

Studie zur Bedeutung des Sektors Embedded-Systeme in Deutschland



■ Impressum

Herausgeber: BITKOM
Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e. V.
Albrechtstraße 10 A
10117 Berlin-Mitte
Tel.: 030.27576-0
Fax: 030.27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

Ansprechpartner: Stephan Ziegler
Tel.: 030.27576-243
s.ziegler@bitkom.org

Redaktion: Stephan Ziegler, Anne Müller (BITKOM)

Gestaltung / Layout: Design Bureau kokliko / Anna Müller-Rosenberger (BITKOM)

Copyright: BITKOM 2008

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung im BITKOM zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen beim BITKOM.



Studie zur Bedeutung des Sektors Embedded-Systeme in Deutschland



Grußwort



Jochen Homann
Staatssekretär im Bundesministerium
für Wirtschaft und Technologie.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer am 3. IT-Gipfel in Darmstadt waren sich einig: Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sind Schlüsseltechnologie für die ganze deutsche Wirtschaft. Embedded-Systeme spielen dabei eine herausragende Rolle. Sie sind in Form von Recheneinheiten oder Mikro-Computern meist unsichtbar in ein technisches Umfeld integriert. Angefangen bei der Steuerung der Heizungsanlage über unzählige Kontroll- und Sensor-Einheiten in Fahrzeugen bis hin zu Aufzugüberwachung oder bei Geldautomaten. Diese Technologie ist Basis für ein Großteil der Entwicklungen der vergangenen Jahre und häufig der eigentliche Treiber von Innovationen im Automobil- und Anlagenbau, in der Krankenversorgung, Logistik, der Luft- und Raumfahrt oder der Energieversorgung.

Deutschland gehört nach den USA und Japan zu den größten Herstellern von Embedded-Systemen. Der deutsche Markt für Embedded-Systeme ist geprägt von einer Vielzahl hoch spezialisierter kleiner und mittlerer Unternehmen. Diese Unternehmen gehören häufig nicht zur eigentlichen IKT-Industrie, sondern zu anderen, meist exportorientierten IKT-Anwenderbranchen.

Um die Bedeutung der „Embedded-Unternehmen“ für den Standort Deutschland transparenter zu machen, kommt es nun darauf an, die branchenübergreifende Vernetzung zu verbessern und potentielle Anwender vom Nutzen dieser Technologie zu überzeugen.



Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie fördert die Entwicklung und Erprobung von IKT-basierten Anwendungen. So fördern wir mit dem Leuchtturmprojekt „E-Energy“ des IT-Gipfels den Einsatz von innovativen IT-Systemen für die effiziente Erzeugung, Verteilung und Nutzung von Elektrizität. Der Bund stellt für E-Energy 60 Millionen Euro zur Verfügung; 80 Millionen steuert die Wirtschaft bei. Mit dem Leuchtturmprojekt „Internet der Dinge“ des IT-Gipfels haben wir Innovationen durch IT-Komponenten in den Bereichen Produktion und Logistik, Konsumelektronik und Gesundheitsversorgung angestoßen. Embedded-Systeme sind oft wichtige Bausteine dieser neuen Anwendungen.

Ich danke dem BITKOM für diese Untersuchung zu Embedded-Systemen. Die Ergebnisse der Studie zeigen einmal mehr, wie wichtig IKT für den Standort Deutschland sind und welches Wachstumspotential in ihnen steckt.

Ihr
Jochen Homann



Inhaltsverzeichnis

Grußwort	4
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Management Summary	10
2 Methodologie und Definitionen	13
2.1 Ziel der Studie	13
2.2 Stichprobe	13
2.3 Definitionen	14
3 Embedded-Systeme – Anbieter	16
3.1 Gesamtmarkt aus Anbietersicht	16
3.2 Geschäftsfelder und Märkte der Anbieter	17
3.3 Angebotsarten	19
3.4 Preisentwicklung	20
3.5 Darstellung der Wertschöpfungskette aus Anbietersicht	20
3.6 Kundenspezifische Lösungen	23
3.7 Arbeitsmarkt	24
3.8 Technologie, Entwicklungstools und Standards	25
3.9 Trends und Herausforderungen	27
3.10 Synergiepotenziale	29
4 Embedded-Systeme – Anwender	30
4.1 Arbeitnehmer und Absatzmärkte	30
4.2 Branchenspezifische Trends und Herausforderungen	31
4.3 Bedeutung von Embedded-Systemen und Risiken aus Sicht der Anwender	32
4.4 Darstellung der Wertschöpfungskette aus Anwendersicht	34
4.5 Arbeitsmarkt aus Anwendersicht	37
4.6 Neuentwicklungen und Projekte	38
4.7 FuE-Leistungen	39
4.8 Methoden und Standards	39
4.9 Alleinstellungsmerkmal der Anwenderunternehmen	40
5 Anwender und Anbieter – Übergreifendes Fazit	42
5.1 Einschätzungen aus den Expertengesprächen	42
5.2 Verbesserungspotenzial und Förderpolitik	42
5.3 Kernaussagen und Handlungsfelder	43
Anhang – Ergänzende Informationen zur Methodologie	46
Standardisierte Interviews	46
Leitfadeninterviews (Face-to-Face)	47
Methodik der Marktabschätzung	47
Danksagung	49
Partner bei der Erstellung der Studie	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wertschöpfungskette Embedded-Systeme	11
Abbildung 2: Stichprobenverteilung Embedded-Systeme-Anbieter (Telefon- und Onlinebefragung)	13
Abbildung 3: Stichprobenverteilung Embedded-Systeme-Anwender (Telefon- und Onlinebefragung)	14
Abbildung 4: Gesamtumsatz der Embedded-Anbieter, deren Umsatz mit Embedded-Systemen größer 1 Mio. € im Jahr ist, mit Embedded-Systemen (in Mio. €)	16
Abbildung 5: Umsatz der Anbieter in Deutschland mit Embedded-Systemen nach Bereichen (in Mio. €)	16
Abbildung 6: Umsatz der Anbieter mit Embedded-Systemen nach Branchen (in Mio. €)	17
Abbildung 7: Anteil sicherheitskritischer Anwendungen am Umsatz der Anbieterunternehmen	17
Abbildung 8: Jahresumsatz der Anbieter nach Regionen (durchschnittlich im Zeitraum von 2006 bis 2008)	18
Abbildung 9: Umsatzverteilung in den Anbieterunternehmen abhängig von der Größe der Kundenunternehmen (2007)	18
Abbildung 10: Umsatzanteil mit Neuentwicklungen am Gesamtumsatz der Anbieterunternehmen (2007)	18
Abbildung 11: Leistungserbringung der Anbieterunternehmen aus Deutschland heraus, nach Disziplinen aufgegliedert	19
Abbildung 12: Anbieter – Geschätzte Preisentwicklung für Hardware, Software und Services am Anbietermarkt für Embedded-Systeme im Jahr 2008 im Vergleich zum Vorjahr	20
Abbildung 13: Fremdleistungsbezug der Anbieter hinsichtlich des Einkaufs im Anbieterbereich (2006 und 2007, Erwartungen für 2008)	20
Abbildung 14: Jahresausgaben der Anbieter für Fremdleistungen nach Regionen (durchschnittlich im Zeitraum 2006 bis 2008)	21
Abbildung 15: Laufzeiten von kundenspezifischen Projekten mit Embedded-Systemen bei Anbieterunternehmen	23
Abbildung 16: Mitarbeiterverteilung nach Fachrichtungen im Bereich Embedded-Systeme in Anbieterunternehmen	24
Abbildung 17: Häufigkeit der verwendeten Programmiersprachen in Anbieterunternehmen	25
Abbildung 18: Verwendete Tools in Anbieterunternehmen	26
Abbildung 19: Bedeutung der Standards aus Sicht der Anbieter	26
Abbildung 20: Herausforderungen und Trends aus Sicht der Anbieter	27
Abbildung 21: Konzeptübertragung auf andere Branchen aus Sicht der Anbieter	29
Abbildung 22: Anzahl der Arbeitnehmer im Umfeld Embedded-Systeme in den wichtigsten Anwenderbranchen	30
Abbildung 23: Umsatzverteilung mit Produkten, in denen Embedded-Systeme integriert sind, nach Zielmärkten und Branchen (durchschnittlich im Zeitraum 2006-2008)	30
Abbildung 24: Umsatzanteil von Neuentwicklungen mit Embedded-Systemen an den Gesamtentwicklungen im Jahr 2007	31
Abbildung 25: Relevanz von Embedded-Systemen für das Endprodukt aus Sicht der Anwender	32
Abbildung 26: Strategischer Stellenwert von Embedded-Systemen aus Sicht der Anwenderbranchen	33
Abbildung 27: Risiken in Verbindung mit Embedded-Systemen aus Sicht der Anwenderbranchen	33
Abbildung 28: Rationalisierungspotenziale aus Sicht der Anwenderbranchen	34



Abbildung 29: Durchschnittliche Jahresausgaben der Anwenderunternehmen für Fremdleistungen im Embedded-Systeme-Umfeld (2006-2008)	34
Abbildung 30: Durchschnittliche Verteilung der weltweiten Bezüge durch Anwenderunternehmen für Hardware, Software und Services (2006 bis 2008)	35
Abbildung 31: Jahresausgaben der Anwenderunternehmen für Fremdleistungen nach Regionen (durchschnittlich im Zeitraum 2006 bis 2008)	35
Abbildung 32: Anforderungen an Hardware-Outsourcing-Partner aus Sicht der Anwenderbranchen	36
Abbildung 33: Anwender – Größe, Kosten und Komplexität von Embedded-Systeme-Projekten aus Sicht der Anwenderbranchen	37
Abbildung 34: Mitarbeiterverteilung nach Qualifikation und Branchen in den Anwenderunternehmen	37
Abbildung 35: Anteil kundenspezifischer Entwicklungen in den Anwenderunternehmen, in welche Embedded-Systeme integriert worden sind, je Branche	38
Abbildung 36: Regionenvergleich beim Bezug von FuE-Services durch Anwenderunternehmen nach Branchen	39
Abbildung 37: Bevorzugte Vorgehensmodelle zur Implementierung von Embedded-Systemen in Anwenderunternehmen	39
Abbildung 38: Bedeutung von offenen Standards bei der Hardwareauswahl aus Sicht der Anwenderbranchen	40
Abbildung 39: Alleinstellungsmerkmale aus Sicht der Anwender nach Branchen	40

Abkürzungsverzeichnis

ABS	Antiblockiersystem
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.
CAN	Controller Area Network
CMMI	Capability Maturity Model Integration
CPU	Central Processing Unit: Hauptprozessor
EN 9100	Normenreihe für Qualitätsmanagementsysteme
ES	Embedded-Systeme
FuE	Forschung und Entwicklung
HW	Hardware
ISO 9001	Norm für Qualitätsmanagement
IT	Informationstechnik
ITIL	IT Infrastructure Library
OEM	Original Equipment Manufacturer: Originalhersteller
PCI	Peripheral Component Interconnect
PICMG	PCI Industrial Computer Manufacturers Group
ROI	Return on Investment
SW	Software
TCA	Telecommunications Computing Architecture
USP	Unique Selling Proposition: Alleinstellungsmerkmal
VME	Versa Module Eurocard
WLAN	Wireless Local Area Network



1 Management Summary

- Das Gesamtmarktvolumen für Embedded-Systeme für Deutschland wird auf über 18,7 Mrd. im vergangenen Jahr geschätzt. Die Anbieter tragen in 2007 dazu 3,7 Mrd. Euro bei und die Wertschöpfung in den Anwendersektoren umfasst mehr als 15 Mrd. Euro.

Kaum ein anderer Markt in der Informationstechnologie wächst so stabil wie der Markt für Embedded-Systeme. Für 2008 wird von den Anbieterunternehmen mit einem jeweiligen Jahresumsatz von mehr als einer Million Euro ein Marktvolumen von 4,01 Mrd. Euro prognostiziert. Das entspricht einem Wachstum von knapp 10 Prozent. Der Dienstleistungsbereich im Umfeld von Embedded-Systemen ist, ebenso wie in anderen Sektoren der IT-Industrie, der Wachstumsträger der Branche. Der Dienstleistungsbereich wächst mit 14 Prozent deutlich stärker als der Hardwarebereich. 2008 wird für den Dienstleistungsbereich in Deutschland ein Volumen von 1,767 Mrd. Euro geschätzt.

In den Anbieterunternehmen arbeiten in 2008 mehr als 40 000 Mitarbeiter. Die rasante Entwicklung und das stabile Wachstum dieses Wirtschaftszweiges hinterlassen deutliche Spuren auf dem Arbeitsmarkt; vor allem der hohe Bedarf an Ingenieuren in dieser Branche ist deutlich sichtbar.

Der Absatz von Embedded-Systemen ist auf die exportstarke Investitionsgüterindustrie fokussiert, mit der etwa zwei Drittel des Umsatzes erwirtschaftet werden. An der Spitze steht die Telekommunikations- und Elektroindustrie mit 1,029 Mrd. Euro, gefolgt vom Fahrzeugbau mit 1,009 Mrd. Euro. Drittgrößter Abnehmer ist der Maschinenbau, in dem 2008 Embedded-Systeme im Wert von etwa 780 Mio. Euro „verwerten“ wird. Anbieter von Embedded-Systemen prognostizieren für 2008 ein überdurchschnittlich starkes Wachstum mit Produkten für die Telekommunikations- und Elektroindustrie. Hier ist ein Zuwachs von 15 Prozent gegenüber dem Jahr 2007 zu erwarten.

86 Prozent des Umsatzes mit Embedded-Systemen erwirtschafteten die deutschen Anbieterunternehmen 2007 im Raum der Europäischen Union, 69 Prozent allein in Deutschland. Drittgrößter Markt für deutsche Embedded-Systeme-Anbieter sind die USA mit einem Anteil von 7 Prozent.

Auftragsweitergaben erfolgen vorzugsweise im lokalen Umfeld, dennoch kann ein leichter Anstieg in der Verwendung von Near-/Offshore-Ressourcen festgestellt werden. Der Trend zu einer Abwanderung von Industrieunternehmen in Richtung kostengünstigerer Produktionsstandorte ist auch im Umfeld von Embedded-Systemen zu beobachten. Für Anbieterunternehmen, die eng an einzelne OEMs gebunden sind, besteht durchaus der Zwang, dem Auftraggeber ins Ausland zu folgen. Vor allem für kleine und mittelständische Anbieter von Embedded-Systemen kann dies zur Herausforderung werden.

Anbieterunternehmen müssen Standardisierungen zeit- und kosteneffizient umsetzen und trotz wachsender Komplexität der Systeme Markteinführungszeiten reduzieren, um gegenüber der internationalen Konkurrenz zu bestehen. Vorhandene Methoden und Ansätze der Anwendungsentwicklung fließen auch in den Bereich Embedded-Systeme ein.

Der Markt erwartet zunehmend, dass Anbieter von Embedded-Systemen mit geringerem Aufwand immer bessere Ergebnisse erzielen: höhere Verfügbarkeit des Produktes sowie geringere Kosten und Risiken bei gleichzeitiger Verbesserung von Qualität und Planungssicherheit. Darüber hinaus nimmt die Notwendigkeit zu, die Einhaltung von Standards und Vorschriften nachzuweisen.

Fachkräftemangel, steigende FuE-Ausgaben und Zertifizierungsmaßnahmen für Embedded-Systeme sind weitere wesentliche Herausforderungen, die von Anbietern von Embedded-Systemen bewältigt werden müssen.

In Deutschland haben in den Anwenderunternehmen von Embedded-Systemen, beispielsweise die Automobil- oder die Maschinenbau-Industrie, derzeit ca. 250 000 Arbeitnehmer unmittelbar mit Embedded-Systemen zu tun. Die Telekommunikations- und Elektroindustrie weist mit 110 830 Mitarbeitern die meisten Beschäftigten mit Tätigkeitsschwerpunkt Embedded-Systeme auf. Etwa 68 070 Mitarbeiter sind im Maschinenbau und 46 070 im Fahrzeugbau mit Softwareentwicklung bzw. mit der Integration von Embedded-Systemen beschäftigt.

Auf Basis der Anzahl der Mitarbeiter, die in Anwenderunternehmen mit Embedded-Systemen beschäftigt sind, ist davon auszugehen, dass in den Anwenderunternehmen ein zusätzliches Marktpotenzial für Embedded-Systeme von etwa 15 Mrd. Euro besteht. Dieses Marktvolumen wird von den Anwender-Branchen in Eigenleistung erbracht, d. h., sie entwickeln Software, wenn notwendig auch Hardware, und erbringen Integrationsdienstleistungen.

Deutsche Unternehmen sind bei der Entwicklung und Integration von Embedded-Systemen mit hohen Anforderungen an die Sicherheit besonders gut positioniert. Im Maschinenbau ist die Nachfrage nach sicherheitskritischen Systemen (siehe Kapitel 2.3) größer als in anderen Industriezweigen. Der Anteil der Embedded-Systeme am Gesamtumsatz im Maschinenbau ist jedoch vergleichsweise gering. Etwa ein Drittel der Anwenderunternehmen implementiert Embedded-Systeme in Produkte der Telekommunikations- und Elektroindustrie. Das Produktspektrum mit einem signifikanten Anteil an Embedded-Systemen erstreckt sich über stationäre und mobile Telefone, Netzsteuer- und Kontrollsysteme, Übertragungstechniken, medizinische Analyse- und Behandlungsgeräte bis zu Infotainment-Terminals. Ungefähr in jedes zweite Produkt, das in diesem Industriesegment hergestellt wird, fließen sicherheitskritische Embedded-Systeme ein. Im Vergleich zu anderen Branchen haben hier Embedded-Systeme einen großen Anteil am Umsatz des Endproduktes. Das Produktspektrum des Fahrzeugbaus mit einem signifikanten Anteil von Embedded-Systemen erstreckt sich u. a. über Bordnetze, Steuer- und Kontrollsysteme sowie Infotainment-Systeme. Der Einsatz sicherheitskritischer

Systeme ist im Vergleich zur Telekommunikations- und Elektroindustrie deutlich höher.

Im Zuge des zunehmenden Outsourcings ist zu erwarten, dass im Embedded-Systeme-Sektor für Anbieterunternehmen zusätzliches Potenzial für Leistungen liegt, welche bisher von den Anwenderbranchen selbst erbracht wurden. Auf Basis der Erkenntnisse des IT-Service-marktes ist es denkbar, dass sich Entwickler von Embedded-Systemen und Dienstleister für Embedded-Systeme in den Anwenderbranchen zu selbstständigen Dienstleistern entwickeln, die sowohl für das eigene Unternehmen produzieren als auch ihre Leistungen am Markt anbieten.

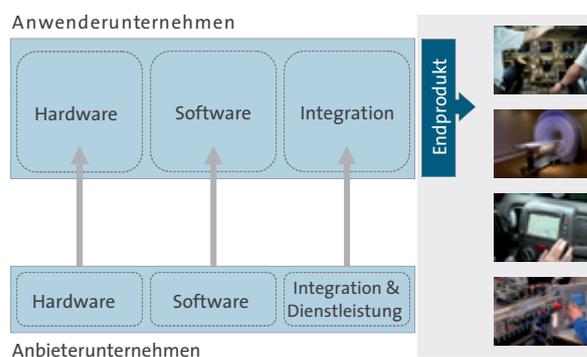


Abbildung 1: Wertschöpfungskette Embedded-Systeme

■ Eigenschaften des deutschen Embedded-Systeme-Marktes

Die Wertschöpfungsketten der Hersteller von Embedded-Systemen hängen stark von der Art der Leistungserbringung und vom Projektumfang ab. Während die Hardwareentwicklung maßgeblich beim Anbieter erfolgt, tragen die Anwenderunternehmen einen Großteil der Wertschöpfung durch Softwareentwicklung und Integrationsdienstleistungen bei. Die Unternehmen in Deutschland verfügen über ein gutes Basis-Know-how und lagern relativ zu anderen Industrienationen wenig Wertschöpfung aus. Ein Outsourcing von Entwicklungsleistungen findet in Anbieterunternehmen bisher hauptsächlich zum Abfangen von Leistungsspitzen in Projekten statt. Hervortretende Merkmale des Marktes für Embedded-Systeme sind letztendlich das Potenzial für ein kontinuierliches



Wachstum und die strategische Bedeutung für die Investitionsgüterindustrie. Diese Studie kommt zu dem Ergebnis, dass der Markt für Embedded-Systeme in Deutschland in den kommenden Jahren durchschnittlich um 9–10 Prozent wachsen wird. Wachstumstreiber sind dabei vor allem die Automobil- sowie die Telekommunikations- und Elektroindustrie. Damit erreicht der Markt für Embedded-Systeme, wonach sich andere Sektoren im IT-Markt sehnen: fast zweistellige Wachstumsraten.

Was die Marktdaten jedoch lediglich anzudeuten vermögen, ist die daraus ableitbare strategische Bedeutung für den Wirtschaftsstandort Deutschland. Zum einen gewinnt im Kontext von Embedded-Systemen vor allem eine Angebotsart in Deutschland an Bedeutung: die Dienstleistung. Gerade in diesem Industriesektor wird ein Großteil der Umsätze jenseits von Standardprodukten erwirtschaftet, wodurch die Stärke deutscher Anbieter im Projektgeschäft für Individuallösungen gewinnbringend genutzt werden kann. Zum anderen gelten die Embedded-Systeme als Entwicklungstreiber

für innovative Lösungen in der Automobil-, Luftfahrt-, Elektro- und Maschinenbauindustrie. Ihre strategische Bedeutung für alle diese Branchen macht Embedded-Systeme zu einem heute und in Zukunft besonders wichtigen Faktor des Wirtschaftsstandortes Deutschland.

Damit Deutschland langfristig als Innovationsstandort für Embedded-Systeme bestehen kann, bedarf es eines transparenten Marktes, eines vereinfachten Zugangs zu Kapital und personellen Ressourcen sowie eines gesunden Wettbewerbs. Um dies zu erreichen, müssen Unternehmen aus dem Anbietersektor und den Anwenderbranchen ihre gemeinsamen Interessen vertreten und voneinander lernen, den auf sie zukommenden Herausforderungen zu begegnen. Darüber hinaus müssen Politik, Verbände und Industrie umfassend kommunizieren und kooperieren, um Embedded-Systeme als Schlüsseltechnologie über die verschiedenen am Markt beteiligten Branchen und Industriesektoren in Deutschland besser zu platzieren.

Handlungsempfehlungen

- Erhöhung der Wahrnehmung in der Öffentlichkeit durch gemeinsame Bemühungen von Anbietern, Anwendern, Verbänden und Politik zur Sicherung der Standortvorteile im globalen Wettbewerb
- Hohes Potenzial des wachsenden Embedded-Service-Marktes erkennen und nutzen
- Nachhaltige Investitionen in die Bildung und Bedeutungszuwachs des Themas Embedded-Systeme an Hochschulen zur Beseitigung des Mangels an personellen Ressourcen
- Erleichterung des Zugangs zu Fördergeldern für Forschung und Entwicklung, insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen
- Ausbau der Forschungs- und Entwicklungsarbeit um hohes Innovationspotenzial des Embedded-Systeme-Marktes ausschöpfen zu können
- Erreichen einer effizienteren und nachhaltigeren Produktentwicklung (Wiederverwendbarkeit, Automatisierung, Standardisierung, Zertifizierung)
- Nutzen der Globalisierung zur Identifikation und Schaffung neuer Absatzmärkte

2 Methodologie und Definitionen

In Deutschland erlangt der Markt für Embedded-Systeme zunehmend eine kritische Bedeutung für viele Industriegesektoren. Anders als beispielsweise im angrenzenden Ausland wird er jedoch noch zu wenig als strategisches Wachstumsfeld wahrgenommen. Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM) will die Technologie Embedded-Systeme für Öffentlichkeit und Politik als eigenständigen Wirtschaftsfaktor greifbar machen. Aus diesem Grund hat der 2007 gegründete BITKOM-Arbeitskreis „Embedded Systems“ mit Unterstützung der Industrie die vorliegende Basis-Studie in Auftrag gegeben, welche die Struktur der Branche sowie die aktuelle Marktsituation aufzeigen soll.

2.1 Ziel der Studie

Die Ziele dieser Studie sind:

- Steigerung der Wahrnehmung des Embedded-Systeme-Sektors in Deutschland
- Abschätzung der volkswirtschaftlichen Bedeutung von Embedded-Systemen
- Abschätzung der Marktgröße und des Marktpotenzials
- Analyse des Arbeitsmarktes hinsichtlich Anforderungen und aktueller Situation
- Identifikation und Interpretation technologischer Herausforderungen und Trends
- Identifikation von Handlungsfeldern

2.2 Stichprobe

In der Studie werden zwei Unternehmenstypen betrachtet. Zum einen wird von Anbieterunternehmen

gesprochen, die als Hersteller von Embedded-Hardware oder -Software bzw. als Entwicklungs- oder Integrationsdienstleister für ein Industrieunternehmen am Markt agieren. Zum anderen werden Anwenderunternehmen betrachtet, die Embedded-Systeme in ihre entsprechenden Endprodukte integrieren. Dabei kann wiederum zwischen der eigenen Entwicklungsleistung, der Fremdentwicklung oder dem Zukauf von Embedded-Produkten unterschieden werden.

Beide Unternehmenstypen werden getrennt voneinander hinsichtlich Marktgröße, den Eigenschaften des Marktes, Herausforderungen und Trends sowie der jeweiligen Arbeitsmarktsituation dargestellt.

Die Studie basiert auf Daten einer standardisierten quantitativen Umfrage. Diese umfasst 214 strukturierte Einzeltelefon-Interviews sowie 44 Onlinebefragungen. Ergänzend wurden 30 qualitative, teilstrukturierte Einzelinterviews durchgeführt. Hier wurden Aussagen zu Trends, Herausforderungen und Verbesserungspotenzialen erarbeitet. Einzelheiten zu den Stichproben sowie zum methodischen Vorgehen sind im Anhang der Studie beschrieben.

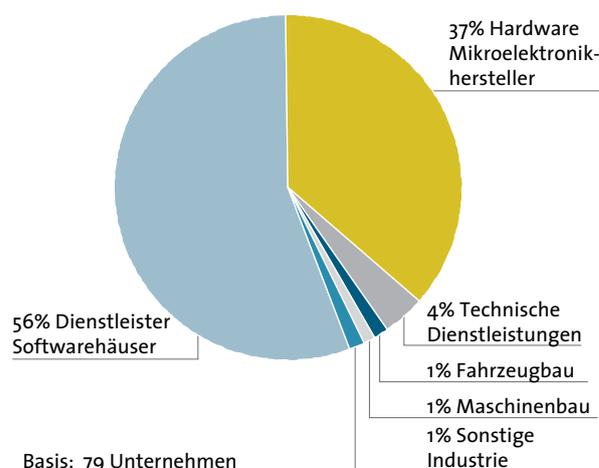


Abbildung 2: Stichprobenverteilung Embedded-Systeme-Anbieter (Telefon- und Onlinebefragung)

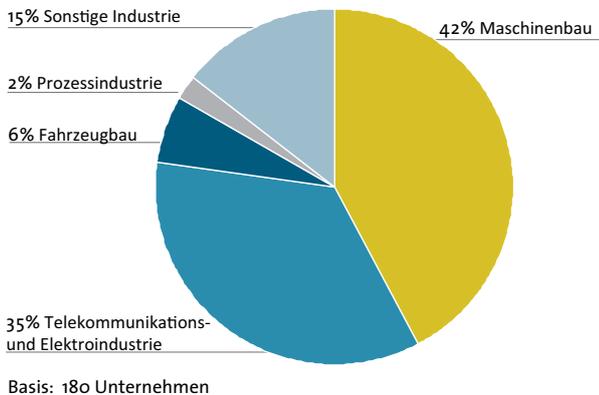


Abbildung 3: Stichprobenverteilung Embedded-Systeme-Anwender (Telefon- und Onlinebefragung)

2.3 Definitionen

Embedded-Systeme

Embedded-Systeme stellen eine Kombination aus Hard- und Softwarekomponenten dar, die in einem technischen Kontext eingebunden sind und die Aufgabe haben, ein System zu steuern, zu regeln oder zu überwachen. Ein eingebettetes (embedded) System verrichtet vordefinierte Aufgaben, oftmals mit Echtzeitberechnungsanforderungen. Im Gegensatz dazu kann ein herkömmlicher Computer je nach verwendeter Software viele verschiedene Aufgaben verrichten. Solche Embedded-Systeme werden inzwischen unter anderem in folgenden Bereichen angewendet: Zündsteuerung von Airbags, ABS-Systeme, moderne Büro- und Kommunikationselektronik wie Laserdrucker, Mobiltelefone oder Festplatten, Industrieautomatisierung, Medizintechnik, Telekommunikationsanlagen oder Militärtechnik, Hausgeräte oder Sicherheitstechnik.

Sicherheitskritische Systeme

„Sicherheitskritische Systeme“ werden in der Studie solche Systeme genannt, bei denen ein Fehler dazu führen kann, dass das Leben von Personen gefährdet oder die Umwelt beschädigt wird. Beispiele hierfür sind u. a. Steuerungen in Kraftfahrzeugen, Steuerungen an Maschinen, medizinische Geräte, Flugzeugsteuerungssysteme, Atomkraftwerkssysteme.

Anbieterunternehmen

„Anbieterunternehmen“ werden in der Studie diejenigen Unternehmen genannt, die Embedded-Systeme herstellen, d. h. Leistungen in den Bereichen Hardware, Software und Integrationsdienstleistungen erbringen.

Anwenderunternehmen

„Anwenderunternehmen“ werden in der Studie diejenigen Unternehmen genannt, die einerseits in sich vollständige Embedded-Systeme von den Anbietern zukaufen und in ihre Endprodukte integrieren, andererseits aber auch selbst Software für Embedded-Systeme und gegebenenfalls auch Hardware entwickeln und diese in ihre Produkte einbinden.

Industriesegmente

Die in dieser Studie betrachteten Anwenderbranchen werden in den folgenden Kategorien zusammenfassend dargestellt:

- Fahrzeugbau, Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie
 - Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen
 - Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
 - Luft- und Raumfahrzeugbau
 - Bahnindustrie
 - Schiffs- und Bootsbau
 - Herstellung von Krafträdern, Fahrrädern und Behindertenfahrzeugen
 - Herstellung von Waffen und Munition

Für die Anbieterunternehmen werden die Branchen Fahrzeugbau sowie Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie teilweise differenziert betrachtet.

- Telekommunikations- und Elektroindustrie
 - Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen
 - Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung und -verteilung u. Ä.
 - Rundfunk- und Nachrichtentechnik, Consumer Electronics



- Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Herstellung von Uhren
- Telekommunikationsanbieter
- **Maschinenbau**
 - Herstellung von Maschinen für die Erzeugung und Nutzung von mechanischer Energie (ohne Motoren für Luft- und Straßenfahrzeuge)
 - Herstellung von Werkzeugmaschinen
 - Herstellung von Maschinen für sonstige Wirtschaftszweige
 - Herstellung von industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen
 - Herstellung von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen
 - Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen
- **Herstellung sonstiger Güter**
 - Prozessindustrie
 - Herstellung von chemischen Erzeugnissen
 - Textil- und Bekleidungsindustrie
 - Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren und sonstigen Erzeugnissen



3 Embedded-Systeme – Anbieter

3.1 Gesamtmarkt aus Anbietersicht

Kaum ein anderer Markt im Kontext der Informationstechnologie wächst so kontinuierlich wie der Markt für Embedded-Systeme. Embedded-Systeme sind gerade in wichtigen Branchen wie der Telekommunikation, dem Fahrzeug- und Maschinenbau unverzichtbar und zum Teil wichtige Garanten der Wettbewerbsfähigkeit in den oft gesättigten Märkten.

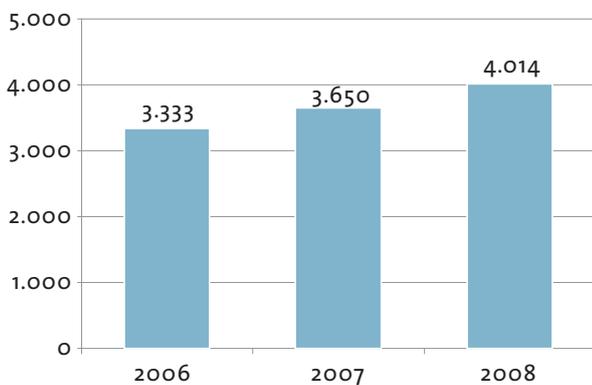


Abbildung 4: Gesamtumsatz der Embedded-Anbieter, deren Umsatz mit Embedded-Systemen größer 1 Mio. € im Jahr ist, mit Embedded-Systemen (in Mio. €)

Im vergangenen Jahr (2007) wurde in Deutschland von den Anbieterunternehmen ein Umsatz von 3,65 Mrd. Euro mit Embedded-Systemen erwirtschaftet; gegenüber 2006 ist das ein Zuwachs von 9,6 Prozent. Für 2008 werden 4,01 Mrd. prognostiziert, was einem weiteren Wachstum von knapp 10 Prozent entspricht. Im Vergleich zur klassischen IT ist der Markt zwar noch relativ klein, wächst aber rasant an.

Der größere Teil (87 Prozent) der Anbieterunternehmen ist unternehmergeführt, 13 Prozent der Unternehmen stehen unter der Leitung einer Muttergesellschaft und erwirtschaften im Durchschnitt etwa ein Fünftel des Umsatzes mit der Muttergesellschaft. Das Gros des Umsatzes, 78 Prozent, wird jedoch auf dem freien Markt erzielt.

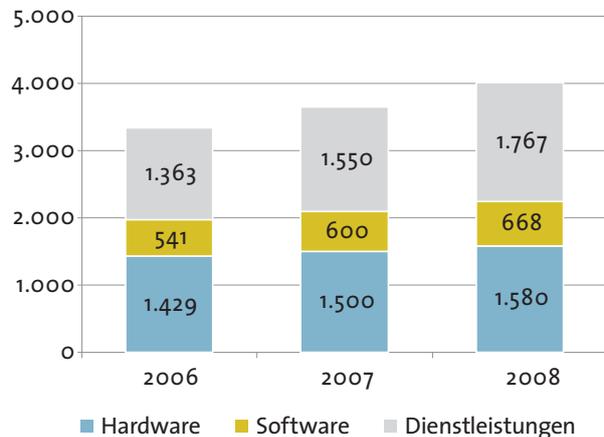


Abbildung 5: Umsatz der Anbieter in Deutschland mit Embedded-Systemen nach Bereichen (in Mio. €)

Nach den einzelnen Angebotsarten – Software, Hardware und Dienstleistungen – sind Embedded-Hardware und Dienstleistungen die umsatzstärksten Bereiche mit einem realisierten Umsatzvolumen von jeweils ca. 1,5 Mrd. Euro im Jahr 2007.

Der Dienstleistungsbereich im Embedded-Systeme-Umfeld ist, ebenso wie in der klassischen IT, der Wachstumsträger der Branche. Er wächst mit 14 Prozent deutlich stärker als der Hardwarebereich, für den 2008 ein Zuwachs von ca. 5 Prozent prognostiziert wird. Mit Software erwirtschafteten die Anbieter von Embedded-Systemen 2007 0,6 Mrd. Euro. Für das kommende Jahr ist mit einem Anstieg auf 0,67 Mrd. Euro zu rechnen – auch hier liegt der Zuwachs im zweistelligen Bereich bei 11 Prozent.

Während projektbezogene Softwareentwicklungen dem Bereich der Dienstleistungen zugeordnet sind, gehören dem Bereich der Embedded-Software vor allem hardwarenahe Lösungen, Embedded-Betriebssysteme sowie die Bereitstellung von Entwicklungsumgebungen und Spezialwerkzeugen zur Softwareentwicklung an.

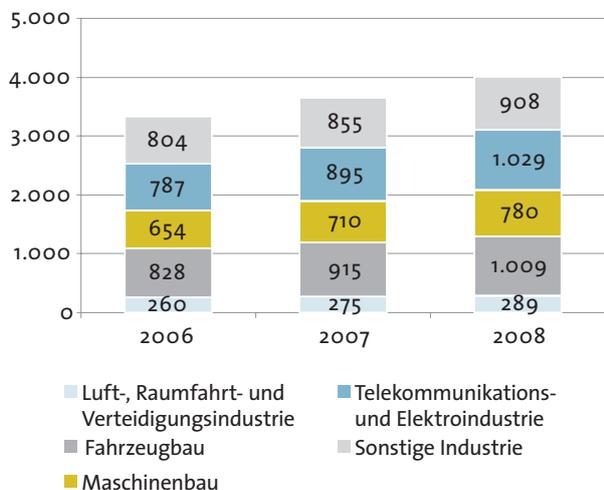


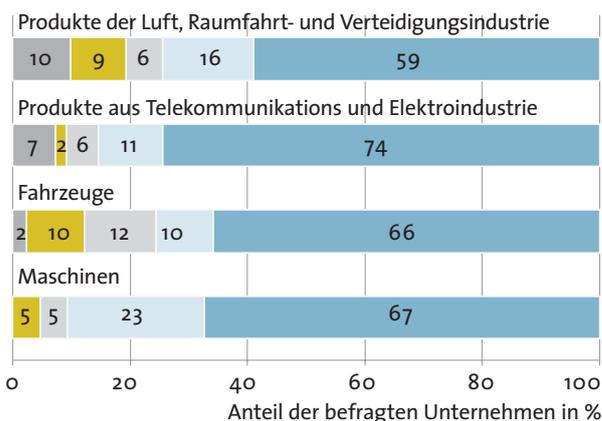
Abbildung 6: Umsatz der Anbieter mit Embedded-Systemen nach Branchen (in Mio. €)

Eingebettete Systeme stellen die Grundlage der Wettbewerbsfähigkeit ganzer Branchen dar. Sie werden für eine genau definierte Funktion entwickelt und sind meist unsichtbar in ein technisches Umfeld integriert. Ob in der Automation von industriellen Anlagen, der ABS- und Airbag-Steuerung im Auto oder in Herzschrittmachern und Magnetresonanztomographen: Sie alle werden durch Embedded-Systeme gesteuert, geregelt oder überwacht. Die Nachfrage nach diesen Produkten ist sehr groß. Welche Potenziale in diesem Markt stecken, zeigen die prognostizierten Umsatzzahlen für 2008.

Hauptgeschäftsfelder für den Umsatz mit Embedded-Systemen sind die Automobilindustrie mit einem Anteil von 25 Prozent, gefolgt von der Telekommunikations- und Elektroindustrie mit 24 Prozent sowie dem Maschinen- und Anlagenbau mit einem Anteil von 19 Prozent in 2007. Mit Produkten für die Luft-, Raumfahrt und Verteidigungsindustrie wurden vergangenes Jahr durch die Anbieter 275 Mio. Euro erwirtschaftet; das jährliche Wachstum liegt bei ca. 5 Prozent. Im Branchenvergleich liegt hier das Wachstum unter dem Durchschnitt. Traditionell werden

in dieser Branche bereits seit vielen Jahren Embedded-Systeme eingesetzt.

Das größte Wachstumspotenzial liegt in der Telekommunikations- und Elektroindustrie mit 15 Prozent.



Anteil sicherheitskritischer Anwendungen am Umsatz der befragten Unternehmen

■ 100 % ■ 99% bis 75 % ■ 74% bis 50 % ■ 49% bis 25% ■ 24% bis 0% Basis: 55 Unternehmen

3.2 Geschäftsfelder und Märkte der Anbieter

Abbildung 7: Anteil sicherheitskritischer Anwendungen am Umsatz der Anbieterunternehmen

Sicherheitskritische Anwendungen sind im Kontext von Produkten mit Embedded-Systemen ein wichtiges Thema. Der Anteil an sicherheitskritischen Anwendungen beträgt beispielsweise in der Luft-, Raumfahrt- und Rüstungsindustrie im Durchschnitt 32 Prozent, im Fahrzeugbau 27 Prozent und in der Telekommunikations- und Elektroindustrie 22 Prozent. Die Nachfrage nach sicherheitskritischen Embedded-Systemen in Deutschland ist so groß, dass einige Anbieter nahezu den gesamten Umsatz in diesem Bereich erwirtschaften.

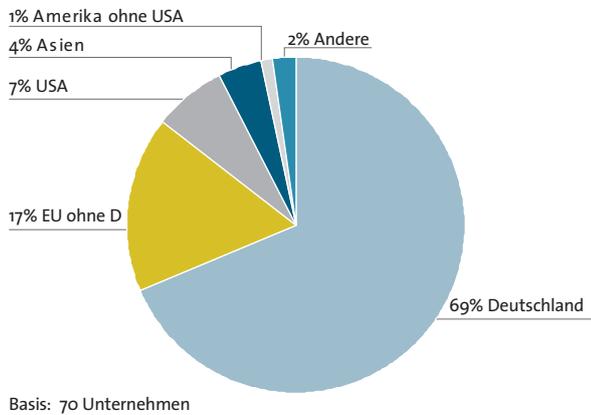
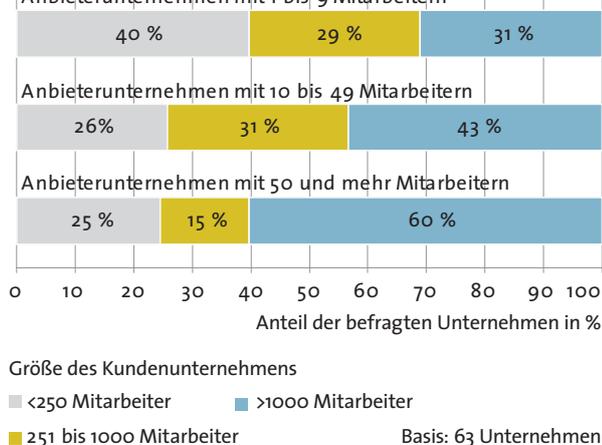


Abbildung 8: Jahresumsatz der Anbieter nach Regionen (durchschnittlich im Zeitraum von 2006 bis 2008)

Im Zeitraum 2006 bis 2008 werden von den Anbieterunternehmen durchschnittlich 86 Prozent des Jahresumsatzes mit Embedded-Systemen im Raum der Europäischen Union erwirtschaftet, 69 Prozent allein in Deutschland. Mit 7 Prozent ist die USA drittgrößter Abnehmer am Markt. Für die regionale Verteilung der Umsätze mit Embedded-Systemen sind im Zeitraum von 2006 bis 2008 keine signifikanten Veränderungen erkennbar.

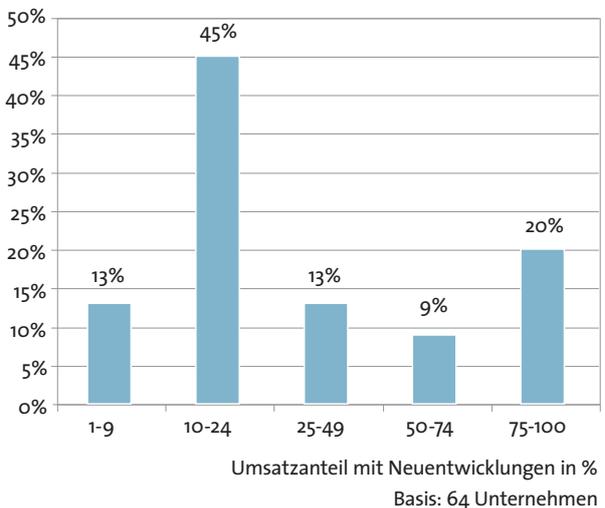
Seitens ausländischer Investoren ist ein zunehmendes Interesse zu erkennen, die vorhandene Expertise deutscher Hersteller von Embedded-Systemen in ihr Portfolio Anbieterunternehmen mit 1 bis 9 Mitarbeitern



aufzunehmen.

Abbildung 9: Umsatzverteilung in den Anbieterunternehmen abhängig von der Größe der Kundenunternehmen (2007)

Im Durchschnitt aller Unternehmen sind zwei Drittel der Kunden für Embedded-Systeme Großunternehmen mit mehr als 1000 Mitarbeitern (46 Prozent) bzw. Unternehmen des gehobenen Mittelstandes (25 Prozent). Tendenziell steigt die Größe des Anbieters mit der Größe der Kunden. Die Hersteller von Embedded-Systemen erwirtschaften etwa die Hälfte des Umsatzes mit durchschnittlich drei Hauptkunden. Insbesondere kleine Anbieter sind



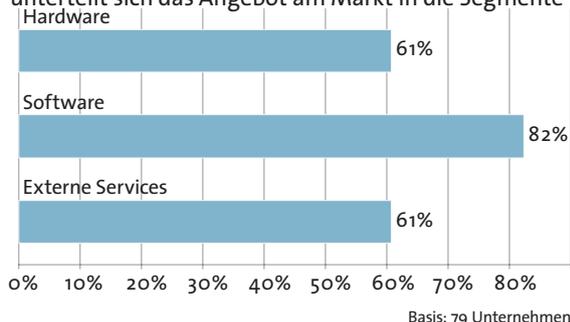
stark spezialisiert und konzentrieren sich auf wenige oder einzelne Kunden.

Abbildung 10: Umsatzanteil mit Neuentwicklungen am Gesamtumsatz der Anbieterunternehmen (2007)

Neuentwicklungen haben im Durchschnitt aller Unternehmen einen Anteil von 38 Prozent am Umsatz mit Embedded-Systemen. Dieser hohe Anteil am Umsatz zeigt, wie innovativ der Markt ist. Tendenziell nimmt die Innovationstätigkeit mit der Größe des Anbieters ab. Am innovativsten zeigen sich die kleinen Anbieter von Embedded-Systemen, die weniger als 10 Mitarbeiter beschäftigen. Der Anteil an Neuentwicklungen durch diese Unternehmen macht etwa die Hälfte des Gesamtumsatzes aus.

3.3 Angebotsarten

Entsprechend der Definition von Embedded-Systemen unterteilt sich das Angebot am Markt in die Segmente



Embedded-Hardware, Embedded-Software und Entwicklungs- respektive Integrationsdienstleistungen.

Abbildung 11: Leistungserbringung der Anbieterunternehmen aus Deutschland heraus, nach Disziplinen aufgegliedert

Etwa vier Fünftel der befragten Unternehmen erbringen in Deutschland Leistungen mit Embedded-Software, 61 Prozent erbringen Leistungen jeweils mit Embedded-Hardware und mit Serviceleistungen.

Im Folgenden werden die Projektcharakteristika dieser Segmente detailliert beschrieben.

3.3.1 Embedded-Hardware

Das Angebot an Embedded-Hardware ist vielfältig, vergleichbar mit dem Angebotspektrum der klassischen IT. Eine Auswahl der Angebotsarten: Speicher- und Kommunikationskarten, Feldbus-Varianten, CPUs/Prozessoren, Grafichips, Embedded-PCs, Motherboards, I/O-Baugruppen oder Interfaces.

Diese einzelnen Komponenten werden entweder als Gesamtsysteme inklusive entsprechender Steuersoftware und Gehäuse oder als Steckbaugruppen zur Integration in ein nachfolgendes System entwickelt.

Das Angebot der hardwarenahen Software beinhaltet Grafiktreiber, Firmware, Board-Support-Packages sowie BIOS- und Komponententreiber und wird mit der entsprechenden Hardware geliefert.

Entwicklungsprojekte werden standardisiert nach bewährten Methoden durchgeführt. Vergleichsweise lange Entwicklungszyklen sowie ein außerordentlich hoher Anspruch an die Lebenszeiten solcher Systeme (bis zu 15 Jahre) stellen die Hersteller vor große Herausforderungen.

Der Ablauf von Entwicklungsprojekten entspricht dem der klassischen IT und beinhaltet Spezifikation, Design, Inbetriebnahme, Verifizierung, Tests (Integration, Funktion, System) sowie die technische Dokumentation.

3.3.2 Embedded-Software

Die Software in Embedded-Systemen ist aufgrund der engen Verbindung der Komponenten häufig passgenau auf die Hardware zugeschnitten. Folglich ist eine Standardisierung nur in begrenztem Maße unterstützt durch Embedded-Betriebssysteme möglich. Die Systeme müssen auch unter extremen Belastungen wie Kälte, Hitze, hoher Luftfeuchtigkeit, Schlägen oder Vibrationen tadellos funktionieren.

Das Angebot im Bereich Embedded-Software erstreckt sich, neben der oben aufgeführten hardwarenahen Software, vor allem auf Embedded-Betriebssysteme, die Bereitstellung von Entwicklungswerkzeugen sowie auf die anwendungsspezifische Entwicklung, z. B. die Steuerungsprogrammierung einer Produktionsmaschine.

Im Bereich der Betriebssysteme ist der Markt überschaubar und vor allem durch amerikanische Anbieter dominiert. Hier ist jedoch ein starkes Wachstum von Open-Source-Alternativen zu beobachten. Das Geschäft mit Embedded-Betriebssystemen ist allerdings nur zum Teil ein Produktgeschäft. Zwar lässt sich die Architektur eines Betriebssystems auf einen grundlegenden Standard zurückführen, jedoch unterscheidet sich die zugrunde



liegende Hardwareplattform je nach Projekt signifikant, sodass die jeweiligen Integrationsdienstleistungen als Projektgeschäft verbucht werden.

Der Projektablauf entspricht dem der Softwareentwicklung in der klassischen IT und berücksichtigt Anforderungsanalyse, Architektur, Design, Implementierung, Test und Wartung.

3.3.3 Embedded-Dienstleistungen

Das Spektrum der Dienstleistungen im Umfeld von Embedded-Systemen erstreckt sich von Hardware-Entwicklungsarbeiten über Software-Engineering-Dienstleistungen bis hin zu Integrationsdienstleistungen. Das Marktsegment ist vergleichsweise jung und wird hauptsächlich von Engineering-Dienstleistern bedient.

3.4 Preisentwicklung

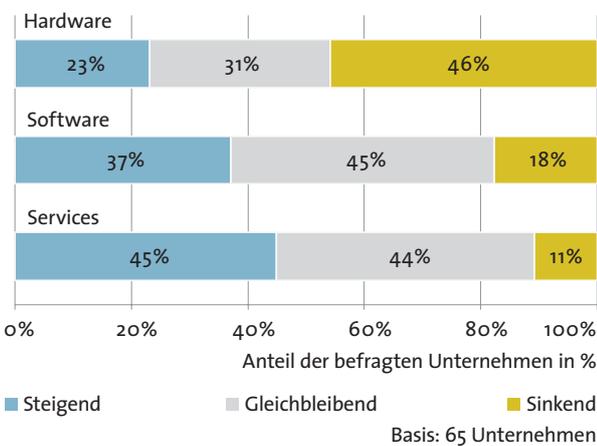
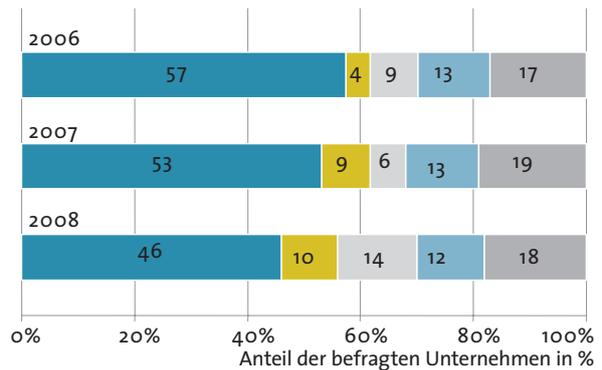


Abbildung 12: Anbieter – Geschätzte Preisentwicklung für Hardware, Software und Services am Anbietermarkt für Embedded-Systeme im Jahr 2008 im Vergleich zum Vorjahr

Bezüglich der Preisentwicklung werden die Beobachtungen aus dem IT-Alltag bestätigt. Knapp jeder zweite Anbieter befürchtet im Segment Embedded-Hardware einen Preisrückgang. Während 46 Prozent im Softwarebereich mit stabilen Preisen rechnen, werden von den Anbietern dieses Jahr vor allem im Bereich Services steigende Preise registriert.

3.5 Darstellung der Wertschöpfungskette aus Anbietersicht

3.5.1 Auftragsweitergabe an Dritte

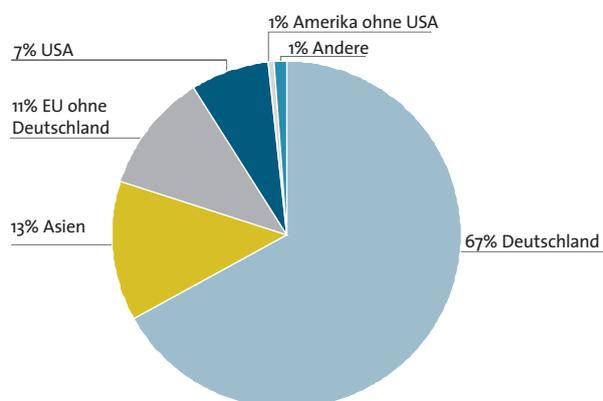


Fremdleistungen im Wert von ...
 ■ weniger als 100.000 Euro ■ 500.000 bis 999.999 Euro
 ■ 100.000 bis 199.999 Euro ■ 1 Mio. Euro und mehr
 ■ 200.000 bis 499.999 Euro
 Basis: 51 Unternehmen
 Filter: falls Fremdleistungen bezogen

Abbildung 13: Fremdleistungsbezug der Anbieter hinsichtlich des Einkaufs im Anbieterbereich (2006 und 2007, Erwartungen für 2008)

Etwa zwei Drittel der Anbieter, überwiegend kleine bzw. mittelständische Unternehmen, arbeiten bei der Herstellung von Embedded-Systemen mit externen Entwicklungspartnern und Zulieferern zusammen.

Die Tendenz zum Bezug von Fremdleistungen ist steigend. Während im Jahr 2006 Leistungen durchschnittlich in Höhe von 600.000 Euro bezogen wurden, werden für 2008 externe Leistungen in Höhe von 690.000 Euro prognostiziert. Hierbei handelt es sich um einen Zuwachs von 16 Prozent hinsichtlich des Einkaufs im Anbieterbereich innerhalb von zwei Jahren.



Basis: 51 Unternehmen
Filter: falls Fremdleistungen bezogen

Abbildung 14: Jahresausgaben der Anbieter für Fremdleistungen nach Regionen (durchschnittlich im Zeitraum 2006 bis 2008)

Im Zeitraum 2006 bis 2008 bleiben durchschnittlich 67 Prozent der Ausgaben für Fremdleistungen im eigenen Land, sie werden von Entwicklungspartnern, Zulieferern bzw. Dienstleistungsunternehmen aus Deutschland bezogen. 13 Prozent der Budgets werden nach Asien gegeben, 11 Prozent gehen in die EU und 9 Prozent fließen in die USA. Es gibt keine signifikanten regionalen Veränderungen innerhalb des Jahreszeitraumes 2006 bis 2008.

Die Umstrukturierung lokaler Märkte hinsichtlich einer globalen Struktur betrifft auch den Wirtschaftsfaktor Embedded-Systeme, allerdings in bislang zurückhaltendem Maße. Aufgrund der starken Bindung der Anbieter von Embedded-Systemen an Industrieunternehmen erfolgt ein Großteil der Leistungserbringung weiterhin in Deutschland. Dies hat u. a. folgende Gründe:

- Embedded-Systeme werden häufig vor Ort beim Kunden entwickelt bzw. in Zwischen- und Endprodukte integriert. Durch die starke Bündelung verschiedener Zulieferer für einen einzelnen Hersteller ergeben sich in Deutschland zahlreiche Technologiecluster im Umkreis der industriellen Niederlassungen. Es ist somit für Anbieter von Embedded-Systemen von entscheidender Bedeutung, den lokalen Markt mit dem existierenden Wettbewerb zu kennen.

- Die Fertigung von Hardwarekomponenten und Gesamtsystemen im Ausland ist nur in ausreichend großen Chargen sinnvoll. Ebenso sind beim Vergleich lokaler Produktionskosten von Endprodukten mit denen ausländischer Anbieter die anfallenden Transportaufwände und schwer vorherzusagenden Kommunikationskosten mit einzurechnen. Daher ist die Verlagerung von Produktionsstätten ambivalent.

Die Wertschöpfungskette der unterschiedlichen Anbieterunternehmen hängt stark von der Art der Leistungserbringung und des Projektumfangs ab. Übergreifend lässt sich feststellen, dass eine Weitergabe von Entwicklungsleistungen sehr zurückhaltend geschieht und hauptsächlich zum Abfangen von Leistungsspitzen in Projekten verwendet wird. Auftragsweitergaben erfolgen vorzugsweise im lokalen Umfeld, dennoch ist ein leichter Anstieg in der Nutzung von Near-/Offshore-Ressourcen festzustellen.

Der Trend zu einer Abwanderung von Industrieunternehmen in Richtung kostengünstigerer Produktionsstandorte ist nicht von der Hand zu weisen. Im Umfeld der Embedded-Systeme ist dies insofern zu spüren, als für Anbieterunternehmen durch die oben angesprochene enge Bindung an einzelne OEMs durchaus der Zwang besteht, dem Auftraggeber ins Ausland zu folgen. Vor allem für kleine und mittelständische Anbieter von Embedded-Systemen kann diese Herausforderung zu einem Problem werden.

Aufgrund geringer werdender Qualitätsunterschiede muss die Nutzung potenzieller Near- oder Offshore-Ressourcen in Betracht gezogen werden. Zwar werden sich im Verlauf der nächsten Jahre auch die unterschiedlichen Gehaltsniveaus verstärkt angleichen, jedoch stellt Offshoring für Anbieter von Embedded-Systemen in Deutschland bereits heute ein effizientes Werkzeug der Preisgestaltung dar – weniger um sich vom Wettbewerb abzugrenzen, als vermehrt die Erschließung bisher noch unzugänglicher Marktpotenziale voranzutreiben. So zeigt sich bereits bei global aufgestellten Anbietern eine zeitweise Nutzung vorhandener Offshore-Ressourcen, vor allem im Umfeld von Softwaretests und der Konstruktion



von standardisierten Teilkomponenten. Jedoch gilt es dabei auch, die damit einhergehenden Problemstellungen wie Sicherheitsanforderungen, Produktpiraterie, Mobilität, Transparenz und die damit verbundenen Prozesskosten zu betrachten.

Im Einzelnen lassen sich folgende Verhaltensweisen feststellen:

Embedded-Hardware-Entwicklung

In der Entwicklung von Embedded-Hardware findet hauptsächlich eine Weitergabe von Konstruktionsaufgaben statt. Ein Großteil der Anbieter beschäftigt hauptsächlich Entwicklungsabteilungen und gibt die Fertigung der Komponenten und Baugruppen an Partnerunternehmen ab. Gelegentlich findet im Umfeld der hardwarenahen Softwareentwicklung eine Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen statt, dies jedoch vorwiegend sofern keine eigenen Ressourcen zur Verfügung stehen. Der Anteil der Fremdleistungen am Umsatz mit Embedded-Systemen wird demnach als sehr gering bezeichnet. Die Bezugsländer der Fertigungsleistungen liegen vorwiegend außerhalb Europas.

Embedded-Softwareentwicklung

Unternehmen, die sich auf die reine Softwareentwicklung für Embedded-Systeme spezialisiert haben, pflegen eher Kooperationen mit Entwicklungspartnern einzugehen. Zum einen werden über Vereinbarungen für die Arbeitnehmerüberlassung Entwicklungsengpässe abgefangen, zum anderen endet die erbrachte Wertschöpfung oftmals nach den abschließenden Tests der Software, sodass eine Integration der Lösung im Umfeld des Kunden durch Dienstleister erbracht werden kann. Durch solche Kooperationen wird die Wertschöpfungskette erweitert und dem Kunden ein gewünschter Mehrwert geboten. Der Anteil der Fremdleistungen am Umsatz mit Embedded-Systemen bewegt sich nach Angaben der Anbieter zumeist zwischen 10 Prozent und 20 Prozent. Die Integrationsleistung findet vor Ort beim Kunden und somit hauptsächlich in Deutschland statt. Lediglich vereinzelt wird bei der Softwareentwicklung auf Nearshore-Ressourcen zurückgegriffen.

Übergreifende Systemanbieter, die sowohl über Entwicklungsressourcen im Hardware- als auch im Software-Umfeld verfügen, geben je nach Projekt diejenigen Auftragsteile weiter, bei denen die internen Ressourcen gegenüber dem externen Angebot als unzureichend eingestuft werden.

Entwicklungsdienstleistung

Reine Entwicklungsdienstleister geben selten Teilaufträge weiter, wodurch sich folglich der Anteil am Umsatz kaum beziffern lässt. Gegebenenfalls werden Hardwarekomponenten angefertigt respektive als fertiges Modul bezogen; grundsätzlich wird aber darauf geachtet, die diversifizierte Mitarbeiterstruktur möglichst übergreifend auszulasten. Der Bezug von Offshore-Dienstleistungen wächst bei FuE-Anbietern, jedoch richtet sich die Nachfrage hauptsächlich an eigene Ressourcen im Ausland.

Grundlage eines weitreichenden Serviceangebots mit Embedded-Systemen bildet die stetig ansteigende Vernetzung der einzelnen Komponenten. Dies ist system- und produktübergreifend zu beobachten und stellt hinsichtlich Schnittstellen, Sicherheit und Zuverlässigkeit neue Anforderungen an die Anbieter.

3.5.2 Auswahlkriterien und Vertragsarten

Die Vertragsarten unterscheiden sich entsprechend der eigenen Leistungserbringung und lassen sich nicht weiter auf die Art des Angebots herunterbrechen. Allgemein existieren die Formen: Rahmen- und Einzelverträge auf Festpreis- oder auf Aufwandsbasis (contract staff), Arbeitnehmerüberlassung sowie vereinzelt auch langfristige Outsourcing-Verträge. Derzeit und auch zukünftig werden etwa zwei Drittel der Dienstleistungsverträge auf Festpreisbasis abgeschlossen, ein Drittel stellen Contract-Staff-Verträge auf Basis des Aufwandes.

Sortiert nach Angebotsarten lassen sich folgende Schwerpunkte der Vertragsarten feststellen:

	Hardware	Software	Dienstleistungen
Festpreis	x	x	
„contract staff“	x	x	
Einzel-, Werksverträge	x		
Lizenz		x	x
Arbeitnehmerüberlassung			x

Die wichtigsten Auswahlkriterien für langfristige sowie projektbezogene Partnerschaften sind:

- Qualität der Leistung: Qualifizierung, technische Relevanz, Kosteneffizienz, Referenzen
- Qualität der Zusammenarbeit: Zuverlässigkeit, Termintreue, globale Relevanz, Kooperationsverhältnis
- Nutzen für den Kunden

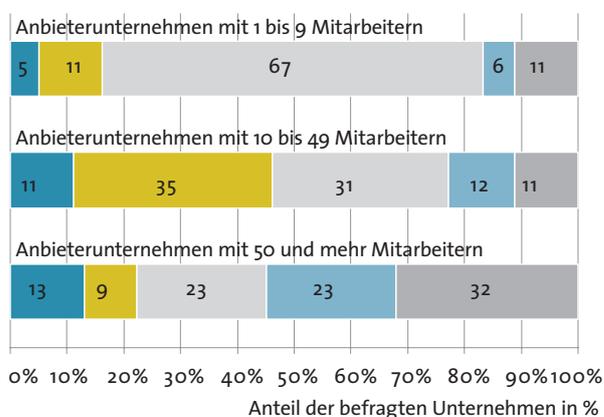
Partnerschaften werden dabei sowohl mit Industrieunternehmen als auch mit Forschungsinstituten und Hochschulen geschlossen.

3.6 Kundenspezifische Lösungen

In der individuellen Entwicklung von Embedded-Systemen zeigt sich die Stärke des deutschen Ingenieurwesens. Anders als beispielsweise Dienstleistungen und Produkte im Umfeld der klassischen IT stellen Embedded-Systeme keine Standardentwicklungen dar. Vielmehr ist jedes System eine individuelle Lösung herstellereinspezifischer Anforderungen. Hierbei machen sich die Fähigkeiten deutscher Ingenieure und Naturwissenschaftler bezahlt, mittels einer analytischen und flexiblen Denk- und Arbeitsweise zu einer kreativen und effizienten Problemlösung zu gelangen. Somit ließe sich auch erklären, dass nicht Entwicklungskosten das ausschlaggebende Argument bei der zurückhaltenden Auftragsvergabe ins Ausland darstellen, sondern Hersteller und Kunden sich vorwiegend

auf die Qualität der in Deutschland erbrachten Leistung konzentrieren.

Nur 4 Prozent der Anbieterunternehmen bieten ausschließlich Standardprodukte an. 96 Prozent der Anbieter von Embedded-Systemen entwickeln neben standardisierten Lösungen vor allem kundenspezifische Produkte. Im Durchschnitt werden etwa pro Jahr 16 individuelle Lösungen für Kunden entwickelt. Die Hälfte der Anbieter arbeitet jährlich an bis zu 9 Projekten.



Laufzeit von kundenspezifischen Projekten
 ■ weniger als 3 Monate ■ 9 bis 11 Monate
 ■ 3 bis 5 Monate ■ 12 und mehr Monate
 Basis: 66 Unternehmen

Abbildung 15: Laufzeiten von kundenspezifischen Projekten mit Embedded-Systemen bei Anbieterunternehmen

Die Projekte finden zu ca. 70 Prozent beim Kunden statt. Ein Großteil der Entwicklung bezieht sich auf Neusysteme. In der stetigen Veränderung am Markt für Embedded-Systeme werden sowohl Chancen als auch Risiken erkannt.

Die Größe der Entwicklungsteams schwankt stark, in Abhängigkeit der Projektart und Kundenklasse. In der Regel aber, bei 84 Prozent der Anbieterunternehmen, sind kleine Teams bis maximal 5 Entwickler an kundenspezifischen Lösungen beteiligt.



3.7 Arbeitsmarkt

Ca. 40 000 Mitarbeiter sind derzeit in Anbieterunternehmen von Embedded-Systemen in Deutschland beschäftigt. Nach Aussagen der Anbieterunternehmen besteht ein zusätzlicher Bedarf von weiteren 2.500 Embedded-System-Entwicklern, die die Unternehmen gern einstellen würden.

Die Altersstruktur über alle Bereiche im Kontext Embedded-Systeme ist gemischt, wobei die Altersgruppe bis zu 39 Jahren mit 68 Prozent stark überwiegt: Mitarbeiter im Alter von 30–39 Jahren sind mit 44 Prozent anteilmäßig am stärksten vertreten.

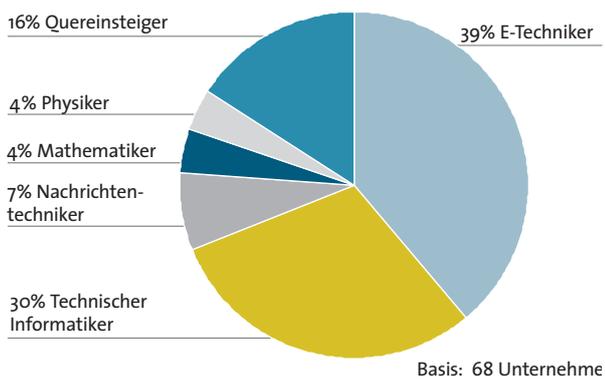


Abbildung 16: Mitarbeiterverteilung nach Fachrichtungen im Bereich Embedded-Systeme in Anbieterunternehmen

Die Mehrzahl der Mitarbeiter im Embedded-Umfeld verfügt über einen Abschluss als Elektrotechniker (39 Prozent) oder als Technischer Informatiker (30 Prozent); 16 Prozent der Arbeitnehmer kommen aus anderen Berufsgruppen und sind somit Quereinsteiger.

Von den vier Bereichen Hardware Design, Produktion, Programmierung und Integration von Embedded-Systemen ist die Softwareentwicklung und -programmierung der mitarbeiterintensivste Bereich.

Im Folgenden wird die momentane Arbeitsmarktsituation in diesen Segmenten detailliert betrachtet.

Arbeitsmarkt Embedded-Hardware:

Nach Aussage mehrerer befragter Unternehmen ist der Bedarf an neuen Mitarbeitern im Vergleich mit dem Bereich der Embedded-Software nicht so hoch.

Im Umfeld der Embedded-Hardware-Entwicklung verfügen die Mitarbeiter vorwiegend über die Qualifikationen des Elektrotechnikers, Maschinenbauers und Informatikers. Die Einstiegsgehälter liegen im Schnitt bei 50.000 Euro im Jahr. Es werden überwiegend Hochschulabsolventen eingestellt.

Die fachliche Ausbildung der Hochschulabsolventen wird als sehr gut erachtet. Besonders hervorzuheben sind die Kompetenzen: exaktes Arbeiten, Gewissenhaftigkeit, Bodenständigkeit sowie eine solide und zielstrebige Arbeitsweise.

Demgegenüber stehen die folgenden Mängel:

- Unternehmen bemängeln, dass am Markt nicht die erforderliche Menge an Bewerbern bzw. Absolventen zur Verfügung steht. Die Unternehmen gehen daher dazu über, inländische Anbieter von Forschungs- und Entwicklungs-Dienstleistungen (FuE) sowie ihre eigenen Near-/Offshore-Ressourcen zu nutzen.
- Es mangelt den Mitarbeitern an Mobilität, was hauptsächlich auf das Durchschnittsalter von 35-40 Jahren zurückzuführen ist.
- Es fehlt an Spitzenkräften, die besonders im Forschungsbereich benötigt werden.
- Besonders gefordert wird eine stärkere Verschmelzung technischer und kaufmännischer Studieninhalte, um neben einer soliden fachlichen Ausbildung auch die frühzeitige Entwicklung sozialer Kompetenzen zu fördern. Der zukünftige Arbeitnehmer wird im Embedded-Umfeld verstärkt in Situationen auftreten müssen, die einen engen Kundenkontakt, Teamarbeit sowie eine hohe Kommunikationsbereitschaft erfordern. Für sogenannte „Sales-Ingenieure“ ist daher ein tiefes technisches Wissen in Kombination mit einem breiten wirtschaftlichen Verständnis unabdingbar.

Arbeitsmarkt Embedded-Software:

In der Softwareentwicklung werden vor allem Mitarbeiter mit den Qualifikationen der E-Technik, Informatik und Mathematik eingesetzt, aber auch Maschinenbauer, Nachrichtentechniker und Physiker. Der Anteil der Hochschulabsolventen ist vergleichsweise höher als in der Hardwareentwicklung. Jedoch liegen die Einstiegsgehälter im Gegenzug durchschnittlich bei 40.000 Euro etwas niedriger.

Nach Aussagen der Unternehmen besteht ein großer Bedarf an neuen Mitarbeitern.

Vor allem in der Entwicklung werden sowohl erfahrene Bewerber als auch Hochschulabsolventen gesucht. Das Problem liegt hier ebenfalls darin, dass auf dem Arbeitsmarkt nicht die erforderliche Menge an qualifizierten Arbeitnehmern zur Verfügung steht. Dagegen haben Forschungsabteilungen geringere Probleme, passende Mitarbeiter zu finden.

Obwohl auch in der Softwareentwicklung das übergreifende Verständnis von technischen und wirtschaftlichen Fragestellungen vermisst und gefordert wird, betont man vor allem die mangelnde Fokussierung auf den Themenbereich „Embedded“ in der Ausbildung.

Arbeitsmarkt Embedded-Dienstleistungen:

Im Geschäftsfeld der Dienstleistungen für Embedded-Systeme liegt das Durchschnittsalter der Mitarbeiter bei 35 Jahren. Der Bedarf an neuen Mitarbeitern ist sehr hoch, hier zeigt sich viel Bewegung am Arbeitsmarkt. Zum einen kämpfen die Unternehmen um eine zeitnahe Erweiterung ihrer personellen Ressourcen, um die steigende Nachfrage an Dienstleistungen decken zu können. Dies gelingt ihnen aufgrund eines abwechslungsreichen Arbeitsumfelds und mit den von Industrieunternehmen vergleichbaren Konditionen besser als manchem reinen Hardwarehersteller oder OEM. Zum anderen werden die Unternehmen von einer gleichbleibend hohen Fluktuation zum Handeln gezwungen, da die durch die intensive Kundennähe bedingte Abwanderung der Mitarbeiter zum Kunden eine Herausforderung darstellt. Die Unternehmen begegnen diesem Problem mit verstärkten

Bindungskonzepten. Die Einstiegsgehälter liegen auf ähnlichem Niveau wie in der Softwareentwicklung bei ca. 40.000 Euro.

Mit der Ausbildungssituation der Bewerber sind die Arbeitgeber zumeist zufrieden. Durch den vielseitigen Einsatz der Mitarbeiter ist vor allem fundiertes Grundwissen hinsichtlich technischer und auch betriebswirtschaftlicher Konzepte von Bedeutung. Stärker als in anderen Geschäftsfeldern ist eine hohe soziale Kompetenz der Arbeitnehmer notwendig, weil die Leistungserbringung auf Grundlage besonderer Vertragsarten (hauptsächlich Arbeitnehmerüberlassung) erfolgt.

■ **3.8 Technologie, Entwicklungstools und Standards**

Programmiersprachen:

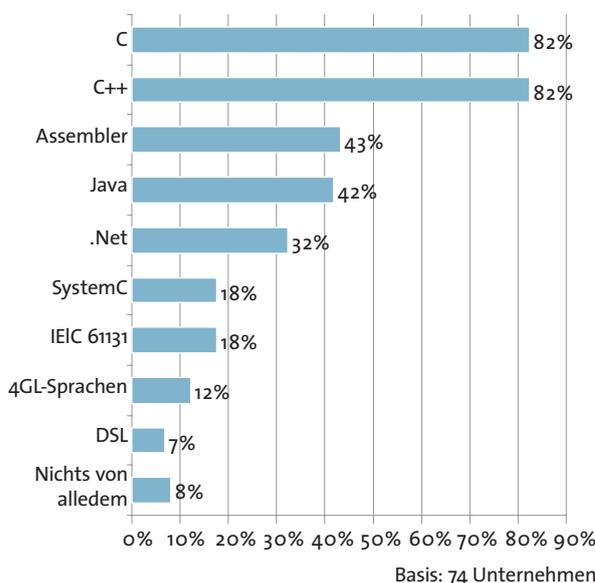


Abbildung 17: Häufigkeit der verwendeten Programmiersprachen in Anbieterunternehmen

Von den Anbietern werden hauptsächlich die Hochsprachen C, C++ und C# verwendet. Die Sprache Assembler wird dann eingesetzt, wenn zeitkritische oder Gerätetreiber-Funktionen vor allem in Interrupts programmiert werden oder wenn das Betriebssystem selbst an eine



neue Umgebung/CPU angepasst werden muss. Oberhalb des Betriebssystems ist Assembler eher eine Randerscheinung, in Systemen ohne Betriebssystem und bei massiven Speicherrestriktionen kommt Assembler jedoch häufiger zur Anwendung. In sicherheitskritischen Anwendungen wie zum Beispiel bei Flugsteuerungsrechnern werden auch eher ungewöhnliche Sprachen wie Ada eingesetzt.

Entwicklungstools:

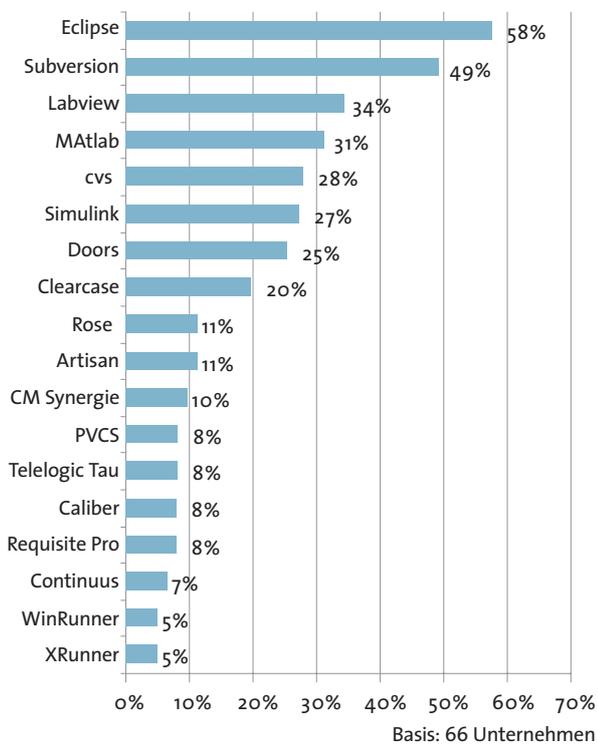


Abbildung 18: Verwendete Tools in Anbieterunternehmen

Die am häufigsten eingesetzten Entwicklungswerkzeuge sind Eclipse, Subversion, LabView, MATLAB und Simulink.

Die Verteilung der am häufigsten genannten Entwicklungstools entlang des Software-Engineering-Prozesses ist folgendermaßen:

- Requirements Engineering:
Doors, ClearCase, IBM Rational Requisite Pro, CaliberRM
- Analyse, Design, Architektur:
Enterprise Architect, Artisan Studio, Together

- Architect, IBM Rational Rose, Statemate, Skate, Simulink
- Implementierung:
TargetLink, Asket, Embedded Coder, Skate
- Test:
IBM Rational, Borland Silk, Simulink, TestDirector, Lint, FxCop
- Change Management:
Change Synergy, ClearQuest, Bugzilla
- Configuration Management:
ClearCase, Subversion

Als übergreifende Entwicklungsumgebungen werden vor allem IBM Rational, Microsoft Visual Studio oder die Open-Source-Umgebung Eclipse eingesetzt.

Zur Hardware-Entwicklung werden spezielle Tools wie beispielsweise Cadence oder EDGE Developer Suite genutzt.

Vereinzelt werden eigene Tools und Standards zur Entwicklung von Embedded-Systemen verwendet. Der überwiegende Anteil der Anbieter nutzt jedoch am Markt verfügbare Werkzeuge und Systeme.

Bedeutung von Standards:

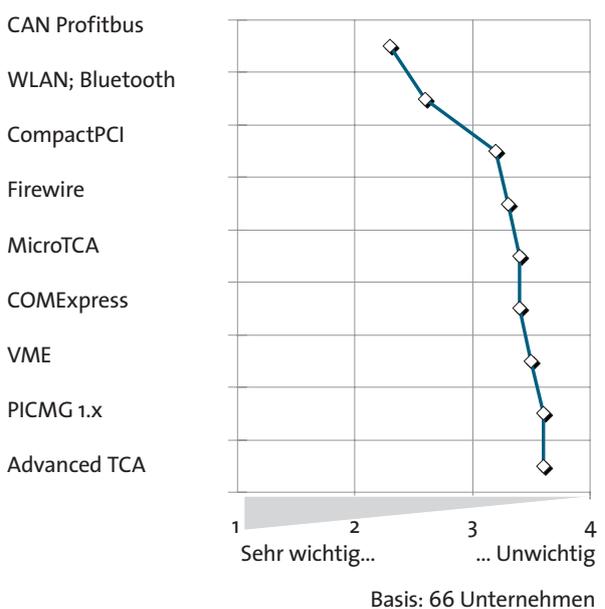


Abbildung 19: Bedeutung der Standards aus Sicht der Anbieter

Im Entwicklungsumfeld von Embedded-Systemen tut man sich mit der Definition von Standards schwer, obgleich der Bedarf hoch ist und es auch an Tatendrang nicht mangelt. Jedoch werden mittlerweile von einigen Anbietern bereits „Standards der Standards“ gefordert.

Einheitliche Vorgaben existieren vor allem in den jeweiligen Industriesektoren. Zu nennen sind hierbei vor allem die Qualitätssicherungsstandards ISO 9001 in der Fertigungsbranche und EN 9100 in der Luftfahrtindustrie. Ein nennenswerter Ansatz wird auch in der Automobilindustrie vorangetrieben. Das Projekt Autosar bringt Hersteller und Zulieferer an einen Tisch und definiert gemeinsame Entwicklungsvariablen für einen reduzierten Zeit- und Ressourcenaufwand in der Fahrzeugfertigung.

Auch die aus der klassischen IT bekannten Standards CMMI und ITIL halten Einzug in die Embedded-Welt. Dieser Trend ist in allen Segmenten des Embedded-Systeme-Marktes zu beobachten.

Wie beeinflussen die folgenden Punkte Ihre Branche?

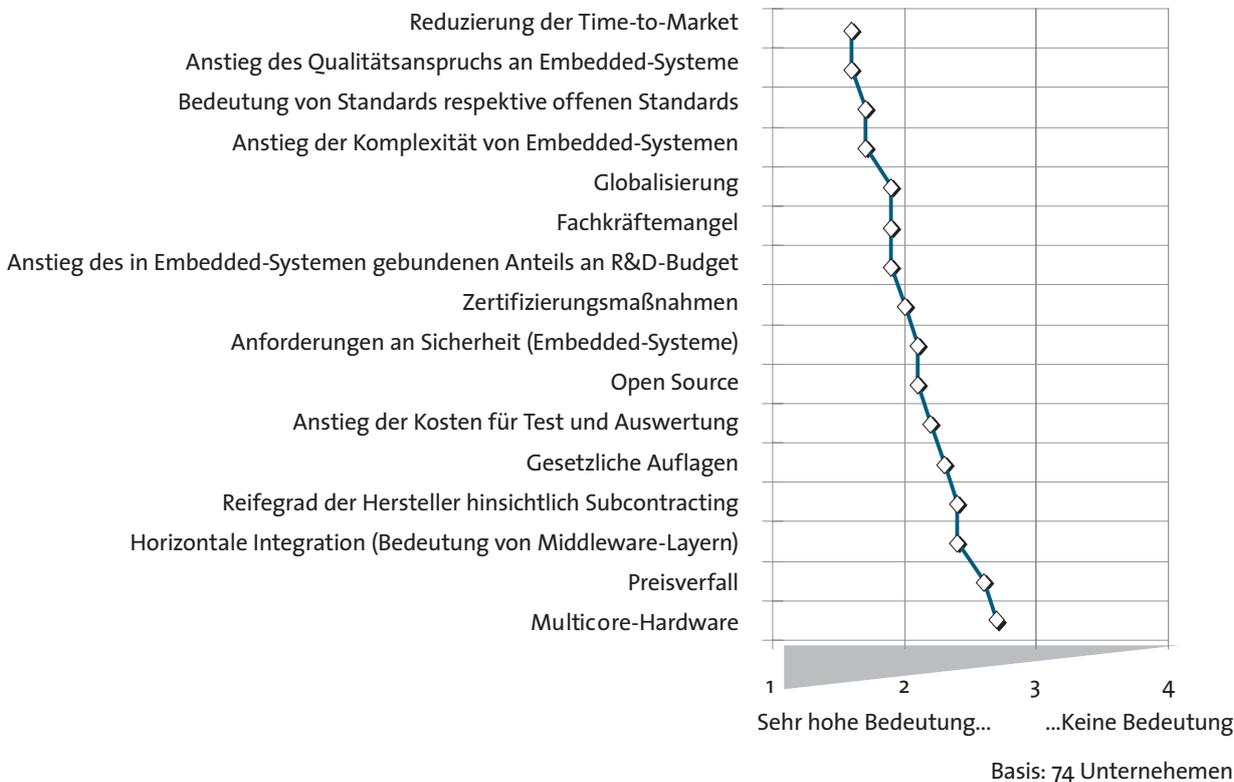


Abbildung 20: Herausforderungen und Trends aus Sicht der Anbieter

3.9 Trends und Herausforderungen

3.9.1 Allgemeine Trends

Unternehmen, die Embedded-Systeme anbieten, stehen häufig vor technologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen und müssen sich mit neuen Trends, Anforderungen und steigender funktionaler Komplexität auseinandersetzen. Das hat zur Folge, dass Entwicklungszeiten, -kosten und -risiken exponentiell wachsen.

Die in Abbildung 20 dargestellten Durchschnittswerte zeigen, dass Anbieter in erster Linie gefordert sind, ihre Markteinführungszeiten zu reduzieren, um am Markt zu bestehen und Wettbewerbsvorteile zu erzielen. Das Zeitfenster zwischen Produktfindung, -entwicklung und -vermarktung wird zunehmend enger. Die steigende Komplexität sorgt dafür, dass objektorientierte, komponentenbasierte Entwicklungen und Softwarearchitekturen



stärkeren Einzug halten. Geeignete Methoden und Ansätze aus der klassischen Softwareentwicklung werden immer interessanter für die Entwicklung komplexer eingebetteter Systeme. Diese Ansätze werden mit den bislang vorherrschenden Methoden und Werkzeugen zusammengeführt.

Gleichbedeutend ist der Qualitätsanspruch an die Produkte. Trotz wachsender Komplexität der Embedded-Systeme darf die Qualität nicht leiden. Der Markt erwartet, dass Entwickler von Embedded-Systemen mit geringerem Aufwand immer bessere Ergebnisse erzielen: höhere Verfügbarkeit des Produktes und geringere Kosten und Risiken bei gleichzeitiger Verbesserung von Qualität und Planungssicherheit.

Neben der Nutzung der Globalisierung zur Beeinflussung der Marktpreise in Deutschland, konzentrieren sich die Hersteller vor allem auf die Identifikation und Schaffung neuer Absatzmärkte. Unternehmen nutzen daher die Abwanderung der Fertigungsindustrie, um neben der fortlaufenden Zusammenarbeit mit dem Hersteller auch die lokalen Märkte im Ausland bedienen zu können. Diese Strategie ist erfolgreich, weil ausländische Anbieter zumeist noch nicht ausreichend stark am jeweils lokalen Markt etabliert sind, um als Wettbewerber agieren zu können. Für den Standort Deutschland bedeutet dies obendrein keine Arbeitsplatzverlagerung.

Fachkräftemangel, steigende FuE-Ausgaben und Zertifizierungsmaßnahmen sind weitere wesentliche Herausforderungen, die von den Anbietern bewältigt werden müssen.

3.9.2 Open Source

Open Source setzt sich im Produktbereich eher zurückhaltend durch. Der Einsatz ist stark abhängig von der jeweiligen Branche und betrifft vor allem das Thema Sicherheit. Open Source kommt als Bestandteil eines Endprodukts nur in bestimmten Branchen in Frage. Übergreifend findet Open Source keine Verwendung, wenn es um sicherheitskritische Systeme geht: bei der Luft- und

Raumfahrt, im Automobilssektor, im Energiebereich und in der Medizintechnik. Rechtliche Haftungs- und Gewährleistungsfragen, Lizenzierungsthematiken sowie die mangelnde Echtzeitfähigkeit sind hier die ausschlaggebenden Negativfaktoren. Dahingegen können beispielsweise in der Telekommunikationsindustrie durchaus Abstriche zulasten der Verfügbarkeit und zugunsten der Verwendung von Open-Source-Software gemacht werden.

Bei Betriebssystemen wird teilweise aus Kostengründen zu Embedded Linux übergegangen. Entsprechend steigt die Nachfrage nach freien und kostengünstigen Systemplattformen. Eine wichtige Rolle spielt Open Source bei Entwicklungsumgebungen, wie beispielsweise das bereits als Standard etablierte Eclipse belegt.

Open-Source-Software wird vorwiegend als Werkzeug der Softwareentwicklung genutzt. In diesem Umfeld spielt sie auch im Kontext der Standardisierung eine wichtige Rolle.

Echtzeitanforderungen können durch Open Source jedoch kaum erfüllt werden. Eine entsprechende Nutzung nimmt somit immer weiter ab. Der Trend geht hin zu klassischen Betriebssystemen (ohne Möglichkeiten der Echtzeitberechnung), da die Performance mittlerweile aufgrund neuer Chiptechnologien (z. B. Multicore) gewährleistet werden kann. Darüber hinaus besteht kein erkennbarer Marktdruck, um Open-Source-Produkte einzusetzen. Es wird vielmehr in einzelnen Teilbereichen ein nützlicher Einsatz analysiert.

Verschiedene Ansätze seitens der Anbieter von Embedded-Systemen fördern den Einsatz von Open-Source-Werkzeugen. Zum einen lassen sich diese Tools verwenden, um durch gezielte Förderung von freien Technologien den eigenen Toolverkauf anzukurbeln. Zum anderen ist die Strategie erkennbar, dass Unternehmen bereitwillig die Weiterentwicklung und den Support für bestimmte Technologien übernehmen, um sich somit einen Zugang zu ausgewählten Märkten offen zu halten.

Die Hersteller von Endprodukten integrieren nur zurückhaltend Open Source in ihre Produktlandschaft. Auch hier verhindern rechtliche und wirtschaftliche Fragen den

verbreiteten Einsatz der Technologien. Als Entwicklungswerkzeuge werden Open-Source-Tools jedoch weitestgehend akzeptiert.

■ 3.10 Synergiepotenziale

Die Mehrheit der Entwickler von Embedded-Systemen wünscht sich mehr Austausch zwischen den Branchen, jedoch können nicht über alle Industrien hinweg Ansätze der Zusammenarbeit ausgemacht werden. 83 Prozent der Anbieterunternehmen sehen Synergiepotenziale zwischen einzelnen Branchen. Folgende Möglichkeiten der Zusammenarbeit lassen sich deutlich herausstellen:

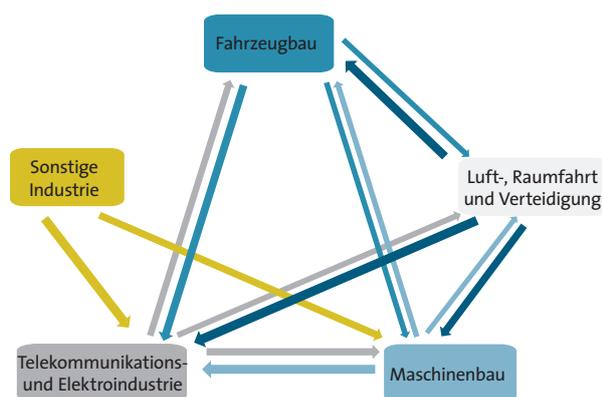


Abbildung 21: Konzeptübertragung auf andere Branchen aus Sicht der Anbieter

Synergiepotenziale lassen sich vor allem in Branchen mit ähnlichen oder abgeleiteten Problemstellungen identifizieren. Beispielsweise verbindet die Anforderung „Simulation und Verifikation“ den Automobilsektor mit der Luft- und Raumfahrtindustrie. Mitarbeiter von Engineering-Dienstleistern sind beispielsweise mit geringem Umschulungsaufwand in beiden Sektoren einsetzbar.

Ein Know-how-Transfer findet ebenso vom Maschinenbau zur Telekommunikations- und Elektroindustrie statt. Durch die über viele Jahre gesammelten Erfahrungen im Maschinenbau, speziell in der Robotik, mit Embedded-Systemen lassen sich beispielsweise neue Anwendungsgebiete in der Medizintechnik erschließen.

Eine Schlüsselrolle in der Übertragung von Technologien und Know-how wird Engineering-Dienstleistern zukommen, die ihre Ressourcen bereits heutzutage in unterschiedlichsten Industriezweigen einsetzen und somit einen regen Austausch von Methoden, Kulturen und Lösungsansätzen fördern und fordern. Diese Flexibilität wird den Unternehmen vor allem durch einheitlich definierte und übertragbare Entwicklungsprozesse ermöglicht. Der Einsatz von Standardtechnologien, der vor allem durch den Sektor der Industrieautomatisierung getrieben wird, unterstützt diese Entwicklung.

Durch die zunehmende Vernetzung von Embedded-Systemen haben Telekommunikationshersteller die Möglichkeit, eine weitere Schlüsselfunktion zu übernehmen. Das in diesem Industriesektor bereits vorhandene Wissen lässt sich nun aufgrund der ähnlichen Anforderungen in den Automobilsektor, in die Luft- und Raumfahrt und weitere Branchen übertragen. Besonders zwischen den Märkten Energieversorgung, Telekommunikation und Telematik lassen sich die Konzepte der Netzleittechnik gemeinsam durch neue Aspekte und Lösungsansätze weiterentwickeln.

Daneben existieren jedoch auch zurückhaltende Stimmen, die weniger Synergiepotenziale zwischen den Branchen erkennen möchten. Das gewichtigste Argument auf dieser Seite spricht von zu stark diversifizierten Anforderungen, sodass keine gemeinsamen Lösungsansätze ausgemacht werden können. Unterschieden werden kann hierbei zwischen Anbietern von Serienprodukten, z. B. Automobilherstellern, und Herstellern von Einzelprodukten, z. B. im Anlagenbau. Die Identifizierung von Synergien wirkt auf den ersten Blick schwierig, da es vor allem die hohen Entwicklungskosten von Embedded-Systemen sind, welche die technische Innovation in der Einzelfertigung behindern. Hierbei kann jedoch das Thema der Wiederverwendbarkeit einen Kooperationsansatz darstellen, sodass sich bereits ausgearbeitete Lösungen von einer auf die andere Branchen übertragen lassen.



4 Embedded-Systeme – Anwender

4.1 Arbeitnehmer und Absatzmärkte

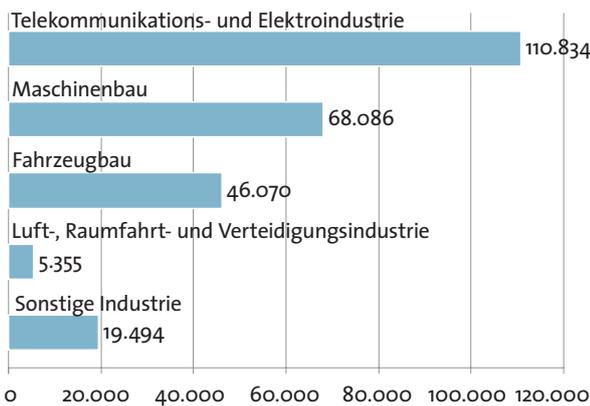


Abbildung 22: Anzahl der Arbeitnehmer im Umfeld Embedded-Systeme in den wichtigsten Anwenderbranchen

Ca. 290 000 Arbeitnehmer sind in Deutschland derzeit im Bereich Embedded-Systeme beschäftigt. Davon sind knapp 250 000 Mitarbeiter in Anwenderunternehmen von Embedded-Systemen tätig.

Die Telekommunikations- und Elektroindustrie weist mit einem Anteil von 44 Prozent die meisten Beschäftigten im Bereich der Embedded-Systeme-Anwenderbranchen auf. Es folgen der Maschinenbau mit 27 Prozent und der Fahrzeugbau mit 18 Prozent. In erster Linie kaufen die Anwenderunternehmen komplette Embedded-Systeme zu und integrieren sie in ihre Produkte. Ein Teil der Anwenderunternehmen entwickelt jedoch auch selbst Embedded-Systeme, vor allem wird produktspezifische Software entwickelt gegebenenfalls aber auch Hardwarekomponenten.

Auf Basis einer Produktivitäts- und Kostenanalyse der Mitarbeiter, die sich in Anwenderunternehmen mit Embedded-Systemen beschäftigen, ist davon auszugehen, dass in den Anwenderunternehmen ein weiteres Marktpotenzial in Höhe von etwa 15 Mrd. Euro steckt. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich bei diesem Wert im Gegensatz zum statistisch erhobenen Anbietermarkt um eine grobe Schätzung handelt.

Welches Wachstumspotential im Embedded-Systeme-Markt steckt, zeigt auch der Bedarf an zusätzlichen Mitarbeitern. Nach Aussagen der Anwenderunternehmen wären ungefähr weitere 30.000 Embedded-System-Entwickler wünschenswert. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich nicht um offene budgetierte Stellen handelt, sondern lediglich um einen Bedarf an weiteren Mitarbeitern, gemessen am Projektumfang und der aktuellen Auftragslage. Ausgehend von den 250.000 Mitarbeitern, die derzeit im Embedded-Systeme-Umfeld tätig sind, entspräche es einem Zuwachs von 12 Prozent.

Erwartungsgemäß sucht diese Industrie neben Fachkräften in erster Linie Spezialisten mit tiefgreifenden Kenntnissen und langjährigem Branchen-Know-how.

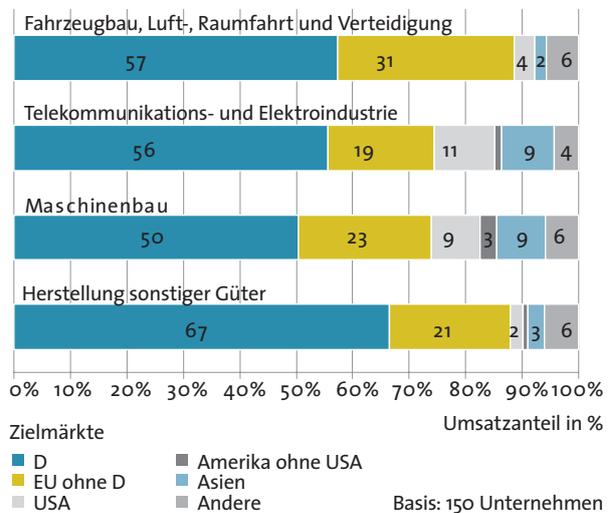


Abbildung 23: Umsatzverteilung mit Produkten, in denen Embedded-Systeme integriert sind, nach Zielmärkten und Branchen (durchschnittlich im Zeitraum 2006-2008)

Im Durchschnitt aller Branchen werden gut drei Viertel der Umsätze mit Produkten, die Embedded-Systeme enthalten, im europäischen Raum erwirtschaftet, 55 Prozent allein innerhalb Deutschlands. Der drittgrößte Markt von Produkten mit Embedded-Systemen ist mit einem Anteil von 8 Prozent die USA. Im Branchenvergleich ist der Maschinenbau die exportstärkste Branche und erzielt etwa die Hälfte des Umsatzes mit derartigen Produkten

außerhalb Deutschlands. Im Zeitraum von 2006 bis 2008 sind keine Veränderungen in der regionalen Verteilung festzustellen.

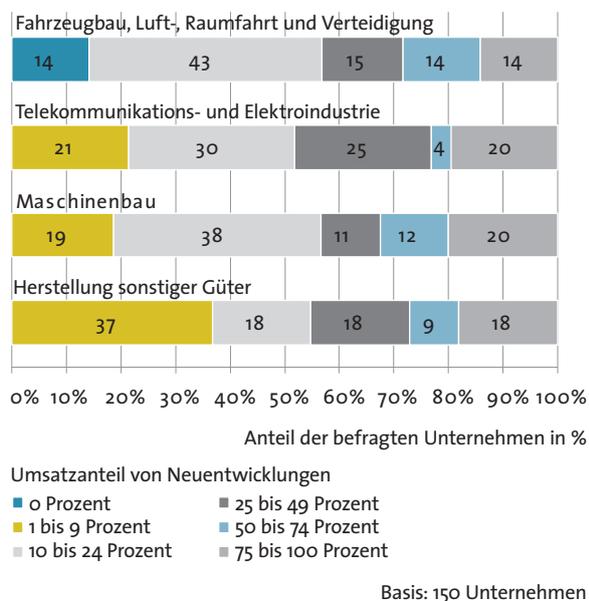


Abbildung 24: Umsatzanteil von Neuentwicklungen mit Embedded-Systemen an den Gesamtentwicklungen im Jahr 2007

Der Umsatzanteil mit Neuentwicklungen beträgt im Schnitt 20 Prozent, wobei hier der Maschinenbau im Branchenvergleich mit einem Anteil von 35 Prozent deutlich führend ist, gefolgt vom Fahrzeugbau mit 28 Prozent Neuentwicklungen.

4.2 Branchenspezifische Trends und Herausforderungen

Die Entwicklungen und Trends aufseiten der Anwender von Embedded-Systemen wurden gesondert für die drei stärksten Marktsegmente betrachtet und werden im Folgenden einzeln aufgeführt. Unterschieden wurde dabei zwischen der Telekommunikations- und Elektroindustrie, der Automobil- und Luftfahrtindustrie sowie dem Maschinen- und Anlagenbau.

4.2.1 Maschinenbau

Jedes zweite Anwenderunternehmen implementiert Embedded-Systeme in Maschinen und Anlagen. Produkte mit signifikantem Anteil von Embedded-Systemen sind vor allem Schutzgeräte, Steuergeräte, Leittechnik und Kontrollsysteme.

Der Anteil der Embedded-Systeme am Umsatz des Gesamtprodukts ist deutlich geringer als beispielsweise in der Telekommunikations- und Elektroindustrie.

Vergleichbar mit der Telekommunikations- und Elektroindustrie stellen auch im Maschinen- und Anlagenbau die langen Garanzzeiten für Embedded-Systeme eine große Herausforderung dar. Im Energiesektor können diese Anforderungen die Grenze von 30 Jahren überschreiten. Zudem ist der Anteil an sicherheitskritischen Systemen vergleichsweise hoch, ähnlich wie in der Luft- und Raumfahrtindustrie.

4.2.2 Telekommunikations- und Elektroindustrie

Etwa ein Drittel der befragten Unternehmen integriert Embedded-Systeme in elektrotechnische Güter. Hierzu gehören die Subsegmente High-Tech Electronics, Telekommunikation sowie Medizintechnik. Das Produktspektrum mit Anteil von Embedded-Systemen erstreckt sich entsprechend über stationäre und mobile Telefone, Netzsteuer- und Kontrollsysteme, Übertragungstechniken, medizinische Analyse- und Behandlungsgeräte bis zu Infotainment-Terminals.

Sicherheitskritische Systeme werden für ungefähr die Hälfte aller in diesem Marktsegment hergestellten Produkte entwickelt. Verglichen mit anderen Branchen machen Embedded-Systeme einen großen Anteil am Umsatz der Endprodukte aus.



Die größten Herausforderungen liegen im Bereich der rechtlichen Wartungs- und Gewährleistungspflichten. Diese können je nach Produkt und Branche bis zu 15 Jahre betragen, in bestimmten sicherheitskritischen Segmenten gegebenenfalls auch länger. Dies entspricht dem generell hohen Anspruch an die Produktlebenszeiten von Embedded-Systemen. Das Thema Sicherheit stellt an allen Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine ebenfalls eine große Herausforderung dar. Die Ausfallsicherheit dieser Systeme, auch über Jahre hinweg, muss gewährleistet werden. Zudem muss zu jedem Zeitpunkt der Schutz der in Kontakt tretenden Person, z. B. in der Medizintechnik, sichergestellt sein.

4.2.3 Automobil- und Luftfahrtindustrie

Das Produktspektrum des Fahrzeugbaus mit einem signifikanten Anteil von Embedded-Systemen erstreckt sich u. a. über Bordnetze, Steuer- und Kontrollsysteme bis zu Infotainment-Systeme.

Der Anteil sicherheitskritischer Systeme liegt in diesem Marktsegment im oberen Bereich (ausgenommen Infotainment-Systeme). Der Anteil der Embedded-Systeme am Umsatz des Gesamtprodukts lässt sich hier nur schwer beziffern. Mit Sicherheit ist aber ein großer Teil der aktuellen Innovationen in der Automobil- und Luftfahrtindustrie vor allem in den Bereichen der aktiven und passiven Sicherheitskomponenten und beim effizienten Umgang mit Ressourcen ohne Embedded-Systeme undenkbar. Die Leistungsfähigkeit der verschiedenen verbauten Embedded-Systeme und deren Zusammenspiel beispielsweise in einem Automobil ist eines der zentralen Alleinstellungsmerkmale im internationalen Vergleich. Über neunzig Prozent der Innovationen im Automobilbau sind aktuell von Elektronik und Software geprägt.

Die größte Herausforderung der Entwicklungsprojekte in den Bereichen Automobil- und Luftfahrtindustrie liegt in der organisatorischen Abstimmung der Einzelleistungen. Die große Komplexität und Fülle an Teilaufgaben macht es erforderlich, eine Vielzahl von unterschiedlichen Herstellern zeitlich und organisatorisch aufeinander

abzustimmen. Embedded-Systeme müssen besonders hinsichtlich einer reibungslosen Kommunikation zwischen den einzelnen Teilsystemen optimal konfiguriert und integriert werden. Um dieser Herausforderung erfolgreich zu begegnen, wird sichtbar ein enormer Kommunikationsaufwand zwischen Herstellern und Zulieferern sowie jeweils untereinander betrieben.

4.3 Bedeutung von Embedded-Systemen und Risiken aus Sicht der Anwender

Wie wichtig sind Embedded-Systeme für das Endprodukt?

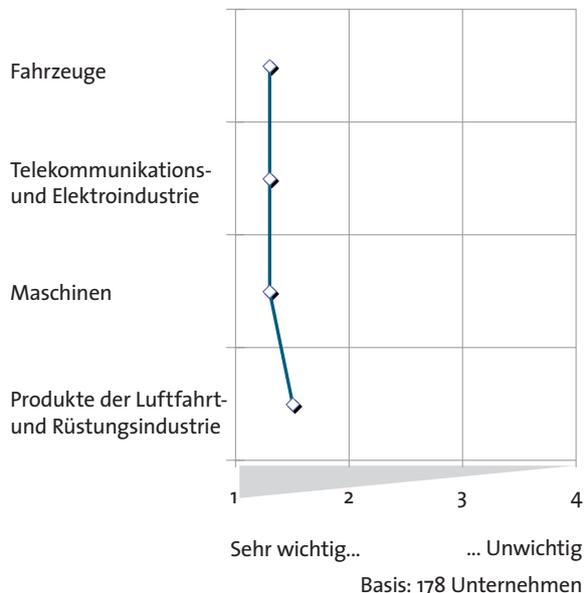


Abbildung 25: Relevanz von Embedded-Systemen für das Endprodukt aus Sicht der Anwender

Welche Bedeutung Embedded-Systeme für Industrieunternehmen haben, ist in Abbildung 25 deutlich zu sehen. Die Durchschnittswerte aller Branchen zeigen, dass Fahrzeuge, elektronische Güter und Maschinen ohne Embedded-Systeme kaum mehr denkbar sind.

Es ist davon auszugehen, dass der Anteil von Embedded-Systemen an Endprodukten weiter steigen wird. Dies wird in nahezu allen Branchen und verstärkt im Bereich Consumer Electronics (Unterhaltungselektronik) beobachtet. Aus den daraus wachsenden Berührungspunkten mit Embedded-Systemen – sowohl im industriellen als

auch im privaten Umfeld – lässt sich ein hohes Potenzial für neue Serviceangebote ableiten. Beispiele hierfür sind die Car-to-Environment-Kommunikation oder sogenannte Assistant-Living-Systeme. Weitere Möglichkeiten der Geschäftsgenerierung lassen sich in dem zunehmend reduzierten Energieverbrauch von Embedded-Systemen sowie der effizienten Verarbeitung signifikant ansteigender Datenvolumen erkennen. Hierdurch ergeben sich nicht nur neue Aufgabenstellungen, sondern gänzlich neue Anwendungsfelder für Embedded-Systeme.

Welchen Stellenwert haben Embedded-Systeme in der Strategie Ihres Unternehmens?

Der Umgang mit Embedded-Systemen ist für unser Unternehmen erfolgskritisches Wissen

Embedded-Systeme verhelfen Produkten erst zu den Eigenschaften, die den Erfolg ausmachen

Die Bedeutung von Embedded-Systemen gleicht der anderer wichtiger zugekaufter komplexer Komponenten

Die Bedeutung von Embedded-Systemen für unser Unternehmen gleicht der anderer zugekaufter C-Teile wie bspw. Schrauben und ist jederzeit austauschbar



Abbildung 26: Strategischer Stellenwert von Embedded-Systemen aus Sicht der Anwenderbranchen
 Basis: 179 Unternehmen

Hinsichtlich des Stellenwerts von Embedded-Systemen im Unternehmen sind sich branchenübergreifend alle Anwender einig: Geräte mit integriertem Rechnerkern, der nach außen nicht sichtbar und vom Anwender nicht programmierbar ist, werden immer leistungsfähiger und verhelfen den Produkten zu den Eigenschaften, die sie kennzeichnen. Sie sind letztendlich der Schlüssel zum Erfolg für die Unternehmen.

Wo sehen Sie Risiken für Ihre Firma in Verbindung mit Embedded-Systemen?

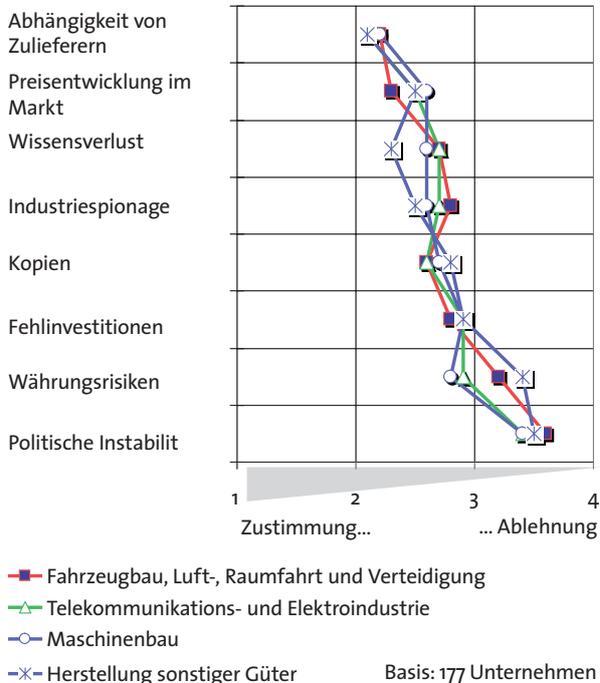


Abbildung 27: Risiken in Verbindung mit Embedded-Systemen aus Sicht der Anwenderbranchen
 Basis: 177 Unternehmen

Globalisierung, verkürzte Time-to-Market-Zyklen durch internationalen Wettbewerb und steigender Kostendruck bei gleichzeitig hohen Qualitätsanforderungen stellen für Anwender wie für Anbieter eine große Herausforderung dar. Eines der größten Risiken, das Anwender in Verbindung mit Embedded-Systemen sehen, ist neben dem Kostendruck die Abhängigkeit von ihren Lieferanten. Dagegen sind Fehlinvestitionen, Währungsrisiken und politische Instabilitäten kein großes Thema. Branchenübergreifend sind keine signifikanten Unterschiede erkennbar.



Wie bewerten Sie die folgenden Bereiche hinsichtlich Rationalisierungspotenzial im Zusammenhang mit Embedded-Systemen?

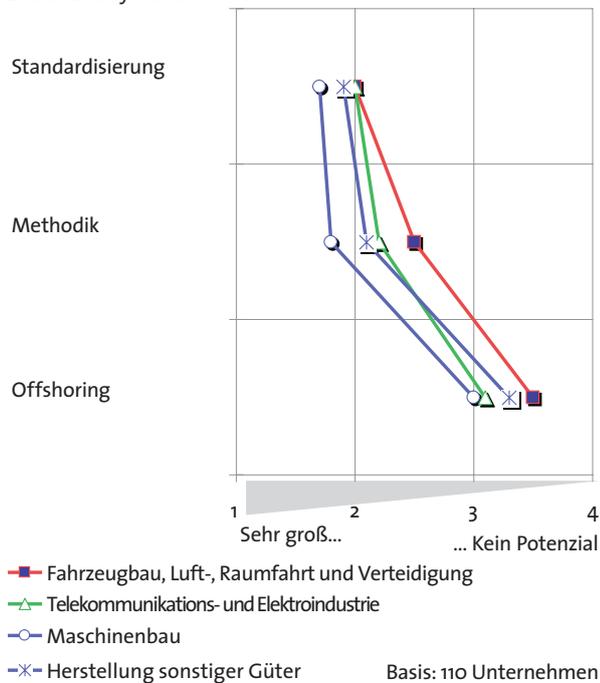
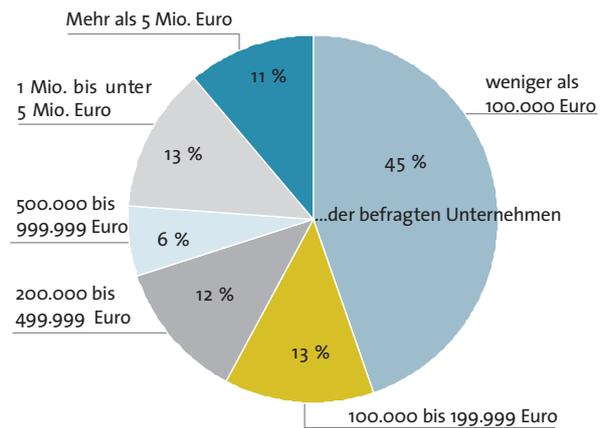


Abbildung 28: Rationalisierungspotenziale aus Sicht der Anwenderbranchen

Rationalisierungspotenzial sehen Anwender in erster Linie bei der Standardisierung beispielsweise von Plattformen oder Teilen und bei der Methodik in der Entwicklung von Embedded-Systemen. Um Entwicklungskosten so niedrig wie möglich zu halten, spielen standardisierte Lösungen mit Embedded-Systemen für die Anwender eine wichtige Rolle. Ebenso messen sie der Methodik von Softwareentwicklungen eine große Bedeutung bei.

4.4 Darstellung der Wertschöpfungskette aus Anwendersicht

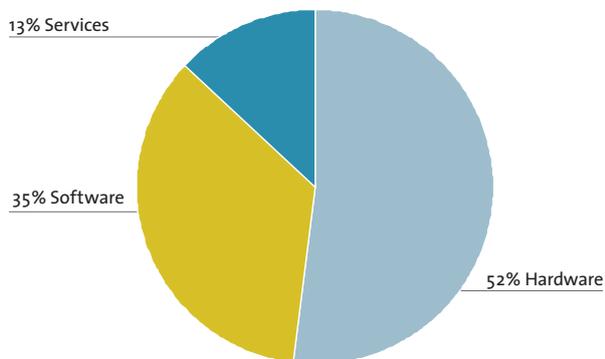
4.1.1 Auftragsweitergabe an Dritte



Basis: 112 Unternehmen
Filter: falls Fremdleistung bezogen

Abbildung 29: Durchschnittliche Jahresausgaben der Anwenderunternehmen für Fremdleistungen im Embedded-Systeme-Umfeld (2006-2008)

Etwa 90 Prozent der Anwenderunternehmen beziehen Fremdleistungen im Umfeld von Embedded-Systemen. Knapp die Hälfte der befragten Unternehmen (45 Prozent) bezieht Fremdleistungen im Wert von bis zu 100.000 Euro pro Jahr. Im Branchenvergleich sind es überdurchschnittlich viele Hersteller von Telekommunikations- und Elektroprodukten (57 Prozent). Größere Budgets für Fremdleistungen haben insbesondere der Fahrzeugbau sowie die Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie. Diese Branchen können durch die weitreichenden Standards und Normen vereinfacht Fremdleistungen nutzen.



Basis: 68 Unternehmen
Filter: falls Fremdleistung bezogen

Abbildung 30: Durchschnittliche Verteilung der weltweiten Bezüge durch Anwenderunternehmen für Hardware, Software und Services (2006 bis 2008)

Jedes zweite Anwenderunternehmen, das Fremdleistungen bezieht, nimmt Leistungen im Hardwareumfeld von externen Zulieferern in Anspruch. 35 Prozent der Fremdleistungen fallen auf die Softwareentwicklung und gut ein Zehntel sind dem Bereich Dienstleistungen zuzurechnen.

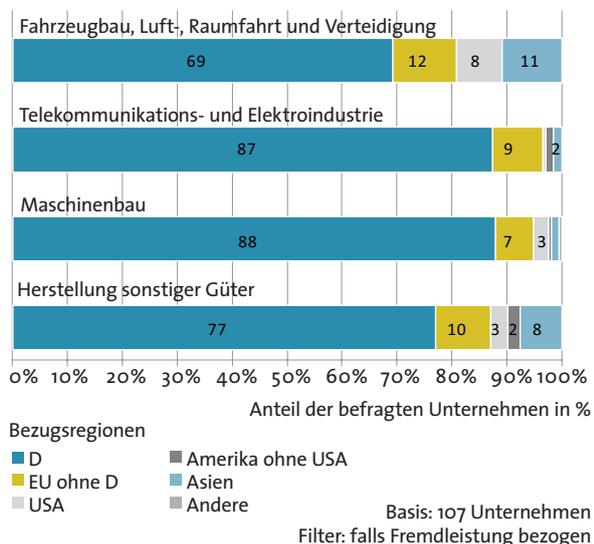


Abbildung 31: Jahresausgaben der Anwenderunternehmen für Fremdleistungen nach Regionen (durchschnittlich im Zeitraum 2006 bis 2008)

Im Branchenvergleich werden im Fahrzeugbau, in der Luftfahrt und der Verteidigung überdurchschnittlich viele Fremdleistungen aus dem asiatischen Raum (11 Prozent) und aus den USA (8 Prozent) bezogen. Diese Branchen können durch weitreichende Standards und

Normen vereinfacht Aufträge erteilen. Dagegen vergibt der Maschinenbau maßgeblich innerhalb Deutschlands Aufträge an Dritte. Der Grad der Standardisierung ist wesentlich niedriger, was die Auftragsvergabe schwieriger gestaltet.

Aufseiten der Anwender von Embedded-Systemen lassen sich drei Stadien der Auftragsvergabe identifizieren, die ebenfalls auf das noch existierende Marktpotenzial schließen lassen:

- Auf der untersten Stufe befinden sich Unternehmen, die im Embedded-Umfeld den größten Teil oder die ganze Systementwicklung selbst durchführen. Sie sind entsprechend resistent hinsichtlich externer Angebote. Diese Konstellation ist vor allem im Energiesektor zu beobachten.
- Eine stärkere Kooperationsbereitschaft lässt sich in der Telekommunikation und der Medizintechnik identifizieren. In diesen Sektoren hat man sich bereits auf die Embedded-Software-Entwicklung als eigentliche Kernkompetenz fokussiert und bezieht vor allem Hardwarekomponenten und Engineering-Dienstleistungen, um fehlende Kompetenzen abzudecken oder unrentables Arbeiten zu vermeiden.
- Die höchste Entwicklungsstufe der Zusammenarbeit lässt sich im Automobil- und Luftfahrtssektor feststellen. Als traditionell zulieferintensive Märkte eröffnen diese Sektoren Anbietern von Embedded-Systemen zugleich zwei Zugangsmöglichkeiten. OEMs spezialisieren sich auf die Ebene der Systementwicklung, wodurch der Aufgabenbereich der Komponentenentwicklung vollständig an die Zulieferindustrie übergeht. Der Markt-Zugang für Anbieter von Embedded-Systemen liegt dadurch sowohl auf der Ebene der Komponenten als auch auf der Subebene der Teilkomponentenentwicklung. Entsprechend finden sich viele Anbieter von Embedded-Systemen in Deutschland mit einem signifikanten Anteil ihrer Umsätze im Automobilssektor und in der Luft- und Raumfahrt.



Im Zusammenhang mit der Vergabe von Aufträgen konzentrieren sich Anwenderunternehmen hauptsächlich auf das Design von Embedded-Systemen sowie die aus den Anforderungen abgeleitete effiziente Definition von Testkriterien. Andere Elemente des Entwicklungszyklus wie beispielsweise die Implementierung des Systems oder die Durchführung der Testaufgaben werden verstärkt an Zulieferer abgegeben.

4.4.2 Auswahlkriterien und Vertragsarten

Arbeitnehmerüberlassung und Festpreisprojekte sind die beiden meistgenannten Vertragsarten. Vereinzelt werden auch Outsourcing-Verträge geschlossen. Derzeit werden gut ein Drittel (37 Prozent) Contract-Staff-Verträge abgeschlossen. Das Verhältnis zwischen beiden Vertragsarten wird sich zukünftig leicht zugunsten der Contract-Staff-Verträge verlagern.

Die meistgenannten Auswahlkriterien für eine Partnerschaft lauten wie folgt:

- Transparenz der Fertigungsprozesse
- Termintreue
- Expertise
- Bereitschaft Verantwortung zu übernehmen
- Kosten
- Hohe Kompetenz in der Kommunikation

Aus taktischen und strategischen Gründen zählen gegebenenfalls geographische Kriterien wie Markt- und Kundennähe stärker.

4.4.3 Trends bei der Auftragsvergabe an Dritte

Welche Anforderungen werden an einen Hardware-Outsourcing-Partner gestellt?

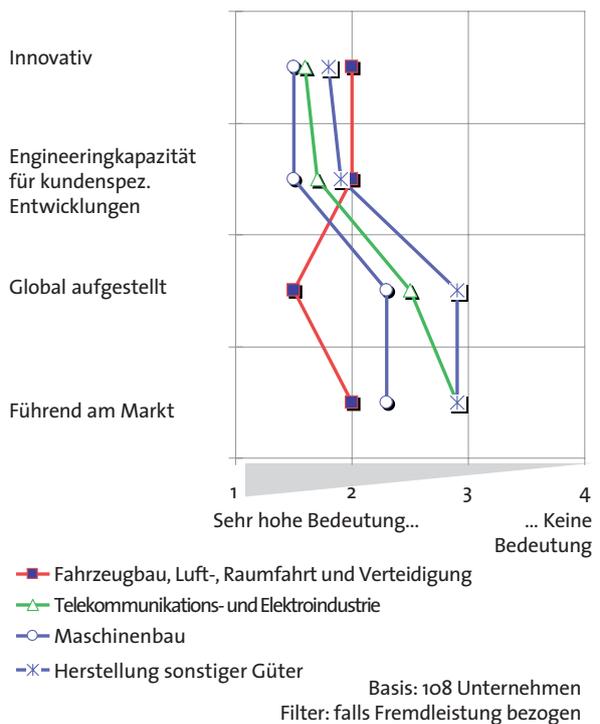


Abbildung 32: Anforderungen an Hardware-Outsourcing-Partner aus Sicht der Anwenderbranchen

Die Anforderungen, die an einen Hardware-Outsourcing-Partner gestellt werden, sind innerhalb der Branchen sehr unterschiedlich. Während für den Fahrzeugbau und die Luftfahrtindustrie die Ausrichtung auf die internationalen Beschaffungsmärkte, also die globale Aufstellung der Partner, neben Innovativität und Ingenieurleistungen von großer Bedeutung sind, spielen im Maschinenbau und der Telekommunikations- und Elektroindustrie die Internationalität der Partner sowie die Marktführerschaft gegenüber Innovativität und Engineering-Kapazitäten eine untergeordnete Rolle.

Wie entwickeln sich Größe, Kosten und Komplexität von Projekten im Bereich Embedded-Systeme?

Die Zunahme an Funktionen macht die Projekte zunehmend komplexer

Herausforderungen im Bereich Sicherheit sorgen zunehmend für Schwierigkeiten

Kosten für Embedded-System werden sinken

Der Einsatz von Open Source bringt Vereinfachung in der ES-Entwicklung

Aufgrund Standardisierung werden ES-Projekte zunehmend einfacher

Multicore-Hardware wird softwareseitig zu Problemen führen

Verstärkter OS-Einsatz wird zu sinkenden Kosten führen

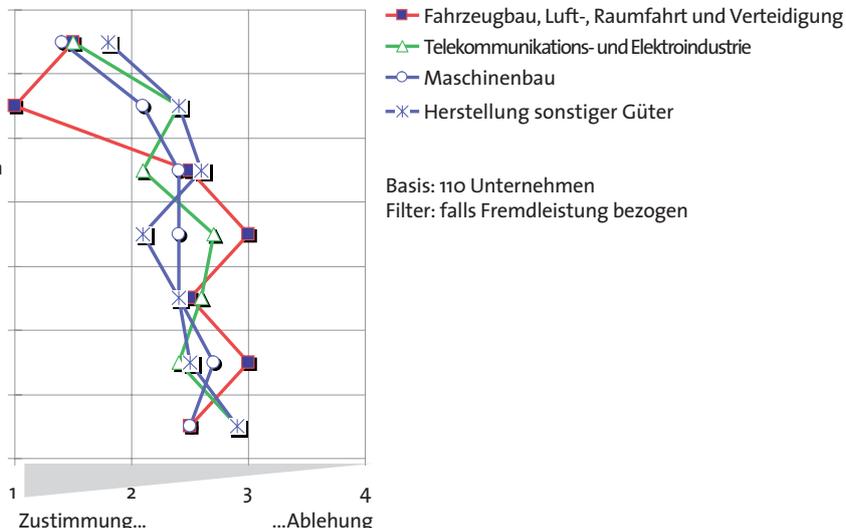


Abbildung 33: Anwender – Größe, Kosten und Komplexität von Embedded-Systeme-Projekten aus Sicht der Anwenderbranchen

Embedded-Systemen, wird von den befragten Anwenderunternehmen nur teilweise zugestimmt.

In allen Branchen ist man sich einig: Projekte mit Embedded-Systemen werden durch die Zunahme von geforderten Funktionen immer komplexer. Die Projekte haben mehr Ressourcen (Prozessorleistung, Speicher, Bandbreite) zur Verfügung. Systeme können so in höheren Programmiersprachen wie C/C++, Java etc. programmiert werden, müssen zunehmend mit anderen Systemen kommunizieren und basieren immer häufiger auf Komponentenstandards einer Branche.

Der Fahrzeugbau sowie die Luft- und Raumfahrtindustrie müssen sich zunehmenden Herausforderungen im Bereich Sicherheit stellen. Die Systeme müssen sicher und zuverlässig sein sowie den aktuellen gesetzlichen Bestimmungen genügen. Zugleich sollten sie aber kostengünstig, innovativ und leistungsfähig sein, damit sie am Markt wettbewerbsfähig sind. Bei der Steuerung eines Airbags zum Beispiel muss die Systemarchitektur extrem kurze Reaktionszeiten und unbedingte Zuverlässigkeit garantieren, bei einem Navigationssystem kommt es eher darauf an, dass sich innovative Funktionen leicht integrieren lassen.

Der Aussage, der Einsatz von Open-Source-Lösungen bringe Vereinfachungen in der Entwicklung von

4.5 Arbeitsmarkt aus Anwendersicht

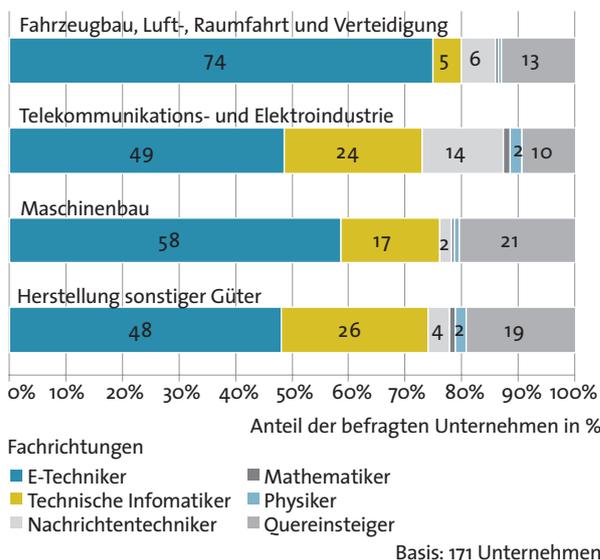


Abbildung 34: Mitarbeiterverteilung nach Qualifikation und Branchen in den Anwenderunternehmen

Der Großteil der Mitarbeiter, die in Anwenderunternehmen mit Embedded-Systemen arbeiten, besitzt eine Qualifikation als Elektrotechniker. Im Durchschnitt aller Branchen sind etwa ein Fünftel gelernte Informatiker,



16 Prozent sind als Quereinsteiger zu diesem Tätigkeitsfeld gekommen.

Die Mehrheit der FuE-Mitarbeiter in der Telekommunikations- und Elektroindustrie besitzt eine Hochschulausbildung. Dabei entspricht der Anteil der Doktoranden ungefähr dem der Absolventen mit Fachhochschul- oder Universitätsdiplom. Angestellt werden hauptsächlich Informatiker, Physiker und Mathematiker, Techniker sowie Ingenieure verschiedenster Studienrichtungen.

Die Qualität der Ausbildung wird allgemein als sehr gut beurteilt. Jedoch wird verstärkt eine branchenspezifischere Ausbildung gewünscht, um zukünftige Mitarbeiter besser auf Schnittstellenthematiken zwischen technischen Herausforderungen und industriebezogenen Fragestellungen vorbereiten zu können. Vereinzelt wird eine Anpassung der Studiengänge an moderne Technologien und Marktanforderungen gefordert.

Im Bereich der Automobil-, Luft- und Raumfahrtindustrie sind die Mitarbeiter hauptsächlich Ingenieure der Disziplinen Elektrotechnik, Maschinenbau, Physik und Informatik. Zu den positiven Eigenschaften der deutschen Bewerber zählen vor allem die fachliche Qualifikation sowie die Fähigkeit, sich kontinuierlich weiterzubilden. Jedoch gibt es Schwachstellen bei spezifischen Kenntnissen zu Embedded-Systemen. Ebenso mangelt es an Spitzenkräften bei technologischen und betriebswirtschaftlichen Aufgabenstellungen.

Menge und Qualität der Ausgebildeten im Bereich Maschinenbau stellen die Unternehmen derzeit noch nicht zufrieden. Besonders bemängelt werden der fehlende Branchenbezug der Mitarbeiter sowie das Fehlen sozialer Kompetenzen, was branchenübergreifend kritisiert wird. Allerdings sind sich die Herstellerunternehmen durchaus bewusst, dass sowohl Branchenbezug als auch soziale Fähigkeiten vorwiegend in der Praxis gelehrt werden und somit in den eigenen Zuständigkeitsbereich fallen.

Die Arbeitsmarktsituation im Fahrzeugbau ist schwieriger als in anderen Branchen. Die Unternehmen bekommen nicht genug qualifizierte Mitarbeiter. In der

Automobil- und Luftfahrtindustrie ist es aufgrund der verteilten Leistungserbringung besonders wichtig, dass die Mitarbeiter teamfähig sind und ausgeprägte soziale Kompetenzen mitbringen. Diese Anforderungen können nach Angaben der Befragten Unternehmensvertreter lediglich bedingt erfüllt werden.

4.6 Neuentwicklungen und Projekte

Die durchschnittlichen Entwicklungszeiträume für Neuentwicklungen liegen in der Elektroindustrie zwischen einem und drei Jahren. Im Telekommunikationssektor sind die Entwicklungszyklen in der Regel kürzer, je nach Art des Entwicklungsprojekts (Release- oder Neuentwicklung) liegen sie zwischen 9 und 18 Monaten. In der Automobil- und Luftfahrtindustrie liegen sie ungefähr bei 3 Jahren. Im Automobilsektor entspricht dies ungefähr der Hälfte der Gesamtentwicklung eines Fahrzeugs. Im Maschinenbau variieren die Projektlaufzeiten aufgrund der unterschiedlichen Arten von Projekten (Anlagenbau, Netztechnik, Maschinenbau) stark und erstrecken sich auf 12–36 Monate. Dies entspricht den langfristigen Entwicklungszeiten im Anlagenbau.

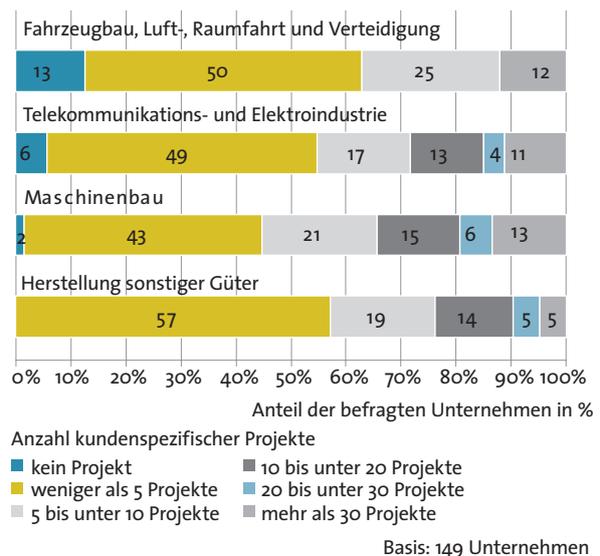


Abbildung 35: Anteil kundenspezifischer Entwicklungen in den Anwenderunternehmen, in welche Embedded-Systeme integriert worden sind, je Branche

Neben den üblichen Standardprodukten werden häufig auch kundenspezifische Produkte gefertigt. Im Durchschnitt sind es 13 Projekte pro Jahr. Im Branchenvergleich sind es überdurchschnittlich viele Maschinenbauer, die spezielle Projekte in Auftrag geben. Diese Projekte laufen in der Regel nur einige Monate, durchschnittlich sind drei Entwickler daran beteiligt.

4.7 FuE-Leistungen

Embedded-Systeme sind der Innovationstreiber für viele Kernbereiche der deutschen Industrie, dementsprechend spielen Investitionen in Forschung und Entwicklung in diesem Umfeld eine entscheidende Rolle.

Im Durchschnitt liegen die Ausgaben der Anwender für Forschung und Entwicklung im Umfeld von Embedded-Systemen bei fünf Prozent des Gesamtumsatzes der Endprodukte. In sehr innovativen Subsegmenten kann der Anteil an FuE-Leistungen auch deutlich höher liegen.

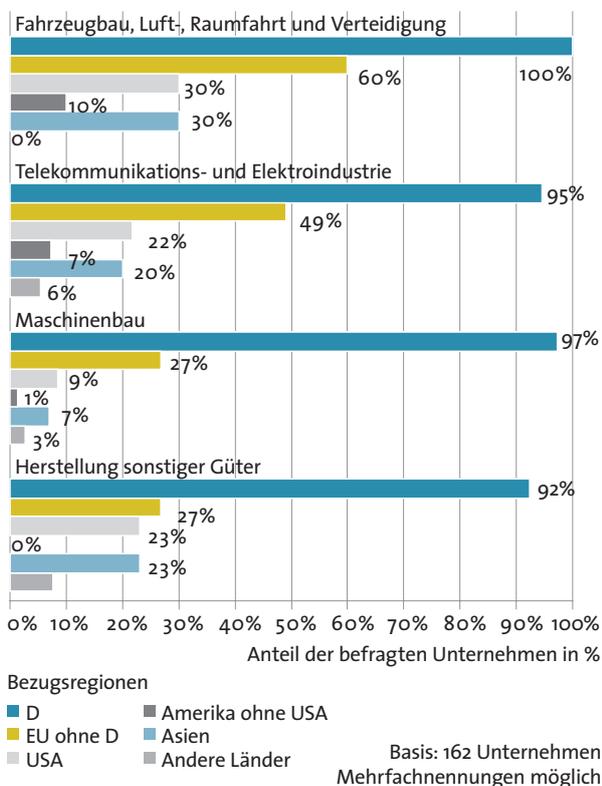


Abbildung 36: Regionenvergleich beim Bezug von FuE-Services durch Anwenderunternehmen nach Branchen

Nahezu jeder Anwender bezieht seine FuE-Services zunächst aus Deutschland. Neben deutschen Lieferanten arbeiten die Anwender jedoch auch mit internationalen Wissenschaftlern zusammen. Hier steht die EU mit einem Anteil von 36 Prozent im Durchschnitt aller Branchen an erster Stelle. Überdurchschnittlich hoch ist der Bezug von FuE-Leistungen aus der EU im Fahrzeugbau sowie der Telekommunikations- und Elektroindustrie. Der Maschinenbau bezieht bemerkenswert wenig FuE-Leistungen von außerhalb Deutschlands. Auf das Know-how aus dem asiatischen Raum wird ebenfalls überdurchschnittlich stark im Fahrzeugbau und in der Telekommunikations- und Elektroindustrie gesetzt.

4.8 Methoden und Standards

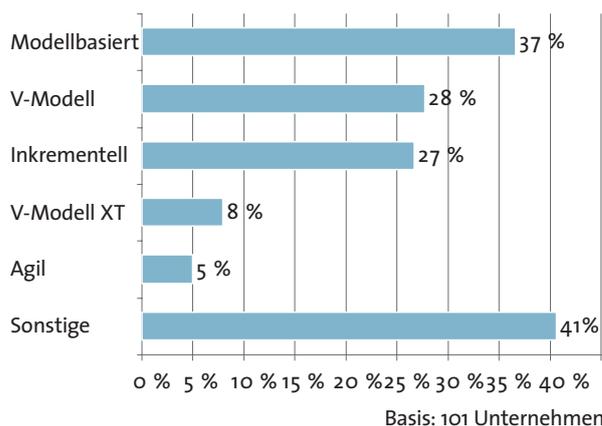


Abbildung 37: Bevorzugte Vorgehensmodelle zur Implementierung von Embedded-Systemen in Anwenderunternehmen

Um den Prozess der Softwareentwicklung strukturiert und gesteuert durchführen zu können, werden spezielle Vorgehensmodelle eingesetzt. Das V-Modell ist besonders für die Entwicklung von Embedded-Systemen geeignet, da es ein hohes Maß an Qualitätssicherung vorschreibt: beispielsweise durch die obligatorische formale Vorgehensweise, die Erstellung zahlreicher Zwischenergebnisse (Dokumente usw.), durch Testaktivitäten auf verschiedenen Entwicklungsstufen sowie durch ein eigenes Submodul zur Qualitätssicherung.



Hinsichtlich der Entwicklungsmethoden dominieren noch die klassischen Ansätze aus der Softwareentwicklung: das Vorgehen entlang des V-Modells sowie der inkrementelle Entwicklungszyklus. Jedoch haben modellbasierte Architekturen enorm an Bedeutung im Embedded-Umfeld gewonnen. Viele Anbieter setzen bei der Entwicklung weiterhin auf eine Mischung aus den Standardvorgehensmodellen und den eigenen bewährten Konzepten.

Welche Bedeutung haben die folgenden Standards bei der Auswahl der Hardwareplattform?

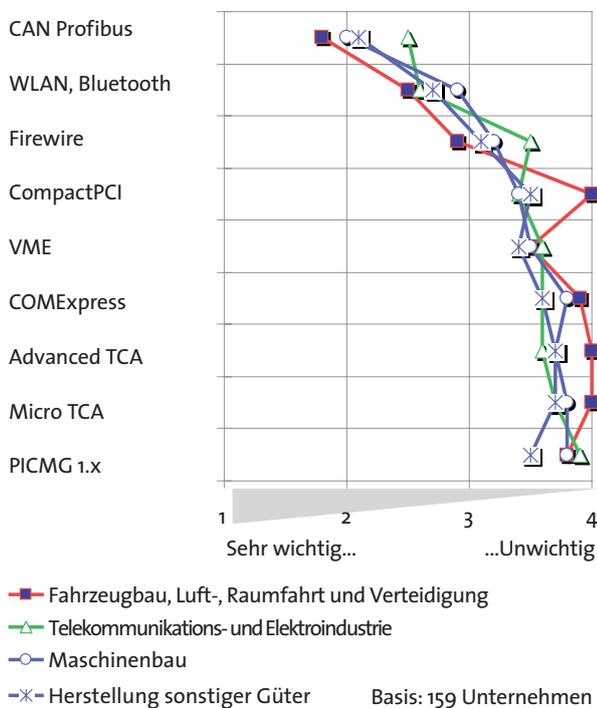


Abbildung 38: Bedeutung von offenen Standards bei der Hardwareauswahl aus Sicht der Anwenderbranchen

Die Untersuchung ergab, dass die Anwender jenen Standards, die sich mit Einbaumaßen und Interfaces beschäftigen, nur wenig Bedeutung beimessen.

Wichtig ist hingegen, dass Feldbusse und moderne Kommunikationsmethoden wie WLAN und Bluetooth durch Embedded-Systeme zur Verfügung gestellt werden.

Über alle Industriesektoren hinweg bemühen sich Hersteller und Anwender von Embedded-Systemen um die Schaffung einheitlicher und verbindlicher

Entwicklungsgrundlagen. Um auch in Zukunft eine effiziente Produktentwicklung in Deutschland sicherstellen zu können, konzentrieren sich die Unternehmen vermehrt auf Themen wie Wiederverwendbarkeit, Automatisierung und Zertifizierung.

4.9 Alleinstellungsmerkmal der Anwenderunternehmen

Wo sehen Sie das Alleinstellungsmerkmal Ihres Unternehmens? Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?

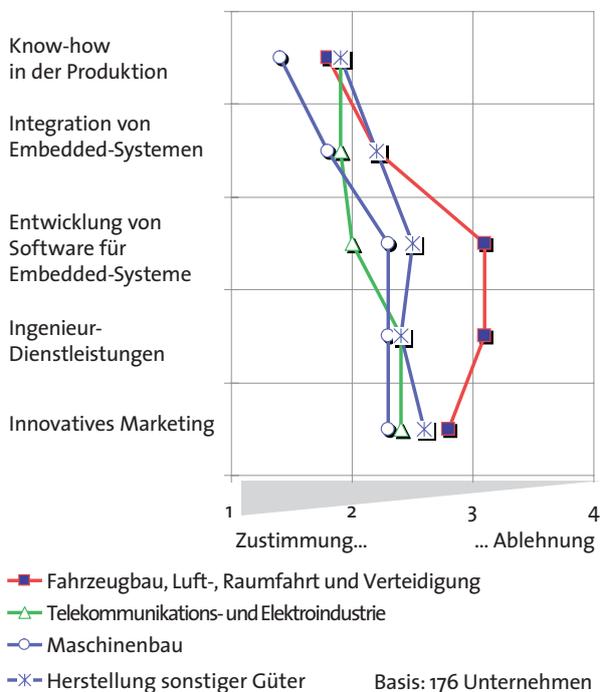


Abbildung 39: Alleinstellungsmerkmale aus Sicht der Anwender nach Branchen

Die Anwenderunternehmen sehen in erster Linie ihr Produktions-Know-how als Kernfaktor ihrer Wettbewerbsfähigkeit und somit als Schlüssel zum Erfolg. Mit der technischen Expertise, die in ihre Produkte einfließt, können sich Unternehmen am ehesten vom Wettbewerb abheben. Bemerkenswert ist jedoch, dass die Integration von Embedded-Systemen bereits einen höheren Stellenwert einnimmt als eigene Marketingaktivitäten und Ingenieur-Dienstleistungen.

Die Entwicklung der projektbezogenen Software wird vor allem von der Telekommunikations- und Elektroindustrie sowie dem Maschinenbau als Alleinstellungsmerkmal gesehen. Für Fahrzeughersteller spielt sie im Vergleich zu den anderen genannten Kriterien ebenso wie die Ingenieur-Dienstleistungen eine untergeordnete Rolle.



5 Anwender und Anbieter – Übergreifendes Fazit

■ 5.1 Einschätzungen aus den Expertengesprächen

Die folgenden Aussagen hinsichtlich der charakteristischen Eigenschaften des Standortes Deutschland für die Embedded-Technologie leiten sich aus den Expertengesprächen ab. Sie sind in Form einer Stärken-Schwächen Analyse dargestellt, stellen jedoch keine hinreichend analytische Betrachtung der Marktsituation in Deutschland dar.

Als Stärken des Standorts Deutschland werden die folgenden Faktoren angesehen:

- Gute fachliche Grundausbildung bei Ingenieuren und Naturwissenschaftlern
- Differenzierte Ausbildung ermöglicht differenzierte Kostenstrukturen
- Arbeitnehmer sind stark prozessorientiert und besitzen die Fähigkeit der konstanten Weiterbildung
- Intellektuelle Fähigkeiten zur kreativen Problemlösung sind größtenteils vorhanden
- Arbeitnehmer haben die Fähigkeit, komplexe Aufgabestellungen ganzheitlich zu erfassen und effizient in einzelnen Arbeitspaketen zu strukturieren
- Deutschland hat starke Industriesektoren mit globalen Marken
- Gesunde Fehlerkultur

Die Schwächen des Standorts Deutschland sind hingegen:

- Hochschulausbildung nimmt zu wenig konkreten Bezug auf Embedded-Systeme

- Mitarbeiter sind weniger mobil als ausländische Arbeitnehmer
- Die Kombination von technischen und betriebswirtschaftlichen Fragestellungen wird noch nur unzureichend angeboten

Die folgenden Aussagen werden von den befragten Unternehmen als Chancen und Herausforderungen für den deutschen Embedded-Systeme-Markt gesehen:

- Erhöhung der Produktivität bei der Herstellung von Embedded-Systemen
- Globalisierung
- Die richtige Balance zwischen erfahrenen und neuen Mitarbeitern
- Standardisierungsansätze
- Arbeitsmarktsituation
- Langer Überbrückungszeitraum zwischen Go-to-Market und ROI

■ 5.2 Verbesserungspotenzial und Förderpolitik

Der Bedarf an politischer und wirtschaftlicher Förderung ist bei den Unternehmen, sowohl auf Anbieter- als auch auf Anwenderseite, durchaus vorhanden. Allerdings befindet sich der Standort Deutschland in der komfortablen Situation, bereits über gewichtige Argumente bei der Positionierung als Standort für die Entwicklung von Embedded-Technologie zu verfügen. Zum einen besteht in Deutschland durch die weitreichende Nutzung von Hochtechnologien ein großer Bedarf an Embedded-Systemen. Zum anderen ist das bereits vorhandene Qualitätsbewusstsein in der Industrie eine optimale Basis hinsichtlich



der Anforderungen, die an Embedded-Systeme gestellt werden. Des Weiteren besteht die Industrielandschaft in Deutschland zu einem Großteil aus kleinen und mittelständischen Unternehmen, die oftmals als die eigentlichen Innovationstreiber am Markt agieren. Somit wären die wichtigen Parameter zur Etablierung dieser Technologie in Deutschland bereits vorhanden. Trotzdem werden Embedded-Systeme in der Öffentlichkeit und Politik noch nicht ausreichend wahrgenommen. Es sind vor allem infrastrukturelle Problemstellungen, die es zu verbessern bzw. zu lösen gilt.

Zuerst muss die Wahrnehmung für Embedded-Systeme erhöht werden. Obwohl diese Systeme als Schlüsseltechnologie bezeichnet werden, ist die Aufmerksamkeit zu gering, die diesem Markt als eigenständigem Wirtschaftsfaktor entgegengebracht wird. Dies zeigt sich besonders daran, dass bislang aus informationstechnologischer Betrachtung von keinem zusammenhängenden Markt gesprochen wird. Vielmehr sind es die einzelnen Industriesektoren, die jeweils gesondert technologische Herausforderungen zu bewältigen haben. Daher ist eine einheitliche Definition und Abgrenzung eines Embedded-Systeme-Marktes von entscheidender Bedeutung. Dies gilt es kontinuierlich zu kommunizieren.

Mit einer verbesserten „Sichtbarkeit“ dieses Marktes ließe sich ebenfalls das Problem der ungenügenden Zahlen von Absolventen angehen. Ferner ist man in Industrie und Forschung der einhelligen Meinung, dass eine Technik-Begeisterung bereits in den Schulen geweckt und gefördert werden sollte. So könnte eine nachhaltige Investition in die Grundlagen der technologischen Innovation in Deutschland getätigt werden. Des Weiteren sollten der Öffentlichkeit besonders Perspektiven und Potenziale aufgezeigt werden, die sich Studenten und Auszubildenden im Umfeld von Embedded-Systemen bieten.

Im industriellen Umfeld könnte die Herausstellung des Themas dazu beitragen, Finanzinvestoren zu einer verstärkten Förderung von Forschung und Entwicklung von Embedded-Systemen zu animieren. Auch staatliche Förderprogramme sollten verstärkt zur Finanzierung beitragen. Interessante Beispiele dafür sind aus europäischen

Nachbarstaaten abzuleiten. Doch sind es nicht ausschließlich finanzielle Aspekte, die gefördert werden müssen. Besonders für kleine und mittelständische Unternehmen sind es organisatorische Fragestellungen, von deren Beantwortung mitunter wirtschaftliche Existenzen abhängen. Ein übergreifendes, unabhängiges Konsortium könnte beispielsweise die vorhandene Innovationskraft der Unternehmen bündeln und für einen einheitlichen Marktzugang sorgen. Auch ließe sich durch eine solche Form der Kooperation den Herausforderungen der Globalisierung und dem Fehlen von Offshore-Ressourcen begegnen.

Ziel sollte es sein, den Wettbewerb anzukurbeln, um Deutschland langfristig als Innovationsstandort positionieren zu können. Dazu bedarf es eines transparenten Marktes, eines vereinfachten Zugangs zu Kapital und personellen Ressourcen sowie einer Umgebung des konstruktiven Drucks. Eine Abschottung des Marktes gegenüber ausländischem Wettbewerb wäre ein falsches Signal.

Um dies zu ermöglichen, benötigt man nicht nur die Zusammenarbeit von Unternehmen verschiedener Wirtschaftszweige. Eine umfassende Kommunikation und Kooperation zwischen Politik, Verbänden und Industrie könnte sicherstellen, dass die Interessen im Umfeld von Embedded-Systemen als Schlüsseltechnologie in Deutschland besser vertreten werden können und ein kontinuierlicher Know-how-Transfer zwischen den Anwenderbranchen Synergien frei setzt.

■ 5.3 Kernaussagen und Handlungsfelder

Stabiles Wachstum und neue Geschäftsfelder

Der Anteil von Embedded-Systemen an Endprodukten wird weiter steigen. Aus den unzähligen Einsatzgebieten von Embedded-Systemen – sowohl im industriellen als auch im privaten Umfeld – lässt sich ein hohes Potenzial für neue Serviceangebote ableiten. Beispiele sind die Car-to-Environment-Kommunikation oder sogenannte Assistant-Living-Systeme. Weitere Möglichkeiten der Geschäftsgenerierung lassen sich in dem zunehmend reduzierten Energieverbrauch von Embedded-Systemen



sowie der effizienten Verarbeitung signifikant ansteigender Datenvolumen erkennen. Hierdurch ergeben sich nicht nur neue Aufgabenstellungen, sondern gänzlich neue Anwendungsfelder für Embedded-Systeme.

Vernetzung wird integraler Bestandteil

Grundlage eines weitreichenden Serviceangebots mit Embedded-Systemen bildet die stetig ansteigende Vernetzung der einzelnen Komponenten. Dies ist system- und produktübergreifend zu beobachten und stellt hinsichtlich Schnittstellen, Sicherheit und Zuverlässigkeit neue Anforderungen an die Hersteller.

Entwicklungsmethoden als Differenzierungsfaktor

Es ist ein klarer Trend im Transfer von Methoden und Technologien der klassischen IT in den Bereich der Entwicklung von Embedded-Systemen erkennbar. Dies zeigt sich beispielsweise in einer verstärkten Nutzung modellbasierter Architekturen oder in der Herausstellung von Kompetenzen in der Entwicklung als Differenzierungsfaktor.

Produktivitätssteigerung über Standardisierung

Über alle Industriesektoren hinweg bemühen sich Hersteller und Anwender von Embedded-Systemen um die Schaffung einheitlicher und verbindlicher Entwicklungsgrundlagen und Standards. Um auch in Zukunft eine effiziente Produktentwicklung in Deutschland sicherstellen zu können, konzentrieren sich die Unternehmen vermehrt auf Themen wie Wiederverwendbarkeit, Automatisierung und Zertifizierung.

Mangelnde Sichtbarkeit gefährdet Standortvorteile

Der Markt für Embedded-Systeme bedarf einer stärkeren Wahrnehmung. Die Ergebnisse dieser Studie sind ein erster Schritt der Bewusstseinsbildung. Weitere gemeinsame Bemühungen durch Industrie, Politik und Verbände sind notwendig, um die Größe des kompletten Embedded-Systeme Marktes konkreter definieren zu können. Besonders bedarf es einer tiefgehenden Analyse des Anwenderbereiches, um detaillierte Aussagen über das Potenzial und die strategische Bedeutung von Embedded-Systemen in den Industrien wie Maschinen- und Anlagenbau oder Automobilbau treffen zu können.

Zwei grundlegende Herausforderungen gilt es dabei anzugehen: Zum einen sind Embedded-Systeme per Definition „eingebettet“ respektive „versteckt“ in anderen Produkten und somit nicht sichtbar. Zum anderen ist es schwierig, ein Gesamtbild von Embedded-Systemen zu zeichnen, da verschiedene Branchen und Produktgruppen sowie eine stark segmentierte Industrielandschaft in Deutschland berücksichtigt werden müssen.

Fachkräftemangel durch fehlende Spezialisierung

Die größte Einschränkung des industriellen Wachstums sind fehlende personelle Ressourcen, das gilt für Hochschulabsolventen wie für verfügbare Experten am Arbeitsmarkt. Spitzenpositionen können bereits nicht mehr besetzt werden. An Hochschulen und Universitäten wird das Thema Embedded-Systeme zudem nicht übergreifend als eigenständige respektive interdisziplinäre Größe positioniert, sodass auch in den kommenden Jahren Fachkräfte nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen werden.

Unzureichende Finanzierung von Forschung und Entwicklung

Sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene existieren verschiedene Programme im Rahmen der „High-Tech-Strategie für Deutschland“ zur Förderung von Forschung und Entwicklung im Umfeld von Embedded-Systemen. Allerdings erhalten hauptsächlich größere Unternehmen Zugang zu diesen Geldern, da diese eher in der Lage sind, den mit der Beantragung einhergehenden administrativen Aufwand zu bewältigen. Für kleine und mittelständische Unternehmen ist dieser Zugang dadurch erheblich erschwert.

Obendrein zeigen wenig Geber von Venture Capital Interesse an Embedded-Systemen, insbesondere in Deutschland.

Kooperation als Chance für alle Marktteilnehmer

Die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen aus verschiedenen Märkten ist weitestgehend erwünscht, allerdings stellt die starke Fragmentierung der deutschen Industrie in viele verschiedene Subsegmente die Unternehmen vor organisatorische Herausforderungen.



Besonders die Übersetzung verschiedenster Anforderungen auf zur Verfügung stehende Kompetenzen und eine fehlende Potenzialabschätzung eines Marktes, der bislang noch nicht ausreichend sichtbar geworden ist, stellen hohe Hürden für die interdisziplinäre Kooperation dar.

Innovationspotenzial

Der Embedded-Systeme-Markt hat das Potenzial, den technologischen Fortschritt in Deutschland führend voranzutreiben. Dazu bedarf es jedoch einer konstanten Förderung und Entwicklung innovativer Technologien sowie einer nachhaltigen Produktivitätssteigerung sowohl im Anbietersektor als auch in den Anwenderindustrien.

Globalisierung

Die befragten Industrieunternehmen gaben an, dass die Globalisierung als Chance anstatt als wirtschaftliche Bedrohung wahrgenommen werden muss. Nur so kann Deutschland langfristig als Technologie- und als Dienstleistungsstandort positioniert werden und die Vorteile der globalen Struktur nutzen. Dies bedeutet zum einen, sich auf die eigenen Stärken zu konzentrieren, sowie zum anderen die Chancen und Risiken weltweiter Entwicklungsressourcen zu erkennen und entsprechend zu handeln. Die bislang unzureichende Nutzung der sich aus der Globalisierung ergebenden Möglichkeiten und Herausforderungen zeigt vor allem das Fehlen eines global agierenden Anbieters von Embedded-Systemen mit deutschen Wurzeln, besonders in der Softwareentwicklung und im Dienstleistungssegment.



Anhang – Ergänzende Informationen zur Methodologie

■ Standardisierte Interviews

Stichprobe

Die Daten der standardisierten Befragung wurde zum Teil telefonisch (Computer Aided Telephone Interview) und zum Teil online erhoben.

Die Stichproben des CATI-Teils wurden als Zufallsstichprobe (stratified random design) gezogen. Die Unternehmen, die sich an der Online-Befragung beteiligt haben, wurden von dem BITKOM per E-Mail angeschrieben.

CATI-Stichprobe „Anbieter“

Für das Bruttosample wurden alle in der Adressdatenbank von techconsult als Anbieter von Embedded-Systemen gelisteten Unternehmen per Telefon kontaktiert. Die in der Datenbank vorhandenen Anbieter wurden zusätzlich mit den deutschen Ausstellern der embedded world verglichen und ggf. ergänzt. Die Stichprobe selbst unterlag einer reinen Zufallsauswahl.

CATI-Stichprobe „Anwender“

Bei den Anwenderunternehmen wurde eine geschichtete Zufallsstichprobe aus der Adressdatenbank von techconsult gezogen, wobei die Unterbranchen als Schichten dienten:

Branche	Anzahl Unternehmen
Prozessindustrie (Nahrung und Genuss, Metallverarbeitung und -erzeugung)	394
Herstellung von Fahrzeugen (inkl. Schienenfahrzeugen, Luftfahrt und Verteidigung)	1.214
Telekommunikations- und Elektroindustrie (inkl. Medizintechnik)	1.027
Maschinenbau	1.297
Chemische Industrie (inkl. Pharmaindustrie)	298
Herstellung von sonstigen Gütern	1.346

Um zu gewährleisten, dass alle Bereiche der Industrie ausreichend repräsentiert sind, wurde auch in den Unterbranchen eine Zufallsstichprobe gezogen, in denen nach eigentlichen Angaben kaum mit einem Einsatz von Embedded-Systemen zu rechnen war. Somit konnte sichergestellt werden, dass sich in diesen Unterbranchen tatsächlich keine größeren Potenziale für den Einsatz von Embedded-Systemen verbergen.

Nach Absprache mit dem Auftraggeber (BITKOM) wurden in den Branchen, in denen praktisch kein Einsatz von Embedded-Systemen zu verzeichnen war (prozessorientierte Fertigung und Chemische Industrie), keine weiteren Unternehmen in die Bruttostichprobe aufgenommen. Innerhalb der in die Bruttostichprobe einbezogenen Branchen wurden die Unternehmen per Zufall ausgewählt.

Feldbericht CATI

CATI	Anbieter	Anwender
Bruttostichprobe	399	5.576
Neutrale Ausfälle (z. B. falsche Rufnummer, Unternehmen nicht mehr existent, falsche Zielgruppe)	93	2.764
Bereinigtes Brutto	306	2.812
Systematische Ausfälle (z. B. kein Interesse, kein Ansprechpartner verfügbar)	258	2646
Nettostichprobe	48	166
Ausschöpfungsquote brutto	12 %	3 %
Ausschöpfungsquote netto	16 %	6 %

Feldbericht Online-Befragung

Online	Anbieter	Anwender
Brutto (log-in)	109	61
Abbrüche	78	47
Nettostichprobe	31	14

■ Leitfadeninterviews (Face-to-Face)

Feldbericht Face-to-Face-Interviews

Branche	Anzahl Unternehmen
Brutto Interviews	73
Geführte Interviews	30
davon	
■ Anbieter	17
■ Anwender	10
■ Institute	3
Durchschnittliche Interview-Dauer	90 Minuten

Die Auswahl der angesprochenen Unternehmen für Face-to-Face-Interviews basiert auf einer Unternehmensliste, die in Zusammenarbeit mit dem BITKOM erarbeitet wurde. Anschließend folgte eine Priorisierung nach Angebotsarten (Hardware, Software und Services), Anwenderbranchen (siehe Definition) sowie der Bedeutung des Unternehmens für den Embedded-Systeme-Markt. Nach einer Kontaktaufnahme mit allen ausgewählten Unternehmen wurden 30 Einzelinterviews mit denjenigen Unternehmensvertretern geführt, die sich dazu bereit erklärten. Auf der Seite der Anbieter wurden die

Interviews vornehmlich mit den Geschäftsführern oder Verantwortlichen für das Geschäftsfeld Embedded-Systeme (Fachabteilungsleiter) geführt. In den Anwenderbranchen erfolgte eine Befragung von Leitern der Forschungs- und Entwicklungsabteilungen oder soweit vorhanden den Führungskräften der mit Embedded-Systeme-Entwicklung befassten Unternehmensbereiche.

■ Methodik der Marktabschätzung

Die in der Studie aufgeführten Daten zum deutschen Embedded-Systeme-Markt sind Abschätzungen auf Basis der erhobenen und verfügbaren Daten.

Erhobene Daten

Auf Grundlage der Stichprobe der Anbieter wurde der Quotient *Umsatz mit Embedded-Systemen pro Mitarbeiter* errechnet. Dieser Quotient wurde für drei Größenklassen (unter 10 Mitarbeiter, 10 bis 50 Mitarbeiter, mehr als 50 Mitarbeiter) und Unterbranchen differenziert und auf die Grundgesamtheit der Anbieter von Embedded-Systemen hochgerechnet, deren Zahl geschätzt wurde. Ausgangspunkt der Schätzung waren die Messeteilnehmer der Fachmesse „embedded world“. 2008 haben dort 409



Aussteller aus Deutschland teilgenommen (Quelle: <http://www.embedded-world.de/de/rueckblick/kurzanalyse/>; Abrufdatum 04.08.2008). Nach einer Schätzung nehmen etwa 80 Prozent aller deutschen Anbieter von Embedded-Systemen mit einem jährlichen Mindestumsatz im Millionenbereich an dieser Messe teil, sodass von ungefähr 500 Embedded-Systeme-Anbietern dieser Größenordnung ausgegangen werden kann.

Die durchschnittlichen Mitarbeiterzahlen von Anbieterunternehmen wurden unter Berücksichtigung der Branchenzugehörigkeit (Softwarehäuser, IT-Dienstleister, Elektroindustrie etc.) ermittelt.

Auf Grundlage dieser geschätzten Kennwerte (Unternehmenszahl, durchschnittliche Mitarbeiterzahl, durchschnittlicher Umsatz mit Embedded-Systemen je Mitarbeiter) wurde das Marktvolumen hochgerechnet. Die weitere Verteilung des Marktvolumens auf Zielbranchen und die Bereiche Hardware, Software und Service wurde anschließend auf Grundlage der Befragungsdaten vorgenommen.

Verfügbare Daten

Mit Hilfe einer Datenbank, welche die Unternehmensdaten der 100 größten deutschen Embedded-Systeme Anbieter enthält, wurden die Marktabschätzungen einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Zusätzlich wurden die Ergebnisse der geführten Gespräche zur Validierung der Marktanalyse herangezogen und Marktvolumina sowie Wachstumsgrößen mit bekannten Zahlen des deutschen Software- und IT-Services-Marktes verglichen. Die Zahl der

Unternehmen mit einem jährlichen Mindestumsatz im einstelligen Millionenbereich ergab ca. 500, geschätzt auf Basis der verfügbaren Daten. Berücksichtigt man kleine Unternehmen mit geringeren Jahresumsätzen, ist die Anzahl der Unternehmen wesentlich höher.

Konsolidierung

Im Rahmen der Analyse wurden die verfügbaren und erhobenen Daten genutzt. Orientierungspunkte der Konsolidierung von Marktvolumina, Wachstumsraten und Mitarbeiterzahlen sind die entsprechenden Ergebnisse aus den Fragebögen, der Abgleich mit weiteren verfügbaren Daten aus dem Umfeld der klassischen IT sowie die jeweiligen Einschätzungen der bearbeitenden Analysten.

Sonstige Angaben

Die Angaben über Gehaltsklassen in den Branchen basieren auf Informationen aus den persönlich geführten Gesprächen.

Alle in der Studie aufgeführten Zahlen (Marktgröße, Wachstumspotenzial, Arbeitsmarkt etc.) beziehen sich auf den deutschen Markt, sofern sie nicht anders gekennzeichnet sind.

Danksagung

Besonderer Dank gilt den folgenden Unternehmen für die fachliche und finanzielle Unterstützung während der Entstehung der Studie:

- Fraunhofer IESE – Institut Experimentelles Software Engineering
- Infineon Technologies AG
- itemis GmbH & Co. KG
- Kontron AG
- Microsoft Deutschland GmbH
- Sysgo AG
- TietoEnator Deutschland GmbH
- BICC-NET Bavarian Information and Communication Technology Cluster

Partner bei der Erstellung der Studie

Pierre Audoin Consultants

PAC ist weltweit tätig als Marktanalyse- und Strategieberatungsgesellschaft für die Software und IT Services Industry (SITSI). PAC unterstützt IT-Anbieter, CIOs, Unternehmensberatungen und Investment-Firmen durch Analysen und Beratungsleistungen bei der Lösung verschiedenster Fragen aus den Bereichen Unternehmenswachstum, Technologien, Finanzen und operatives Geschäft. Wir stützen uns auf über 30 Jahre Erfahrung in Europa. Zusammen mit unserer Präsenz auf dem USMarkt sowie weiteren globalen Ressourcen aus unserem Partnernetzwerk in Asien-Pazifik, Lateinamerika und Afrika verfügen wir über eine solide Basis, um unseren Kunden rund um den Globus fundiertes Wissen über die lokalen IT-Märkte zur Verfügung zu stellen. Mehr als 160 Experten in 16 Niederlassungen auf sämtlichen Kontinenten liefern unseren Kunden Einblicke in verschiedenste Märkte und verhelfen ihnen so zu entscheidenden Wettbewerbsvorteilen.

Betreuung der Studie: Christophe Châlons

Autor der Studie: Philipp Schalla

techconsult GmbH European IT Market Analysts

Die techconsult GmbH, gegründet 1992, zählt zu den führenden Marktforschungs- und Analystenhäusern in Zentraleuropa. Der Schwerpunkt der Tätigkeit liegt in der Informations- und Kommunikationsindustrie (ITK). Regelmäßige und für die jeweiligen Segmente repräsentative Anwenderbefragungen ermöglichen die qualitative und quantitative Darstellung des ITK-Marktes. Erfahrene Statistiker und Marktforscher sichern die Anlagen und Auswertungen der Untersuchungen. techconsult ist ein wichtiger Beratungspartner der ITK-Industrie, wenn es um Produktinnovation, Absatzplanung und die Entwicklung von Unternehmensstrategien geht.

Betreuung der Studie: Peter Burghardt

Autor der Studie: Verena Bunk

Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. vertritt mehr als 1.100 Unternehmen, davon 850 Direktmitglieder mit etwa 135 Milliarden Euro Umsatz und 700.000 Beschäftigten. Hierzu zählen Anbieter von Software, IT-Services und Telekommunikationsdiensten, Hersteller von Hardware und Consumer Electronics sowie Unternehmen der digitalen Medien. Der BITKOM setzt sich insbesondere für bessere ordnungspolitische Rahmenbedingungen, eine Modernisierung des Bildungssystems und eine innovationsorientierte Wirtschaftspolitik ein.



Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.

Albrechtstraße 10 A
10117 Berlin-Mitte
Tel.: 030.27576-0
Fax: 030.27576-400
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org