 7 nein, keine Kooperationen

*Wenn (B9 nicht 4 und nicht 5) oder (B9 = 7, aber nicht, wenn S9b =1)*

**B10. Weshalb kooperiert Ihr Unternehmen nicht im Rahmen von (einblenden je nach Nennung aus B9) mit Hochschulen oder öffentlichen Forschungseinrichtungen?**

*Prog.: Offene Eingabe*

Gründe

*Sekundärbranche, aber nicht, wenn S9b =1*

**B11. Werden in Ihrem Unternehmen bei der Softwareentwicklung Normen und Industriestandards, d.h. definierte Vorgehensmodelle und systematische Ansätze zur Qualitätssicherung, befolgt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen  
Prog.: Eingeschränkte Mehrfachnennung*

- 1 ja, derzeit
- 2 ja, zukünftig
- 3 nein

*Wenn B11=1*

**B12a. Welche Normen und Industriestandards, d.h. definierte Vorgehensmodelle und systematische Ansätze zur Qualitätssicherung, werden derzeit (zusätzlich einblenden, wenn B11= 1 und B11=2) bei der Softwareentwicklung befolgt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen  
Prog.: Mehrfachnennung*

- 1 ISO 12207
- 2 V-Modell
- 3 Unternehmenseigene Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung
- 4 ISO 9001
- 5 ISO 15504 (Spice)
- 6 CMM
- 7 Unternehmenseigene systematische Ansätze zur Qualitätssicherung
- 8 Sonstige, Welche (*offen*)

Wenn B11=2

**B12b. Welche Normen und Industriestandards, d.h. definierte Vorgehensmodelle und systematische Ansätze zur Qualitätssicherung, werden zukünftig (u.U. zusätzlich) bei der Softwareentwicklung befolgt?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte vorlesen*

*Prog.: Mehrfachnennung*

*Prog.: Wenn (B11=1 & B11=2) bitte nur in B12a nicht genannte Vorgaben einblenden!*

- 1 ISO 12207
- 2 V-Modell
- 3 Unternehmenseigene Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung
- 4 ISO 9001
- 5 ISO 15504 (Spice)
- 6 CMM
- 7 Unternehmenseigene systematische Ansätze zur Qualitätssicherung
- 8 Sonstige, Welche (*offen*)
- 9 Keine davon

*Alle*

**B13. Zum Abschluss würden wir noch gerne erfahren, welche Qualitätseigenschaften für die im Unternehmen entwickelte Software wettbewerbsbestimmend sind?**

*Int.: Antwortvorgaben bitte nicht vorlesen, nur zuordnen!*

*Prog.: Mehrfachnennung, Precodes*

- 1 Funktionalität
- 2 Zuverlässigkeit
- 3 Ergonomie/Benutzungsfreundlichkeit
- 4 Geschwindigkeit
- 5 Wartbarkeit
- 6 Portabilität
- 7 Datensicherheit
- 8 Flexibilität
- 9 Individuelle Lösungen
- 10 Sonstige Qualitätseigenschaften, welche? (*offen*)

*Alle*

**F27. Haben Sie zum Abschluss noch irgendwelchen Anregungen oder Vorschläge, die Sie im Zusammenhang mit diesem Thema anmerken möchten?**

*Prog.: Offene Eingabe*

## A. Methodisches Vorgehen

### Repräsentative Unternehmensbefragung

- Feldzeit  
In der Zeit vom 10. April bis 19. Mai 2000 wurden insgesamt 920 Interviews mit Vertretern von Unternehmen der Primärbranche und den Sekundärbranchen durchgeführt.
- Stichprobe  
Bei Befragungen im Unternehmens-Sektor ist regelmäßig eine disproportionale Stichprobe notwendig, weil ansonsten große Unternehmen nur entsprechend ihrem Anteil in der Grundgesamtheit in die Stichprobe gelangen würden. So liegt in Deutschland der Anteil von Unternehmen mit über 200 Beschäftigten bei unter 1% aller Unternehmen, während die Unternehmen mit 1 bis 9 Beschäftigten über 90% ausmachen. Große Unternehmen müssen deshalb in Stichproben überrepräsentiert werden, damit auch für sie statistisch valide Aussagen getroffen werden können.

Um die Bedeutung von Softwareentwicklung in den betrachteten Branchen einerseits aber auch die Heterogenität von Unternehmen innerhalb von Branchen zu berücksichtigen, wurden die Interviews nach folgender Stichprobenmatrix durchgeführt:

	1-9 Mitarbeiter	10-49 Mitarbeiter	50-199 Mitarbeiter	200+ Mitarbeiter	Gesamt- anzahl Interviews
<b>Primärbranche Softwareentwicklung/ IT-Systemhersteller</b>	<b>63</b>	<b>90</b>	<b>59</b>	<b>37</b>	<b>249</b>
<b>Sekundärbranchen gesamt</b>	<b>62</b>	<b>180</b>	<b>185</b>	<b>244</b>	<b>671</b>
Maschinenbau	15	56	60	76	<b>207</b>
Elektrotechnik	31	61	45	63	<b>200</b>
Fahrzeugbau	4	3	21	44	<b>72</b>
Telekommunikation	9	36	25	21	<b>91</b>
Finanzdienstleistungen	3	24	34	40	<b>101</b>
<b>Gesamtanzahl Interviews</b>	<b>125</b>	<b>270</b>	<b>244</b>	<b>281</b>	<b>920</b>

- Befragungseinheit

Bei Befragungen im Business-to-Business-Bereich ist zunächst entscheidend, welche Zielinstitution zu befragen ist. Je nach Themenstellung kann die Untersuchung auf Unternehmensebene oder auf Ebene der Arbeitsstätte durchgeführt werden. Da es sich bei dieser Untersuchung um Fragestellungen handelt, die in der Regel unternehmenszentral entschieden werden, wurde die Befragung auf Unternehmensebene durchgeführt. Innerhalb des Unternehmens wurde diejenige Person befragt, die über die Nutzung und Entwicklung von Software am besten Auskunft geben konnte, bzw. die Entscheidungen in diesen Bereich trifft. Dies war in der Regel der Leiter Softwareentwicklung, in kleineren Unternehmen häufig auch der Inhaber oder Geschäftsführer.

- Befragungsmethode

Die Wahl der geeigneten Befragungsmethode hängt vom Thema, der Dauer der Befragung sowie den zu befragenden Zielpersonen ab. Alle drei Punkte ließen in diesem Fall eine telefonische Befragung zu. Die Interviews wurden dabei im GfK-eigenen Telefonstudio in Nürnberg mittels CATI (**C**omputer **A**ssisted **T**elephone **I**nterviewing) durchgeführt. Diese Methode der Durchführung telefonischer Interviews hat gegenüber persönlichen oder schriftlichen Befragungen insbesondere folgenden Vorteil: Computergestützte telefonische Untersuchungen liefern eine sehr hohe Datenqualität, da eine kontrollierte Interviewsituation vorliegt; automatisches Wählen (Autodialing) und Stichprobensteuerung durch ein Stichproben-Management-System (SMS) garantieren methodisch saubere Stichproben, da durch wiederholtes Anrufen eine bessere Stichprobenausschöpfung erreicht wird und die Adressen automatisch auf Terminvorlage genommen werden.

Bei den Telefoninterviews wurden speziell für Unternehmensbefragungen ausgebildete Interviewer eingesetzt.

Mit 39,5% lag die Response-Rate deutlich über dem für Unternehmensbefragungen üblichen Niveau.

- Befragungsinhalte

Im Rahmen der ca. 30minütigen Interviews wurden schwerpunktmäßig folgende Fragestellungen abgedeckt.

- Anzahl Unternehmen in Primär- und Sekundärbranchen mit Softwareentwicklung bzw. –anpassung
- Softwarebeitrag zur betrieblichen Wertschöpfung
- Anteil Software an Entwicklungskosten von hergestellten Produkten und Dienstleistungen
- Art der entwickelten Software
- Abhängigkeit von in- oder ausländischen Softwareanbietern
- Anzahl Unternehmen mit/ohne eigene Forschungsbetrieb zur Softwareentwicklung
- Bedeutung von Normen und Industriestandards bei der Softwareentwicklung
- Stellenwert der Zusammenarbeit mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen
- Arbeitskräftebestand und –bedarf in der Softwareentwicklung (inkl. Qualifikation)

Der voll strukturierte Fragebogen befindet sich in Anhang. Zur Entwicklung des Fragebogens wurden im Februar/März 2000 insgesamt 23 Tiefeninterviews mit Vertretern der zu befragenden Zielgruppe durchgeführt. Diese Gespräche hatten den Zweck, auch aus Sicht der Unternehmen alle relevanten Aspekte des Untersuchungsthemas zu ermitteln und einen ersten Eindruck über Strukturen und Besonderheiten in den verschiedenen Branchen sowie Zuständigkeiten in den Unternehmen zu ermitteln. Geschulte Experten-Interviewer und Projektleiter der GfK Marktforschung haben diese etwa 1stündigen Gespräche am Arbeitsort der Befragten durchgeführt.


- Auswertung der Ergebnisse

Die Auswertung der Ergebnisse der Unternehmensbefragung erfolgte in tabellarischer Form nach Branchen und Unternehmensgröße (gemessen an der Anzahl der Mitarbeiter). Die Ergebnisse wurden auf die in Kapitel 4.1.3 beschriebenen Grundgesamtheiten der Unternehmen mit Softwareentwicklung der Primärbranche und der Sekundärbranchen (d.h. in Kombination auf Branche und Unternehmensgrößeklasse) gewichtet und hochgerechnet. Auf diese Weise wird zum einen eine Proportionalisierung, d.h. ein notwendiger Ausgleich des disproportionalen Auswahlansatzes der Stichprobe, und eine Anpassung der Struktur der Stichprobe an die Basisstruktur-Relationen der Grundgesamtheit durchgeführt.

Bei dieser Art von Befragungen werde bei einzelnen Fragestellungen aus unterschiedlichen Gründen keine Angabe gemacht – sei es, weil Zielpersonen keine exakte Antwort nennen können oder nennen wollen. Der Anteil „keine Angabe“ bewegt sich dabei in der Regel je nach Fragestellung bei 5-10%. Bei einige Aspekte der Untersuchung (z.B. Bedarf an Softwareentwicklern) wurden in diesen Fällen fehlende Angabe hinzugeschätzt, um über den betrachteten Markt eine Gesamtaussage treffen zu können. Die fehlenden Werte wurden durch das getrimmte Mittel eingesetzt. Das getrimmte Mittel entspricht in der Berechnung dem arithmetischen Mittel (Durchschnittsbildung) , allerdings werden die 5% größten und kleinsten Werte bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Dadurch wird zum einen der Einfluss sogenannter statistischen „Ausreißer“ reduziert, zum anderen wird der Schwerpunkt der Daten besser abgebildet.

Die Genauigkeit der Schätzung erhöht sich, wenn das getrimmte Mittel geschichtet ermittelt wird, d.h. getrennt nach bestimmten Kategorie. Diese Kategorien kann man nach den Ausprägungen verschiedenster Variablen bilden. Eine Varianzanalyse ermittelte z.B. für den Bedarf an Softwareentwicklern die optimale Kategorienbildung und damit die genaueste Schätzmöglichkeit nach den Variablen Branche und Unternehmensgröße.

**Vorgehensweise bei der Schätzung der fehlenden Angaben zum kurzfristigen Personalbedarf**



Branche	
Primärbranche und Telekommunikation/ Fernmeldedienste	Verarbeitendes Gewerbe und Finanzdienstleistungen
1	2

Fall-Nr.	Kurzfristiger Personalbedarf	Branche	Anzahl Softwareentwickler	Schätzung des Bedarfs
xxx	k.A.	Telekommunikation/ Fernmeldedienste	10	$\hat{\Delta} = 10 \times$ 1

P\_evasoft.ppt / 13

Abbildung A:a Vorgehensweise bei der Schätzung der fehlenden Angaben zum kurzfristigen Personalbedarf



## **Expertengespräche**

In der Zeit vom 11. April bis 10. August wurden 55 Expertengespräche mit Mitarbeitern von Unternehmen der Primärbranche und den Sekundärbranchen, die um die Branchen Handel, Transport/Verkehr und Chemie/Pharma erweitert worden sind, durchgeführt.

Es wurden aus den verschiedenen Branchen sowohl kleine, junge und/oder profilbestimmende und marktführende Unternehmen ausgewählt. Eine vollständige Liste der an den Expertengesprächen beteiligten Unternehmen ist im Anhang zu finden. Die interviewten Personen aus den Unternehmen gehörten dem mittleren und oberen Management in der Softwareentwicklung an.

Die Expertengespräche wurden von den Projektteams der beiden beteiligten Fraunhofer-Institute geleitet und fanden am Arbeitsort der Experten statt. Die Gespräche wurden als strukturiertes Interview durch einen Leitfaden (siehe Anhang) gestützt durchgeführt. Der Leitfaden umfasste 36 offene Fragen und ermöglichte einen tieferen Einblick in die Praxis der Softwareentwicklung aus der Sicht der unmittelbaren Beteiligten. Bei der Ausarbeitung des Leitfadens wurde sowohl das Wissen und die Erfahrung der Projektteams eingebracht als auch die Ergebnisse der Sekundärrecherche.

Die Gespräche dauerten, auch abhängig von der Anzahl der beteiligten Personen, zwischen 60 und 180 Minuten. Wenn möglich wurden die Gespräche durch zwei Mitarbeiter der Projektteams geführt. Dabei nahm einer die Rolle des Fragestellers an und der andere die des Protokollanten. Andernfalls wurde das Gespräch auf Band aufgezeichnet. Die Protokolle wurden in einer Datenbank festgehalten, deren Eingabefelder mit den Fragen aus dem Leitfaden übereinstimmten. Mit Hilfe dieser Datenbanken wurden die Expertengespräche systematisch ausgewertet.

## B. Szenariotechnik

Szenarien sind keine Vorhersagen über den künftigen Zustand eines Systems im Sinne von Prognosen. Vielmehr sind sie „Bilder“ oder Skizzen *möglicher* künftiger Situationen. Szenarien sind in sich selbst konsistente Geschichten über die Art und Weise, wie sich das betrachtete System im Zeitablauf entwickeln bzw. in welchem Zustand es sich zu einem bestimmten künftigen Zeitpunkt befinden wird. Diese „narrativen Beschreibungen hypothetischer Zukünfte lenken die Aufmerksamkeit auf kausale Prozesse und Entscheidungspunkte“ [Kahn & Wiener, 1971]. Der Szenarioansatz stellt damit eine Methode dar, für einen gegebenen Zusammenhang besonders wichtige Einflussfaktoren auf die künftige Entwicklung herauszuarbeiten und verschiedene mögliche Entwicklungslinien explizit zu machen, um künftige Rahmenbedingungen definieren zu können. In diesem Sinne sind Szenarien Hilfsmittel für die langfristige, strategisch orientierte Planung.

Da im Rahmen dieses Projektes explizit Handlungsoptionen für die Forschungs- und Bildungspolitik abgeleitet werden sollten, die zu einem möglichst starken und wettbewerbsfähigen Softwareproduktion in Deutschland beitragen, wurde ein antizipatorisch-normativer Ansatz gewählt, bei dem die Ziele der Entwicklung gegeben sind und untersucht wird, welche Mittel zur Zielerreichung eingesetzt werden müssen [Vgl. Hiessl & Kuntze 1998].

### B.1 Elemente der Szenariotechnik

Eine der Handlungsanleitungen für die Erstellung von Szenarien ist der Team-Gedanke: Die Entwicklung alternativer Zukunftsbilder „lebt“ von der Konfrontation einzelner Meinungen und Erwartungen mit den Einschätzungen anderer Teammitglieder [u. a. Reibnitz 1992; Gausemeier et al. 1996, 1998a, 1998b; Fahey & Randall 1998].

Die Vorgehensweise erfolgt nach dem klassischen Verfahren von Reibnitz [1992] und umfasst folgende Schritte:

Unter dem Begriff der **Aufgabenanalyse** als erstem Schritt eines Szenario-Projektes versteht man die Festlegung des Unternehmensbereichs, für den mit Hilfe der Szenario-Technik Strategieentwicklung betrieben werden soll.

Nach der Aufgabenanalyse folgt die **Einflussanalyse** als zweiter Projektschritt. Hierbei geht es darum, diejenigen Faktoren zu identifizieren, die für die Entwicklung des Geschäftsfeldes des zu betrachtenden Unternehmensbereichs maßgeblich sind. Als Grundlage wird dabei auf die Ergebnisse zurückgegriffen, die in der Analyse der Ausgangssituation ermittelt wurden.

Der dritte Schritt im Ablauf eines Szenarien-Projektes ist die **Trendprojektion**. Die in der Einflussanalyse als relevant für die Entwicklung des Geschäftsfeldes erachteten Faktoren werden hier in ihrer zukünftigen Entwicklung prognostiziert. Die Generierung der Trends ist hierbei wesentlicher Bestandteil der zu leistenden Arbeiten.

Die sich hieran anschließende **Szenarienentwicklung** im engeren Sinne stellt den vierten Arbeitsschritt dar. Die hier zu lösende Aufgabe ist die Identifikation miteinander verträglicher Entwicklungstrends in den relevanten Einflussbereichen und die Bündelung dieser kompatiblen Entwicklungstrends zu Szenarien. Da bei einem antizipatorisch-normativen Szenarioansatz bereits anfänglich ein gewünschter Zukunftszustand definiert wurde, werden in diesem Arbeitsschritt vor allem die möglichen Hindernisse und Bruchstellen auf dem Weg zum gewünschten Zustand aufgezeigt.

In der sich anschließenden **Konsequenzanalyse** werden Maßnahmen entwickelt, die geeignet erscheinen, für den Weg in die gewünschte Zukunft optimal zu rüsten und bestmögliches Agieren zu unterstützen.

Der siebte und letzte Arbeitsschritt bezieht sich auf die **Szenarioverfolgung**. Um kontinuierlich feststellen zu können, ob die Zukunftsentwicklung wirklich in Richtung auf das Leitszenario hin abläuft, ist es notwendig, eine permanente Umfeldbeobachtung zu etablieren. Dieser Arbeitsschritt kann erst nach Abschluss dieser Studie in Angriff genommen werden, wenn die aus der Konsequenzanalyse abgeleiteten Handlungsoptionen umgesetzt worden sind.

## ***B.2 Aufgabenanalyse***

Die Ermittlung der für die Entwicklung der Softwareproduktion in Deutschland relevanten Einflussbereiche und die Festlegung der in diesen Bereichen vorrangig zu berücksichtigenden Einflussfaktoren orientierte sich an vorliegenden Strukturierungsansätzen für potenzielle Einflussgrößen [u.a. Reibnitz 1992, Schätz et al. 2000]. Darüber hinaus gingen die in der Aufgabenanalyse und den Experteninterviews ermittelten gegenwärtigen Rahmenbedingungen in die Diskussion ein. Vorlagen des ISI mit Einflussbereichen und einem Fundus jeweils möglicher Einflussfaktoren waren als Diskussionsanreiz angelegt, denn die Auswahl der zu betrachtenden Einflussgrößen muss individuell erfolgen und kann nicht schematisch aus anderen Szenarienprojekten übertragen werden oder sich gar nach einem Standard richten.

### B.3 Einflussanalyse

Um zu vermeiden, dass es schon bei der Definition der Einflussfaktoren zu einer impliziten Schwerpunktbildung kommt, wurden acht Einflussbereiche identifiziert. Sie stellen die Schwerpunkte des Szenariofeldes dar und wurden im Rahmen eines Workshops in Nürnberg von den Partnern des Projektkonsortiums, den Vertretern der Industrieverbände und dem Auftraggeber einvernehmlich festgelegt. Das Szenariofeld „Die Entwicklung der Softwareproduktion in Deutschland“ umfasst folgende Bereiche:

- Technologisches Umfeld  
Allgemeine Einflüsse aus dem Technologieumfeld werden hier besonders hinsichtlich der Wechselwirkungen zu dem technischen Gestaltungsfeld vom globalem Umfeld getrennt. Die betrachteten Einflussbereiche sind die **Softwaretechnik (A)** und die **Informations- und Kommunikations (IuK-) Technik (B)**.
- Unternehmensumfeld  
Zu diesem Bereich gehören die **Organisation des Softwareentwicklungs-Prozesses (C)** innerhalb des Unternehmens und die dort eingesetzten technischen Hilfsmittel sowie die Anzahl und Qualifikationen des **Softwareentwicklungs-Personals (D)**.
- Branchenumfeld  
Es umfasst die direkte Wettbewerbsumgebung eines Unternehmens. Dabei wurde nochmals zwischen den Beziehungen softwareproduzierender Unternehmen mit ihren **Kunden (E)** und mit ihren **Wettbewerbern (F)** unterschieden.
- Globales Umfeld  
Dieses umfasst allgemeine **politische (G)** sowie **wirtschaftliche und gesellschaftliche (H)** Faktoren.

Weil die Aufteilung des Szenariofeldes in Einflussbereiche relativ abstrakt ist, wurden deshalb für die einzelnen Einflussbereiche mögliche Einflussfaktoren identifiziert, mit denen sich der gegenwärtige Zustand eines Einflussbereiches, dessen zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten sowie die gegenwärtigen und zukünftigen Wechselwirkungen mit anderen Einflussbereichen beschreiben lassen (Tabelle B.3:a).

A. Softwaretechnik	<p>A.1 Akzeptanz des Software Engineering als Disziplin (Reifegrad der Softwaretechnik, Herausbildung einer stabilen Wissens- und Methodenbasis)</p> <p>A.2 Werkzeuge zur Entwicklungsunterstützung (Integration und Durchgängigkeit von Werkzeugen, Standards)</p> <p>A.3 Technische Standards und Normen (bei Protokollen, Programmiersprachen, Benutzungsschnittstellen, etc.)</p> <p>A.4 Vorgehensweise zur Produktion von Software (Entwicklungsmethodik)</p> <p>A.5 Wissensmanagement</p>
B. IuK-Technik	<p>B.6 Leistungsfähigkeit der Informationstechnik bzw. Mikroelektronik (z.B. Prozessoren, Speicher, Sensoren)</p> <p>B.7 Leistungsfähigkeit der Kommunikationsinfrastruktur (Bandbreite, Durchgängigkeit, Verbreitung)</p> <p>B.8 Sicherheit der Kommunikationsinfrastruktur (Sichere Übertragung, Schutz vor unautorisiertem Zugriff)</p>
C. Organisation des Softwareentwicklungs-Prozesses im Unternehmen	<p>C.9 Art der produzierten Software (Individualsoftware, Standardsoftware, embedded Software)</p> <p>C.10 Rollenspezialisierung in der Softwareentwicklung</p> <p>C.11 Produkt- vs. Projektorientierung (Organisatorische Gestaltung des Entwicklungsprozesses im Unternehmen)</p> <p>C.12 Produktqualität (V.a. Funktionalität / Ergonomie)</p> <p>C.13 Bedeutung von Software im Unternehmen</p> <p>C.14 Vergabe von Softwareentwicklung an Drittfirmen, Zulieferbeziehungen, Kooperationen</p> <p>C.15 Qualitätswesen / Zertifizierung (Bedeutung und Verbreitung)</p>

	C.16	Reaktion auf Marktentwicklung (z.B. Produktlebensdauern, Gestaltung des Versionsübergangs)
D. Softwareentwicklungs-Personal	D.17	Personaleinsatz (Zusammensetzung von Entwicklungsteams nach Fachrichtungen und Abschlüssen)
	D.18	Qualifizierung (Grundlagenorientierung vs. Anwendungsorientierung)
	D.19	Transfer von Know-how (Rekrutierung, Weiterbildung, Strategische Kooperationen)
	D.20	Innovationsorientierung der Mitarbeiter
E. Kunden	E.21	Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen
	E.22	Serviceorientierung
	E.23	Neue Märkte (z.B. Akzeptanz von E-Commerce, Fernwartung, etc.)
	E.24	Zielmärkte (Konsumenten- vs. Geschäftskundenmarkt)
F. Wettbewerber	F.25	Branchenstandards (Bedeutung von Standards, für die Kooperation von Unternehmen untereinander und mit anderen Marktteilnehmern)
	F.26	Struktur der Softwaremarktes, Marktmacht, Wettbewerbsintensität (Marktmacht der Anbieter, Lieferantenbeziehungen, Sortimentspolitik, Produktlebensdauer)
	F.27	Heutige Marktposition deutscher Unternehmen
	F.28	Marketingorientierung
	F.29	Gründungsgeschehen (Zahl der Neugründungen und Liquidationen, Schwerpunkte der Geschäftstätigkeit)
G. Politische Faktoren	G.30	Bildungssystem (Ausbildung von Fachpersonal auf allen Bildungswegen)
	G.31	Umfang von Forschungs- und Entwicklungsaktivität (Entwicklung der FuE-Aufwendungen von Staat und Industrie)
	G.32	Anwendungsorientierung von Forschungs- und Entwicklungsaktivität

	<p>G.33 Technologietransfer</p> <p>G.34 Rolle der Universitäten in der Weiterbildung</p> <p>G.35 Steuerliche und bürokratische Rahmenbedingungen für Unternehmensneugründungen</p> <p>G.36 Umweltpolitik (Bedeutung des Umweltschutz für politische Entscheidungen, Umwelt als hemmender Faktor oder neuer Markt)</p>
H. Wirtschaftliche und gesellschaftliche Faktoren	<p>H.37 Arbeitskräftepotenzial (Anzahl potenzieller Arbeitskräfte, Zuwanderung, Stille Reserven)</p> <p>H.38 Mobilität der Arbeitnehmer (Räumliche Mobilität von Arbeitskräften im Alltag)</p> <p>H.39 Verzahnung von Industrie und öffentlichen Universitäten</p> <p>H.40 Technikakzeptanz (Einstellung zu neuen Technologien, Bereitschaft zum Umgang mit neuer Technik und zum Lernen)</p> <p>H.41 Globale Dezentralisierung wirtschaftlicher Aktivitäten (Auslagerung der Produktion insbesondere ins Ausland)</p> <p>H.42 Globaler Wettbewerb um Humanressourcen</p> <p>H.43 Know-how-Schutz (z.B. Patente auf Software) [DIN 2000]</p> <p>H.44 Innovationsdynamik (Geschwindigkeit des technischen Fortschritts, Wettbewerbsstärke deutscher Unternehmen)</p>

Tabelle B.3:a Einflussbereiche und -faktoren für die Softwareproduktion in Deutschland

Im zweiten Schritt kommt es darauf an, die Vielfalt der Einflussfaktoren, die die verschiedenen Einflussbereiche charakterisieren, auf eine handhabbare Zahl zentraler Faktoren zu reduzieren. So wurden, nachdem eine Faktorenliste für jeden Bereich diskutiert und im Konsens zusammengestellt worden war, durch eine Punktwertung der Teammitglieder die Prioritäten ermittelt. Sie bildeten die Grundlage für den nächsten Schritt der Trendprojektion.

Mit dieser Konkretisierung ist es anschließend möglich, die Rolle jedes Einflussbereichs und deren gegenseitige Abhängigkeiten zu analysieren. Für jedes Faktoren-Paar wird der Einfluss ermittelt, mit dem der eine Einflussfaktor auf den anderen wirkt - und umgekehrt.

Dabei steht die Frage im Vordergrund: Wenn sich der Einflussfaktor A verändert, wie stark oder wie schnell verändert sich durch die direkte Einwirkung von A der Einflussfaktor B? Die Bewertung der Einflüsse erfolgt anhand der folgenden Skala:

- 0 = keine oder sehr schwache Wirkung, d.h. wenn sich Einflussfaktor A sehr stark verändert, wirkt sich dies gar nicht oder nur sehr schwach auf Einflussfaktor B aus.
- 1 = schwache oder indirekte verzögerte Wirkung, d.h. wenn sich Einflussfaktor A verändert, wirkt sich dies schwach auf Einflussfaktor B aus.
- 2 = starke oder sehr starke Wirkung, d.h. wenn sich Einflussfaktor A leicht verändert, wirkt sich das sehr stark auf Einflussfaktor B aus.

... hat Einfluss auf ..	Software-technik	IuK-Technik	Unternehmen – Organisation	Unternehmen - Personal	Kunden	Wettbewerb	Staat	Wirtschaft & Gesellschaft	Aktivsumme
Software-technik		2	2	2	1	2	0	1	10
IuK-Technik	1		1	1	2	1	1	2	9
Unternehmen – Organisation	1	1		2	0	2	0	0	6
Unternehmen – Personal	1	0	2		0	1	1	1	6
Kunden	2	1	2	2		1	0	1	9
Wettbewerb	2	1	1	2	2		1	2	11
Staat	2	2	0	1	1	2		1	8
Wirtschaft & Gesellschaft	0	1	2	2	1	2	2		10
Passivsumme	9	8	10	12	7	11	5	8	
Impulsindex	1,11	1,13	0,60	0,50	1,29	1,00	1,80	0,80	
Dynamikindex	90	72	60	72	63	121	45	80	

Tabelle B.3:b Abhängigkeit der Einflussbereiche (Einflussmatrix)

Aus der Einflussmatrix (Tabelle B.3:b) können verschiedene Kennwerte ermittelt werden:

- Aktivsumme  
Die Aktivität eines Einflussfaktors ist die Zeilensumme aller Beziehungswerte. Sie zeigt die Stärke an, mit der ein Einflussfaktor direkt auf alle anderen Einflussfaktoren im System wirkt.
- Passivsumme  
Die Passivität eines Einflussfaktors ergibt sich aus der Spaltensumme. Sie ist ein Maß dafür, wie stark der jeweilige Einflussfaktor durch alle übrigen Einflussfaktoren beeinflusst wird.
- Der Impulsindex  
entsteht aus der Division von Aktiv- und Passivsumme und ist ein Maß für die Einflüsse, die von einem Einflussfaktor ausgehen, ohne dass der Einflussfaktor dadurch Veränderungen erhält. Faktoren mit hohem Impulsindex werden als aktive, solche mit niedrigem Impulsindex als reaktiv bezeichnet.
- Der Dynamikindex  
errechnet sich als Produkt von Aktiv- und Passivsumme. Er ist ein Maß für die Einbindung des Faktors in das Gesamtsystem [Gausemeier et al. 1996].

Durch die Ermittlung der verschiedenen Kennwerte kann – im vorliegenden Fall durch ein sogenanntes System-Grid – eine Einfluss- bzw. Interdependenzanalyse durchgeführt werden, durch die die Einflussfaktoren identifiziert werden, die das gesamte Szenariofeld am besten charakterisieren (Abbildung B.3:a).

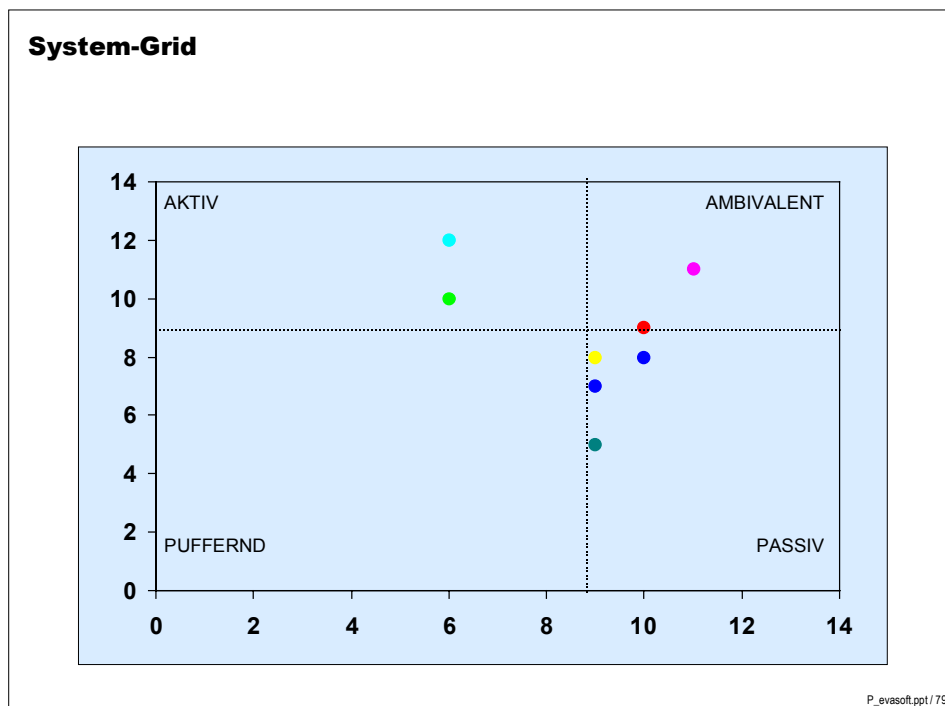


Abbildung B.3:a System-Grid

Die Analyse zeigt, dass die Bereiche **Softwareentwicklungs-Personal** und **Organisation der Softwareentwicklung** das aktive Feld besetzen, während **IuK-Technik**, **Kunden**, **politische** sowie **wirtschaftliche** und **gesellschaftliche Faktoren** sich eher passiv verhalten. Die ambivalenten Bereiche **Softwaretechnik** und **Wettbewerber** zeichnen sich dadurch aus, dass sie das Gesamtsystem ebenso stark beeinflussen wie beeinflusst werden, also hochdynamisch sind.

## **B.4 Trendprojektion**

Ähnlich der Ermittlung von Einflussfaktoren sind bei der Trendprojektion sowohl analytische als auch kreative Fähigkeiten gefragt: Auf analytischem Weg lassen sich Projektionen von Schlüsselfaktoren mit quantitativ messbaren Merkmalen erfassen, wie beispielsweise die Entwicklung der Investitionsausgaben von Unternehmen oder des Forschungshaushaltes der Bundesregierung. Andere Schlüsselfaktoren lassen sich besser qualitativ beschreiben [Gausemeier et al. 1996].

Die Trendprojektion erfolgte im vorliegenden Fall auf Basis früherer Studien des Fraunhofer ISI, der ausgewerteten Literatur und der von den beiden Fraunhofer-Instituten geführten Experteninterviews in einem bilateralen Austauschprozess der Projektpartner sukzessive weiterentwickelter Deskriptoren und Trendbeschreibungen für die verschiedenen Einflussfaktoren.

Im Anschluss an die Auswahl der Projektionen müssen diese möglichst konkret und allgemeinverständlich formuliert und begründet werden. Folgende Ausprägungen der Faktoren konnten ermittelt werden:

### **A.1 Akzeptanz des Software Engineering als Disziplin**

- A.1-a Keine Akzeptanz des Software Engineering. „Quick and dirty“ bleibt das vorherrschende Entwicklungs-Paradigma.
- A.1-b Orientierung der Softwareentwicklung an Methoden der Ingenieurwissenschaften ist voll akzeptiert

### **A.4 Vorgehensweise zur Produktion von Software**

- A.4-a Software wird allenfalls nach etablierten Vorgehensmodellen entwickelt, die nicht explizit für die Entwicklung in großen, verteilten Teams entwickelt wurden. Insbesondere fehlen Verfahren zum Management solcher Projekte (Code ist schwer nachzuvollziehen, schwer zu pflegen und an Markterfordernisse anzupassen).
- A.4-b Es werden skalierbare Vorgehensmodelle entwickelt und angewendet, die speziell an die Gegebenheiten dezentraler Gruppen angepasst sind (und für die geeigneten Kooperationstools zur Verfügung stehen). Die Methoden berücksichtigt die Belange der Sekundärindustrien. Dies gilt insbesondere für die Entwicklung von komplexen Systemen mit embedded

Software.

Dadurch steigt Qualität der Software, die Software ist schneller verfügbar.

- A.4-c Probleme entstehen in jungen Unternehmen, wenn während des Wachstum die bislang informelle Organisation durch ein formalisiertes Vorgehensmodell ersetzt werden muss.

## **A.5 Wissenszugriff**

- A.5-a Information steht weiterhin nur in fragmentierter Form zur Verfügung. Weil der Zugriff über das Internet nicht ausreichend gesichert ist, sind wichtige Informationen nicht online verfügbar.
- A.5-b Es stehen Verfahren zur Verfügung, die einen einfachen und sicheren Zugriff auf alle für die Softwareentwicklung notwendigen Informationen erlauben. Obwohl Daten dezentral gespeichert sind, existieren Verfahren zum effizienten Zugriff (Data Mining, Data Warehousing).

## **B.8 Sicherheit der IuK-Technik**

- B.8-a Mangelnde Sicherheit behindert den Ausbau, da die sensiblen Daten nur bei ausreichenden Maßnahmen der Sicherheit an externe Dienstleister abgegeben werden. Hier spielt der Know-how-Schutz eine wichtige Rolle. Zudem muss der Übertragungsprozess der Daten nicht nur sicher, sondern auch enorm leistungsfähig sein, da Schnelligkeit und Kapazität bei zunehmender Digitalisierung der Informationsangebote immer wichtiger werden.
- B.8-b Die Sicherheit der IT und Kommunikationsinfrastruktur ist von entscheidender Bedeutung für die Ausweitung der softwaregestützten Dienstleistungen, da sensible Daten extern verwaltet und verwendet werden. Zudem müssen die technischen Voraussetzungen erfüllt sein, einen direkten und unmittelbaren Austausch der wissensintensiven Dienstleistungen zu ermöglichen (Siehe auch die enorme Bedeutung dieser Merkmale für die Qualität).

## **C.10 Rollenspezialisierung in der Softwareentwicklung**

- C.10-a Spezialisten für die Anwendungsdomänen und Spezialisten, die komplexe Softwareentwicklungstools bedienen können. Hohe Reibungsverluste bestehen zwischen diesen beiden Gruppen.  
In den Sekundärbranchen vor allem Spezialisierung auf Hardware oder Software.  
In der Softwareentwicklung gibt es kaum eine weitere Differenzierung von Rollen.

C.10-b Weitgehende Automatisierung der Softwareentwicklung, enge Verzahnung zum Vorgehensmodell und der Anwendungsdomäne. Software wird von Ingenieuren betrieben, die Anwendungsdomäne verstehen und Tools bedienen können. Entwicklung komplexer Hardware-Software-Systeme wird von interdisziplinären Teams mit mäßiger Rollenspezialisierung durchgeführt.

### **C.11 Produkt- vs. Projektorientierung**

C.11-a Unternehmen betrachten weiterhin Software als Teil des Kernprodukts und bieten individuelle Anpassungen an.

C.11-b Unternehmen betrachten Software als eigenständiges Produkt und bieten dem Kunden standardisierte Softwareprodukte an. Weiterhin Anpassungen als Projektgeschäft, aber mit sinkender Bedeutung.

### **C.12 Produktqualität, insbesondere Funktionalität und Ergonomie**

C.12-a Software-Dienstleistung, insbesondere solche, die in Konkurrenz zu herkömmlichen Dienstleistungen stehen, sind nicht intuitiv zu bedienen, haben lange Antwortzeiten und lassen wichtige Features vermissen. Die Akzeptanz der Kunden stellt sich nicht ein.

C.12-b Software ist schlecht dokumentiert und nicht wartungsfreundlich programmiert. Die schnelle Anpassung der Software an neue Marktgegebenheiten (z.B. Änderung der Steuergesetze, Euro-Umstellung) ist mit großem Aufwand verbunden.

C.12-c Im Vorfeld der Entwicklung ermittelte Qualitätserfordernisse werden erfüllt. Software ist nach klar definierten Regeln entwickelt, die die gezielte und schnelle Änderung zulässt.

### **C.14 Vergabe von Softwareentwicklung an Drittfirmen**

C.14-a Software wird aus Gründen des Know-how-Schutzes nur intern entwickelt. Wegen begrenzter Ressourcen und fehlender Kompetenzen kann das Unternehmen nur reagieren. Es besteht die Tendenz zur Konzentration von Software-Kompetenzen an einem Standort, das Wachstum bzw. die Konsolidierung bestehender Start-up's wird behindert.

C.14-b Teile der Softwareentwicklung wird an Drittfirmen (auch Spin-Offs & Body Leasing) vergeben. Es kann flexibler entwickelt werden, durch Kooperation mit innovativen Partnern können Trends auch proaktiv gestaltet werden. Es entsteht Vielzahl von

kleinen und mittleren Software-Unternehmen – auch außerhalb der Ballungsräume.

### **C.16 Reaktion auf Marktentwicklung / Kundenanforderungen**

C.16-a Neue Produkte werden erst auf den Markt gebracht, wenn sie ausgereift sind. Unternehmen beschränken sich so lange auf traditionelle Produkte.

C.16-b Neue Produktideen werden schnell auf den Markt gebracht. Test der Kundenresonanz ist wichtiger als Reife der Produkte. Kleine Unternehmen können in der Regel schneller und flexibler auf Marktentwicklungen reagieren.

### **D.17 Personaleinsatz**

D.17-a Ausreichend vorhandenes und qualifiziertes Personal wird die Softwareleistungen selbst erbringen.

D.17-b Personalmangel und unzureichende Qualifizierung führt zu Auslagerung von Softwareproduktion zu Dienstleistern im In- und Ausland.

### **D.19 Transfer von Know-how in die Unternehmen**

D.19-a Know-how-Transfer der Unternehmen ist nur lokal begrenzt.

D.19-b Unternehmen orientieren sich an globalen Wissensstrukturen und nutzen deren Humanressourcen.

### **D.20 Innovationsorientierung des Personals**

D.20-a Kreative Mitarbeiter mit einer Orientierung auf innovative Anwendungen sind eher in der Lage, mit einem eigenen Unternehmen neue Märkte zu besetzen.

D.20-b Weniger kreative oder technikfixierte Mitarbeiter sind nicht in der Lage ein erfolgreiches High-Tech-Unternehmen zu gründen.

## **E.21 Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen an das Produkt**

E.21-a Fehlende einheitliche Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen führen zu einem intransparenten Markt.

E.21-b Durch weltweit einheitliche Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen können Angebot und Nachfrage problemlos zueinander finden.

## **E.22 Serviceorientierung**

E.22-a Das Wachstum von Service-Dienstleistungen wird durch hohe Preise gehemmt.

E.22-b Deutschland orientiert sich immer stärker auf individualisierte Dienstleistungen. Arbeitnehmer müssen real oder virtuell mit Kunden interagieren.

## **E.24 Zielmärkte (Konsumenten- vs. Geschäftskundenmarkt)**

E.24-a Durch eine intime Kenntnis bestimmter Märkte bzw. Kundengruppen wird vor allem die Gründung von Software-Dienstleistungs-Unternehmen begünstigt.

E.24-b Fehlende oder überschätzte Marktkenntnis behindert erfolgreiche Unternehmensgründungen [Harnischfeger, Rese et al. 2000].

## **F.25 Branchenstandards**

F.25-a Ohne die Etablierung von Branchenstandards können keine unternehmensübergreifenden einheitlichen Dienstleistungen angeboten werden. Die Entwicklung proprietärer Systeme ist wenig effizient. Fehlende Branchenstandards sind ein Entwicklungs- und Investitionsrisiko für kleine Unternehmen, die meist nicht in der Lage sind, selbst Standards zu definieren.

F.25-b Durch die Einigung auf Branchenstandards ist Standardsoftware für branchenspezifische Geschäfts- und Produktionsprozesse verfügbar. Dienstleistungs-Unternehmen haben Investitionssicherheit beim Aufbau neuer softwaregestützter Dienstleistungen, die weltweit angeboten werden können [DIN 2000].

F.25-c Existierende Branchenstandards eröffnen für Neugründungen im Bereich der Anpassungen und Schnittstellen ein wichtiges Tätigkeitsfeld.

## **F.26 Struktur der Softwaremarktes, Marktmacht, Wettbewerbsintensität**

[Booz Allen & Hamilton 2000]

- F.26-a Global Players monopolisieren den Softwaremarkt und verhindern die Gründung bzw. das Wachstum kleiner unabhängiger Software-Produzenten. Geringer Wettbewerbsdruck verhindert Innovationen. Auf dem Markt für Branchensoftware können die Unternehmen des produzierenden Gewerbes nicht Fuß fassen.
- F.26-b Globales Agieren der Unternehmen erfordert Kapital, das führt zu strategische Allianzen / Fusionen / Akquisitionen und hemmt wiederum den Wettbewerb.
- F.26-c Die Konzentration der Großanbieter auf ihre Kernmärkte führt dazu, dass aufgrund der starken Innovationstendenz im IT und Software Bereich auch kleine Anbieter Marktnischen entdecken und ausfüllen können.  
Unternehmen des produzierenden Gewerbes können deshalb problemloser Teile der Softwareentwicklung nach außen vergeben. Es gelingt diesen Unternehmen, sich mit spezialisierten Branchenlösungen einen eigenen Markt zu schaffen.  
Marktteilnehmer und Kapitalgeber setzen Vertrauen in die Angebote kleiner Unternehmen. Sie fördern die Gründung, das Überleben und Wachstum einer Vielzahl von kleinen und mittleren Unternehmen.
- F.26-d Der steigende Bedarf an Software in den Unternehmen führt dazu, dass ihre Entwicklungsprozesse so umfangreich werden, dass sie als eigenständige Tochterunternehmen ausgelagert werden.

## **F.28 Marketingorientierung deutscher Unternehmen und Fachkräfte**

- F.28-a Deutsche Unternehmen fehlt das Gefühl für Marketing und sind deshalb auf Nischenmärkte beschränkt.
- F.28-b Deutsche Unternehmen sind expansionsorientiert. Insbesondere Start-up's verstehen es, ihre Stärken auch global zu vermitteln.

## **G.35 Steuerliche und bürokratische Rahmenbedingungen**

- G.35-a Protektionistische Maßnahmen behindern den „Import“ von im Ausland entwickelten Softwarekomponenten. Auch regionale Unterschiede in der Gesetzgebung erschweren Kooperation und Handel.
- G.35-b Starre gesetzliche Regelungen, die sich vor allem an den Regeln der „old economy“ orientieren erschweren die Vergabe von Entwicklungsaufträge an „Very Small Enterprises“. Dies behindert die Neugründung von neuen Unternehmen

(insbesondere Software-Dienstleistungen). Beispielsweise entwertet die Besteuerung von Stock-Options ein wichtiges Werkzeug der Mitarbeiterbindung bei jungen innovativen Unternehmen.

G.35-c Liberale und flexible Steuer- und Sozialgesetze ermöglichen die problemlose Vergabe von Entwicklungsaufträgen an Unternehmen jeder Größe im In- und Ausland. Vereinheitlichung der Gesetzgebung über Landesgrenzen hinweg führt zu einer marktorientierten Ausrichtung der Softwareproduktion.

### **H.38 Mobilität der Arbeitnehmer** [Korte 1999, EITO 1995]

H.38-a Insbesondere hochqualifizierte Arbeitnehmer sind mobil. Ballungsräume sind für Arbeitskräfte weiterhin attraktiv.

H.38-b Arbeitnehmer sind bodenständig und wenig mobil, Ballungsräume verlieren an Attraktivität.

### **H.43 Know-how-Schutz (insbesondere Patente auf Software)**

H.43-a Fehlender Know-how-Schutz führt zur „Geheimniskrämerei“. Darunter leiden die Zusammenarbeit mit Software Unternehmen und die Schaffung von Branchenstandards.

Die fehlende Patentierbarkeit von Software macht es für kleine Unternehmen riskant, innovative Idee mit hohem Kapitaleinsatz zur Marktreife zu entwickeln. Dies führt auch zur Zurückhaltung möglicher Investoren.

H.43-b Die Patentierbarkeit von Software erleichtert die Zusammenarbeit des produzierenden Gewerbes mit Software-Häusern und verbessert den Schutz gegen Imitationen. Die Patentierung von Software führt zu deren bessere Diffusion und zur Beschleunigung der Innovationsdynamik [DIN 2000]. Sie verringert das Anfangsrisiko innovativer Unternehmen, da sie die Transparenz für mögliche Kunden und Investoren erhöht.

### **H.44 Innovationsdynamik Deutschlands**

H.44-a Nachlassende Innovationsdynamik führt zu einer Konzentration auf traditionelle Techniken. Mittelfristig reicht die hohe Qualität der Kernprodukte nicht aus, wettbewerbsfähig zu bleiben. Das Potenzial für innovative Unternehmensneugründungen und neue Arbeitsplätze wird geschmälert.

H.44-b Deutschland bleibt bei allen wichtigen Technologien innovativ. Im produzierenden Gewerbes übernimmt die Software die Rolle des Wachstumsmotor. Insbesondere die Kombination mit (mechanisch, elektrisch, ...) hochwertigen Kernprodukten hält das produzierende Gewerbe international wettbewerbsfähig, führt sogar zu weiterem Wachstum. Dadurch wird auch die Neugründung von Software-Unternehmen begünstigt

Zusätzlicher Faktor für das Gründungsgeschehen [Müller 1999; Lessat et al. 1999; Menrad, Kulicke et al. 1999; Harnischfeger, Rese et al. 2000]

#### **45 Verfügbarkeit von Wagniskapital**

45-a Mehr als ausreichend vorhandenes Wagniskapital fördert die Gründung einer Vielzahl von unterschiedlichen Unternehmen.

45-b Risikokapital bleibt knapp (auch knapp ausreichend). Damit sind Unternehmensgründungen durch die kurzfristigen Gewinnerwartungen der Kapitalgeber in ihrer Entscheidungsfreiheit eingeschränkt. Es besteht die Gefahr, dass der Bereich der Softwareproduktion durch das Entstehen anderer populärer Felder schnell wieder austrocknet.

## B.5 Szenarientwicklung

Der Weg von Trendprojektionen zu Zukunftsszenarien führt über die Prüfung der Logik und der Verträglichkeit der Projektionen untereinander und der Bündelung von Alternativen zu konsistenten Kombinationen. Im vorliegenden Fall wurde eine ganzheitlich intuitive Methode der Alternativenbündelung angewendet, bei der verschiedene Alternativen gegenübergestellt und vom Projektteam diskursiv auf Konsistenz bzw. Verträglichkeit und Logik überprüft wurden. Die Praxis zeigt, dass die meisten Szenarien auf ganzheitliche Weise entwickelt werden und zu erfolgreichen Strategien führen [Reibnitz 1992].



Abbildung B.5:a Felder der Szenarientwicklung

## Gesprächsleitfaden für die Experteninterviews

### A. Softwareentwicklung im Unternehmen

1. Welches sind die Hauptprodukte des Unternehmens?
2. Welche Art der Software wird produziert?
3. Wo liegt Ihre Kernkompetenz in der Softwareentwicklung?
4. Trägt Software zu Ihrem Alleinstellungsmerkmal bei?
5. Welche Dienstleistungen bieten Sie an?
6. Welche der selbst entwickelten Software wird im Betrieb genutzt? In welchem Umfang
7. Wird Softwareentwicklung in Auftrag gegeben? In welchem Umfang? Wohin? Aus welchen Gründen?
8. Wer sind Ihre Kunden?
9. Wer sind Ihre Konkurrenten?
10. Wie positionieren Sie sich am Markt ?
11. Wo sehen Sie Möglichkeiten für Wachstumssteigerung für die nächsten Jahre?
12. Welche Bedeutung hat Wagniskapital für die Softwareentwicklung?
13. Wie viele Mitarbeiter arbeiten in der Softwareentwicklung? Anteil freier Mitarbeiter?
14. Wie ist die Softwareentwicklung in Ihrem Unternehmen organisiert? (Vorgehensmodell, Geschäftsprozesse)
15. Welche Rollen und Verantwortlichkeiten gibt es bei Ihnen in der Softwareentwicklung?
16. Wie wird während des Softwareentwicklungs-Prozess mit dem Kunden zusammengearbeitet?
17. Wie ist Ihre Qualitätssicherung organisiert?
18. Wie oft ersetzen Sie Ihre Software komplett? wie oft geben Sie neue Versionen an Ihre Kunden?
19. Welche Qualitätsmerkmale an Software sind Ihnen wichtig? Wie setzen Sie die Prioritäten?

20. Welche Werkzeuge setzen Sie in ihrem Unternehmen zur Softwareentwicklung ein?
21. Welche Engpässe treten bei der Softwareentwicklung in Ihrem Unternehmen auf?
22. Wie hoch ist die Abbruchquote bei Softwareprojekten?
23. Welche Probleme bestehen zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern?
24. Welche Probleme treten innerhalb der Softwareentwicklungs-Teams auf? In Unternehmen die „embedded Software“ entwickeln: Welche Probleme treten zwischen Software- und Hardwareentwicklung auf?
25. Betreibt das Unternehmen Forschung auf dem Gebiet der Softwareentwicklung?
26. Wie kommen neue Trends gegenwärtig in Ihr Unternehmen?

## **B. Beschäftigte in der Softwareentwicklung**

27. Welche Qualifikation haben Ihre Mitarbeiter heute?
28. Wie ist die Weiterbildung der Mitarbeiter organisiert?
29. Wie binden Sie Ihre Mitarbeiter an Ihr Unternehmen?
30. Welche Qualifikation wird von den in der Softwareentwicklung beschäftigten Personen in den Jahren bis 2005/2010 verlangt?
31. Welche nicht-fachlichen Kompetenzen sollten die Softwareentwickler mitbringen?

## **C. Zukunft der Softwareentwicklung**

32. In welchen Bereichen wird in Zukunft verstärkt Softwareentwicklung stattfinden?
33. Welche Bedeutung kommt Standardisierung und Zertifizierung zu?
34. Welche Anforderungen haben Sie an die Kooperationen mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen ?
35. Welche Forschungsschwerpunkte im Bereich Softwareentwicklung würden Sie sich wünschen?
36. Wo liegen Ihrer Meinung nach die Stärken der deutschen Softwareentwicklung im Vergleich zu der ausländischen Softwareentwicklung?

## Liste der beteiligten Unternehmen

Im Rahmen dieser Studie wurden Expertengespräche mit Vertretern folgender Unternehmen geführt:

- Alcatel Deutschland GmbH, Stuttgart
- ABB Automation Products GmbH, Hannover
- Agilent Technologies Deutschland GmbH, Böblingen
- Allianz Lebensversicherungen AG, Stuttgart
- Andersen Consulting, Sulzbach
- Axiva GmbH, Frankfurt am Main
- Bayerische Landesbank, München
- Bertelsmann mediaSystems GmbH, Gütersloh
- Bayerische Motorenwerke AG, München
- ciao.com AG, München
- Cisco Systems GmbH, Halbergmoos
- Consulting für Office und Information Management GmbH (COI), Herzogenaurach
- Controlware GmbH, Dietzenbach
- DaimlerChrysler AG, Stuttgart
- Deutsche Bank, AG, Frankfurt
- Deutsche Post AG, Bonn
- Dresdner Bank AG, Frankfurt
- Deutsche Telekom AG, Bonn
- Elektroniksystem- u. Logistik GmbH (ESG), München
- Ericsson Eurolab Deutschland GmbH, Herzogenrath
- Fresenius AG, Bad Homburg v.d.H.
- Gauss Interprise AG, Hamburg
- Giesecke & Devrient GmbH, München



- Grundig AG, Nürnberg
- IBM Deutschland Entwicklung GmbH, Stuttgart
- imc information multimedia communication GmbH, Saarbrücken
- Intershop Communications AG, Hamburg/Jena
- Itellium System & Services GmbH, Essen
- Itergo Informationstechnologie GmbH, Düsseldorf
- Itrade AG, München
- Kuka Roboter GmbH, Augsburg
- LMS GmbH, Kaiserslautern
- Lufthansa Consulting GmbH, Köln
- Markant-Südwest Software- u. Dienstleistungs GmbH
- Mercateo.com, München
- Miele & Cie. GmbH & Co., Gütersloh
- Multimedia Software GmbH Dresden, Dresden
- Parsytec AG, Aachen
- ProAlpha AG, Weilerbach
- Ravensburger Spieleverlag GmbH, Ravensburg
- Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- SAP AG, Walldorf
- sd&m AG, München
- Siemens AG, Zentralabteilung Technik, München
- Siemens Business Solution GmbH & Co. OHG, München
- SIZ Informatikzentrum der Sparkassen-Organisation GmbH , Bonn
- SMS Demag AG, Hilchenbach
- Softlab GmbH, München
- Software AG, Darmstadt



- Tecmath AG, Kaiserslautern
- Tengemann Warenhandelsgesellschaft, Mühlheim an der Ruhr
- TeNovis GmbH & Co KG, Frankfurt am Main
- T-Online AG, Darmstadt
- Trumpf GmbH & Co. KG, Ditzingen
- VICTORVOX AG, Krefeld
- ZEDA Gesellschaft für Datenverarbeitung und EDV-Beratung mbH & Co., Wuppertal



## Literatur

- Arora, A.** (2000). „Software Development in Non- Member Economies: The Indian Case“, In: Information Technology Outlook 2000: ICTs, E-Commerce and the Information Economy. Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Bandinelli, S. et al.** (1995). „Modeling and Improving an Industrial Software Process“, IEEE Transactions on Software Engineering 21(5): Seite 440-454.
- Behringer, A. & K. Seegmüller** (2000). „IT-Studenten haben hohe Erwartungen an den Job“, Computer Zeitung vom 20. August 2000, Seite 19.
- Bitkom** (2000a). „Wege in die Informationsgesellschaft - Status quo und Perspektiven Deutschlands im internationalen Vergleich“, Berlin/Frankfurt, Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien.
- Bitkom** (2000b). „Informationstechnik und Telekommunikation im Dauerhoch“, Bitkom-Presseinformation, <http://www.bitkom.org/presse/pr230200.htm>.
- BMBF** (2000a). „Bericht zum Sofortprogramm von Bundesregierung und IuK- Wirtschaft zur Deckung des IT- Fachkräftebedarfs in Deutschland für den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages“, Bonn, Bundesministerium für Bildung und Forschung, April 2000.
- BMBF** (2000b). „Zahlenbarometer 1999/2000: Ein bildungs- und forschungsstatistischer Überblick“, Bonn, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMBF/BMWi** (1999). „Die neuen IT-Berufe: Zukunftssicherung durch neue Ausbildungsberufe in der Informations- und Telekommunikationstechnik“, Berlin, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi** (1999). „Qualifizierung von IT- Fachkräften schreitet schneller als erwartet voran“, Berlin, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Pressemitteilung vom 13.12.1999.
- BMWi** (2000). „Wirtschaftsbericht 2000“. Berlin. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- Boehm, B. W.** (1976). „Software Engineering“, IEEE Transactions on Computers C-25(12): Seite 1226-1241.
- Boehm, B. W.** (1988). „A Spiral Model of Software Development and Enhancement“, IEEE Computer 21(5): Seite 61-72.
- Booz Allen & Hamilton** (2000). „The Competitiveness of Europe's ICT Markets. The Crisis Amid the Growth. Key Findings and Policy Recommendations from a Global Benchmarking of the Information and Communication Technology Markets“, The Hague, Netherlands, Ministry of Economic Affairs.



- Bösl, K.-H.** (1986), „Produktivitätsmessung von produktbegleitenden Dienstleistungen im industriellen Anlagengeschäft“, Nürnberg, Seite 58ff.
- Brauers, J. & M. Weber** (1986). „Szenarioanalyse als Hilfsmittel der strategischen Planung. Methodenvergleich und Darstellung einer neuen Methode.“ Zeitschrift für Betriebswirtschaft 56(7) Seite 631-652.
- Broy, M. et al.** (1998). „SOFTBED: Problemanalyse für ein Großverbundprojekt "Systemtechnik Automobil - Software für eingebettete Systeme", München, Technische Universität München, Institut für Informatik.
- Buschmann, E. et al.** (1989). „Der Software- Markt in der Bundesrepublik Deutschland“, St. Augustin, GMD – Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung.
- Cuhls, K. et al.** (1998). „Delphi '98 Umfrage. Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik“, Karlsruhe, ISI.
- Deifel, B. et al.** (1999). „Die Praxis der Softwareentwicklung. Eine Erhebung.“ Informatik Spektrum 22: Seite 24-36.
- Dertouzos, M. L.** (1999). „What will be. Die Zukunft des Informationszeitalters“, Wien und New York, Springer.
- DIN Deutsches Institut für Normung e. V.**, Hrsg. (2000). „Gesamtwirtschaftlicher Nutzen der Normung. Zusammenfassung der Ergebnisse; wissenschaftlicher Endbericht mit praktischen Beispielen“, Berlin, Wien und Zürich, Beuth Verlag.
- Dostal, W.** (1999). „Informatiker im Spannungsfeld zwischen Nachhaltigkeit und Verfall“, Informatik Spektrum 22: Seite 192-196.
- Dostal, W.** (2000a). „Anwerbung kann Ausbildung nicht ersetzen“, IAB Kurzbericht, Nr. 3/2000 vom 4. April 2000.
- Dostal, W.** (2000b). „Greencard - Ein Tropfen auf dem heißen Stein“, Diebold Management Report, Nr. 2/2000: Seite 15-19.
- Dutta, S. et al.** (1998a). „Benchmarking European Software Management Practices“, Communications of the ACM 41(6): Seite 77-86.
- Dutta, S. et al.** (1998b). „Recent Trends in the Adoption of Software Best Practices by European Software Developers“, Fontainebleau, INSEAD.
- EITO** (1995-2000). „European Information Technology Observatory“, Frankfurt am Main, Eurobit, Verschiedene Jahrgänge.
- Fahey, L. & R. M. Randall, Eds.** (1998). „Learning from the Future. Competitive Foresight Scenarios“, New York [u.a.], John Wiley & Sons.
- Floyd, C.** (1981). „A process-oriented approach to software development. Proceedings of the International Computer Symposium on System Architecture“, Seite 285-294. London.



- Friedewald, M.** (1999). „Der Computer als Werkzeug und Medium: Die geistigen und technischen Wurzeln des Personal Computers“, Berlin und Diepholz, GNT-Verlag.
- Gao, J. Z. et al.** (1999). „Engineering on the Internet for Global Software Production“, IEEE Computer 32(5) Seite 38-47.
- Gausemeier, J. et al.** (1996). „Szenario-Management - Planen und Führen mit Szenarien“, München, Carl Hanser Verlag.
- Gausemeier, J. et al.** (1998a). „Szenariobasiertes Technologiemanagement“, Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 93(4) Seite 139-142.
- Gausemeier, J. et al.** (1998b). „Szenario Prozesse“, Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 93(12) Seite 628-631.
- Gershenfeld, N. A.** (1999). „When Things start to Think“, New York, Henry Holt.
- Goodman, D. J.** (2000). „The Wireless Internet; Promises and Challenges“, IEEE Computer 33 (7): Seite 36-41.
- Grund-Ludwig, P.** (2000). „Marktplätze erfordern eine Anpassung der Legacy-Systeme“, Computer Zeitung vom 17. August 2000, Seite 14.
- Harmsen, D.-M. et al.** (1995). „Potentialanalyse für Auftragsforschung in anwendungsorientierten Bereichen des Software-Einsatzes“, Studie im Auftrag der Stadt Bonn und des Rhein-Sieg-Kreises. Karlsruhe, ISI.
- Harnischfeger, M. et al.** (1998). „Mediennutzung der Zukunft im privaten Sektor“, Expertenfrage des Fraunhofer- Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung im Auftrag des Medienpädagogischen Forschungsverbundes Südwest. Karlsruhe, ISI.
- Harnischfeger, M. et al.** (2000). Evaluation des „Gründerwettbewerbs Multimedia“, Zwischenbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Karlsruhe, ISI.
- Hiessl, H. & U. Kuntze** (1998). „Szenarien: Methode und Anwendung“, Karlsruhe, ISI.
- ifo Institut für Wirtschaftsforschung** (2000). „DV-Dienstleister: Stimmung bleibt gut – Umsatzwachstum wird sich aber etwas abschwächen“, München.
- Institut der deutschen Wirtschaft (1998).** „Die Industrie - Drehscheibe der globalen Dienstleistungsgesellschaft“, Köln.
- ISO/IEC TR 15504** (1998). „Information Technology - Software Process Assessment“, Parts 1-9.
- Jalote P.** (1997). „An Integrated Approach to Software Engineering“, New York, Springer-Verlag.
- Kahn, H. & A. J. Wiener** (1971). „Ihr werdet es erleben. Voraussagen der Wissenschaft bis zum Jahre 2000“, Reinbek bei Hamburg, Rowohlt.



- Korte, W.** (1999). „Conditions for the Development of New Ways of Working and Electronic Commerce in Germany“, Bonn, Empirica, Gesellschaft für Kommunikations- und Technologieforschung mbH.
- Kuvaja, P.** (1994). „Software process assessment and improvement: the BOOTSTRAP approach“, Oxford, UK ; Cambridge, Mass., Blackwell Business.
- Lee, M. et al.** (1999). „An Empirical Analysis of Software Production Problems in European Software Units“, Fontainebleau, INSEAD.
- Lessat, V. et al.** (1999). „Beiliegungskapital und technologieorientierte Unternehmensgründungen: Markt- Finanzierung- Rahmenbedingungen“, Wiesbaden, Gabler.
- Licht, G. et al.** (2000). „Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands-Zusammenfassender Endbericht 1999“, Bonn, BMBF.
- Menrad, K. et al.** (1999). „Probleme junger, kleiner und mittelständischer Biotechnologieunternehmen“, Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag.
- Müller, R.** (1999). „Erfolgsfaktoren schnell wachsender Software- Startups. Eine lebenszyklusorientierte Untersuchung von Softwareunternehmen des Produktgeschäfts“, Frankfurt und New York, Peter Lang.
- Münchener Kreis, Hrsg.** (1999). „2014 - Die Zukunft von Information, Kommunikation und Medien“, München, Marketing +Wirtschaft Verlagsgesellschaft.
- Neugebauer, U. & Dehn, D.** (1976). „Stand und Entwicklung des Marktes für mehrfach verwendbare Anwendungssoftware in der gewerblichen Wirtschaft“, Eggenstein-Leopoldshafen, ZAED.
- Neugebauer, U. et al.** (1980). „Untersuchung über Maßnahmen zur Verbesserung der Softwareproduktion“, München, Wien, Oldenbourg.
- Neugebauer, U. et al.** (1983). „Der Markt für Software, Systeme und DV-bezogene Dienstleistungen in der Bundesrepublik Deutschland“, St. Augustin, GMD -- Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung.
- OECD** (1997). „Information Technology Outlook 1997“. Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD** (1998). „The Software Sector: A Statistical Profile for Selected OECD Countries“, Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development, Directorate for Science, Technology and Industry, Committee for Information, Computer and Communications Policy.
- OECD** (2000). „Information Technology Outlook 2000: ICTs, E-Commerce and the Information Economy“, Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development.



- Orlemann, J. & F. Elischewski** (2000). „IT-Fachkräftemangel in der Technologie- Region Karlsruhe: Ergebnisse einer Firmenumfrage“, Karlsruhe, IHK-Unternehmens- und Technologieberatung.
- Paulk, M. C., B. Curtis, et al.** (1993). „Capability Maturity Model for Software“, Version 1.1. Pittsburgh, Pa., Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute.
- PITAC** (1999). „Information Technology Research. Investing in Our Future“, Washington, President's Information Technology Advisory Committee.
- Pour, G. et al.** (2000). „The Push to Make Software Engineering Respectable“, IEEE Computer 33(5): Seite 35-43.
- Reibnitz, U. V.** (1992). „Szenario- Technik- Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung“, Wiesbaden, Gabler.
- Rombach, H. D. & Verlage, M.** (1995). „Directions in Software Process Research“, On Marvin V. Zelkowitz, Editor, Advances in Computers, Vol. 41, Seite 1-63. Academy Press.
- Royce, W. W.** (1970). „Managing the development of large software systems“, Proceedings, WESTCON, California, USA.
- Schätz, B. et al.** (2000). „Entwicklung, Produktion und Service von Software für eingebettete Systeme in der Produktion“, Frankfurt, VDMA.
- Schmid, A. et al.** (2000). „IT-Fachkräftebedarf in der Region Rhein- Main: Eine Untersuchung des Instituts für Wirtschaft, Arbeit und Kultur im Auftrag des IHK- Forums Rhein/Main“, Frankfurt am Main, Institut für Wirtschaft, Arbeit und Kultur.
- Schmid, D. & M. Broy** (2000). „...noch nicht zu spät! Das Walberberg-Memorandum zur Förderung der IT- Forschung“, Informatik Spektrum 23. April: Seite 109-117.
- Schwartz, P. & J. A. Ogilvy** (1998). „Plotting your Scenarios. Learning from the Future Competitive Foresight Scenarios“, in Fahey & Randall (1998) „Learning from the Future. Competitive Foresight Scenarios“, New York [u.a.], John Wiley & Sons., Seite 57-80.
- Seegmüller, K.** (2000). „Überhöhte Gehälter sind für den Mittelstand eine Daumenschraube“, Computer Zeitung vom 2. Juni 2000, Seite 23.
- Shapiro, C. & H. R. Varian** (1999). „Information Rules. A Strategic Guide to the Network Economy“, Boston, Mass., Harvard Business School Press.
- Shaw, M. and Garlan, D.** (1996), „Software Architecture- Perspective on an Emerging Discipline“, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Sommerville I.** (1996). „Software Engineering“, Addison- Wesley.
- Statistisches Bundesamt** (1998), Produzierendes Gewerbe Reihe 4.2.1, „Beschäftigte, Umsatz und Investitionen der Unternehmen und Betrieb des Verarbeitenden Gewerbes, sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden“.



- Statistisches Bundesamt** (1993), „Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen“, Metzler Poerschel, Stuttgart.
- Statistisches Bundesamt** (1999), „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung – Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen in Mrd. DM für 1999“, <http://www.statistik-bund.de/bais/d/vgr/vgrtab3.htm>.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg**, <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/langreih/kap21/d21.htm#Bruttowertschoepfung>.
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft** (1998), Erhebung der im Jahr 1998 in Dienstleistungsbranchen für Forschung und experimentelle Entwicklung (FuE) aufgewendeten Mittel, sowie des in diesem Bereich tätigen Personals, Essen.
- Stelzer, D. et al.** (1998). „Stand des Qualitätsmanagements in der Softwareentwicklung: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung bei Softwareunternehmen in Deutschland, deren Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001 zertifiziert wurde.“ In: . W. Hummeltenberg (Hrsg.). Information Management for Business and Competitive Intelligence and Excellence. Proceedings der Frühjahrstagung Wirtschaftsinformatik '98. Wiesbaden: Seite 313-326.
- Tapscott, D. et al.** (2000). Digital Capital. Harnessing the Power of Business Webs. Boston, Mass., Harvard Business School Press.
- Wissenschaftlich - Technischer Beirat der Bayerischen Staatsregierung (1995)**, „Softwaretechnik“, Bericht RB-Nr. 02/96/03, München.
- Umsatzsteuerstatistik** (1997), Statistisches Bundesamt VID-60/4-39.
- VDE** (2000). „VDE-Studie 2000. Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik. Beruf, Arbeitsmarkt, Ausbildung“, Frankfurt am Main, VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
- Welsch, G. R.** (1998). „Kauf oder Entwicklung von Softwarelösungen: Neue Software im Unternehmen planen und einsetzen“, Frankfurt am Main, Fachverband Informationstechnik im VDMA und ZVEI.
- Zoche, P., A. Breiter, et al.** (1998). „Elektronischer Zahlungsverkehr - Folgen fehlender oder unzureichender IT- Sicherheit: Technikfolgen- Abschätzung im Auftrag des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)“, Ingelheim, SecuMedia.