

Irene Bertschek, Benjamin Engelstätter,
Bettina Müller, Jörg Ohnemus,
Tobias Vogelmann

Unternehmenssoftware und Eingebettete Systeme

Unternehmensbefragung Herbst/
Winter 2007 in Baden-Württemberg



Irene Bertschek, Benjamin Engelstätter, Bettina Müller,
Jörg Ohnemus, Tobias Vogelmann

Unternehmenssoftware und Eingebettete Systeme

Unternehmensbefragung Herbst/Winter 2007 in Baden-Württemberg

Impressum

Herausgeber der FAZIT-Schriftenreihe:

MFG Stiftung Baden-Württemberg
Breitscheidstr. 4, D-70174 Stuttgart
Tel. +49 (0)711/90715-300, Fax +49 (0)711/90715-350

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW)
L 7,1, D-68161 Mannheim
Tel. +49 (0)621/1235-01, Fax +49 (0)621/1235-224

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI)
Breslauer Straße 48, D-76139 Karlsruhe
Tel. +49 (0)721/6809-0, Fax +49 (0)721/689152

Schutzgebühr € 8,-

ISSN 1861-5066

© MFG Stiftung Baden-Württemberg, Mai 2008 – www.fazit-forschung.de

Inhaltsverzeichnis

DAS WICHTIGSTE IN KÜRZE	8
I. ERGEBNISSE DER UNTERNEHMENSBEFRAGUNG	11
1 UNTERNEHMENSSOFTWARE	12
1.1 EINLEITUNG.....	12
1.2 VERWENDUNG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE.....	12
1.3 VERNETZUNG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE	17
1.4 ABSPRACHEN BEI DER WAHL ODER ENTWICKLUNG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE	19
1.5 WARTUNG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE	22
1.6 VORBEREITUNG DER MITARBEITER AUF DIE NUTZUNG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE.....	23
1.7 BEZUG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE	27
2 EINGEBETTETE SYSTEME	35
2.1 EINLEITUNG.....	35
2.2 NUTZUNG VON EINGEBETTETEN SYSTEMEN IN MASCHINEN UND PRODUKTIONSANLAGEN	36
2.3 EINSATZ VON EINGEBETTETEN SYSTEMEN IN PRODUKTEN	41
2.4 ENTWICKLUNG EINGEBETTETER SYSTEME UND EINGEBETTETER SOFTWARE	45
3 IDENTITÄTSMANAGEMENT	53
3.1 EINLEITUNG.....	53
3.2 EINSATZ VON IDENTITÄTSMANAGEMENTSYSTEMEN.....	53
3.3 GRÜNDE DER NICHTNUTZUNG VON IDENTITÄTSMANAGEMENTSYSTEMEN	58
3.4 AUSWIRKUNGEN DES EINSATZES VON IDENTITÄTSMANAGEMENTSYSTEMEN	60
4 DIE FAZIT-UNTERNEHMENSBEFRAGUNG	63
4.1 BRANCHENABGRENZUNG	63
4.2 FRAGEBOGENDESIGN.....	66
4.3 STICHPROBENZIEHUNG	66
4.4 FELDVORLAUF	67
4.5 HOCHRECHNUNG	70
4.6 DESKRIPTIVE AUSWERTUNGEN	71
II. SEKUNDÄRANALYSEN	78
5 UNTERNEHMENSSOFTWARE	79

5.1	DEFINITION	79
5.2	BESTANDTEILE UND FORMEN VON UNTERNEHMENSSOFTWARE.....	81
5.3	DER MARKT FÜR KAUFMÄNNISCHE UNTERNEHMENSSOFTWARE	86
5.4	VERTRIEBSMODELLE.....	90
5.5	STUDIEN ZUM EINSATZ VON UNTERNEHMENSSOFTWARE	92
5.6	IMPLEMENTIERUNG UND KOSTEN KAUFMÄNNISCHER UNTERNEHMENSSOFTWARE.....	94
5.7	WISSENSCHAFTLICHE LITERATUR.....	95
6	EINGEBETTETE SYSTEME.....	99
6.1	DEFINITION	99
6.2	BEDEUTUNG VON EINGEBETTETEN SYSTEMEN IM KONTEXT VON IKT-TRENDS.....	100
6.3	DER MARKT FÜR EINGEBETTETE SYSTEME	102
6.4	FORSCHUNG UND AUSBILDUNG	104
6.5	STUDIEN ZU EINGEBETTETEN SYSTEMEN	108
6.6	AKTUELLE ENTWICKLUNG UND HERAUSFORDERUNGEN	110
6.7	WISSENSCHAFTLICHE LITERATUR.....	112
6.8	DIE ZUKUNFT EINGEBETTETER SYSTEME.....	114
7	SCHNITTSTELLEN VON UNTERNEHMENSSOFTWARE UND EINGEBETTETEN SYSTEMEN.....	118
7.1	UNTERNEHMENSSOFTWARE FÜR DIE ERSTELLUNG VON EINGEBETTETEN SYSTEMEN	118
7.2	EINGEBETTETE SYSTEME ALS DATENQUELLE FÜR UNTERNEHMENSSOFTWARE.....	119
7.3	EINGEBETTETE SYSTEME IN DER PRODUKTION	120
7.4	WISSENSCHAFTLICHE LITERATUR.....	121
8	LITERATUR UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN.....	125
8.1	LITERATUR.....	125
8.2	WEITERFÜHRENDE LITERATUR UND INFORMATIONEN	134
	PROJEKT- UND PARTNERINFORMATION.....	137

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

TABELLE 1: STICHPROBENUMFANG, BRUTTO- UND NETTORESPONSEQUOTE INSGESAMT	67
TABELLE 2: RESPONSEQUOTE NACH GRÖßENKLASSEN	68
TABELLE 3: RESPONSEQUOTE NACH WIRTSCHAFTSZWEIGEN	69
TABELLE 4: VERTEILUNG DER ANTWORTEN AUF FAX, BRIEF UND INTERNET	70
TABELLE 5: ANTWORT VOR ODER NACH ERINNERUNGSSCHREIBEN	70
TABELLE 6: BRANCHENABGRENZUNG	72
TABELLE 7: RANGFOLGE DER METATRENDS.....	101
TABELLE 8: ANTEIL DER KOSTEN FÜR EINGEBETTETE SYSTEME AN DEN KOSTEN DES ENDPRODUKTS	102
TABELLE 9: MARKTANTEIL UND -WACHSTUM IM MARKT FÜR RTOS.....	103
TABELLE 10: THESEN ZUM THEMA EMBEDDED SYSTEMS SOWIE ERWARTETER REALISIERUNGSZEITPUNKT	115
ABBILDUNG 1: EINSATZ VON UNTERNEHMENSSOFTWARE.....	13
ABBILDUNG 2: EINSATZBEREICHE VON UNTERNEHMENSSOFTWARE (1).....	14
ABBILDUNG 3: EINSATZBEREICHE VON UNTERNEHMENSSOFTWARE (2).....	16
ABBILDUNG 4: VERNETZUNG DER UNTERNEHMENSSOFTWARE	18
ABBILDUNG 5: VERNETZUNGSART VON UNTERNEHMENSSOFTWARE NACH UNTERNEHMENSGRÖßE	19
ABBILDUNG 6: ABSPRACHE MIT GESCHÄFTSPARTNERN BEI DER WAHL UND ENTWICKLUNG DER UNTERNEHMENSSOFTWARE.....	20
ABBILDUNG 7: ABSPRACHE MIT GESCHÄFTSPARTNERN BEI DER WAHL UND ENTWICKLUNG DER UNTERNEHMENSSOFTWARE NACH BRANCHE.....	22
ABBILDUNG 8: WARTUNG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE.....	23
ABBILDUNG 9: VORBEREITUNG AUF DIE VERWENDUNG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE NACH BRANCHE	25

ABBILDUNG 10: VORBEREITUNG AUF DIE VERWENDUNG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE NACH GRÖÙE.....	26
ABBILDUNG 11: BEZUG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE NACH BRANCHEN.....	28
ABBILDUNG 12: BEZUG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE NACH GRÖÙE.....	29
ABBILDUNG 13: EIGENENTWICKLUNG VON UNTERNEHMENSSOFTWARE.....	30
ABBILDUNG 14: GRÜNDE FÜR DIE SELBSTENTWICKLUNG NACH BRANCHE.....	32
ABBILDUNG 15: BEDEUTUNG VON OPEN SOURCE-SOFTWARE FÜR DIE EIGENENTWICKLUNG DER UNTERNEHMENSSOFTWARE.....	34
ABBILDUNG 16: EINSATZ VON MASCHINEN MIT EINGEBETTETEN SYSTEMEN.....	37
ABBILDUNG 17: EIGENSCHAFTEN EINGEBETTETER SYSTEME IN PRODUKTIONSANLAGEN.....	39
ABBILDUNG 18: AUSWIRKUNGEN DES EINSATZES VON MASCHINEN MIT EINGEBETTETEN SYSTEMEN.....	40
ABBILDUNG 19: HERSTELLUNG VON PRODUKTEN MIT EINGEBETTETEN SYSTEMEN.....	42
ABBILDUNG 20: HERKUNFT DER ENTWICKLER FÜR EINGEBETTETE SOFTWARE NACH REGION UND BRANCHE.....	44
ABBILDUNG 21: SCHNITTSTELLEN ZUR KOMMUNIKATION MIT UNTERNEHMENSSOFTWARE.....	45
ABBILDUNG 22: SELBSTENTWICKLUNG DER EINGEBETTETEN SOFTWARE.....	46
ABBILDUNG 23: ANZAHL DER ENTWICKLER FÜR EINGEBETTETE SOFTWARE IM EIGENEN UNTERNEHMEN.....	47
ABBILDUNG 24: KOOPERATIONEN BEI DER ENTWICKLUNG EINGEBETTETER SYSTEME ODER EINGEBETTETER SOFTWARE.....	48
ABBILDUNG 25: UNTERSCHIEDLICHE ARTEN DER KOOPERATION BEI DER ENTWICKLUNG EINGEBETTETER SYSTEME ODER SOFTWARE.....	49
ABBILDUNG 26: BEDEUTUNG VON OPEN SOURCE-CODE FÜR DIE ENTWICKLUNG EINGEBETTETER SOFTWARE.....	50
ABBILDUNG 27: ANTEIL DER KOSTEN FÜR EINGEBETTETE SOFTWARE AN DEN GESAMTENTWICKLUNGSKOSTEN DER PRODUKTE.....	52
ABBILDUNG 28: EINSATZ VON IDENTITÄTSMANAGEMENTSYSTEMEN NACH BRANCHEN.....	54
ABBILDUNG 29: EINSATZ VON IDENTITÄTSMANAGEMENTSYSTEMEN NACH GRÖÙENKLASSEN	55
ABBILDUNG 30: NUTZUNG VON IDENTITÄTSMANAGEMENTSYSTEMEN FÜR DIE VERWALTUNG VON KUNDEN- UND/ODER MITARBEITERIDENTITÄTEN.....	57
ABBILDUNG 31: GRÜNDE FÜR DIE NICHTNUTZUNG VON IDENTITÄTSMANAGEMENTSYSTEMEN NACH BRANCHEN.....	59

ABBILDUNG 32: AUSWIRKUNG DES EINSATZES VON IDENTITÄTSMANAGEMENTSYSTEMEN NACH BRANCHEN.....	61
ABBILDUNG 33: AUSWIRKUNG DES EINSATZES VON IDENTITÄTSMANAGEMENTSYSTEMEN NACH GRÖßENKLASSEN.....	62
ABBILDUNG 34: ANTEIL DER JEWEILIGEN BRANCHE AN ALLEN UNTERNEHMEN IN BADEN- WÜRTTEMBERG IM JAHR 2005	65
ABBILDUNG 35: FRAGEBOGEN DER FÜNFTEN FAZIT-UNTERNEHMENSBEFRAGUNG.....	76
ABBILDUNG 36: DIE ENTWICKLUNG VON MRP ZU ERP	82
ABBILDUNG 37: ANZAHL GRÜNDUNGEN IN DER BRANCHE „SOFTWAREBERATUNG UND SOFTWAREENTWICKLUNG“ IN WESTDEUTSCHLAND UND BADEN- WÜRTTEMBERG ZWISCHEN 1989 UND 2006.....	88
ABBILDUNG 38: ERP-UMSATZANTEILE IN DEUTSCHLAND 2006.....	89
ABBILDUNG 39: EINSATZ VON UNTERNEHMENSSOFTWARE NACH UNTERNEHMENSGRÖßE	93
ABBILDUNG 40: SCHÄTZUNG DER ANZAHL ANGEMELDETER PATENTE, DIE SICH MIT EINGEBETTETEN SYSTEMEN BEFASSEN	107

Das Wichtigste in Kürze

Unternehmenssoftware wird zur Unterstützung und Steuerung betrieblicher Prozesse eingesetzt und findet sich für nahezu jeden Bereich eines Unternehmens. Dazu gehören sowohl Softwaresysteme, die die gesamte Wertschöpfungskette umfassen wie beispielsweise Supply Chain Management-Systeme oder Enterprise Resource Planning (ERP-) Systeme als auch Applikationen, die sehr spezifische Aufgaben unterstützen, z.B. Computer Aided Design (CAD-) Lösungen. Eine besondere Art der Software stellt die so genannte eingebettete Software dar. Sie ist wesentlicher Bestandteil von eingebetteten Systemen und übernimmt die Steuerung und Ausführung spezieller vordefinierter Funktionen. Bei eingebetteten Systemen handelt es sich um spezialisierte Computer, die vom Nutzer weitgehend unbemerkt die Funktionalität technischer Geräte im Alltag (z.B. Mobiltelefone, Autos, Kühlschränke) und in der Produktion gewährleisten.

Das Projekt FAZIT beleuchtet die Themen Unternehmenssoftware und eingebettete Systeme aus verschiedenen Blickwinkeln. Mit der fünften FAZIT-Unternehmensbefragung wurden repräsentative Daten zu verschiedenen Aspekten der Nutzung von Unternehmenssoftware und eingebetteten Systemen in Baden-Württemberg erhoben. Bereits im Vorfeld der Befragung durchgeführte Sekundäranalysen geben einen Überblick über die bislang wichtigsten Erkenntnisse zur Nutzung von Unternehmenssoftware und eingebetteten Systemen sowie deren Auswirkungen für die Wirtschaft. Hierfür wurde auf bestehende wissenschaftliche, theoretische und empirische Analysen mit nationalem sowie internationalem Bezug zurückgegriffen.

Die wichtigsten Ergebnisse der Sekundäranalysen sind:

- Unternehmenssoftware umfasst kaufmännische und technische Lösungen.
- Auf dem Markt für kaufmännische Unternehmenssoftware gibt es drei global agierende Anbieter. Diese sind SAP, Oracle und Microsoft. Der Großteil des Marktvolumens entfällt auf zahlreiche kleine Anbieter, die individuelle Lösungen anbieten. Im deutschen Markt für ERP-Systeme ist SAP mit 56 Prozent Umsatzanteil der Marktführer.
- Neben dem Direkterwerb der Software oder einer Lizenz zum Download der Software existieren weitere Vertriebsmodelle wie die Softwaremiete und der Erwerb gebrauchter Software.
- Das Marktvolumen für eingebettete Systeme ist schwer quantifizierbar. Bedingt durch verschiedene Anwendungen in unterschiedlichen Branchen ist der Markt für eingebettete Systeme stark fragmentiert.
- Laut Schätzungen sind insgesamt ca. 16 Mrd. eingebettete Systeme weltweit im Einsatz (ARTEMIS, 2006).

- Per Schnittstelle zwischen eingebetteten Systemen und Unternehmenssoftware ist es möglich, Maschinen fernzusteuern oder Fertigungsabläufe am Computerdesktop vorab zu planen. Auch lassen sich Daten des gesamten Produktlebenszyklus digital auslesen und für weitere Geschäftsprozesse verarbeiten.

Im Rahmen der fünften FAZIT-Unternehmensbefragung wurden im Oktober und November 2007 ca. 1.200 baden-württembergische Unternehmen aus dem IT- und Mediensektor und ausgewählten IT-Anwenderbranchen zu den Themen Unternehmenssoftware und eingebettete Systeme befragt. Die Responsequote lag dann bei 17 Prozent. Die Ergebnisse wurden soweit möglich auf die zugrunde liegende Grundgesamtheit hochgerechnet.

Den Schwerpunkt zum Thema Unternehmenssoftware bildeten Fragen zu Nutzung und Bezug kaufmännischer und technischer Softwarelösungen. Dabei war von besonderem Interesse, woher die Unternehmen die Software beziehen, und ob und gegebenenfalls warum sie diese selbst entwickeln. Des Weiteren wurde erfragt, wer die Software pflegt und wie sich die Mitarbeiter auf die Nutzung vorbereiten.

Der zweite Schwerpunkt der Befragung lag auf der Verbreitung von eingebetteten Systemen in Maschinen und Produkten. Zudem wurde erhoben, welche Auswirkungen der Einsatz von Maschinen mit eingebetteten Systemen für die Unternehmen hat. Mögliche Schnittstellen zwischen eingebetteten Systemen und Unternehmenssoftware wurden ebenfalls berücksichtigt.

Ein dritter, weniger umfangreicher Themenschwerpunkt widmete sich dem Identitätsmanagement. Die Unternehmen wurden gefragt, ob sie ein System zur Verwaltung von personenbezogenen Daten, Benutzerkonten und Zugriffsrechten einsetzen, welche Folgen der Einsatz eines Identitätsmanagementsystems für das Unternehmen hat und was die Gründe für den Nicht-Einsatz solcher Systeme sind.¹

Die Hauptergebnisse der fünften FAZIT-Unternehmensbefragung lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Verbreitung und Einsatzbereiche von Unternehmenssoftware:
Insgesamt nutzen 65 Prozent der baden-württembergischen Unternehmen in den betrachteten Branchen Unternehmenssoftware zur Unterstützung ihrer Arbeitsprozesse. Unter diesen Unternehmen ist der Anteil, der kaufmännische Software einsetzt, größer als der Anteil, der technische Software verwendet (85 bzw. 57 Prozent). Im Bank- und Versicherungsgewerbe wird kaufmännische Software flächendeckend genutzt (100 Prozent). Technische Dienstleister sind führend beim Einsatz technischer Softwareapplikationen (76 Prozent).

¹ Zu diesem Thema siehe auch Band 13 der FAZIT-Schriftenreihe „Sicherheit durch IT. Marktchancen und Herausforderungen für Baden-Württemberg“ (Hartmann, Buchholz, Beckert (Hrsg.), 2008).

- **Bezug und Selbstentwicklung der Unternehmenssoftware:**
Zwei Drittel der Unternehmen in Baden-Württemberg, die Unternehmenssoftware verwenden, entscheiden sich für den Kauf einer Standardlösung. Allerdings entwickeln auch 40 Prozent die Software ganz oder teilweise selbst. Als Hauptgründe für eine Selbstentwicklung nennen die Unternehmen, dass keine passende Unternehmenssoftware auf dem Markt verfügbar ist und sie unabhängig von Softwareanbietern bleiben wollen. Der kostenlose Bezug, die Miete und die Fremdentwicklung spielen eine relativ geringe Rolle.
- **Eingebettete Systeme in Maschinen und Produktionsanlagen:**
Der Einsatz von Maschinen mit eingebetteten Systemen konzentriert sich wie erwartet auf das verarbeitende Gewerbe. Gut ein Drittel der Unternehmen dieses Sektors verwenden solche Maschinen. Positive Folgen des Einsatzes sind dabei insbesondere eine verbesserte Produktqualität und ein geringerer Ausschuss in der Produktion. Im IT- und Mediensektor (in dem neben Dienstleistungsunternehmen auch einzelne Branchen des verarbeitenden Gewerbes repräsentiert sind) ist der Einsatz von Maschinen mit eingebetteten Systemen weit weniger verbreitet.
- **Eingebettete Systeme in Produkten:**
Die Fertigung von Produkten mit eingebetteten Systemen ist im verarbeitenden Gewerbe wesentlich weiter verbreitet als im IT- und Mediensektor. Während 27 Prozent der baden-württembergischen Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes entsprechende Produkte herstellen, sind es im IT- und Mediensektor nur 9 Prozent. Dabei berichten 37 Prozent der antwortenden Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, dass die eingebetteten Systeme in ihren Produkten über Schnittstellen zur Kommunikation mit Unternehmenssoftware verfügen.
- **Einsatz und Auswirkungen von Identitätsmanagementsystemen:**
Insgesamt nutzen 23 Prozent der baden-württembergischen Unternehmen Identitätsmanagementsysteme für die Verwaltung von personenbezogenen Daten, Benutzerkonten und Zugriffsrechten. Die Nutzungsintensität solcher Systeme ist dabei im IT- und Mediensektor und in den Anwenderbranchen etwa gleich hoch. Bei knapp drei Viertel der Unternehmen führte der Einsatz von Identitätsmanagementsystemen zu einer erhöhten Datensicherheit. 43 Prozent der Unternehmen verzeichnen strukturiertere Unternehmensprozesse als Folge des Einsatzes eines Identitätsmanagementsystems.

Bei Unternehmenssoftware handelt es sich um eine Querschnittstechnologie, deren Einsatz heute in nahezu allen Branchen erfolgt. In vielen Anwenderunternehmen bzw. -branchen wird Software auch selbst entwickelt. Eingebettete Systeme dagegen spielen hauptsächlich im verarbeitenden Gewerbe, insbesondere in den Branchen mit traditionell hoher Bedeutung in Baden-Württemberg, eine Rolle. Die Anwendungsmöglichkeiten eingebetteter Systeme sind bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Eine besondere Herausforderung besteht darin, die Verknüpfung von eingebetteten Systemen mit Unternehmenssoftware weiter voranzutreiben.

I. Ergebnisse der Unternehmensbefragung

1 Unternehmenssoftware

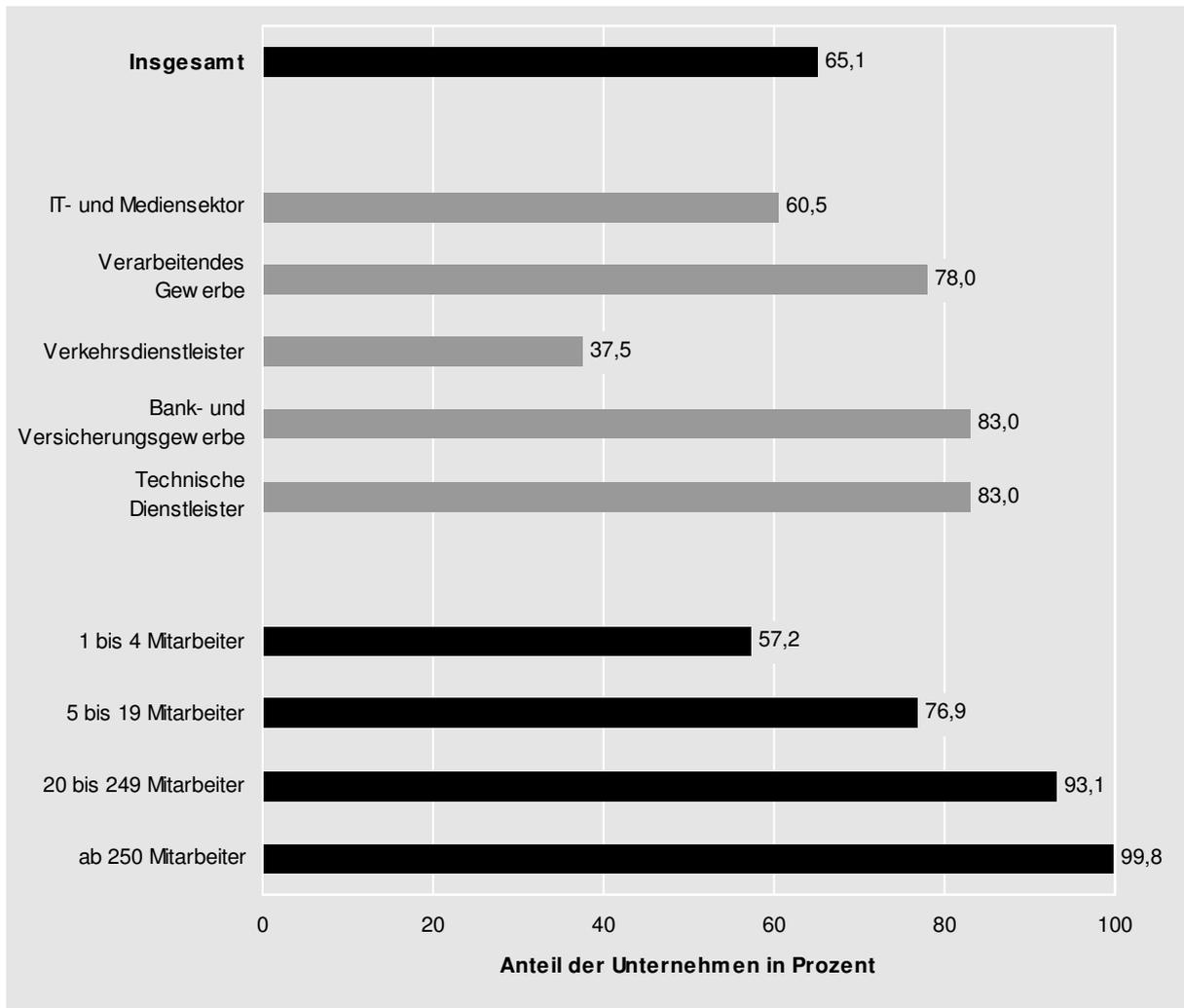
1.1 Einleitung

Der Begriff „Unternehmenssoftware“ wird in unterschiedlicher Bedeutung verwendet. In der weitesten Definition wird darunter jegliche Anwendungssoftware, die im Unternehmen zum Einsatz kommen kann, verstanden und in der engsten Definition fallen nur bereichsübergreifende ERP-Systeme unter diesen Begriff. In dieser Studie wird mit Unternehmenssoftware jegliche Software bezeichnet, die zur Unterstützung und Steuerung betrieblicher Prozesse eingesetzt wird. Beispiele hierfür sind Systeme zur Verwaltung von Kundendaten (CRM-Systeme), Systeme zur Verwaltung des Mitteleinsatzes im Unternehmen (ERP-Systeme) und unternehmensübergreifende Software wie SCM-Systeme. Software, die auch außerhalb von Unternehmen sinnvolle Anwendungen findet, wie reine Textverarbeitungs- oder Tabellenkalkulationsprogramme, werden damit nicht der Unternehmenssoftware zugeordnet. Einen Überblick über die verschiedenen Definitionen und die unterschiedlichen Bestandteile von Unternehmenssoftware bietet Abschnitt 5.

1.2 Verwendung von Unternehmenssoftware

1.2.1 Zwei Drittel der Unternehmen verwenden Unternehmenssoftware

Insgesamt setzen 65 Prozent der baden-württembergischen Unternehmen der untersuchten Branchen Software zur Unterstützung und Steuerung betrieblicher Prozesse ein (vgl. Abbildung 1). Unter den Unternehmen des Bank- und Versicherungsgewerbes und den technischen Dienstleistern sind es sogar vier Fünftel. Aber auch der Anteil der Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe ist mit 78 Prozent überdurchschnittlich hoch. Leicht unterdurchschnittlich ist die Verbreitung im IT- und Mediensektor. Vergleichsweise wenige Unternehmen verwenden Unternehmenssoftware unter den Verkehrsdienstleistern. In allen Größenklassen verwenden insgesamt mehr als die Hälfte der Unternehmen Unternehmenssoftware. Der Anteil der Unternehmen, die Unternehmenssoftware einsetzen, steigt jedoch kontinuierlich mit ihrer Größe. Unter den kleinen Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern setzen 57 Prozent Unternehmenssoftware ein, unter den großen Unternehmen ab 250 Mitarbeitern sind es so gut wie alle.

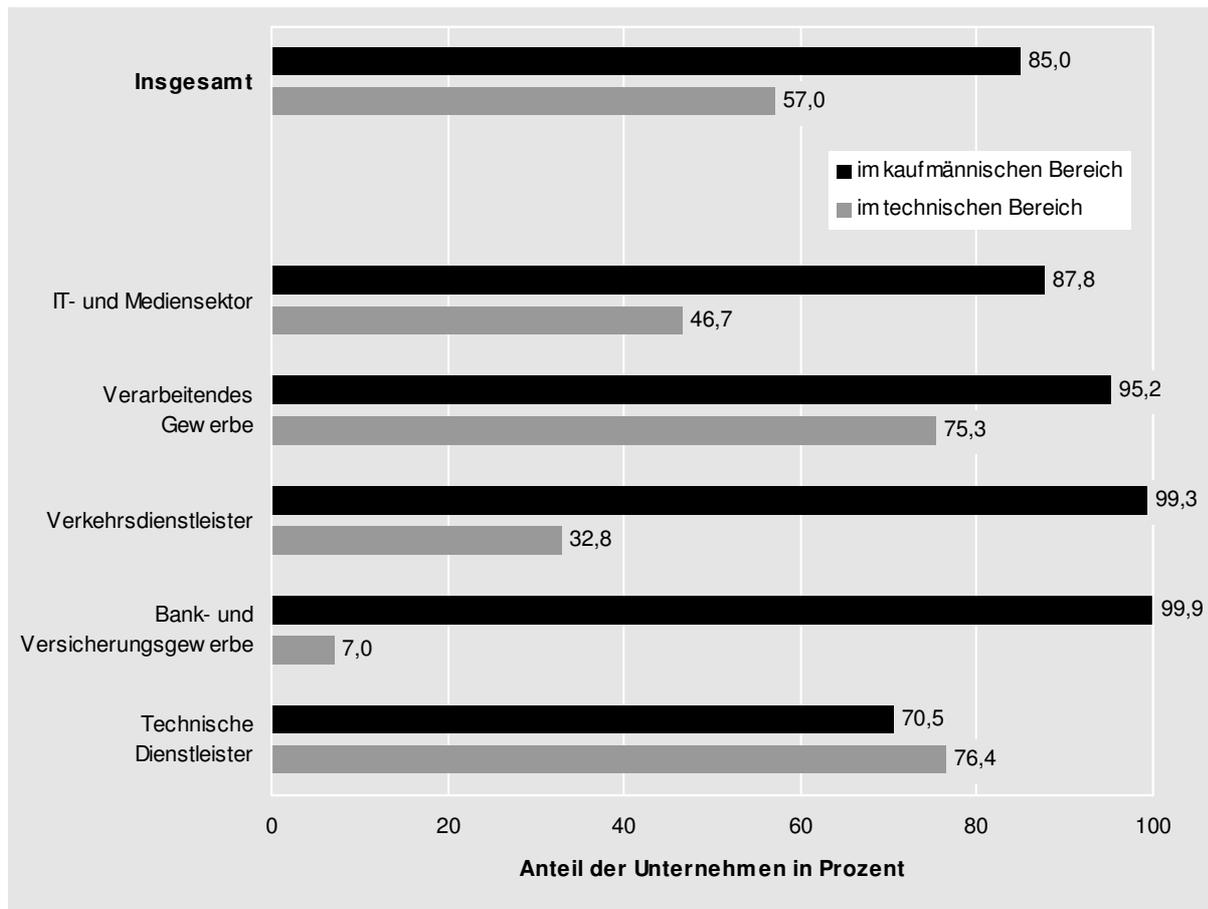
Abbildung 1: Einsatz von Unternehmenssoftware

Lesehilfe: Insgesamt setzen 65,1 Prozent der Unternehmen Unternehmenssoftware ein.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

Unternehmenssoftware lässt sich zur Unterstützung von sowohl kaufmännischen als auch technischen Prozessen einsetzen. Die Unternehmen der befragten Branchen, die Unternehmenssoftware einsetzen, verwenden diese hauptsächlich im kaufmännischen Bereich (vgl. Abbildung 2). Dies hängt jedoch auch mit der Auswahl der Branchen für die FAZIT-Unternehmensbefragung zusammen. Viele der befragten Unternehmen haben keinen technischen Bereich und können Unternehmenssoftware folglich dort auch nicht einsetzen. Eine Ausnahme von dem insgesamt zu beobachtenden Muster stellen die technischen Dienstleister dar. Hier ist der Anteil der Unternehmen, die Unternehmenssoftware im technischen Bereich einsetzen, höher als der Anteil der Unternehmen, die Unternehmenssoftware im kaufmännischen Bereich einsetzen (76 gegenüber 71 Prozent).

Abbildung 2: Einsatz von Unternehmenssoftware im kaufmännischen und/oder technischen Bereich

Lesehilfe: 87,8 Prozent der Unternehmen des IT- und Medienssektors, die Unternehmenssoftware einsetzen, verwenden diese im kaufmännischen Bereich.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

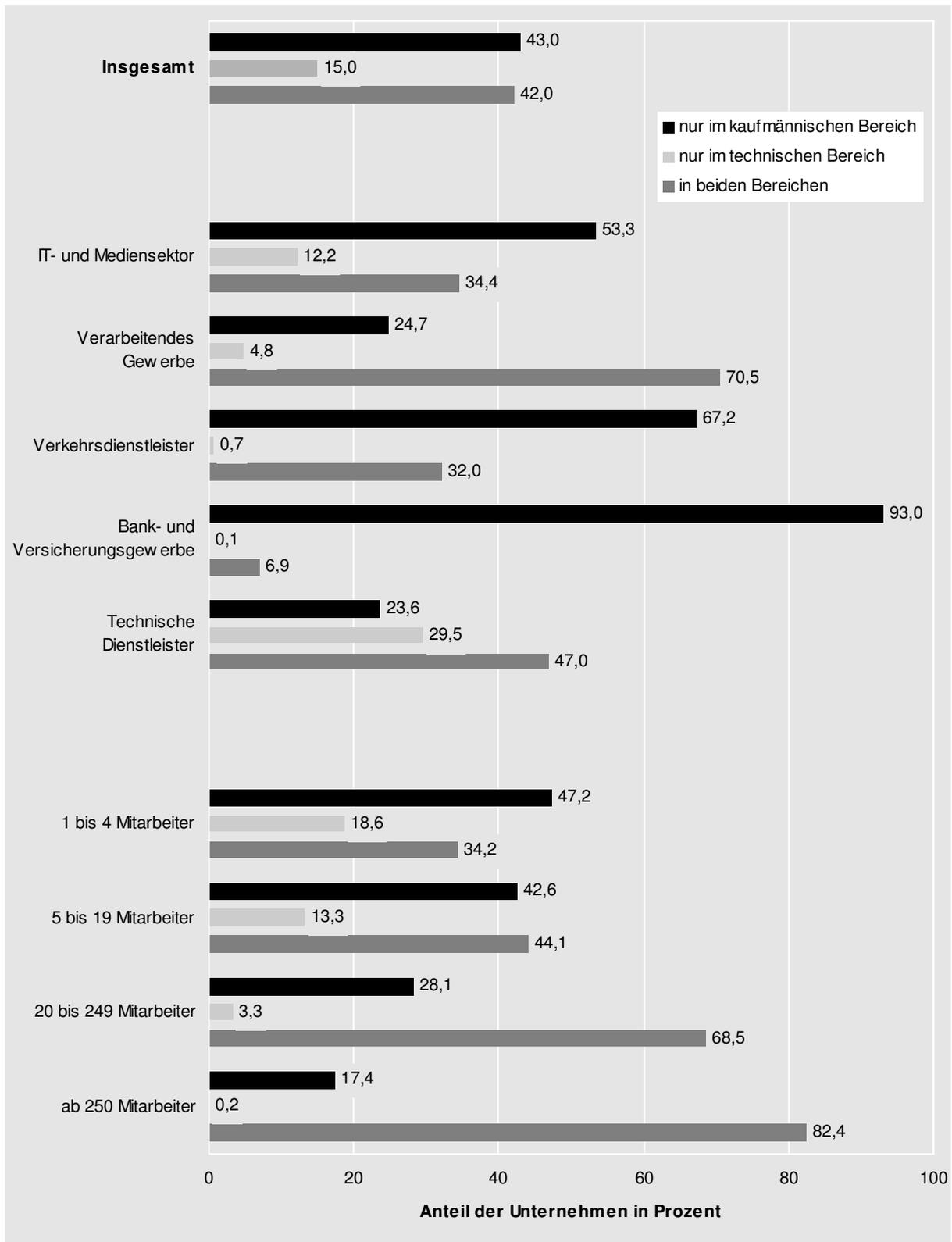
Abbildung 3 zeigt, welcher Anteil der Unternehmen Unternehmenssoftware ausschließlich im kaufmännischen Bereich, ausschließlich im technischen Bereich oder in beiden Bereichen einsetzt. Insgesamt setzen gut zwei Fünftel der Unternehmen die Software nur im kaufmännischen Bereich ein. Ungefähr gleich hoch ist der Anteil der Unternehmen, die Unternehmenssoftware sowohl im kaufmännischen als auch im technischen Bereich einsetzen. Bei 15 Prozent kommt Unternehmenssoftware nur im technischen Bereich zum Einsatz.

Dieses Gesamtbild ändert sich jedoch je nach Branche und Größenklasse. Im IT- und Medienssektor, in der Verkehrsbranche sowie im Bank- und Versicherungsgewerbe verwendet der Großteil der Unternehmen Unternehmenssoftware nur im kaufmännischen Bereich. Dies liegt vor allem daran, dass diese Branchen hauptsächlich von Dienstleistungsunternehmen geprägt sind, für die technische Software nicht relevant ist. Im verarbeitenden Gewerbe und bei den technischen Dienstleistern kommt Unternehmenssoftware bei den meisten Unternehmen sowohl im kaufmännischen als auch im technischen Bereich zum Einsatz. Unter den technischen Dienstleistern überwiegt daneben der Anteil der Unternehmen, die Unternehmenssoftware nur

im technischen Bereich verwenden, den Anteil der Unternehmen, die Unternehmenssoftware nur im kaufmännischen Bereich einsetzen.

Unternehmenssoftware wird bei kleinen Unternehmen mit bis zu 4 Mitarbeitern hauptsächlich im kaufmännischen Bereich eingesetzt. Große Unternehmen ab 20 Mitarbeitern setzen Unternehmenssoftware so gut wie nie nur im technischen Bereich ein. Wenn hier Unternehmenssoftware zum Einsatz kommt, dann überwiegend sowohl im technischen als auch im kaufmännischen Bereich. Dies gilt sowohl für die Unternehmen mit 20 bis 249 Mitarbeitern als auch für die Unternehmen ab 250 Mitarbeitern. In Unternehmen mit 5 bis 19 Mitarbeitern halten sich diejenigen, die ausschließlich kaufmännische Unternehmenssoftware verwenden und jene, die Unternehmenssoftware in beiden Bereichen einsetzen, nahezu die Waage.

Abbildung 3: Einsatz von Unternehmenssoftware nur im kaufmännischen Bereich, nur im technischen Bereich oder in beiden Bereichen



Lesehilfe: 47,2 Prozent der Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern, die Unternehmenssoftware einsetzen, verwenden diese nur im kaufmännischen Bereich.

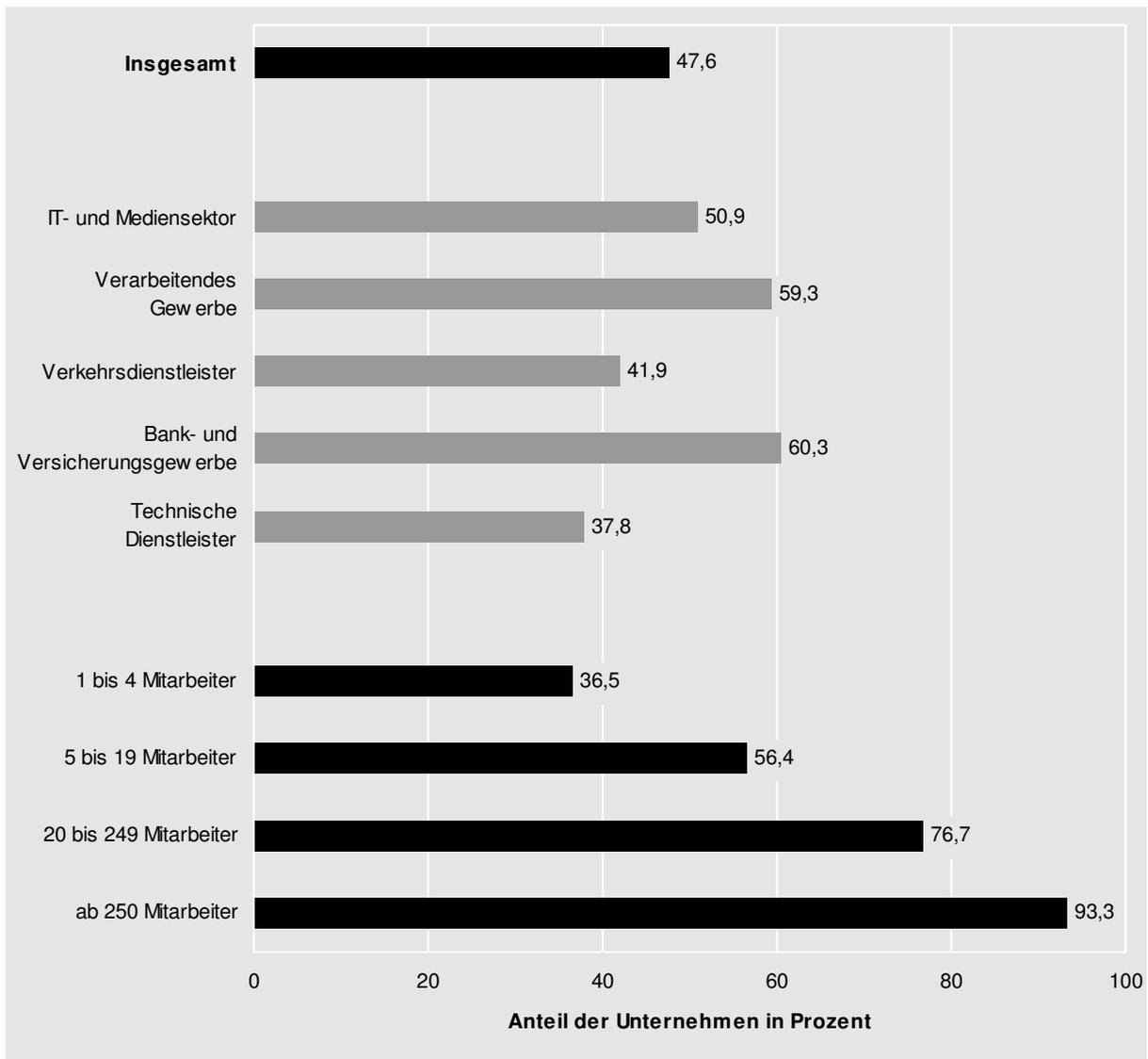
Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

1.3 Vernetzung von Unternehmenssoftware

1.3.1 Unternehmenssoftware umso häufiger vernetzt, je größer das Unternehmen

In insgesamt mehr als der Hälfte der Unternehmen ist die eingesetzte Unternehmenssoftware nicht bereichsübergreifend vernetzt (vgl. Abbildung 4). Der Anteil der Unternehmen, die ihre Software vernetzen, steigt jedoch mit der Größe des Unternehmens kontinuierlich an. Während 37 Prozent der kleinen Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern ihre Unternehmenssoftware vernetzt haben, sind es bei den großen Unternehmen ab 250 Mitarbeitern sogar 93 Prozent. Differenziert nach Branchen sind es insbesondere das Bank- und Versicherungsgewerbe und das verarbeitende Gewerbe, die ihre Unternehmenssoftware bereichsübergreifend vernetzen (60 bzw. 59 Prozent). Aber auch im IT- und Mediensektor verknüpft die Hälfte der Unternehmen ihre Software (51 Prozent). Etwas weniger häufig vernetzen die Verkehrsdienstleister (42 Prozent) und die technischen Dienstleister (38 Prozent) ihre Unternehmenssoftware.

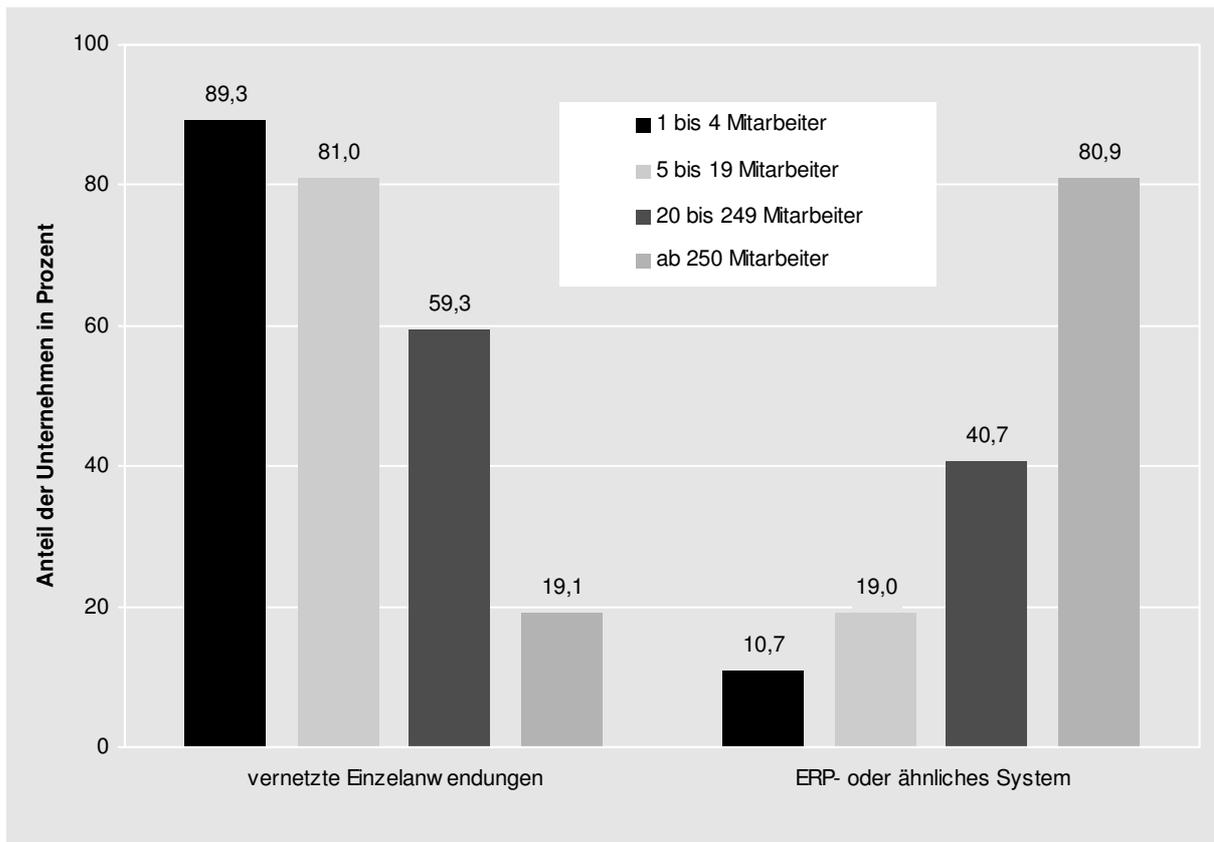
Abbildung 4: Vernetzung von Unternehmenssoftware

Lesehilfe: 37,8 Prozent der technischen Dienstleister, die Unternehmenssoftware einsetzen, haben ihre Software bereichsübergreifend vernetzt.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

Wird die Unternehmenssoftware vernetzt, dann sind es in der deutlichen Mehrzahl der Fälle vernetzte Einzelanwendungen, die zum Einsatz kommen (nicht dargestellt). 81 Prozent der Unternehmen, die ihre Software vernetzen, verknüpfen ihre Software auf diese Weise. Nur 19 Prozent setzen auf ein umfassendes System wie ein ERP-System. Welche Vernetzungsart zum Einsatz kommt, hängt stark von der Unternehmensgröße ab (vgl. Abbildung 5). Kleine Unternehmen verwenden in der Mehrzahl vernetzte Einzelanwendungen, große Unternehmen eher umfassende Systeme.

Abbildung 5: Art der Vernetzung

Lesehilfe: 89,3 Prozent der Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern, die Unternehmenssoftware einsetzen und diese vernetzen, verwenden vernetzte Einzelanwendungen.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

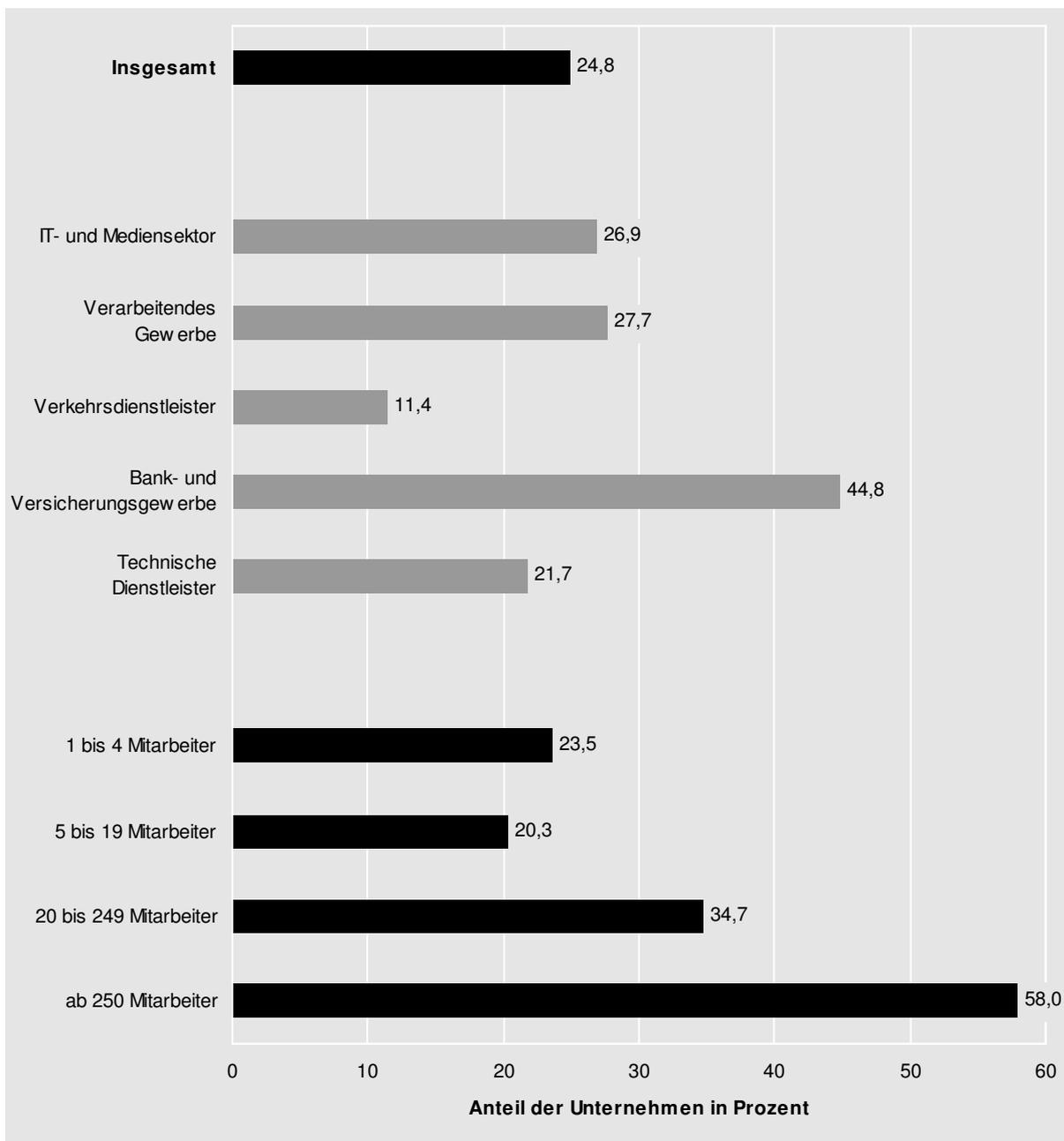
1.4 Absprachen bei der Wahl oder Entwicklung von Unternehmenssoftware

1.4.1 Unternehmen sprechen sich eher selten mit Geschäftspartnern ab

Insgesamt sprechen sich nur ein Viertel der Unternehmen bei der Wahl oder Entwicklung ihrer wichtigsten Unternehmenssoftware mit Geschäftspartnern ab. Aber auch hier gibt es Unterschiede zwischen den Branchen und Größenklassen. Die Branche, die bei der Wahl oder Entwicklung am häufigsten mit Geschäftspartnern kooperiert, ist das Bank- und Versicherungsgewerbe. Hier sprechen sich 45 Prozent der Unternehmen mit Geschäftspartnern ab (vgl. Abbildung 6). Aber auch im verarbeitenden Gewerbe und im IT- und Mediensektor ist die Absprache mit 28 bzw. 27 Prozent überdurchschnittlich. Relativ selten kooperieren die Verkehrsdienstleister mit ihren Geschäftspartnern.

Differenziert nach Größe sind es insbesondere die großen Unternehmen ab 250 Mitarbeitern, die sich mit ihren Geschäftspartnern hinsichtlich der Wahl ihrer Unternehmenssoftware absprechen. Der Abstand zur Größenklasse, die am zweithäufigsten derartige Absprachen trifft (20 bis 249 Mitarbeiter), ist mit 58 Prozent gegenüber 35 Prozent recht deutlich. In den beiden kleinen Größenklassen kooperieren die Unternehmen mit bis zu 4 Mitarbeitern etwas häufiger mit ihren Geschäftspartnern als die Unternehmen mit 5 bis 19 Mitarbeitern (24 gegenüber 20 Prozent).

Abbildung 6: Anteil der Unternehmen, die sich bei der Wahl und Entwicklung von Unternehmenssoftware mit Geschäftspartnern absprechen



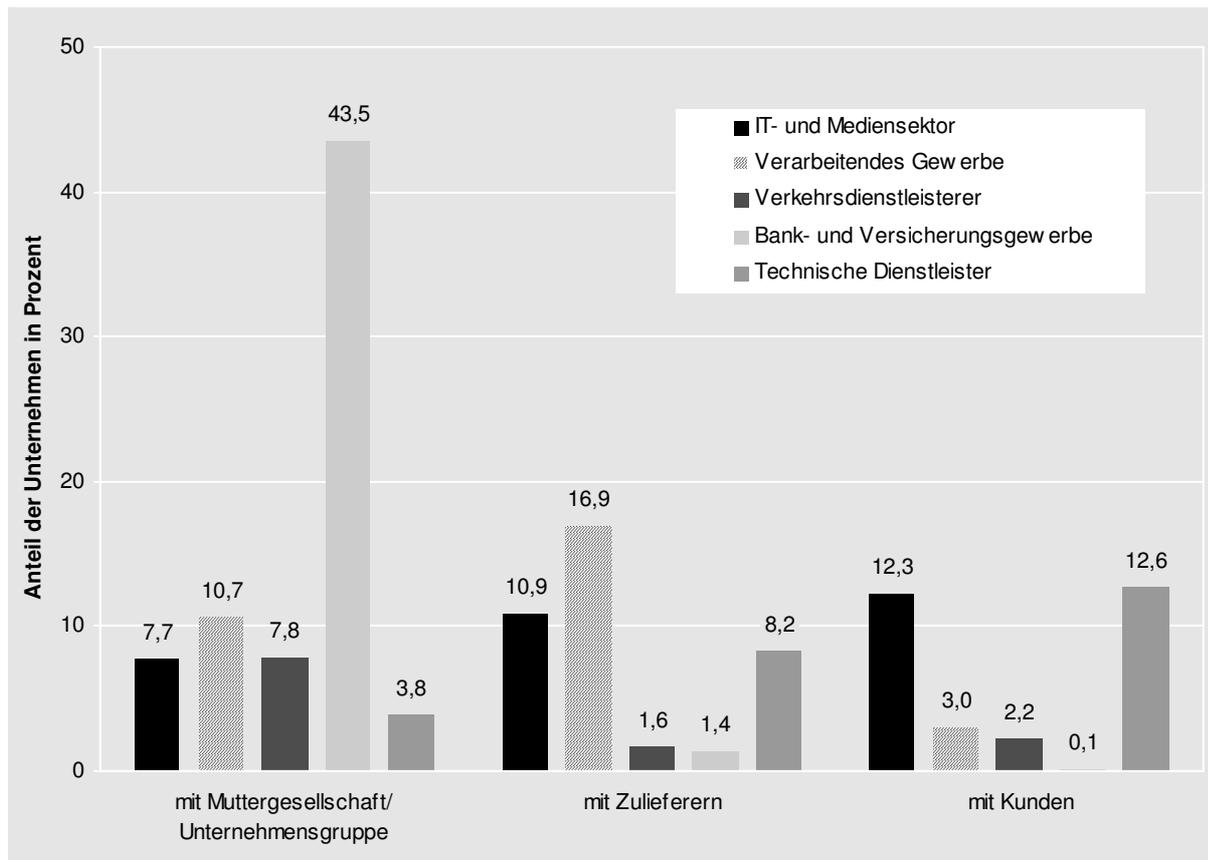
Lesehilfe: 44,8 Prozent der Unternehmen des Bank- und Versicherungsgewerbes, die Unternehmenssoftware einsetzen, haben die Wahl oder Entwicklung der Unternehmenssoftware mit Geschäftspartnern abgesprochen.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

Jeweils ungefähr ein Zehntel der Unternehmen spricht sich bei der Wahl oder Entwicklung der Software mit der Muttergesellschaft oder Unternehmensgruppe (9 Prozent), mit Zulieferern (10 Prozent) oder mit Kunden (10 Prozent) ab (nicht dargestellt). Die Unternehmen, die sich am häufigsten mit der Muttergesellschaft oder Unternehmensgruppe absprechen, stammen mit 44 Prozent aus dem Bank- und Versicherungsgewerbe (vgl. Abbildung 7). Dieser hohe Anteil mag damit zusammenhängen, dass Banken und Versicherungen häufig in Filialen organisiert sind. In der FAZIT-Unternehmensbefragung werden nicht nur die Hauptgeschäftsstellen der einzelnen Banken und Versicherungen angeschrieben, sondern auch einzelne Zweigstellen. Am zweithäufigsten, aber deutlich seltener als die Unternehmen des Bank- und Versicherungsgewerbes, sprechen sich Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes mit der Muttergesellschaft oder Unternehmensgruppe ab (11 Prozent). Mit 4 Prozent tun dies die technischen Dienstleister am seltensten. Dies hängt jedoch wiederum mit der Zusammensetzung der Unternehmen für die FAZIT-Unternehmensbefragung zusammen. Unter den technischen Dienstleistern befinden sich relativ viele kleine, einzeln operierende Unternehmen.

Der Anteil der Unternehmen, die sich mit Zulieferern abstimmen, ist im verarbeitenden Gewerbe am höchsten (17 Prozent). Aber auch die Unternehmen des IT- und Mediensektors und der technischen Dienstleister sprechen sich häufig mit Zulieferern ab (11 bzw. 8 Prozent). Die Abstimmung mit Kunden erfolgt am häufigsten unter den technischen Dienstleistern (13 Prozent) und den Unternehmen des IT- und Mediensektors (12 Prozent). Unter den Verkehrsdienstleistern und den Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes stimmt sich nur ein sehr geringer Anteil mit den eigenen Kunden ab. Bei Banken und Versicherungen erfolgen so gut wie gar keine Absprachen mit Kunden.

Abbildung 7: Absprache mit Geschäftspartnern bei der Wahl und Entwicklung der Unternehmenssoftware

Lesehilfe: 1,4 Prozent der Unternehmen des Bank- und Versicherungsgewerbes, die Unternehmenssoftware einsetzen, kooperieren mit Zulieferern.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

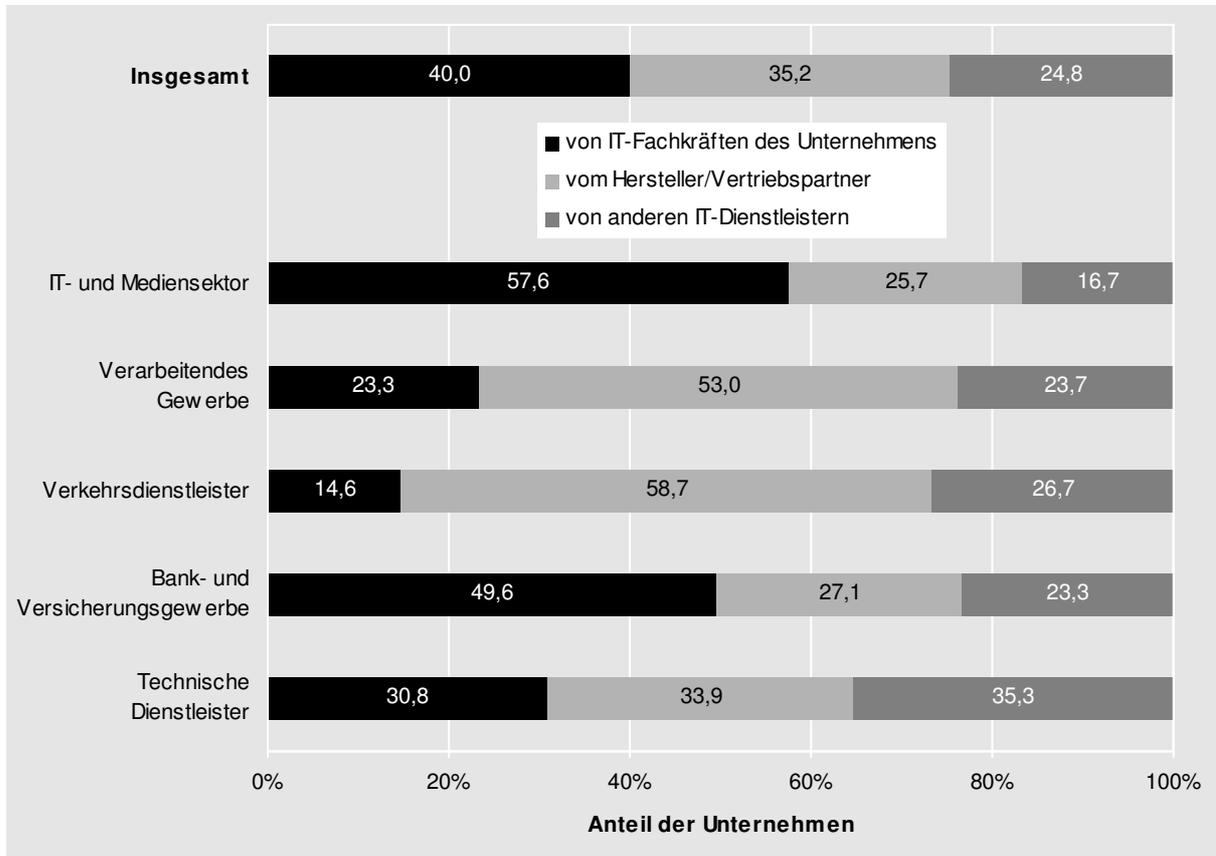
1.5 Wartung von Unternehmenssoftware

1.5.1 Unternehmenssoftware wird hauptsächlich von eigenen Fachkräften gewartet

Insgesamt 40 Prozent der Unternehmen, die Unternehmenssoftware einsetzen, lassen ihre Systeme hauptsächlich von eigenen IT-Fachkräften warten und pflegen (vgl. Abbildung 8). Ein gutes Drittel greift für Wartung und Pflege überwiegend auf den Hersteller oder den Vertriebspartner zurück, 25 Prozent beauftragen andere IT-Dienstleister. Bei der Vergabe der Wartungs- und Pflegeaufträge lassen sich deutliche Unterschiede zwischen den Branchen feststellen. Der IT- und Mediensektor, aber auch das Bank- und Versicherungsgewerbe greifen hauptsächlich auf IT-Fachkräfte des eigenen Unternehmens zurück. Die Verkehrsdienstleister und das verarbeitende Gewerbe vergeben die Wartungsaufträge überwiegend an den Hersteller oder an Vertriebspartner. Technische Dienstleister engagieren vor allem andere IT-Dienstleister. Insbesondere in großen Unternehmen ab 250 Mitarbeitern werden Wartung und Pflege

der Unternehmenssoftware überwiegend von den IT-Fachkräften des eigenen Unternehmens übernommen (nicht dargestellt).

Abbildung 8: Wartung von Unternehmenssoftware



Lesehilfe: Insgesamt lassen 40,0 Prozent der Unternehmen, die Unternehmenssoftware einsetzen, die Software überwiegend von eigenen IT-Fachkräften warten, 35,2 Prozent hauptsächlich vom Hersteller oder Vertriebspartner und 24,8 Prozent vorwiegend von anderen IT-Dienstleistern.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit.

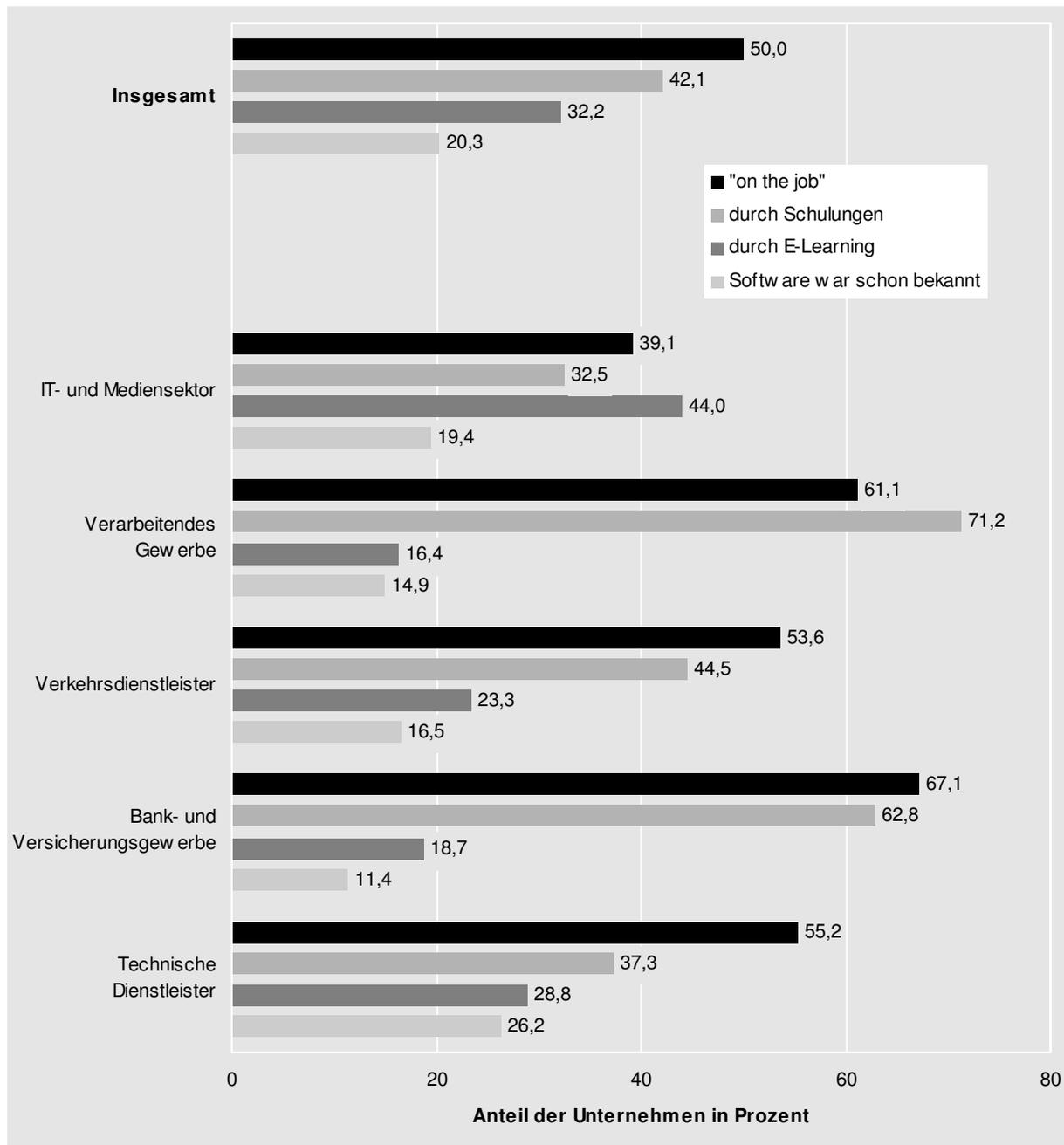
Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

1.6 Vorbereitung der Mitarbeiter auf die Nutzung von Unternehmenssoftware

1.6.1 Mitarbeiter lernen die Unternehmenssoftware hauptsächlich während der Nutzung kennen

In der Hälfte der Unternehmen werden die Mitarbeiter durch die Nutzung am Arbeitsplatz („Learning on the job“) mit der neuen Unternehmenssoftware vertraut gemacht (vgl. Abbildung 9). Über zwei Fünftel der Unternehmen bieten aber auch gezielt Schulungen an. In 32 Prozent der Unternehmen gibt es die Möglichkeit, sich per E-Learning in die Software einzuarbeiten. In einem Fünftel der Unternehmen war die Software schon bekannt und es bestand kein Vorbereitungsbedarf für die Mitarbeiter. Unter den Branchen heben sich der IT- und Me-

diensektor und die technischen Dienstleister von den anderen drei Sektoren in ihrem Schulungsverhalten ab. Im IT- und Mediensektor herrscht eine Kombination von E-Learning und „Learning on the job“ vor, während Schulungen vergleichsweise selten zum Einsatz kommen. Die Verkehrsdienstleister, die Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes und Unternehmen des Bank- und Versicherungsgewerbes kombinieren dagegen „Learning on the job“ mit systematischen Schulungen. Technische Dienstleister vertrauen hauptsächlich darauf, dass sich die Mitarbeiter während der Nutzung in die Eigenschaften der Software einarbeiten. In diesem Sektor bieten zwar auch 37 Prozent der Unternehmen Schulungen an, aber der Abstand zwischen dem Anteil der Unternehmen, in denen Schulungen zum Einsatz kommen, zum Anteil der Unternehmen, die ihre Mitarbeiter „on the job“ lernen lassen, ist mit 18 Prozentpunkten wesentlich höher als bei den Verkehrsdienstleistern, dem verarbeitenden Gewerbe und dem Bank- und Versicherungsgewerbe.

Abbildung 9: Vorbereitung auf die Verwendung von Unternehmenssoftware nach Branche

Lesehilfe: Insgesamt bereiten 42,1 Prozent der Unternehmen, die Unternehmenssoftware einsetzen, ihre Mitarbeiter durch Schulungen auf die Verwendung der Software vor.

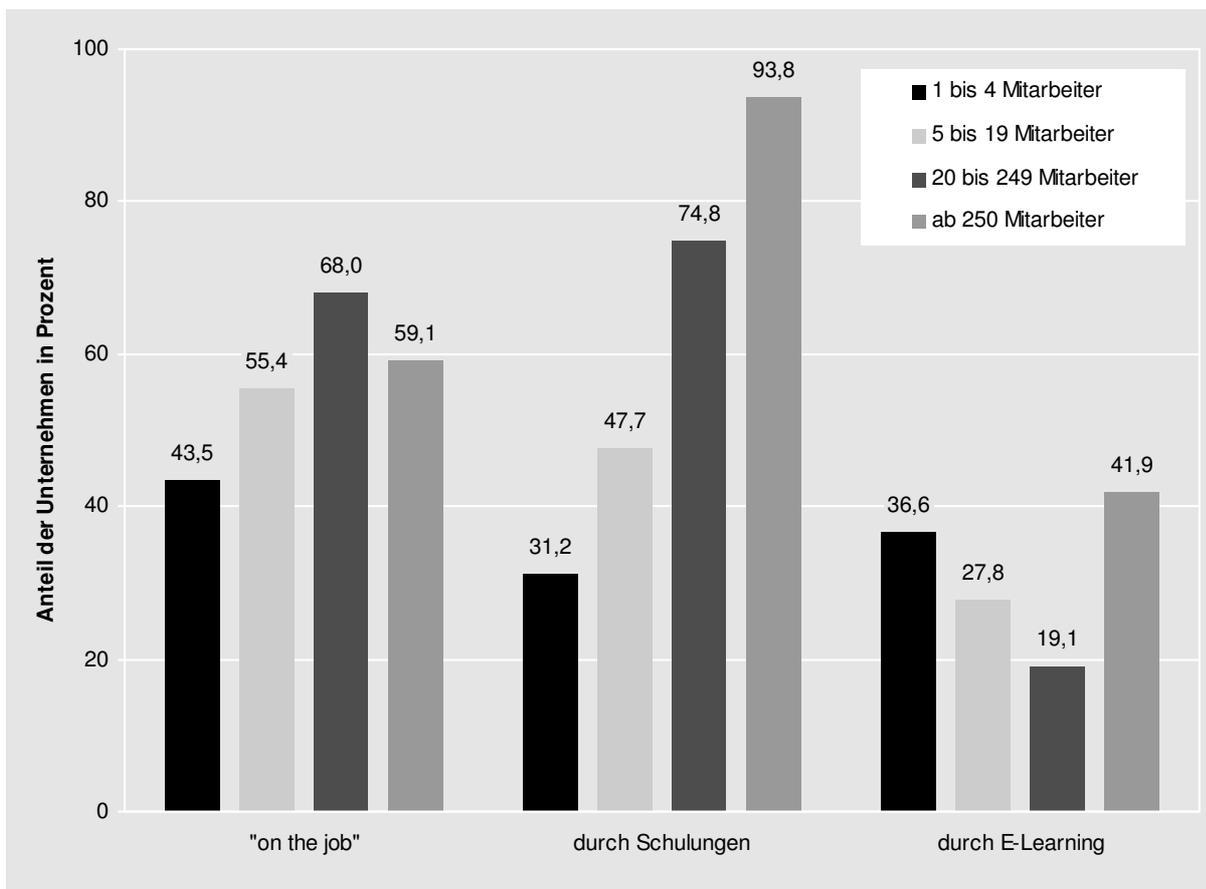
Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

Die Art und Weise, Mitarbeiter auf die Softwarenutzung vorzubereiten, hängt mit der Unternehmensgröße zusammen (vgl. Abbildung 10). „Learning on the job“ ist umgekehrt u-förmig mit der Unternehmensgröße korreliert: In den ersten drei Größenklassen steigt der Anteil der Unternehmen, die auf diese Art der Vermittlung der Softwareeigenschaften setzen von 44 Prozent auf 68 Prozent an, um dann in der größten Größenklasse wieder auf 59 Prozent zurückzugehen. Systematische Schulungen werden umso häufiger angeboten, je größer das Unter-

men ist. Bei den kleinen Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern kommen in 31 Prozent der Unternehmen Schulungen zum Einsatz, bei den großen Unternehmen ab 250 Mitarbeitern sind es 94 Prozent. E-Learning hängt u-förmig mit der Unternehmensgröße zusammen. Hier sind es die kleinen Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern, die mit 37 Prozent vergleichsweise häufig diese Art der Wissensvermittlung einsetzen. In den beiden mittleren Größenklassen sinkt dieser Anteil auf 19 Prozent bei den Unternehmen zwischen 20 und 249 Mitarbeitern. Bei den ganz großen Unternehmen setzen wiederum mehr Unternehmen auf E-Learning (42 Prozent).

Abbildung 10: Vorbereitung auf die Verwendung von Unternehmenssoftware nach Unternehmensgröße



Lesehilfe: 36,6 Prozent der Unternehmen, die Unternehmenssoftware einsetzen, bereiten ihre Mitarbeiter mit E-Learning auf die Verwendung der Software vor.

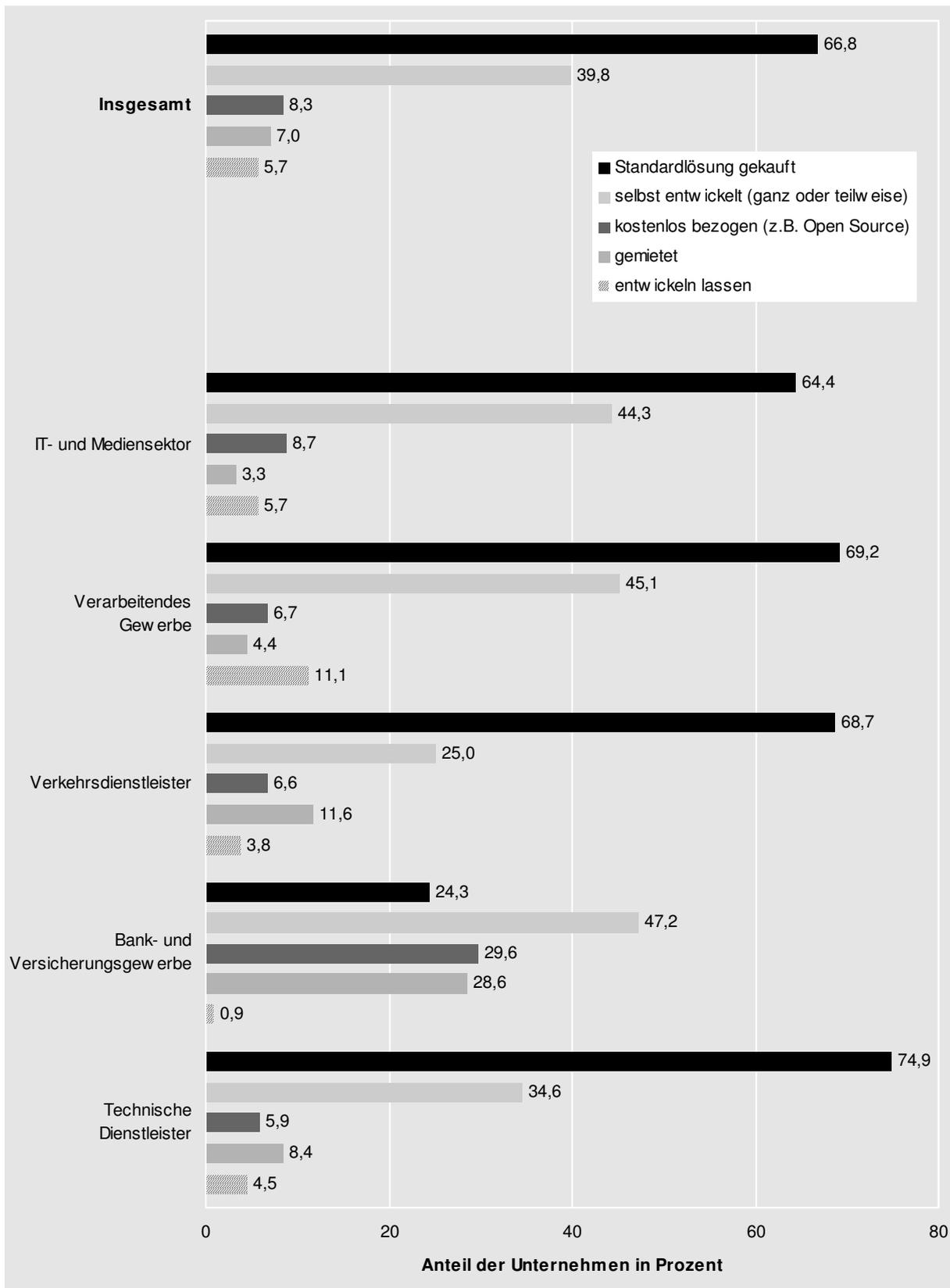
Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

1.7 Bezug von Unternehmenssoftware

1.7.1 Unternehmen erwerben in der Mehrzahl Standardsoftware

Zwei Drittel der Unternehmen, die Unternehmenssoftware einsetzen, haben Standardlösungen für ihre Unternehmenssoftware erworben (vgl. Abbildung 11). Ein bedeutender Teil (40 Prozent) entwickelt die Software aber auch ganz oder teilweise selbst. Der kostenlose Bezug (z.B. durch Open Source-Software), die Miete und die Fremdentwicklung der Software sind hingegen mit einem Anteil von jeweils unter 10 Prozent der einsetzenden Unternehmen relativ unbedeutend. Unter den Branchen spielt das Bank- und Versicherungsgewerbe eine gesonderte Rolle: Im Gegensatz zu allen anderen Sektoren ist in dieser Branche der Anteil der Selbstentwickler höher als der Anteil, der eine Standardlösung erworben hat. Außerdem wird in dieser Branche die Unternehmenssoftware von einem vergleichsweise hohen Anteil der Unternehmen kostenlos bezogen oder gemietet. Im verarbeitenden Gewerbe gibt es mit 11 Prozent relativ viele Unternehmen, die ihre Unternehmenssoftware entwickeln lassen.

Abbildung 11: Bezug von Unternehmenssoftware nach Branchen

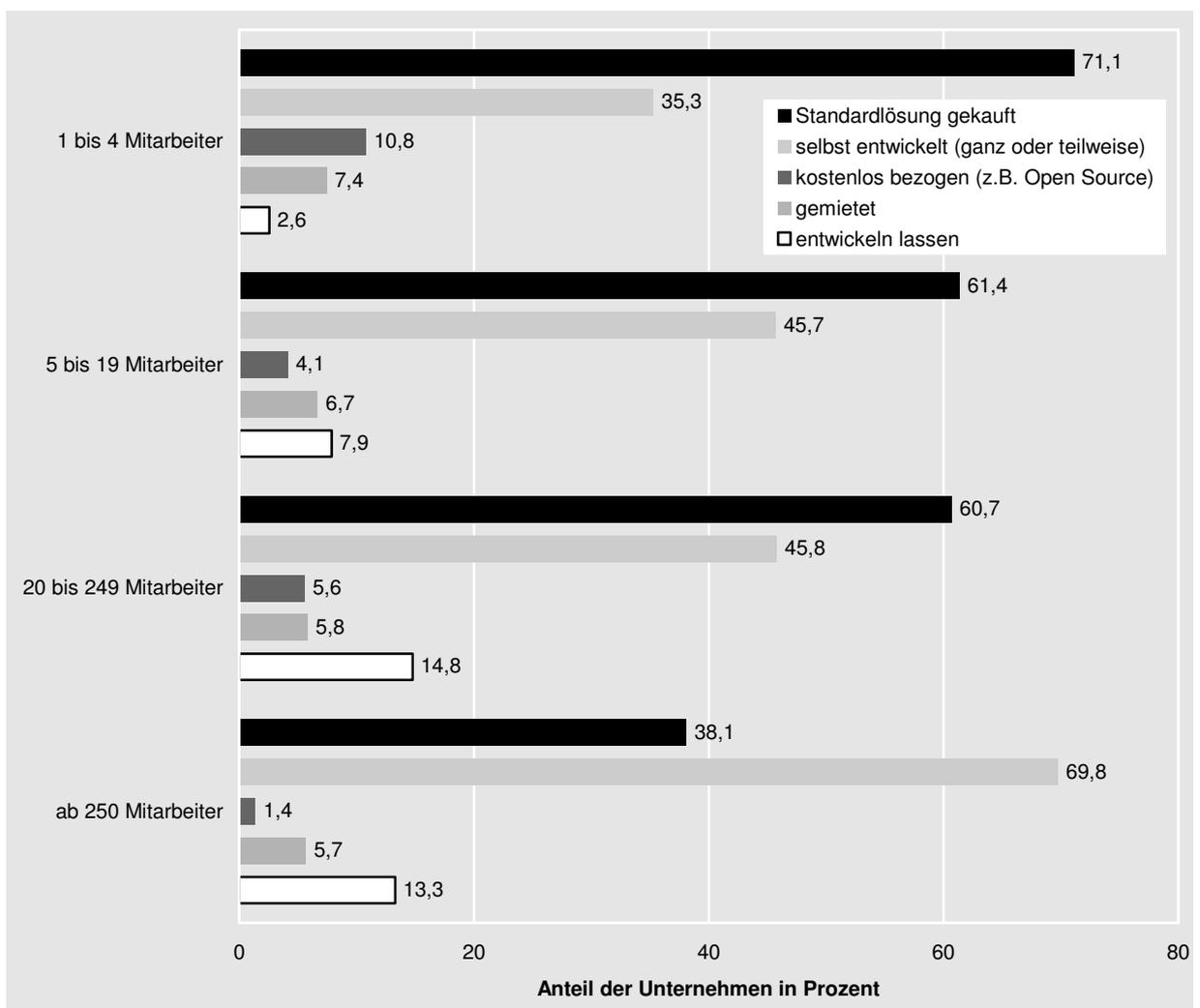
Lesehilfe: 64,4 Prozent der Unternehmen des IT- und Medienssektors, die Unternehmenssoftware einsetzen, haben Standardsoftware erworben.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

Die Häufigkeit eines Bezugs von Standardsoftware geht mit der Größe der Unternehmen zurück (vgl. Abbildung 12). Von den Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern erwerben 71 Prozent derartige Software. Von den Unternehmen ab 250 Mitarbeitern sind es gerade noch 38 Prozent. In der größten Unternehmensklasse wird auch häufiger selbst entwickelt als auf Standardlösungen zurück gegriffen. Bis zur Größenklasse 20 bis 249 Mitarbeiter lassen sich die Unternehmen auch umso häufiger die Unternehmenssoftware entwickeln, je größer das Unternehmen ist. Bei den größten Unternehmen geht der Anteil wieder zurück. Allerdings unterscheiden sich die Anteile mit 15 Prozent für die Unternehmen mit 20 bis 249 Mitarbeitern und 13 Prozent für die Unternehmen ab 250 Mitarbeitern nur wenig.

Abbildung 12: Bezug von Unternehmenssoftware nach Unternehmensgröße



Lesehilfe: 10,8 Prozent der Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern, die Unternehmenssoftware einsetzen, haben die Software kostenlos bezogen.

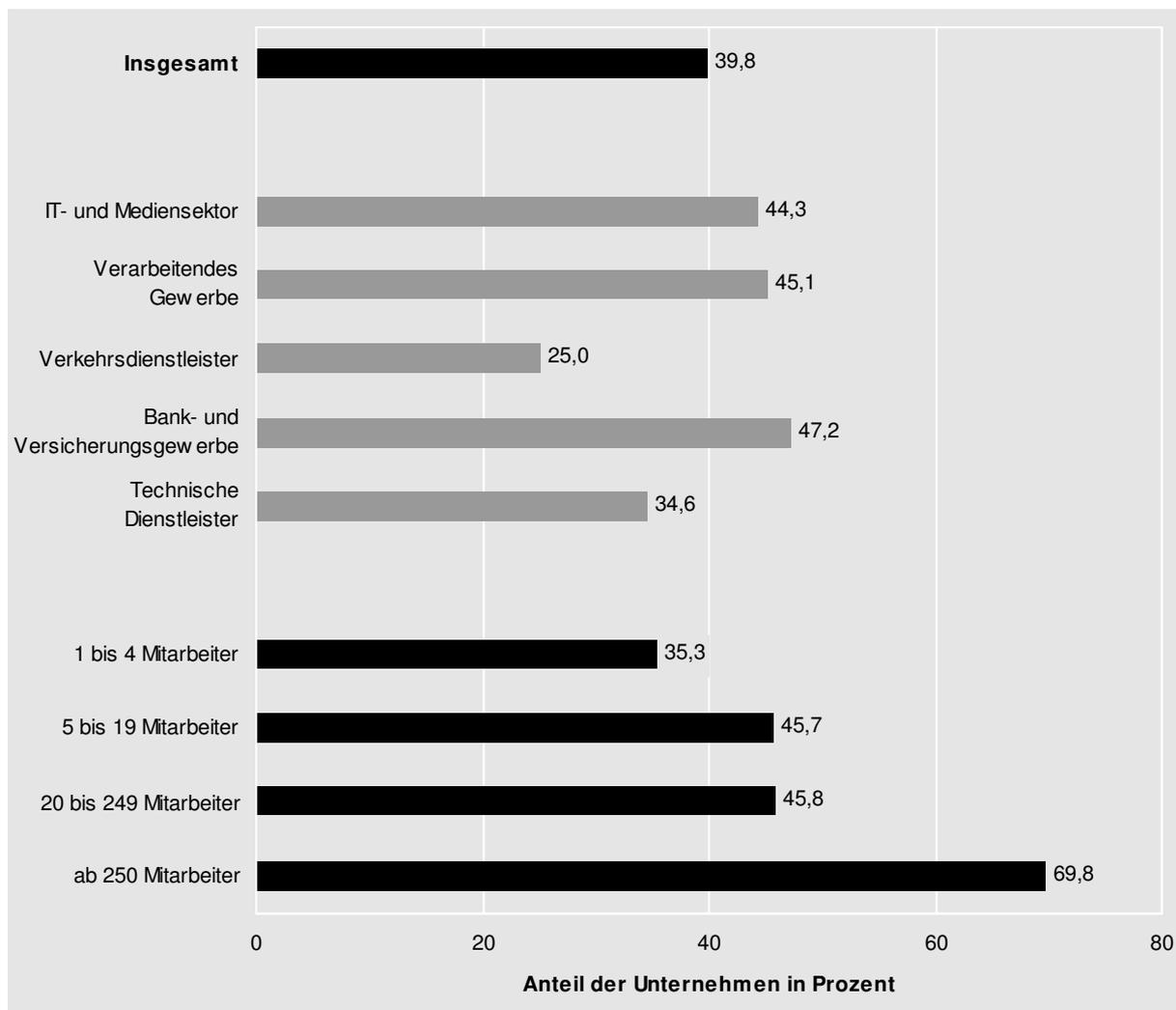
Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

1.7.2 Zwei Fünftel der Unternehmen entwickeln Unternehmenssoftware selbst

Insbesondere im IT- und Mediensektor, im verarbeitenden Gewerbe und bei den Banken und Versicherungen wird die Unternehmenssoftware ganz oder teilweise selbst entwickelt (vgl. Abbildung 13). Der Anteil liegt in diesen Branchen bei mindestens 44 Prozent. Die Verkehrsdienstleister und die technischen Dienstleister entwickeln weniger häufig selbst (25 bzw. 35 Prozent). Der Anteil der selbst entwickelnden Unternehmen steigt mit der Unternehmensgröße an, wobei die beiden mittleren Größenklassen mit jeweils 46 Prozent gleichauf liegen.

Abbildung 13: Selbstentwicklung von Unternehmenssoftware



Lesehilfe: 44,3 Prozent der Unternehmen des IT- und Mediensektors, die Unternehmenssoftware einsetzen, entwickeln die Software ganz oder teilweise selbst.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit.

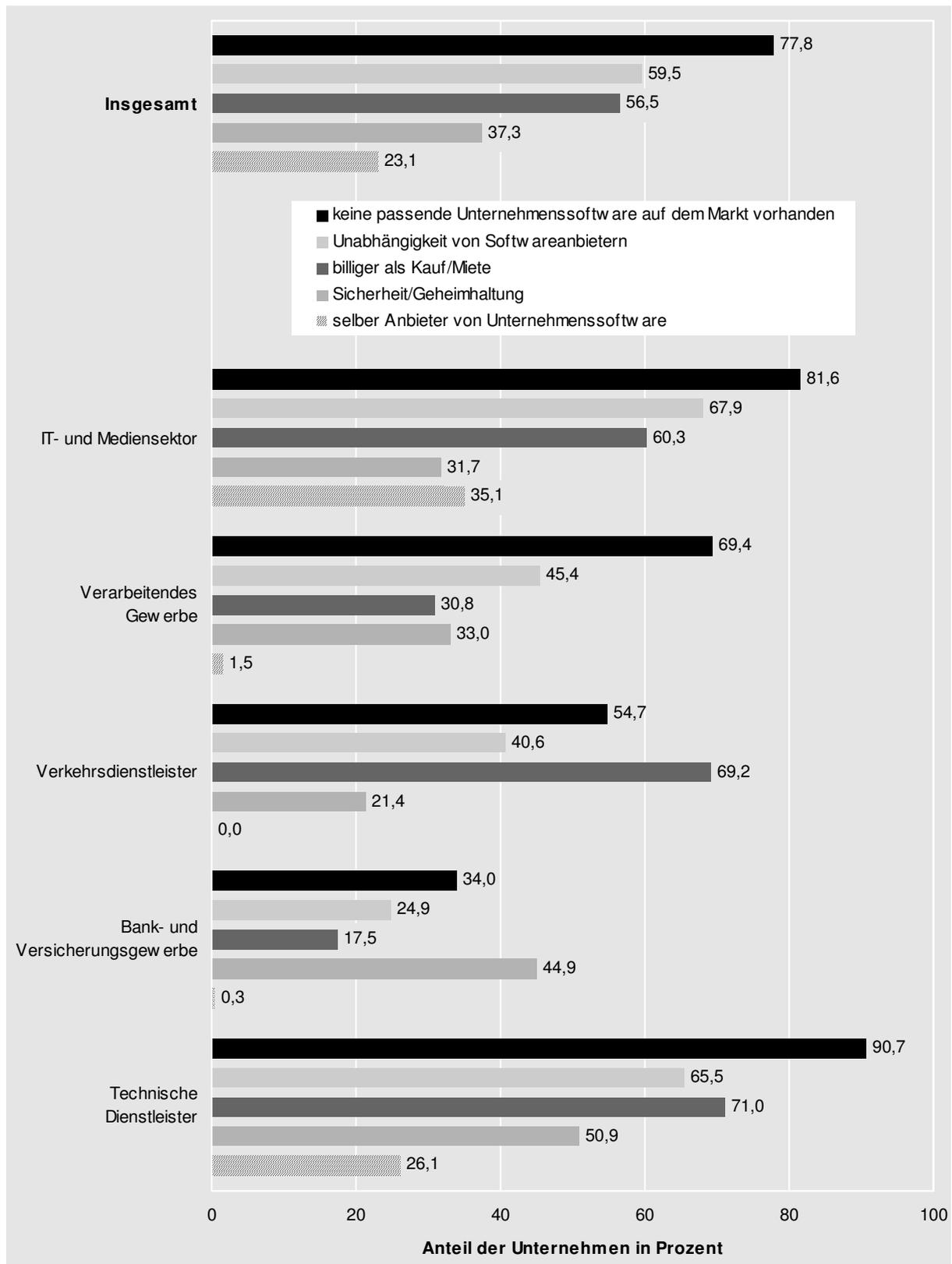
Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

Die Gründe für die eigene Entwicklung der Unternehmenssoftware anstelle des Kaufs können unterschiedlich sein. Für die befragten Unternehmen lag der Hauptgrund darin, dass auf dem Markt keine passende Unternehmenssoftware angeboten wird. 78 Prozent führen diesen Grund für die Eigenentwicklung an (vgl. Abbildung 14). Weitere wichtige Gründe waren die Unabhängigkeit von Softwareanbietern und die Tatsache, dass die selbst entwickelte Software güns-

tiger ist als gekaufte oder gemietete Software (60 bzw. 57 Prozent). Gründe der Sicherheit oder der Geheimhaltung waren vergleichsweise unbedeutend. 23 Prozent der Unternehmen entwickeln Unternehmenssoftware selbst, weil es zu ihrem eigenen Betätigungsfeld gehört.

Je nach Branche unterscheiden sich die Unternehmen jedoch hinsichtlich der Gründe für die Eigenentwicklung. Für den IT- und Mediensektor, das verarbeitende Gewerbe und die technischen Dienstleister war der Hauptgrund für die Eigenentwicklung die Tatsache, dass es keine geeignete Unternehmenssoftware käuflich zu erwerben gab. Für die Verkehrsdienstleister hat vor allem den Ausschlag gegeben, dass die Eigenentwicklung günstiger war als der Fremdbezug. Für das Bank- und Versicherungsgewerbe waren hauptsächlich Sicherheits- und Geheimhaltungsgründe bedeutsam. Bei den Unternehmen des IT- und Mediensektors und den technischen Dienstleistern hat es auch vergleichsweise häufig eine Rolle gespielt, dass die Unternehmen selbst Anbieter von Unternehmenssoftware sind.

Je größer das Unternehmen, desto deutlicher rückt die Tatsache in den Vordergrund, dass es keine passende Unternehmenssoftware auf dem Markt gibt (nicht dargestellt). Unter den Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern werden die Gründe „keine passende Unternehmenssoftware auf dem Markt vorhanden“, „Unabhängigkeit von Softwareanbietern“ und „billiger als Kauf/Miete“ noch ungefähr gleich häufig genannt (zwischen 63 und 71 Prozent). Bei den Unternehmen ab 250 Mitarbeitern geben 83 Prozent an, dass sie keine Software auf dem Markt gefunden haben. Für nur 21 Prozent dieser Unternehmen hat die Unabhängigkeit von Softwareanbietern eine Rolle gespielt und für 34 Prozent der Preisvorteil gegenüber gekaufter Software.

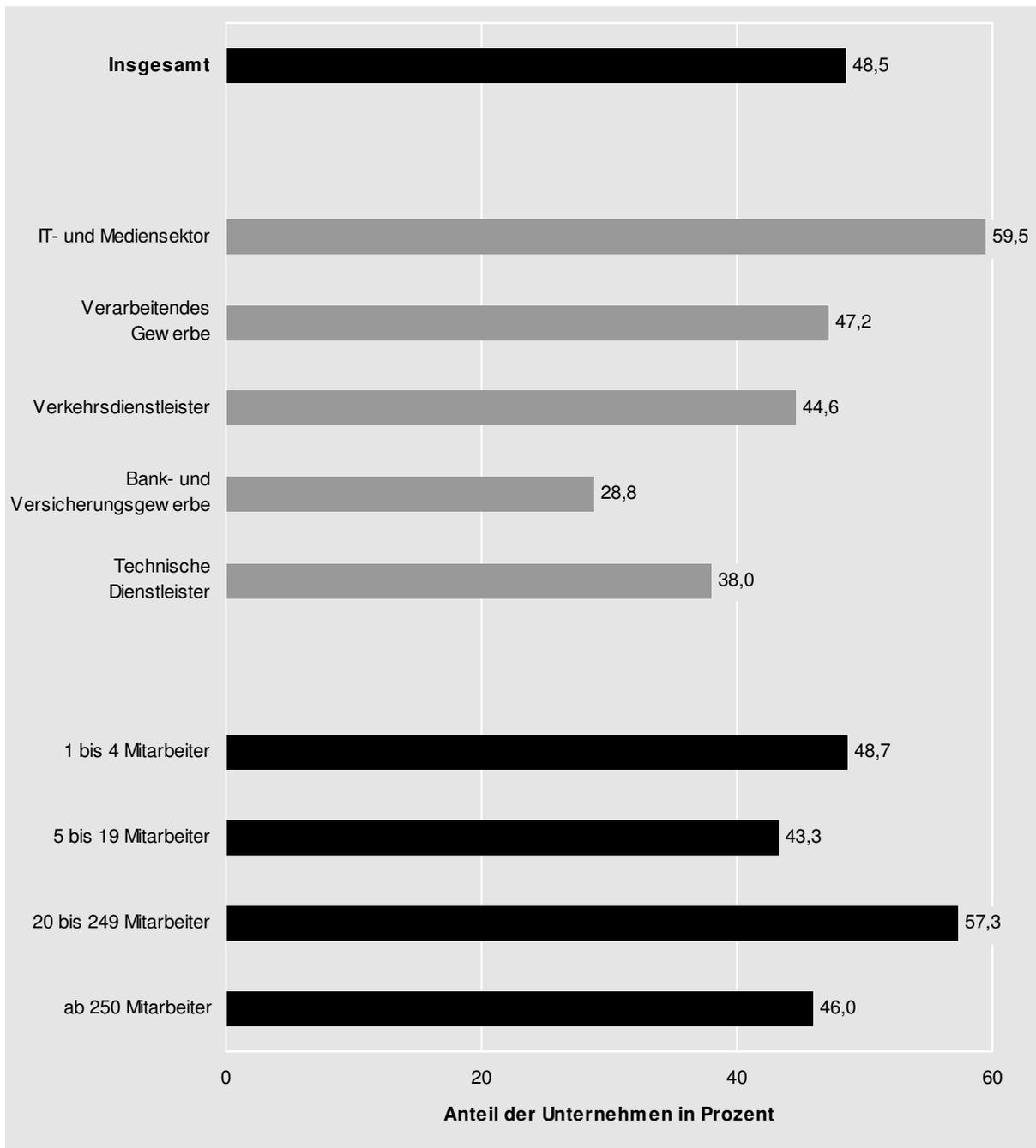
Abbildung 14: Gründe für die Selbstentwicklung von Unternehmenssoftware

Lesehilfe: Für 67,9 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, die Unternehmenssoftware einsetzen und selbst entwickeln, spielte die Tatsache, dass keine passende Unternehmenssoftware auf dem Markt vorhanden ist, für die Entscheidung, selbst zu entwickeln, eine Rolle.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

Für die Entwicklung von Unternehmenssoftware (und von Software allgemein) kann es hilfreich sein, auf bereits vorhandenen Code zurückzugreifen. Durch den frei zugänglichen und frei veränderbaren Quellcode ermöglicht es Open Source-Software, sich die Erfahrungen anderer bei der Programmierung von Unternehmenssoftware zunutze zu machen. Tatsächlich ist für knapp die Hälfte der Unternehmen, die Unternehmenssoftware einsetzen und diese zumindest zum Teil selbst entwickeln, Open Source-Code sehr wichtig oder wichtig (vgl. Abbildung 15). Am bedeutendsten ist Open Source-Software für die Unternehmen des IT- und Mediensektors. 60 Prozent der entwickelnden Unternehmen dieser Branche geben an, dass sie für die Entwicklung der Unternehmenssoftware sehr wichtig oder wichtig ist. Unter den Banken und Versicherungen spielt Open Source-Software für nur einen vergleichsweise geringen Anteil der entwickelnden Unternehmen eine entscheidende Rolle. Lediglich 29 Prozent sehen Open Source-Software als bedeutenden Faktor für ihre Eigenentwicklungen an. Der Anteil der Unternehmen, die Open Source-Software für wichtig halten, unterscheidet sich nicht sehr stark zwischen den einzelnen Größenklassen der entwickelnden Unternehmen. Nur für die Unternehmen mit 20 bis 249 Mitarbeiter spielt Open Source-Software für die Entwicklung der eigenen Unternehmenssoftware eine überdurchschnittliche Rolle.

Abbildung 15: Bedeutung von Open Source-Software für die Selbstentwicklung von Unternehmenssoftware

Lesehilfe: Für 38,0 Prozent der technischen Dienstleister, die Unternehmenssoftware einsetzen und selbst entwickeln, ist Open Source-Software sehr wichtig oder wichtig.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

2 Eingebettete Systeme

2.1 Einleitung

Eingebettete Systeme sind spezialisierte Computer, die ein fest eingebauter Bestandteil einer größeren Umgebung sind. Normalerweise werden sie für ganz spezielle Aufgaben entworfen und arbeiten vom Benutzer unbemerkt. Eine Darstellung der Eigenschaften, die eingebettete Systeme auszeichnen, und eine Definition von eingebetteter Software, die die eingebetteten Systeme steuert, bietet Abschnitt 6.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der FAZIT-Unternehmensbefragung im Hinblick auf den Einsatz von eingebetteten Systemen in baden-württembergischen Unternehmen dargestellt. Die Betrachtung umfasst hierbei sowohl eingebettete Systeme in Maschinen und Anlagen des Produktionsprozesses als auch eingebettete Systeme in Produkten.

Eine Analyse der eingebetteten Systeme in den Maschinen der Produktion bildet den Beginn dieses Abschnittes. Hierbei liegt der Fokus auf den Eigenschaften der eingesetzten Systeme und den Folgen, die sich für die Unternehmen aus dem Einsatz von Maschinen mit eingebetteten Systemen in der Produktion ergeben. Die Ergebnisse zur Verwendung von eingebetteten Systemen in Produkten folgen im Anschluss. Zentrale Bestandteile sind dabei der Erwerb eingebetteter Software, die die Funktionalität der eingebetteten Systeme gewährleistet, und die Ausstattung der Produkte mit eingebetteten Systemen, die über Schnittstellen zur Kommunikation mit Unternehmenssoftware verfügen. Eine Betrachtung der Entwicklung von eingebetteten Systemen und eingebetteter Software bildet den Abschluss des Abschnitts. In diesem Teilstück werden neben der Bedeutung von Open Source-Software für die Unternehmen auch die Größe der Entwicklerteams und die Kosten für eingebettete Software dargestellt.

Da Verkehrs- und technische Dienstleister sowie Unternehmen des Bank- und Versicherungsgewerbes keinerlei Produkte herstellen und über keinen Produktionsprozess verfügen, erfolgt die Analyse des Einsatzes von eingebetteten Systemen im Produktionsprozess und in Produkten nur für Unternehmen des IT- und Medienssektors sowie des verarbeitenden Gewerbes.

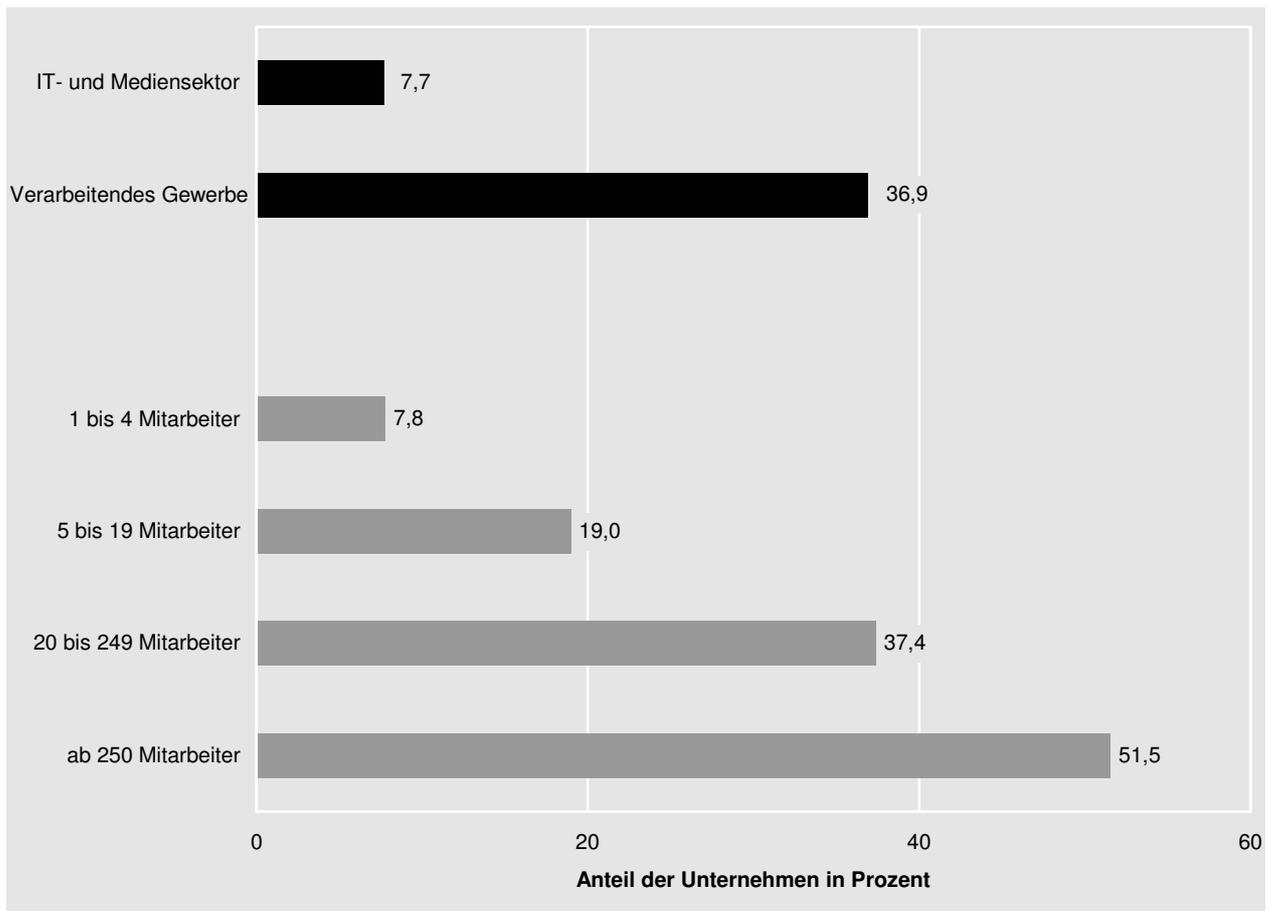
2.2 Nutzung von eingebetteten Systemen in Maschinen und Produktionsanlagen

2.2.1 Vor allem große Unternehmen nutzen Maschinen mit eingebetteten Systemen

Eingebettete Systeme kommen häufig in Maschinen und Anlagen des Produktionsprozesses zum Einsatz. Dort können sie beispielsweise Fehlerprotokolle liefern, die Fernsteuerung der Maschinen ermöglichen oder Echtzeitdaten für übergeordnete Softwaresysteme, wie ERP-Systeme, bereitstellen.

37 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes nutzen Maschinen mit eingebetteten Systemen in ihrem Produktionsprozess (vgl. Abbildung 16). Im IT- und Mediensektor dagegen setzen nur 8 Prozent der Unternehmen in ihrer Produktion derart ausgestattete Maschinen ein. Dieses Ergebnis ist zum Teil darauf zurückzuführen, dass der Anteil von Dienstleistern ohne Produktionsprozess im IT- und Mediensektor sehr hoch ausfällt. Werden nur produzierende Unternehmen im IT- und Mediensektor berücksichtigt, so zeigt sich, dass von diesen Unternehmen 21 Prozent Maschinen mit eingebetteten Systemen nutzen.

Die Größe des Unternehmens spielt eine wichtige Rolle für die Nutzung von Maschinen mit eingebetteten Systemen. Kleine Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern zeigen sich dabei sehr zurückhaltend, auch hier vor allem deshalb, weil ein großer Anteil dieser Unternehmen als Dienstleister ohne Produktionsprozess keinerlei Verwendung für derartige Maschinen hat. Lediglich 8 Prozent der kleinen Unternehmen setzen Produktionsanlagen mit eingebetteten Systemen ein. Unternehmen mittlerer Größe dagegen nutzen häufiger Produktionsanlagen mit eingebetteten Systemen. 19 Prozent der Unternehmen mit 5 bis 19 Mitarbeitern bzw. 37 Prozent der Unternehmen mit 20 bis 249 Mitarbeitern verwenden entsprechende Maschinen in ihrer Produktion. Noch weiter verbreitet ist der Einsatz von Maschinen mit eingebetteten Systemen in Großunternehmen mit 250 und mehr Beschäftigten. 52 Prozent der Unternehmen dieser Größenkategorie setzen entsprechende Maschinen ein.

Abbildung 16: Einsatz von Maschinen mit eingebetteten Systemen

Lesehilfe: Insgesamt 7,7 Prozent der Unternehmen des IT- und Mediensektors nutzen Maschinen und Produktionsanlagen mit eingebetteten Systemen in ihrem Produktionsprozess.

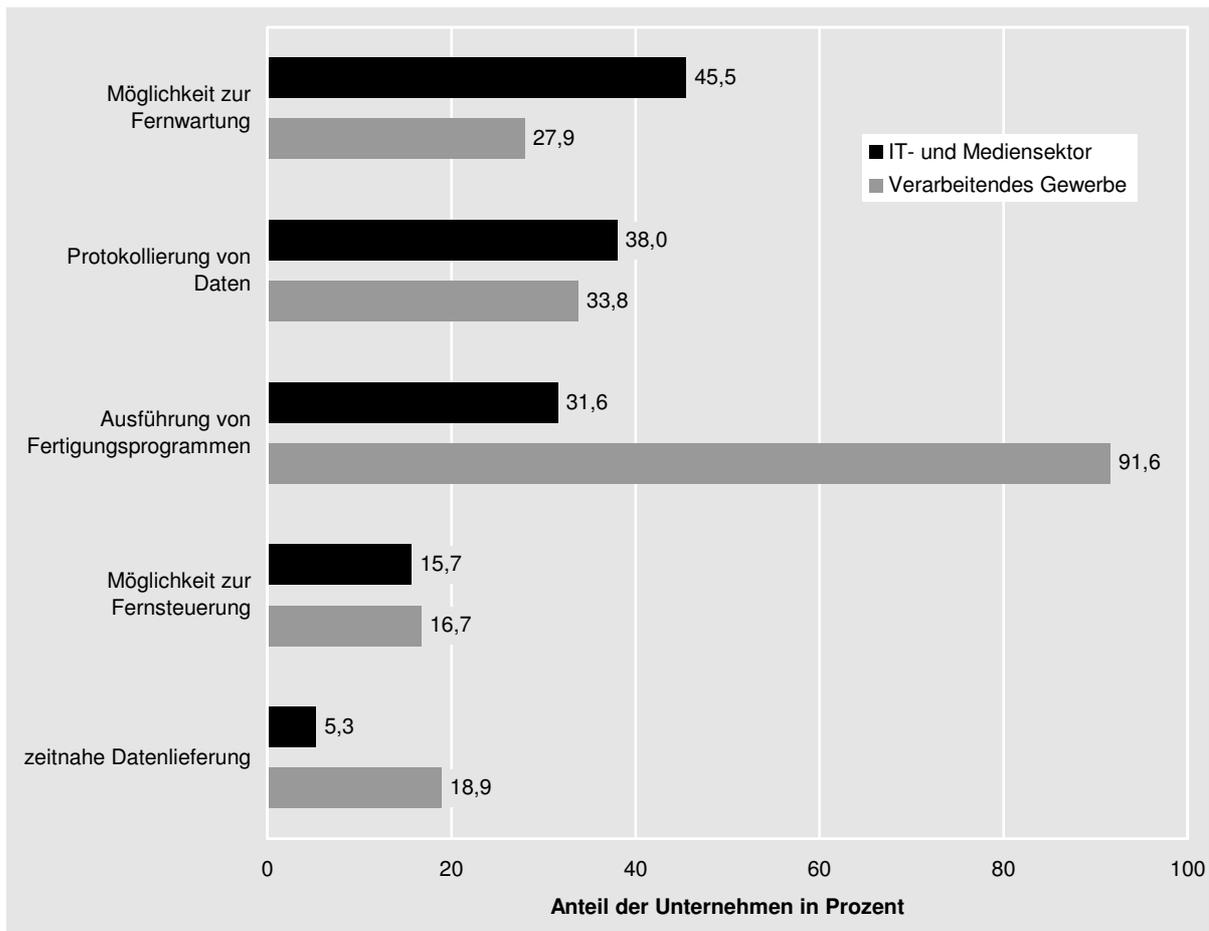
Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

2.2.2 Eingebettete Systeme in Maschinen führen am häufigsten Fertigungsprogramme aus

Eingebettete Systeme in Produktionsanlagen und Maschinen haben unterschiedliche Funktionen. Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes nutzen häufig die Möglichkeit, mit Hilfe eingebetteter Systeme Fertigungsprogramme auszuführen. Fertigungsprogramme werden am Desktop-PC vorprogrammiert und an die Maschinen weitergeleitet, die diese daraufhin exakt durchführen. 92 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes greifen in ihrer Produktion auf Maschinen mit derartigen eingebetteten Systemen zurück (vgl. Abbildung 17). Im IT- und Mediensektor dagegen verwenden nur 32 Prozent der Betriebe eingebettete Systeme, die in der Lage sind Fertigungsprogramme zu verarbeiten. Weiterhin bieten zahlreiche eingebettete Systeme die Möglichkeit, ferngewartet zu werden. Im verarbeitenden Gewerbe machen 28 Prozent der Unternehmen, die Maschinen mit eingebetteten Systemen einsetzen, von derartigen Systemen Gebrauch. Im IT- und Mediensektor scheint die Möglichkeit zur Fernwar-

tung noch wichtiger, 46 Prozent der Unternehmen greifen auf eingebettete Systeme mit dieser Funktion zurück. Ein großer Teil der Unternehmen setzt eingebettete Systeme ein, die Daten über den Produktionsprozess, wie beispielsweise Fehler oder Materialverbrauch, protokollieren können. In 38 Prozent der Unternehmen des IT- und Mediensektors sowie 34 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes unterstützen derartige Systeme die Prozessabläufe. Deutlich seltener wird hingegen die Möglichkeit genutzt, eingebettete Systeme fernzusteuern. Lediglich 17 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes und 16 Prozent der Unternehmen im IT- und Mediensektor machen von eingebetteten Systemen mit Fernsteuerung Gebrauch. Ein nur geringer Anteil der Unternehmen nutzt Maschinen mit eingebetteten Systemen, die zeitnahe Daten an übergeordnete Softwaresysteme liefern. Lediglich 5 Prozent der Betriebe im IT- und Mediensektor greifen auf diese Form der Automatisierung durch eingebettete Systeme zurück. Im verarbeitenden Gewerbe kommt diese Funktion der eingebetteten Systeme häufiger zum Einsatz. 19 Prozent der Unternehmen nutzen die zeitnahe Datenlieferung in ihrer Produktion. Mit zunehmender Unternehmensgröße nutzt ein größerer Anteil an Unternehmen die Möglichkeit, die eingebetteten Systeme fernzuwarten. Auch die Protokollfunktion wird häufiger von größeren Unternehmen in Anspruch genommen (nicht dargestellt).

Abbildung 17: Funktionen von eingebetteten Systemen in Produktionsanlagen

Lesehilfe: Insgesamt 15,7 Prozent der Unternehmen des IT- und Mediensektors, die Maschinen mit eingebetteten Systemen in ihrer Produktion nutzen, Systeme mit Fernsteuerungsfunktion verwenden.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

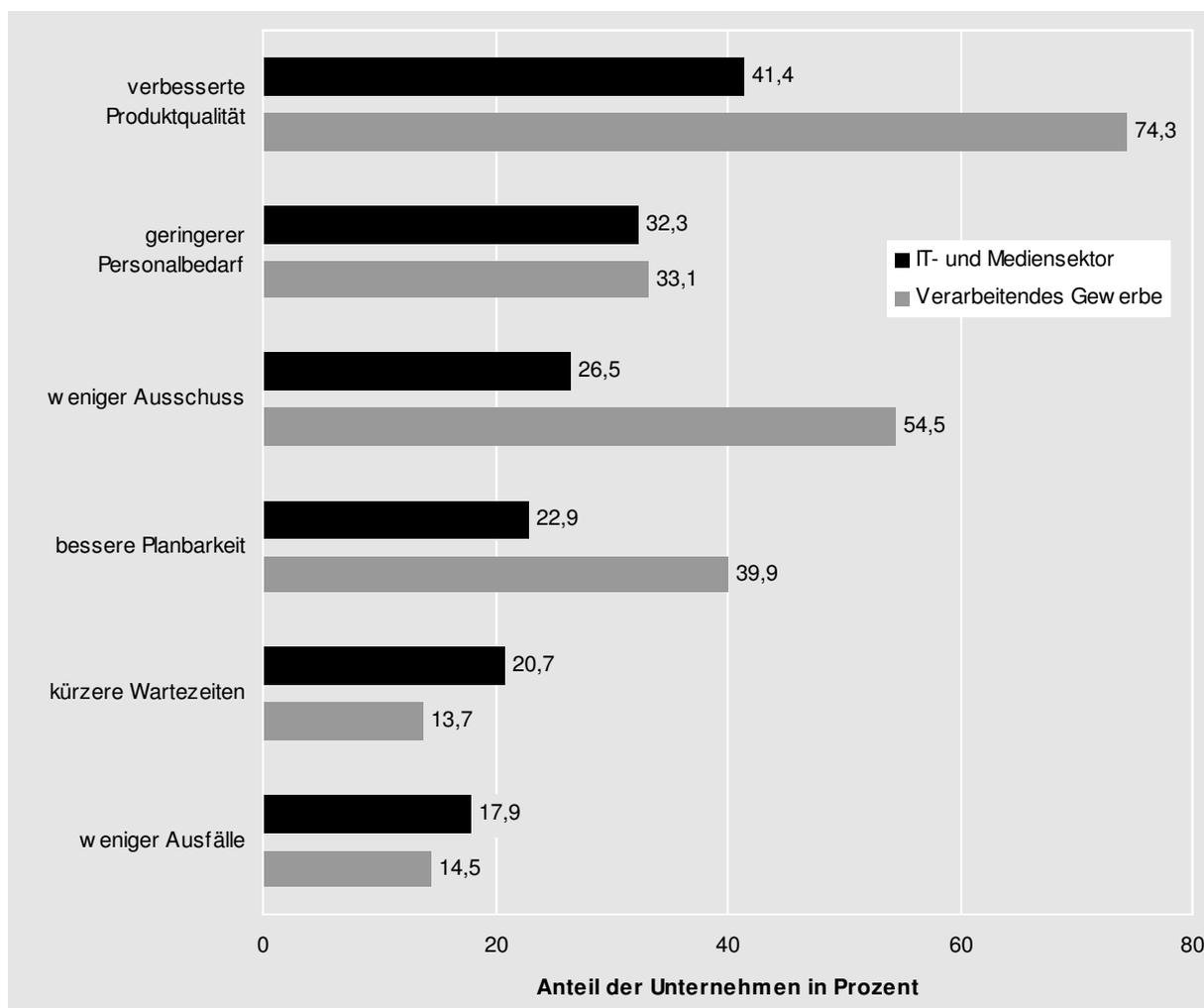
2.2.3 Einsatz von Produktionsanlagen mit eingebetteten Systemen führt zu verbesserter Produktqualität

Der Einsatz von Maschinen und Anlagen mit eingebetteten Systemen im Produktionsprozess hat für Unternehmen vielfältige Auswirkungen. Insbesondere Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes profitieren davon, derartige Maschinen zu nutzen. So verzeichnen knapp drei Viertel (74 Prozent) der Unternehmen dieser Branche eine verbesserte Produktqualität, 55 Prozent einen geringeren Ausschuss und 40 Prozent eine verbesserte Planbarkeit ihres Produktionsprozesses (vgl. Abbildung 18). Im IT- und Mediensektor fallen diese positiven Effekte dagegen geringer aus. Innerhalb dieses Sektors realisieren nur 41, 27 bzw. 23 Prozent der Unternehmen, die Produktionsanlagen mit eingebetteten Systemen einsetzen, die genannten Vorteile.

Die Auswirkungen auf den Personalbedarf der Unternehmen werden von den untersuchten Sektoren sehr einheitlich eingeschätzt. Jeweils etwa ein Drittel der Unternehmen des IT- und

Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes (32 bzw. 33 Prozent) konnte durch den Einsatz von eingebetteten Systemen den Personaleinsatz reduzieren. Weniger Unternehmen berichten dagegen von einer gesunkenen Ausfallquote oder kürzeren Wartezeiten. Im verarbeitenden Gewerbe weisen 15 Prozent der Unternehmen eine reduzierte Ausfallquote aus, 14 Prozent verzeichnen kürzere Wartezeiten. Im IT- und Mediensektor zeigen sich diese Verbesserungen häufiger. 18 Prozent der Unternehmen dieses Sektors realisieren weniger Ausfälle und 21 Prozent kürzere Wartezeiten. Mit wachsender Unternehmensgröße verzeichnet ein größerer Anteil von Unternehmen eine bessere Planbarkeit des Produktionsprozesses und einen geringeren Personalbedarf durch den Einsatz von Maschinen und Anlagen mit eingebetteten Systemen (nicht dargestellt).

Abbildung 18: Auswirkungen des Einsatzes von Maschinen mit eingebetteten Systemen



Lesehilfe: Insgesamt 26,5 Prozent der Unternehmen des IT- und Mediensektors, die Maschinen mit eingebetteten Systemen in ihrer Produktion nutzen, verzeichnen weniger Ausschuss.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes. Mehrfachnennungen möglich.

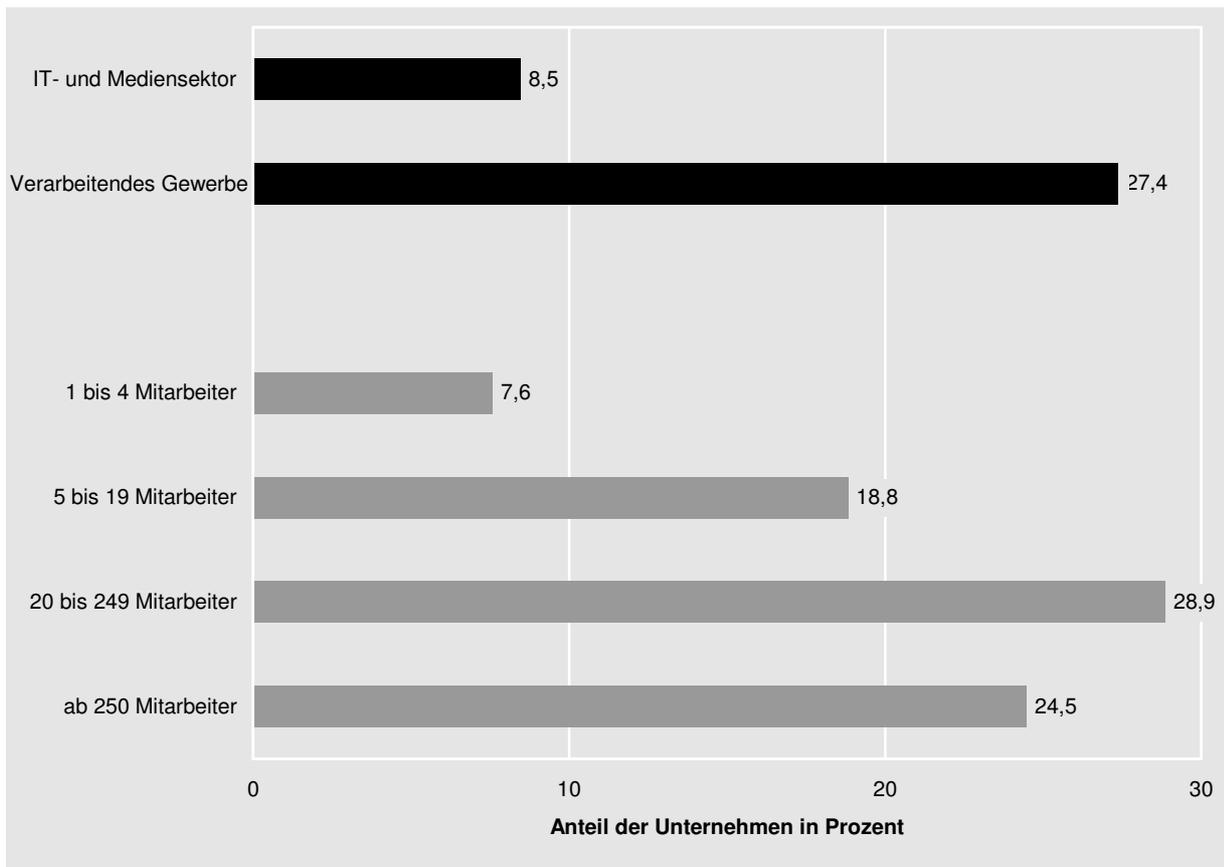
Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

2.3 Einsatz von eingebetteten Systemen in Produkten

2.3.1 Produkte des verarbeitenden Gewerbes enthalten eher eingebettete Systeme

Die Ausstattung von Produkten mit eingebetteten Systemen ist in den Unternehmen des IT- und Mediensektors und des verarbeitenden Gewerbes unterschiedlich stark verbreitet. Gut ein Viertel (27 Prozent) der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes stellen Produkte her, die eingebettete Systeme enthalten (vgl. Abbildung 19). Im IT- und Mediensektor produzieren dagegen nur 9 Prozent der Unternehmen Produkte mit eingebetteten Systemen. Dies kann mit dem relativ hohen Anteil an Dienstleistern im IT- und Mediensektor begründet werden.

Deutliche Unterschiede zeigen sich auch im Hinblick auf die Unternehmensgröße. Relativ weit verbreitet ist die Fertigung von Produkten mit eingebetteten Systemen in Unternehmen mit mehr als 20 aber weniger als 250 Mitarbeitern (29 Prozent). Am zweithäufigsten berichten die Unternehmen ab 250 Beschäftigten, Produkte mit eingebetteten Systemen zu produzieren (25 Prozent). Von den Unternehmen im Größensegment zwischen 5 und 19 Mitarbeitern stellt nur knapp ein Fünftel (19 Prozent) Produkte her, die eingebettete Systeme enthalten. Mit 8 Prozent entwickeln Kleinstunternehmen noch seltener Produkte mit eingebetteten Systemen.

Abbildung 19: Herstellung von Produkten mit eingebetteten Systemen

Lesehilfe: Insgesamt 8,5 Prozent der Unternehmen des IT- und Mediensektors stellen Produkte mit eingebetteten Systemen her.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

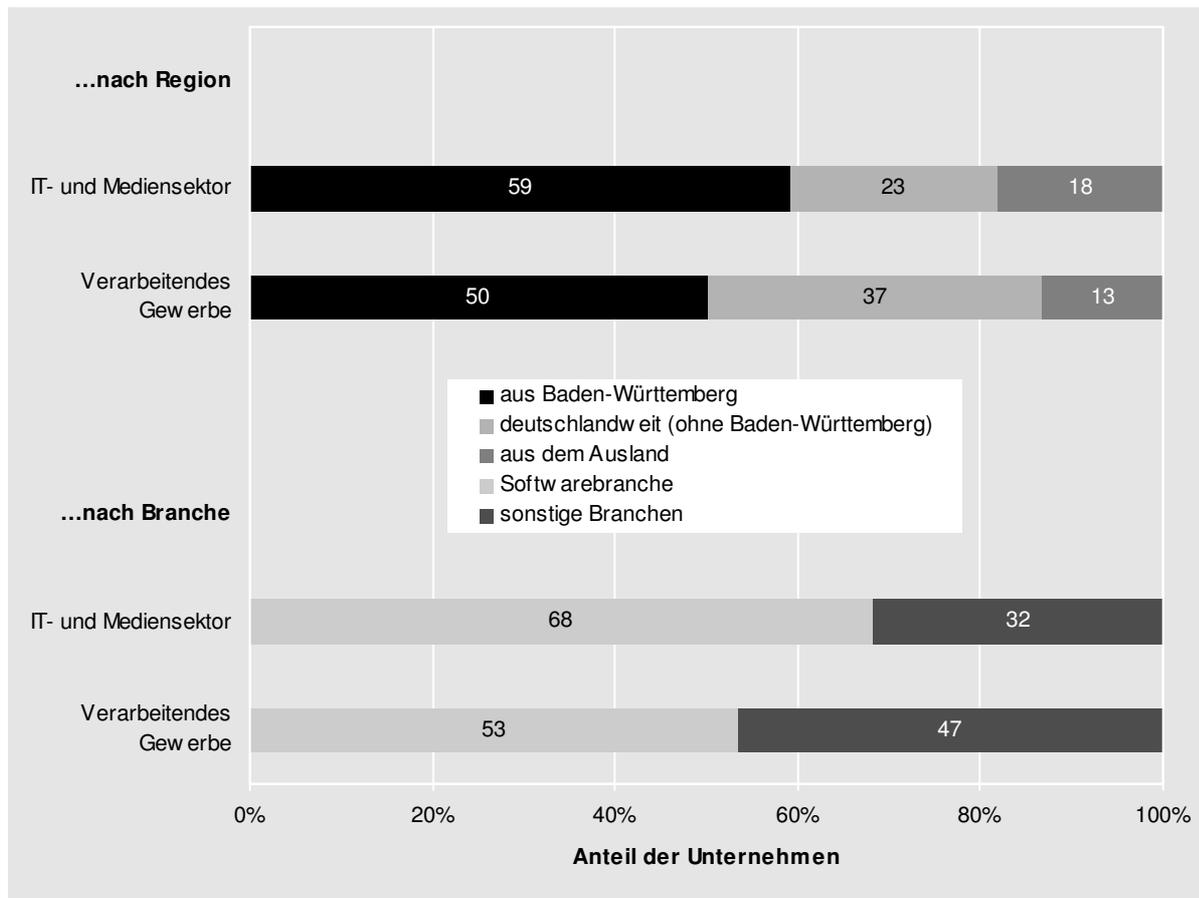
Die weiteren Auswertungen beziehen sich nur auf Unternehmen, die eingebettete Systeme in ihren Produkten verwenden und/oder eingebettete Software selbst programmieren. Aufgrund der relativ geringen Antwortquote konnten die Ergebnisse nicht auf alle baden-württembergischen Unternehmen hochgerechnet werden. Die Auswertung erfolgt deshalb im Folgenden rein deskriptiv und nur für die antwortenden Unternehmen des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes.

2.3.2 Unternehmen in Baden-Württemberg beziehen eingebettete Software vor allem von Entwicklern aus der Region

Die Steuerung und Ausführung der Funktionen eingebetteter Systeme wird durch speziell zugeschnittene eingebettete Software gewährleistet. Nicht jedes Unternehmen kann die eingebettete Software selbst entwickeln. Viele greifen deshalb auf externe Entwickler zurück. Die antwortenden Unternehmen des baden-württembergischen IT- und Mediensektors, die Produkte

mit eingebetteten Systemen fertigen und die dafür nötige Software nicht selbst programmieren, setzen dabei hauptsächlich auf Entwickler aus der eigenen Region (vgl. Abbildung 20). 59 Prozent dieser Unternehmen lassen die eingebettete Software überwiegend von Unternehmen aus Baden-Württemberg entwickeln. Nur 23 Prozent greifen überwiegend deutschlandweit auf Entwickler zurück. 18 Prozent lassen die Software größtenteils im Ausland programmieren. Im verarbeitenden Gewerbe setzt ebenfalls der größte Anteil der antwortenden Unternehmen auf Entwickler aus der Region (50 Prozent). Im Vergleich zum IT- und Mediensektor beziehen jedoch die Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes mit einem Anteil von 37 Prozent ihre eingebettete Software häufiger von Entwicklern aus dem übrigen Bundesgebiet. Lediglich 13 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes nutzen hauptsächlich die Dienste ausländischer Programmierer.

Erwartungsgemäß wird, dass die extern bezogene eingebettete Software überwiegend von Anbietern der Softwarebranche entwickelt wird und seltener von Anbietern sonstiger Branchen. So berichten 68 Prozent der antwortenden Unternehmen des IT- und Mediensektors, die Produkte mit eingebetteten Systemen fertigen, aber die eingebettete Software fremd beziehen, dass ihnen die Software überwiegend von Unternehmen der Softwarebranche geliefert wird. Im verarbeitenden Gewerbe erhalten ebenfalls mehr als die Hälfte der antwortenden Unternehmen die benötigte eingebettete Software hauptsächlich von Unternehmen aus der Softwarebranche (53 Prozent). Unternehmen sonstiger Branchen werden von den antwortenden Unternehmen dementsprechend seltener als hauptsächlich Softwarelieferant genutzt. 32 (IT- und Mediensektor) bzw. 47 Prozent (verarbeitendes Gewerbe) der antwortenden Unternehmen lassen die eingebettete Software überwiegend von Unternehmen aus sonstigen Branchen programmieren.

Abbildung 20: Herkunft der Entwickler für eingebettete Software nach Region und Branche

Lesehilfe: Insgesamt 50 Prozent der antwortenden Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, die Produkte mit eingebetteten Systemen fertigen und die eingebettete Software nicht selbst programmieren, beziehen den überwiegenden Teil ihrer eingebetteten Software von Unternehmen aus Baden-Württemberg.

Anmerkung: Deskriptive Auswertung. Unternehmen des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen und die eingebettete Software nicht selbst programmieren. Zahl der Unternehmen: 52.

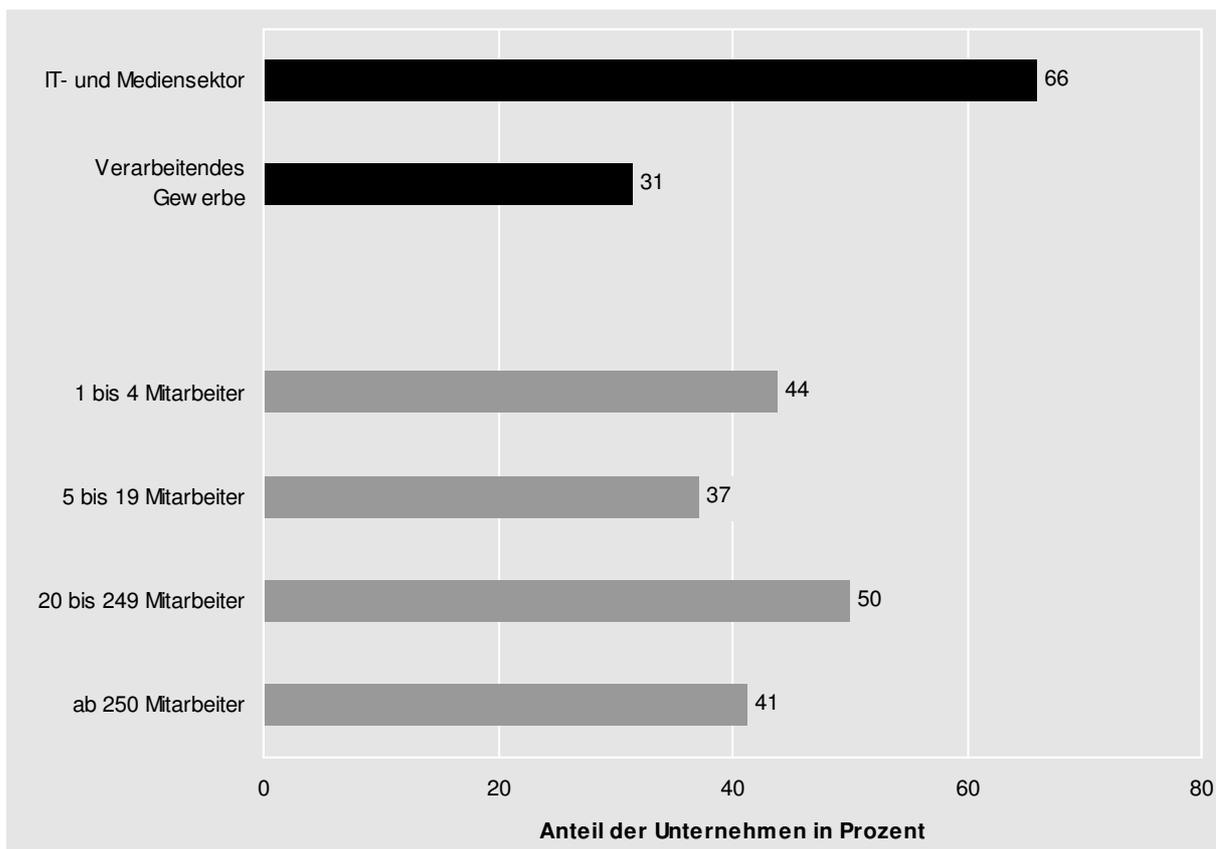
Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

2.3.3 Vor allem der IT- und Mediensektor setzt auf eingebettete Systeme mit Schnittstellen zur Kommunikation mit Unternehmenssoftware

Unternehmenssoftware und eingebettete Software sind nicht zwangsläufig in der Lage, miteinander zu kommunizieren. So erfordern die unterschiedlichen Softwareformate und Speicherroutinen oft umfangreiche Filtermethoden, um diese Kommunikation zu ermöglichen. Für den IT- und Mediensektor scheint eine solche Kommunikation besonders wichtig zu sein. 66 Prozent der antwortenden Unternehmen dieses Sektors, deren Produkte eingebettete Systeme enthalten, verwenden für diese Systeme eingebettete Software, die eine Kommunikation mit Unternehmenssoftware ermöglicht (vgl. Abbildung 21). Im verarbeitenden Gewerbe nutzen dagegen nur 31 Prozent der antwortenden Unternehmen entsprechend programmierte Software in ihren eingebetteten Systemen. Die Unternehmensgröße scheint keinen großen Einfluss auf die Verwendung von eingebetteten Systemen mit Schnittstellen zur Kommunikation mit Unter-

nehmenssoftware zu haben. Der Anteil der Unternehmen, die derartige eingebettete Systeme nutzen, liegt für alle Größenklassen zwischen 37 und 50 Prozent. Die antwortenden Unternehmen mit einer Mitarbeiterzahl zwischen 20 und 249 verwenden eingebettete Systeme mit Schnittstellen zur Kommunikation mit Unternehmenssoftware am häufigsten (50 Prozent), die Unternehmen mit 5 bis 19 Mitarbeitern am seltensten (37 Prozent).

Abbildung 21: Schnittstellen zur Kommunikation mit Unternehmenssoftware



Lesehilfe: Insgesamt 37 Prozent der antwortenden Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, deren Produkte eingebettete Systeme beinhalten, nutzen in ihren Produkten eingebettete Systeme, die über Schnittstellen zur Kommunikation mit Unternehmenssoftware verfügen.

Anmerkung: Deskriptive Auswertung. Unternehmen des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen. Zahl der Unternehmen: 114.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

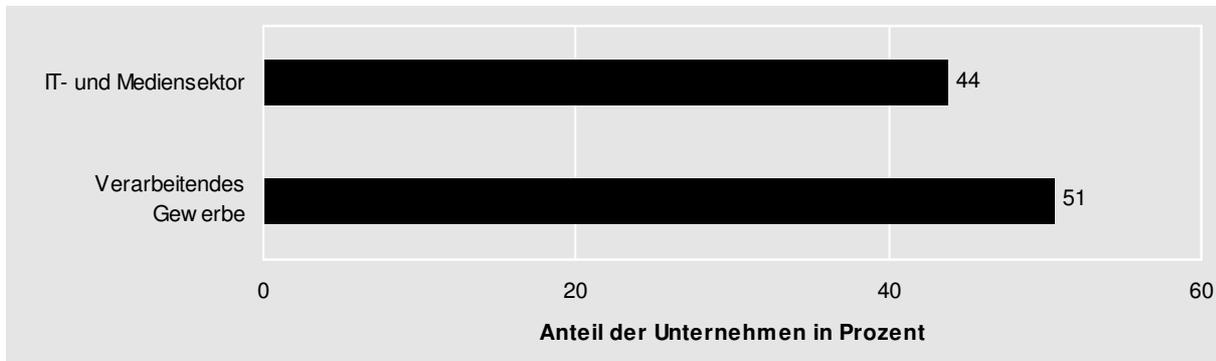
2.4 Entwicklung eingebetteter Systeme und eingebetteter Software

2.4.1 Mehr als die Hälfte der Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe entwickelt die eingebettete Software selbst

Die Unternehmen wissen oft selbst am besten, über welche speziellen Funktionen ihre eingebettete Software verfügen muss. Deshalb ist für sie die eigene Entwicklung der eingebetteten Software häufig sinnvoller als der Fremdbezug. Entsprechend verwundert es nicht, dass gut die

Hälfte (51 Prozent) der antwortenden Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe, deren Produkte eingebettete Systeme beinhalten, die eingebettete Software dafür selbst entwickelt (vgl. Abbildung 22). Im IT- und Mediensektor setzt ebenfalls ein hoher Anteil der Unternehmen auf die eigene Entwicklung der eingebetteten Software (44 Prozent).

Abbildung 22: Selbstentwicklung der eingebetteten Software



Lesehilfe: Insgesamt 44 Prozent der antwortenden Unternehmen des IT- und Mediensektors, deren Produkte eingebettete Systeme enthalten, entwickeln die eingebettete Software selbst.

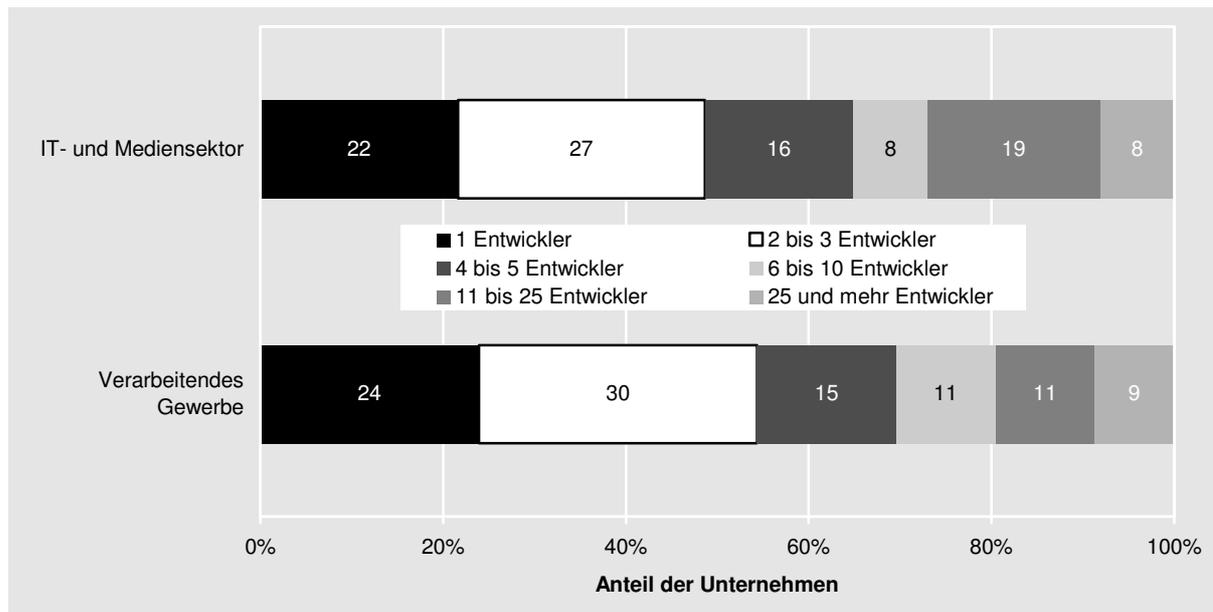
Anmerkung: Deskriptive Auswertung. Unternehmen des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen. Zahl der Unternehmen: 127.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

2.4.2 Am häufigsten programmieren kleine Entwicklerteams eingebettete Software

Unternehmen, die die Software für eingebettete Systeme selber erstellen, setzen häufig Mitarbeiter explizit dafür ein, diese Software zu entwickeln. Die Anzahl der Entwickler für eingebettete Software ist jedoch sowohl im IT- und Mediensektor als auch im verarbeitenden Gewerbe nicht sehr hoch. Die antwortenden Unternehmen, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen und die dafür nötige eingebettete Software selbst programmieren, fokussieren sich deutlich auf Entwicklerteams mit bis zu 3 Mitarbeitern. So gibt gut ein Fünftel (22 bzw. 24 Prozent) der Unternehmen des IT- und Mediensektors bzw. des verarbeitenden Gewerbes an, lediglich einen Mitarbeiter hauptsächlich eingebettete Software entwickeln zu lassen (vgl. Abbildung 23). Noch häufiger umfasst das Entwicklerteam 2 bis 3 Mitarbeiter (27 bzw. 30 Prozent). Größere Teams nutzen die antwortenden Unternehmen seltener. So stellen lediglich 16 Prozent der Unternehmen des IT- und Mediensektors und 15 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes 4 bis 5 Beschäftigte hauptsächlich für die Entwicklung eingebetteter Software ab. Besonders große Entwicklerteams für eingebettete Software, die 25 und mehr Mitarbeiter umfassen, beschäftigen die Unternehmen dagegen eher selten. Nur 8 bzw. 9 Prozent der antwortenden Unternehmen berichten von derart großen Mitarbeiterkontingenten die sich auf die Entwicklung eingebetteter Software konzentrieren.

Abbildung 23: Anzahl der Entwickler für eingebettete Software in Unternehmen, die eingebettete Software herstellen



Lesehilfe: Insgesamt 22 Prozent der antwortenden Unternehmen des IT- und Mediensektors, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen und die eingebettete Software dafür selbst programmieren, lassen 1 Mitarbeiter hauptsächlich eingebettete Software entwickeln.

Anmerkung: Deskriptive Auswertung. Unternehmen des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes, die Produkte mit eingebetteten Systemen fertigen und die eingebettete Software selbst programmieren. Zahl der Unternehmen: 82.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

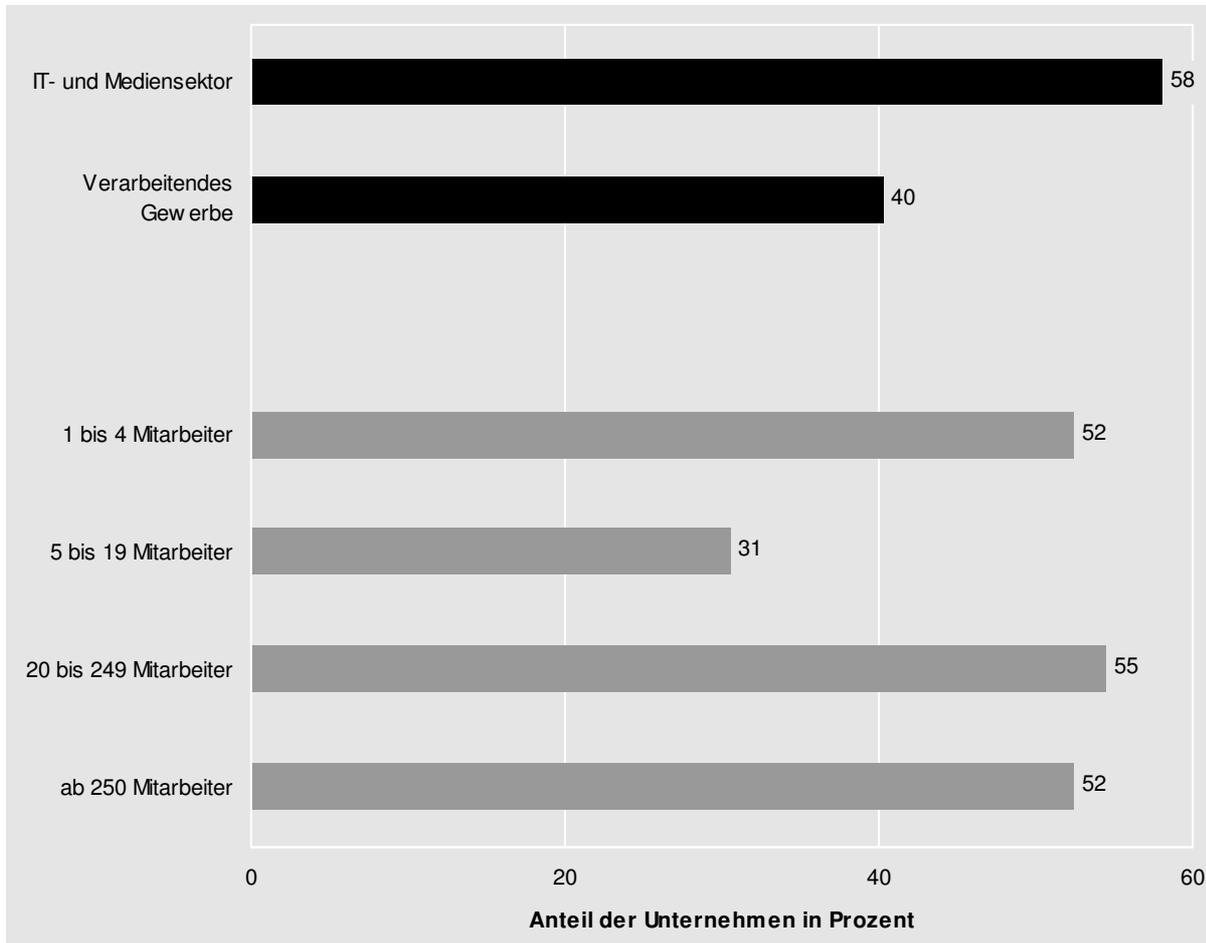
2.4.3 Besonders Unternehmen des IT- und Mediensektors kooperieren bei der Entwicklung ihrer eingebetteten Systeme und Software mit anderen Einrichtungen

Die Entwicklung von eingebetteten Systemen und eingebetteter Software ist ein komplexes Aufgabengebiet. Oft pflegen Unternehmen deshalb vielfältige Kooperationen mit Forschungsinstituten, Hochschulen oder anderen Unternehmen, um die hohen Anforderungen bei der Entwicklung eingebetteter Systeme und Software erfüllen zu können.

Für den IT- und Mediensektor scheinen Kooperationen bei der Entwicklung eingebetteter Systeme und eingebetteter Software von großer Bedeutung zu sein. So berichten 58 Prozent der antwortenden Unternehmen dieses Sektors, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen und/oder eingebettete Software programmieren, dass sie bei der Entwicklung ihrer eingebetteten Systeme und Software mit Forschungsinstituten, Hochschulen oder anderen Unternehmen zusammenarbeiten (vgl. Abbildung 24). Im verarbeitenden Gewerbe pflegen dagegen deutlich weniger Unternehmen entsprechende Kooperationen (40 Prozent). Betrachtet man die Kooperationsbereitschaft der Unternehmen im Hinblick auf die Unternehmensgröße, so zeigen sich keine große Unterschiede. Gut die Hälfte der kleinsten als auch der größeren Unternehmen ab 20 Mitarbeitern greifen auf Kooperationen bei der Entwicklung eingebetteter Systeme und

eingebetteter Software zurück (52, 55 bzw. 52 Prozent). Unter den Unternehmen mit 5 bis 19 Mitarbeitern sind es knapp ein Drittel. (31 Prozent).

Abbildung 24: Kooperationen bei der Entwicklung eingebetteter Systeme oder eingebetteter Software



Lesehilfe: Insgesamt 58 Prozent der antwortenden Unternehmen des IT- und Mediensektors, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen und/oder eingebettete Software programmieren, kooperieren bei der Entwicklung eingebetteter Systeme oder eingebetteter Software mit Forschungsinstituten, Hochschulen und/oder anderen Unternehmen.

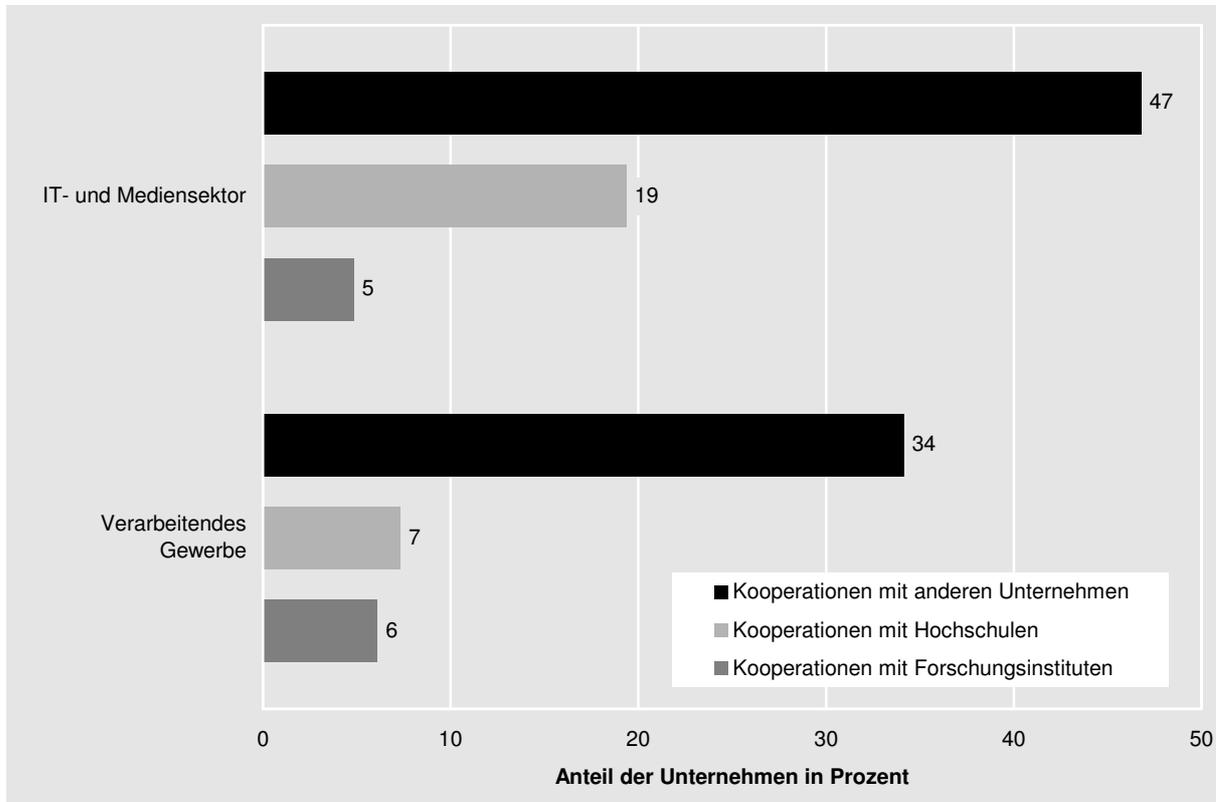
Anmerkung: Deskriptive Auswertung. Unternehmen des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen und/oder eingebettete Software programmieren. Zahl der Unternehmen: 144.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

Eine gezielte Betrachtung der einzelnen Kooperationsformen zeigt deutlich, dass die antwortenden Unternehmen besonders häufig Kooperationen mit anderen Unternehmen pflegen. 47 Prozent der antwortenden Unternehmen des IT- und Mediensektors entwickeln ihre eingebetteten Systeme oder Software in Kooperation mit anderen Unternehmen (vgl. Abbildung 25). Kooperationen mit Hochschulen oder Forschungsinstituten werden dagegen seltener genutzt (19 bzw. 5 Prozent). Auch im verarbeitenden Gewerbe wird bei der Entwicklung eingebetteter Systeme oder eingebetteter Software am häufigsten mit anderen Unternehmen kooperiert (34 Prozent). Die Zusammenarbeit mit Hochschulen und Forschungsinstituten wird ähnlich wie

im IT- und Mediensektor kaum angestrebt, nur 7 bzw. 6 Prozent der antwortenden Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes kooperieren mit solchen Einrichtungen.

Abbildung 25: Kooperationspartner bei der Entwicklung eingebetteter Systeme oder Software



Lesehilfe: Insgesamt 47 Prozent der antwortenden Unternehmen des IT- und Mediensektors, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen und/oder eingebettete Software programmieren, kooperieren bei der Entwicklung eingebetteter Systeme oder eingebetteter Software mit anderen Unternehmen.

Anmerkung: Deskriptive Auswertung. Unternehmen des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen und/oder eingebettete Software programmieren. Zahl der Unternehmen: 144. Mehrfachnennungen möglich.

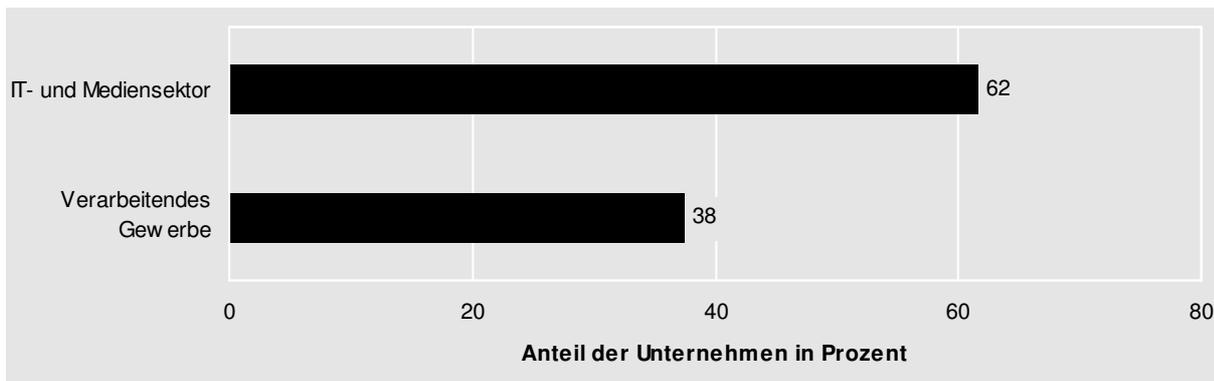
Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

2.4.4 Unternehmen des IT- und Mediensektors schätzen Open Source-Code bei der Entwicklung von eingebetteter Software

Open Source-Software ist als leicht zugängliche Grundlage auch für die Erstellung eingebetteter Software relevant. So messen 62 Prozent der antwortenden Unternehmen des IT- und Mediensektors, die Produkte mit eingebetteten Systemen fertigen und/oder eingebettete Software erstellen, vorhandenem Open Source-Code, wie beispielsweise *embedded Linux*, bei der Entwicklung von eingebetteter Software eine hohe Bedeutung bei (siehe Abbildung 26). Im verarbeitenden Gewerbe hat Open Source-Code bei der Entwicklung eingebetteter Software allerdings keinen so hohen Stellenwert. Nur 38 Prozent der antwortenden Unternehmen dieser Branche sehen Open Source-Codes als wichtig an.

Open Source-Code kann aufgrund seiner freien Verfügbarkeit zur reibungslosen Kooperation verschiedener Einrichtungen bei der Erstellung eingebetteter Software beitragen. So messen insgesamt 60 Prozent derjenigen Unternehmen, die mit anderen Einrichtungen bei der Entwicklung ihrer eingebetteten Software zusammenarbeiten, Open Source-Code eine große Bedeutung zu (nicht dargestellt).

Abbildung 26: Hohe Bedeutung von Open Source-Code für die Entwicklung eingebetteter Software



Lesehilfe: Insgesamt 38 Prozent der antwortenden Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, die Produkte mit eingebetteten Systemen fertigen und/oder eingebettete Software programmieren, schätzen vorhandenen Open Source-Code für die Entwicklung eingebetteter Software als wichtig ein.

Anmerkung: Deskriptive Auswertung. Unternehmen des IT- und Mediensektors sowie des verarbeitenden Gewerbes, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen und/oder eingebettete Software programmieren. Zahl der Unternehmen: 87.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

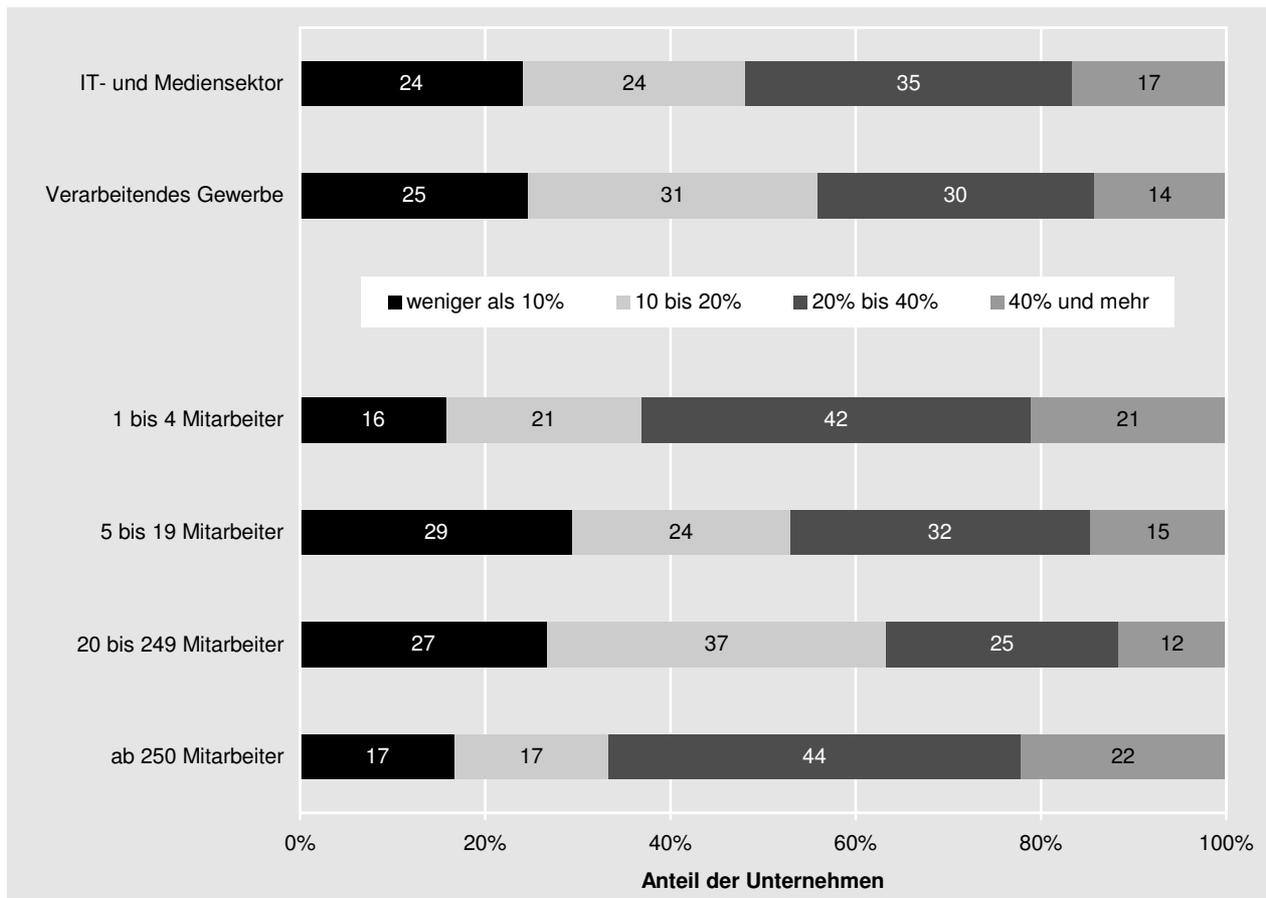
2.4.5 Anteil der Kosten für die eingebettete Software umfasst häufig bis zu 20 Prozent der gesamten Produktentwicklungskosten

Die Entwicklung von eingebetteter Software ist aufgrund ihrer speziellen Anforderungen oft äußerst zeitaufwendig und kostenintensiv. Knapp ein Fünftel (24 Prozent) der antwortenden Unternehmen des IT- und Mediensektors, die eingebettete Software programmieren und/oder deren Produkte eingebettete Systeme beinhalten, beziffert den Anteil der Kosten für eingebettete Software an den gesamten Entwicklungskosten ihrer Produkte allerdings mit 10 Prozent oder weniger (vgl. Abbildung 27). Weitere 24 Prozent dieser Unternehmen veranschlagen 10 bis 20 Prozent der Produktentwicklungskosten für eingebettete Software. Der größte Anteil der Unternehmen des IT- und Mediensektors berichtet jedoch für die eingebettete Software von Kosten, die zwischen 20 und 40 Prozent der Gesamtentwicklungskosten betragen (35 Prozent). Immerhin 17 Prozent schätzen die Kosten für die Software auf 40 Prozent und mehr der gesamten Entwicklungskosten. Für das verarbeitende Gewerbe zeigt sich ein ähnliches Verhältnis. Auch in dieser Branche gibt ein großer Teil der antwortenden Unternehmen an, dass die Aufwendungen für die eingebettete Software bis zu 20 Prozent der Gesamtentwicklungskosten ihrer Produkte ausmachen (25 bzw. 31 Prozent). 30 Prozent der Unternehmen veranschlagen 20 bis 40 Prozent der gesamten Entwicklungskosten für die eingebettete Software. Ein kleine-

rer Anteil von 14 Prozent der antwortenden Unternehmen berichtet von Softwarekosten, die 40 Prozent der gesamten Entwicklungskosten betragen oder 40 Prozent gar übersteigen.

Unabhängig von der Größe der antwortenden Unternehmen wird der Anteil der Kosten für eingebettete Software an den Gesamtentwicklungskosten der Produkte häufig als gering beziffert. Insbesondere für Unternehmen mit einer Größe zwischen 20 und 249 Mitarbeitern scheinen die Kosten für eingebettete Software nicht hoch auszufallen, da zusammengenommen 64 Prozent dieser Unternehmen die Kosten für die eingebettete Software auf 20 Prozent und weniger der Gesamtentwicklungskosten ansetzt. Bei den Unternehmen mit 5 bis 19 Beschäftigten fällt der Anteil von Unternehmen, die die Kosten ihrer eingebetteten Software bis zu dieser Höhe veranschlagen, ebenfalls relativ hoch aus. So schätzen 29 Prozent dieser Unternehmen die Kosten auf weniger als 10 Prozent und knapp ein Viertel (24 Prozent) auf 10 bis 20 Prozent der gesamten Produktentwicklungskosten. Von den kleinen Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern und den großen Unternehmen ab 250 Beschäftigten kalkulieren dagegen weniger Unternehmen die Kosten für die eingebettete Software derart niedrig. Die Unternehmen dieser beiden Größenklassen beziffern die Kosten für ihre eingebettete Software am häufigsten auf 20 bis 40 Prozent der gesamten Produktentwicklungskosten (42 bzw. 44 Prozent).

Ein sehr hoher Anteil von mehr als 40 Prozent der gesamten Produktentwicklungskosten wird für die eingebettete Software unabhängig von der Größe der Unternehmen weniger häufig veranschlagt. Jeweils gut ein Fünftel der kleinen Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern und der großen Unternehmen ab 250 Beschäftigten schätzt den Kostenanteil für die eingebettete Software entsprechend hoch (21 bzw. 22 Prozent). Bei den Unternehmen der mittleren Größenklassen haben sogar nur 15 bzw. 12 Prozent der antwortenden Unternehmen derart hohe Kosten für die eingebettete Software.

Abbildung 27: Anteil der Kosten für eingebettete Software an den Gesamtentwicklungskosten der Produkte

Lesehilfe: Insgesamt 17 Prozent der antwortenden Unternehmen ab einer Größe von 250 Mitarbeitern, die Produkte mit eingebetteten Systemen fertigen und/oder eingebettete Software erstellen, schätzen die Kosten für eingebettete Software auf weniger als 10 Prozent der Gesamtentwicklungskosten ihrer Produkte.

Anmerkung: Deskriptive Auswertung. Unternehmen des IT- und Medienssektors sowie des verarbeitenden Gewerbes, die Produkte mit eingebetteten Systemen herstellen und/oder eingebettete Software programmieren. Zahl der Unternehmen: 131.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

3 Identitätsmanagement

3.1 Einleitung

Das Identitätsmanagement befasst sich mit der Verwaltung von Benutzerdaten, die einzelnen Personen zugeordnet sind. Eine Person kann dabei mehrere Identitäten besitzen, während eine Identität gewöhnlich nur einer Person zugeordnet ist. Die Identität ist eine Sammlung von personenbezogenen Eigenschaften, welche die Person individualisiert, die sich dieser Identität bedient. Identitätsmanagementsysteme sind IT-Systeme einschließlich ihrer organisatorischen Komponenten, die das Identitätsmanagement durch die Verwaltung der Identität und deren Zugriffsrechte unterstützen. Einer der Gründe, warum man sich in Unternehmen mit Identitätsmanagement beschäftigt, ist die Anforderung, personenbezogene Daten konsistent, ständig verfügbar und verlässlich bereitzuhalten.

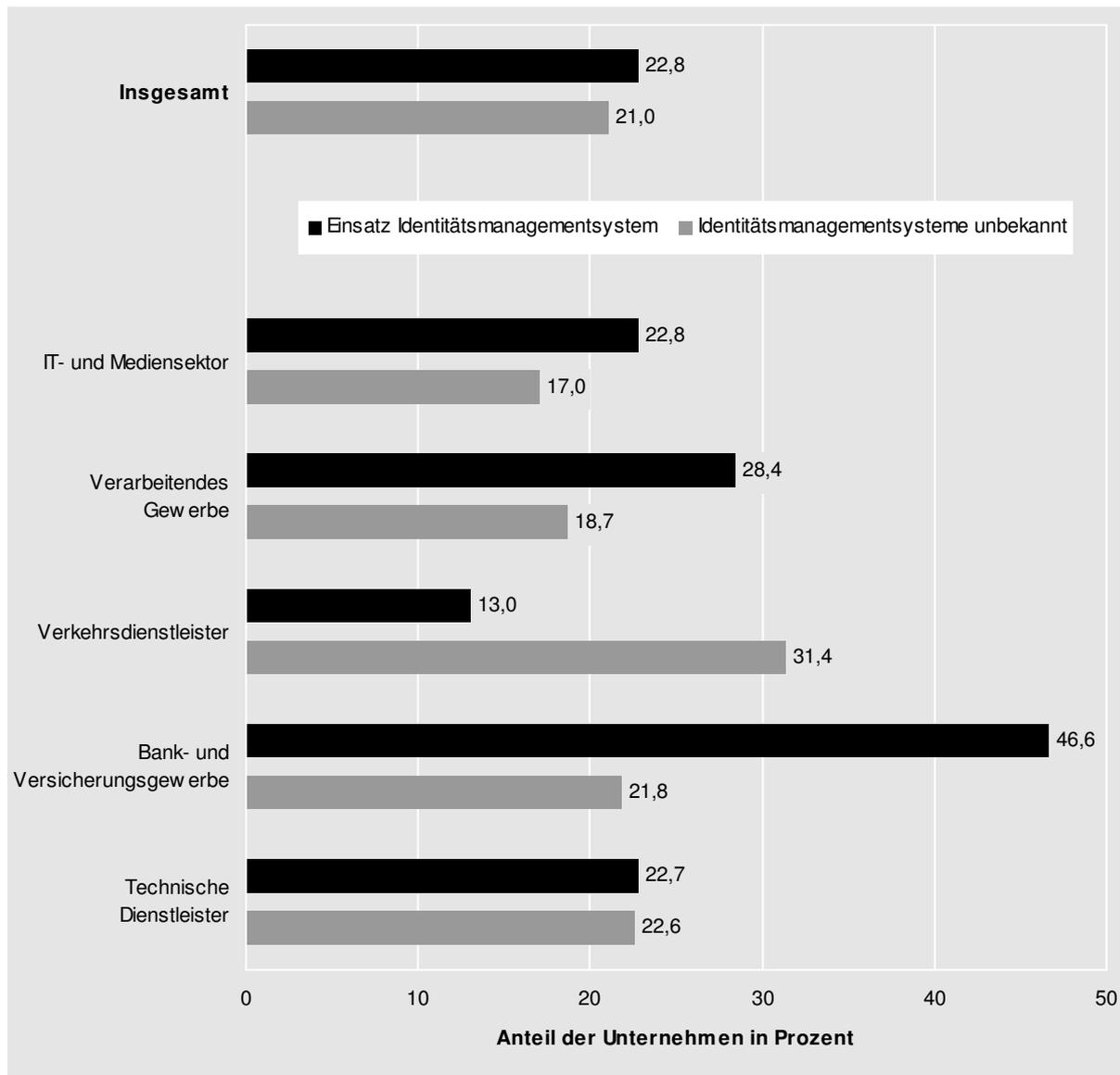
3.2 Einsatz von Identitätsmanagementsystemen

3.2.1 Mehr als ein Fünftel der Unternehmen nutzt Identitätsmanagementsysteme

Insgesamt nutzen 23 Prozent der baden-württembergischen Unternehmen Identitätsmanagementsysteme (vgl. Abbildung 28). Dabei ist die Nutzungsintensität solcher Systeme im IT- und Mediensektor und in den Anwenderbranchen von IT und Medientechnologien gleich hoch. Innerhalb der Anwenderbranchen setzt das Bank- und Versicherungsgewerbe mit einem Anteil von 47 Prozent Identitätsmanagementsysteme am häufigsten ein. Im Gegensatz dazu werden solche Systeme bei den Verkehrsdienstleistern mit 13 Prozent unterdurchschnittlich genutzt.

Einem erheblichen Teil der baden-württembergischen Unternehmen sind Identitätsmanagementsysteme bisher gänzlich unbekannt. Insgesamt geben 21 Prozent der Unternehmen an, Identitätsmanagementsysteme nicht zu kennen. Den höchsten Anteil an Unternehmen, denen Identitätsmanagementsysteme unbekannt sind, verzeichnen die Verkehrsdienstleister mit einem Anteil von 31 Prozent. Dies passt zu der Tatsache, dass in dieser Branche auch der Anteil der Unternehmen, die solche Systeme bereits nutzen, am geringsten ist.

Im IT- und Mediensektor hingegen sind Identitätsmanagementsysteme am häufigsten bekannt. Mit nur 17 Prozent verzeichnet dieser Sektor den geringsten Anteil an Unternehmen, die Identitätsmanagementsysteme nicht kennen. Im verarbeitenden Gewerbe (18 Prozent), im Bank- und Versicherungsgewerbe (22 Prozent) und bei den technischen Dienstleistern (23 Prozent) liegt der Anteil an Unternehmen, die angeben solche Systeme nicht zu kennen, in einer ähnlichen Größenordnung.

Abbildung 28: Einsatz von Identitätsmanagementsystemen nach Branchen

Lesehilfe: Insgesamt setzen 22,8 Prozent der Unternehmen Identitätsmanagementsysteme ein. Für 17,0 Prozent der Unternehmen des IT- und Medienssektors sind solche Systeme unbekannt.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit.

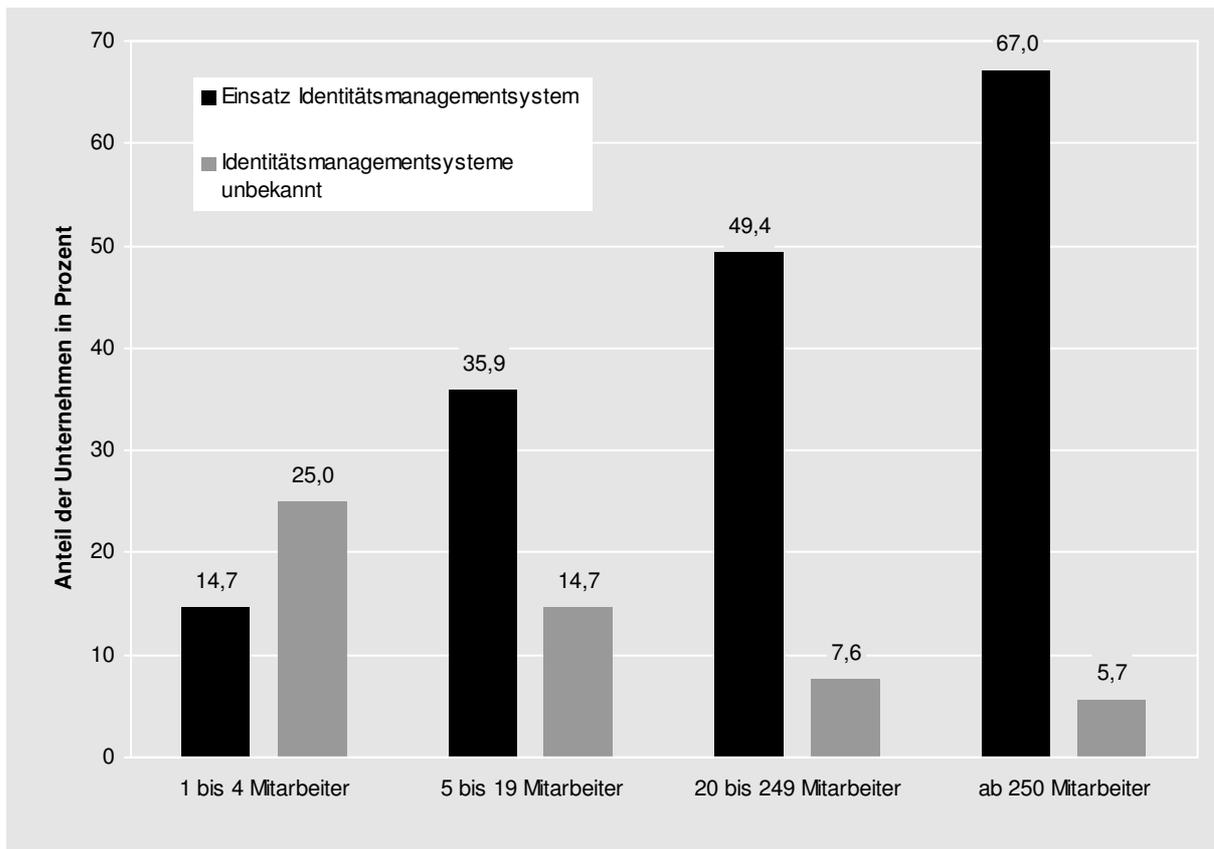
Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

3.2.2 Einsatz von Identitätsmanagementsystemen steigt mit Unternehmensgröße

Der Anteil der Unternehmen, die Identitätsmanagementsysteme einsetzen, steigt mit zunehmender Unternehmensgröße deutlich an (vgl. Abbildung 29). Während nur 15 Prozent der Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern Identitätsmanagementsysteme nutzen, steigt dieser Anteil auf 67 Prozent für Unternehmen ab 250 Mitarbeitern. Die Gruppe der Unternehmen mit 5 bis 19 Mitarbeitern nutzt Identitätsmanagementsysteme mit einem Anteil von 36 Prozent. Bei den Unternehmen mit 20 bis 249 Mitarbeitern liegt die Nutzungsintensität bei 49 Prozent.

Im Gegensatz zur steigenden Nutzungsintensität fällt der Anteil der Unternehmen, denen Identitätsmanagementsysteme unbekannt sind, mit zunehmender Unternehmensgröße. Während für die Gruppe der Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern der Anteil der Unternehmen, denen solche Systeme unbekannt sind, mit 25 Prozent relativ hoch ist, liegt er bei den Großunternehmen (ab 250 Mitarbeitern) bei nur 6 Prozent.

Abbildung 29: Einsatz von Identitätsmanagementsystemen nach Unternehmensgröße



Lesehilfe: 14,7 Prozent der Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern setzen Identitätsmanagementsysteme ein. Für 25,0 Prozent der Unternehmen dieser Größenklasse sind solche Systeme unbekannt.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

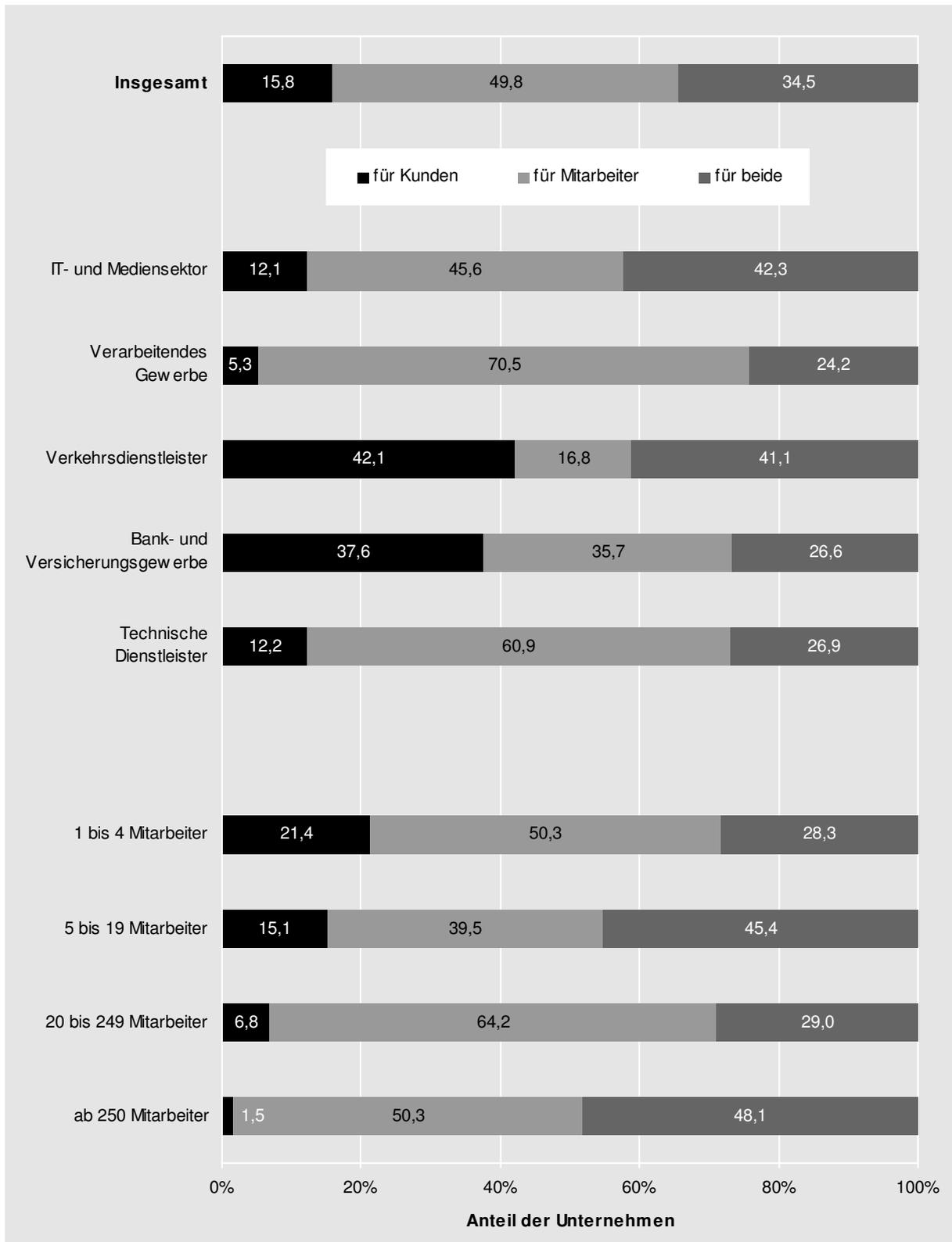
3.2.3 Identitätsmanagementsysteme werden hauptsächlich für die Verwaltung von Mitarbeiteridentitäten genutzt

Identitätsmanagementsysteme werden überwiegend für die Verwaltung von Mitarbeiteridentitäten eingesetzt und im geringeren Ausmaß für die Verwaltung von Kundenidentitäten (vgl. Abbildung 30). Insgesamt die Hälfte aller Unternehmen nutzt Identitätsmanagementsysteme nur zur Verwaltung von Mitarbeiteridentitäten. Etwas mehr als ein Drittel der Unternehmen gibt an, solche Systeme sowohl zur Verwaltung von Mitarbeiter- als auch zur Verwaltung von Kundenidentitäten einzusetzen.

Während sich bei der Branchenbetrachtung zeigt, dass die Verkehrsdienstleister und das Bank- und Versicherungsgewerbe mit Anteilen von 42 bzw. 38 Prozent am häufigsten reine Kundenidentitätsmanagementsysteme einsetzen, bleibt diese Form der Systemnutzung in den restlichen Branchen weit zurück. Dort werden Identitätsmanagementsysteme hauptsächlich zur Verwaltung von Mitarbeiteridentitäten genutzt. Der Anteil der Unternehmen, die beide Formen des Identitätsmanagements einsetzen, also sowohl Mitarbeiter- als auch Kundenidentitätsmanagementsysteme, ist im IT- und Mediensektor und bei den Verkehrsdienstleistern mit 42 bzw. 41 Prozent besonders hoch.

Bei der Betrachtung nach Größenklassen ist festzustellen, dass große Unternehmen (mit 250 und mehr Mitarbeitern) fast keine reinen Kundenidentitätsmanagementsysteme nutzen. Dieser Anteil liegt hier bei nur 2 Prozent. Dagegen setzen 48 Prozent der Unternehmen dieser Größenklasse sowohl Kunden als auch Mitarbeiteridentitätsmanagementsysteme ein. Unternehmen mit 20 bis 249 Mitarbeitern setzen am häufigsten reine Mitarbeiteridentitätsmanagementsysteme ein (64 Prozent).

Abbildung 30: Nutzung von Identitätsmanagementsystemen für die Verwaltung von Kunden- und/oder Mitarbeiteridentitäten



Lesehilfe: Insgesamt 15,8 Prozent der Unternehmen, die Identitätsmanagementsysteme einsetzen, nutzen diese ausschließlich zur Verwaltung der Identitäten von Kunden.

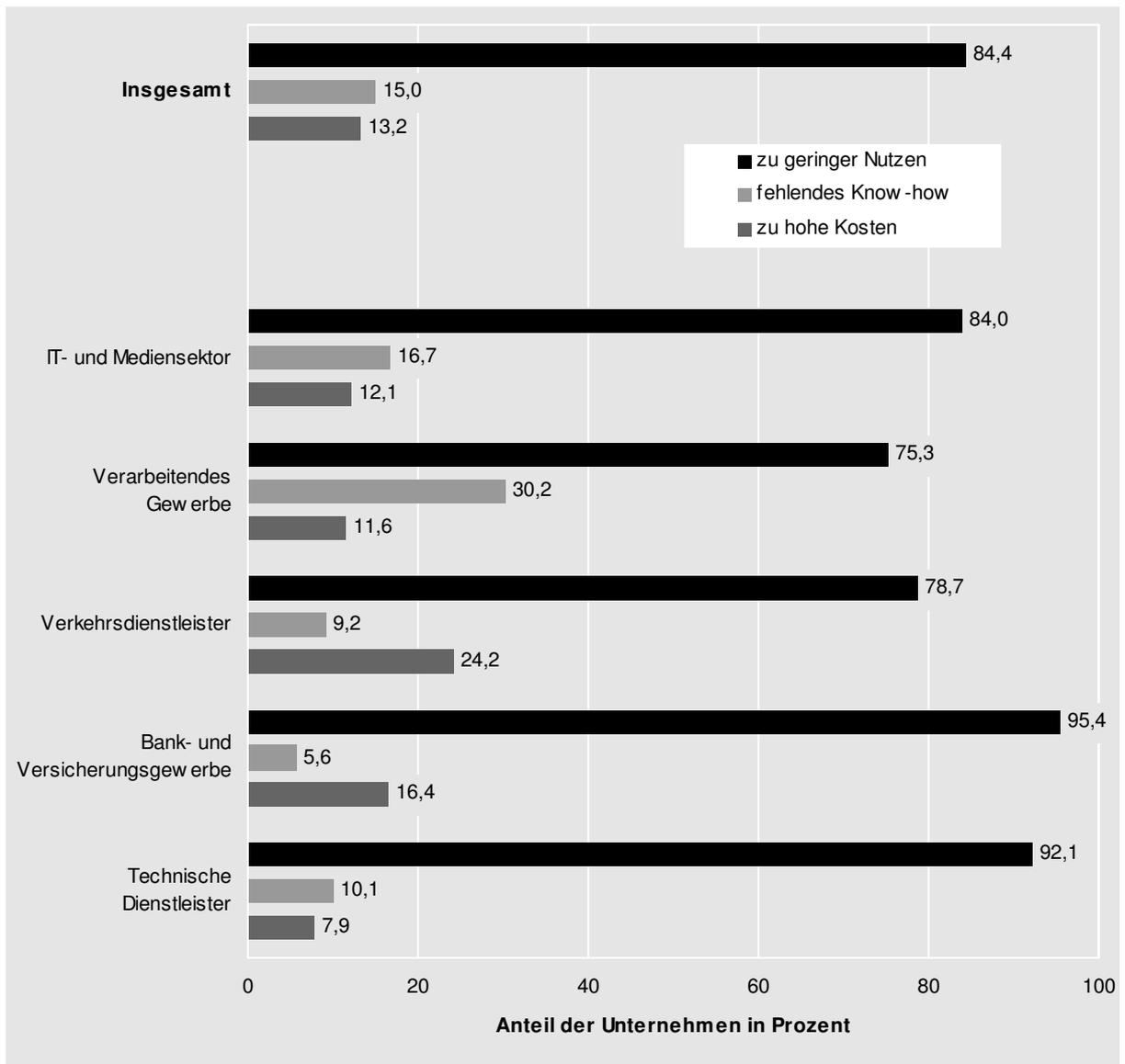
Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

3.3 Gründe der Nichtnutzung von Identitätsmanagementsystemen

3.3.1 Zu geringer Nutzen ist Hauptursache für die Nichtnutzung von Identitätsmanagementsystemen

Der weitaus am häufigsten genannte Grund für Nichtnutzung von Identitätsmanagementsystemen ist, dass kein ausreichender Nutzen erkennbar ist. Insgesamt 84 Prozent der Unternehmen, die kein derartiges System verwenden, sind dieser Ansicht (vgl. Abbildung 31). In sämtlichen Branchen ist der Nutzenaspekt der Hauptgrund des Nichteinsatzes. Fehlendes Know-how im Unternehmen bezüglich solcher Systeme und zu hohe Kosten sind dagegen weniger bedeutend (15 bzw. 13 Prozent). Betrachtet man die einzelnen Branchen, ergibt sich ein gemischtes Bild bezüglich dieser beiden Aspekte. Während im IT- und Mediensektor, im verarbeitenden Gewerbe und bei den technischen Dienstleistern das fehlende Know-how bezüglich Identitätsmanagementsystemen am zweithäufigsten genannt wird, liegt dieser Aspekt bei den Verkehrsdienstleistern und im Bank- und Versicherungsgewerbe an letzter Stelle.

Abbildung 31: Gründe für die Nichtnutzung von Identitätsmanagementsystemen

Lesehilfe: Insgesamt 84,4 Prozent der Unternehmen, die Identitätsmanagementsysteme kennen, aber nicht einsetzen (und deren Einsatz auch in den nächsten beiden Jahren nicht planen), nennen den zu geringen Nutzen solcher Systeme als Grund für deren Nichtnutzung.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

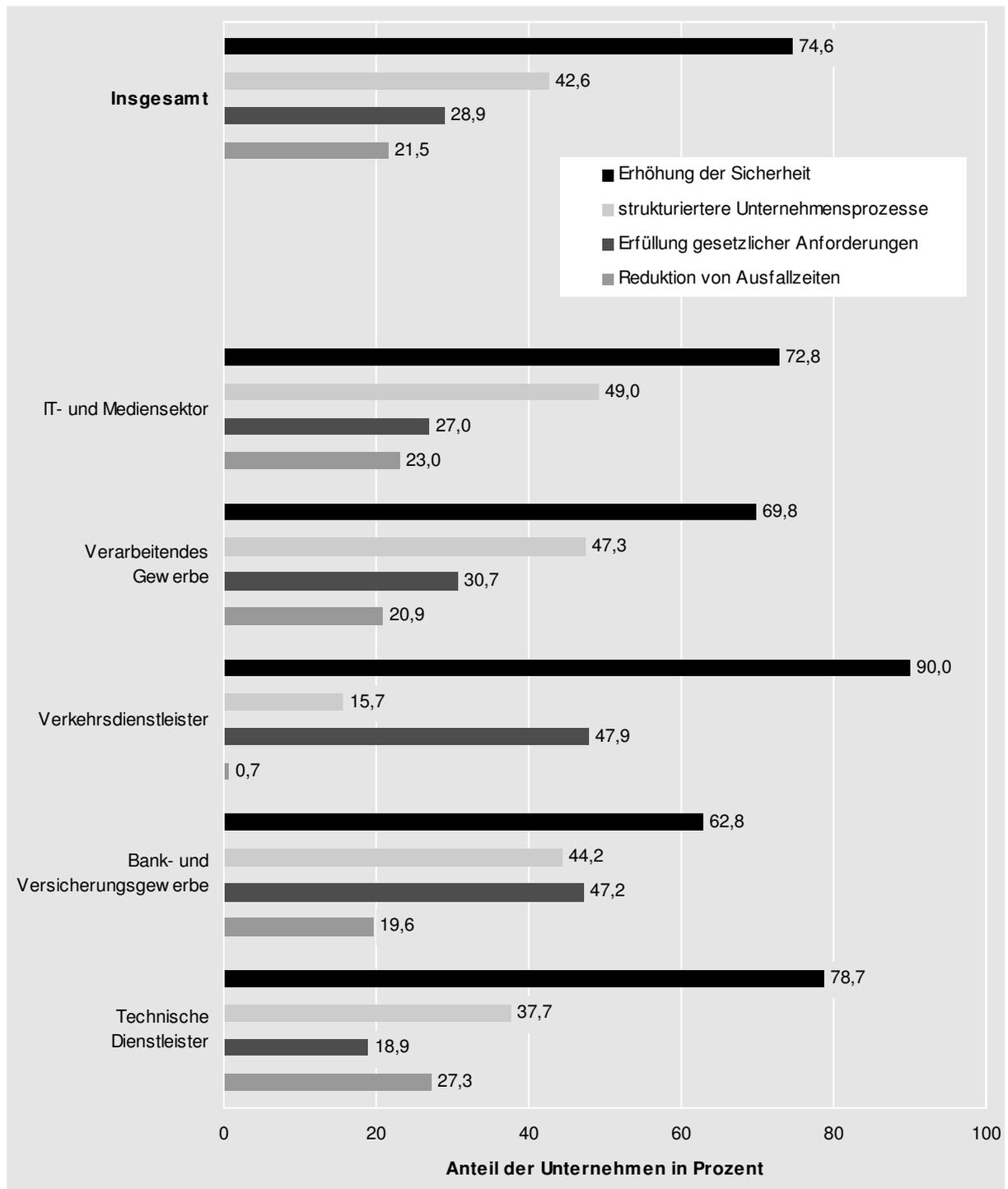
3.4 Auswirkungen des Einsatzes von Identitätsmanagementsystemen

3.4.1 Erhöhung der Sicherheit ist wichtigste Auswirkung des Einsatzes von Identitätsmanagementsystemen

Für insgesamt drei Viertel der Unternehmen, die Identitätsmanagementsysteme einsetzen, geht deren Nutzung unmittelbar mit einer Erhöhung der Sicherheit einher (vgl. Abbildung 32). Sowohl im IT- und Mediensektor als auch in den Anwenderbranchen von IT und Medientechnologien liegt diese Auswirkung an erster Stelle. Während 73 Prozent der Unternehmen des IT- und Mediensektors den Sicherheitsaspekt nennen, liegt dieser Anteil bei den Verkehrsdienstleistern mit 90 Prozent und bei den technischen Dienstleistern mit 79 Prozent nochmals höher. Das verarbeitende Gewerbe und das Bank- und Versicherungsgewerbe bewerten den Sicherheitsaspekt mit einem Anteil von 70 bzw. 63 Prozent hingegen unterdurchschnittlich.

Insgesamt an zweiter Stelle rangieren strukturiertere Unternehmensprozesse als Folge des Einsatzes von Identitätsmanagementsystemen. Diese werden von insgesamt 43 Prozent der Unternehmen genannt. Allerdings zeigen sich auch hier Unterschiede zwischen den verschiedenen Branchen. Für den IT- und Mediensektor (49 Prozent), das verarbeitende Gewerbe (47 Prozent) und die technischen Dienstleister (38 Prozent) werden strukturiertere Unternehmensprozesse als zweitwichtigste Konsequenz des Einsatzes von Identitätsmanagementsystemen angesehen. Dagegen liegen sie bei den Verkehrsdienstleistern (16 Prozent) und beim Bank- und Versicherungsgewerbe (44 Prozent) nur an dritter Stelle. In diesen beiden Branchen rangiert die Erfüllung gesetzlicher Anforderungen mit einem Anteil von 48 Prozent bei den Verkehrsdienstleistern und einem Anteil von 47 Prozent beim Bank- und Versicherungsgewerbe an zweiter Stelle.

Die Reduktion von Ausfallzeiten ist sowohl insgesamt (mit 22 Prozent) als auch über fast alle Branchen hinweg die am seltensten zu beobachtende Konsequenz des Einsatzes von Systemen zur Identitätsverwaltung. Nur bei den technischen Dienstleistern liegt die Erfüllung gesetzlicher Anforderungen mit einem Anteil von 19 Prozent noch hinter der Reduktion von Ausfallzeiten mit einem Anteil von 27 Prozent der Unternehmen.

Abbildung 32: Auswirkung des Einsatzes von Identitätsmanagementsystemen nach Branchen

Lesehilfe: Bei 74,6 Prozent der Unternehmen, die Identitätsmanagementsysteme einsetzen, kommt es dadurch zu einer Erhöhung der Sicherheit.

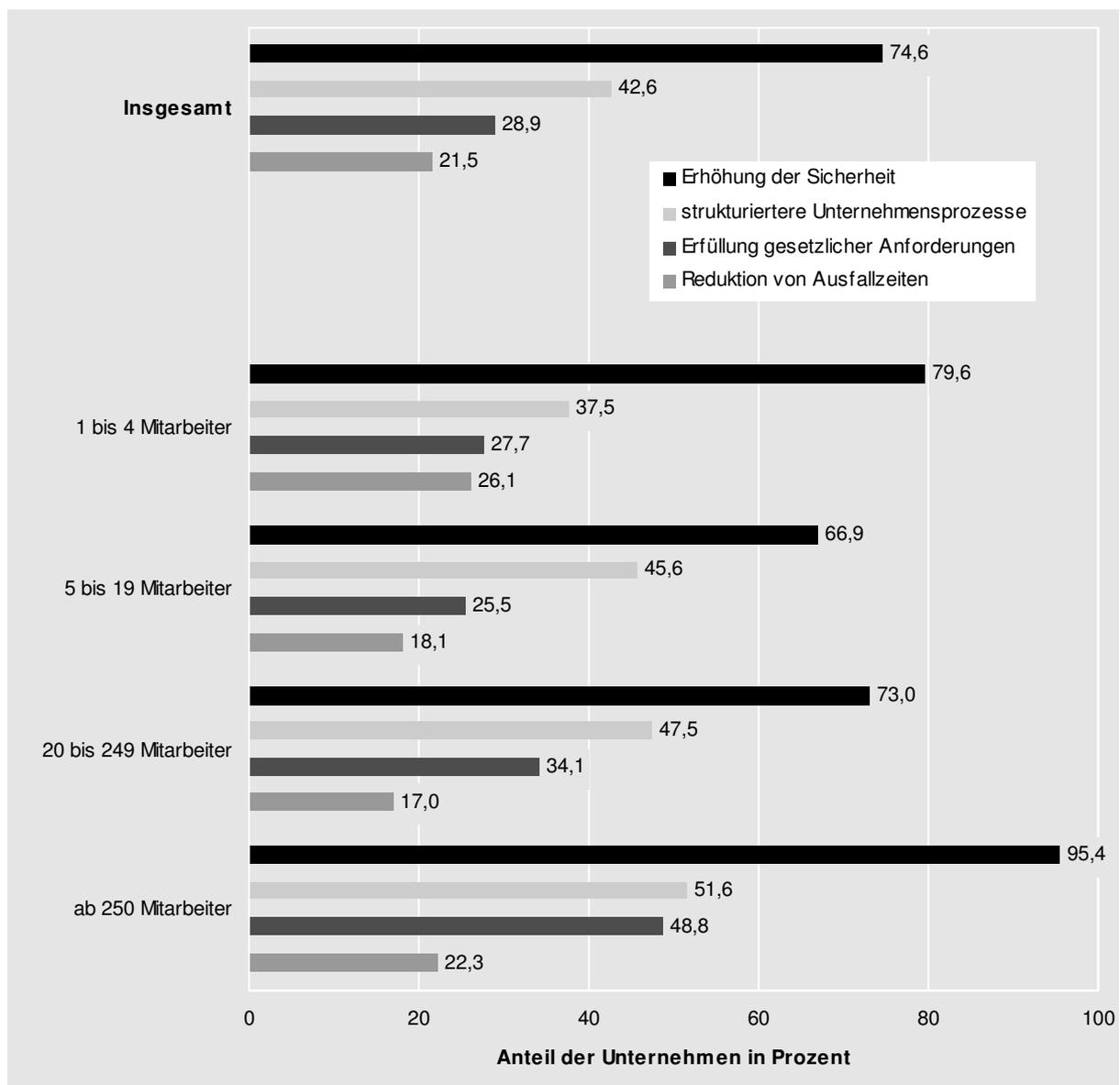
Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

Die Erhöhung der Sicherheit als Folge des Einsatzes von Identitätsmanagementsystemen wird häufiger von Großunternehmen als von kleinen und mittleren Unternehmen genannt. Mit einem Anteil von 95 Prozent der Unternehmen mit 250 und mehr Mitarbeitern stimmen in dieser Gruppe fast alle Unternehmen diesem Aspekt zu (vgl. Abbildung 33).

Der Anteil der Unternehmen, deren Unternehmensprozesse durch Identitätsmanagementsysteme strukturierter sind, steigt von 38 Prozent für kleine Unternehmen auf 52 Prozent für große. In allen Größenklassen werden strukturiertere Unternehmensprozesse am zweithäufigsten genannt. Auch bei der Betrachtung nach Unternehmensgrößenklassen zeigt sich, dass die Reduktion von Ausfallzeiten von den Unternehmen aller Klassen als seltenste Konsequenz des Einsatzes von Identitätsmanagementsystemen genannt wird.

Abbildung 33: Auswirkung des Einsatzes von Identitätsmanagementsystemen nach Unternehmensgröße



Lesehilfe: 66,9 Prozent der Unternehmen mit 5 bis 19 Mitarbeitern, die Identitätsmanagementsysteme einsetzen, verzeichnen durch deren Einsatz eine Erhöhung der Sicherheit.

Anmerkung: Angaben hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit. Mehrfachnennungen möglich.

Quelle: FAZIT-Unternehmensbefragung, Herbst/Winter 2007; Berechnungen des ZEW.

4 Die FAZIT-Unternehmensbefragung

Im Rahmen des Forschungsprojekts für Aktuelle und Zukunftsorientierte Informations- und MedienTechnologien und deren Nutzung in Baden-Württemberg (FAZIT) werden im halbjährlichen Abstand vom Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) in Mannheim baden-württembergische Unternehmen zu ihrer Geschäftslage sowie zu weiteren jeweils speziell ausgewählten Themenfeldern befragt. Die FAZIT-Unternehmensbefragung befindet sich inzwischen in der fünften Befragungswelle, wobei sich die erste Befragung im Frühjahr 2005 den Themen „Open Source-Software und IT-Sicherheit“ widmete. Die zweite Unternehmensbefragung im Herbst 2006 stand unter dem Titel „IT-Outsourcing, Internationalisierung und flexible Arbeitsorganisation: Strategien im Zeitalter der Globalisierung“. Der Fokus der dritten Befragungswelle im Sommer 2006 lag auf dem Thema „E-Business in Baden-Württemberg“. Die vierte Unternehmensbefragung im Winter 2006 trug den Titel „Im Fokus: Intralogistik“. Informationen zu den bisher durchgeführten Umfragen sind unter www.fazit-forschung.de erhältlich.

4.1 Branchenabgrenzung

Die Unternehmensbefragung im Rahmen des FAZIT-Projekts umfasst Unternehmen sowohl aus Anbieter- als auch aus Anwenderbranchen von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Die Anbieterseite bildet der IT- und Mediensektor, der als Querschnittssektor sowohl Bereiche des verarbeitenden Gewerbes als auch des Dienstleistungssektors umfasst. Die vom ZEW im Rahmen des FAZIT-Projekts verwendete Branchenabgrenzung für den IT- und Mediensektor orientiert sich an der Definition des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg² und gliedert sich in folgende sieben Branchen:³

- Software
- IT- und Medienhardware
- (Tele-) Kommunikation und Datenverarbeitungsdienstleistungen
- Audiovisuelle Medien
- Druck / Verlag
- Werbung / Marktkommunikation
- Inhalte-Dienstleister

² Vgl. Statistisch Prognostischer Bericht, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2001, S. 113.

³ Eine detaillierte Darstellung der im IT- und Mediensektor zusammengefassten Unternehmen befindet sich in Tabelle 6.

Zum Bereich der Anwender von IT- und Medien-Produkten und -Dienstleistungen werden nach der ZEW-Abgrenzung folgende Branchen (bzw. Teilbereiche der jeweiligen Branche) gezählt:⁴

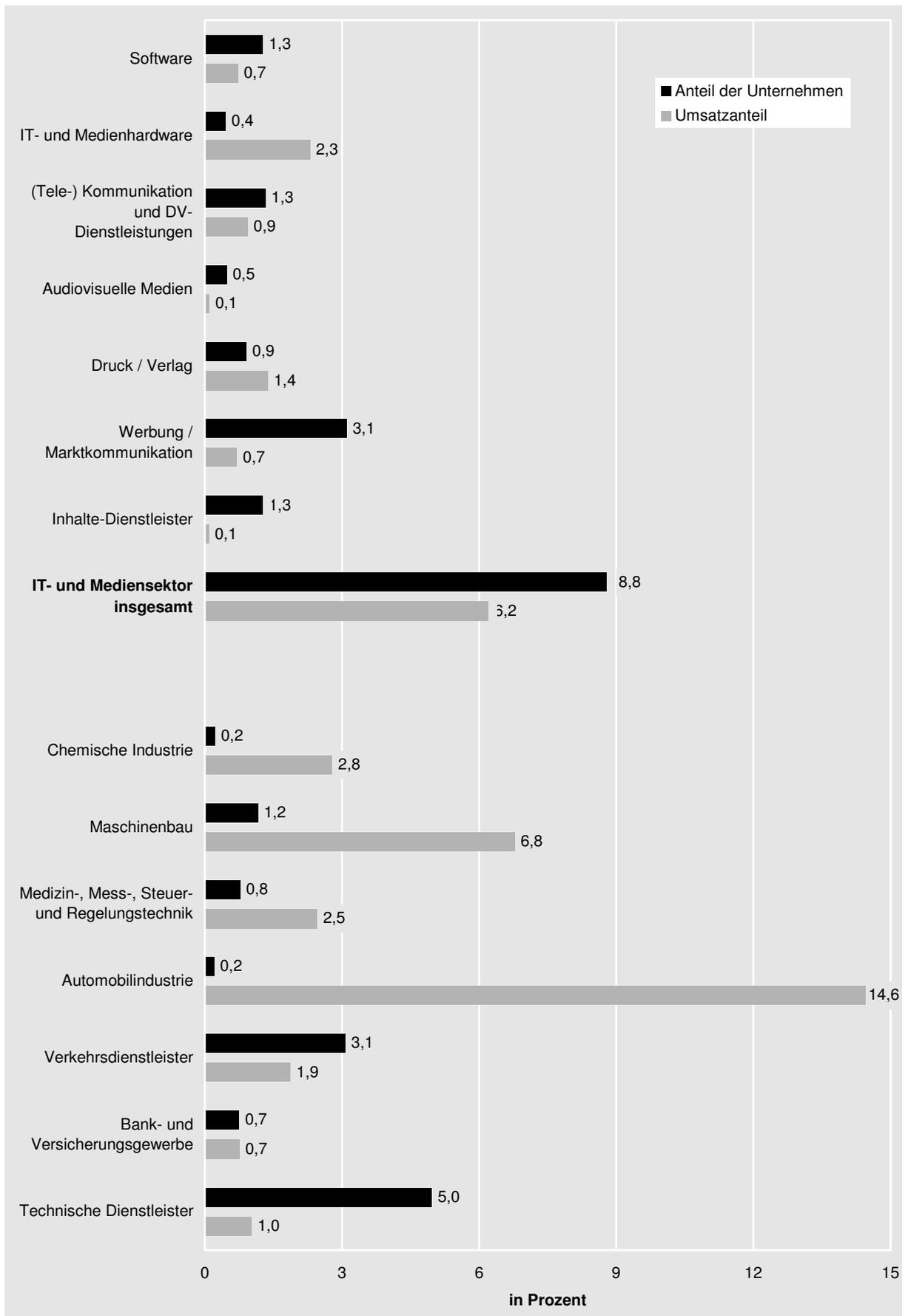
- Chemische Industrie (Herstellung von chemischen Erzeugnissen)
- Maschinenbau
- Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
- Automobilindustrie (Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen)
- Verkehrsdienstleister
- Bank- und Versicherungsgewerbe
- Technische Dienstleister (insbesondere Forschung und Entwicklung, Architektur- und Ingenieurbüros, technische, physikalische, chemische Untersuchung).

Abbildung 34 gibt einen Überblick über den Anteil der Unternehmen in den genannten Branchen gemessen an der Gesamtzahl an Unternehmen in Baden-Württemberg. Weiterhin sind die Umsatzanteile der jeweiligen Branchen am Gesamtumsatz in Baden-Württemberg aufgeführt. Die Werte beziehen sich auf die aktuell verfügbare Umsatzsteuerstatistik aus dem Jahr 2005. Insgesamt lassen sich 8,8 Prozent der Unternehmen dem IT- und Mediensektor zurechnen. In diesem Bereich werden 6,2 Prozent des Umsatzes aller baden-württembergischen Unternehmen erwirtschaftet.

Der IT- und Mediensektor umfasst prozentual besonders viele Unternehmen die im Bereich Werbung und Marktkommunikation tätig sind. Diese Unternehmen stellen einen Anteil von 3,1 Prozent aller Unternehmen in Baden-Württemberg. Den größten Umsatzanteil erwirtschaften jedoch die Unternehmen der Branche IT- und Medienhardware mit einem Anteil von insgesamt 2,3 Prozent. Wenig überraschend zeigt sich innerhalb der Anwenderbranchen die Dominanz der Automobilindustrie gemessen am Umsatzanteil (14,6 Prozent). Auf Grund von relativ geringen Antwortquoten in einzelnen Branchen oder Größenklassen wurden in der späteren Auswertung der Befragungsergebnisse einzelne Branchen zusammengefasst hochgerechnet und ausgewertet (vgl. Abschnitt 4.5).

⁴ Eine detaillierte Darstellung der in den Anwenderbranchen zusammengefassten Unternehmen findet sich ebenfalls in Tabelle 6.

Abbildung 34: Anteil der jeweiligen Branche an allen Unternehmen in Baden-Württemberg im Jahr 2005



Lesehilfe: 8,8 Prozent aller Unternehmen in Baden-Württemberg sind dem IT- und Mediensektor zuzurechnen. Diese erwirtschaften 6,2 Prozent des Umsatzes aller baden-württembergischen Unternehmen.

Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Umsatzsteuerstatistik für das Jahr 2005, Stuttgart.

4.2 Fragebogendesign

Die Umfrage ist als schriftliche Befragung konzipiert, wobei auch die Möglichkeit besteht, den Fragebogen online auszufüllen. Die Ansprechpartner in den Unternehmen erhalten ein Anschreiben zusammen mit einem zweiseitigen Fragebogen per Post zugesandt. Sie können wählen, ob sie den Fragebogen per Fax oder Brief zurückschicken oder ob sie von der Möglichkeit Gebrauch machen, ihre Antworten über ein Internetbefragungstool abzugeben. Da es die Unternehmen in der Regel bevorzugen, den Fragebogen per Fax zurückzusenden, (vgl. Tabelle 4), wird der Fragebogen auf zwei separate Blätter gedruckt. Dadurch können Fehler, wie z.B. das zweimalige Zusenden derselben Seite, eingeschränkt werden. Das Ausfüllen des Fragebogens im Internet wird durch ein vom ZEW entwickeltes Internettool ermöglicht. Dieses Internettool wird regelmäßig auch für andere Umfragen eingesetzt und wurde speziell auf die FAZIT-Befragung angepasst. Um mehrmaliges und unaufgefordertes Ausfüllen des Fragebogens zu verhindern, erhält jedes Unternehmen ein persönliches Kenn- und Passwort. Nach dem vollständigen Ausfüllen des Fragebogens wird der Online-Zugriff deaktiviert. Die eingegebenen Daten werden auf einem gesicherten Server des ZEW abgespeichert.

Der angeschriebene Ansprechpartner in den Unternehmen ist in der Regel der Geschäftsführer. Dieser sollte gerade in kleineren und mittleren Unternehmen in der Lage sein, den Fragebogen auszufüllen, insbesondere was die allgemeinen Fragen zu Beschäftigtenzahlen und zur Einschätzung der Geschäftslage angeht. Bei größeren Unternehmen kann es erforderlich sein, dass die Fragenblöcke von unterschiedlichen Personen ausgefüllt werden, z.B. vom Geschäftsführer und vom IT-Verantwortlichen. Aus anderen Umfragen, u.a. auch solchen mit IT-Fokus, resultiert die Erfahrung, dass Fragebögen durchaus innerhalb von Unternehmen weitergereicht und thematisch unterschiedliche Fragen auch von unterschiedlichen Personen mit der jeweiligen Fachkompetenz beantwortet werden.

4.3 Stichprobenziehung

Als Grundlage für die Stichprobenziehung dient der sehr umfangreiche Adressbestand des Verbands der Vereine Creditreform (VVC), der dem ZEW im Rahmen eines Kooperationsvertrags zur Verfügung steht. Dieser Adressbestand wird auch für andere ZEW-Umfragen genutzt. Um die Repräsentativität der Stichprobe zu gewährleisten, wurden die Unternehmen bei der Ziehung nach Branchen und Größenklassen geschichtet. Die Branchenschichtung wurde dabei nach der in Abschnitt 4.1 dargestellten Abgrenzung vorgenommen. Die Größenklasse eines Unternehmens bezieht sich auf die Anzahl der Mitarbeiter. Bei der Stichprobenziehung wurden folgende Klassen berücksichtigt: 1-4, 5-9, 10-19, 20-49, 50-249, 250-999 und mehr als 1000 Beschäftigte. Die Größenklasseneinteilung wurde sehr fein gewählt, da gerade im IT- und Mediensektor sehr viele kleine Unternehmen mit wenigen Mitarbeitern zu finden sind. Bei der

Hochrechnung der Daten wurden einzelne Größenklassen wieder zusammengefasst (vgl. Abschnitt 4.5). Für die Bruttostichprobe wurden fast 9.000 Unternehmen anhand der festgelegten Kriterien ausgewählt.

4.4 Feldverlauf

Von den 8.914 angeschriebenen Unternehmen in der Bruttostichprobe der fünften Befragungswelle haben insgesamt 1.191 Unternehmen einen ausgefüllten Fragebogen zurückgesandt. Damit wurde vor Eliminierung stichprobenneutraler Ausfälle eine Responsequote von 13,4 Prozent erzielt. Gegenüber der vierten Befragungswelle (9,2 Prozent) bedeutet dies eine Verbesserung um 4,2 Prozentpunkte (vgl. Tabelle 1).

Unter stichprobenneutralen Ausfällen werden Adressen zusammengefasst, unter denen entweder kein Unternehmen zu erreichen ist (z.B. wegen Insolvenz oder Schließung) oder die von Unternehmen stammen, die nicht zur Zielgruppe (IT- und Mediensektor bzw. Anwenderbranchen) gehören. Insgesamt waren in der fünften Welle 1.891 stichprobenneutrale Ausfälle zu verzeichnen (dies entspricht einem Anteil von 21,21 Prozent an der Bruttostichprobe). Aus der resultierenden Nettostichprobe in Höhe von 7.023 Unternehmen flossen 1.191 auswertbare Fragebögen in die Analyse ein. Die Nettoresponsequote beträgt damit 17,0 Prozent.

Tabelle 1: Stichprobenumfang, Brutto- und Nettoresponsequote insgesamt

	Bruttostichprobe	Bruttoresponsequote	Nettostichprobe	Nettoresponsequote
5. Welle	8.914	13,4%	7.023	17,0%
4. Welle	8.824	9,2%	8.389	9,7%
3. Welle	9.241	7,8%	8.694	8,3%
2. Welle	9.825	12,0%	9.097	12,9%
1. Welle	9.074	6,9%	7.541	8,0%

Tabelle 2 zeigt die Nettoresponsequote nach Unternehmensgrößenklassen (Anzahl der Mitarbeiter). In der aktuellen fünften Befragungswelle ist die Nettoresponsequote in allen vier Unternehmensgrößenklassen gegenüber der vierten Welle gestiegen. Zudem wurden in allen Größenklassen die höchsten Responsequoten der fünf bisherigen Befragungswellen erzielt.

Tabelle 2: Responsequote nach Größenklassen

Größenklasse (Mitarbeiter)	1-4	5-19	20-249	> 249
Quote (5. Welle) ¹	17,2%	18,1%	17,1%	13,3%
Quote (4. Welle) ²	7,3%	10,4%	11,7%	10,3%
Quote (3. Welle) ³	5,5%	8,8%	10,8%	9,9%
Quote (2. Welle) ⁴	9,7%	14,4%	16,1%	11,7%
Quote (1. Welle) ⁵	6,8%	8,0%	10,9%	7,7%

¹ Die Werte beziehen sich auf 7.023 Unternehmen aus der Nettostichprobe und 1.191 auswertbare Fragebögen.

² Die Werte beziehen sich auf 8.389 Unternehmen aus der Nettostichprobe und 816 auswertbare Fragebögen.

³ Die Werte beziehen sich auf 8.694 Unternehmen aus der Nettostichprobe und 724 auswertbare Fragebögen.

⁴ Die Werte beziehen sich auf 9.098 Unternehmen aus der Nettostichprobe und 1.176 auswertbare Fragebögen.

⁵ Die Werte beziehen sich auf 7.541 Unternehmen aus der Nettostichprobe und 603 auswertbare Fragebögen.

Betrachtet man die Responsequote nach Wirtschaftszweigen, so zeigt sich ein ähnliches Bild wie in den vorherigen Wellen, allerdings fallen die Responsequoten in jedem Bereich deutlich höher aus als in der vierten und dritten Welle. Erneut weist die Softwarebranche mit 23,6 Prozent Beteiligung die höchste Antwortbereitschaft auf. Der Bereich Inhalte-Dienstleister bildet mit einer Responsequote von nur 8,3 Prozent das Schlusslicht. Der Rücklauf im IT- und Mediensektor insgesamt war mit 16,3 Prozent etwas schlechter als in den Anwenderbranchen mit 17,4 Prozent. Ein ähnliches Verhältnis zeigte sich bereits in den vorangegangenen drei Wellen (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Responsequote nach Wirtschaftszweigen

Branche	Quote (5. Welle)¹	Quote (4. Welle)²	Quote (3. Welle)³	Quote (2. Welle)⁴	Quote (1. Welle)⁵
Software	23,6%	13,5%	13,6%	18,8%	13,0%
IT- und Medien- Hardware	10,3%	5,3%	3,4%	7,6%	9,3%
(Tele-) Kommunikation und DV- Dienstleistungen	12,9%	6,1%	4,8%	10,6%	6,9%
Audiovisuelle Medien	16,5%	7,9%	8,1%	10,6%	7,2%
Druck / Verlag	17,2%	10,0%	8,8%	14,9%	6,7%
Werbung / Marktkommunikation	19,5%	10,3%	9,2%	12,0%	9,4%
Inhalte-Dienstleister	8,3%	5,8%	5,7%	9,4%	8,1%
IT- und Mediensektor	16,3%	8,8%	7,9%	12,5%	8,7%
Chemische Industrie	9,0%	7,9%	6,7%	11,5%	6,5%
Maschinenbau	16,6%	10,7%	9,8%	12,4%	6,0%
Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	19,9%	13,5%	11,7%	17,6%	8,0%
Automobilindustrie	12,6%	8,5%	5,8%	10,5%	5,2%
Verkehrsdienstleister	21,0%	10,3%	7,9%	13,6%	6,6%
Bank- und Versicherungsgewerbe	17,3%	10,8%	8,1%	13,0%	7,8%
Technische Dienstleister	20,8%	10,4%	9,3%	13,7%	10,2%
Anwenderbranchen	17,4%	10,4%	8,6%	13,3%	7,5%

¹ Die Werte beziehen sich auf 7.023 Unternehmen aus der Nettostichprobe und 1.191 auswertbare Fragebögen.

² Die Werte beziehen sich auf 8.389 Unternehmen aus der Nettostichprobe und 816 auswertbare Fragebögen.

³ Die Werte beziehen sich auf 8.694 Unternehmen aus der Nettostichprobe und 724 auswertbare Fragebögen.

⁴ Die Werte beziehen sich auf 9.098 Unternehmen aus der Nettostichprobe und 1.176 auswertbare Fragebögen.

⁵ Die Werte beziehen sich auf 7.541 Unternehmen aus der Nettostichprobe und 603 auswertbare Fragebögen.

Hinsichtlich der Verteilung der Antworten auf die Alternativen Fax, Brief und Internet änderte sich gegenüber den vorherigen Wellen nur wenig (vgl. Tabelle 4). Erneut wählte der größte Teil der Umfrageteilnehmer (44,6 Prozent) das Fax zur Rücksendung des Fragebogens. Gegenüber der vierten Welle sank der Anteil dabei um 1,5 Prozentpunkte. 26,5 Prozent der Teilnehmer schickten den ausgefüllten Fragebogen auf dem Postweg zurück. Auch hier ist somit ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Etwas mehr Unternehmen (28,4 Prozent) machten dagegen im Vergleich zur vierten Welle von der Möglichkeit Gebrauch, den Fragebogen im Internet auszufüllen.

Tabelle 4: Verteilung der Antworten auf Fax, Brief und Internet

Antwortmöglichkeit	Fax	Brief	Internet
Quote (5. Welle) ¹	44,6%	26,5%	28,9%
Quote (4. Welle) ²	46,1%	30,5%	23,4%
Quote (3. Welle) ³	44,1%	28,0%	27,9%
Quote (2. Welle) ⁴	47,8%	29,5%	22,7%
Quote (1. Welle) ⁵	47,6%	27,2%	25,2%

¹ Basis sind 1.191 auswertbare Fragebögen.

² Basis sind 816 auswertbare Fragebögen.

³ Basis sind 724 auswertbare Fragebögen.

⁴ Basis sind 1.176 auswertbare Fragebögen.

⁵ Basis sind 603 auswertbare Fragebögen.

Der Rücklauf der Fragebögen verlief in drei Phasen. Alle Unternehmen, die nach dem ersten Anschreiben bis zu einem bestimmten Termin nicht geantwortet hatten, wurden in einer Nachfassaktion ein zweites Mal angeschrieben und gebeten, den nochmals beiliegenden Fragebogen auszufüllen. Ein zweites Erinnerungsschreiben wurde nach Ablauf einer weiteren Mahnfrist mit einer weiteren Bitte zum Ausfüllen des Fragebogens an jene Unternehmen verschickt, die bis dahin noch nicht geantwortet hatten. Die Rückläufe der fünften Welle haben sich mit Anteilen von 27,8 und 72,2 Prozent auf den Zeitraum vor und nach dem Versand des ersten Erinnerungsschreibens verteilt. Gegenüber den früheren Wellen ist eine deutliche Abnahme des Rücklaufs *vor* dem Versand des ersten Erinnerungsschreibens zu beobachten (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Antwort vor oder nach Erinnerungsschreiben

Zeitpunkt	vor Erinnerungsschreiben	nach Erinnerungsschreiben
Quote (5. Welle) ¹	27,8%	72,2% ²
Quote (4. Welle) ³	49,0%	51,0%
Quote (3. Welle) ⁴	40,6%	59,4%
Quote (2. Welle) ⁵	37,0%	63,0%
Quote (1. Welle) ⁶	34,5%	65,5%

¹ Basis sind 1.191 auswertbare Fragebögen.

² 58,3% dieser Fragebögen gingen vor dem zweiten Erinnerungsschreiben ein.

³ Basis sind 816 auswertbare Fragebögen.

⁴ Basis sind 724 auswertbare Fragebögen.

⁵ Basis sind 1.176 auswertbare Fragebögen.

⁶ Basis sind 603 auswertbare Fragebögen.

4.5 Hochrechnung

Die aus der Umfrage generierten Daten wurden geschichtet auf die Grundgesamtheit aller baden-württembergischen Unternehmen der betrachteten Branchen und Größenklassen hochgerechnet. Hierbei wurden teilweise mehrere Zellen zusammengefasst, um eine adäquate Grund-

lage für die Hochrechnung in der jeweiligen Zelle zu schaffen. Schlussendlich wurden für beide Schichtungsmerkmale, also sowohl für die Branchenzugehörigkeit als auch für die Größenklasse der Unternehmen, gröbere Einteilungen gewählt als bei der Stichprobenziehung.

So wurden die Branchen Software, IT-/Medienhardware, (Tele-) Kommunikation/DV-Dienstleistungen, Audiovisuelle Medien, Druck/Verlag, Werbung/Marktkommunikation und Inhalte-Dienstleister zum IT- und Mediensektor zusammengefasst. Bei den Anwenderbranchen wurden die Branchen chemische Industrie, Maschinenbau, Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie Automobilindustrie zum verarbeitenden Gewerbe zusammengezogen. Die Verkehrsdienstleister, das Bank- und Versicherungsgewerbe sowie die technischen Dienstleister wurden weiterhin separat behandelt und hochgerechnet. Bei den Größenklassen wurden die sieben Größenklassen aus der Stichprobenziehung zu vier Ausprägungen zusammengefasst: 1 bis 4 Mitarbeiter, 5 bis 19 Mitarbeiter, 20 bis 249 Mitarbeiter und mehr als 249 Mitarbeiter. Insgesamt standen nach dieser Einteilung 20 Zellen zur Hochrechnung zur Verfügung.

Alle hochgerechneten Variablen (vgl. auch Abschnitt 4.6) wurden auf Basis der Zahl der Unternehmen in den jeweiligen Branchen hochgerechnet. Die Angaben für die Grundgesamtheit beruhen dabei auf der baden-württembergischen Umsatzsteuerstatistik für das Jahr 2005. Aufgrund der relativ großen Anzahl von kleinen und mittleren Unternehmen werden die Befragungsergebnisse von diesen dominiert.

4.6 Deskriptive Auswertungen

Die Schwerpunkte der fünften FAZIT-Unternehmensbefragung liegen auf den Themen Unternehmenssoftware und eingebettete Systeme. Das Thema eingebettete Systeme ist nur für bestimmte Branchen relevant. Deshalb erfolgt die Auswertung der Fragen zu den eingebetteten Systemen nur für den IT- und Mediensektor und das verarbeitende Gewerbe. Des Weiteren wurden nur die Einstiegsfragen zu eingebetteten Systemen in Produkten und die Fragen zu eingebetteten Systemen in Maschinen und Anlagen des Produktionsprozesses hochgerechnet⁵. Da eingebettete Systeme nur bei einem geringen Teil der Unternehmen in Produkten zum Einsatz kommen und nur ein sehr geringer Teil der Unternehmen hauptsächlich eingebettete Software programmiert, ist eine zuverlässige Hochrechnung der Fragen, die nur von diesen Unternehmen zu beantworten waren, nicht möglich. Die Auswertung dieser Fragen wurde rein deskriptiv durchgeführt, d.h. die Ergebnisse geben den Anteil an der Gesamtzahl der zur Verfügung stehenden Antworten wieder. Die Zahl der in die Auswertung eingeflossenen Unternehmen wurde unter der jeweiligen Grafik vermerkt.

⁵ Im Fragebogen sind dies die Fragen 14, 15, 23, 24 und 25 (eingebettete Systeme).

Tabelle 6: Branchenabgrenzung**IT- und Mediensektor**

WZ 2003	Bezeichnung
Druck / Verlag	
22.11	Verlegen von Büchern
22.12	Verlegen von Zeitungen
22.13	Verlegen von Zeitschriften
22.15	Sonstiges Verlagsgewerbe
22.21	Drucken von Zeitungen
22.22	Drucken anderer Druckerzeugnisse
22.23	Druckweiterverarbeitung
22.24	Druck- und Mediovorstufe
22.25	Erbringung von sonstigen druckbezogenen Dienstleistungen
Audiovisuelle Medien	
22.14	Verlegen von bespielten Tonträgern und Musikalien
22.31	Vervielfältigung von bespielten Tonträgern
22.32	Vervielfältigung von bespielten Bildträgern
22.33	Vervielfältigung von bespielten Datenträgern
24.65	Herstellung von unbespielten Ton-, Bild- und Datenträgern
74.81	Fotografisches Gewerbe und fotografische Laboratorien
92.11	Film- und Videofilmherstellung
92.13	Kinos
92.2	Rundfunkveranstalter, Herstellung von Hörfunk- und Fernsehprogrammen
92.32.5	Technische Hilfsdienste für kulturelle und unterhaltende Leistungen
(Tele-) Kommunikation / DV-Dienstleistungen	
64.12	Private Post- und Kurierdienste
64.3	Fernmeldedienste
72.1	Hardwareberatung
72.3	Datenverarbeitungsdienste
72.4	Datenbanken
72.5	Instandhaltung und Reparatur von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen
72.6	Sonstige mit der Datenverarbeitung verbundene Tätigkeiten

Software

72.21 Verlegen von Software

72.22 Softwareberatung und -entwicklung

Werbung / Marktkommunikation

74.13 Markt- und Meinungsforschung

74.14 Unternehmens- und Public-Relations-Beratung

74.4 Werbung

74.87.1 Ausstellungs-, Messe- und Warenmarkteinrichtungen

IT- und Medien-Hardware

30.01 Herstellung von Büromaschinen

30.02 Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen

32.1 Herstellung von elektronischen Bauelementen

32.2 Herstellung von Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik

32.3 Herstellung von Rundfunkgeräten sowie phono- und videotechnischen Geräten

33.40.3 Herstellung von Foto-, Projektions- und Kinogeräten

71.33 Vermietung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen

Inhalte-Dienstleister

71.40.3 Leihbüchereien und Lesezirkel

71.40.4 Videotheken

74.85 Sekretariats-, Schreib- und Übersetzungsdienste; Copy-Shops

74.87.5 Auskunftendienste

92.12 Filmverleih und Videoprogrammanbieter

92.31.6 Selbstständige Schriftstellerinnen und Schriftsteller

92.31.7 Selbstständige Bühnen-, Film-, Hörfunk- und Fernsehkünstlerinnen und -künstler

92.40.1 Korrespondenz- und Nachrichtenbüros

92.40.2 Selbstständige Journalistinnen, Journalisten, Pressefotografinnen und Pressefotografen

92.51 Bibliotheken und Archive

Anwenderbranchen

Maschinenbau	
29.11	Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen (ohne Motoren für Luft- und Straßenfahrzeuge)
29.12	Herstellung von Pumpen und Kompressoren
29.13	Herstellung von Armaturen
29.14	Herstellung von Lagern, Getrieben, Zahnrädern und Antriebs-elementen
29.21	Herstellung von Öfen und Brennern
29.22	Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln
29.23	Herstellung von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen, nicht für den Haushalt
29.24	Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen, anderweitig nicht genannt
29.31	Herstellung von land- und forstwirtschaftlichen Zugmaschinen
29.32	Herstellung von sonstigen land- und forstwirtschaftlichen Maschinen
29.41	Herstellung von handgeführten kraftbetriebenen Werkzeugen
29.42	Herstellung von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung
29.43	Herstellung von Werkzeugmaschinen, anderweitig nicht genannt
29.51	Herstellung von Maschinen für die Metallerzeugung, von Walzwerkseinrichtungen und Gießmaschinen
29.52	Herstellung von Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen
29.53	Herstellung von Maschinen für das Ernährungsgewerbe und die Tabakverarbeitung
29.54	Herstellung von Maschinen für das Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe
29.55	Herstellung von Maschinen für das Papiergewerbe
29.56	Herstellung von Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige, anderweitig nicht genannt
29.6	Herstellung von Waffen und Munition
29.71	Herstellung von elektrischen Haushaltsgeräten
29.72	Herstellung von nicht elektrischen Heiz-, Koch-, Heißwasser- und Heißluftgeräten, anderweitig nicht genannt
Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Uhren	
33.1	Herstellung von medizinischen Geräten und orthopädischen Erzeugnissen
33.2	Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen
33.3	Herstellung von industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen
33.4	Herstellung von optischen und fotografischen Geräten (ohne 33.40.3 Herstellung von Foto-, Projektions- und Kinogeräten)
33.5	Herstellung von Uhren

Automobilindustrie (Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen)

- | | |
|------|---|
| 34.1 | Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren |
| 34.2 | Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern |
| 34.3 | Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen und Kraftwagenmotoren |
-

Verkehrsdienstleister

- | | |
|-------|--|
| 60.21 | Personenbeförderung im Linienverkehr zu Land |
| 60.22 | Betrieb von Taxis und Mietwagen mit Fahrer |
| 60.24 | Güterbeförderung im Straßenverkehr |
| 63.12 | Lagerei |
| 63.21 | Sonstige Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Landverkehr |
| 63.3 | Reisebüros und Reiseveranstalter |
| 63.4 | Spedition, sonstige Verkehrsvermittlung |
-

Bank- und Versicherungsgewerbe

- | | |
|-------|---|
| 65.11 | Zentralbanken |
| 65.12 | Kreditinstitute (ohne Spezialkreditinstitute) |
| 65.21 | Institutionen für Finanzierungsleasing |
| 65.22 | Spezialkreditinstitute |
| 65.23 | Finanzierungsinstitutionen, anderweitig nicht genannt |
| 66.01 | Lebensversicherungen |
| 66.02 | Pensions- und Sterbekassen |
| 66.03 | Sonstiges Versicherungsgewerbe |
| 67.11 | Effekten- und Warenbörsen |
| 67.12 | Effektenvermittlung und -verwaltung (ohne Effektenverwahrung) |
| 67.13 | Sonstige mit dem Kreditgewerbe verbundene Tätigkeiten |
| 67.2 | Mit dem Versicherungsgewerbe verbundene Tätigkeiten |
-

Technische Dienstleister

- | | |
|------|---|
| 73.1 | Forschung und Entwicklung im Bereich Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften und Medizin |
| 73.2 | Forschung und Entwicklung im Bereich Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie im Bereich Sprach-, Kultur- und Kunstwissenschaften |
| 74.2 | Architektur- und Ingenieurbüros |
| 74.3 | Technische, physikalische und chemische Untersuchung |
-

Abbildung 35: Fragebogen der fünften FAZIT-Unternehmensbefragung

Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen bis Montag, den 01. Oktober 2007 an Fax-Nr. 0621/1235-4300 (oder per Post, Gebühr zahlt Empfänger) zurück an das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW)

Rücksendung erbeten bis Montag, den 01. Oktober 2007 an Fax-Nr. 0621/1235-4300

FAZIT – Forschung: Unternehmensbefragung in Baden-Württemberg	
<p style="text-align: center;">ZEW</p> <p style="text-align: center;">FAZIT – Unternehmensbefragung</p> <p style="text-align: center;">Postfach 10 34 43</p> <p style="text-align: center;">68034 Mannheim</p>	
Beantworten Sie bitte die folgenden Fragen für Ihr Hauptgeschäftsfeld und den im Adressfeld angegebenen Betriebsstandort.	
<p>1) Die Geschäftslage in Ihrem Unternehmen beurteilen Sie zur Zeit als...</p> <p><input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> zufrieden stellend (normal) <input type="checkbox"/> schlecht</p> <hr/> <p>2) Die Geschäftslage in Ihrem Unternehmen wird sich in den nächsten 6 Monaten...</p> <p><input type="checkbox"/> verbessern <input type="checkbox"/> nicht verändern <input type="checkbox"/> verschlechtern</p>	<p>3) Wie viele Beschäftigte (inkl. Geschäftsführung und Auszubildende) hatte Ihr Unternehmen durchschnittlich im 1. Halbjahr 2007?</p> <p>Gesamtzahl der Beschäftigten: _____</p> <hr/> <p>4) Die durchschnittliche Beschäftigtenzahl in Ihrem Unternehmen wird in den nächsten 12 Monaten...</p> <p><input type="checkbox"/> sinken <input type="checkbox"/> gleich bleiben <input type="checkbox"/> steigen</p>
<p>Unternehmenssoftware wird zur Unterstützung und Steuerung von sowohl kaufmännischen als auch technischen Prozessen im Unternehmen eingesetzt. Die Software kann dabei nur in einzelnen Unternehmensbereichen, aber auch bereichsübergreifend verwendet werden. Zu Unternehmenssoftware zählen wir nicht reine Textverarbeitungs- oder Tabellenkalkulationsprogramme.</p>	
<p>5) In welchem Bereich nutzen Sie Unternehmenssoftware? (Mehrfachnennungen möglich)</p> <p><input type="checkbox"/> im kaufmännischen Bereich</p> <p><input type="checkbox"/> im technischen Bereich</p> <p><input type="checkbox"/> Wir setzen keine Unternehmenssoftware ein. ➔ Bitte weiter mit Frage 14</p> <hr/> <p>6) Ist die von Ihnen eingesetzte Unternehmenssoftware bereichsübergreifend vernetzt?</p> <p><input type="checkbox"/> ja, miteinander vernetzte Einzelanwendungen</p> <p><input type="checkbox"/> ja, in Form eines Enterprise Resource Planning- (ERP-) oder ähnlichen Systems</p> <p><input type="checkbox"/> nein</p> <hr/> <p>7) Haben Sie sich mit Ihren Geschäftspartnern bei der Wahl oder Entwicklung Ihrer derzeit wichtigsten Unternehmenssoftware abgesprochen? (Mehrfachnennungen möglich)</p> <p><input type="checkbox"/> ja, mit Muttergesellschaft/Unternehmensgruppe</p> <p><input type="checkbox"/> ja, mit Zulieferern</p> <p><input type="checkbox"/> ja, mit Abnehmern</p> <p><input type="checkbox"/> nein, keine Absprachen</p> <hr/> <p>8) Von wem wird Ihre Unternehmenssoftware hauptsächlich gewartet und gepflegt?</p> <p><input type="checkbox"/> von IT-Fachkräften unseres Unternehmens</p> <p><input type="checkbox"/> vom Hersteller/Vertriebspartner</p> <p><input type="checkbox"/> von anderen IT-Dienstleistern</p> <hr/> <p>9) Wie haben Sie Ihre Mitarbeiter auf die Verwendung der Unternehmenssoftware vorbereitet? (Mehrfachnennungen möglich)</p> <p><input type="checkbox"/> Schulungen <input type="checkbox"/> „on the job“/während der Nutzung</p> <p><input type="checkbox"/> e-Learning <input type="checkbox"/> Software war Mitarbeitern schon bekannt.</p>	<p>10) Haben Sie Ihre Unternehmenssoftware oder Teile davon selbst entwickelt?</p> <p><input type="checkbox"/> ja</p> <p><input type="checkbox"/> nein ➔ Bitte weiter mit Frage 13</p> <hr/> <p>11) Wie wichtig ist für Sie die Verwendung von schon vorhandenem Open Source Code bei der Entwicklung Ihrer Software?</p> <p><input type="checkbox"/> wichtig <input type="checkbox"/> eher wichtig <input type="checkbox"/> eher unwichtig <input type="checkbox"/> unwichtig</p> <hr/> <p>12) Spielten folgende Gründe bei der Entscheidung, Ihre Unternehmenssoftware (bzw. Teile davon) selbst zu entwickeln, eine Rolle?</p> <p>Selbstentwicklung billiger als Kauf/Miete <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <hr/> <p>keine passende Unternehmenssoftware auf dem Markt vorhanden <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <hr/> <p>Unabhängigkeit von Unternehmenssoftwareanbietern <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <hr/> <p>Gründe der Sicherheit/Geheimhaltung <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <hr/> <p>Wir sind Anbieter von Unternehmenssoftware. <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <hr/> <p>13) Woher haben Sie Ihre Unternehmenssoftware bezogen? (Mehrfachnennungen möglich)</p> <p><input type="checkbox"/> komplett selbst entwickelt</p> <p><input type="checkbox"/> entwickeln lassen</p> <p><input type="checkbox"/> Standardlösung gekauft</p> <p><input type="checkbox"/> Standardlösung gekauft und zusätzliche Module selbst entwickelt</p> <p><input type="checkbox"/> gemietet (Software on Demand)</p> <p><input type="checkbox"/> kostenlos bezogen (z. B. Open Source)</p>

FAZIT – Forschung: Unternehmensbefragung in Baden-Württemberg

Rücksendung erbeten bis Montag, den 01. Oktober 2007 an Fax-Nr. 0621/1235-4300

- 14) Eingebettete Systeme (embedded systems) sind Rechnersysteme, die meist unsichtbar vordefinierte Aufgaben und Funktionen in Geräten erfüllen. Derartige Systeme finden sich z.B. in Fahrzeugen oder Handys. Beinhalten von Ihnen hergestellte Produkte eingebettete Systeme?
- ja → Bitte weiter mit nächster Frage
 - nein
 - Wir sind Softwarehersteller und entwickeln auch Software für eingebettete Systeme. → Bitte weiter mit Frage 17
 - Wir sind Softwarehersteller und entwickeln keine Software für eingebettete Systeme. → Bitte weiter mit Frage 26
 - Die von uns erstellten Produkte/Dienstleistungen enthalten keine eingebetteten Systeme. → Bitte weiter mit Frage 23
-
- 15) Woher beziehen Sie die Software für Ihre eingebetteten Systeme hauptsächlich?
- Wir entwickeln die Software selbst. → Bitte weiter mit Frage 17
 - Wir lassen die Software entwickeln.
-
- 16) Woher und aus welcher Branche stammen die Unternehmen überwiegend, die für Sie die Software Ihrer eingebetteten Systeme entwickeln? (Bitte nur eine Nennung.)
- | | Baden-Württemberg | Deutschland | Ausland |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Unternehmen aus der Softwarebranche | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Unternehmen aus sonstigen Branchen | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
- Bitte weiter mit Frage 19
-
- 17) Wie viele Beschäftigte in Ihrem Unternehmen entwickeln hauptsächlich Software für eingebettete Systeme?
- Beschäftigte: _____
-
- 18) Wie wichtig ist schon vorhandener Open Source Code bei der Entwicklung der Software für Ihre eingebetteten Systeme (z.B. in Form eines Linux-Betriebssystems)?
- wichtig eher wichtig eher unwichtig unwichtig
-
- 19) Wie hoch schätzen Sie den Anteil der Kosten für die Software von eingebetteten Systemen an den Gesamtentwicklungskosten Ihrer Produkte?
- weniger als 10% 10-20% 20-30% 30-40%
 40-50% 50-70% mehr als 70%
-
- 20) Wie hoch schätzen Sie den Anteil, den der Umsatz mit Software für eingebettete Systeme in den letzten zwei Jahren am Gesamtumsatz Ihres Unternehmens hatte?
- weniger als 10% 10-20% 20-30% 30-40%
 40-50% 50-70% mehr als 70%
 Wir verkaufen keine Software für eingebettete Systeme.
-
- 21) Besitzen die von Ihnen entwickelten Produkte mit eingebetteten Systemen Schnittstellen zur Kommunikation mit Unternehmenssoftware?
- ja nein
-
- 22) Kooperieren Sie bei der Entwicklung Ihrer eingebetteten Systeme bzw. bei der Entwicklung der Software für eingebettete Systeme mit... (Mehrfachnennungen möglich)
- Hochschulen? Forschungsinstituten?
 anderen Unternehmen? keine Kooperation

- 23) Eingebettete Systeme befinden sich oftmals auch in Produktionsanlagen und Maschinen. Setzen Sie in der Produktion Maschinen ein, die eingebettete Systeme enthalten?
- ja
 - nein
 - Wir sind Dienstleister und stellen keine Produkte her. → Bitte weiter mit Frage 26
-
- 24) Besitzen Maschinen oder Anlagen in Ihrer Produktion eingebettete Systeme, die... (Mehrfachnennungen möglich)
- programmierte Fertigungsprogramme ausführen können (z.B. CNC oder SPS)?
 - ferngesteuert werden können?
 - ferngewartet werden können?
 - Daten über den Produktionsprozess (z.B. Fehler oder Materialverbrauch) protokollieren?
 - zeitnahe Daten für übergeordnete Softwaresysteme wie MES (Manuf. Execution Systeme) oder ERP liefern?
 - keines der genannten
-
- 25) Welche Folgen hatte der Einsatz von Maschinen oder Anlagen mit solchen eingebetteten Systemen? (Mehrfachnennungen möglich)
- weniger Maschinenausfälle
 - kürzere Wartezeiten
 - bessere Planbarkeit des Produktionsprozesses
 - verbesserte Produktqualität
 - weniger Ausschuss und fehlerhafte Produkte
 - geringerer Personalbedarf
 - keine der genannten
-
- 26) Kommen wir zum Thema Identitätsmanagementsysteme, mit denen personenbezogene Daten (Identitäten), Benutzerkonten und Zugriffsrechte verwaltet werden. Setzen Sie ein Identitätsmanagementsystem in Ihrem Unternehmen ein?
- ja, zur Verwaltung von Identitäten und Zugriffsrechten von
 - Kunden
 - Mitarbeitern
 - für beides
 - Bitte weiter mit Frage 28
 - nein,
 - ist aber innerhalb der nächsten 2 Jahre geplant → Bitte weiter mit Frage 29
 - und ist auch nicht geplant → Bitte weiter mit Frage 27
 - Identitätsmanagementsysteme sind uns nicht bekannt. → Bitte weiter mit Frage 29
-
- 27) Warum setzen Sie kein Identitätsmanagementsystem in Ihrem Unternehmen ein? (Mehrfachnennungen möglich)
- zu hohe Kosten
 - zu geringer Nutzen bzw. Nutzen nicht einschätzbar
 - fehlendes Know-how im Unternehmen
 - Bitte weiter mit Frage 29
-
- 28) Welche Folgen hatte die Einführung des Identitätsmanagementsystems in Ihrem Unternehmen? (Mehrfachnennungen möglich)
- strukturierte Unternehmensprozesse
 - Reduktion von Ausfallzeiten aufgrund von Zugriffsproblemen
 - Erhöhung der Sicherheit
 - Erfüllung gesetzlicher Anforderungen
-
- 29) Wie hoch war der Umsatz Ihres Unternehmens (inkl. Exporte) im Jahr 2006? (im Fall einer Bank: bitte Zins- und Provisionserträge; im Fall einer Versicherung: bitte Beitragseinnahmen angeben)
- Umsatz (ohne MWST.): _____ Euro

Ordnen Sie bitte Ihr Unternehmen gemäß der hauptsächlich ausgeübten wirtschaftlichen Tätigkeit einem Wirtschaftszweig entsprechend der beigefügten Liste (siehe Rückseite Fragebogen Blatt 1) zu.

ODER

Falls es Ihnen anhand der Liste nicht gelungen ist, den wirtschaftlichen Schwerpunkt Ihres Unternehmens zu bestimmen, nennen Sie uns bitte Ihr umsatzstärkstes Produkt/Ihre umsatzstärkste Dienstleistung:

Übertragen Sie bitte hierfür die in der Liste angegebene Nummer:

--	--

II. Sekundäranalysen

5 Unternehmenssoftware

5.1 Definition

Der Begriff „Unternehmenssoftware“ ist nicht allgemeingültig definiert, vielmehr gibt es unterschiedliche Begriffsbestimmungen, die sich hauptsächlich darin unterscheiden, wie eng sie den Begriff fassen. Die verschiedenen Definitionen sind insofern gleichlautend, als dass Unternehmenssoftware nicht einfach jede Software meint, die in Unternehmen verwendet wird, wie der Begriff zunächst nahe legt. Vielmehr ist solche Software gemeint, die speziell für den Einsatz in Unternehmen und nicht etwa für Heimanwender konzipiert wurde, und deren Einsatz außerhalb von Unternehmen unwirtschaftlich und auch nicht sinnvoll ist (Schmidt, 2006). Ein im Unternehmen eingesetzter Webbrowser, Textverarbeitungsprogramme, Tabellenkalkulationsprogramme, Standard-Betriebssysteme und ähnliche Produkte werden also vom Begriff „Unternehmenssoftware“ in der Regel nicht abgedeckt.

Weniger übereinstimmend sind die Definitionen, wenn es um Produkte geht, die zwar für den Einsatz im Unternehmen bestimmt sind, dort aber nur in einzelnen Bereichen eingesetzt werden und in keinerlei Beziehung zu anderen Bereichen im Unternehmen oder gar über das Unternehmen hinaus stehen. Beispiele hierfür sind Buchhaltungssoftware, Software für die Lagerhaltung oder technische Software zur Maschinensteuerung. Während einige Autoren diese Art der Software unter den Begriff „Unternehmenssoftware“ fassen, zählen andere nur solche Software zu Unternehmenssoftware, die in irgendeiner Form mit anderer Software vernetzt ist, beispielsweise über eine gemeinsame Datenbasis.

In allen gängigen Definitionen werden so genannte Enterprise Resource Planning (ERP-) Systeme zur Unternehmenssoftware gezählt. Damit wird Software bezeichnet, die aus mehreren Modulen besteht und Informationen und Prozesse der wichtigsten Leistungsbereiche des Unternehmens über eine zentrale Datenbank verwaltet und miteinander verknüpft.

Schließlich unterscheiden sich die verschiedenen Definitionen dadurch, inwieweit sie technische Software zu Unternehmenssoftware zählen. Mit technischer Software ist zum einen Software gemeint, die den Produktionsprozess von einem Desktop-Computer aus plant und unterstützt, wie Computer Aided Design-Systeme (CAD), zum anderen Software, die in Produktionsanlagen zum Einsatz kommt.

Im Folgenden werden einige Definitionen voneinander abgegrenzt und schließlich die für diese Studie relevante Definition eingeführt.

Albert und Fuchs (2007) verstehen unter Unternehmenssoftware „ganz allgemein jede Art von Anwendungssoftware, die in Unternehmen oder anderen Organisationen zum Einsatz kommt“.

Nach dieser Definition sind also auch Tabellenkalkulationsprogramme, E-Mail-Programme und Internetbrowser Unternehmenssoftware, so lange sie nur auf einem Unternehmensrechner installiert sind.

Eine deutlich engere Definition verwendet die im Auftrag des Landes Baden-Württemberg arbeitende Arbeitsgruppe Unternehmenssoftware in ihrem Bericht „Clusterinitiative Unternehmenssoftware Baden-Württemberg“ (bits, 2003). Dort wird Unternehmenssoftware definiert als Software, die „die Qualität inner- und zwischenbetrieblicher Leistungsprozesse von Unternehmen und Verwaltungen gewährleistet und/oder steigert“. Als Beispiel werden im Bericht ERP-Software, Software für Supply Chain Management (SCM) und Customer Relationship Management (CRM) genannt.⁶ Diese Definition schließt Software, die nicht explizit für den Einsatz in Unternehmen konzipiert wurde, aus. Unklar ist, ob diese Definition auch technische Software, wie Maschinensteuerungen, mit einschließt oder nicht.

Die SAP AG definiert Unternehmenssoftware „als Anwendungen für ERP (Enterprise Resource Planning) und angrenzende Bereiche wie Supply Chain Management, Customer Relationship Management, Product Lifecycle Management und Supplier Relationship Management“. (SAP, 2007).

In der engsten Definition von Unternehmenssoftware zählen ausschließlich die bereichsübergreifenden, aber größtenteils unternehmensintern arbeitenden ERP-Systeme zur Unternehmenssoftware. Eine solche enge Definition verwendet zum Beispiel Schmidt (2006). Mit dieser Definition werden dann jene Softwarelösungen nicht erfasst, die eigentlich nur für den Einsatz in Teilbereichen konzipiert wurden, die aber dennoch miteinander vernetzt werden können und somit eine gemeinsame Datenbasis haben, was dem Prinzip eines ERP-Systems sehr nahe kommt. Ebenso wenig deckt diese Definition von Unternehmenssoftware jene Software ab, die über den ERP-Bereich hinausgeht, insbesondere Software zur Unterstützung des Supply Chain Managements. Schließlich ist der Begriff des ERP-Systems nicht immer klar, da mittlerweile viele Anbieter unternehmensübergreifende Anwendungen ebenfalls ERP nennen, während andere Anbieter Begriffe wie ERP II oder extended ERP verwenden.

Wir definieren Unternehmenssoftware in Anlehnung an bits (2003) folgendermaßen:

Definition Unternehmenssoftware: Unternehmenssoftware ist Software, die zur Unterstützung und Steuerung betrieblicher Prozesse eingesetzt wird.

Dies schließt betriebswirtschaftliche Software zur Verwaltung von Kundendaten (CRM-Systeme) sowie die bereichsübergreifenden ERP-Systeme ein. Ebenso gehören hierzu vernetzte Einzelanwendungen, unternehmensübergreifende Software, wie beispielsweise Software zur Unterstützung des SCM, und technische Software, wie beispielsweise CAD.

⁶ ERP-, SCM- und CRM-Systeme und weitere Softwarepakete werden in Abschnitt 5.2 näher erläutert.

Standardsoftware versus Individualsoftware

Im Kontext der Unternehmenssoftware ist von Standardsoftware die Rede, wenn Software gemeint ist, die für den Einsatz in einer Vielzahl von Unternehmen konzipiert wurde. Im Gegensatz dazu steht die Individualsoftware, die nur für ein oder sehr wenige Unternehmen entwickelt wurde. Standardsoftware kann entweder auf Unternehmen, unabhängig ihrer Branchenzugehörigkeit, oder in Form von Branchensoftware nur auf Unternehmen einer bestimmten Branche, zugeschnitten sein. Typische Branchensoftwarepakete umfassen zum Beispiel Programme zur Chartanalyse für Börsenmakler oder spezielle CAD-Programme für Architekten. Ein Einsatz der Software für Unternehmen außerhalb der jeweiligen Branche ist in der Regel nicht sinnvoll. Auch Standardsoftware, allen voran komplexe Software wie ERP-Systeme, muss oft langwierig und kostenintensiv an die Bedürfnisse des Kunden angepasst werden. Sie muss jedoch im Gegensatz zu Individualsoftware nicht jedes Mal völlig neu programmiert werden.

Individualsoftware ist dagegen Software, die für den Einsatz in einem einzigen oder nur sehr wenigen Unternehmen geschrieben und speziell für deren Bedürfnisse entwickelt wurde. Der Vorteil von Individualsoftware besteht darin, dass die Software ganz gezielt auf die Wünsche und Anforderungen des jeweiligen Unternehmens abgestimmt wird. Jedoch ist Individualsoftware aufgrund fehlender Skaleneffekte sehr teuer. Individualsoftware wird entweder als Auftragsarbeit von einem Softwareunternehmen entwickelt oder im Unternehmen selbst programmiert.

Der Begriff „betriebliche Standardsoftware“ wird in der Wirtschaftsinformatik häufig synonym für ERP-Systeme verwendet, obwohl ERP-Systeme durchaus auch Individualsoftwarelösungen sein können. Mit dem Begriff „Standardsoftware“ meint die Wirtschaftsinformatik häufig nicht nur den Gegensatz zu Individualsoftware, sondern zielt darauf ab, dass die Software betriebliche Standardaufgaben erfüllen soll.

5.2 Bestandteile und Formen von Unternehmenssoftware

Im Bereich der Unternehmenssoftware existieren viele Begriffe und Abkürzungen, deren Abgrenzung nicht immer ersichtlich ist. In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Begriffe erläutert und voneinander abgegrenzt. Eine Übersicht über die Begrifflichkeiten im Bereich Unternehmenssoftware geben auch Albert und Fuchs (2007).

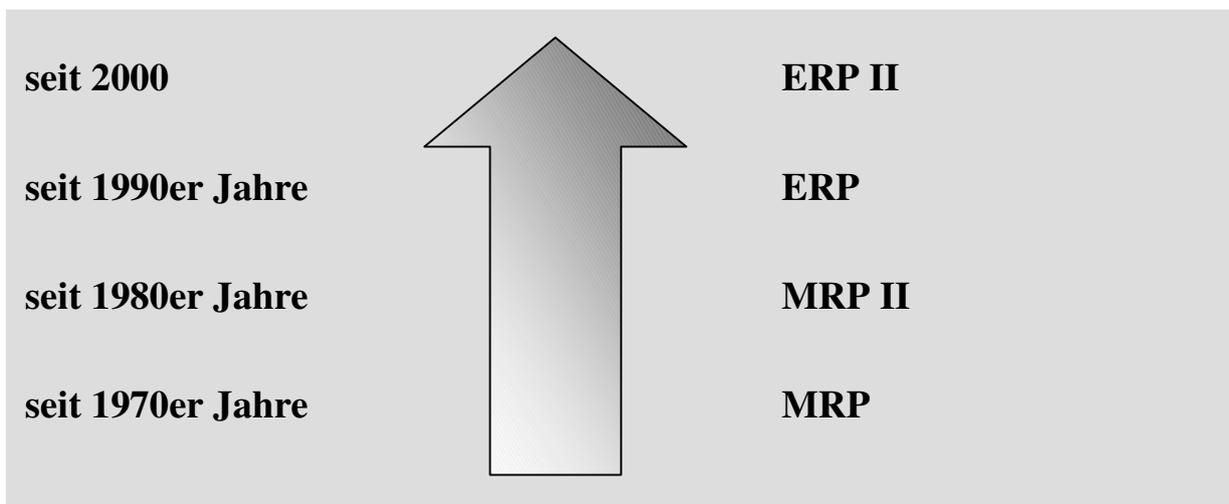
5.2.1 Enterprise Resource Planning

Die wohl wichtigsten Systeme unter dem Dach der Unternehmenssoftware sind die so genannten Enterprise Resource Planning (ERP-) Systeme. ERP-Systeme unterstützen die Planung und Verwaltung des Mitteleinsatzes in sämtlichen relevanten Unternehmensbereichen und speichern die Daten in einer zentralen Datenbank, auf die wiederum aus allen Bereichen zugegriffen werden kann. Sie besitzen in der Regel Module für Materialwirtschaft, Produktion,

Vertrieb, Personal, Buchhaltung und Controlling. Durch die gemeinsame zentrale Datenbasis sind die Module miteinander verknüpft. So kann beispielsweise bei einem Auftragseingang automatisch das Lager auf Bestände kontrolliert, fehlende Teile bestellt und die Produktion mitsamt der Maschineneinsatzpläne und des Personaleinsatzes gesteuert werden. ERP-Systeme werden von zahlreichen Softwarefirmen angeboten. Die größten Anbieter sind SAP (u.a. SAP ERP, Nachfolger von SAP R/3 und SAP Business One), Oracle (u.a. Oracle E-Business Suite) und Microsoft (u.a. Dynamics NAV, ehemals Navision und Dynamics AX, ehemals Axapta).⁷

Als Aufgabenkomplex ist ERP aus dem Material Requirements Planning (MRP) und dem Manufacturing Resources Planing (MRP II) entstanden. Im Gegensatz zu ERP ging es bei MRP und MRP II nur um die Planung des Produktionsprozesses, ohne die anderen Unternehmensbereiche explizit mit einzubeziehen. Die Entwicklung von MRP zu ERP zeigt Abbildung 16. Mit ERP II werden dabei um weitere Module, z.B. für CRM oder SCM, ergänzte ERP-Systeme bezeichnet.

Abbildung 36: Die Entwicklung von MRP zu ERP



Quelle: Hossain et. al. (2000).

Wesentlich für das reibungslose und fehlerlose Funktionieren von ERP-Systemen ist die genaue Erfassung und Eingabe von allen im Unternehmen vorhandenen relevanten Daten. Da alle Unternehmensbereiche eine gemeinsame Datenbasis haben, kann das Fehlen von Daten aus einem Bereich oder Fehler bei der Dateneingabe dazu führen, dass das ERP-System Daten für einen anderen Bereich falsch berechnet. Die vollständige und akkurate Dateneingabe als Grundvoraussetzung für das Funktionieren eines ERP-Systems ist insbesondere in der Implementierungsphase sehr zeit- und kostenaufwändig.

⁷ Zum Markt für Unternehmenssoftware siehe auch Abschnitt 5.3.

5.2.2 Zwischenbetriebliche Bestandteile

Neben ERP-Systemen, die sämtliche wichtigen innerbetrieblichen Bereiche miteinander verknüpfen, existiert auch Unternehmenssoftware, die Aufgaben und Prozesse zwischen Unternehmen unterstützt. Diese Software ist entweder einzeln oder im Bündel (z. B. SAP Business Suite) erhältlich. Wenn sie auf dieselben Daten wie ein ERP-System zurückgreift oder Teil eines ERP-Systems ist, dann nennt man diese Software auch ERP II-System. Die Trennung in inner- und zwischenbetriebliche Bereiche und ERP/ERP II ist jedoch nicht strikt. Heute enthalten die meisten ERP-Systeme auch Module mit Funktionen für den zwischenbetrieblichen Datenaustausch, und einzeln erworbene Module für den zwischenbetrieblichen Einsatz können in die ERP-Lösung integriert werden. Der Begriff ERP II für diese Systeme hat sich bei den Herstellern nicht allgemein durchgesetzt.

Die wichtigsten dieser zwischenbetrieblichen Systeme sind im Folgenden kurz dargestellt. Danach werden technische Softwareanwendungen, Informationssysteme und serviceorientierte Architekturen vorgestellt. Neben den genannten Systemen gibt es noch zahlreiche weitere Lösungen.

Customer Relationship Management

Customer Relationship Management (CRM) bezeichnet „den Aufbau, die kontinuierliche Optimierung sowie den Erhalt dauerhafter und gewinnbringender Kundenbeziehungen“ (Hippner et al., 2003). CRM-Systeme unterstützen diese Ziele, indem sie sämtliche relevanten Informationen über Kunden zentral speichern, sodass sie aus verschiedenen Unternehmensbereichen wie dem Verkauf, dem Marketing oder dem Kundendienst, abgerufen werden können. In einer CRM-Datenbank kann beispielsweise der Kundendienstmitarbeiter direkt einsehen, wann ein Kunde ein bestimmtes Produkt bestellt hat, wann es geliefert wurde, ob es bereits in der Vergangenheit Probleme mit dem Produkt gab und wer sich damit beschäftigt hat. Optimalerweise kann der Kundenservice so schneller und zur größeren Zufriedenheit des Kunden ausgeführt werden.

Der Markt für CRM-Systeme ist geprägt von mittelständischen Anbietern. Häufig werden aber auch Lösungen selbst programmiert. Großanbieter sind abermals SAP (SAP CRM), Oracle (Oracle Siebel CRM) und Microsoft (Microsoft Dynamics CRM), sowie der On-Demand-Anbieter Salesforce.com, bei dem das CRM-Programm auf eigenen Servern läuft und über einen gewöhnlichen Internetbrowser bedient werden kann.

Supplier Relationship Management

Auf der anderen Seite der unternehmerischen Wertschöpfungskette steht die Verwaltung von Lieferantenbeziehungen, das sogenannte Supplier Relationship Management (SRM). In SRM-Systemen werden sämtliche Geschäftsbeziehungen zu Lieferanten gespeichert, inklusive Daten, die direkt mit dem Beschaffungsprozess zusammenhängen, wie Ansprechpartner, Preise, erhaltene Rabatte und Zahlungsbedingungen, aber auch Probleme mit den Produkten des Lieferanten und andere Daten, die außerhalb des Beschaffungsprozesses angefallen sind.

Supply Chain Management

Unter Supply Chain Management (SCM), auch als Lieferkettenmanagement bezeichnet, versteht man die Optimierung des Datenaustausches aller an der Wertschöpfungskette beteiligten Unternehmen. Software für SCM unterstützt den Datenaustausch zwischen den einzelnen Unternehmen der Wertschöpfungskette und hilft bei der Überwachung und Auswertung der Warenströme. So können bei einem Auftragseingang automatisch Vorprodukte beim Zulieferer bestellt werden.

Ein großer Anbieter von SCM-Software ist neben SAP (SAP SCM) und Oracle (Oracle Supply Chain Management) das US-amerikanische Unternehmen Infor (Infor SCM).

Product Lifecycle Management

Systeme, die das Product Lifecycle Management (PLM) unterstützen, verwalten zentral alle Daten, die von der Konzeption, über die Entstehung und Wartung, bis zu Verschrottung oder Recycling eines Produktes anfallen. Konsequenterweise ermöglichtes PLM es allen an einem Produktlebenszyklus beteiligten Personen auf die jeweils für sie relevanten Informationen in aktueller Form zuzugreifen. Weiterhin werden Fach- und Erfahrungswissen zusammengeführt und weitere Informationsquellen innerhalb und außerhalb des Unternehmens erschlossen. Dadurch kann ein Unternehmen seine Entwicklungszeit bei neuen Produkten verkürzen, Arbeit bei Nachfolgeprodukten einsparen und den Recycling-Prozess verbessern. Neben SAP (SAP PLM) und Oracle (Oracle Product Lifecycle Management) hat sich auch IBM im Markt für PLM-Systeme etablieren können.

5.2.3 Technische Software

Neben der bisher betrachteten kaufmännischen Software gibt es auch viele unterschiedliche technische Softwareanwendungen für die Unterstützung von Prozessen in Unternehmen. Der folgende Abschnitt bietet eine Übersicht von einigen häufig verwendeten technischen Softwareapplikationen, ist jedoch unter keinen Umständen als vollständig zu bezeichnen. Eine Darstellung derjenigen technischen Software, die eine Steuerung und Verwaltung der Maschinen und Produktionsanlagen ermöglicht, findet sich im Abschnitt 7.3.

Computer Aided Design

Vor dem eigentlichen Produktionsprozess hilft Computer Aided Design-Software (CAD) ein neues Produkt zu visualisieren und zu konstruieren. Der Anwender kann mit Hilfe der CAD-Software den Entwurf eines Produktes an einer Art „virtuellem Zeichenbrett“ erstellen. CAD-Software kann entweder zweidimensional arbeiten, was dann einem herkömmlichen Zeichenbrett nahe kommt, oder man kann mit ihr dreidimensionale Modelle erstellen. Die Modelle, die mit der CAD-Software entworfen wurden, können anschließend für bestimmte Simulationen verwendet und teilweise in ein Format gebracht werden, mit dessen Hilfe Fertigungsmaschinen mit der Produktion beginnen können.

Computer Aided Facility Management

Das Computer Aided Facility Management (CAFM), auch als rechnergestütztes Anlagenmanagement bezeichnet, unterstützt das Unternehmen bei Verwaltung und Bewirtschaftung seiner Gebäude, Anlagen und Einrichtungen. Der Fokus liegt hierbei auf der Erhöhung und Gewährleistung der Leistungsfähigkeit betrieblicher Arbeitsplätze, der Erhaltung baulicher und anlagentechnischer Werte und der Einhaltung gesetzlicher Vorschriften. Das CAFM-Softwaresystem speichert zu diesem Zweck alle relevanten Daten in einer eigenen Datenbank und gibt dem Nutzer die Möglichkeit, die jeweiligen Daten jederzeit aufzurufen und zu vergleichen.

Computer Aided Quality

Unter Computer Aided Quality (CAQ) werden computergestützte Maßnahmen zur Qualitätssicherung und -prüfung der Produkte verstanden. CAQ-Software umfasst gemäß Börgens (2001) Softwareanwendungen für Standardtools der Qualitätssicherung, wie statistische Verfahren zur Führung von Qualitätsregelkarten, Erstellung von Messsystemanalysen und Berechnungen von Fähigkeitswerten. Durch derartige Prüfprogramme und unterstützende Systeme wird festgestellt, ob bei der Fertigung der Produkte und Werkstücke bestimmte Toleranzgrenzen überschritten werden. Werden die Toleranzgrenzen verletzt, so muss der Fertigungsprozess verbessert oder korrigiert werden, um die gewünschte Qualität der Produkte wieder zu erreichen.

Wir werden uns im Folgenden hauptsächlich auf die umfangreichen kaufmännischen Softwarepakete beschränken, da eine tiefgreifende Marktanalyse der technischen Softwareanwendungen kaum möglich erscheint. Dies liegt zum einen darin begründet, dass der Markt für technische Unternehmenssoftwareapplikationen durch viele kleine Anbieter stark fragmentiert ist⁸, zum anderen sind viele Computer Aided-Anwendungen bereits in Produktdatenmanagement- oder ERP-Systeme integriert. Weiterhin existieren für unterschiedliche Industrien auch verschiedene computergestützte Anwendungen, beispielsweise benötigen Architekten eine anders ausgestattete CAD-Software als Elektrotechniker.

5.2.4 Informationssysteme

Auf Software basierende Informationssysteme sind Systeme, die relevante Informationen sammeln, aufbereiten, analysieren und übertragen können.

Die Gruppe der Management-Informationssysteme (MIS) z. B. liefert betriebswirtschaftliche Kennzahlen, zeigt Trends auf und bietet statistische Zusammenfassungen von Daten. Diese Systeme sollen Entscheidungsträgern wichtige Informationen in aufbereiteter Form liefern, um Entscheidungen zu stützen und zu vereinfachen. Dabei greifen MIS oft auf die Datenbank bestehender ERP-Systeme zurück, da dort im Idealfall sämtliche relevante Daten bereits vorhan-

⁸ Für eine Übersicht vieler Anbieter von CAFM-Softwareapplikationen siehe m+p consulting (2007). Eine Marktübersicht für CAD-Software bietet Softguide (2008).

den sind und nur noch aufbereitet werden müssen. Neben diesen Informationssystemen für das Management gibt es auch Systeme für andere Unternehmensbereiche, wie das Marketing oder das Controlling, die ähnliche Aufgaben erledigen.

Eine andere Art von Informationssystemen sind Wissensmanagementsysteme, die sämtliches im Unternehmen vorhandenes und relevantes Wissen verwalten, indem sie z. B. für die Katalogisierung und Auffindbarkeit wichtiger Dokumente sorgen, verwandte Dokumente miteinander in Beziehung setzen und ein gemeinsames Arbeiten an Dokumenten ermöglichen. Wichtig bei diesen Wissensmanagementsystemen ist, dass jeder Mitarbeiter Zugang zu den Daten hat, die er benötigt und auch selbst sein Wissen in das System einpflegen kann. Der Nutzen solcher Systeme liegt in der Bündelung und damit der leichteren Auffindbarkeit sowie im Erhalt des Wissens im Unternehmen, was insbesondere beim Ausscheiden von Mitarbeitern in Schlüsselpositionen bedeutsam ist.

5.2.5 Serviceorientierte Architekturen

Ein genereller Trend bei der Softwarekonzeption, insbesondere bei der Konzeption von Unternehmenssoftware, ist der Trend zu so genannten serviceorientierten Architekturen (SOA). Damit sind Softwarearchitekturen gemeint, die aus einzelnen Komponenten, so genannten Services, bestehen, die über standardisierte Schnittstellen miteinander kommunizieren können. Dabei können die einzelnen Dienste in unterschiedlichen Programmiersprachen geschrieben sein, auf unterschiedlichen Betriebssystemen laufen, von unterschiedlichen Anbietern stammen und auch in unterschiedlichen Unternehmen eingesetzt werden. Die einzelnen Services erledigen dabei eigenständige, genau definierte Aufgaben und werden von der zugrunde liegenden Infrastruktur aufgerufen. Mit Hilfe einer SOA können beispielsweise ausgelagerte Teile der IT angesprochen werden. Auch im Supply Chain Management vereinfacht eine SOA die Kommunikation zwischen den beteiligten Unternehmen. Der große Vorteil von SOA ist, dass Geschäftsprozesse schnell umgestellt werden können, ohne dass die Software lange angepasst werden muss. Es reicht in diesem Fall, wenn einzelne betroffene Services angepasst werden oder eine andere Kombination bestehender Services implementiert wird. Der Einsatz einer SOA ist jedoch nur sinnvoll, wenn die Unternehmensprozesse selbst in Module organisiert sind.

5.3 Der Markt für kaufmännische Unternehmenssoftware

5.3.1 Marktentwicklung seit 2002

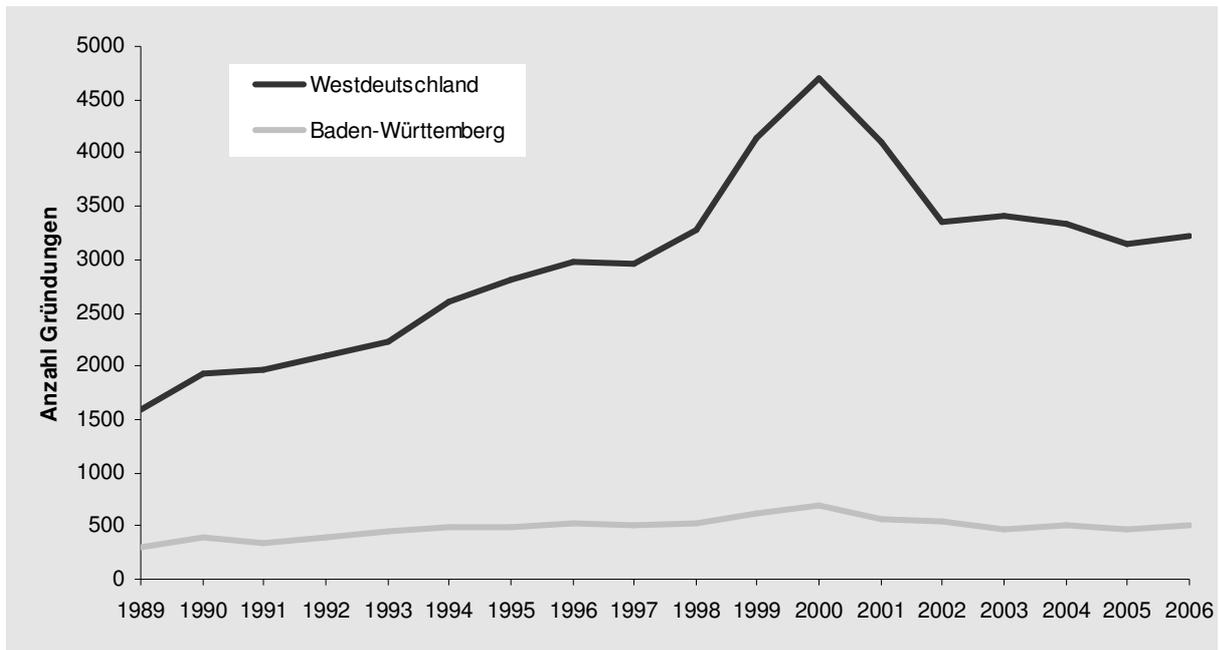
Der Markt für Unternehmenssoftware hat sich seit 2002 erheblich verändert. In ihrem Geschäftsbericht 2002 identifizierte die SAP AG noch sechs wichtige globale Anbieter für Unternehmenssoftware. Das waren neben der SAP selbst (Marktanteil bezogen auf diese sechs Anbieter: 51 Prozent) die Unternehmen Siebel (15 Prozent), Oracle (14 Prozent), Peoplesoft (12 Prozent), J.D. Edwards (5 Prozent) und i2 Technologies (3 Prozent). Seitdem hat sich der

Markt deutlich konsolidiert: Im Juni 2003 übernahm Peoplesoft seinen Konkurrenten J.D. Edwards, im Dezember 2004 kaufte Oracle nach einem längeren Kartellverfahren wiederum Peoplesoft und im Januar 2006 übernahm Oracle schließlich auch noch seinen Konkurrenten Siebel. Von den sechs wichtigen Anbietern sind drei innerhalb von nur drei Jahren als eigenständige Unternehmen vom Markt verschwunden. Weiterhin wird auch i2 Technologies als aktueller Übernahmekandidat gehandelt (Computerwoche 2007b).

Neben SAP und Oracle hat sich auch mit Microsoft der größte Softwarehersteller der Welt auf dem Markt für Unternehmenssoftware etabliert. Mit der Übernahme des Herstellers von Buchhaltungssoftware Great Plains stieg Microsoft im Jahr 2001 in den Markt für Unternehmenssoftware ein und hat seitdem durch zahlreiche Zukäufe eine eigene Sparte für Unternehmenssoftware aufgebaut. Durch den Kauf der Firmen Navision, Axapta und Solomon bietet Microsoft inzwischen auch eigene ERP-Systeme für Unternehmen unterschiedlicher Größe und deren jeweiligen Anforderungen an. Die Unternehmenssoftwaresparte von Microsoft läuft zurzeit unter dem Namen *Microsoft Dynamics* und umfasst neben Buchhaltungssoftware und ERP-Systemen auch eine CRM-Lösung.

Abbildung 37 zeigt die Entwicklung der Unternehmensgründungen in der Branche „Softwareberatung und Softwareentwicklung“ für Baden-Württemberg und Westdeutschland in den Jahren 1989 bis 2006. Die Anzahl der Gründungen ist sowohl im gesamten westdeutschen Gebiet als auch in Baden-Württemberg von 1989 bis zur Hochphase des Internetbooms im Jahr 2000 kontinuierlich gestiegen. Der stärkste Anstieg fand dabei in den Jahren 1997 bis 2000 statt, wobei dieser Anstieg in Westdeutschland wesentlich stärker ausfiel als in Baden-Württemberg. Nach dem Abklingen des Internetbooms ging die Zahl der Gründungen im gesamten westdeutschen Gebiet merklich zurück, jedoch etwas weniger stark in Baden-Württemberg. Im Jahr 2006 wurden aber immer noch 1,6mal so viele Softwareunternehmen gegründet wie 1989. Dies gilt sowohl für das gesamte westdeutsche Gebiet als auch für Baden-Württemberg.

Abbildung 37: Anzahl Gründungen in der Branche „Softwareberatung und Softwareentwicklung“ in Westdeutschland und Baden-Württemberg zwischen 1989 und 2006



Quelle: ZEW-Gründungspanel; Berechnungen des ZEW.

Der Anteil der Softwareunternehmen, die in Baden-Württemberg gegründet wurden, an allen neu gegründeten Unternehmen in der Softwarebranche Westdeutschlands ist über die Zeit zurückgegangen. In den Jahren bis 1997 wurden jeweils etwa 18 Prozent aller neuen Softwareunternehmen in Baden-Württemberg gegründet. Ab 1998 waren es nur noch etwa 15 Prozent.

5.3.2 Derzeitige Marktsituation

Heute gibt es nur noch drei echte „global player“ auf dem Markt für komplexe kaufmännische Unternehmenssoftware: SAP, Oracle und Microsoft. Den Großteil des Marktes teilen sich jedoch kleine und oftmals nur lokal arbeitende Anbieter, die vor allem die Bedürfnisse des Mittelstandes nach schlanker und individualisierbarer Software mit persönlicher Betreuung besser zu erfüllen scheinen.

Gemäß der Frankfurter Allgemeinen Zeitung (2008) umfasst der weltweite Markt für Unternehmenssoftware im Jahr 2006 ein Volumen von 81,8 Mrd. USD. Dabei verfügt SAP über einen Marktanteil von 9,5 Prozent, Oracle liegt bei 5,9 und Microsoft bei 2,4 Prozent. Zusätzlich besitzen Sage (2,4 Prozent) und Infor (1,9 Prozent) eine starke Marktposition. Die restlichen 78,1 Prozent verteilen sich auf sonstige Anbieter.

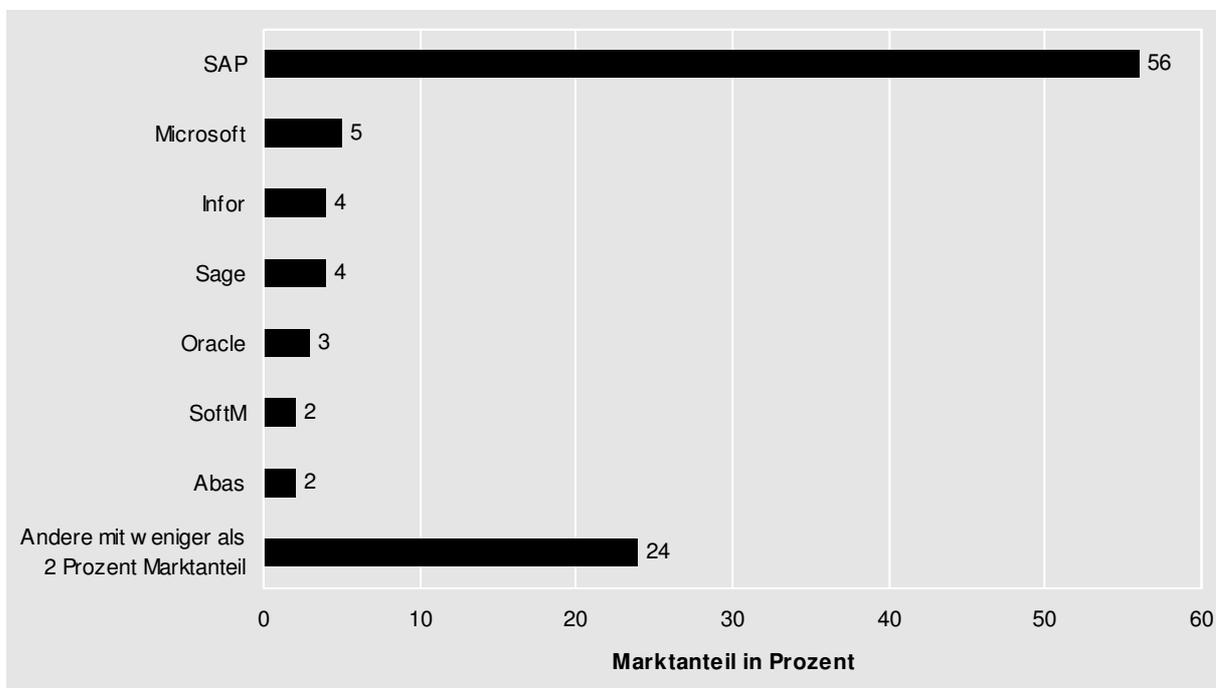
SAP selbst schätzt, dass der Markt für komplexe Unternehmenssoftware wie ERP und Software für SCM und CRM 2006 weltweit ein Volumen von 33 Mrd. USD hatte.⁹ Im Geschäfts-

⁹ SAP Geschäftsbericht 2006.

bericht 2006 der SAP AG werden der Gesamtmarktanteil von SAP auf diesem Markt mit 24 Prozent, der von Oracle mit 9 Prozent und der von Microsoft mit 5,2 Prozent angegeben. Die restlichen 61,8 Prozent entfallen auf kleine Anbieter und Selbstentwickler.

In Deutschland ist die Marktführerschaft von SAP nach einer Studie der Experton Group noch deutlicher als auf dem Weltmarkt (vgl. Abbildung 38). Nach dieser Studie hat SAP auf dem deutschen ERP-Markt, was den Umsatz mit Lizenzen und Wartungsarbeiten betrifft, einen Marktanteil von 56 Prozent. Danach folgen Microsoft mit nur 5 Prozent, Infor und Sage mit jeweils 4 Prozent und Oracle (3 Prozent). 24 Prozent des Marktes teilen sich kleinere Anbieter, die jeweils weniger als 2 Prozent Marktanteil besitzen. Das Marktvolumen für Deutschland beziffert die Studie auf 1,9 Mrd. Euro.

Abbildung 38: ERP-Umsatzanteile in Deutschland 2006



Anmerkung: Gesamtmarkt 1,9 Mrd. Euro.

Quelle: Experton Group (2007) zitiert nach Computerwoche (2007a).

Den Markt für Großunternehmen teilen sich Oracle und SAP faktisch untereinander auf. Nach Angaben von SAP verwenden 80 der 100 größten Unternehmen der Welt (nach der Rangliste des Wirtschaftsmagazins Fortune) Software von SAP.¹⁰ Da der Markt für Großunternehmen jedoch mittlerweile gesättigt ist, versuchen SAP und Oracle zunehmend auch den Markt für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) zu erobern. Dieser Markt wird bisher von kleineren Anbietern mit passgenauer und branchenspezifischer Software dominiert und umfasst auch viele Unternehmen, die bisher überhaupt keine komplexe Unternehmenssoftware im Einsatz haben. Auch Microsoft zielt mit seinen ERP-Lösungen eher auf mittelständische Unternehmen.

¹⁰ SAP Geschäftsbericht 2004.

Normalerweise kostet die Installation großer ERP-Systeme von Oracle oder SAP bis zu mehreren Millionen Euro und benötigt Monate. Für den Mittelstand bieten die beiden Anbieter deshalb Lösungen an, die durch eine hohe Standardisierung und daraus resultierenden günstigeren Konditionen und kürzeren Installationszeiten attraktiv sind. Das Angebot umfasst unter anderem ERP-Installationen zum Festpreis, so dass KMU mehr Planungssicherheit haben.

Als dritte Säule neben den Produkten der weltweit tätigen Großunternehmen und den kleinen und mittleren Firmen können KMU auch auf kostenlose und quelloffene Unternehmenssoftware (Open Source-Software) zurückgreifen. Quelloffene Software hat den besonderen Vorteil, dass Unternehmen diese gezielt an die eigenen Bedürfnisse anpassen können und nicht auf die Freigabe von Schnittstellen seitens des Herstellers angewiesen sind. Zudem ist quelloffene Software in den allermeisten Fällen in Standard-Programmiersprachen geschrieben, während offene Module der proprietären Anbieter oft auf nicht standardisierten Sprachen basieren. Kostenlose quelloffene Unternehmenssoftware kann von einer großen Zahl Freiwilliger stammen, die die Software programmiert und sie unter einer freien Lizenz veröffentlicht haben, die jedem Anwender die Veränderung und die weitere Verbreitung der Software gestattet (z. B. Openbravo)¹¹. Das Open Source-Portal SourceForge.net verzeichnet mittlerweile unzählige ERP-Systeme, davon neun Projekte, die jeweils mehr als 50.000 Mal heruntergeladen wurden. Für CRM- und ähnliche Software existieren ebenfalls zahlreiche Open Source-Projekte¹².

Quelloffene Software kann grundsätzlich auch von kommerziellen Anbietern stammen, die ein Modifizieren des Quelltextes nur für die interne Nutzung erlauben und eine Weitergabe verbieten. Ein solcher Anbieter verdient häufig durch Schulungen, Implementierung, Wartung und Auftragsprogrammierung und besitzt das alleinige Recht die Software zu verbreiten. Ein Beispiel für eine solche Software, die von einem kommerziellen Anbieter stammt, ist *AvERP* von Synerpy.¹³

5.4 Vertriebsmodelle

Üblicherweise wird Software auf Datenträgern wie CDs oder DVDs vertrieben oder im Internet zum Download bereitgestellt. In diesen Fällen kauft der Erwerber entweder die Software oder er erhält eine Lizenz, die ihn zur unbeschränkten Nutzung der Software ermächtigt. In den vergangenen Jahren haben sich jedoch auch neue Vertriebsmodelle entwickelt, die insbesondere im Bereich der kaufmännischen Unternehmenssoftware zunehmend wichtiger werden. Zum einen wird seit einigen Jahren die Softwaremiete in unterschiedlichen Formen gern genutzt, bei der monatlich eine Nutzungsgebühr anstelle eines einmaligen Kaufpreises entrichtet wird, zum anderen wird auch häufig auf gebrauchte Software zurückgegriffen.

¹¹ <http://www.openbravo.com>

¹² Für eine Übersicht von Open-Source-Business-Lösungen siehe Computerwoche (2008).

¹³ <http://www.synerpy.de>

5.4.1 Softwaremiete

Software-as-a-Service (SaaS), Software on Demand (SoD) und Application Service Providing (ASP) sind die drei häufigsten Begriffe, wenn von Software die Rede ist, die gemietet statt gekauft wird. Dabei ist die Software nicht auf lokalen Rechnern im Unternehmen installiert, sondern wird beim Hersteller oder einem Drittanbieter auf dem Server betrieben. Die Bedeutung dieser drei Vertriebsmodelle hat sich jedoch in jüngster Zeit gewandelt: Wurde Ende der 90er Jahre noch viel von ASP als dem Zukunftsmodell des Softwarevertriebs gesprochen, so reden die Anbieter inzwischen eher von Software-as-a-Service (SaaS). Auch wenn es zwischen den Konzepten viele Gemeinsamkeiten gibt, existieren doch einige Unterschiede, die in den folgenden Abschnitten kurz erläutert werden.

Beim ASP stellt ein Anbieter einen externen Server zur Verfügung, auf dem die Unternehmen ihre Unternehmenssoftware speichern können. Alternativ können die Unternehmen über das Internet auf Software zugreifen, die beim Anbieter betrieben wird. Die Wartung sowie regelmäßige Updates führt der ASP-Anbieter durch. ASP ist damit eine Form des Outsourcing, mit der sich Unternehmen auf eine kleine eigene IT-Abteilung beschränken können. Sie müssen sich nicht um Updates und Fehlersuche kümmern und haben geringe Kosten für Hardware. Des Weiteren können auf die vom Anbieter betreuten Programme und Daten von jedem Computer mit Internetanschluss aus zugegriffen werden, was die Flexibilität bei der Softwarenutzung erhöht. Kritisch ist jedoch die Verfügbarkeit der Software bei der Nutzung von ASP. Da die Unternehmenssoftware ständig benutzbar sein muss, können Serverausfälle des ASP-Anbieters schnell sehr teuer werden. Ebenso darf es zu keinen Ausfällen der Internetverbindungen kommen. Schließlich sehen es viele Unternehmen als problematisch an, sensible Daten nicht mehr im Unternehmen zu verwalten, sondern sie außer Hauses zu geben. Bei CRM-Software, die auf einem fremden Server läuft, müssen sämtliche Daten über Kunden, wie z. B. Bankverbindungen oder Umsatzvolumen, aus der Hand gegeben werden, wobei viele Unternehmen Risiken hinsichtlich der Datensicherheit fürchten.

Während bei ASP in der Regel jedes Unternehmen eine eigene Installation auf dem Server des Diensteanbieters besitzt, stellt der Anbieter bei Software-as-a-Service oder Software on Demand-Diensten eine von ihm programmierte Lösung zur Verfügung, die dann von unterschiedlichen Unternehmen genutzt wird. Die Unternehmen können die Software zwar teilweise an ihre Bedürfnisse anpassen, jedoch sind sie grundsätzlich an die Eigenschaften der Software gebunden. Die Software sowie die Daten der Unternehmen liegen bei SaaS-Modellen – ebenso wie bei ASP – auf dem Server des Diensteanbieters, der diese auch wartet und aktualisiert. Prominenteste Beispiele für Anbieter von SaaS-Unternehmenssoftware sind der CRM-Anbieter Salesforce.com und die in der Steuerberaterbranche beheimatete DATEV eG. Aber auch SAP und Microsoft bieten SaaS-Produkte an und haben für 2007/2008 neue Dienste angekündigt. Die Vorteile und Nachteile von SaaS-Produkten sind dieselben wie beim ASP-Modell. SaaS ist jedoch oftmals billiger, da der Anbieter nur eine Softwarelösung für alle Kunden bereithält und nicht eine eigene Installation für jeden Kunden benötigt. Dadurch können Updates und Wartungen schneller und kostengünstiger durchgeführt werden. Dies führt auf der anderen Seite

zum Nachteil, dass solche SaaS-Dienste nicht in gleichem Maße individualisierbar sind wie herkömmliche Unternehmenssoftware und damit bislang eher für kleine und mittelständische Unternehmen ohne komplexe Prozesse interessant sind.

5.4.2 Gebrauchte Software

Gebrauchte Software umfasst Software oder Lizenzen, die der ursprüngliche Lizenznehmer nicht mehr benötigt, weil er zum Beispiel den Anbieter gewechselt hat oder sein Geschäft aufgegeben hat. Voraussetzung für den Handel mit gebrauchter Software ist, dass der ursprüngliche Lizenznehmer das Programm von seinen Rechnern entfernt und das Programm, sämtliche Datenträger und die Lizenzvereinbarung an einen Dritten übergibt. Hersteller von Software versuchen derzeit immer wieder das Geschäft mit gebrauchter Software zu verbieten oder zumindest einzuschränken, allerdings hat der Bundesgerichtshof für Deutschland mit Verweis auf den so genannten Erschöpfungsgrundsatz des Urheberrechtsgesetzes den Handel im Jahr 2000 grundsätzlich erlaubt. Derzeit besteht ein Handelsverbot für heruntergeladene Software. Software, die auf Datenträgern gekauft und lizenziert wurde, darf aber frei und ohne Zustimmung des Herstellers verkauft werden. Anders lautende pauschale Weiterverkaufsverbote sind unwirksam.¹⁴

Gerade für die kostenintensive Unternehmenssoftware ist inzwischen ein reger Handel mit Gebraucht-Software entstanden, der meist über Zwischenhändler stattfindet, die Kauf- und Verkaufesuche sammeln und zusammenbringen. Die Rechte auf Support, Wartung und Aktualisierungen, die mit dem ursprünglichen Käufer der Lizenzen vereinbart wurden, stehen dabei grundsätzlich auch dem Erwerber der Softwarelizenzen zu.

Problematisch bei Gebraucht-Software ist, dass man unter Umständen an illegal kopierte Software gelangt, die oftmals nur schwer von den Originalversionen zu unterscheiden ist. Zwischenhändler verlangen daher meistens einen lückenlosen Nachweis der Softwareherkunft und Nachweise vom Verkäufer, dass die Software vom Rechner des Verkäufers entfernt wurde und die Lizenzen daher rechtmäßig übertragen werden können.

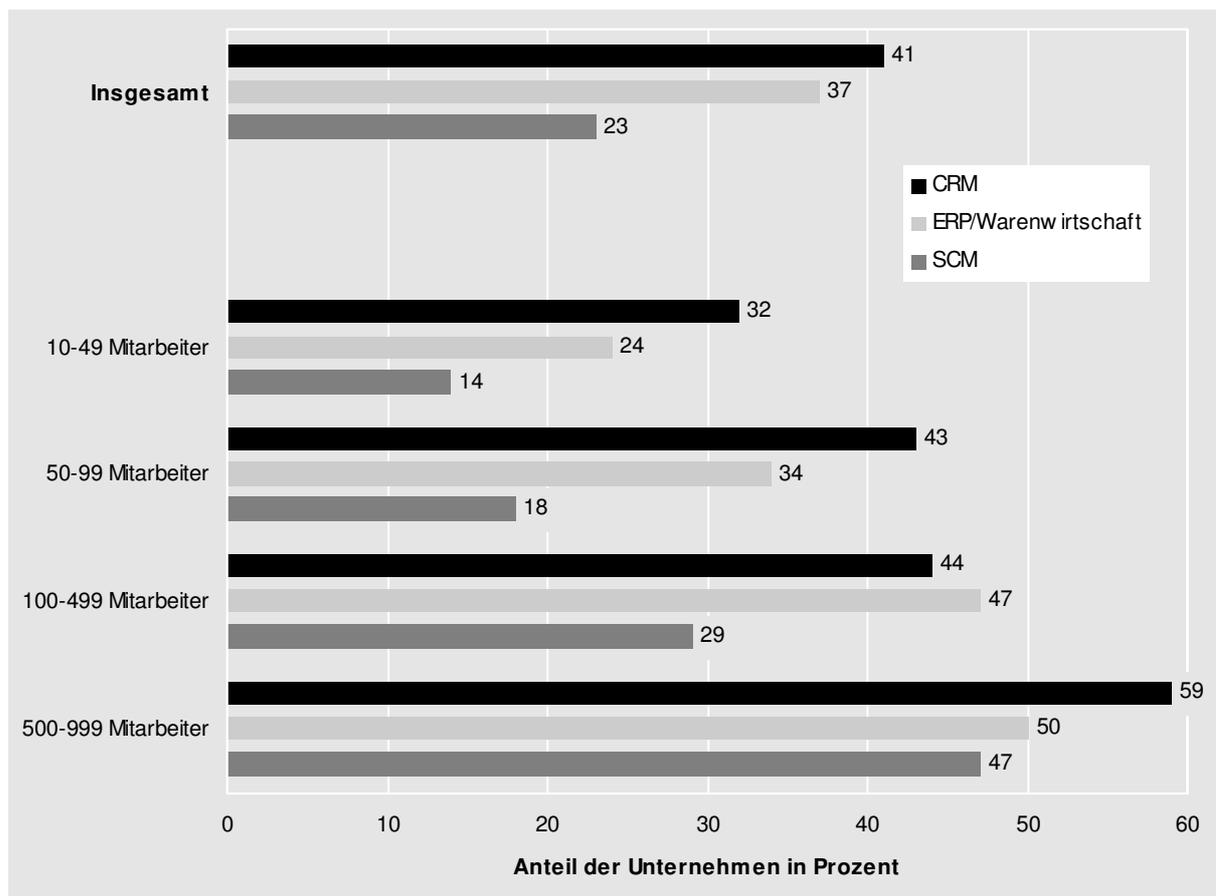
5.5 Studien zum Einsatz von Unternehmenssoftware

Neben der aktuellen FAZIT-Unternehmensbefragung gibt es eine Reihe weiterer Studien zum Einsatz von Unternehmenssoftware. Die seit 1999 jährlich durchgeführte Studie der Zeitschrift *Impulse* und der Softwarefirma IBM „IT und E-Business im Mittelstand“ ist eine repräsentative Umfrage unter Unternehmen mit 10 bis 1.000 Mitarbeitern aus den Branchen Dienstleistung, Industrie und Handel. Im Jahr 2007 wurde die Studie von TechConsult durchgeführt (TechConsult 2007). Insgesamt wurden in diesem Jahr 1.005 Unternehmen befragt und die Ergebnisse auf die Grundgesamt von knapp 300.000 Unternehmen hochgerechnet.

¹⁴ Für genauere rechtliche Hintergründe siehe Dirscherl (2007).

Ergebnisse der Studie sind, dass in 37 Prozent aller mittelständischen Unternehmen ERP- oder Warenwirtschaftssysteme im Einsatz sind, 47 Prozent der Unternehmen setzen auf den Einsatz von CRM-Software und 23 Prozent auf SCM-Software (vgl. Abbildung 39). Der Einsatz der Softwarelösungen steigt jeweils mit der Unternehmensgröße an.

Abbildung 39: Einsatz von Unternehmenssoftware nach Unternehmensgröße



Anmerkung: Hochgerechnet auf die der Befragung zugrunde liegende Grundgesamtheit.

Quelle: TechConsult (2007).

Im Juni 2006 erschien zum dritten Mal das eBusiness Barometer (Fricke et al., 2006), das von der Wegweiser GmbH, dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, dem Netzwerk Elektronischer Geschäftsverkehr, dem BDI, BITKOM und dem Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation erstellt wird. An der Umfrage haben sich 458 Unternehmen aus dem verarbeitenden Gewerbe, dem Baugewerbe, dem Handel, dem Gastgewerbe, dem Verkehr und dem Dienstleistungssektor beteiligt, wovon 364 Unternehmen einen verwertbaren Fragebogen zurück gesandt haben. Die Fragen wurden lediglich deskriptiv ausgewertet, weshalb die Aussagen der Studie nur für die befragten Unternehmen gelten und nur bedingt verallgemeinerbar sind. Außerdem wurden für die meisten Auswertungen nur die Unternehmen herangezogen, die sich mit eBusiness aktuell befassen oder dies planen. Dies sind etwa 260 Unternehmen. Von diesen Unternehmen setzen 30 Prozent im Vertrieb oder im Marketing

CRM-Software ein, 60 Prozent nutzen ERP-Software, 19 Prozent setzen Software zur Unterstützung des Supply Chain Managements ein und 17 Prozent betreiben Softwarelösungen für das Product Lifecycle Management.

Für den „European e-Business Report“ der Europäischen Kommission (Europäische Kommission, 2007), der im Januar 2007 zum vierten Mal veröffentlicht wurde, wurden über 7.000 Unternehmen in der EU und den potenziellen Beitrittsländern, darunter 800 Unternehmen aus Deutschland, zu ihrer E-Business-Nutzung befragt. Dabei wurden Unternehmen aus zehn verschiedenen Branchen kontaktiert. Wie beim eBusiness Barometer wurden die Ergebnisse nicht auf die Grundgesamtheit hochgerechnet, sondern lediglich deskriptiv ausgewertet. Die Fallzahlen sind jedoch höher als beim eBusiness Barometer. Gemäß dieser Umfrage verwenden 11 Prozent der Unternehmen aus den befragten Ländern ein ERP-System, wobei auch hier die Nutzung mit der Größe des Unternehmens ansteigt. Während von den Unternehmen mit bis zu 9 Mitarbeitern lediglich 7 Prozent ein ERP-System einsetzen, sind es bei den Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern 45 Prozent. Die Unternehmen, die kein ERP-System einsetzen, verwenden oftmals einfachere Unternehmenssoftware. So nutzen insgesamt 57 Prozent aller Unternehmen, die kein ERP-System im Einsatz haben, eine Buchhaltungssoftware. Dieser Wert steigt abermals mit der Unternehmensgröße an.

5.6 Implementierung und Kosten von Unternehmenssoftware

Die Implementierung einer komplexen Unternehmenssoftwarelösung, zum Beispiel eines ERP-Systems, ist in der Regel mit einem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Eine Studie der Beraterfirma Cap Gemini Ernst & Young in Zusammenarbeit mit der FH Konstanz und der TU Berlin aus dem Jahr 2001 (CGEY 2001) beziffert die Einführungszeit des ERP-Systems SAP R/3 je nach Modul auf bis zu 18 Monate. Für die Studie wurden 176 Unternehmen der Fertigungsindustrie befragt, die das ERP-System SAP R/3 einsetzen. Dabei wird je nach Modul in 15 bis 20 Prozent der Unternehmen der ursprüngliche Termin überschritten. Die Durchschnittskosten der Einführung des Gesamtsystems lagen bei rund 4,5 Mio. Euro, wobei der Großteil auf interne Mitarbeiterschulungen und externe Berater entfällt. Die Software selbst macht mit rund 610.000 Euro einen vergleichsweise geringen Anteil aus. ERP-Systeme von kleineren Anbietern, die sich eher an den Mittelstand richten und weniger komplex sind, benötigen weniger Zeit und Geld bei der Implementierung.

Der Grund für die lange Implementierungszeit liegt darin, dass moderne ERP-Systeme mit Echtzeitdaten des Unternehmens arbeiten und entsprechend an die Geschäftsprozesse angepasst werden müssen. Während dieses Vorgangs, der als customizing bezeichnet wird, passen die Unternehmen die Datenbank und die Strukturen der einzelnen Module an ihre Prozesse an. Da dieser Vorgang sehr komplex ist und entsprechendes Know-how im Unternehmen erfordert, werden oftmals auch die Prozesse an die Software angepasst und nicht umgekehrt. Zur Verringerung der Kosten können einzelne Module der ERP-Software ausgespart werden. So benötigt ein Dienstleister in der Regel keine Module zur Warenwirtschafts- und Produktions-

planung. Deshalb bieten einige Anbieter auch speziell vorkonfigurierte Branchenlösungen an, die nur die branchentypischen Module enthalten und daher weniger Anpassungen erfordern.

Bei der Berechnung der Gesamtkosten einer Softwarelösung genügt es nicht, nur die Anschaffungskosten zu berücksichtigen, da einige große Kostenblöcke, wie das Warten und Aktualisieren der Software sowie Produktionsausfälle aufgrund fehlerhafter Software, erst nach der Anschaffung anfallen. Das amerikanische Marktforschungs- und Beraterunternehmen Gartner hat deswegen 1987 den Begriff der „Total Cost of Ownership“ (TCO) eingeführt, eine Kennzahl, die sämtliche Kosten, die durch eine Software im Laufe ihres Lebenszyklus entstehen, erfassen soll. Typische Kosten sind direkte Kosten wie Beratungs-, Anschaffungs-, Schulungs- und Wartungsaufwendungen, aber auch indirekte Kosten wie Opportunitätskosten, Kosten, die durch Umstrukturierung von Geschäftsprozessen anfallen, und Kosten aufgrund von Ausfallzeiten.

Die TCO sind naturgemäß nur sehr schwer zu bestimmen, da unter anderem das genaue Ende des Lebenszyklus der Software sowie sämtliche Kosten inklusive möglicher Opportunitätskosten bekannt sein müssen. Da diese Informationen in aller Regel nicht verfügbar sind, werden die TCO nach standardisierten Regeln geschätzt. Dabei wird häufig nicht der Absolutbetrag der TCO ermittelt, sondern vielmehr werden die relativen Kosten mehrerer Anbieter hinsichtlich den einzelnen Phasen des Lebenszyklus – von der Anschaffung über die Wartung bis zum Ersatzzeitpunkt – bestimmt, um auf dieser Basis eine Abschätzung des TCO zu erhalten.

5.7 Wissenschaftliche Literatur

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die wissenschaftliche Literatur zum Thema Unternehmenssoftware. Diese Übersicht ist in keiner Weise vollständig, sie stellt lediglich beispielhaft die Erkenntnisse im Bereich Unternehmenssoftware dar. Hierbei liegt der Fokus auf den am häufigsten verwendeten Unternehmenssoftwarepaketen, d. h. auf Softwarepaketen für ERP, SCM und CRM. Den Schwerpunkt der Übersicht bilden die beiden Themengebiete Implementierung und Nutzen der Unternehmenssoftware. Weiterführende Literatur ist in der Literaturübersicht angegeben.

5.7.1 Implementierung und Kosten von ERP

Für ERP-Software existieren mehrere Übersichtsartikel. Der Überblick von Esteves und Pastor (2001) bezieht sich auf 168 Konferenzbeiträge und 21 Artikel aus Fachzeitschriften zum Thema Informationssysteme aus den Jahren 1997 bis 2000. Botta-Genoulaz et al. (2005) analysieren die ERP-Literatur der Jahre 2003 und 2004 und Moon (2007) die Literatur zu ERP von 2000 bis 2006. In diesen Zusammenfassungen wird deutlich, dass der Fokus der ERP-Literatur besonders auf der Problematik der Implementierung von ERP-Softwareanwendungen liegt.

Bei der Implementierung von ERP-Systemen treten häufig gravierende Probleme auf. So dauern über 90 Prozent der Implementierungsprojekte länger als erwartet oder sprengen das Budget. Manche enden als Fehlschlag oder führen gar zu Klagen (Martin, 1998, und James, 1997). Um diese Probleme einzudämmen, entwickelten Parr und Shanks (2000) ein Modell zur Implementierung von ERP-Systemen. Das Modell basiert auf Projektphasen und bietet Anwendern eine Orientierungsrichtlinie während der Einbettung ihrer ERP-Lösung in die Unternehmensprozesse. Die Projektphasen gliedern sich dabei in Planung, Durchführung und Verbesserung. Projektphasenmodelle (PPM) sind eine übliche Darstellung für ERP-Implementierungsprozesse (Markus und Tanis, 1999, und Ross, 1998), allerdings erweitern Parr und Shanks (2000) das PPM um den Einfluss von kritischen Erfolgsfaktoren für die jeweilige Projektphase. Die verwendeten Erfolgsfaktoren umfassen dabei die Unterstützung durch das Management, die Aufsicht durch eine erfahrene Person, Ausgeglichenheit im Team oder eine feste Definition von Umfang und Zielen der Implementierungsphase.¹⁵ Belegt wird das Modell durch zwei Fallstudien aus unterschiedlichen Unternehmen. Dabei zeigt die erste Fallstudie eine fehlgeschlagene Implementierung hinsichtlich Kosten und Zeit, die zweite eine erfolgreiche Implementierung. Der Erfolg im zweiten Fall liegt unter anderem darin begründet, dass in diesem Unternehmen die Fehler des ersten Unternehmens bekannt waren und so innerhalb der Organisation früh erkannt und vermieden werden konnten. Ein derartiger Lernprozess verursacht jedoch Kosten, beispielsweise durch zum Lernen verwendete Arbeitszeit, die die Gesamtkosten des Projektes erhöhen.

Die Reduktion dieser Lernkosten steht im Mittelpunkt der Betrachtung von Andersson und Müller (2007). Die Autoren legen ihren Fokus dabei auf die Perspektive des Softwareanbieters. Um die Implementierungskosten zu minimieren, sollte dieser Teilprojekte identifizieren, die es den Beratern des Anbieters erlauben, die idiosynkratischen Eigenschaften des Anwenderunternehmens kennen zu lernen. Während der Durchführung dieser Lernprojekte baut der Softwareanbieter gezielt ein detailliertes Verständnis der Prozesse und Aufgaben innerhalb der Käuferorganisation auf und kann so die restlichen Softwaremodule schneller und besser an die Gegebenheiten des Unternehmens anpassen. Für die Lernprojekte werden Zeit- und Kostenüberschreitungen akzeptiert, solange das Lernen dazu beiträgt, die Kosten in den anderen Teilprojekten zu senken und die Gesamtimplementierungskosten zu minimieren. Trotzdem entstehen dem Zulieferer bei Lernprojekten große finanzielle Risiken, da der Abnehmer die Zusammenarbeit direkt nach dem ersten Projekt kündigen kann. Belegt werden die theoretischen Überlegungen von Andersson und Müller (2007) ebenfalls über eine Fallstudie, in der ein Zulieferer und ein Abnehmer von ERP-Software während des Verlaufs mehrerer Implementierungsprojekte betrachtet werden. Dabei zeigt sich, dass es sich auszahlt, das erste Projekt als Lernprojekt zu nutzen. Dies führte zwar kurzfristig zu Verlusten im ersten Projekt, dafür ließen sich Probleme in späteren Projekten ohne Zeitverlust bereits im Verlauf der Implementierung klären. Die Verluste aus dem Lernprojekt konnte der Zulieferer langfristig ausgleichen, da sich die Folgeprojekte deutlich schneller implementieren ließen.

¹⁵ Für eine weitere Analyse kritischer Erfolgsfaktoren, auch aus internationaler Sicht, siehe Plant und Willcocks (2007).

Eine erste empirische Analyse des Implementierungsaufwandes von ERP-Systemen liefert Francalanci (2001). Die Stichprobe besteht aus 43 Projekten zur Einbettung von SAP/R3. Untersucht wird der Einfluss der Größe und Komplexität des Projekts auf die Implementierungskosten. Die Größe wird dabei durch die Anzahl der verwendeten Module und Submodule gemessen, die Komplexität durch die Anzahl der einbezogenen Nutzer und der Unternehmensgröße. Im Ergebnis führt, neben einer steigenden Anzahl an zu integrierenden Modulen, besonders eine größere Komplexität des Projektes zu einem deutlichen Anstieg der Implementierungskosten. Diese steigen bei größeren Unternehmen und einer wachsenden Anzahl an Benutzern deutlich an. Um diese organisatorischen Kosten möglichst gering zu halten, empfiehlt Francalanci (2001), das ERP-System erst in Form eines Prototyps einer kleinen Anzahl von Benutzern zugänglich zu machen. So können ähnlich wie bei Andersson und Müller (2007) Lerneffekte realisiert und die Gesamtkosten des Projektes gesenkt werden.

5.7.2 Vorteile von ERP

Die Vorteile, die ein Unternehmen durch Verwendung von Unternehmenssoftware realisieren kann, sind vielschichtig: Neben operationellen und finanziellen Verbesserungen umfassen sie beispielsweise auch die Benutzerzufriedenheit. Gelegentlich wird der Nutzen für das Unternehmen auch über die Beobachtung von Marktreaktionen auf die Ankündigung einer Unternehmenssoftwareimplementierung gemessen (z. B. Chavez und Lorenzo, 2006). Zur Messung des finanziellen Nutzens existieren unterschiedliche Methoden. Die Maßzahlen erstrecken sich über Kosteneinsparungen, Return on Investment oder Kapitalvermehrungen. Besonders im Bereich der ERP-Software existieren viele Studien, die die finanziellen und operationalen Vorteile für Unternehmen beleuchten, z. B. Hitt et al. (2002), Nicolaou (2004) und Matolcsy et al. (2005). Der überwiegende Teil dieser Studien kommt zu dem Ergebnis, dass sich die Verwendung von ERP-Software positiv auf die Performance eines Unternehmens auswirkt. Die verbleibenden Studien können zumindest keine negativen Auswirkungen feststellen. Teilweise wird die Verbesserung der Performance allerdings erst langfristig realisiert. Die verwendeten Performancemaße gestalten sich sehr vielfältig und erstrecken sich beispielsweise von den Verkaufserlösen über die Produktivität hin zur Eigenkapital- und Anlagenrendite.

5.7.3 Vorteile von CRM und SCM

Während ERP-Systeme in der Literatur ausführlich diskutiert werden, gibt es nur wenige Studien, die sich auf den Nutzen konzentrieren, der aus der Verwendung von SCM und CRM für das Unternehmen resultiert. Dies liegt vor allem darin begründet, dass nur wenige Daten zu diesen beiden Unternehmenssoftwareformen zur Verfügung stehen. Shin (2006) schätzt mit Hilfe eines ökonometrischen Modells den Einfluss von ERP, SCM, CRM, Groupware, Wissensmanagement und Enterprise Integration Software auf die Produktivität von 637 KMUs. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Verwendung von SCM und Groupware die Produktivität eines

KMUs verbessert. Dieser Effekt fällt im verarbeitenden Gewerbe stärker aus als im Dienstleistungssektor.

Dehning et al. (2007) konzentrieren sich in ihrer Studie auf den finanziellen Nutzen, der einem Unternehmen aus der Anwendung von SCM-Softwarepaketen entsteht. Der Analyse liegt eine relativ kleine Stichprobe von 123 Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes für den Zeitraum 1994 bis 2000 zugrunde. Das Ergebnis ist, dass die Verwendung eines SCM-Systems einem Unternehmen in vielerlei Hinsicht nützt: Die Lagerkosten sowohl für Rohmaterialien als auch für Endprodukte sinken, die Verkaufskosten werden geringer und der Bruttogewinn, die Umsatzrendite sowie der Marktanteil steigen. Diese Verbesserungen treten verstärkt auf, wenn das Unternehmen in der Hightech-Industrie angesiedelt ist.

Hendricks et al. (2007) analysieren den Effekt, den die Ausgaben für die drei großen Softwarepakete ERP, SCM und CRM auf die langfristige Entwicklung des Aktienkurses, die Gesamtkapitalrendite und die Umsatzrendite eines Unternehmens haben. Ihre Stichprobe umfasst Unternehmen, die ankündigen, die jeweiligen Softwarepakete zu implementieren. Die Autoren betrachten hierbei alle Unternehmen, die eine derartige Ankündigung im Zeitraum von 1991 bis 1999 machen. Insgesamt beinhaltet die Stichprobe 406 Unternehmen, wovon 186 ankündigen, ERP-Software zu implementieren. 140 Unternehmen melden die geplante Implementierung einer SCM-Software und weitere 80 Unternehmen kündigen die Einführung einer CRM-Software an. Hendricks et al. (2007) geben außerdem an, von wie vielen Unternehmen sie eine Bestätigung über eine erfolgreiche Einführung der jeweiligen Software erhalten haben. So bestätigen 35 Unternehmen die erfolgreiche Implementierung einer ERP-Software, 12 Unternehmen haben eine SCM-Software erfolgreich eingeführt und fünf Unternehmen eine CRM-Software. Um die Profitabilität nach Einführung der Software zu messen, legen Hendricks et al. (2007) für jede Software eine bestimmte Dauer von der Ankündigung bis zur abgeschlossenen Implementierung zugrunde. Die Autoren orientieren sich dabei an Fachliteratur, Experteninterviews und Weißbüchern. Für eine ERP-Softwarelösung beträgt diese Dauer zwei Jahre und für SCM- sowie CRM-Softwarelösungen 12 Monate. Im Ergebnis realisierten Unternehmen, die ERP-Software verwenden, eine Verbesserung der Profitabilität, aber keinen Anstieg des Aktienkurses. Sofern die Unternehmen SCM-Softwarepakete verwenden, hat sich ihre Profitabilität verbessert und der Aktienkurs ist gestiegen. Bei der Verwendung von CRM-Software konnten Hendricks et al. (2007) weder positive noch negative Effekte für die entsprechenden Unternehmen feststellen.

6 Eingebettete Systeme

6.1 Definition

Die Nutzung von Desktop-Computern und Notebooks in Unternehmen wie auch im privaten Gebrauch ist in den letzten beiden Jahrzehnten selbstverständlich geworden. Wenig öffentliche Beachtung hingegen erhalten Computersysteme, welche ihre Dienste für den Anwender weitgehend unsichtbar in Geräten auch des Alltagsgebrauchs verrichten. Man spricht hier von eingebetteten Systemen (engl. embedded systems), wobei die im Gerät eingebundene Software die Aufgabe hat, das System zu steuern und zu überwachen. Solche eingebetteten Systeme sind gemessen an ihrer Zahl weiter verbreitet als Desktop-Computersysteme.¹⁶ Die Anwendungsbereiche von eingebetteten Systemen sind mannigfaltig, so finden sie sich z. B. in Waschmaschinen, Aufzügen, Flugzeugen, Autos, Industrierobotern, Kühlschränken, Mobiltelefonen sowie in Geräten der Unterhaltungselektronik.

Eingebettete Systeme sind spezialisierte Computer, die ein fest eingebauter Bestandteil einer größeren Umgebung sind (ARTEMIS, 2006). Normalerweise werden sie für ganz spezielle Aufgaben entworfen und arbeiten vom Benutzer unbemerkt (Eggermont, 2002).

Gemeinsam sind eingebetteten Systemen, die in Umfang und Komplexität äußerst unterschiedlich sein können, folgende Charakteristika (Eggermont, 2002):

- Eingebettete Systeme sind Untersysteme und verarbeiten für Geräte, die gesteuert werden sollen, Informationen,
- sie stellen spezielle und hoch spezialisierbare Dienste zur Informationsverarbeitung für die Geräte zur Verfügung,
- sie sind reaktionsfähig, das heißt sie interagieren regelmäßig mit ihrer Umwelt,
- sie liefern üblicherweise eine hohe Funktionsvielfalt für die Geräte, mit einer Kombination aus Hardware und Software, die ausgelegt ist, einer breiten Vielfalt von Begrenzungen zu begegnen,
- sie sind größtenteils unsichtbar oder nicht direkt erreichbar für den Benutzer, obwohl sie oft eingesetzt werden, um die Benutzerfreundlichkeit zu steigern.

Eingebettete Systeme interagieren mit ihrer Umwelt über Sensoren, Steuerelemente oder Kommunikationsschnittstellen. Zunehmend spielt auch die Vernetzbarkeit von eingebetteten

¹⁶ Der Markt für eingebettete Systeme ist etwa hundertmal so groß wie der Markt für Desktop-Computer (F.A.S.T.; TU München, 2005, S. 1).

Systemen eine wichtige Rolle. Ferner können eingebettete Systeme wiederum selbst eingebettete Systeme als Untersysteme enthalten.

Ebenso wie Desktop-Computer können eingebettete Systeme aus getrennten Hardware- und Softwarekomponenten bestehen. Allerdings werden im Bereich der eingebetteten Systeme häufig sogenannte Ein-Chip-Systeme (engl. System-on-a-Chip, SoC) verwendet. Unter Ein-Chip-Systemen versteht man die Integration aller oder eines großen Teils der Systemfunktionen auf einem integrierten Schaltkreis (IC). Damit sollen vor allem Kosten eingespart, aber auch die Systeme miniaturisiert werden.

Die Software für eingebettete Systeme (kurz eingebettete Software oder engl. embedded software)¹⁷ unterscheidet sich von klassischer Software für Desktop-Computer durch eine ganze Reihe von Merkmalen. Inzwischen hat sich sogar ein eigenes Forschungsgebiet für die Entwicklung von eingebetteter Software etabliert. Eingebettete Software befindet sich gewöhnlich auf einem ROM-Speicher. Zunehmend häufiger werden jedoch Flash-Speicher verwendet, die ein Update der Software ohne einen Chipaustausch ermöglichen. Zu den bedeutendsten Unterschieden zwischen klassischer und eingebetteter Software zählen (FAST/TU München, 2005):

- Die Software für eingebettete Systeme muss jahrelang ohne Wartung funktionieren.
- Eingebettete Systeme sollten flexible und spontane Netzwerke mit Software anderer eingebetteter Systeme bilden können. So kann man sich beispielsweise Navigationssysteme vorstellen, die untereinander Gefahren- und Staumeldungen austauschen.
- Da sich eingebettete Systeme oft an sicherheitskritischen Stellen, wie in der Airbagsteuerung, an Sicherheitssystemen von Flugzeugen oder auch in überlebenswichtigen medizinischen Systemen befinden, muss die Software fehlerlos funktionieren.¹⁸
- Eingebettete Systeme müssen oftmals in Echtzeit funktionieren, das heißt sie müssen innerhalb einer vorgegebenen Zeit auf Ereignisse reagieren. So muss beispielsweise das ABS im Auto ohne merkliche Verzögerung auf eine Bremsung oder einen Aufprall des Fahrzeugs reagieren.

6.2 Bedeutung von eingebetteten Systemen im Kontext von IKT-Trends

Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (BITKOM) hat zusammen mit der Unternehmensberatung Roland Berger Strategie Consultants im Hinblick auf den ersten nationalen IT-Gipfel der Bundesregierung im Dezember 2006 eine Studie erstellt, welche unter anderem zukunftssträchtige Wachstumsfelder der IKT-Wirtschaft

¹⁷ Bei manchen Geräten bezeichnet man die Software von eingebetteten Systemen auch als Firmware.

¹⁸ Fehlerraten der Software von 0,1 Prozent, wie bei Desktop-Software nicht unüblich, würden beispielsweise zu 18 Flugzeugabstürzen pro Tag führen.

in Deutschland im Kontext von vier übergeordneten Metatrends identifiziert (BITKOM/Berger, 2007). Die vier übergeordneten Metatrends umfassen:

- Konvergenz (Kon): IKT lässt Märkte zusammenwachsen.
- Ubiquität (Ubi): IKT wird allgegenwärtig.
- Flexibilität (Flex): IKT fördert die Anpassungsfähigkeit von Organisationen.
- Datennutzbarkeit (Dat): IKT ermöglicht die effektive Nutzung von Informationen und digitalen Inhalten.

Diese vier übergeordneten Metatrends beschreiben grundlegende, von Informations- und Kommunikationstechnologien und -diensten getriebene Entwicklungstendenzen. Die Studie identifiziert knapp 30 Wachstumsfelder, die den Kriterien „Marktpotenzial“ (30 Prozent), „Querschnittsrelevanz für andere Technologien“ (25 Prozent), „Querschnittsrelevanz für andere Branchen“ (25 Prozent), „Marktreife/Zeitachse“ (10 Prozent) und „Politische Beeinflussbarkeit“ (10 Prozent) zugeordnet werden können. Eingebettete Systeme erreichen dabei den höchsten Wert, insbesondere aufgrund ihrer Querschnittsrelevanz für andere Branchen. Zudem lassen sie sich den übergeordneten Metatrend Ubiquität, also der Allgegenwärtigkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien zuordnen.

Tabelle 7: Rangfolge der Metatrends

1. Eingebettete Systeme (Ubi)	4,0		
2. Service-orientierte Architekturen (Flex)	3,9	15. Datenmanagement (Dat)	3,3
3. IP-Fernsehen (Kon)	3,8	16. Next Generation Networks (Kon)	3,2
4. Breitband (Kon)	3,7	17. IT-Sicherheit (Flex)	3,2
5. Utility Computing (Flex)	3,7	18. Optoelektronik (Ubi)	3,2
6. Mobiles Fernsehen (Kon)	3,6	19. Semantisches Web (Dat)	3,2
7. Biometrie (Ubi)	3,6	20. Wissensmanagement (Dat)	3,2
8. Mobilfunk (Kon)	3,5	21. Speichersysteme (Dat)	3,0
9. Software-as-a-Service (SaaS) (Flex)	3,5	22. Online Gaming (Kon)	2,9
10. RFID (Ubi)	3,5	23. Mobile Gaming (Kon)	2,8
11. Telematik (Ubi)	3,5	24. Umgebungszintelligenz (Ubi)	2,7
12. Digitales Rechtemanagement (Dat)	3,5	25. Micro-Bezahlssysteme (Kon)	2,4
13. Internettelefonie (Kon)	3,4	26. Unlicensed Mobile Access (Kon)	2,3
14. Mensch-Maschine-Schnittstelle (Ubi)	3,3	27. Codecs (Kon)	2,2

Anmerkung: Die Megatrends wurden nach einzelnen (gewichteten) Kriterien jeweils auf einer Skala von 1 (niedrig) bis 5 (sehr hoch) bewertet. In Klammer jeweils die Zuordnung zu einem der vier übergeordneten Metatrends.

Quelle: BITKOM/Berger (2007).

6.3 Der Markt für eingebettete Systeme

6.3.1 Bedeutung von eingebetteten Systemen

In fast allen Industriezweigen sind eingebettete Systeme fester Bestandteil zahlreicher Produkte geworden. Eingebettete Systeme haben sich zudem in vielen Fällen zu einem der größten Kostenfaktoren bei der Entwicklung und Produktion dieser Endprodukten entwickelt. In einer für die Europäische Kommission angefertigten internationalen Studie (FAST GmbH/TU München, 2005) wurde ermittelt, dass im Jahr 2003 etwa 52 Prozent der Kosten des Endproduktes im Automobilbau auf eingebettete Systeme entfallen sind. Dieser Anteil wird voraussichtlich bis ins Jahr 2009 auf 56 Prozent steigen. In anderen Wirtschaftszweigen lässt sich ein ähnliches Bild zeichnen, wie Tabelle 8 verdeutlicht.

Tabelle 8: Anteil der Kosten für eingebettete Systeme an den Kosten des Endprodukts

Industriezweig	2003	2009*
Automobilindustrie	52%	56%
Luft- und Raumfahrt	52%	54%
Automatisierungstechnik	43%	48%
Telekommunikation	56%	58%
Unterhaltungselektronik und intelligente Häuser	60%	62%
Medizinische Geräte	50%	52%
Gewichteter Durchschnitt	51%	53%

Anmerkung: * Schätzung

Quelle: F.A.S.T.; TU München (2005)

Neben der Automobilindustrie lässt sich vor allem in der Automatisierungstechnik ein deutlicher Anstieg (wenn auch ausgehend von einem geringeren Niveau) des Anteils der Kosten für eingebettete Systeme an den Kosten des Endprodukts erkennen. Dieser Wert wird den Schätzungen der Studie zufolge um fünf Prozentpunkte, von 43 Prozent im Jahr 2003 auf 48 Prozent im Jahr 2009, steigen. Da die Wirtschaftsbereiche Maschinenbau (Automatisierungstechnik) und Fahrzeugbau sowohl für Deutschland insgesamt als auch für Baden-Württemberg von besonderer Bedeutung sind,¹⁹ haben eingebettete Systeme eine hohe Relevanz für die heimische Wirtschaft.

Die Bedeutung von eingebetteten Systemen lässt sich auch anhand der Verwendung von Hardwarekomponenten für solche Systeme erkennen. Inzwischen werden fast 99 Prozent aller neu produzierten Halbleiter für eingebettete Systeme verwendet. Ferner erzielte die Halbleiterindustrie im Jahr 2007 bereits 60 Prozent ihres Umsatzes mit Chips für eingebettete Systeme (BITKOM/Berger, 2007).

¹⁹ Die beiden Wirtschaftszweige Automobilindustrie und Maschinenbau stellen zusammen mehr als 40 Prozent der Arbeitsplätze in Baden-Württemberg.

6.3.2 Verbreitung und Marktvolumen

Das weltweite Marktvolumen für eingebettete Systeme belief sich 2005 der Studie von BITKOM und Berger (2007) zufolge auf schätzungsweise 138 Mrd. Euro und soll bis ins Jahr 2010 mit jährlich 9 Prozent wachsen. Damit ergibt sich ein für das Jahr 2010 prognostiziertes weltweites Marktvolumen für eingebettete Systeme von über 194 Mrd. Euro. Dieselbe Studie schätzt, dass in einer modernen Industriegesellschaft der Anteil der Produkte, die eingebettete System enthalten bei ca. 80 Prozent der Wertschöpfung der verarbeitenden Industrie liegt.

Deutlich moderater fallen die Prognosen der Studie für die Europäische Kommission (FAST GmbH/TU München, 2005) aus. Für das Jahr 2009 wird ein Marktvolumen von weltweit 71 Mrd. Euro für eingebettete Systeme prognostiziert.²⁰

Zur Verbreitung der eingebetteten Systeme gibt es ebenfalls nur grobe Schätzungen. ARTEMIS (2006) prognostiziert, dass 2010 etwa 16 Mrd. eingebettete Systeme weltweit im Einsatz sein werden. Bis zum Jahr 2020 soll sich die Anzahl noch einmal mehr als verdoppeln und auf über 40 Milliarden Geräte ansteigen. Schon heute werden 90 Prozent aller neuen Rechnersysteme in eingebetteten Systemen verbaut und nicht mehr in Desktop-Computern.

Der Markt für eingebettete Systeme und eingebettete Software ist stark fragmentiert, da eingebettete Systeme mit vielfältigen Funktionen in unterschiedlichsten Industrien zum Einsatz kommen. Einen großen Marktführer, wie SAP im Bereich der Unternehmenssoftware, gibt es nicht. Durch die Fragmentierung ist eine Analyse des gesamten Marktes kaum möglich, in einzelnen Anwendungsbereichen lässt sich allerdings eine Übersicht darstellen. So ergibt sich für den Markt der Real Time Operation Systems²¹ (RTOS) folgendes Bild:

Tabelle 9: Marktanteil und -wachstum im Markt für RTOS

	Erlös 2004 in Mio. \$	Erlös 2005 in Mio. \$	Marktwachstum 2004-05 in %	Marktanteil 2005 in %
Microsoft Windows CE	155,1	220,7	42,3	28,9
Symbian	79,9	167,6	109,7	22,0
Wind River	119,2	133,6	12,1	17,5
Access Co.	63,9	54,2	-15,2	7,1
Andere Unternehmen	163,6	186,3	13,9	24,5
Alle Unternehmen	581,7	762,4	31,1	100,0

Quelle: Gartner Dataquest (2008)

Neben den vier genannten globalen Anbietern von Produkten mit eingebetteten Systemen und/oder eingebetteter Software gibt es noch einige weitere, die über eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilungen auf diesem Gebiet verfügen und eingebettete Systeme selbst her-

²⁰ Die stark abweichenden Ergebnisse beider Studien lassen sich durch die schwierige Quantifizierbarkeit des Wertes von eingebetteten Systemen erklären. Das liegt unter anderem daran, dass ein erheblicher Teil der Wertschöpfung von eingebetteten Systemen direkt bei den Endproduktherstellern stattfindet.

²¹ RTOS werden benutzt um die zeitliche Abfolge der Prozesse in komplexen eingebetteten Systemen zu steuern (Acceleratedsys, 2008). Für eine anschauliche Erklärung der RTOS siehe auch Santo (2001).

stellen. Dies sind beispielsweise Texas Instruments, ST Microelectronics, Intel, IBM und AMD.

6.3.3 Entwicklung eingebetteter Systeme

Da eingebettete Systeme einerseits Software benötigen und andererseits in Produkte des verarbeitenden Gewerbes eingebaut werden, erfolgt auch deren Herstellung an der Schnittstelle zwischen dem verarbeitenden Gewerbe und der Softwareindustrie.

Einer Studie aus dem Jahr 2000 zufolge entwickeln etwa 6 Prozent der Unternehmen außerhalb der Softwarebranche selbst Software, davon 47 Prozent in Form von eingebetteter Software. Besonders ausgeprägt ist die Erstellung der eingebetteten Software im Bereich der Elektrotechnik. Hier entwickeln fast 10 Prozent aller Unternehmen selbst Software, davon 77 Prozent überwiegend eingebettete Software. In der Softwarebranche selbst entwickeln hingegen 15 Prozent der Firmen auch Software für eingebettete Systeme (GfK, Fraunhofer-ISI und Fraunhofer-IESE, 2000).

Zur Zusammenarbeit zwischen Hardware- und Softwarelieferanten stellt die Studie für die Europäische Kommission fest, dass die Hardware für eingebettete Systeme in Europa von wenigen Großunternehmen produziert wird, während viele kleine und mittlere Unternehmen die für einzelne Unternehmen und Produkte angepasste Software liefern (FAST GmbH/TU München, 2005). Im Sektor der Automatisierungstechnik umfassen diese Großunternehmen beispielsweise ABB, Kuka Robot Group, Schneider Electric und Siemens. Gerade durch die immer stärker steigenden Ansprüche an die eingebettete Software können zukünftig weitere Marktchancen für kleinere, auf bestimmte Bereiche spezialisierte, (Software-) Unternehmen entstehen. Allerdings gilt es auch zu bedenken, dass durch die zunehmende Standardisierung von eingebetteten Systemen (auch um die immer wichtiger werdende Vernetzbarkeit solcher Systeme zu gewährleisten) eine Konzentration der Entwicklung von eingebetteter Software eher in großen Softwareunternehmen stattfinden könnte.

6.4 Forschung und Ausbildung

6.4.1 Forschung in der EU

Die zunehmende wirtschaftliche Bedeutung von eingebetteten Systemen hat dazu geführt, dass die Europäische Union eine Vielzahl von Forschungsprojekten, die sich mit eingebetteten Systemen befassen, finanziell unterstützt. Im Zuge des sechsten Europäischen Forschungsrahmenprogramms (FP6) wurden etwa 40 Projekte mit insgesamt 146 Mio. Euro gefördert.²² Hinzu kommen noch Projekte, bei denen die Entwicklung der eingebetteten Systeme indirekt als Produktbestandteil mitgefördert wird. Auch im siebten Europäischen Forschungsrahmenpro-

²² Für einen Überblick der Projekte siehe <http://cordis.europa.eu/ist/embedded/projects.htm>.

gramm (FP7) ist die Forschungsförderung für eingebettete Systeme wieder Programmbestandteil. Gefördert werden soll insbesondere die Forschung zum Design und zur Vernetzung eingebetteter Systeme. Insgesamt stehen dafür 87 Mio. Euro zur Verfügung.²³

Der zentrale Bestandteil der europäischen Forschung im Bereich eingebetteter Systeme ist die Europäische Technologieplattform. Advanced Research and Technology for Embedded Intelligence and Systems (ARTEMIS), ein Gemeinschaftsprojekt der europäischen Staaten, europäischen Universitäten und Forschungseinrichtungen sowie der privaten Wirtschaft, das die gesamte Forschung in der EU zum Thema eingebettete Systeme koordinieren, integrieren und langfristige Strategien für die europäische Forschung entwickeln soll. Von 2004 bis 2010 fließen von Seiten der Industrie und der Europäischen Union 2,7 Mrd. Euro in das Projekt. Unter anderen beteiligen sich Airbus, Daimler, Infineon und Bosch an ARTEMIS.

Ziel der Plattform ist es, Europas Position im Markt für eingebettete Systeme zu stärken, europäische Arbeitsplätze zu erhalten und eine Situation wie auf dem Markt für Desktop Computer zu verhindern, in dem nicht europäische Firmen, sondern US-amerikanische und asiatische Unternehmen den Markt beherrschen. Bis 2016 sollen 50 Prozent der weltweit produzierten eingebetteten Systeme auf ARTEMIS-Ergebnisse zurückgreifen. Die Anzahl der kleinen und mittleren Unternehmen in der Lieferkette für eingebettete Systeme soll sich bis 2016 verdoppeln, die Anzahl der Patente für eingebettete Systeme soll sich bis dahin sogar jährlich verdoppeln und die Kosten sollen um insgesamt 50 Prozent sinken (Europäische Kommission, 2006). Im Jahr 2004 betrug die Anzahl der im European Patent Office erfassten Patente im Bereich der eingebetteten Systeme gut 6.000.

Weitere wichtige Forschungsnetzwerke sind Advanced Real-Time Systems (ARTIST),²⁴ das im März 2005 nach drei Jahren auslief und sein Nachfolger ARTIST2, das bis August 2008 läuft. Das Ziel von ARTIST und seinem Nachfolger ist es, die europäische Forschung zum Thema Design eingebetteter Systeme voranzutreiben. Dazu hat das Projekt sieben Forschungsfelder ausgemacht, die in Zukunft wichtig sein werden und vernetzt in diesen Feldern die Forschung innerhalb der EU. Besonderes Augenmerk legt ARTIST auf die Felder, die multidisziplinär angelegt sind und die Forschung aus verschiedenen Fachrichtungen, wie dem Maschinenbau, der Elektrotechnik und der Informatik, erfordern, um den Austausch der Ergebnisse zu erleichtern. ARTIST ist dabei als ein so genanntes „Network of Excellence“ organisiert, ein Verbund von herausragenden Hochschulen, Forschungsunternehmen und Industrievertretern.

Einen weiteren wichtigen Forschungsschwerpunkt bildet das Agile Software Development of Embedded Systems (AGILE) Projekt. Das AGILE Projekt lief im Rahmen der Information Technology for European Advancement (ITEA) Strategie der EU von April 2004 bis Dezember 2006 und zielte darauf ab, die Entwicklung softwareintensiver Systeme zu beschleunigen

²³ Siehe ftp://ftp.cordis.lu/pub/fp7/ict/docs/ict-wp-2007-08_de.pdf.

²⁴ Siehe <http://www.artist-embedded.org>.

und es den Entwicklern zu ermöglichen, besser und schneller auf Veränderung in der Entwicklung eingebetteter Software zu reagieren. Dies sollte durch die Entwicklung und Einführung von AGILE Softwarelösungen ermöglicht werden, welche die Prozesse in der Produktentwicklungsphase beweglicher und anpassungsfähiger gestalten. Üblicherweise werden die Prozesse bei der Entwicklung eingebetteter Systeme und Software durch die Verwendung einer Capability Maturity Model Integration (CMMI)²⁵-Softwarelösung optimiert. Dieser Prozess ist allerdings langwierig und kostenintensiv. Gemäß AGILE-ITEA (2007) gelingt es den Unternehmen mit der AGILE-Software sowohl die Kosten als auch den Zeitaufwand für Forschung und Entwicklung um 70 Prozent zu reduzieren. Bisher handelt es sich bei den Softwarelösungen aber noch um Prototypen. Ein Termin für die Veröffentlichung einer vollständigen Version steht noch nicht fest. Die Forschung wird in dem ITEA 2 FLEXI Projekt²⁶ fortgesetzt, dessen Fokus auf der Anwendung beweglicher Prozesse in sehr großen Projekten mit eingebetteter Software liegt.

6.4.2 Forschung in Deutschland

Im August 2006 wurde von der Bundesregierung die so genannte Hightech-Strategie beschlossen. Bis 2009 sollen 15 Mrd. Euro in 17 Zukunftsfelder fließen. Eines dieser Zukunftsfelder sind die Informations- und Kommunikationstechnologien, die mit insgesamt knapp 1,2 Mrd. Euro berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang wurde das Förderprogramm „IKT 2020“ gegründet, das zukunftssträchtige Technologien identifizieren und die Forschung in diesen Bereichen stärken soll. Unter dem Punkt Softwaresysteme und Wissensverarbeitung soll die Forschung zu softwareintensiven eingebetteten Systemen gezielt vorangebracht werden.

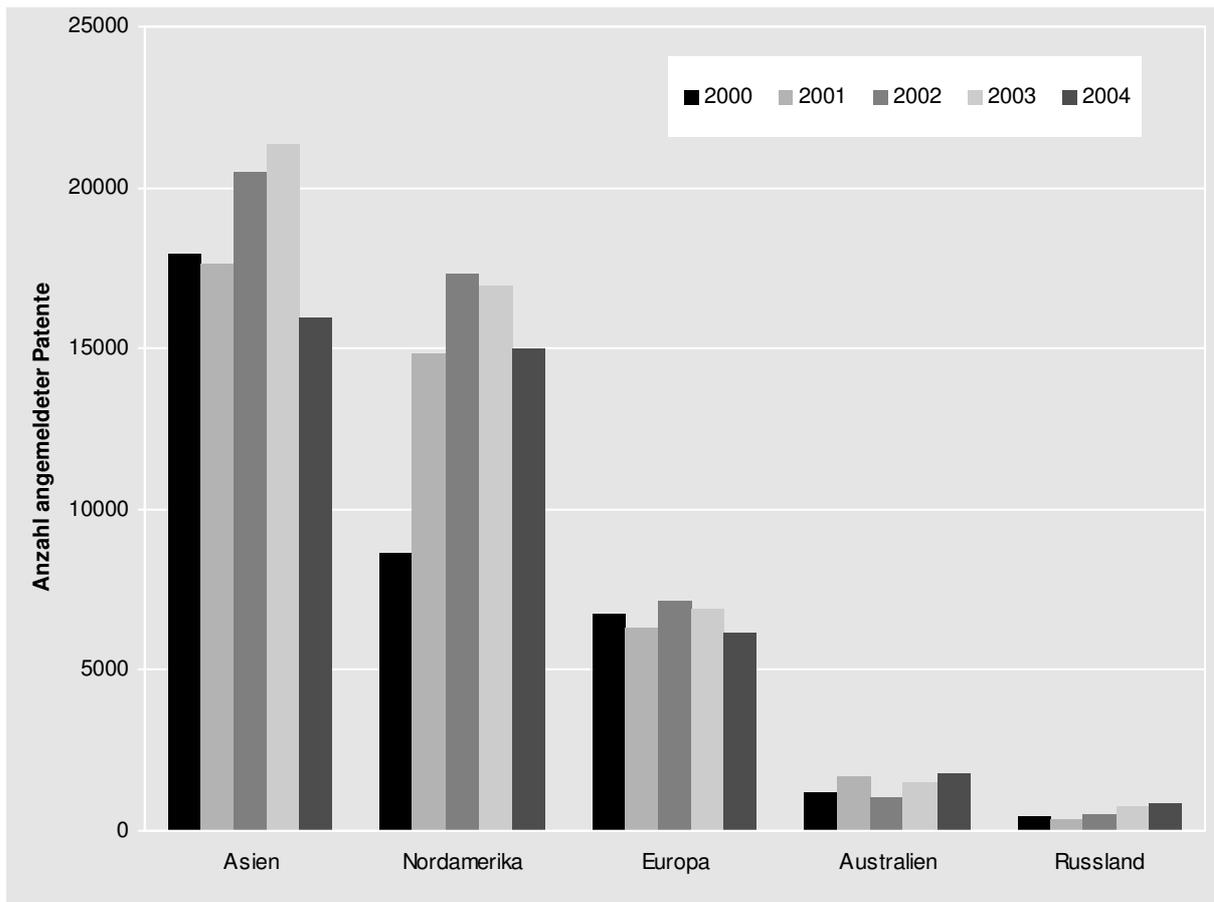
Bereits im Jahr 2002 wurde das Förderprogramm „IT-Forschung 2006“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gestartet, das mit rund 1,5 Mrd. Euro die IT-Forschung der folgenden vier Jahre fördern sollte. Auch hier wurde die Forschung für eingebettete Systeme in der Sparte Softwaresysteme mitgefördert.

6.4.3 Patente

Die Studie für die Europäische Kommission hat anhand mehrerer einschlägiger Suchbegriffe Patentverzeichnisse durchsucht, um die Anzahl der Patente, die mit eingebetteten Systemen zusammenhängen, zu schätzen (FAST GmbH/TU München, 2005). Die Analyse, die im Zeitraum von 2000 bis 2004 verschiedene Regionen miteinander vergleicht, ergibt folgendes Bild:

²⁵ Eine Definition sowie aktuelle Softwareversionen des CMMI liefert SEI (2008).

²⁶ Für weitere Informationen zum Projekt siehe <http://www.flexi-itea2.org/index.php>.

Abbildung 40: Schätzung der Anzahl angemeldeter Patente, die sich mit eingebetteten Systemen befassen

Quelle: FAST GmbH (2005)

Unternehmen aus dem asiatischen Raum haben im betrachteten Zeitraum fast dreimal so viele Patente, die im Zusammenhang mit eingebetteten Systemen stehen, angemeldet wie europäische Unternehmen. Nordamerikanische Unternehmen haben die doppelte Anzahl an Patenten angemeldet wie europäische. Wie die Studie weiter ausführt, lag der Anteil der Patente, die mit eingebetteten Systemen zusammenhängen, an der Gesamtzahl der angemeldeten Patente in der Europäischen Union und in den USA bei etwa 6 Prozent. Während diese Zahl in der EU stagnierte, konnten die USA den Anteil im Jahr 2001 auf 11 Prozent steigern. Korea und Japan hatten in derselben Zeit sogar einen Anteil von 25 Prozent. Obwohl die reine Anzahl der Patente erst einmal wenig über deren Güte aussagt, spiegeln sich in den Zahlen doch die Innovationsfähigkeit und der Stellenwert von eingebetteten Systemen in den einzelnen Regionen der Welt wider.

6.4.4 Ausbildung

Auch in der Hochschulausbildung werden die Bedeutung und die besonderen Anforderungen an Designer und Ingenieure von eingebetteten Systemen erkannt. Schon im Jahr 2000 regte eine Untersuchung für die Landesstiftung Baden-Württemberg an, zukünftige Förderschwer-

punkte für eingebettete Systeme auch auf die Aus- und Weiterbildung von Personal auszuweiten, um den zukünftigen Bedarf an Personal in diesem Bereich decken zu können.

Während die Entwicklung von eingebetteten Systemen schon länger als Pflicht- oder Wahlfach in verschiedenen Fachbereichen wie Informatik, Maschinenbau oder Elektrotechnik behandelt wird, ist in Deutschland die Möglichkeit, einen ganzen Studiengang zu diesem Thema zu belegen noch relativ jung und noch eher selten. Unter anderem bieten die Universität Oldenburg und die Fachhochschulen Pforzheim und Berlin Masterstudiengänge an, die sich schwerpunktmäßig den eingebetteten Systemen widmen.

6.5 Studien zu eingebetteten Systemen

Durch ihre zunehmende wirtschaftliche Bedeutung sind eingebettete Systeme auch Gegenstand zahlreicher Studien. Da sich das Themenfeld der eingebetteten Systeme hauptsächlich in technisch orientierten Fächern wie dem Maschinenbau oder der technischen Informatik bewegt, sind die meisten publizierten Untersuchungen zu eingebetteten Systemen eher technischer Natur. Im Folgenden werden nur Studien betrachtet, die auch ökonomische Relevanz haben. Einige der bereits präsentierten Ergebnisse gehen ebenfalls auf die nachfolgenden Studien zurück. Aufgrund der rasanten Entwicklung sind die Aussagen und Zahlen älterer Studien schnell veraltet. Deshalb werden nur solche Untersuchungen dargestellt, die im Jahr 2000 oder später entstanden sind.

6.5.1 Studie der CMP United Business Media (2006)

Die Firma CMP United Business Media, Herausgeber der größten Fachzeitschriften für eingebettete Systeme, führt seit 2001 jährlich eine Onlineumfrage durch. Die letzte verfügbare Umfrage stammt vom März 2006. Befragt wurden 1.217 Abonnenten der Fachzeitschriften aus verschiedenen Ländern, größtenteils Ingenieure aus Nordamerika und Europa, die sich intensiv mit der Herstellung eingebetteter Systeme beschäftigen. Die Umfrage deckt technische Themen wie eingesetzte Betriebssysteme und Programmiersprachen, aber auch wirtschaftliche Fragen wie den Standort des Entwicklerteams und die Kosten der Entwicklung ab. Die Ergebnisse wurden in der Studie „Embedded Systems Design – State of Embedded Market Survey“ veröffentlicht (CMP, 2006).

Insgesamt unterscheiden sich die Aktivitäten im Bereich eingebettete Systeme zwischen Nordamerika und Europa gemäß CMP (2006) nicht wesentlich, allerdings gibt es ein paar Bereiche, die deutliche Differenzen aufweisen. So liegt der Fokus von nordamerikanischen Entwicklern hauptsächlich auf dem Echtzeit- und Netzwerkbetrieb der eingebetteten Systeme. Europäische Hersteller hingegen beschäftigen sich besonders mit der Batterieleistung und drahtlosen Einsatzmöglichkeiten der eingebetteten Systeme. Weiterhin investieren europäische Projektteams mehr Zeit in das Hardware-Design, nordamerikanische Entwickler fokussieren sich dagegen auf die Softwareentwicklung. Nordamerikanische Hersteller verwenden für neue Projekte häu-

fig die gleichen Betriebssysteme wie bei ihren älteren eingebetteten Systemen, europäische Entwickler tun dies seltener.

6.5.2 Studie der FAST GmbH und der TU München (2005)

Die Untersuchung „Study of Worldwide Trends and R&D Programmes in Embedded Systems in View of Maximising the Impact of a Technology Platform in the Area“, die die FAST GmbH zusammen mit der Technischen Universität München im Auftrag der Europäischen Kommission im Jahr 2005 durchgeführt hat, gibt einen Überblick über den technologischen und branchenspezifischen Stand und die Finanzierung von eingebetteten Systemen (FAST GmbH/TU München, 2005). Die Studie beinhaltet Expertengespräche, Sekundäranalysen, die Auswertung von Patentanmeldungen und einen Onlinefragebogen, der von 249 Personen beantwortet wurde. Befragt wurden Vertreter der Industrie, von Universitäten, Forschungseinrichtungen und Regierungsorganisationen. Die Ergebnisse wurden für die sechs Sektoren Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, Automatisierungstechnik, Telekommunikation, Unterhaltungselektronik sowie medizinische Geräte ausgewertet.

Die FAST GmbH und die TU München gehen davon aus, dass Europa eine weltweite Führungsposition auf dem Gebiet der eingebetteten Systeme einnehmen kann. Die Gründe dafür sind, dass Europa in den Sektoren Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, Automatisierungstechnik und medizinische Geräte bereits eine starke Marktposition inne hat und über eine Vielzahl an hoch ausgebildeten Ingenieuren verfügt. Problematisch ist jedoch, dass selbst übliche technische Produkte wie beispielsweise ein Mobiltelefon über eingebettete Systeme aus vielen unterschiedlichen Bereichen verfügen. Deshalb kann Europa nur dann seine Marktposition ausbauen und Innovationen im Bereich der eingebetteten Systeme entwickeln, wenn alle Akteure der unterschiedlichen Industrien uneingeschränkt zusammenarbeiten und miteinander kommunizieren. Dies ist ebenfalls bei der Entwicklung von Software nötig, weil die Entwickler dabei oft nicht nur aus unterschiedlichen Industrien stammen, sondern auch innerhalb eines Unternehmens geographisch weit verstreut an einem Projekt arbeiten.²⁷

6.5.3 Studie der GfK (2000)

Die Gesellschaft für Konsumforschung (GfK), das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) und das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering (IESE) haben im Jahr 2000 für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Studie „Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland“ durchgeführt, die den Softwaremarkt in Deutschland untersucht (GfK et. al, 2000). In diesem Zusammenhang wurden auch Fragen zur Software für eingebettete Systeme gestellt. Den Fragebogen beantworteten 920 repräsentativ ausgewählte Personen telefonisch, davon 249 aus Unternehmen der Softwarebranche und 671 aus Unternehmen sonstiger Branchen. Die Umfrage geht jedoch

²⁷ Für eine Darstellung der Probleme und ersten Lösungsansätze bei der kollaborativen Softwareentwicklung siehe Hildenbrand et al. (2007) und Redmiles et al. (2007).

nicht näher auf den Herstellungsprozess für eingebettete Systeme und ihre Bedeutung für die Endprodukte ein.

Nach dieser Studie nimmt eingebettete Software eine Sonderstellung im Softwarebereich ein. Zum einen ist der Entwicklungsprozess eingebetteter Software aufgrund der engen Verzahnung mit der Hardwareentwicklung wesentlich länger als bei anderer Software. Zum anderen sind die Qualitätskriterien Zuverlässigkeit und Sicherheit von größerer Bedeutung, da sich nach der Freigabe für den Fertigungsprozess Fehler nur noch mit enormen Kosten in Form von Rückrufaktionen korrigieren lassen. Zusätzlich wird das hohe Innovationstempo bei eingebetteter Software als problematisch erachtet.

6.6 Aktuelle Entwicklung und Herausforderungen

Mit steigender Komplexität und zunehmenden Ansprüchen an eingebettete Systeme steigen auch die Herausforderungen für die Unternehmen, die eingebettete Systeme entwickeln. Da die Einsatzgebiete sehr weit gestreut und eingebettete Systeme höchst heterogen sind, sind allgemeine Trends schwer auszumachen. Trotzdem gibt es einige Aspekte, die in vielen Verwendungen von eingebetteten Systemen relevant sind, auch wenn sie nicht für alle Wirtschaftszweige gleichermaßen zutreffen. Trends für einzelne Industrien finden sich zum Beispiel in der Untersuchung der FAST GmbH und der TU München (2005) und werden im Folgenden kurz beschrieben.

6.6.1 Ein-Chip-Systeme

1965 veröffentlichte der Informatiker Gordon Moore einen inzwischen weltbekannten Aufsatz, in dem er ein exponentielles Wachstum der Komplexität von Chips (gemessen an der Anzahl der Komponenten pro Chip) im Kostenminimum beobachtete und in die Zukunft fortschrieb (Moore, 1965). Diese Aussage, mit späteren Korrekturen, wurde als „Moore’s Law“ bekannt. Heute lässt sich empirisch zeigen, dass sich die Anzahl der Transistoren auf einem Chip etwa alle zwei Jahre verdoppelt. Auch für eingebettete Systeme bedeutet dies, dass sich die Rechenleistung von Computerchips in der Vergangenheit ganz erheblich erhöht hat und sich dieser Trend in Zukunft fortsetzen wird. Trotz zunehmender Komplexität finden eingebettete Systeme heute auf immer kleinerem Raum Platz, so dass zunehmend Systeme auf einem einzelnen Chip als so genannte Systems-on-a-Chip (SoC, Ein-Chip-System) untergebracht werden, anstatt sie aus getrennten Hardware- und Software-Komponenten zusammen zu setzen (FAST GmbH/TU München, 2005). Die Vorteile solcher Systeme liegen unter anderem im niedrigeren Platz- und Energiebedarf, einer erhöhten Stabilität und geringeren Materialkosten. Obwohl diese Chips weniger Platz und Energie verbrauchen, nimmt ihre Rechenleistung von Jahr zu Jahr zu.

6.6.2 Netzwerke

Ein zweiter zu beobachtender Trend ist, dass sich eingebettete Systeme mit anderen Systemen, ob eingebettet oder nicht, zu Netzwerken zusammenschließen, um Informationen auszutauschen. Dabei können die eingebetteten Systeme Daten abgleichen, austauschen und verändern. Eine besondere Form dieser Netzwerke sind so genannte Peer-to-Peer-Netze, die aus gleichberechtigten Rechnern bestehen und ohne eine übergeordnete Infrastruktur, wie beispielsweise Server, auskommen. Dies vereinfacht die Kommunikation, da sich die Netzwerke jederzeit und überall bilden können, ohne Rücksicht auf die Verfügbarkeit eines Servers nehmen zu müssen. Geschieht die Bildung eines solchen Netzwerkes spontan, so spricht man auch von Ad-hoc-Netzwerken. Ein Beispiel für ein Ad-hoc-Netzwerk sind Handys, die über eine drahtlose Verbindung (z. B. Bluetooth) mit einem Headset kommunizieren. Es sind aber auch komplexere Netzwerke möglich, zum Beispiel im Rahmen von so genannten Pre-Crash-Systemen in Automobilen. In solchen Systemen erkennen Sensoren einen drohenden Zusammenstoß und leiten eine Reihe von Maßnahmen ein, zum Beispiel eine Straffung des Gurtes oder das Ausfahren eines Überrollbügels. Diese Vernetzbarkeiten von eingebetteten Systemen implizieren hohe Anforderungen an deren Software.

6.6.3 Software Engineering

Durch die immer weiter steigende Komplexität der Aufgaben für eingebettete Systeme steigen auch die Anforderungen an die Software für diese Systeme. Mittlerweile hat die eingebettete Software ein Maß an Komplexität erreicht, das der herkömmlichen Software für Desktop Computer in nichts nachsteht. Eingebettete Software in einem Automobil besteht heute aus etwa 10 Millionen Zeilen Quelltext, das Betriebssystem Windows XP für Desktop-Computer zum Vergleich aus 40 Millionen Zeilen (BITKOM/Berger, 2007). Aufgrund dieser Komplexität ist heute die Softwaretechnik, auch software engineering, eine Voraussetzung für das Funktionieren von eingebetteter Software.²⁸ Beim software engineering ist der Prozess der Softwareerstellung klar strukturiert. Vor der Programmierung steht unter anderem die strukturierte und standardisierte Erfassung von Anforderungen, die die Software erfüllen muss. Diesen Vorgang bezeichnet man als requirements engineering. Während der Entwicklung und in der Testphase wird die erstellte Software immer wieder mit den festgelegten Anforderungen verglichen, Abweichungen werden festgestellt und gegebenenfalls angepasst. Durch das requirements engineering wird von Anfang an sichergestellt, dass die programmierte Software den Anforderungen genügt. Fehler und fehlende Bestandteile lassen sich zu Beginn des Entwicklungsprozesses erheblich billiger beseitigen als in der Endphase oder gar bei bereits ausgelieferten Produkten.

²⁸ Siehe beispielsweise die Definition von Balzer (2001, S. 36): Softwaretechnik umfasst die „zielorientierte Bereitstellung und systematische Verwendung von Prinzipien, Methoden und Werkzeugen für die arbeitsteilige, ingenieurmäßige Entwicklung und Anwendung von umfangreichen Softwaresystemen“.

6.7 Wissenschaftliche Literatur

Dieser Abschnitt liefert eine Übersicht der wissenschaftlichen Literatur zu eingebetteten Systemen. Allerdings ist dieser Überblick nicht als umfassend anzusehen. Ein Schwerpunkt der Übersicht liegt in der Messung der Performance von eingebetteten Systemen, die bei der Entwicklung und Herstellung von eingebetteten Systemen und eingebetteter Software vorliegt. Weiterhin wird die Bedeutung von Open Source-Software für eingebettete Systeme am Beispiel von embedded Linux in dieser Übersicht erfasst.

Ein Modell zur Messung der Leistungsfähigkeit von eingebetteten Systemen stellen Bjurés und Jantsch (2001) vor. Die Autoren messen Performance als die Zeit, die der Prozessor des eingebetteten Systems benötigt, um unterschiedliche Befehle auszuführen. Der Fokus von Bjurés und Jantsch (2001) liegt dabei nicht nur auf der Schätzung der Performance, sondern auch auf der Analyse der Schätzgenauigkeit. Um die Performance schätzen zu können, entwickeln die Autoren eine neuartige Prozedur basierend auf Mapping-Funktionen und Konfidenzintervallen. Diese Prozedur testen Bjurés und Jantsch (2001) anhand zweier simulierter Prozessorprofile, wovon das erste Profil wenig komplex gehalten ist und als Einstiegstest verwendet wird, um zu prüfen, ob die Prozedur überhaupt verwertbare Ergebnisse liefert. Der zweite simulierte Prozessor hingegen führt ein hoch komplexes Bildrotationsprogramm durch. Nach mehrmaligem Durchführen des Rotationsprogramms unter wechselnden Parametern vergleichen Bjurés und Jantsch (2001) die gemessenen Ausführungszeiten der Simulation mit denen ihrer entwickelten Prozedur. Im Ergebnis zeigt sich, dass die relative Genauigkeit der Schätzung ansteigt, wenn die Anzahl der unabhängigen Variablen innerhalb des Programms sinkt.²⁹

Sangiovanni-Vincentelli und Martin (2001) beschäftigen sich in ihrem Beitrag mit dem Fortschreiten der Entwicklung von eingebetteter Software und eingebetteten Systemen. Im ersten Schritt schildern die Autoren die Probleme, die sich bei der Entwicklung von eingebetteten Systemen und deren Software für moderne Produkte ergeben. Zwar werden für die Herstellung von eingebetteter Software dieselben Programmiersprachen verwendet wie für herkömmliche Softwarepakete, allerdings benötigt eingebettete Software Unterstützung durch spezielle Hardware bei der Fehlerprüfung und Performancemessung. Dieses ist bei herkömmlichen Softwareapplikationen weitgehend überflüssig. Zudem bestehen noch keine vorgeschriebenen Standards für eingebettete Software, eine Interoperabilität verschiedener Systeme ist nicht gewährleistet. Außerdem ist der gesamte Sektor sehr kurzlebig. So kann ein System, was üblicherweise einen PC als Hardware-Unterstützung benötigt, innerhalb kürzester Zeit schon als System-on-a-Chip Lösung verfügbar sein. Diese Schnellebigkeit in Verbindung mit der fehlenden Standardisierung sorgt dafür, dass ein Systemdesigner sich mit unterschiedlichen Benutzerinterfaces, Programm- und Dokumentationsstilen auseinandersetzen muss. Weiterhin erschwert eine mangelnde Kommunikation zwischen Software- und Systemherstellern die Entwicklung neuer eingebetteter Systeme.

²⁹ Für eine exakte Darstellung des Schätzmodells und der verwendeten Simulationsmethoden siehe Bjurés und Jantsch (2001).

Zur Verbesserung der Situation schlagen die Autoren ein neues Konzept zur Koordination bei der Herstellung von eingebetteten Systemen vor. Bereits bei der Planung soll durch konkrete Spezifikationen und unter Verwendung einer einzigen Syntax für alle hergestellten Systeme gewährleistet werden, dass die Implementierung reibungslos und schnell funktioniert. Zusätzlich wird die Zielplattform vorab definiert, damit die Interoperabilität gewährleistet ist. Eine automatische Synthese von Soft- und Hardware am Ende des Implementierungsprozesses schließt das Konzept.

Gruber und Henkel (2004) versuchen zu erklären, wie sich die Probleme resultierend aus Neuheit, geringer Größe und Markteintrittsbarrieren auf junge Unternehmen mit dem Tätigkeitsfeld der embedded Linux Entwicklung auswirken. Bei embedded Linux handelt es sich um Open Source-Software, welche speziell für die Verwendung in eingebetteten Systemen entwickelt wird. Gruber und Henkels Ergebnisse basieren auf einer Stichprobe von 20 befragten embedded Linux Entwicklern. Hauptproblem eines jungen Unternehmens ist es, ausreichend fachkundige Programmierer zu finden. Embedded Linux ist weit verbreitet, wird ständig aktualisiert und erfordert kontinuierliches Lernen der Entwickler. Dafür sind die Markteintrittskosten sehr gering, besonders weil embedded Linux als Open Source-Software jedem Benutzer frei zur Verfügung steht. Diese Verfügbarkeit erhöht aber auch die Anzahl potenzieller Konkurrenten auf dem Gebiet. Eine gute Kenntnis der Industrie und der partizipierenden Unternehmen ist somit für junge Unternehmen essentiell, um sich am Markt zu etablieren. Weiterhin sind die unternehmerischen Möglichkeiten und Gelegenheiten, die sich aus einem offenen und verteilten Innovationsprozess ergeben, nicht nur auf die IT-Industrie beschränkt. Prinzipiell können sie in jeder Industrie auftreten, da das Internet derartige Innovationsprozesse in vielen Tätigkeitsfeldern unterstützt. Entsprechend ist es gemäß Gruber und Henkel (2004) besonders für junge Unternehmen wichtig, die Entwicklungstendenzen hin zu offenen und verteilten Innovationsprozessen zu ihrem Vorteil zu nutzen.

Auf Basis einer weiteren Umfrage zu embedded Linux untersucht Henkel (2006), inwieweit Unternehmen ihre entwickelten Innovationen freiwillig offenlegen und welchen Nutzen sie daraus generieren. Die Stichprobe umfasst 268 Unternehmen, deren Hauptaktivität in der Entwicklung von embedded Linux liegt. Grundsätzlich genießt der Schutz von Innovationen oberste Priorität, zumal Unternehmen häufig nur durch die Exklusivität ihrer Innovationen Gewinne realisieren können. Allerdings gibt es hierbei wichtige Ausnahmen. Laut Henkel (2006) sollten Innovationen veröffentlicht werden, sofern die Bedürfnisse der Nutzer stark heterogen sind oder die zugrunde liegende Technik hoch modular ist. Beide Eigenschaften sind bei der Programmierung von embedded Linux erfüllt.

Bei der Entwicklung von Open Source-Software wird häufig davon ausgegangen, dass die Veröffentlichung der Ergebnisse und Innovationen zwangsläufig stattfindet. Diese Annahme ist jedoch nicht korrekt, da auch Open Source-Programmierer über zahlreiche Möglichkeiten zum Schutz ihrer Entwicklungen verfügen und entsprechend selektiv ihre Innovationen preisgeben können. So veröffentlichen die Entwickler ihre Innovationen eingeschränkt oder verzö-

gert, um die Ergebnisse zu schützen und gleichzeitig nicht gegen die Auflagen der General Public License (GPL) zu verstoßen. Im Durchschnitt legten die von Henkel (2006) befragten Unternehmen 50 Prozent ihres entwickelten Codes für embedded Linux offen, während sie die übrigen 50 Prozent zurückhielten.

Zwischen den einzelnen Unternehmen gestaltet sich der Umfang des veröffentlichten Programmcodes sehr unterschiedlich. Teilweise kann dieses Verhalten aber durch Unternehmenscharakteristika erklärt werden. So fällt gemäß Henkel (2006) der Umfang des veröffentlichten Codes für kleinere Unternehmen größer aus. Auch liegt die veröffentlichte Codemenge im produzierenden Gewerbe höher als im Dienstleistungssektor. Letztendlich legen diejenigen Unternehmen relativ viel Programmiercode offen, die schon langjährige Erfahrung mit embedded Linux haben und mit dem Entwicklungsprozess von Open Source-Software entsprechend vertraut sind. Der Hauptgrund für die Veröffentlichung der Software besteht darin, informellen Entwicklungssupport in Form von Fehlerkorrekturen, Codeverbesserungen und –pflege von außen zu erhalten. Die Veröffentlichung von Innovationen birgt zusätzlich ein erhebliches Potenzial für Effizienzsteigerungen. Sofern Unternehmen ihre Innovationen schnellstmöglich offenlegen, lassen sich gemäß Henkel (2006) der Aufwand zur Realisierung einer Innovation und die Transaktionskosten der gewerblichen Lizenzierung reduzieren.

6.8 Die Zukunft eingebetteter Systeme³⁰

Der zunehmende Einsatz eingebetteter Systeme wurde in der BITKOM/Berger-Studie aus dem Jahr 2007 als wichtigster Megatrend identifiziert und wird demnach sowohl die Zukunft der IT-Branche prägen, als auch Auswirkungen auf die Entwicklung vieler anderer Branchen haben (siehe Abschnitt 6.2). Mit zukünftigen Entwicklungen eingebetteter Systeme, z.B. in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht, sowie mit möglichen Hemmnisfaktoren hinsichtlich ihrer Realisierung beschäftigt sich im Rahmen der Zukunftsforschung des Projekts FAZIT die dritte Delphi-Befragung des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI). Ziel einer solchen Delphi-Studie ist es, mithilfe von Experteneinschätzungen zu Zukunftsthese Hinweise zu erhalten, wann welche Informations- und Kommunikationstechnologien realisiert sein könnten und welche Marktpotenziale und Auswirkungen auf unterschiedliche Lebensbereiche erwartet werden (Cuhls und Kimpeler, 2008). Hierfür werden sachkundige Personen, oft Entscheidungsträger aus Wirtschaft und Forschung, aber auch aus Verbänden und anderen Organisationen befragt. Im Rahmen der dritten FAZIT Delphi-Studie wurden 35 knapp formulierte Thesen präsentiert und von den Experten nach erwartetem Realisierungszeitraum sowie möglichen Hemmnissen und Auswirkungen auf gesellschaftliche Teilbereiche beurteilt (Cuhls und Kimpeler, 2008).³¹

³⁰ Wir danken Bernd Beckert vom Fraunhofer ISI für diesen Beitrag.

³¹ Im Rahmen des Projektes FAZIT wurden drei Delphi-Befragungen durchgeführt: ein bedarfsorientiertes Delphi zur Frage „Wie nutzen wir Informations- und Kommunikationstechnologien im Jahr 2020?“ (von Oertzen, Cuhls und Kimpeler, 2006) sowie die Studien „Zukünftige Informationstechnologie für den Gesundheitsbereich“ (Cuhls, Kimpeler, 2007) und „Zukünftige Informations- und Kommunikationstechniken“ (Cuhls und Kimpeler, 2008).

Von den 35 Thesen haben sieben einen direkten oder indirekten Bezug zum Thema eingebettete Systeme (Embedded Systems). Thesen mit indirektem Bezug beziehen sich erstens auf das „Internet der Dinge“, d.h. die elektronische Vernetzung von Gegenständen des Alltags, zweitens auf das künftige „Evernet“, eines den Menschen ständig umgebenden Netzwerks, bei dem Kühlschränke, Autos, Sportschuhe, Brillen usw. mit einer IP-Adresse ausgestattet sind und selbständig Daten über das Internet austauschen können, und drittens auf die „digitale Aura“, die Menschen oder auch Dinge wie eine Datenwolke umgibt und der Umwelt Präferenzprofile anzeigen kann (Cuhls und Kimpeler, 2008). Die folgende Tabelle präsentiert die sieben Thesen sowie die Ergebnisse hinsichtlich ihres durchschnittlich erwarteten Realisierungszeitpunkts. Der Median beschreibt denjenigen Zeitpunkt, den über 50 Prozent der antwortenden Experten für wahrscheinlich halten.

Tabelle 10: Thesen zum Thema Embedded Systems sowie erwarteter Realisierungszeitpunkt

Thesen	Median
Die meiste Software wird für Embedded Systems geschrieben, also für spezifische Anwendungen konstruierte IKT-Komponenten, die in Alltagsgegenstände integriert sind. (These 14)	2015
Die wirtschaftliche Bedeutung von Embedded Systems (für spezifische Anwendungen konstruierte IKT-Komponenten, die in Alltagsgegenstände integriert sind) überragt die wirtschaftliche Bedeutung herkömmlicher PC-Systeme. (These 10)	2016
Der Input für Embedded Systems (für spezifische Anwendungen konstruierte IKT-Komponenten, die in Alltagsgegenstände integriert sind) erfolgt im Alltag über elektronische, optische, akustische oder chemische Sensoren; der Output über Motoren oder andere Steuerungseinheiten. (These 11)	2016
Ad-hoc-Vernetzung ist weit verbreitet: Wo kein Netz verfügbar ist, vernetzen sich die IKT-Komponenten, die in Alltagsgegenstände integriert sind (Embedded Systems), spontan drahtlos untereinander. (These 21)	2017
Im „Internet der Dinge“ sind nicht nur Daten, sondern auch viele Geräte und Alltagsgegenstände direkt über das Internet lokalisierbar und steuerbar. (These 4)	2015
Es gibt ein „Evernet“, in dem unter Anderem „Funketiketten“ (Smart Labels, RFID) für die im Verborgenen arbeitenden IKT-Systeme eingesetzt werden und in dem intelligente Endgeräte eigenständig interagieren. (These 5)	2017
Jeder Mensch ist von einer „digitalen Aura“ umgeben, bei der im Hintergrund codierte Präferenzprofile drahtlos ausgetauscht und verglichen werden können. So überspielt z.B. das Filmplakat einen Trailer zum neusten Kinofilm auf den PDA, oder das Handy teilt dem Besitzer im Café mit, dass die Dame am Nebentisch ihr Auto verkaufen möchte. (These 26)	2018

Quelle: Cuhls und Kimpeler (2008), S. 10-12.

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse aller 35 Thesen liefert Band 10 der FAZIT Schriftenreihe (Cuhls und Kimpeler, 2008). Die Ergebnisse der sieben Thesen zum Thema eingebettete Systeme lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- In etwa 10 Jahren könnte mehr Software für Embedded Systems geschrieben werden als für andere Anwendungen. Diese Entwicklung wird Auswirkungen auf viele Bereiche, beson-

ders die Wirtschaft und den technischen Fortschritt haben. Hemmnisse werden kaum gesehen und wenn, dann könnten technische Probleme, möglicherweise auch die Kosten eine Rolle spielen. Von Fachkennern werden eher die Kosten als die technischen Probleme als Hemmnis genannt. Ein Drittel der besonders fachkundigen Befragten sehen gar keine Hemmnisse.

- Dass die wirtschaftliche Bedeutung von Embedded Systems die wirtschaftliche Bedeutung herkömmlicher PCs übersteigen wird, zweifeln nur wenige der Delphi-Teilnehmer an. Allerdings besteht Uneinigkeit über den Realisierungszeitpunkt.
- Sensor-Input für Embedded Systems und Output über Motoren oder andere Steuereinheiten wird von den Delphi-Experten für realistisch gehalten. Allerdings wird es wohl noch 10 Jahre dauern, bis die manuelle Eingabe der Vergangenheit angehört. Die Hemmnisse auf dem Weg dorthin werden als moderat eingeschätzt. Die Auswirkungen werden sich jedoch auf diverse Bereiche erstrecken.
- In 10 Jahren könnte Ad-hoc-Vernetzung weit verbreitet sein, was große Auswirkungen auf die Wirtschaft und andere Lebensbereiche haben dürfte. Dies wird sicherlich ein Ansatzpunkt für soziologische Forschung werden. Bis zu einer weiten Verbreitung sind noch einige technische Hürden zu nehmen und auch der Datenschutz und die Standardisierung dürfen nicht unterschätzt werden.
- Ein Internet der Dinge wird in nicht allzu ferner Zukunft für machbar gehalten. Es wird Auswirkungen auf alle Lebensbereiche haben. Als Haupthindernis werden die Kosten genannt. Besonders fachkundige Befragte vermuten das größte Hemmnis allerdings im Datenschutz. Einige Kommentare zweifeln auch den Sinn eines derartigen Internets an.
- Etliche Delphi-Teilnehmer (15 Prozent) sind sehr skeptisch, dass ein Evernet überhaupt realisiert werden kann. Es existiert ihrer Meinung nach ein Bündel von noch ungelösten Problemen, in diesem Fall neben den technischen Problemen und den Kosten insbesondere Datenschutzprobleme, Gesetzeslage und Standards. Wenn das Evernet kommt, dann wird es erhebliche Auswirkungen auf alle Lebensbereiche, insbesondere Wirtschaft, Gesellschaft, technischen Fortschritt und Lebensqualität haben.
- Wenn jeder Mensch von einer „digitalen Aura“ umgeben ist, bei der im Hintergrund codierte Präferenzprofile drahtlos ausgetauscht und verglichen werden können, dann führt dies unweigerlich zu „gläsernen Menschen“. Entsprechend wird auch der Datenschutz als größtes Hemmnis wahrgenommen und fast ein Viertel aller Delphi-Befragten hält die digitale Aura für gänzlich unmöglich. Sehr viele Kommentare verweisen auf unzureichende Nutzerakzeptanz, und es wird die Frage gestellt, ob eine „digitale Aura“ überhaupt wünschenswert sei.

Künftige Einsatzfelder für eingebettete Systeme wurden weiterhin in einem FAZIT Vertiefungsszenario erörtert, das sich mit den Beiträgen von IT zur Erhöhung von Sicherheit beschäftigte (Beckert und Goluchowicz, 2008a). Im Vertiefungsszenario „Sicherheit im Auto, im öffentlichen Verkehr und im Flugverkehr“ stand z.B. die sichere, optimierte und hoch verfügbare Mobilität im Mittelpunkt, die beispielsweise durch Fahrerassistenzsysteme, Verkehrsleit-

systeme, „intelligente“ Zugangskontrollen im öffentlichen Nahverkehr oder durch digitale Sicherheitssysteme auf Flughäfen gekennzeichnet ist. Für die Erhöhung der Sicherheit im Auto werden demnach im Jahr 2020 Assistenzsysteme Autofahrer wie selbstverständlich begleiten: Spurwechselwarnung, intelligente Geschwindigkeitsanpassung, Verkehrszeichenerkennung, Kollisionswarnung, Toter-Winkel-Erkennung mit Kameras statt Rückspiegeln und Ermüdungswarnung werden weit verbreitet sein.

Neben den Delphi-Befragungen wurden im FAZIT-Projekt Szenarien für den Medien- und IT-Standort Baden-Württemberg im Jahr 2020 entwickelt. Vier Szenarien wurden auf der Grundlage von Konsistenzanalysen ausgewählt und näher beschrieben. Sie erhielten folgende charakterisierende Überschriften: „Szenario A: Die flexible, virtuelle Arbeitnehmerin“, „Szenario B: The empowered User“, „Szenario C: Die neue Wissenschaftselite“ und „Szenario D: Die IT-Branche nach der Experimentierphase“.

Das Szenario, in dem eingebettete Systeme eine besondere Rolle spielen, ist Szenario B: „The empowered User“. In diesem Szenario stehen die Vernetzung verschiedener Lebensbereiche und der breite Einsatz von adaptiven Systemen im Vordergrund. Welche Formen die allgegenwärtige Vernetzung und adaptive Systeme annehmen können, wurde in einer Storyline beschrieben, die das Leben aus der Perspektive des Jahres 2020 darstellt (siehe Beckert und Goluchowicz, 2008b).

7 Schnittstellen von Unternehmenssoftware und eingebetteten Systemen

Während in den vorangegangenen Abschnitten die Themen Unternehmenssoftware und eingebettete Systeme getrennt behandelt wurden, wird in diesem Kapitel auf die vorhandenen Schnittstellen zwischen Unternehmenssoftware und eingebetteten Systemen eingegangen. Dabei werden Beispiele für das Zusammenwirken der beiden Konzepte gegeben. Schnittstellen ergeben sich insbesondere dort, wo Unternehmenssoftware bei der Erstellung von eingebetteten Systemen hilfreich ist. Zudem kommen häufig eingebettete Systeme zum Einsatz, um exakte und zeitnahe Daten für die jeweilige Unternehmenssoftware zu liefern. In der Produktion finden sich weitere Schnittstellen, wenn Unternehmenssoftware in Form von eingebetteter Software in eingebetteten Systemen enthalten ist.

7.1 Unternehmenssoftware für die Erstellung von eingebetteten Systemen

Aufgrund der in Kapitel 6 beschriebenen Bedeutung sowie der besonderen Herausforderungen bei der Entwicklung von eingebetteten Systemen, wie z. B. der geringen Fehlertoleranzrate, der Echtzeitdatenverarbeitung oder der langfristig uneingeschränkten Funktionsfähigkeit, existieren mittlerweile zahlreiche Softwarelösungen, die sich speziell an die Entwickler eingebetteter Systeme richten. Sie sollen die Erstellung der eingebetteten Software erleichtern. Vielfach handelt es sich hierbei um technische Unternehmenssoftware, die die Produktion der oftmals winzigen Hardwarebestandteile der eingebetteten Systeme planen und steuern oder beim Entwurf der Hardware helfen kann.

Durch die steigenden Anforderungen an die Leistungen von eingebetteten Systemen wird auch das requirements engineering (siehe Abschnitt 6.6.3) immer aufwendiger, da der Komplexitätsgrad der eingebetteten Software ebenfalls wächst. Um den Vorgang des requirements engineering zu erleichtern, produziert zum Beispiel die schwedische Softwarefirma Telelogic das Tool „Telelogic DOORS“ (Telelogic, 2008). Dieses Programm speichert sämtliche Anforderungen und Produktionshinweise in einer zentralen Datenbank. Nach Storjohann (2004) umfassen beispielsweise die Anforderungen bei der Herstellung verschiedener Teile einer Mercedes-Benz S-Klasse mehrseitige Dokumente. Gemäß Weber und Weisbrod (2003) gelten für die Systeme, die in einem Mercedes für den Komfort der Passagiere zuständig sind, mittlerweile 70 verschiedene Eigenschaften mit im Schnitt je 50 Seiten Anforderungen. Die Autoren berichten in diesem Zusammenhang von einem Projekt, dessen Anforderungsdatenbank 3 Gigabyte groß ist und an der 160 Mitarbeiter arbeiten. Mit herkömmlichen Textverarbeitungsprogrammen wäre eine solche Datenmenge nicht mehr zu verwalten. Mit Hilfe

einer speziell für das Anforderungsmanagement entwickelten Datenbank lassen sich die Daten jedoch bündeln und sind überall und von jedem Berechtigten abrufbar.

Ein anderes Beispiel für ein Programm, das das requirements engineering speziell bei Herstellern eingebetteter Systeme unterstützt, ist *RT Builder* von der französischen Softwarefirma TNI (TNI-Software, 2008).

Auch für das Product Lifecycle Management (PLM, siehe Abschnitt 5.2.2) gibt es spezielle Lösungen für die Hersteller von eingebetteten Systemen. IBM bietet beispielsweise eine PLM-Lösung für eingebettete Systeme in Automobilen an. Sie beinhaltet Unternehmenssoftware und soll die weitere Softwareerstellung von der Planung bis zur Wartung unterstützen. Auch der Softwarehersteller MKS bietet eine PLM-Lösung speziell für die Bedürfnisse der Hersteller von eingebetteten Systemen an (MKS, 2006).

7.2 Eingebettete Systeme als Datenquelle für Unternehmenssoftware

In den letzten Jahren wurde vermehrt an der Erstellung von eingebetteten Systemen gearbeitet, die mit Unternehmenssoftware kommunizieren und ihr aktuelle und verlässliche Daten liefern können. Hierfür wurde zum Beispiel das Forschungsprojekt „Product Lifecycle Management and Information Tracking Using Smart Embedded Systems“ (PROMISE) ins Leben gerufen (Promise, 2008). Ziel des Projekts ist es, eingebettete Systeme zu entwerfen, die während der gesamten Lebenszeit eines Produkts regelmäßig Daten an Product Lifecycle Management-Systeme liefern. Das PLM soll dadurch effizienter und genauer werden.

Eine relativ einfache Anwendung wäre beispielsweise, während der Herstellung eines Produkts genaue Angaben über sämtliche verwendeten Stoffe auf einen Computerchip zu schreiben. Dieser Chip bleibt während des gesamten Lebenszyklus Bestandteil des Produkts. Später kann er ausgelesen und beispielsweise die umweltverträgliche Entsorgung des Produkts erleichtert werden. Basierend auf der exakten Liste der Bestandteile des Produktes lässt sich problemlos herausfinden, welche Art der Entsorgung die geeignete ist und ob das Produkt in einem Stück oder bei enthaltenen chemischen Zusatzstoffen in Einzelteilen entsorgt werden muss. Es sind aber auch komplexere Aufgaben denkbar. So könnte für einzelne Teile in Produktionsmaschinen über ihre Lebenszeit hinweg gespeichert werden, wie oft und wie stark sie beansprucht wurden. Damit ließen sich Wartung und Weiterverwendung dieser Maschinen vereinfachen. Es ist auch denkbar, dass defekte Teile automatisch eine elektronische Nachricht mit einem Wartungsauftrag an den Hersteller versenden, damit dieser eine Reparatur veranlassen oder einen Ersatz bereitstellen kann.

Das Forschungsprojekt PROMISE läuft bis April 2008, ist als Public-Private-Partnership organisiert und wird von der EU mit 8 Mio. Euro gefördert. An dem Projekt beteiligen sich unter anderem das Technologieunternehmen Infineon und der Unternehmenssoftwareanbieter SAP.

7.3 Eingebettete Systeme in der Produktion

Die verwendete Definition von Unternehmenssoftware umfasst auch eingebettete Software, die in Produktionsmaschinen oder anderen technischen Anlagen in Unternehmen eingesetzt wird. Immer häufiger muss diese eingebettete Software Echtzeitinformationen über die Produktion an übergeordnete, z. B. kaufmännische Unternehmenssoftware liefern können.

Wie bereits in Abschnitt 6.2.1 beschrieben, liegt eine Schwachstelle klassischer ERP-Systeme zum Beispiel darin, dass Produktionsanlagen und Maschinen nicht uneingeschränkt mit der Material- und Produktionsplanung der ERP-Systeme kommunizieren können. ERP-Systeme erhalten dementsprechend oft keine genauen und zeitnahen Daten aus der Produktion. Materialaufwand und Maschinenlaufzeit müssen dann von Hand bestimmt und eingegeben werden, was zu Ungenauigkeiten und Fehlern führen kann und relativ viel Zeit in Anspruch nimmt. Die Herausforderung in komplexen Produktionen besteht also darin, dass eingebettete Systeme in Maschinen und Produkten in der Lage sind, unverzüglich alle relevanten Informationen zu Durchlaufzeiten, Fehlern in der Produktion und zum genauen Material- und Energieverbrauch an übergeordnete Unternehmenssoftware, wie zum Beispiel ERP-Systeme zu liefern.

Als Verbindungsglied zwischen den Maschinen und der kaufmännischen Software dient dabei so genannte MES-Software (Qui und Zhou, 2004). MES steht für Manufacturing Execution System und ist eine Planungs- und Steuerungssoftware, die zeitnah Informationen aus dem Produktionsprozess einerseits und dem ERP andererseits verarbeiten kann.³² Durch die Informationen, die die eingebetteten Systeme der Fertigungsanlagen an das MES-System liefern, kann der Produktionsprozess in Echtzeit kontrolliert werden. Die Daten der aktuellen Produktion werden vom MES mit Performance-Analysen und Prozessmanagementverfahren aufbereitet und im Anschluss an den kaufmännischen Bereich weitergeleitet. Eine Umcodierung der Daten, die sich häufig zeitintensiv und fehleranfällig gestaltet, entfällt.

Auf der anderen Seite kann MES sämtliche kaufmännischen Daten, beispielsweise von ERP-Systemen, verarbeiten und diese exakt und unverzüglich an die für die Produktion zuständigen Maschinen weiterleiten. Die Datenübertragung zwischen den Maschinen und dem MES erfolgt dabei oft über standardisierte Schnittstellen, sodass die Systeme hersteller- und systemübergreifend funktionieren. Dieses Konzept heißt Maschinendatenerfassung (MDE) und ermöglicht eine präzise und umfassende Planung der Materialkosten und Maschinenlaufzeiten. Auf diese Weise ist eine genauere Produktionsplanung mit geringerer Lagerhaltung und verbesserter Einhaltung von Lieferzeiten möglich.

MES werden von vielen Softwareherstellern, auch teilweise unter anderem Namen, für sämtliche Betriebssysteme angeboten. Qui und Zhou (2004) bieten eine Übersicht über fünf MES

³² Für eine weiterführende Definition der Aufgaben und Funktionen des MES siehe MESA (1997a und 1997b).

Softwarelösungen unterschiedlicher Hersteller und erklären deren verschiedene Funktionen und Module. Dargestellt werden die MES-Lösungen der Unternehmen Consilium, Inc., Promis Systems Corporation, USDATA, Camstar und IBM. Diese bilden jedoch nur einen kleinen Teil der am Markt verfügbaren Softwarepakete für MES ab. Auch SAP, Oracle und Infor vertreiben MES-Lösungen (Modern Materials Handling, 2007).

Eine weitere Schnittstelle ergibt sich im Rahmen der Produktionsplanung. Hier wird häufig technische Unternehmenssoftware eingesetzt, wie zum Beispiel Softwarepakete des Computer Aided Manufacturing (CAM). Sie wird auch als rechnergestützte Fertigung bezeichnet. CAM-Software unterstützt Ingenieure und Maschinisten in der Fertigung und hilft bei der Entwicklung neuer Prototypen für einzelne Produktkomponenten, indem sie beispielweise aus den von CAD-Systemen erzeugten 3D-Modellen (siehe Abschnitt 5.2.3) Computer Numerical Control (CNC-) Programme erzeugt. Diese CNC-Programme werden im Anschluss an ein eingebettetes System der Produktionsanlage weitergeleitet, welche den Fertigungsauftrag daraufhin ausführt. Auf diese Weise sind komplizierte Fertigungen möglich, die im Voraus durchdacht und geplant werden können.³³

7.4 Wissenschaftliche Literatur

Dieser Abschnitt liefert eine Übersicht zur wissenschaftlichen Literatur, deren Fokus auf den Schnittstellen von Unternehmenssoftware und eingebetteten Systemen liegt. Dieser Überblick ist nicht als umfassend anzusehen, zeigt jedoch beispielhaft wichtige Erkenntnisse auf diesem Gebiet. Die Schwerpunkte der Übersicht liegen hierbei auf Studien zu den Unternehmenssoftwarepaketen MES und CNC, die eine Kommunikation zwischen kaufmännischer Software und den Maschinen im Produktionsprozess ermöglichen und die Steuerung von Maschinen gewährleisten. Zusätzlich werden aktuelle Entwicklungen und Modelle des Product Lifecycle Managements dargestellt.

Qui und Zhou (2004) liefern eine umfassende Darstellung des aktuellen Entwicklungsstands von MES. Diese umfasst einerseits eine Abgrenzung des Aufgabengebietes von MES und beschreibt andererseits die Vernetzung von MES mit anderen Unternehmenssoftwarepaketen. Weiterhin werden in dieser Studie die Möglichkeiten, die sich für das verwendende Unternehmen im Hinblick auf eine Effizienzsteigerung in der Produktion und eine Reduzierung der Fehlerquote und Ausfallzeiten bieten, dargestellt. Außerdem wird ein Ausblick auf die weitere Entwicklung des MES gegeben. Der Fokus der beiden Autoren liegt dabei auf der Halbleiterindustrie.

Neben den potenziellen Vorteilen, wie einer Verbesserung der Produktionsperformance und einer vergrößerten Funktionsvielfalt bei der Optimierung der Produktionsabläufe, ergeben sich auch einige Probleme aus der Verwendung eines MES. Ein MES kann Verbesserungen und

³³ Eine Marktübersicht von CAM Softwareverkäufern liefert CIMdata (2007).

Zeitersparnisse nur dann realisieren, wenn es die Daten aus dem kaufmännischen Bereich und der Produktion in Echtzeit erhält. Da jedoch Maschinen, die über entsprechende eingebettete Systeme verfügen, sehr kostenintensiv sind, wird ein Großteil der Daten aus der Produktion häufig noch manuell eingegeben und an das MES weitergeleitet. Dies führt zu Zeitverlusten und erhöht die Gefahr potenzieller Fehleingaben. Wird ein MES gar in einer ganzen Unternehmensgruppe mit geographisch weitverzweigten Standpunkten verwendet, muss es für eine korrekte Arbeitsweise über die Daten aller Produktionsanlagen verfügen. Die nötige Koordination der Daten bedeutet für das Unternehmen einen hohen Aufwand. Außerdem verwenden bei einem weltweit aktiven Unternehmen die einzelnen Standorte häufig MES unterschiedlicher Hersteller. In einem solchen Fall müssen gemäß Qui und Zhou (2004) zusätzliche Mechanismen zur Systemintegration verwendet werden.

Ein weiteres Problem liegt darin, dass ein MES aufgrund seiner komplizierten Programmierung häufig über keinerlei Anpassungsmöglichkeiten an neue Technologien verfügt. Ein Update ist somit kaum möglich und ein Austausch des Systems sehr kostenintensiv. Zudem kann ein MES die Daten aus der Produktion ohne vorherige Filterung und Sortierung nicht verarbeiten, da sie in unterschiedlichen Darstellungen von einer Vielzahl unterschiedlicher Quellen stammen.³⁴

Eine Verbesserung des MES muss gemäß Koch (2001) vor allem in den Bereichen der Systemintegration und der Rekonfiguration erfolgen. Zusätzlich sprechen sich Ye und Qui (2003) für eine vereinfachte Handhabbarkeit aus. Eine Plug & Play basierte Anwendung, nach Möglichkeit unabhängig von der technischen Ausstattung der Anwender, ist nach Ansicht der Autoren wünschenswert.

Maschinen, die auf der Steuerungssoftware CNC basieren, können ältere konventionelle Maschinen ergänzen oder ersetzen. Ihre Anschaffung ist jedoch mit hohen Kosten verbunden. Trotz der hohen Anschaffungskosten bieten CNC-basierte Maschinen gemäß Thyer (1991) und Luggen (1994) jedoch auch eine Vielzahl an Vorteilen. So verbessern sie die Effizienz des Produktionsprozesses, indem sie den Output steigern, ohne die Betriebskosten zu erhöhen. Außerdem können die Maschinen ihre Tätigkeiten unter computergestützter Kontrolle schneller ausführen. Weiterhin sorgt die automatisierte elektronische Datenübertragung dafür, dass keine Eingabefehler entstehen. Auch die Qualität der Produkte steigt, da CNC-basierte Maschinen aufgrund ihrer exakten Programmierung präziser als herkömmliche Maschinen arbeiten. Zudem bietet die Verwendung von CNC-fähigen Maschinen dem Betrieb häufig die Möglichkeit, neuartige Produkte zu entwickeln und seine Produktpalette auszudehnen, da sie über weitaus mehr Funktionen als konventionelle Maschinen verfügen.

Bokhorst et al. (2002) entwerfen ein ökonomisches Modell der Wertschöpfungskette, um die optimale Aufteilung zwischen neuen CNC-Maschinen und konventionellen Maschinen für ein Unternehmen zu berechnen. Das Modell bezieht sowohl mögliche Vorteile als auch potenzielle

³⁴ Für einen Überblick über mögliche Filtermethoden und Datenzusammenfassungen siehe Qui und Xu (2003).

Kosten der CNC-Maschinen mit ein. Ziel ist die Maximierung des Kapitalwerts über einen vorgegebenen Planungshorizont. Hierbei wird zunächst der Zahlungseingang betrachtet. Dieser umfasst zum Beispiel die Einnahmen aus dem Verkauf der mit Hilfe der CNC-Maschinen erstellten Produkte. Zudem wird der potenzielle Veräußerungswert der herkömmlichen Maschinen aufgenommen, da diese möglicherweise durch CNC-basierte Maschinen ersetzt werden. Im Zahlungsausgang werden in erster Linie die Investitionen in die neuen Maschinen erfasst. Hinzu kommen die Kosten für Planung, Transport, Aufbau, Energie, Personal und Wartung sowie Abschreibungen. Im Zentrum des Modells stehen jedoch nichtmonetäre Faktoren, die die Planung einer Investition in eine CNC-Maschine beeinflussen. So fließt in die Berechnung mit ein, welche neuen Funktionen die CNC-Maschine bietet, wie viel schneller sie arbeitet und ob sie gemeinsam mit herkömmlichen Maschinen eingesetzt werden kann oder diese ersetzen wird. Das Modell ist jedoch nicht in der Lage, nichtmonetäres Kapital des betrachteten Unternehmens, wie Lerneffekte oder den Ruf des Betriebes, aufzunehmen. Derartige Aspekte fließen aber in eine Investitionsentscheidung über CNC-Maschinen mit ein. Um zu erkennen, welche nichtmonetären Größen Einfluss auf die Investitionsentscheidung haben, schlagen Bokhorst et al. (2002) die Durchführung einer empirischen Analyse vor. Eine solche Analyse könnte nicht zuletzt dazu dienen, solide Investmentprozeduren zu entwickeln. Allerdings weisen die Autoren darauf hin, dass bisher noch keinerlei Daten für eine entsprechende Analyse verfügbar sind.

Die Verwendungsmöglichkeiten von Product Lifecycle Management Systemen demonstrieren Chiang und Trappey (2007) anhand einer Fallstudie in der Produktion von Liquid Crystal Displays (Flüssigkristallbildschirmen). Der Fokus liegt hierbei auf Strategien zur Integration von LCD-Displays in Mobiltelefonen. Im Anschluss an eine Analyse der theoretischen Geschäftsmodelle und PLM-Module, benennen die Autoren die Anforderungen an eine PLM-Softwarelösung im LCD-Bereich.³⁵ Das PLM-System muss vor allem in der Lage sein, Daten aus den übrigen Unternehmenssoftwarepaketen wie ERP, SCM und CRM zu verarbeiten, damit die Fertigung und Entwicklung ohne Zeitverzögerung ablaufen kann (Chiang und Trappey, 2007). Ist diese Grundvoraussetzung erfüllt, realisiert das Unternehmen gemäß Chiang und Trappey (2007) durch die unterschiedlichen PLM-Module viele Vorteile. So hilft zum Beispiel das „Projekt Portfolio Management Modul“ den Managern dabei, die beste Produktportfolio-Strategie zu entwickeln. Steht das Produktportfolio fest, bündelt und fokussiert das Modul für das Programm- und Projektmanagement die Forschungsaktivitäten. Das Ablaufmanagementmodul ermöglicht die Ausführung jeder Aktivität im Produktlebenszyklus in Echtzeit per Internet. Die Anforderungen an ein neues Produkt werden über das „Requirements Management Modul“ erarbeitet. Sofern das erste Design des Produktes festgelegt ist, lässt sich mit dem PLM-System der gesamte Produktionsprozess simulieren. Das System weist dabei auf potenzielle Engpässe bei verfügbaren Ressourcen oder Probleme in der Produktion hin. Zusätzlich nimmt das PLM-System Informationen von Kunden über Produktprobleme auf und leitet diese an die zuständigen Mitarbeiter weiter. Über das virtuelle Teamwork-Modul wiederum ermög-

³⁵ Für eine theoretische Darstellung von Geschäftsmodellen siehe auch Porter (1985) und Morris et al. (2005). Zur Theorie des PLM siehe Hou et al. (2004).

licht das PLM-System eine komplette Vernetzung aller am Produktionsprozess beteiligten Parteien, wie strategische Partner und Zulieferer.

Drei weitere wichtige PLM-Module umfassen gemäß Chiang und Trappey (2007) die Bereiche Dokumenten-, Lieferanten- und Beschaffungsmanagement. Neben dem Zusammentragen und Aufbereiten der gesamten Produktdaten steuert das Dokumentenmanagement den Zugang der Mitarbeiter zu jenen Daten, die für sie jeweils relevant sind. Das Modul für Lieferantenmanagement sammelt alle wichtigen Informationen über die Ressourcenverfügbarkeit und potenzielle Anbieter. Weiterhin bietet es Methoden zur Bewertung verfügbarer Lieferanten. Das Beschaffungsmanagement schließlich standardisiert und automatisiert alle Vorgänge im Beschaffungswesen. So lassen sich Zeitaufwand, Arbeitsbedarf und Kosten in diesem Bereich reduzieren. Außerdem schickt dieses Modul selbstständig Anfragen an Lieferanten, sofern Ressourcen benötigt werden, und unterstützt die Mitarbeiter bei der Vertragsausarbeitung.

8 Literatur und weiterführende Informationen

8.1 Literatur

Acceleratedsys (2008)

Embedded Systems and Real Time Operation Systems. White Paper.

http://www.acceleratedsys.com/pdf/es_rtos.pdf, zugegriffen am 10.03.2008.

AGILE-ITEA (2007)

Project Results.

http://www.agile-itea.org/public/papers/ITEA-AGILE-results_oct-07.pdf,

zugegriffen am 14.03.2008.

Albert, C.; Fuchs, C. (2007)

Durchblick im Begriffsdschungel der Business-Software.

<http://www.logistik-inside.de/fm/2248/Durchblick%20Business%20Software.pdf>,

zugegriffen am 06.07.2007.

Andersson, A.; Müller, R. (2007)

Containing Transaction Cost in ERP Implementation Through Identification of Strategic Learning Projects. Project Management Journal, Vol. 38, Nr. 2, S. 84-92.

ARTEMIS (2006)

Strategic Research Agenda, First Edition.

<http://www.artemis-office.org/DotNetNuke/Portals/0/Press%20documents/>

[SRA%20MARS%202006.pdf](http://www.artemis-office.org/DotNetNuke/Portals/0/Press%20documents/SRA%20MARS%202006.pdf), zugegriffen am 06.07.2007.

BITKOM und Berger (2007)

Zukunft digitale Wirtschaft, Strategische Wachstumsfelder – Empfehlungen an Politik und Unternehmen in Deutschland, Gemeinsame Studie des BITKOM e. V. und der Roland Berger Strategy Consultants.

[http://www.bitkom.org/files/documents/Zukunft_digitale_Wirtschaft_BITKOM-](http://www.bitkom.org/files/documents/Zukunft_digitale_Wirtschaft_BITKOM-Roland_Berger_Studie.pdf)

[Roland_Berger_Studie.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/Zukunft_digitale_Wirtschaft_BITKOM-Roland_Berger_Studie.pdf), zugegriffen am 02.07.2007.

Beckert, B.; Goluchowicz, K. (2008a)

Sicherheit durch IT – Fünf Anwendungsszenarien für das Jahr 2020. Studie im Rahmen von FAZIT. Karlsruhe: Fraunhofer ISI, Manuskript.

Beckert, B.; Goluchowicz, K. (2008b)

Die IT- und Medienwelt in Baden Württemberg im Jahr 2020. Vier Basisszenarien. Studie im Rahmen von FAZIT Forschung. Karlsruhe: Fraunhofer ISI, Manuskript. Erscheint als Band der FAZIT-Schriftenreihe.

bits (2003)

Bericht der Arbeitsgruppe Unternehmenssoftware – Clusterinitiative Unternehmenssoftware Baden-Württemberg
<http://www.doit-online.de/ADMIN/ASSETS/files/cluster.pdf>, zugegriffen am 03.07.2007.

Bjuréus, P.; Jantsch, A. (2001)

Performance Analysis with Confidence Intervals for Embedded Software Processes. Proc. 14th International Symposium on System Synthesis (ISSS'01), Montreal, Quebec, Canada, October 2001.

Börgens, M. (2001)

Computer Aided Quality – Statistische Verfahren und optimierte Prüfmethodik. Vortrag auf dem 2. Friedberger Blechtag, 6.9.2001. verfügbar unter <http://www.fh-friedberg.de/users/boergens/dokumente/blechtag.pdf>, zugegriffen am 18.03.2008

Bokhorst, J. A. C; Slomp, J.; Suresh, N. C. (2002)

An Integrated Model for Part-Operation Allocation and Investments in CNC Technology. In: International Journal of Production Economics, Vol. 75, S. 267-285.

Botta-Genoulaz, V.; Millet, R.-A. (2005)

A Classification for Better Use of ERP Systems. Computers in Industry, Vol. 56, Nr. 6, S. 573-587.

BMBF (2002)

IT-Forschung 2006 – Förderprogramm Informations- und Kommunikationstechnik.
www.it2006.de/_media/it_forschung_2006.pdf, zugegriffen am 19.02.2008.

BMBF (2007)

IKT 2020 – Forschung und Innovationen.
<http://www.bmbf.de/pub/itk2020.pdf>, zugegriffen am 19.02.2008.

CIMdata (2007)

CAM Software Market Leaders Named by CIMdata
<http://www.cimdata.com/newsletter/2007/23/02/23.02.01.htm>, zugegriffen am 25.03.2008.

CGEY; FH Konstanz; TU Berlin (2001)

Der Nutzen von ERP-Systemen – Eine Analyse am Beispiel von SAP R/3
http://www-home.fh-konstanz.de/~rmartin/artikel/BeFITT_broschuere.pdf,
zugegriffen am 15.08.2007.

Chiang, T.-A.; Trappey, A. J. C. (2007)

Development of Value Chain Collaborative Model for Product Lifecycle Management and Its LCD Industry Adoption. In: International Journal of Production Economics, Vol. 109, S. 90-104.

Chávez, G.; Lorenzo, O. (2006)

The Impact of Supply Chain Applications Announcements on the Market Value of Firms. In: Supply Chain Forum: International Journal, Vol. 7, Nr. 2, S. 36-42.

CMP (2006)

Embedded Systems Design – State of Embedded Market Survey.
<ftp://ftp.embedded.com/pub/ESD%20SubscribSurvey/2006%20ESD%20Market%20Study.pdf>, zugegriffen am 04.07.2007.

Computerwoche (2007a)

SAP, Microsoft, Infor, Sage und Oracle sind die Top-Five im ERP-Geschäft, 25.07.2007
http://www.computerwoche.de/knowledge_center/enterprise_resource_planning/596904/index.html, zugegriffen am 27.07.2007.

Computerwoche (2007b)

SCM: Ist i2 der nächste Übernahmekandidat?, 02.10.2007
http://www.computerwoche.de/knowledge_center/enterprise_resource_planning/552038/, zugegriffen am 04.03.2008.

Computerwoche (2008)

Marktübersicht: Quelloffene ERP-Lösungen in Java.
http://www.computerwoche.de/hp_cw_mittelstand/loesungen/1858272/, zugegriffen am 26.03.2008

Cuhls, K.; Kimpeler, S. (2008)

Delphi-Report: Zukünftige Informations- und Kommunikationstechniken. FAZIT-Schriftenreihe, Band 10. Stuttgart: MFG Stiftung Baden-Württemberg.

Cuhls, K.; von Oertzen, J.; Kimpeler, S. (2007)

Zukünftige Informationstechnologie für den Gesundheitsbereich. FAZIT-Schriftenreihe Band 6. Stuttgart: MFG Stiftung Baden-Württemberg.

Dehning, B.; Richardson, V. J.; Zmud, R. W. (2007)

The Financial Performance Effects of IT-Based Supply Chain Management Systems in Manufacturing Firms. In: Journal of Operations Management, Vol. 25, Nr. 4. S. 806-824.

Dirscherl, H.-C. (2007)

Microsoft gegen Usedsoft: Sind gebrauchte Software-Lizenzen legal?
http://www.pcwelt.de/start/software_os/systemtools/news/73797,
zugegriffen am 29.08.2007.

Embedded.com (2006)

Microsoft Steers for Embedded Future.
http://www.embedded.com/news/embeddedindustry/193502038?_requestid=90778,
zugegriffen am 18.03.2008

Esteves, J.; Pastor, J. (2001)

Enterprise Resource Planning Systems Research: An Annotated Bibliography. In: Communication of Information Systems, Vol. 7, S. 1-52.

Europäische Kommission (2006)

Overview of European Technology Platforms in ICT.
ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/about/ict_etp_overview.pdf, zugegriffen am
02.08.2007.

Europäische Kommission (2007)

The European E-Business Report, 2006/07 Edition, A Portrait of E-Business in 10 Sectors of the EU Economy – 5th Synthesis Report of the E-Business W@tch.
http://www.ebusiness-watch.org/key_reports/documents/EBR06.pdf,
zugegriffen am 06.08.2007.

FAST GmbH und TU München (2005)

Study of Worldwide Trends and R&D Programmes in Embedded Systems – Final Report for the European Commission.
ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/embedded/final-study-181105_en.pdf,
zugegriffen am 02.07.2007

Francalani, C. (2001)

Predicting the Implementation Effort of ERP Projects: Empirical Evidence on SAP/R3. In: Journal of Information Technology, Vol. 16, S. 33-48.

Frankfurter Allgemeine Zeitung (2008)

Informatikbranche – Markt für Unternehmenssoftware

<http://berufundchance.fazjob.net/s/RubD49D24F35F97418295DF414F94DF12B2/Doc~EE24DCE5625B4411C987FE8643E5B47FC~ATpl~Ecommon~SMed.html>, zugegriffen am 05.04.2008

Fricke, M., Götze, K., Pols A., Renner T. (2006)

eBusiness Barometer 2006/2007.

https://www.bdi-online.de/Dokumente/Energie-Telekommunikation/Studie_eBus.pdf, zugegriffen am 06.08.2007.

GfK, Fraunhofer-ISI und Fraunhofer-IESE (2000)

Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland – Eine Studie für das Bundesministerium für Bildung und Forschung.

http://www.iese.fraunhofer.de/fhg/Images/Softwareentwicklung_Deutschland_Evasoft_tcm175-46413.pdf, zugegriffen am 02.07.2007.

Gruber, M.; Henkel, J. (2004)

New Ventures Based on Open Innovation – An Empirical Analysis of Start-Up Firms in Embedded Linux. In: International Journal of Technology Management, Vol. 33, Nr. 4, S. 356-372.

Hartmann, B.; Buchholz, A.; Beckert, B. (Hrsg.) (2008)

Sicherheit durch IT. Marktchancen und Herausforderungen für Baden-Württemberg. FAZIT-Schriftenreihe Band 13. Stuttgart: MFG Stiftung Baden-Württemberg.

Hendricks, K. B.; Singhal, V. R.; Stratman, J. K. (2007).

The Impact of Enterprise Systems on Corporate Performance: A Study of ERP, SCM and CRM System Implementations. In: Journal of Operations Management, Vol. 25, Nr. 1, S. 65-82.

Henkel, J. (2006)

Selective Revealing in Open Innovation Processes: The Case of Embedded Linux. In: Research Policy, Vol. 35, Nr. 7, S. 953-963.

Hildenbrand, T.; Rothlauf, F.; Heinzl, A. (2007)

Ansätze zur kollaborativen Softwareerstellung. In: Wirtschaftsinformatik, Vol. 49, Sonderheft, S. 72-80.

Hippner, H.; Martin, S.; Wilde, K. (2003)

Customer Relationship Management – Strategie und Realisierung

http://www.ku-eichstaett.de/Fakultaeten/WWF/Lehrstuehle/WI/Lehre/knd_is/knd_is_lit/HF_sections/content/Hippner...CRM%20-%20Strategie%20und%20Realisierung.pdf,
zugegriffen am 09.07.2007.

Hitt, L. M.; Wu, D. J.; Zhou, X. (2002)

Investment in Enterprise Resource Planning: Business Impact and Productivity Measures.

In: Journal of Management Information Systems, Vol. 19, Nr. 1, S. 71-98.

Hossain, L.; Patrick, J. D.; Rashid, M. A. (2000)

Enterprise Resource Planning: Global Opportunities and Challenges. In: IDEA Group Publishing.

Hou, J. L.; Trappey, A. J. C.; Kuo, J. Y.; Lu, T. H. (2004)

The Control Model of Knowledge Process for Supporting Product Lifecycle Management.

In: Journal of Mechanical Industry, Vol. 249, S. 120-132.

James, G. (1997)

IT Fiascos and How to Avoid Them. Datamation, Vol. 43, S. 84-8.

Luggen, W. W. (1994)

Fundamentals of Computer Numerical Control. In: Delmar Publisher, Albany, New York.
3rd Edition.

Markus, M. L.; Tans, C. (1999)

The Enterprise Systems Experience – From Adoption to Success (Claremont Graduate University, California).

Martin, M. (1998)

An Electronics Firm Will Save Big Money by Replacing Six People With One and Loose All the Paperwork, Using Enterprise Resource Planning Software. But Not Every Company Has Been so Lucky. In: Fortune, 137 (2), S. 149-151.

Matolcsy, Z. P.; Booth, P.; Wieder, B. (2005)

Economic Benefits of Enterprise Resource Planning Systems: Some Empirical Evidence.

In: Accounting and Finance, Vol. 45, S. 439-456.

MESA (1997a)

MES Functionalities & MRP to MES Data Flow Possibilities. In: MESA International, White Paper 2, verfügbar unter: <http://www.mesa.org>, zugegriffen am 18.02.2008.

MESA (1997b)

MES Explained: A High Level Vision. In: MESA International, White Paper 6, verfügbar unter: <http://www.mesa.org>, zugegriffen am 18.2.2008.

MKS 2006

Embedded Systems Lifecycle Management.

http://download.mks.com/downloads/datasheet_embedded.pdf, zugegriffen am 15.02.2008.

Modern Materials Handling (2007)

Top 20 Supply Chain Management Software Providers

<http://www.mmh.com/article/CA6439728.html>, zugegriffen am 23.03.2008

Moon, Y. B. (2007)

Enterprise Resource Planning (ERP): A Review of Literature. In: International Journal of Management and Enterprise Development, Vol. 4, Nr. 3, S. 235-264.

Moore, G. (1965)

Cramming More Components Onto Integrated Circuits. In: Electronics, Vol. 38.

Morris, M.; Schindehutte, M.; Allen, J. (2005)

The entrepreneur's business model: toward a unified perspective. In: Journal of Business Research, Vol. 58, S. 726-735.

m+p consulting (2007)

CAFM Online Marktübersicht

<http://www.baunetz.de/fachplaner/cafm/>, zugegriffen am 18.03.08

Nicolaou, A. I. (2004)

Firm Performance Effects in Relation to the Implementation and Use of Enterprise Resource Planning Systems. In: Journal of Information Systems, Vol. 18, Nr. 2, S. 79-105.

von Oertzen, J.; Cuhls, K.; Kimpeler, S. (2006)

Wie nutzen wir Informations- und Kommunikationstechnologien im Jahr 2020? – Ergebnisse einer Delphi-Befragung. FAZIT-Forschungsbericht Band 3. Stuttgart; Karlsruhe: Fraunhofer ISI; MFG.

Parr, A.; Shanks, G. (2000)

A Model of ERP Project Implementation. In: Journal of Information Technology, Vol. 15, S. 289-303.

Patrick Hook Associates (2004)

Car Sparks – What Price Automotive Electronics?

<http://www.patrickhook.com/features/feature27.html>, zugegriffen am 04.07.2007.

Plant, R.; Willcocks, L. (2007)

Critical Success Factors in International ERP Implementations: A Case Research Approach. In: Journal of Computer Information Systems, Spring 2007, S. 60-70.

Porter, E. M. (1985)

Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. In: Free Press, New York.

Promise 2008

<http://www.promise.no/>, zugegriffen am 18.02.2008.

Qiu, R. G.; Zhou, M. (2004)

Mighty MESs; State-of-the-Art and Future Manufacturing Execution Systems. In: IEE Robotics & Automation Magazine, Vol. 11, Nr. 1, S. 19-25.

Qui, R.; Xu, Q. (2003)

Heterogeneous Knowledge Syntheses for E-Manufacturing Systems. In: Proceedings of the International Conference of Industrial Engineering & Engineering Management, Shanghai, China, S. 1-8.

Roland Berger & Partner (2000)

Zukunftsinvestitionen in Baden-Württemberg – Zusammengefasste Projektergebnisse für die Landesstiftung Baden-Württemberg gGmbH.

<http://www.landesstiftung-bw.de/ausschreibungen/download/broschuere.pdf>, zugegriffen am 29.02.2008.

Ross, J. W. (1998)

The ERP Revolution: Surviving Versus Thriving (Centre for Information Systems Research, Sloan School of Management).

Sangiovanni-Vincentelli, A.; Martin, G. (2001)

A Vision for Embedded Software. In: Cases 2001, November 16-17, Atlanta, Georgia.

Santo, B. (2001)

Embedded. In: IEEE Spectrum, Dezember 2001, S. 36-41.

SAP (2007)

SAP auf einen Blick

http://www.sap.com/germany/company/investor/pdf/2007-03-01_factsheet_de.pdf,
zugegriffen am 05.07.2007.

SAP (div.)

SAP Geschäftsberichte, diverse Jahrgänge

<http://www.sap.com/germany/company/investor/reports/index.epx>,
zugegriffen am 05.07.2007.

Software Engineering Institute (2008)

What is CMMI?

<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/general/index.html>, zugegriffen am 14.03.2008.

Softguide (2008)

Aktuelle Marktübersicht – Software für CAD, 2D 3D CAD-Software, CAE, CAE-Software, CAM, CAM-Software. <http://www.softguide.de/software/cad.htm>,
zugegriffen am 18.03.2008

Schmidt, L. H. (2006)

Technologie als Prozess – Eine empirische Untersuchung organisatorischer Technologiegestaltung am Beispiel von Unternehmenssoftware. Dissertation, Freie Universität Berlin
<http://www.diss.fu-berlin.de/2006/346/index.html>, zugegriffen am 05.07.2007.

Shin, I. (2006)

Adoption of Enterprise Application Software and Firm Performance. In: Small Business Economics, Vol. 26, S. 241-256.

Storjohann, K. (2004)

Fahrzeugtechnik: Hohe Anforderungen an die Fahrzeug-Steuergeräteentwicklung – Erstellung und Management von Software-Requirements bei DaimlerChrysler.
http://www.software-kompetenz.de/servlet/is/21700/Storjohann-ReqEng_im_Automobil.pdf?command=downloadContent&filename=Storjohann-ReqEng_im_Automobil.pdf,
zugegriffen am 24.04.2007.

STW (2002)

Embedded Systems Roadmap 2002.

<http://www.stw.nl/NR/rdonlyres/3E59AA43-68B1-4E83-BA95-20376EB00560/0/ESRversion1.pdf>, zugegriffen am 04.07.2007.

Techconsult (2007)

IT und E-Business im Mittelstand 2007.

http://www.impulse.de/downloads/e_business_studie_2007.pdf,
zugegriffen am 01.08.2007.

Telelogic (2008)

Requirements Management for Advanced Systems and Software Development.

<http://www.telelogic.com/Products/doors/doors/index.cfm>, zugegriffen am 15.02.2008.

Thyer, G. E. (1991)

Computer Numerical Control of Machine Tools. In: Newnes, Oxford, UK.

TNI-Software (2008)

RT Builder.

<http://www.tni-software.com/en/produits/rtbuilder/index.php>, zugegriffen am 15.02.2008.

Weber, M.; Weisbrod, J. (2003)

Requirements Engineering in Automotive Development: Experiences and Challenges:

In: IEEE Software, Jan/Feb. 2003, S. 16-24.

8.2 Weiterführende Literatur und Informationen

8.2.1 Unternehmenssoftware

Cotteleer, M. J.; Bendoly, E. (2006)

Order Lead-time Improvement Following Enterprise-IT Implementation: An Empirical Study. In: Management Information Systems Quarterly, Vol. 30, Nr. 3, S. 643-660.

Gattiker, T. F.; Goodhue, D. L. (2002)

Software-Driven Changes to Business Processes: An Empirical Study of Impacts of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems at the Local Level. In: International Journal of Production Research, Vol. 40, Nr. 18, S. 4799-4814.

Kobayashi, T.; Tamaki, M.; Komoda, N. (2003)

Business Process Integration as a Solution to the Implementation of Supply Chain Management systems. In: Information & Management, Vol. 40, Nr. 8, S. 769-780.

McAfee, A. (2002)

The Impact of Enterprise Information Technology Adoption on Operational Performance: An Empirical Investigation. In: Production and Operations Management, Vol. 11, Nr. 1, S. 1-21.

8.2.2 Eingebettete Systeme

Balarin, F. et al. (1997)

Hardware-Software Co-Design of Embedded Systems: The POLIS Approach, Kluwer Academic Publishers.

Gupta, R. K.; De Micheli, G. (1996)

A Co-Synthesis Approach to Embedded System Design Automation. In: Design Automation for Embedded Systems, Vol. 1, Nr. 1-2, S. 69-120.

Heng, S. (2001)

Embedded Systems – Der (verdeckte) Siegeszug einer Schlüsseltechnologie. In: Deutsche Bank Research, Economics, Internet Revolution and „New Economy“, Nr. 11.

Huang, T.-Y.; Huang, K.-L.; Chung, Y.-C. (2006)

Performance analysis of hard-real-time embedded software. In: International Journal of Embedded Systems, Vol. 2, Nr. 2-4, S. 209-221.

Jersak, M., Richter, K.; Ernst, R. (2005)

Performance Analysis for Complex Embedded Applications. In: International Journal of Embedded Systems, Vol. 1, Nr. 1-2, S. 33-49.

Karsai, G. et al. (2003)

Model-Integrated Development of Embedded Software. In: Proceedings of the IEEE, Vol. 91, Nr. 1, S. 145-164.

Xcc Software (2006)

Embedded Trends 2005/2006 – Eine Marktumfrage zu aktuellen Themen der Embedded Software-Entwicklung, Xcc Software AG, Karlsruhe.

Zergainoh, N.-E.; Baghdadi, A.; Jerraya, A. (2005)

Hardware/Software Codesign of On-Chip Communication Architecture for Application-specific Multiprocessor System-On-Chip. In: International Journal of Embedded Systems, Vol. 1, Nr. 1-2, S. 112-124.

<http://www.artemis-office.org>

<http://www.embeddedexpert.com>

<http://www.embedded-world.de>

<http://www.hipeac.net>

http://rp7.ffg.at/etp_artemis

8.2.3 Schnittstelle von Unternehmenssoftware und eingebetteten Systemen

Jun, D.; Rui, L.; Yi-min, H. (2007)

Software Processes Improvement and Specifications for Embedded Systems

In: Software Engineering Research, Management & Applications, 2007. SERA 2007, 5th ACIS International Conference on, S. 13-18.

Sawodny, O.; Aschemann, H.; Bulach, A. (2002)

Mechatronic Designed Control of Fire-Rescue Turntable-Ladders as Flexible Link Robots. CD-Rom. In: Proc. of 15th IFAC World Congress Spain.

Sawodny, O.; Aschemann, H.; Kämpel, J.; Tarin, C.; Schneider, K. (2002)

Anti-Sway Control for Boom Cranes. In: Proceedings of the ACC 2002, Anchorage, USA, S. 244-249.

Projekt- und Partnerinformation

Über das Projekt FAZIT

FAZIT erforscht neue Märkte für IKT

Innovationen und neue Märkte – das sind wesentliche Faktoren im Wettbewerb der Regionen, um den Erhalt und die Schaffung von Arbeitsplätzen zu sichern. Im Mittelpunkt von FAZIT steht die Identifikation von neuen Märkten für innovative Informations- und Medientechnologien. Halbjährlich durchgeführte repräsentative Unternehmensbefragungen liefern zeitaktuelle Standortdaten über kurz- und mittelfristige Entwicklungen im IT- und Mediensektor sowie in ausgewählten Anwenderbranchen in Baden-Württemberg. Determinanten, Ziele und Potenziale, Hemmnis- und Förderfaktoren für die Nutzung von Informations- und Medientechnologien werden erfasst und analysiert. Workshops und Fallstudien dienen der Vertiefung von ausgewählten Marktthemen und diskutieren Umsetzungspotenziale in der Praxis. Gesellschaftliche und technische Megatrends werden in drei Delphi-Studien gesichtet und von Experten hinsichtlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit beurteilt. Anschließend werden die Thesen in einem Szenarienprozess auf ihre Relevanz für die Zukunftsfähigkeit Baden-Württembergs überprüft. Die Ergebnisse und Zukunftsperspektiven des Projekts werden in einer abschließenden Roadmap für Baden-Württemberg zusammengeführt – neue Marktchancen werden aufgezeigt und Impulse für Wissenschaft und Wirtschaft gleichermaßen geschaffen.

Gemeinnütziges, im Rahmen der Zukunftsoffensive III gefördertes Forschungsprojekt

FAZIT ist ein im Rahmen der Zukunftsoffensive III vom Land Baden-Württemberg gefördertes gemeinnütziges *Forschungsprojekt für aktuelle und zukunftsorientierte Informations- und Medientechnologien und deren Nutzung in Baden-Württemberg*. Projektträger ist die MFG Stiftung Baden-Württemberg, Stuttgart. Partner sind das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim, und das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), Karlsruhe.

Mehr Informationen im Internet unter www.fazit-forschung.de

Über die Partnerinstitutionen

MFG Stiftung Baden-Württemberg

Die MFG Stiftung realisiert gemeinnützige Projekte in den Bereichen IT, Medien und Film. Im Mittelpunkt stehen dabei Forschung und Entwicklung, Kunst, Kreativität, Kultur sowie Aus- und Weiterbildung. Die MFG Stiftung führt insbesondere verschiedene Maßnahmen zur Vernetzung von Akteuren im Bildungs- und Forschungsbereich durch, wie z.B. durch Veranstaltungen (Kongresse, Workshops) sowie Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen, und fördert innovative Projekte und Forschungsaktivitäten durch Studien, Stipendienprogramme und Wettbewerbe. Internet: www.mfg.de/stiftung

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung

Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), untersucht Entstehungsbedingungen und Märkte innovativer technischer Entwicklungen und deren Auswirkungen auf Wirtschaft, Staat und Gesellschaft. Die Forschungsgruppen konzentrieren sich auf neue Technologien, Industrie- und Serviceinnovationen, Energiepolitik und nachhaltiges Wirtschaften sowie auf Dynamik regionaler Märkte und Innovationspolitik. Internet: www.isi.fraunhofer.de

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

Das ZEW arbeitet auf dem Gebiet der anwendungsbezogenen empirischen Wirtschaftsforschung. Methodisch sind die Arbeiten primär mikroökonomisch und mikroökonomisch ausgerichtet. Die Forschungsgruppe Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) am ZEW befasst sich mit den Entwicklungen und den Auswirkungen der zunehmenden Verbreitung von IKT, wobei der Fokus insbesondere bei industrie- und arbeitsmarktökonomischen Fragestellungen liegt. Hierzu gehören beispielsweise die Auswirkungen der IKT-Nutzung auf Produktivität, Innovation, Unternehmensorganisation und Unternehmenswachstum sowie auf die Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten. Internet: www.zew.de

PROJEKTTRÄGER



PARTNER

