




30. Januar 2001

Nr. 11

conomics

Internet-Revolution und "New Economy"

Embedded Systems - Der (verdeckte) Siegeszug einer Schlüsseltechnologie

conomics ist eine Sonderausgabe von "Aktuelle Themen"

Autor:

Stefan Heng
+49 69 910-31774
stefan.heng@db.com

Editor:

Hans-Joachim Frank
+49 69 910-31879
hans-joachim.frank@db.com

Publikationsassistentz:

Astrid Petter
+49 69 910-31755
astrid.petter@db.com

Internet:

<http://www.dbresearch.de>

Deutsche Bank Research

Frankfurt am Main
Deutschland

E-mail: marketing.dbr@db.com

Fax: +49 69 910-31877

Managing Directors

Axel Siedenberg
Norbert Walter



Die Publikationsreihe "**Cconomics**" beschäftigt sich mit Aspekten der New Economy, die für die makroökonomische Entwicklung, die Kapitalmärkte und die Wirtschaftspolitik von besonderer Bedeutung sind. Da die Konsequenzen der Revolution durch die „C-conomy“ über den rein ökonomischen Bereich hinausgehen und mehr und mehr den Alltag beeinflussen, wird die Reihe auch weiter gehende Aspekte der C-Revolution und ihre Auswirkungen auf die Gesellschaft beleuchten.

Die "**Cconomics**"-Beiträge sind Teil der Reihe „Aktuelle Themen“

Embedded Systems - Der (verdeckte) Siegeszug einer Schlüsseltechnologie	30. Januar 2001
e-Immobilien: Immobilienwirtschaft im Internet-Zeitalter	8. Januar 2001
Emerging Markets in Asien: Vom Hardware-Produktionsstandort zum eCommerce-Eldorado?	3. November 2000
mCommerce: Mega Business oder Mickey Mouse?	20. Oktober 2000
Schweden und Finnland: Vorreiter der „New Economy“ in Europa?	5. Oktober 2000
Finanzportale: Chancen für Kunden und Banken	26. September 2000
Das Internet - eine neue Basistechnologie?	9. August 2000
Mikroökonomische Aspekte der Internet Economy	9. August 2000
„New Economy“ in den USA: Fakt oder Fiktion?	15. Juni 2000
Regionale Startpositionen im globalen e-Wettbewerb	18. Mai 2000
E-Commerce: Katalysator für Strukturveränderungen in Deutschland	14. Februar 2000

Bestelladresse:

Deutsche Bank Research
Marketing
60272 Frankfurt am Main
Fax: +49 69 910-31877
E-mail: marketing.dbr@db.com

Embedded Systems – Der (verdeckte) Siegeszug einer Schlüsseltechnologie

- Embedded Systems finden heute in vielen Wirtschaftsbereichen Verwendung. Sie übernehmen u.a. bei Satelliten, Fahrstühlen, Klimaanlage und Handys wichtige Kontrollfunktionen. Der Boom im IT-Bereich und damit die eCommerce-Dynamik ist ohne diese Technologie unvorstellbar.
- Eine Kombination aus einer „denkenden“ Einheit und weiteren Komponenten der Elektrotechnik oder des Maschinenbaus wird dann als Embedded System bezeichnet, wenn die Baugruppe über bestimmte Tools auf eine spezielle Anwendungsumgebung abgestimmt ist. Der Begriff steht somit für eine Querschnittstechnologie, die sich aus Hardware- bzw. Software-Komponenten zusammensetzt und in eine spezielle High-End-Funktionalität eingebettet ist.
- Der wirtschaftliche Erfolg hängt in besonderem Maße von den Entwicklungszeiten und der Qualitätssicherung bei den Embedded Systems ab. Um dabei ein annehmbares Ergebnis zu erzielen, müssen die Systemanwender eng mit den Produzenten der Halbleitertechnik kooperieren.
- Start-Up-Unternehmen des Embedded-Bereiches siedeln sich sowohl im Gebiet der Hardware-Produktion als auch im Umfeld der Software-Entwicklung an. Ein Großteil der Start-Ups hat seinen Ursprung in den wissenschaftlichen Instituten und nutzt die dort entwickelten Verfahren.
- Amerika liegt auf dem Embedded-Weltmarkt deutlich vor Europa und Asien. Auf dem europäischen Markt stehen die deutschen Hersteller an der Spitze, gefolgt von den britischen, französischen und italienischen.
- Die Struktur der industriellen Abnehmer für Elektronische Bauelemente verändert sich nachhaltig. Während der IT-Bereich und die Kfz-Elektronik heute tendenziell gewichtiger werden, treten die Industrieelektronik und die Unterhaltungsindustrie immer mehr in den Hintergrund.
- Der Gehalt von Elektronik-Komponenten nimmt in vielen Produkten zu. Der äußerst positive Geschäftsverlauf der Branche basiert u.a. auf den ständigen Produktinnovationen in der Kommunikations- und Computerindustrie.
- Embedded Systems als Basis der E-Welle besitzen ein außerordentliches Entwicklungs-Potenzial. Die absoluten Fertigungszahlen werden sich mittelfristig deutlich erhöhen, wenn auch die Zuwachsraten basisbedingt niedriger ausfallen. Die für 2001 und 2002 erwarteten Wachstumsraten der Produktion von real gut 20% bzw. knapp 10% liegen dennoch spürbar über dem langjährigen Branchendurchschnitt (+7%).

Y2k-Problem machte auf Embedded Systems aufmerksam

Die breite Öffentlichkeit nahm Embedded Systems zuerst im Zusammenhang mit dem Y2k-Problem zum Jahreswechsel 1999 / 2000 wahr. Die Angst vor dem Zusammenbruch des öffentlichen Lebens in der Neujahrsnacht offenbarte den Verbreitungsgrad, den diese „Schlüssel-Technologie des 21. Jahrhunderts“ heute bereits erreicht. Denn beinahe unbemerkt hielten Embedded Systems Einzug in fast allen Bereichen unseres Alltags.

Embedded Systems übernehmen u.a. bei Satelliten, Atomkraftwerken, speicherprogrammierbaren Steuerungen, Internet-Routern, Elektrizitäts-, Wasser- und Telefonnetzen, Fahrstühlen, Klimaanlage, Zeiterfassungs- und Geldautomaten, Handys, PCs, Flugüberwachungssystemen, Verkehrsampeln, elektronischen Accessoires in Kraftfahrzeugen, Waschmaschinen, MP3-Playern und Settop-Boxen wichtige Kontrollfunktionen. Mittels flächendeckender Vernetzung von Kassen und Waagen werden im Einzelhandel Preise ständig angepasst und Lagerbestände optimiert. Der Boom im IT-Bereich und damit die eCommerce-Dynamik ist ohne diese Technologie unvorstellbar. Embedded Systems können demnach als Basis der E-Welle bezeichnet werden.

Ursprung in der Halbleitertechnik

Das Schlagwort Embedded Systems findet zwar in vielen Fällen Verwendung, der korrekte Umgang mit dem Terminus technicus bleibt bislang aber zumeist Ingenieuren vorbehalten. Wegen des hohen Komplexitätsgrades und der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten setzt eine Analyse der ökonomischen Perspektiven eine genaue Abgrenzung dieser Querschnittstechnologie voraus. Dabei ist die Kenntnis einiger grundsätzlicher technischer Details notwendig.

Die Wurzeln der Embedded Systems liegen im Baukastensystem der digitalen Logik, mit fest verdrahteten, anwendungsspezifischen Modulen. Die später aufgekommenen Mini-Computer ersetzen dann Teile der Hardware durch spezielle Software-Bausteine. Dabei war die Rechnerhardware aller Systeme weitgehend ähnlich und unspezifisch, so dass der Entwickler das System lediglich über die Konfiguration der Speicher-Module an die individuellen Anforderungen anpassen konnte.

Innovationen als Schlüssel für neue Anwendungen

Die Rechenleistung der Chips verzehnfacht sich alle fünf Jahre. Ließe sich dieses enorme Tempo der technischen Entwicklung auf den Automobilbereich übertragen, würde ein Fahrzeug aus dem Jahr 1995 heute weniger als 1% wiegen, lediglich 2% der ursprünglichen Kraftstoffmenge verbrauchen und auch weniger als 1% kosten.

Die Innovationsgeschwindigkeit und der damit verbundene Preisverfall führen zu einer massiven Ausweitung der Einsatzfelder bis hin zu Geräten des alltäglichen Gebrauches. Dementsprechend wird die Prozessrechen-technik derzeit in großen Industrieanlagen aber auch in Uhren oder Personal Digital Assistants (PDAs) wie PalmPilots und Handheld PCs eingesetzt. Insbesondere im Automobilbereich übernehmen die Embedded Systems in vielen Fällen sowohl Steuerungs- als auch Informationsaufgaben. Aufgrund der Ausweitung der Einsatzfelder dieser Baugruppe sollte der heute immer noch gebräuchliche Begriff Prozessrechner besser durch den Terminus Embedded System ersetzt werden.

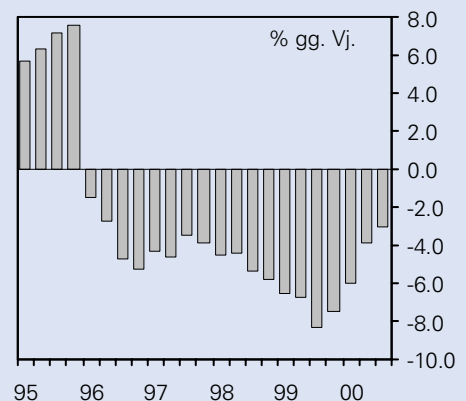
Technologie als Basis der E-Welle

Beispiel Cadillac

	1995	"heute"
Preis	17.000 EUR	13 EUR
Gewicht	1.000 kg	6.5 kg
Verbrauch	20 l/100 km	0.04 l/100 km

Quelle: Deutsche Bank Innovationsteam Mikrotechnologie

Erzeugerpreise EDV-Hardware



Quelle: Statistisches Bundesamt

Ausrichtung auf spezielle High-End-Funktionalität

Eine Kombination aus einer „denkenden“ Einheit und weiteren Komponenten der Elektrotechnik oder des Maschinenbaus wird dann als Embedded System bezeichnet, wenn die abgeschlossene, rechnergestützte Baugruppe über bestimmte programmierte Tools auf eine spezielle High-End-Funktionalität abgestimmt und selbstständig lauffähig ist. Im Allgemeinen handelt es sich um eine Einrichtung zur Steuerung und Überwachung eines ganz bestimmten Prozesses.

Wegen der Komplexität des Systems sind die einzelnen Komponenten vom Anwender zumeist nicht mehr wahrnehmbar. Die Funktionalität eines Embedded Systems basiert auf einer speziellen Kombination aus Betriebssystem (wie VxWorks, Windows-CE, ElinOS, OSEK), Anwendungssoftware und ergänzenden Softwaretools. Die Hardware der Embedded Systems setzt sich aus verschiedenen Elektronischen Bauelementen (Prozessor, Speicher, Schnittstelle) zusammen.

Aufgabenfeld definiert Architektur

Der Begriff Embedded Systems steht somit für eine Querschnittstechnologie, die sich aus Hardware- bzw. Software-Komponenten zusammensetzt und in eine spezielle Anwendungsumgebung eingebettet ist. Die individuelle Kombination aus Systemarchitektur, Konfiguration und Betriebssystem sowie die Art der Systemintegration (Einzel-, Gruppensteuerung, Leitsystem) gewährleisten zusammen die jeweils unterschiedlichen Anforderungen an Funktionalität, Sicherheit, Herstellkosten bzw. Echtzeitverhalten.

Embedded Systems lassen sich nach dem Grad der „Embeddedness“, dem Echtzeitverhalten oder den herstellungsbezogenen technischen Merkmalen der Elektronischen Bauelemente unterteilen. Hinsichtlich der technischen Merkmale der Bauelemente unterscheidet man Controller-Systeme (Ein-Chip-Systeme, z.B. elektronische Uhr, Spielzeug, Fax, Kartenlesegerät, Foto, Videokamera), komplexe Controller-Systeme (Ein-Chip-Systeme mit verschiedenen Schnittstellen als Kommunikationskomponente, z.B. Servo-Lenkung, Ticketautomat), Prozessleitsysteme (mehrere miteinander vernetzte Einheiten, z.B. Bankautomat, medizintechnisches Gerät, Fertigungszelle, Liftsteuerung, Alarmanlage, Fernmelde-, Flugüberwachungssystem) und spezialisierte Systeme (z.B. Roboter, Simulator, Steuerungssystem der Raumfahrt).

Der individuelle Charakter jeder Applikation spiegelt sich in der Heterogenität des Marktes wider, wo viele hochspezialisierte Baugruppen, Betriebssysteme und Programmiersprachen miteinander konkurrieren. Dabei hängt der wirtschaftliche Erfolg der Embedded Systems in besonderem Maße von den Entwicklungszeiten und der Qualitätssicherung ab. Um hier ein annehmbares Ergebnis zu erzielen, müssen die Systemanwender eng mit den Produzenten der Halbleitertechnik kooperieren und unternehmensspezifisches Fachwissen weitergeben. Die Halbleiterproduzenten dringen somit immer mehr in das wirtschaftliche Umfeld ihrer industriellen Abnehmer ein.

Preis und Wartungsaufwand als zentrale Kriterien

Gewöhnlich haben Embedded Systems sehr hohe Anforderungen an die Funktionalität zu erfüllen. Dementsprechend sind Kriterien wie Sicherheit, Zuverlässigkeit, Belastbarkeit, Verfügbarkeit, Energieeffizienz, Wärmeentwicklung, Gewicht und Kosten von zentralem Interesse, während die absolute Rechenleistung eher als nachrangig angesehen wird. Bei der Konstruktion ist darauf zu achten, dass die Applikation eine unangekündigte Unterbrechung der Energieversorgung ohne - aus

Hochkomplexe Systeme aus unterschiedlichen Komponenten

Querschnittstechnologie als Kombination von Hard- und Software

Sehr heterogener Markt

der PC-Anwendung vertraute - Prozeduren zum Herunterfahren übersteht und jeder Neustart des Systems von einem vordefinierten Anfangszustand ausgeht.

Die Option Systemanpassungen möglichst einfach und schnell durchzuführen, entscheidet über die Wirtschaftlichkeit eines Embedded Systems. Bei modernen Lösungen soll die Integration von Funk- und Kabelschnittstellen den Wartungsaufwand im Fall von Systemfehlern reduzieren. In Hinblick auf die Unübersichtlichkeit und Schnellebigkeit des Marktes sowie die damit oft einhergehende mangelhafte Dokumentation ist hier eine Ferndiagnose zumeist nicht möglich; kostenintensive Einzelprüfungen sind keine Ausnahme.

Anbieter entstammen unterschiedlichen Lagern

Die im Hard- und Softwarebereich der Embedded Systems tätigen Unternehmen sind jeweils unterschiedlichen Lagern zuzurechnen. Im Hardwarebereich gibt es zum einen die etablierten Elektronik-Hersteller, die - ausgehend von bereits erschlossenen Märkten - ihre ursprüngliche Produktpalette ausgeweitet haben. Die erforderlichen Fertigungslinien und das Entwicklungs-Know-how waren in dieser Kategorie bereits vor dem Einstieg in das Embedded-Feld vorhanden. Neben den etablierten stehen die kleineren mittelständischen Unternehmen, die zumeist als Modulhersteller und Zulieferer für Anwender auftreten. Eine weitere Gruppe auf der Hardware-Seite sind die Lieferanten von Ausstattungskomponenten (Gehäuse, Stecker).

Im Lager der Software-Entwicklung für den Embedded-Bereich agieren die Betriebssystemhersteller, die ihre Produkte auf die speziellen technischen Anforderungen abstimmen. Dabei handelt es sich oft um etablierte Unternehmen, deren Geschäftsmodelle sich aber grundsätzlich voneinander unterscheiden können. Die Embedded Systems werden entweder von den Anwendern selbst - zum Schutz des eigenen Know-hows - oder von externen Firmen an die jeweilige Anwendungsumgebung angepasst. Die in diesem Gebiet der Systemanpassung aktiven deutschen Systemhäuser sind zumeist mittelständisch und haben sich auf den internationalen Märkten insgesamt eine günstige Wettbewerbsposition erarbeitet.

Start-Ups setzen auf Nähe zur Forschung

Start-Up-Unternehmen siedeln sich sowohl im Bereich der Hardware-Produktion als auch im Umfeld der Entwicklung (technischer) Software an. Ein Großteil der Start-Ups hat seinen Ursprung in den wissenschaftlichen Instituten und nutzt die dort entwickelten Verfahren. So entstammen laut Wicht Technologie Consulting (WTC) von den 50 Firmen, die seit 1994 im Embedded-Bereich in Deutschland gegründet wurden, etwa zwei Drittel dem Umfeld einer Hochschule. Die wachstumsträchtigen Unternehmen aus dieser Kategorie sind heute bereits börsennotiert, andere streben den Börsengang in wenigen Jahren an.

Viele Bereiche entdecken die Vorteile der Embedded Systems

Da der Begriff Embedded Systems weniger für eine eigenständige Branche als für eine technische Entwicklung in der Elektronik steht, existiert keine allgemein anerkannte Abgrenzung. Eine Entscheidung darüber, ob eine elektronische Baugruppe zu den Embedded Systems oder zur Peripherie zählt, hängt daher unmittelbar von der Perspektive des Betrachters ab.

Mangelhafte Dokumentation erhöht Wartungsaufwand

Etablierte Elektronik-Hersteller weiten Produktpalette aus

Auswahl von Produktgruppen & Firmen im Embedded Markt

Hardware

- **Komponentenhersteller**
Motorola, Infineon, Xilinx
- **Baugruppen, Module**
Tekelec, Jumpotec, Phytex
- **Ausrüster**
Schroff, Rutronik

Software

- **Operating System**
Windriver, Microsoft
- **Entwicklungsumgebung**
CAD-UL, Keil, Vector, Hitex
- **Applikationen**
Berner & Mattner, ETAS, 3Soft
- **IP-Lieferanten**
ARM, Lippert

Quelle: Deutsche Bank Innovationsteam Automation & Neue Technologien

Die amtliche Statistik weist gegenwärtig für die Embedded Systems keine gesonderten Daten aus. Die in diesem Markt aktiven Unternehmen bedienen sich einer sogenannten Notarstatistik. Dabei geben die Akteure bestimmte Informationen an einen Notar weiter. Die aus den Einzelmeldungen zusammengefasste Marktübersicht wird dann allein den Teilnehmern der Befragung wieder zugänglich gemacht. Die Marktinformation wird also als „Clubgut“ behandelt und u.a. wegen der Möglichkeit von Rückschlüssen auf das Ergebnis einzelner Unternehmen nicht an die Öffentlichkeit weitergegeben. Aufgrund dieses Mangels in der Verfügbarkeit zuverlässiger Daten bezieht sich die nachfolgende Analyse - bis auf einzelne Ausnahmen - nicht auf die Embedded Systems selbst, sondern auf die in der amtlichen Statistik erfassten Elektronischen Bauelemente, d.h. die Hardware-Komponenten der Embedded Systems.

Als Querschnittstechnologie finden Embedded Systems in sehr vielen Wirtschaftsfeldern Verwendung. Die bedeutendsten Abnehmerindustrien sind die Elektrotechnik und der Maschinenbau. Der Boom in der Telekommunikation und im eCommerce wäre ohne diese Technik nicht zu realisieren. Aber auch in der Automobilindustrie existiert eine deutliche Neigung zum intensiven Einsatz elektronischer Komponenten. So sind Zusatzausstattungen, wie Abgasreinigung, elektronische Stabilisierung (z.B. ESP), Navigationssystem (GPS), Servo-Lenkung, Abstandsmessung, Motormanagement, Klimaanlage, elektronische Sitzeinstellung, Schiebedachsteuerung und Crash-Sensorik selbst in den Fahrzeugen des mittleren Preissegments heutzutage keine Seltenheit.

Amerika dominiert Weltmarkt – Deutschland in Europa vorn

Nach Angaben der Venture Development Corporation (VDC) stieg im Zeitraum 1997 bis 2000 allein im Teilbereich der Embedded Software das Umsatzvolumen weltweit um mehr als EUR 300 Mio. auf gut EUR 1 Mrd. Bis 2003 sollen EUR 1,7 Mrd. überschritten werden. Damit erreicht dieser Teilbereich global ein Wachstum von durchschnittlich mehr als 15% p.a.

Mit einem Anteil von über 50% dominiert Nord-Amerika den Embedded-Weltmarkt; Europa erreicht nur etwa die Hälfte des amerikanischen Volumens, Asien lediglich ein Viertel. Während Europa im Zeitraum 1998 bis 2000 seine relative Bedeutung in etwa beibehält, gab Amerika im Verlauf der Zeit Marktanteile an Asien ab.

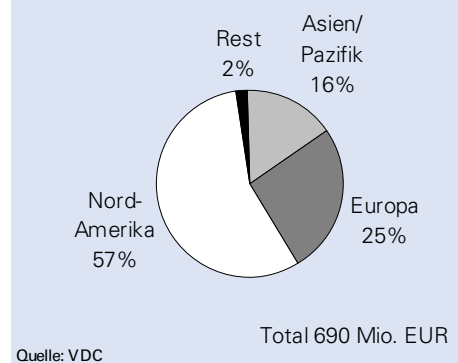
Bei der für die Hardware-Komponente der Embedded Systems relevanten Branche der Elektronischen Bauelemente zeichnete sich eine ähnlich dynamische Entwicklung wie im Embedded-Bereich ab. So nahm der Weltmarkt für Elektronische Bauelemente von 1998 bis 2000 um 26% auf EUR 350 Mrd. zu. Der Anteil der Bauelemente am gesamten Elektronikmarkt stieg im gleichen Zeitraum um 3%-Punkte auf gut ein Drittel.

Wie im Gebiet der Embedded Software konnte Europa auch bei den Elektronischen Bauelementen seine internationale Bedeutung erhalten, während Amerika gegenüber Asien Weltmarktanteile über die Zeit hinweg einbüßte.

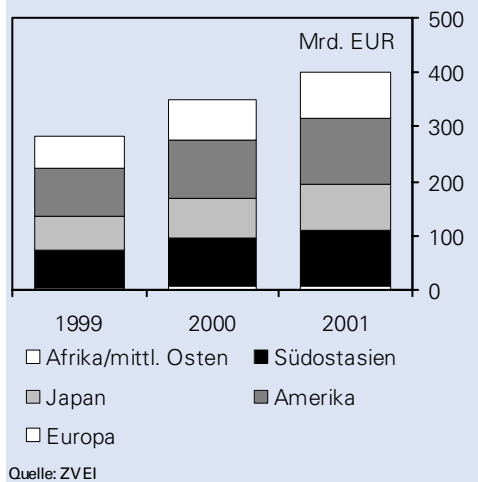
Zwischen 1998 und 2000 wuchs das Volumen des deutschen Bauelementemarktes um 23% auf EUR 17 Mrd. Damit nahm Deutschland rd. 5% des Weltmarktes bzw. etwa ein Viertel des gesamten europäischen Marktes für Elektronische Bauelemente ein und steht vor Frankreich, England und Italien in Europa an der Spitze.

Elektronische Bauelemente: die Hardware-Komponente der Embedded Systems

Weltweite Verbreitung von Embedded Software nach Regionen 1997



Weltmarkt für Elektronische Bauelemente nach Regionen



Bei den Halbleitern - der größten Untergruppe der Elektronischen Bauelemente - lag der deutsche Marktanteil 1999 bei 28% und damit nur knapp hinter dem von Großbritannien (30%) aber deutlich vor dem von Frankreich (14%). Im Zeitraum 1998 bis 2000 war in Deutschland ein Anstieg um 42% auf EUR 10,2 Mrd. zu verbuchen. Der Anteil der Halbleiter am deutschen Markt für Elektronische Bauelemente liegt gegenwärtig bei über 50%. Damit sind die Halbleiter in Deutschland noch wichtiger als in Euroland.

Wachstumsbranchen größte Nachfrager im deutschen Markt

Die Struktur der industriellen Abnehmer Elektronischer Bauelemente wird von vier etwa gleich großen Branchen dominiert, die mit Anteilen von jeweils gut einem Fünftel insgesamt mehr als 90% des deutschen Marktes abdecken. Dabei liegt die Datentechnik zusammen mit der Telekommunikation knapp vor der Kfz-Industrie und der Industrieelektronik; die Unterhaltungselektronik und die Konsumgüterindustrie teilen sich den verbleibenden Rest.

Die größten Zuwachsraten vermeldeten die Telekommunikation und die Datentechnik. Daneben weisen aber auch die Entwicklungen im Kfz-Sektor und der Industrie-Elektronik auf eine forcierte Nachfrage nach Bauelementen hin. Aufgrund der starken Dynamik sind manche Elektronische Bauelemente zeitweise nicht mehr auf dem Markt erhältlich. Um Produktionsengpässe zu umgehen, erhöhen etliche industrielle Abnehmer derzeit ihre Lagerbestände an Bauelementen, was die Verknappung auf dem gesamten Markt nochmals verschärft.

Die Abnehmerstruktur bei Elektronischen Bauelementen verändert sich nachhaltig. Während der IT-Bereich und die Kfz-Elektronik heute tendenziell gewichtiger werden, tritt die Industrieelektronik immer mehr in den Hintergrund. Ein ähnlicher Bedeutungsverlust vollzog sich einige Jahre zuvor bereits bei der Unterhaltungsindustrie.

Der Anteil des Auslands am Branchenumsatz in Deutschland beträgt etwa 60%. Damit ist die Exportquote hier etwas höher als in der Investitionsgüterindustrie insgesamt. Die Einbettung der Branche im internationalen Handel wird dadurch zusätzlich intensiviert, dass die wesentlichen inländischen Abnehmerindustrien, wie der Kfz-Bereich und die Datentechnik, eine große Exportausrichtung aufweisen.

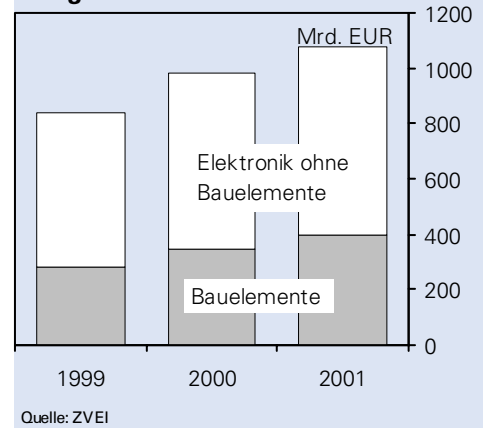
Optimistisches gesamtwirtschaftliches Umfeld

Die recht stabile konjunkturelle Lage in Euroland begünstigt die exportorientierten deutschen Hersteller. Die Branchenproduktion wird allgemein stark von den internationalen Veränderungen bei den Ausrüstungsinvestitionen geprägt. Entsprechend der aktuellen DB Research-Prognose werden die deutschen Ausrüstungsinvestitionen 2001 um real 6% expandieren. In anderen wichtigen Industriestaaten rechnet man mit Wachstumsraten bis zu 8%.

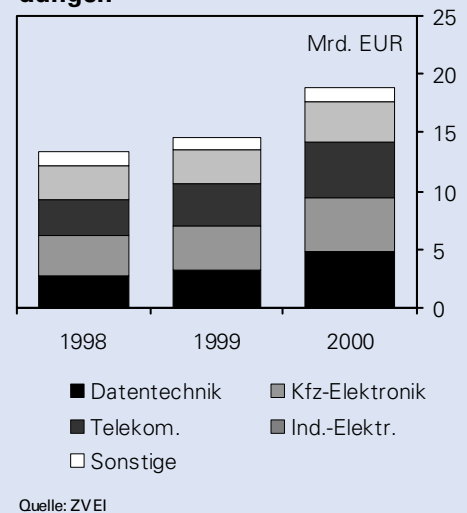
Die Hersteller von Elektronischen Bauelementen im Handy-Bereich erzielten Steigerungsraten von bis zu 50% p.a. Das überdurchschnittliche Fertigungswachstum in der Elektrotechnik, in der EDV und im Maschinenbau bzw. die trotz des langsameren Produktionswachstums anhaltend günstigen Perspektiven der Autoindustrie sollten auch künftig neue Absatzchancen eröffnen.

Aufgrund wegfallender Wechselkursrisiken ist mit der Einführung des Euro die Planungssicherheit innerhalb Eurolands gestiegen. Die zunehmende Preistransparenz verschärft jedoch auch den internationalen Wettbewerb - insbesondere bei den Billig-Anbietern. Hersteller aus

Anteil der Bauelemente an der weltweiten Elektronik-Produktion steigt



Deutscher Markt für Elektronische Bauelemente nach Anwendungen



Ausrüstungsinvestitionen in wichtigen Industrieländern

Zuwachs in %, real

	1998	1999	2000	2001	2002
USA	13.0	10.1	12.8	3.4	7.0
Japan	-2.3	-4.3	6.2	7.9	4.3
Italien	7.4	6.2	7.9	5.9	6.3
Frankreich	10.9	7.7	6.2	6.3	5.3
Schweden	10.5	7.6	6.0	5.0	4.5
Spanien	12.5	8.7	3.5	6.4	4.9
UK	17.7	7.6	1.3	2.3	4.2
NL	5.6	6.7	5.0	4.2	5.5
Gesamt	9.6	6.5	9.1	4.8	5.9

Quelle: DB Research

Niedriglohn-Ländern drängen auf den europäischen Markt und verstärken den ohnehin bereits massiven Druck. Die intensive internationale Konkurrenz in diesem Segment fördert die Notwendigkeit zur Globalisierung der Fertigungsstrukturen und sorgt für eine Veränderung der traditionellen Produktionsabläufe. Dank des hohen technischen Know-hows sollte sich die internationale Wettbewerbsposition der deutschen High-Tech-Hersteller auch bei einer moderaten Aufwertung des EUR gegenüber dem USD und dem JPY nicht wesentlich verschlechtern.

Die deutsche Politik hat die entscheidende Bedeutung des High-Tech-Sektors für die Wettbewerbsfähigkeit der gesamten Volkswirtschaft wahrgenommen. So beabsichtigt die Bundesregierung, mit dem Programm „Mikrosystemtechnik“ die Förderung und Verbreitung dieser Technologie weiter voranzutreiben. Im Einzelnen zielt die Initiative auf die Erschließung erfolgversprechender Anwendungsgebiete, auf die Unterstützung von kleinen und mittleren Unternehmen, auf den Aufbau von industriellen Verbundprojekten und auf die Förderung der zentralen Kontakte zwischen Wirtschaft und Hochschulen.

Trotz Abschwächung überdurchschnittliche Zuwachsraten

Bei den Elektronischen Bauelementen stieg das Fertigungsniveau bis zuletzt an, was für ein neuerliches Produktionsplus im laufenden Jahr spricht. In einigen Teilbereichen (Handys, PCs) werden jedoch die massiven Wachstumsraten der vergangenen Jahre künftig nicht mehr erzielt. Außerdem sind aufgrund der starken Dynamik des Marktes bei Herstellern von bestimmten Elektronischen Bauelementen die Kapazitätsgrenzen heute bereits erreicht.

Seit dem letzten Quartal 2000 erreichen die Auftragseingänge der Branche nicht mehr das exorbitant hohe Niveau der Jahresmitte 2000. Diese Entwicklung basiert auf einem kleineren Minus bei den Inlandsorders insbesondere aber auf einer Schwäche der Auslandsorders, die in diesem Zeitraum um rd. ein Fünftel nachgaben. Auch nach diesem Rückgang liegt das Auftragsniveau weiterhin deutlich über dem Level der vergangenen Jahre.

Die in Deutschland für 2001 und 2002 erwarteten niedrigeren Steigerungsraten der Produktion von 20% bzw. 10% sind über dem langjährigere Schnitt (etwa +7%) und deshalb immer noch günstig.

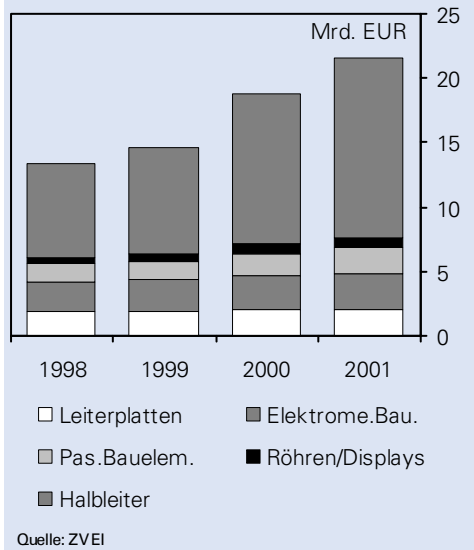
Trotz der typischen Zyklen in der Herstellung zeigt der langfristige Trend im Gebiet der Elektronischen Bauelemente damit auch weiterhin nach oben. In Folge der massiven Produktionsausweitungen der vergangenen Jahre wird sich der Markt - nicht zuletzt wegen der höheren Ausgangsbasis - mittelfristig etwas langsamer entwickeln.

Bis 2020 erreicht der Weltmarkt für Mikroelektronik ein Volumen von EUR 3 Bio. Bei 1 Bio. verkauften Mikrokomponenten entfallen auf jeden User durchschnittlich 160 Baugruppen.

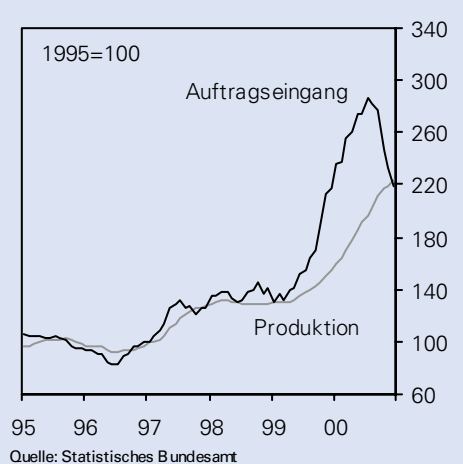
Automatisierung mittelfristig weiter intensiviert

Der positive aktuelle Geschäftsverlauf in Deutschland basiert auf den ständigen Produktinnovationen in der Computer- und Unterhaltungsindustrie. Daneben eröffnet auch die fortschreitende Automatisierung der industriellen Produktionsprozesse mittelfristig neue Perspektiven. In der Automobilindustrie stagnierte zwar zuletzt die Produktion nach Stückzahlen, das qualitative Wachstum setzte sich jedoch fort; der Elektronik-Anteil expandiert weiter. Der Kraftfahrzeug-Sektor entwickelt sich zu einem bedeutenden Abnehmer moderner Sensorik. Derzeit wandert in Deutschland bereits jeder dritte Druck-, Beschleunigungs- und Vibrationssensor in die Fertigung von Fahrzeugen. Bis 2003 rechnen

Deutscher Markt für Elektronische Bauelemente nach Produkten



Elektronische Bauelemente



Weltmarkt für Mikrochips

	2000	2010	2020
Markt (Mrd. EUR)	180	800	3000
Stückzahl (Mrd.)	60	250	1000
Transist. p. Gehäuse (Mio.)	0.4	20	500
Siliziumfläche (qkm)	2	10	40
Nutzer (Mrd.)	2	4	6
Stückzahl pro Person	30	60	160
Euro pro Person	90	200	500

Quelle: Mikroelektronik

wir sogar mit einem Anteil von 50% und einem Umsatz von EUR 1,3 Mrd. Bei sinkenden Mikroelektronik-Preisen steigen die Stückzahlen deutlich stärker als die Umsätze. So fielen die Kosten für einen Airbag-Sensor innerhalb weniger Jahre von EUR 35 auf EUR 1. Diesem geringen Wert eines Sensors steht der Preis von etwa EUR 100 für ein komplettes Airbag-System gegenüber. Die Wertschöpfung liegt damit weniger bei der einzelnen Komponente als bei der gesamten Baugruppe.

Langfristige Verlangsamung der technischen Entwicklung

Die Gordon-Moore-Kurve, die besagt dass in jedem fünften Jahr eine Verzehnfachung der Rechenkapazität und eine Verdopplung des Marktes für Mikrotechnologie realisiert wird, ist langfristig nicht mehr zu halten. Die Verkleinerung der Halbleiter-Strukturbreite, die mit einer Reduzierung der Material- und Energiekosten einhergeht, kann künftig nicht mehr im gewohnten Tempo voranschreiten. Ingenieure sehen voraus, dass bis 2020 die technische Grenze der minimalen Strukturbreite von etwa 10 nm (ein Nanometer [nm] ist der milliardste Teil eines Meters) erreicht wird.

Embedded Systems führen zur Reorganisation

Das Internet verschmilzt immer mehr mit dem Embedded-Bereich. Leistungsstarke Hostsysteme lassen sich über mobile Hybridgeräte mit extrem niedrigem Energieverbrauch ansteuern. Höhere Designsprachen werden derart optimiert, dass die Programmierung bei der Embedded Lösung im Vergleich zur PC-Variante lediglich einen Bruchteil der Ressourcen beansprucht. In manchen Feldern lösen leitfähige Kunststoffe das relativ teure Silizium als Basismaterial der Bauelemente ab. Moderne Technologien wie Bluetooth eröffnen eine Fülle neuer Einsatzfelder. Benachbarte Geräte kommunizieren künftig selbstständig miteinander. Eine weltweit einheitliche Funkfrequenz, geringe Herstellungskosten und hohe Übertragungsgeschwindigkeiten sorgen dafür, dass sich die drahtlose Signalübertragung in allen Bereichen von Arbeit und Freizeit durchsetzt. Künftig werden Kühlschränke die Frische der gelagerten Lebensmittel überwachen, die kulinarischen Vorlieben des Kunden analysieren und bei Bedarf eigenständig Ware ordern.

Die Funktionssteuerung via Sprache erlangt in den Feldern Unterhaltung, Gebäudetechnik, Telekommunikation und Automobil ihre Marktreife. Bei den mobilen Geräten ist die Reduzierung des Gewichts von zentraler Bedeutung. Die neuen Systeme ermöglichen beispielsweise Senioren, ihre Eigenständigkeit länger zu erhalten. Für die Begrenzung des gesundheitlichen Risikos sorgen dabei speziell an den Körper angepasste Sensoren, die den Gesundheitszustand permanent analysieren und ggf. einen automatischen Notruf absetzen.

Brandfrüherkennung, Gas- und Wasseralarm, Schließsysteme und Zutrittskontrollen kommen in der Sicherheitstechnik verstärkt zum Einsatz. Heizung, Lüftung, Haus- und Küchengeräte lassen sich künftig mit intelligenten Steckdosen über Hausbus-Systeme überwachen und steuern. Allerdings verteuert diese intelligente Aufrüstung den Hausbau um bis zu 10%.

Zukunftstechnologie mit günstigen Aussichten

Kleine Abmessungen, geringes Gewicht, hohe Energieeffizienz, Zuverlässigkeit und vergleichsweise niedrige Kosten machen Embedded Systems nicht mehr allein für die industrielle Prozesssteuerung, sondern für viele verschiedene industrielle und private Felder attraktiv. Gute

Technische Grenzen in Sichtweite

Maschinen kommunizieren selbstständig miteinander

Intelligentes Haus erhöht Lebensqualität

Entwicklungschancen bestehen sowohl in den Bereichen EDV, Telekommunikation, Automobil und Maschinenbau, als auch in bestimmten Nischen wie der Medizintechnik.

Insgesamt erlangt die Spracheingabe und die Verknüpfung mit dem Internet größere Bedeutung. Dabei unterliegt das Feld der Embedded Systems einem immer massiveren Wandel in Richtung Standardisierung und Netzwerkfähigkeit. Aufgrund der Konzentration auf die zentralen Funktionen ist die resultierende Embedded-Lösung in ihrer Umsetzung wesentlich kostengünstiger.

Bei den Embedded Systems als „Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts“ und Basis der E-Welle existiert ein außerordentliches Entwicklungs-Potenzial. Auch wenn die Statistik der Elektronischen Bauelemente künftig schon allein aufgrund des Basiseffektes nicht mehr die exorbitanten Wachstumsraten ausweisen sollte, werden die absoluten Fertigungszahlen auch mittelfristig deutlich zunehmen.

Stefan Heng, +49 69 910-31774 (stefan.heng@db.com)

Normalisierung der Wachstumsraten

Öffentlicher Personen- nahverkehr auf dem Weg in den Wettbewerb

Die EU-Kommission treibt die Liberalisierung des ÖPNV-Marktes voran. Europaweite Ausschreibungen von Verkehrsleistungen sollen zum gängigen Wettbewerbsinstrument werden. Mit einer Marktöffnung des ÖPNV dringen verstärkt ausländische Großunternehmen in den deutschen Markt vor. Ihre Vorteile sind die stärkere Kundenorientierung, ein höheres Kostenbewusstsein, niedrigere Lohnkosten, größere Nachfragemacht gegenüber Zulieferern und breites technologisches Know-how.

Dennoch sind inländische Verkehrsbetriebe im kommenden Wettbewerb keinesfalls chancenlos. So dürften kommunale Unternehmen künftig vermehrt miteinander kooperieren oder einzelne Unternehmensteile zusammenlegen. Dadurch können Synergieeffekte in allen Wertschöpfungsstufen erzielt werden. Bei den Personalkosten dürfte durch Restrukturierungsmaßnahmen eine Annäherung an das deutlich niedrigere Tarifniveau der privaten Konkurrenten erfolgen.

Die Marktöffnung führt zu einer Ausweitung des ÖPNV-Angebotes bei gleichbleibenden oder sogar sinkenden Tarifen, Produktivitätssteigerungen und Kosteneinsparungen. Dies wird durch die Erfahrungen mit Ausschreibungen bestätigt, bei denen der Zuschlag an private Unternehmen ging. Dank der Produktivitätssteigerungen kommt es auch zu einer kontinuierlichen Senkung der finanziellen Unterstützungen für den ÖPNV.

Die Studie hat einen Umfang von 39 Seiten und kostet EUR 25,- / DEM 48,90 zzgl. Versand und gesetzl. MwSt.; sie ist erhältlich bei:

Deutsche Bank Research
Marketing
60272 Frankfurt am Main
Fax: +49 69 910-31877
E-mail: marketing.dbr@db.com

© 2001. Deutsche Bank AG, DB Research, D-60272 Frankfurt am Main, Bundesrepublik Deutschland (Selbstverlag). Alle Rechte vorbehalten. Bei Zitaten wird um Quellenangabe „Deutsche Bank Research“ gebeten.

Die in dieser Veröffentlichung enthaltenen Informationen beruhen auf öffentlich zugänglichen Quellen, die wir für zuverlässig halten. Eine Garantie für die Richtigkeit oder Vollständigkeit der Angaben können wir nicht übernehmen, und keine Aussage in diesem Bericht ist als solche Garantie zu verstehen. Alle Meinungsäußerungen geben die aktuelle Einschätzung des Verfassers/der Verfasser wieder und stellen nicht notwendigerweise die Meinung der Deutsche Bank AG oder ihrer assoziierten Unternehmen dar. Die in dieser Publikation zum Ausdruck gebrachten Meinungen können sich ohne vorherige Ankündigung ändern. Weder die Deutsche Bank AG noch ihre assoziierten Unternehmen übernehmen irgendeine Art von Haftung für die Verwendung dieser Publikation oder deren Inhalt. Die Deutsche Bank Securities Inc. hat unter Anwendung der gültigen Vorschriften die Verantwortung für die Verteilung dieses Berichts in den Vereinigten Staaten übernommen. Die Deutsche Bank AG London, die der Securities and Futures Authority untersteht, hat unter Anwendung der gültigen Vorschriften die Verantwortung für die Verteilung dieses Berichts im Vereinigten Königreich übernommen. Die Deutsche Bank AG (ARBN 064 165 162) hat unter Anwendung der gültigen Vorschriften die Verantwortung für die Verteilung dieses Berichts in Australien übernommen.

Druck: HST Offsetdruck GmbH, Dieburg.

Print: ISSN 1430-7421 / Internet: ISSN 1435-0734