

## **Europas IT-Industrie vor dem Aus? Produktion, Innovation und internationale Arbeitsteilung**

---

BOY LÜTHJE und PETER PAWLICKI

Seit den 1980er Jahren sind in der innovationspolitischen Diskussion immer wieder Untergangsprognosen zu hören, die das Ableben der deutschen oder europäischen IT-Industrie als Akteur im globalen Konkurrenzgeschehen an die Wand malen. Die meisten dieser Prophezeiungen sind zwar nicht oder nur eingeschränkt eingetroffen. Die Entwicklung hat freilich im letzten Jahrzehnt dadurch eine neue Dimension gewonnen, dass führende europäische IT-Unternehmen nach der Fertigung nunmehr auch bedeutende Bestandteile ihrer Entwicklungstätigkeit an Niedrigkostenstandorte in Osteuropa oder Asien verlagern oder an Newcomer-Konzerne aus diesen Regionen verkaufen. Ein spektakulärer Höhepunkt dieser Entwicklung war die Übergabe der Handysparte des Siemens-Konzerns an BenQ, einen aufstrebenden Hersteller der Konsum- und Kommunikationselektronik aus Taiwan. In der Halbleiterbranche lagern bisher vertikal integrierte Herstellerkonzerne große Teile ihrer Fertigung an Auftragsfertiger aus, deren Werke sich meistens in Ost- und Südostasien befinden. Darüber hinaus wird zunehmend die Prozess- und Produktentwicklung modularisiert, sodass einzelne Teile des Entwicklungsprozesses in Niedrigkostenstandorten in eigenen Forschungs- und Entwicklungs-Laboren (F&E) durchgeführt oder an Drittfirmen ausgelagert werden. Durch die dramatischen Auswirkungen der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise scheinen sich diese Entwicklung in einer Weise zuzuspitzen, dass die Frage nach dem Überleben der europäi-

schen Industrie- und Technologiebasis in diesem Bereich wieder einmal gestellt werden darf.

In Frage gestellt erscheinen heute gerade jene Tugenden des Innovationssystems entwickelter Industrieregionen, die an den bislang als „unschlagbar“ geltenden Vorteilen eingesessener Forschungs- und Ingenieurstraditionen bei der Entwicklung komplexer technologischer Systeme ansetzten (Ernst 2003). Um diese innovationstheoretisch erklärungsbedürftigen und industriepolitisch bedenklich erscheinenden Entwicklungen zu verstehen, ist ein genauerer Blick auf die sich verändernden Strukturen globaler Produktion in der IT-Industrie erforderlich. In diesem Beitrag<sup>1</sup> wollen wir den Zusammenhang zwischen dem zunehmenden *innovation offshoring* und der Krise jener Formen „netzwerkbasierter“ Innovation herstellen, die seit den Tagen der so genannten New Economy unter dem Stichwort ‚Wintelismus‘ zum Leitbild globaler Restrukturierung wurden. Davon ausgehend wollen wir einige Konsequenzen dieser Umbrüche für den technologischen Kernbereich der IT-Industrie, die Halbleiterproduktion, aufzeigen und Implikationen für die innovationspolitische Diskussion benennen. Wir beginnen mit einer Darstellung von Aufstieg und Krise des Wintelismus als Produktions- und Innovationsmodell in der IT-Industrie und seinen Veränderungen im Gefolge der weltweiten Rezession der IT-Industrie in den Jahren 2001/02. Anschließend werden wir die komplizierten Prozesse der vertikalen De- und Re-Integration in der Chipindustrie und die damit verbundene Modularisierung von Produktentwicklung und wissenschaftlich-technischen Arbeitsprozessen näher betrachten. Abschließend werfen wir einen genaueren Blick auf die Umstrukturierungen der europäischen Chipindustrie und diskutieren die industriepolitischen Herausforderungen im Gefolge der seit 2007 virulenten globalen Finanz- und Wirtschaftskrise.

## **Aufstieg und Krise des Wintelism-Modells**

Die Erfolgsgeschichte der New Economy der 1990er Jahre war nicht nur das Ergebnis finanzgetriebener Spekulation auf technologische Innovationen (Brenner 2002), sondern auch eines spezifischen Modells der Produktion und Innovation, mit dem die IT-Industrie der USA nach der ‚japanischen Herausforderung‘ der 1980er Jahre wieder weltweite Dominanz gewinnen konnte. Dieses Produktionsmodell basiert auf einer durchgreifenden vertikalen Entflechtung des Produktionssystems und dessen Auflösung in relativ unabhängige Branchensegmente, welche jeweils die Schlüsselkomponenten von Systemprodukten der Informa-

tionstechnik bereitstellen. Paradigmatisches Leitbild war die PC-Industrie, in der die Lieferanten der beiden wichtigsten Systemkomponenten, Microsoft und Intel, zu den zentralen (und auch profitabelsten) Unternehmen des gesamten Sektors aufstiegen. Nicht umsonst wurde das Kunstwort „Wintelismus“ (Borrus/Zysman 1997) zum sozialwissenschaftlichen Logo dieses Systems, das sich in der Folge auch in zahlreichen anderen Segmenten der IT-Industrie verbreitete, namentlich bei Servern, Netzwerkinfrastruktur, Notebook-Computern, PDAs, MP3-Playern, Spielekonsolen und auch bei klassischen Infrastrukturprodukten wie Mobiltelefonen.

Ein zentrales Kennzeichen dieses Produktionssystems ist die weitgehende Entkoppelung von Produktinnovation und Fertigung. Während die technologieführenden Markenunternehmen (im Branchenjargon: Original Equipment Manufacturer, OEM) sich ihrer Produktion weitgehend zu entledigen versuchten oder von vornherein als ‚fabriklos‘ an den Start gehen, wurde die Produktion auf stark integrierte Auftragsfertiger verlagert, welche Montage, fertigungsnahes Engineering, Logistik, Teilebeschaffung und ggf. auch Reparatur- und Montagedienste im weltweiten Verbund versehen. Dieses Branchensegment entstand in den 1990er Jahren in den USA unter der Bezeichnung *Contract Manufacturing* oder auch *Electronics Manufacturing Services* (EMS) (Sturgeon 1997; Lüthje et al. 2002). Parallel dazu wuchsen die Netzwerke der Auftragsfertigung in Asien (Borrus 2000) – namentlich in Taiwan, wo sich die dort vertretenen, eng mit Silicon Valley verbundenen, Subcontractor-Firmen zu veritablen Großunternehmen entwickelten. Im Unterschied zu den amerikanischen EMS übernahmen diese Firmen auch zunehmend wesentliche Teile des Produktdesigns, insbesondere von Komponenten und Baugruppen, weshalb auch von Original Design Manufacturing (ODM) gesprochen wird (Hürtgen et al. 2009).

Ergebnis dieser Entwicklung war eine recht weitgehende Auflösung vertikal integrierter, ‚fordistischer‘ Produktionsformen, die ab Ende der 1990er Jahre auch massiv von traditionellen Elektronikunternehmen in den USA und Europa wie z.B. IBM, Lucent, Siemens oder Ericsson nachvollzogen wurde. Im Zuge einer weltweiten Welle von Fabrikverkäufen an Contract Manufacturer wurden die führenden Unternehmen dieses Sektors zu zentralen Akteuren weltweiter Produktionsverbünde, die je nach Berechnungsweise heute etwa 15 bis 20% der Wertschöpfung der globalen IT-Produktion stellen. Mit dem Platzen der so genannten Internet-Blase auf den Finanzmärkten 2001 und in den darauf folgenden Jahren wurden die führenden EMS-Unternehmen allerdings auf besondere Weise von den weltweiten Überkapazitäten in der IT-Branche getroffen.

Die Krise zeigte die Grenzen des ‚wintelistischen‘ Produktionsmodells und seine spezifischen Krisenpotentiale (ausführlich: Lüthje 2006a). Der in diesem Ausmaß ungekannte Aufbau struktureller Überkapazitäten widerspiegelte die durch die neuen Formen der Markt- und Unternehmensorganisation extrem verkürzten Zyklen der Innovation und der Kapitalverwertung. Verstärkt wurde dies durch die starke Kapitalmarktorientierung des Innovationssystems unter dem Einfluss von Venture Capital- und Private Equity Firmen und den spekulativen Aufbau von Zukunftsprojekten im Infrastrukturbereich – wie z.B. mit den Versteigerungen von UMTS-Mobilfunklizenzen in Deutschland und anderen europäischen Ländern. Die starke vertikale Desintegration der Produktionssysteme erzeugte massive Dominoeffekte innerhalb der Produktions- und Lieferketten und begünstigte die Verlagerung der Krisenfolgen auf die Produktionsdienstleister und Komponentenlieferanten.

## **Globale Restrukturierung der Produktionssysteme**

Auf allen Ebenen des Produktionssystems führte die Krise zu Restrukturierungen der Produktions-, Zuliefer- und Einkaufsorganisation, vorangetrieben durch massive Konzentrationsbewegungen in den Kapitalstrukturen. Fast alle wichtigen Markenführer reorganisierten die Beziehungen mit ihren Kontraktfertigern durchgreifend. Unter dem Druck von 2,5 Milliarden US-Dollar überschüssiger Lagerbestände reduzierte z.B. Cisco die Zahl seiner Kontraktfertiger von neun auf vier und die Anzahl der EMS-Produktionsbetriebe von 30 auf 16. Zugleich wurden die Geschäftsspielräume der CM bei der Komponentenbeschaffung massiv eingeschränkt. OEMs wie Motorola, HP oder Siemens nahmen diesen strategischen Bereich wieder in die eigenen Hände und halten seitdem die CM rigoros von Preiskalkulationen und -verhandlungen über wesentliche Zulieferkomponenten fern.

Der Druck auf die Zulieferer ging einher mit einschneidenden Veränderungen in den Produktions- und Innovationsstrategien der Markenführer. In der PC-Industrie, einst Vorreiter wintelistischer Industriestrukturen, haben sich die drei verbliebenen US-Markenfirmen, Dell, HP und Apple, fast vollständig auf ‚fabriklose Fertigung‘ umgestellt. Orientiert am Erfolgsbeispiel Dell wurden Fertigungsaufträge auf ODM-Firmen aus Taiwan konzentriert, die auch das Engineering des technischen ‚Innenlebens‘ der Produkte, sprich der Motherboards und deren Integration mit Systemkomponenten wie Festplatten oder Grafikchips übernehmen. Mit dem Verkauf seiner gesamten Fertigung von Consumer-PCs an den

US-Kontraktfertiger Sanmina-SCI im Jahre 2002 stellte IBM im großen Stil auf EMS-Fertigung um, bevor das PC-Geschäft Ende 2004 schließlich an Lenovo aus China verkauft wurde. Acer aus Taiwan operiert ebenfalls mit ODM-Partnern. Einzig die PC-Hersteller aus Japan und Korea, die jedoch nur bei Notebook-Computern global eine Rolle spielen, sowie Fujitsu-Siemens verfügen noch über relativ integrierte Fertigungsorganisationen, allerdings bei starkem Outsourcing der Komponentenfertigung und der Nutzung von ODM-Beziehungen in einzelnen Bereichen (Hürtgen et al. 2009).

Ähnlich durchgreifende Strategieänderungen auf der OEM-Seite haben sich in der Handyproduktion abgespielt. Nach einer massiven, von Ericsson angeführten Welle von Fabrikverkäufen Ende der 1990er Jahre hat sich der Kontraktfertigungsanteil bei den großen europäischen und US-Herstellern bei ca. 30 bis 40% des Fertigungsvolumens eingependelt. Bei der Organisation des Outsourcing gibt es teilweise erhebliche Unterschiede. Bei Nokia fungieren die Kontraktfertiger (namentlich Foxconn) als Lieferanten von Modulen (vor allem Baugruppen und vorverdrahtete Handyschalen), während Nokia die Endmontage versieht. Motorola, Siemens und Sony Ericsson vergeben zumeist ganze Produktlinien nach außen, verfügen aber selber noch über relativ integrierte Fertigungsstrukturen. Allein die zurzeit recht erfolgreichen Handyhersteller aus Korea – Samsung und LG – sowie japanische Firmen arbeiten heute überwiegend mit vertikal integrierter Eigenproduktion.

In der Handybranche ist es ebenfalls zu einem massiven Schub in Richtung ODM-Produktion gekommen. Dieser wurde zunächst ausgelöst von großen Netzgesellschaften wie z.B. der Deutschen Telekom, die Handys unter eigenen Markennamen von ODM-Firmen fertigen lassen. Fast alle Handyhersteller entwickelten ebenfalls umfangreiche Fertigungsbeziehungen mit taiwanesischen ODM-Partnern. Als Kernkompetenz sehen einige europäische und US-Markenfirmen oft nur noch das äußere Formdesign und die Betriebssoftware der Handys an – alle weiteren Elemente des Engineering werden den ODM-Partnern überlassen (ebd.). Die für die Weltmarkstrukturen recht einschneidende Konsequenz dieser Entwicklung ist nicht nur eine starke Aushöhlung von Fertigungs- und Entwicklungstiefe bei den globalen Markenfirmen; zugleich kommt es zu einer massiven vertikalen Re-Integration von Produktionsressourcen auf Seiten der Kontraktfertiger, die ihrerseits die Fertigung in Großbetrieben und Industrieparks mit einem breiten Spektrum von Produktionsprozessen, Zulieferbetrieben, Logistik und produktionsnahe Engineering konzentrieren.

Ähnliche Dynamiken sind auch an anderen Punkten der komplexen Produktionsnetze der Elektronikindustrie zu sehen. Wie wir in den

nächsten Abschnitten genauer zeigen werden, geben vermehrt integrierte Halbleiterhersteller große Teile ihrer Fertigung, aber auch Prozessentwicklung, an andere Firmen ab oder organisieren diese in unternehmensübergreifenden Verbünden. Zunehmend lässt sich beobachten, wie global führende Auftragsfertiger wie TSMC oder UMC aus Taiwan nicht mehr nur die Fertigungsdienstleistung anbieten, sondern immer weiter Produktionsressourcen integrieren. Produktdesign, Entwicklung von intellektuellem Eigentum für Design- und Prozessbausteine, Kooperation bei der Entwicklung von CAD/EDA Systemen für die Chipentwicklung und auch die Prozesstechnologieentwicklung sowie die Organisation von hochspezialisierten Zulieferernetzwerken gehören heutzutage zu den Leistungen, die von den größten Kontraktfertigern der Chipindustrie angeboten werden.

## Vertikale Desintegration in der Chip-Industrie

In der fortgesetzten Restrukturierung der sektoralen Produktionsnetzwerke der IT-Industrie nimmt die Halbleiterindustrie als Entwickler und Lieferant der Kerntechnologien eine zentrale Stellung ein. Unter dem wintelistischen Innovationsmodell rückten führende Chip-Hersteller wie Intel in die Position von Systemdefinitoren, um deren ‚Silikon‘ herum Systemarchitekturen und Märkte gebaut wurden. Auf der anderen Seite durchliefen wesentliche Bereiche der Chip-Produktion ihrerseits eine massive vertikale Desintegration, die vor allem von den in Silicon Valley beheimateten Leitunternehmen der betreffenden Sektoren ausging (Lüthje 2001). Dabei lassen sich im Wesentlichen zwei Modelle, die bis mindestens Ende der 1990er Jahre vorherrschend waren, identifizieren.

- Die ‚klassischen‘ unabhängigen Chip-Hersteller der Gründerzeit Silicon Valleys wie Intel, AMD, National Semiconductor oder LSI Logic (auch *merchant producers* genannt), die Halbleiterchips ohne Einbindung in vertikale Strukturen größerer Elektronikkonzerne entwickeln und produzieren und über vollausgestattete eigene Produktionsstätten verfügen (*Integrated Device Manufacturer, IDM*).
- ‚Fabriklose‘ Chiphersteller, die sich auf die Entwicklung und Vermarktung neuer Halbleiterdesigns beschränken, die Fertigung aber an Auftragshersteller (genannt *chip foundries*) vergeben. Dieses Segment aus eher kleineren bis mittleren Firmen galt als besondere Erfolgsgeschichte der US-Halbleiterindustrie in den 1990er Jahren (Angel 1994), die so prominente Firmennamen wie Broadcom, Qualcomm oder Nvidia hervorbrachte. Die Foundries wuchsen in diesem Prozess ebenfalls in multinationale Größenordnungen. Die

führenden Foundries wie TSMC, UMC oder Chartered Semiconductor sind in Taiwan oder Singapur ansässig und bilden dort ein Kernelement der raschen technologischen Aufwärtsentwicklung der IT-Industrie.

Die von den *merchant* und *fabless producers* vorangetriebene De-Vertikalisierung der Halbleiterherstellung und ihr oft phänomenaler, von den Finanzmärkten stark honorierter Erfolg setzte die traditionellen, aus vertikal integrierten Unternehmen der Elektro- und Elektronikindustrie stammenden Hersteller ebenfalls unter starken Restrukturierungsdruck. Die traditionellen europäischen und US-Chiphersteller versuchten dabei, das Modell des integrierten *merchant producers* zu imitieren. Alle großen Chiphersteller in den USA und Europa (wie z.B. IBM, AT&T-Lucent, Motorola, Siemens, Thomson und zuletzt Philips) betrieben ab Mitte der 1990er Jahre eine Herauslösung ihres Chipgeschäftes aus traditionellen vertikalen Verbundstrukturen. Oft führte dies zur Ausgründung neuer Tochtergesellschaften mit eigener Börsennotierung und klangvollen Namenskreationen wie Infineon (ex-Siemens), Freescale (ex-Motorola), STMicroelectronics (ex-SGS Thomson), Qimonda (die ehemalige Speicherchipproduktion von Infineon) oder zuletzt NXP (ex-Philips Semiconductors). Hinzu kamen massive interne Umstrukturierungen durch die operative Verselbständigung einzelner Geschäftsbereiche und die zunehmende Kooperation mit *foundries* und Designdienstleistern, die auch einen starken Schub der Relokalisierung in Richtung Asien erbrachten.

Die nun auch zwischen IDM Firmen und *foundries* bestehenden Beziehungen werden in letzter Zeit zunehmend ausgebaut und haben eine neue Qualität erreicht, indem vermehrt auch Technologieentwicklung kooperativ mit den Zulieferern betrieben wird. Unter dem Druck der Finanzmärkte – insbesondere durch private Investoren in Form von *private equity* Firmen – verstetigt sich die vertikale Desintegration zu einem neuen Produktionsmodell, das in der Branche als *fab-light* Strategie bezeichnet wird. Die in diesem Zusammenhang prominentesten Beispiele sind wohl AMD, NXP und Texas Instruments. Nachdem bereits 2005 Agilent Technologies seine Halbleitersparte an ein Konsortium der *private equity* Firmen Kohlberg, Kravis & Roberts und Silver Lake Partners veräußerte, akquirierte das gleiche Konsortium im Zuge einer erzwungenen Übernahme kaum ein Jahr später die Halbleitersparte von Philips. Mit der Gründung von NXP als Nachfolgeunternehmen von Philips Semiconductors zogen private Investoren in eines der zehn größten Unternehmen der Halbleiterindustrie ein. Die strategischen Interessen der neuen Investoren wurden schnell sichtbar in Form eines unter-

nehmensweiten Restrukturierungsprogramms und der Beschränkung des Unternehmens auf profitträchtige Geschäftsbereiche. Die *fab-light* Strategie, also die Auslagerung größerer Teile der Produktion und Technologieentwicklung, insbesondere im Bereich kapitalintensiver digitaler Halbleiterprodukte, wird als weitere zentrale Restrukturierungsstrategie verfolgt. NXP hat sich zum Ziel gesetzt, rund 30 bis 40% seiner Produktion an seinen Hauptfertigungspartner TSMC sowie andere asiatische *foundries* auszulagern (EETimes Asia 16.11.07). Darüber hinaus hat NXP sich aus der gemeinsamen Technologieentwicklungsallianz mit Freescale und STMicroelectronics in Crolles2 in Grenoble – einer von der EU mit Milliardenbeträgen subventionierten hochmodernen Entwicklungsfabrik – verabschiedet und entwickelt nun zukünftige Prozesstechnologien in Partnerschaft mit TSMC.

Die Strategie von Texas Instruments geht noch weiter, da das Unternehmen nicht nur fast seine gesamte Produktion sondern auch die Prozessentwicklung zukünftiger digitaler CMOS Technologien (der heute wichtigsten Fertigungstechnologie) an TSMC auslagert und somit zumindest im digitalen Bereich bald über keine substantielle Prozessentwicklung mehr verfügen wird. Das Unternehmen hat angekündigt, künftig nur noch die von TSMC entwickelten Prozesstechnologien in seinen übrig gebliebenen Produktionsbetrieben für digitale Chipprodukte zu übernehmen und so die hohen Kosten der Technologieentwicklung zu umgehen. Im Bereich der analogen Chips wird Texas Instruments jedoch weiterhin sowohl eigene Prozessentwicklung als auch Produktion betreiben. Das Festhalten von TI an eigener Prozesstechnologieentwicklung sowie Fertigung analoger Chips ist größtenteils bedingt durch die weitaus stärkere Notwendigkeit einer Integration von Technologieentwicklung, Chipentwicklung und Produktion in diesem Bereich. Darüber hinaus werden analoge Chips mit Hilfe älterer Prozesstechnologien hergestellt, was die Kapitalintensität einer solchen Produktion erheblich senkt.

Den bislang letzten bedeutenden Schritt dieser Entwicklung stellt die Aufspaltung des Mikroprozessorherstellers AMD dar. Wiederum unter Zusammenarbeit mit privaten Investoren, diesmal der in Abu Dhabi beheimateten Investmentfirma Advanced Technology Investment Company (ATIC), wurde der Fertigungsbereich von AMD Ende 2008 abgespalten und in eine neue Firma, die den noch vorläufigen Namen „The Foundry Company“ trägt, überführt. Neben seiner Haupttätigkeit als Auftragsfertiger der von AMD entwickelten Mikroprozessoren und Grafikchips soll das neue Unternehmen auch mit den anderen *foundries* um Kunden im Bereich führender Prozesstechnologien konkurrieren (EETimes 7.10.08, Taipei Times 11.10.08).



Das qualitativ neue an dem Modell des *fab-light* ist somit die Tatsache, dass nunmehr nicht nur die Waferfertigung sondern vermehrt auch F&E Aufgaben ausgelagert oder zumindest in Form von Allianzen mit Zulieferern organisiert werden. Die immer weiter steigenden Kosten der Produktion spalten die Schar der als IDM aufgestellten Halbleiterfirmen in solche, die die finanziellen Ressourcen für sowohl Produktionsanlagen als auch die Technologieentwicklung erwirtschaften können, und solche, die sich aus der Fertigung von Chips auf Basis von Spitzentechnologien zurückziehen müssen und nur noch im Bereich älterer und somit auch nicht mehr so kapitalintensiver Prozesstechnologien eigene Fertigungsanlagen besitzen. Um unter dem Druck der Finanzmärkte die Profitmargen großer integrierter Halbleiterunternehmen stabilisieren zu können, werden so die steigenden Ausgaben für F&E innerhalb von Technologieallianzen verteilt oder direkt fast vollständig auf Zulieferer abgewälzt. Für die internationale Arbeitsteilung bedeutet dies, dass, nachdem bereits substanzielle Fertigungsressourcen seit spätestens den 1970er Jahren in Südostasien aufgebaut wurden, nun auch vermehrt Entwicklungsaktivitäten aus Europa und den USA in Länder wie Taiwan, Singapur oder auch China verlagert werden. Insbesondere Europa verliert dabei wichtige Ressourcen und Kapazitäten bei der Entwicklung von Prozesstechnologien und der Halbleiterfertigung. Diese Entwicklung stellt nicht nur ein Problem für die einzelnen Chipunternehmen dar, sondern auch für die in Europa beheimatete Herstellung von Produktionsgeräten für die Halbleiterbranche mit Unternehmen wie ASML oder ASM (SEMI 2008). Dies kann mittel- bis langfristig zu einer Abwanderung auch dieses technologischen Schlüsselbereiches nach Asien führen, wo die größten Absatzmärkte für Chip-Produktionsgeräte entstehen, da die räumliche Nähe bei der Entwicklung der hochkomplexen Produktionsanlagen für Halbleiter von entscheidender Bedeutung ist. Es bleibt somit zu befürchten, dass ein zweiter, entscheidender Teil der Technologiekette der Elektronikindustrie in Europa verschwinden könnte, mit weitreichenden Folgen für das europäische Innovationspotential.

Einen Gegenpol zu dieser Entwicklung bildeten indes die Elektronikindustrien Japans und Süd-Koreas. Japanische Hersteller wie NEC oder Hitachi begannen zwar ebenfalls, ihre Chip-Töchter zu verselbständigen. Allerdings wurden zumeist die informellen vertikalen Integrationsbeziehungen innerhalb der Konzernfamilien (*keiretsus*) und ein größeres internes Produkt- und Know-How-Portfolio erhalten. Kooperationen mit *foundries* spielen nach wie vor nur eine geringe Rolle. Noch dezidierter wurde das Prinzip der vertikalen Integration von den aufstrebenden Konzernen Süd-Koreas verfolgt, die damit eine außerordentlich erfolgreiche Aufholjagd führten, und dabei vor allem vom Ende der

1980er Jahre vollzogenen Ausstieg US-amerikanischer und europäischer Hersteller aus dem extrem kapitalintensiven Geschäft mit Speicherchips profitierten. Wie auch ihr japanisches Vorbild, verbanden die koreanischen Firmen allerdings stets die Chipproduktion für den Eigenbedarf mit der aggressiven Vermarktung ihrer Chips nach außen (Lüthje 2001: 167ff.). Dies hat Samsung jedoch nicht daran gehindert, zur Sicherung des Zugangs zur Prozesstechnologieentwicklung an Entwicklungskooperationen, wie der von IBM initiierten und angeführten Common Platform, teilzunehmen und seine Waferfertigungswerke zur Kapazitätsauslastung auch für Drittfirmen zur Verfügung zu stellen ([www.commonplatform.com](http://www.commonplatform.com)).

Der Erfolg der neuen Unternehmens- und Produktionsmodelle hat aber nicht das Problem verdecken können, dass die Kosten technologischer Innovation in der Chip-Industrie immer höher und damit für einzelne Firmen immer schwerer bezahlbar wurden. Dieser seit Jahrzehnten herrschende Trend hat zum einen seine Ursachen in den unaufhörlich steigenden Investitionskosten für neue Produktionsanlagen, die in der Spitze inzwischen bei zehn Milliarden US-Dollar liegen (EETimes 16.12.2005). Wie aus Tabelle 1 ersichtlich wird, sind die Investitionskosten nicht nur auf den Bau von Produktionsanlagen beschränkt, sondern stellen auf jeder Stufe des Produktionsprozesses ein Problem dar. Sowohl die Forschung und Entwicklung von Prozesstechnologien als auch die reine Produktentwicklung in Form von Chipdesign weisen für die jeweils folgenden Technologiestufen ein exorbitantes Kostenwachstum auf. Dies bedeutet zum einen, dass immer weniger Firmen die finanziellen Ressourcen zur Verfügung haben werden, um sowohl Entwicklung als auch Fertigung von Halbleitern in einer Organisation integrieren zu können. Prognosen sprechen davon, dass auf der nächsten Technologiestufe von 32nm<sup>2</sup> Firmen zur Aufrechterhaltung des IDM-Modells Jahreseinkünfte in Höhe von bis zu US-Dollar 16,7 Milliarden erwirtschaften müssen. Legt man Zahlen über die Erträge in der Halbleiterindustrie aus dem Jahr 2007 zugrunde, also noch vor der jetzigen Wirtschaftskrise, so wären nur etwa drei bis vier Firmen in der Lage, ihr IDM Modell zu finanzieren. Zum anderen erschweren die extremen Kosten der Entwicklung das Überleben und problemlose Funktionieren von kleineren fabriklosen Chipdesignhäusern. Auch hier werden die betriebswirtschaftlichen Risiken zum Erreichen der Produktionsreife neuer Chipentwicklungen immer größer. Die Kosten der so genannten Maskenherstellung, also das Einbrennen des Chipdesigns auf Belichtungsmasken für die Fertigung der Chips, stellen die letzte, oftmals unüberwindliche Hürde für kleine Chipdesignhäuser dar. Weist ein Chip nach der Testfertigung Fehler auf, so muss nach seiner Behebung ein neues

Set von Masken gefertigt werden. Die sich auf etliche Millionen US-Dollar belaufenden Kosten für einen solchen *design re-spin* entscheiden oft über das Fortbestehen einer Chipdesignfirma.

Weniger spektakulär, aber nicht minder gravierend erscheint der langfristige Rückgang der Produktivität der Arbeit in der Chip-Entwicklung, die angesichts der überproportional steigenden Komplexität bei den fortgeschrittensten Technologien trotz hochgradiger Automatisierung immer langwieriger, riskanter und kostenintensiver wird. Dieser in der Fachwelt unter dem Schlagwort *design productivity gap* bekannt gewordene Trend drückt sich statistisch darin aus, dass die Produktivitätssteigerungen im Design-Bereich mit jährlich etwa 21% im Mittel der vergangenen zwanzig Jahre deutlich hinter denen in der Produktion (58% im Jahresdurchschnitt) zurückbleiben (ITRS 2002). Diese Produktivitätsschere ist Antrieb zur Automatisierung und Modularisierung des Chip-Design. Durch die Definition von Standardprozessen und den Einsatz immer komplexerer Systeme der Designsoftware soll die Wiederverwendung (*re-use*) von Designbausteinen gestärkt, aber auch die Auslagerung standardisierter Design Tätigkeiten zur Einsparung von Personalkosten erleichtert werden (vgl. Chang et al. 1999).

Tab. 1: Kosten der Chipproduktion (in US-Dollar)

|                                                                 | 65 nm    | 45 nm      | 32 nm     |
|-----------------------------------------------------------------|----------|------------|-----------|
| <b>Prozesstechnologie F&amp;E</b>                               | 1,5 Mrd. | 2,4 Mrd.   | 3 Mrd.    |
| <b>Produktionsanlagen</b><br>(Gigafab, ca. 100.000 wafer/Monat) | 1-2 Mrd. | 3 Mrd.     | 5-10 Mrd. |
| <b>Chipdesign/Produktentwicklung</b>                            | KA       | 20-40 Mrd. | 75 Mrd.   |
| <b>Maskenherstellung</b>                                        | 3 Mio.   | 9 Mio.     | KA        |
| Quelle: EE Times, Synopsis, VLSI Research, eigene Daten         |          |            |           |

## Vertikale De-Integration vs. vertikale Re-Integration

Im Gefolge des Crashes der Jahre 2001/02 ist auch eine durchgreifende Restrukturierung der Produktions- und Innovationsmodelle in der Halbleiterindustrie in Gang gekommen. Ein Charakteristikum dieser Entwicklung liegt darin, dass die voranschreitende vertikale Desintegration auf der Seite der großen Systemhersteller – also vor allem die Auslagerung von integrierten Produktionssegmenten und Systemdesign auf

EMS- und ODM-Unternehmen – die strategische Rolle der Chip-Hersteller stärkt. Dort wo wichtiges technologisches System-Know-How zunehmend ‚von der Stange‘ gekauft wird, wächst auch der Bedarf für hochwertige Standardbausteine und deren Kompatibilität mit standardisierten Technologie-Plattformen und Architekturen – wie etwa von Intel mit seinem Centrino genannten Chipsatz für die drahtlose Kommunikation vorgeführt. Manche Beobachter sprechen deshalb zutreffend von einer *competitive re-aggregation* der Industrie (EETimes 3.4.2005), in der gerade jene Halbleiterhersteller gut positioniert scheinen, die über ein breites Portfolio von Technologieressourcen in Produktion, Entwicklung und Systemberatung verfügen.

Liegt dieser Weg der Restrukturierung durchaus noch in der Logik des ‚Wintel‘-Modells, so lassen sich die Grenzen einer auf technologischen Durchbruchsinnovationen beruhenden Marktkontrolle weniger denn je verleugnen. Dies gilt vor allem für die heute wichtigsten Wachstumsmärkte, Konsumgüterelektronik und Mobilkommunikation, in denen kurze Marktzyklen und extrem hohe Entwicklungskosten mit oftmals komplizierten Akteurs- und Kontrollverhältnissen zusammenkommen. Große Chip-Hersteller wie Intel, Texas Instruments, Infineon oder NXP verlegen sich hier immer mehr auf die Entwicklung von Chip-Plattformen, die eine Kernarchitektur eines Chips oder eines Chipsets definieren und Variationen und Kombinationsmöglichkeiten für verschiedene Anwendungsprodukte offen lassen. Damit wird der Chip-Hersteller immer mehr zum Entwickler von architekturellem Know-How, der sich aus Routineprozessen des Designs oder auch der Produktion zurückzieht und einen wesentlichen Teil seiner Gewinne aus Lizenz- und Patentgebühren generiert. In extremer Form werden solche Strategien von einer neuen Generation von ‚IP-Providern‘ praktiziert, die nur noch Kernarchitekturen für bestimmte Prozessortypen anbieten, so z.B. das aus Großbritannien stammende Unternehmen ARM.

Mit dieser Orientierung der Konkurrenz auf abstraktere Niveaus von Systemwissen und Standardsetzung scheint eine neue Runde der vertikalen De- und Re-Integration in der IT-Industrie eingeleitet. Die entscheidenden Wettbewerbsvorteile werden dabei weniger durch die (monopolistische) Beherrschung einer bestimmten Chiptechnologie generiert, sondern vielmehr aus der Verbindung chip-spezifischer Technologiepotentiale mit kreativem Systemwissen. Diese Situation zwingt die Halbleiterunternehmen, verstärkt Ressourcen in Bereichen aufzubauen, die nicht mehr nur mit Chipdesign zu tun haben. Dabei gewinnt Software eine immer entscheidendere Rolle, nicht nur bei der Chipentwicklung, sondern bis hinein in den Bereich der Anwendungsentwicklung, damit die Unternehmen nicht mehr nur Produktlösungen, sondern auch fertig

entwickelte Referenzsysteme, die nur noch kleinere Anpassungsentwicklungen benötigen, anbieten können.

Der Chief Technology Officer eines führenden Unternehmens der Designautomatisierung fasst dies in einem von uns geführten Interview im Rückblick auf die technologischen Entwicklungen der 1990er Jahre prägnant wie folgt zusammen:

„IBM or Intel’s competitive edge is not necessarily anymore the ability to cram stuff on a chip. All that stuff has now become bread and butter, in the same way that making steel was a secret. So, people are moving up into saying – what is the next place where I can add value? [...] Chip companies are doing more and more system design-like things than they were doing last year, the year before. They are doing a lot more than entire system companies were 10 years ago. But: are the chip companies becoming the surrogates for the system companies? I would say no because the success of systems has changed from what it used to be 15 years ago. The success of that systems company element from a consumer point of view is a whole different ball game. So, people who are squeezing the margins from the other end, people who have the ability to brand, are in the lead. Samsung, for instance, is doing an amazing job of coming out and saying: it is cool to be Samsung. It wasn’t cool to be Samsung. Made in Korea was not cool.”

Vor diesem Hintergrund gewinnen Innovationsmodelle wieder an Bedeutung, die nicht auf eine Segmentierung der Produktions- und Entwicklungsketten setzen, sondern Marketing-, System- und Produktionswissen in großer Breite und Diversität integrieren können. Sowohl das Unternehmensmodell des unabhängigen *Integrated Device Manufacturers* als auch des ‚fabriklosen‘ Design-Hauses scheinen damit ihre Leitbildfunktion zu verlieren. An Bedeutung gewinnen demgegenüber Unternehmens- und Allianzmodelle, die in intelligenter Weise hochwertige Forschung, Design, Produktion, und Servicekapazitäten zu ‚Komplettangeboten‘ für die Markenfirmen in bestimmten Segmenten des IT-Sektors kombinieren. Beispiele hierfür bieten etwa das Mobilfunkchipgeschäft von Texas Instruments mit seiner engen Integration mit führenden Systemherstellern wie Nokia, die von IBM verfolgte Positionierung als ‚Generalunternehmer‘ für die Entwicklung und Fertigung komplexer Chiparchitekturen (z.B. des so genannten Cell Chip zusammen mit Sony) und darüber hinaus bei der Organisation der weltweit größten Prozesstechnologieallianz in der Halbleiterindustrie, oder die vom taiwanesischen Auftragsfertiger TSMC verfolgte Strategie eines Netzwerkorganisations und Technologielieferanten (Tseng 2008).

Mit besonderer Aufmerksamkeit werden die Restrukturierungsprozesse von den neuen Akteuren der IT-Industrie in den *emerging econo-*

*mies* Ostasiens beobachtet. Die Chip-*foundries* aus Taiwan und Singapur haben sich längst zu integrierten Technologieunternehmen entwickelt, die in der Region, aber auch im globalen Kontext umfangreiche Technologie-Netzwerke mit Designdienstleistern, IP-Providern, EDA-Firmen und Chipanlagenherstellern unterhalten. Diese Unternehmen sind auch wichtige Technologiepartner in den Kooperationen US-amerikanischer und europäischer Chip-Hersteller wie in den zuvor genannten Fällen IBM oder Crolles<sup>2</sup>. Den Vorbildern Samsung oder Sony folgen vor allem die neuen Markenfirmen des ‚China Circle‘, die alle auf den Aufbau relativ weitläufiger Technologieportfolios mit eigener Markenkompetenz in spezifischen Endmarktsegmenten setzen. Hinter der Übernahme von Siemens Mobile durch BenQ stand ein solches Kalkül ebenso wie hinter der noch weit größeren Akquisition der PC-Sparte von IBM durch Lenovo aus China. Die neuen Multinationals der chinesischen IT-Industrie wie Lenovo, TCL, Huawei oder ZTE könnten in der gegenwärtigen Runde der Restrukturierung eine zentrale Rolle spielen, setzt doch die chinesische Industriepolitik auf eine den ostasiatischen Nachbarn abgeschauten stark diversifizierte Entwicklung von Technologieportfolios, die aktuell besonders von der oben geschilderten vertikalen Integration in der Auftragsfertigung profitiert (vgl. Lüthje 2006b).

Diese Entwicklungen führen indes nicht zu einfachen Re-Integrationsprozessen auf den verschiedenen Ebenen der Produktionsnetze der IT-Industrie. Vielmehr ist ein Prozess der triangularen Restrukturierung (Lüthje 2007) zu beobachten, bei dem neben den Markenfirmen der Elektronikindustrie und den Halbleiterkonzernen, zwischen denen das grundlegende System-Know-How aufgeteilt wird, nun eben auch Zulieferer entscheidend mitwirken – und zwar nicht nur als Produktionsdienstleister, sondern auch als Technologielieferanten und Kooperationspartner bei der Produkt- und Prozessentwicklung. Den *foundries* fällt dabei die wichtigste Rolle zu, da sie nicht nur zunehmend entscheidend für die Entwicklung zukünftiger Prozesstechnologien werden, sondern auch die Schnittstellen zwischen Chipdesign und Chipfertigung in Kooperation mit EDA-Unternehmen, IP-Entwicklern und Designdienstleistern, organisieren. Komplexes Produktionswissen und produktionsnahe Entwicklungsressourcen werden somit verstärkt außerhalb globaler IDM Unternehmen und bisheriger Standorte gebildet. Die von den weltweit größten *foundries* geführten Innovationsnetzwerke haben eine spezifische geographische Ausformung, da es sich bei den Firmen meist um lokale, aus Südostasien stammende Unternehmen handelt.

## Das europäische Szenario

Die europäische Halbleiterindustrie entwickelte sich im Vergleich zu der in den USA erst recht spät und war bis zu den Restrukturierungsprozessen Mitte der 1990er Jahre durch eine hohe Integration in Verbundstrukturen von zumeist Systemherstellern der Elektronikindustrie gekennzeichnet (Buss/Wittke 2000). Diese starke Integration wurde, wie im Fall Philips, bis vor einigen Jahren beibehalten und war oftmals hilfreich beim Aufholprozess, den die europäische Halbleiterindustrie gegenüber der amerikanischen leisten musste. Die Existenz erfolgreicher Systemhäuser in Europa wie Siemens, Nokia oder Ericsson, die insbesondere im Bereich der Telekommunikation über große Technologieressourcen verfügten und zu den weltweit führenden Unternehmen gehörten, erlaubte es den europäischen Chipherstellern nicht nur, weltweit konkurrenzfähig zu werden, sondern auch Systemwissen zu akkumulieren und in wichtige Standardsetzungsprozesse eingebunden zu sein. Angesichts der Entwicklungen in den Bereichen der Kommunikationstechnik und der Konsumgüterelektronik, die auf eine immer weitere Kommodifizierung der entsprechenden Technologien und Lösungen abzielen und somit die Konkurrenzverhältnisse erheblich verschärfen, übernimmt zunehmend die Automobilindustrie in Europa die Rolle, Kapazitäten der Halbleiterindustrie in Europa zu halten. Bei der Automobilentwicklung selbst wird immer stärker auf elektronische Mess-, Steuer- Hilfs- und Unterhaltungssysteme gesetzt, die das Auto zu einem hochkomplexen elektronischen System werden lassen. Die Integration analoger und digitaler Halbleitertechnologien sowohl innerhalb einzelner integrierter Schaltungen als auch des gesamten Systems ist in diesem Bereich entscheidend. Damit gewinnen enge Kooperationsbeziehungen zu Halbleiterunternehmen an Bedeutung, die durch ihre räumliche Nähe und langjährige Erfahrung nicht nur im Bereich der Entwicklung sondern auch der Fertigung mit den Automobilkonzernen integrierte Lösungen entwickeln und dabei den Ansprüchen der Automobilindustrie an strikte Sicherheitsvorschriften und lange Lieferzyklen auch auf Fertigungsebene Genüge leisten können.

Die bereits weiter oben beschriebenen Restrukturierungs- und Internationalisierungsprozesse innerhalb der Elektronikindustrie haben jedoch in Europa zu einer schleichenden Auflösung stabiler Fertigungs- und Entwicklungsstrukturen geführt. Ähnlich wie amerikanische Unternehmen haben europäische Halbleiterfirmen bereits recht früh mit der Internationalisierung ihrer Fertigungsaktivitäten begonnen. Nachdem große Verpackungs- und Testanlagen in Asien aufgebaut worden waren, begann man auch mit einer Verlagerung von Kapazitäten in der Wafer-

fertigung. So besitzen die drei größten europäischen Halbleiterunternehmen – Infineon, NXP und STMicroelectronics – bedeutende Fertigungsanlagen in Ländern wie Singapur, Malaysia, den Philippinen oder China. Der rasante Anstieg des Chipverbrauchs in dieser Region zusammen mit den sich sehr dynamisch entwickelnden asiatischen Märkten befördert auch eine Verlagerung von Teilen der Halbleiterentwicklung europäischer Unternehmen in diese Region (Hürtgen et al. 2009).

Wenn man die drei größten europäischen Halbleiterunternehmen Infineon, NXP und STMicroelectronics genauer betrachtet, so fällt zum einen auf, dass alle drei in den letzten Jahren ihre Geschäftsbereiche fortlaufend restrukturiert haben und sich nunmehr nur noch auf sehr spezifische Sektoren des Halbleitermarktes wie Kommunikationschips oder den Automobilbereich konzentrieren. Zum anderen sind alle drei Unternehmen durch Ausgliederungen der Halbleitersparte aus Verbundstrukturen großer Elektronikkonzerne entstanden. Infineon wurde 1999 durch eine Ausgliederung des Halbleitergeschäfts von Siemens über einen Börsengang gegründet. Das Unternehmen, das zunächst aus einer Logikchip- und einer Speicherchipsparte bestand, hatte von Anfang an mit Problemen zu kämpfen. Mit dem Verkauf der Mobiltelefonsparte durch Siemens an BenQ und der kurze Zeit später folgenden Abwicklung dieses Geschäftsbereiches verlor Infineon seinen Hauptkunden. Die strategische Antwort auf dieses Desaster, die auch im Zusammenhang mit bereits beschriebenen industrieweiten Entwicklungen steht, war zum einen die Implementierung einer *fab-light*-Strategie und zum anderen die Ausgliederung der Speicherchipsparte, um so dem volatilen Speicherchipgeschäft entkommen zu können. 2006 wurde das Speicherchipgeschäft des Unternehmens zum ersten Mal an der Börse in New York als eigenständiges Unternehmen mit dem Namen Qimonda notiert. Der durchgeführte Börsengang erwies sich jedoch als ziemlicher Fehlschlag, da Infineon es nicht vermochte, einen substantiellen Teil der Anteile zu veräußern und weiterhin mit 77,5% an Qimonda beteiligt ist. Auf operativer Ebene wurde so die Abspaltung des Speicherchipgeschäftes zwar geschafft und damit wichtige Verbund- und Skalenvorteile sowohl bei der Fertigung von Chips als auch bei der Entwicklung neuer Prozesstechnologien aufgegeben. Finanziell jedoch ist Infineon weiterhin stark von der Volatilität des Speicherchipgeschäftes betroffen.

Dies wurde in den Entwicklungen um die Tochterfirma zu Anfang des Jahres 2009 sichtbar (EETimes 23.1.09). Der weltweite Zusammenbruch der Konjunktur und der Kreditmärkte im Gefolge der aktuellen Finanzmarktkrise verbunden mit dem sich schon seit einiger Zeit abzeichnenden Überangebot auf dem Markt für Speicherchips führte dazu, dass Qimonda Insolvenz anmelden musste. Der Niedergang Qimondas



bedeutet einen massiven Rückschlag für den Aufbau des Halbleiterclusters in Dresden und bedroht über lange Jahre aufgebaute technologische Kapazitäten auf dem Gebiet der Speicherchips. Die Befürchtung eines massiven Verlustes von Arbeitsplätzen und wichtiger technologischer Potentiale hat Infineon und den Freistaat Sachsen sowie die Regierung Portugals (wo Qimonda ebenfalls über ein Werk mit 2000 Beschäftigten verfügt) dazu veranlasst, dem Speicherchipunternehmen finanziell unter die Arme zu greifen. Die drei Parteien haben ein Rettungspaket von insgesamt 325 Millionen Euro geschnürt, bei dem sich Sachsen mit 150 Millionen Euro, Portugal mit 100 Millionen Euro und Infineon selbst mit nur 75 Millionen Euro beteiligt (FTD 22.12.08; Handelsblatt 22.12.08). Die Speicherchipproduktion in Dresden hängt vom Ausgang des Insolvenzverfahrens ab, da mit einer Schließung des Standortes das Ende des hoch subventionierten Projektes „Silicon Saxony“ fast schon besiegelt wäre (FTD 26.1.09).

Infineon selbst hat trotz PR-wirksamer Erfolge wie der Zulieferung entscheidender Chiplösungen für das iPhone von Apple immer stärkere Probleme in den eigenen Geschäftsbereichen. Das Unternehmen erreicht nur noch bei analogen und Hochfrequenzhalbleitern sowie im Automobilgeschäft eine konkurrenzfähige Position. In diesen Märkten verfügt Infineon über langjährige Erfahrungen und hat auch weiterhin eigene Fertigungsanlagen, die eine enge Integration zwischen Chipentwicklung und Prozess-Know-How ermöglichen. Im Bereich führender Prozesstechnologien für digitale integrierte Schaltungen, wie sie zumeist in der Kommunikationselektronik verwendet werden, verlässt sich Infineon in den letzten Jahren verstärkt auf *foundries* für die Fertigung und auf die Prozessentwicklungsallianz mit IBM in deren Entwicklungsbetrieb in East Fishkill in den USA. Infineons *fab-light* Strategie, die auf der Auslagerung der Fertigung von Produkten, die mit den neusten Prozesstechnologien produziert werden, beruht, führt zu einem starken Technologie- und Know-How-Verlust. Die immer weiter gehende Distanz zu Verbundstrukturen von Systemhäusern verstärkt den Verlust an Know-How auf der Ebene der Systementwicklung.

Philips löste zwar erst sehr spät, nämlich 2006, seine Halbleitersparte aus dem Gesamtkonzern heraus, betrieb den *spin-off* aber auf eine in der Branche bisher eher ungewöhnliche Weise, indem das Halbleitergeschäft an Privatinvestoren, bestehend aus einem Konsortium aus *private equity* Firmen, veräußert wurde. Das Management des neu entstandenen Unternehmens NXP erhoffte sich durch die Umgehung einer Börsennotierung größere Spielräume für eine längerfristig angelegte Strategie, da man sich dem Druck der Quartalsergebnisse nicht mehr ausgesetzt sah. Da es sich jedoch bei der Übernahme durch die Privatinvestoren um ei-

nen *leveraged-buyout* handelte, bei dem die gekaufte Firma mit zum Teil extrem hohen Verbindlichkeiten belastet wird und darüber hinaus ein großer *cashflow* notwendig ist, um die Bedienung verschiedener Kosten zu ermöglichen, ist NXP gezwungen ein Restrukturierungsprogramm durchzuführen, welches insbesondere kapitalintensive Bereiche betrifft. Im Zuge dieser Strategie werden somit verstärkt die Fertigung und F&E Aktivitäten restrukturiert, d.h. zumeist abgebaut oder ausgelagert. Die bereits besprochene *fab-light* Strategie von NXP führt zu einem Abbau der eigenen Fertigungskapazitäten und deren Konsolidierung auf zwei Standorte in Europa (in den Niederlanden und in Deutschland). Bei den F&E Aktivitäten wird eine Stärkung zukunfts-trächtiger, weniger entwicklungs- und somit kostenintensiver und profitabler Bereiche betrieben. So hat NXP Anfang 2008 angekündigt, seine Mobilfunksparte in ein Joint Venture mit STMicroelectronics zu überführen. Sowohl die öffentlich bekannt gewordenen vertraglichen Vereinbarungen als auch die Verteilung der Anteile zwischen den beiden Unternehmen deuten darauf hin, dass es sich bei dem Joint Venture für NXP um einen Weg handelt, seine Mobilfunksparte endgültig zu veräußern. Ähnlich wie Infineon wird NXP so immer mehr zu einem hochspezialisierten Halbleiterunternehmen, welches nur noch in ganz bestimmten Märkten agieren kann und sich von der immer notwendiger werdenden Schnittstelle zu Fertigungs-Know-How weiter entfernt.

Bedeutend für die zukünftige Entwicklung der Halbleiterindustrie in Europa ist jedoch die Entscheidung von NXP, die langjährige Entwicklungsallianz mit Freescale und STMicroelectronics – Crolles2 – zu verlassen. Crolles wurde 2000 vom damaligen Philips Semiconductors und STMicroelectronics in der Nähe von Grenoble gegründet, in unmittelbarer Nähe zum staatlichen Halbleiterforschungszentrum LETI, mit dem Ziel, gemeinsam zukünftige Prozesstechnologien zu entwickeln. 2002 wurde die Allianz ausgebaut mit Freescale als vollwertigem Entwicklungspartner und TSMC als assoziiertem Mitglied. Crolles und Crolles2 waren Vorreiterprojekte für die gesamte Halbleiterindustrie, die die Prozesstechnologieentwicklung als eine strategische Allianz organisierten und auch die notwendigen Schnittstellen zur staatlich finanzierten Grundlagenforschung ausbauten. Die damit ermöglichte Schnittstelle zwischen Prozessentwicklung, Fertigung und Chipentwicklung wurde als ein entscheidender Konkurrenzvorteil gesehen (Poe 2003). Die durch den Austritt von NXP ausgelöste Auflösung von Crolles2 – NXP entwickelt nun zusammen mit TSMC Prozesstechnologien, wohingegen STMicroelectronics und Freescale in das Lager der IBM Entwicklungsallianz gewechselt sind – muss als ein herber Schlag für die in Europa angesiedelte Halbleiterindustrie gewertet werden. In europäischen Insti-

tuten wie dem IMEC in Belgien, LETI in Frankreich oder der Fraunhofer Gesellschaft in Deutschland wird zwar sehr erfolgreich Grundlagenforschung im Bereich verschiedener Halbleitertechnologien betrieben. Entwicklungsbündnisse wie Crolles2 sind jedoch sehr wichtig, um die Ergebnisse aus der Grundlagenforschung schrittweise in die Produktion zu überführen und marktreif zu machen. Diese wichtige Schnittstelle zwischen Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung ist mit dem Ende von Crolles2 weggefallen. Europa hat somit entscheidende Ressourcen in den Prozesstechnologieentwicklung aufgegeben, nachdem bereits ein Großteil der Fertigungsressourcen in der Halbleiterbranche abgebaut worden ist. Im Vergleich mit den USA und Ländern in Asien (insbesondere Japan und Taiwan) existieren in Europa in vielen Bereichen der Halbleiterbranche die industrieweiten Zulieferketten nur noch in Teilen. Für eine dynamische Halbleiterindustrie ist jedoch eine komplette Produktionsinfrastruktur notwendig, die, unterstützt durch räumliche Clustereffekte, Innovationsnetzwerke bilden und erhalten kann (SEMI 2008).

## **Schlussbemerkung: neue Herausforderung für die europäische Politik**

Steht mit diesen Entwicklungen also nun endgültig das immer wieder vorhergesagte Ableben der europäischen IT-Industrien vor der Tür? Wir halten solche Szenarien nach wie vor für übertrieben und wenig hilfreich. Allerdings sollte man sehr genau die Konsequenzen der Erosion des wintelistischen Innovationsmodells US-amerikanischer Prägung ins Auge fassen.

Die partielle Rückkehr zu vertikal integrierten Produktionsformen scheint wieder jene Vorteile breit aufgestellter Produkt- und Technologieportfolios in den Blick zu rücken, über die gerade die aus der Tradition elektrotechnischer Universalkonzerne hervorgegangenen Führungsunternehmen der europäischen Elektronikindustrie verfügen. Die Tatsache indes, dass die vertikale Re-Integration der Produktions- und Technologieinfrastrukturen heute überwiegend in der Hand von Kontraktfertigern (vor allem der ODM-Firmen Taiwans), ehemaliger Kontraktfertiger mit eigenen Markennamen (wie Samsung, Acer oder BenQ) sowie der großen Chip-Foundries vor sich geht, verweist darauf, dass das traditionelle Großunternehmen fordistischer Prägung wohl nicht mehr zurückkehren wird. Zugleich ist diese Entwicklung unzweifelhafter Ausdruck der Tatsache, dass das unter den Vorzeichen der finanz-

marktgetriebenen Innovationsmodelle der 1990er Jahre auf allen Ebenen vorangetriebene Outsourcing von Produktion und Entwicklung zu einem massiven Technologietransfer in die *newly industrializing countries* Ostasiens geführt hat, der den Aufschwung der Region zu einem eigenständigen Pol technologischer und unternehmerischer Innovation wesentlich befördert.

Mit Blick auf die Halbleiterindustrie trifft es sicherlich zu, dass es heute weniger denn je ein universell gültiges ‚Modell‘ technologischer Innovation und unternehmerischer Organisation für die Branche gibt. Wenn daraus allerdings – wie im Falle Infineon – der Schluss gezogen wird, industrielle Verbundstrukturen in der Chip-Produktion *in toto* aufzulösen (vgl. Ziebart 2005) und das Unternehmen mehr oder weniger zu zerschlagen, so erscheint dies industriepolitisch als problematisch. Dahinter steht nicht nur das Eingeständnis, dass die mit der Herauslösung des Unternehmens aus dem Siemens-Konzernverbund betriebene Imitation wintelistischer Innovationsstrategien faktisch gescheitert ist. Mehr als sichtbar sind auch die kurzfristigen Verwertungsimperative der Finanzmärkte, die selbst einem Unternehmen dieser Größenordnung kaum noch Spielraum für eine auf die vorhandenen hochwertigen Technologiepotentiale aufbauende strategisch ausgerichtete Restrukturierung lassen.

Die im Gefolge der Finanzmarktkrise im Herbst 2008 aufgetretenen Existenzkrisen zentraler Unternehmen der Halbleiterindustrie in Europa und die von den einstigen Auguren des *shareholder value*-Kapitalismus nunmehr vorgebrachten Forderungen nach umfangreichen staatlichen Finanzstützen markieren die Konsequenzen jener unter den Vorzeichen des Wintel-Modells vorangetriebenen Zersplitterung der Branchenstrukturen, der auch die europäische Politik keine sinnvollen Konzepte einer vertikalen Re-Integration entgegensetzen konnte. Eine solche umfassende Wiederzusammenführung der sektorweiten Technologieketten ist allerdings heute gefordert, denn das Versiegen der finanziellen Springquellen einer auf kurzfristige Profiterwartungen aufgebauten Branchentwicklung macht eine umfassende Restrukturierung des Produktions- und Innovationsmodells der IT-Industrie in Europa und im weltweiten Maßstab unabweisbar. In politischer Hinsicht muss diese Frage gerade angesichts der massiven Bedrohung für eine große Zahl qualitativ hochwertiger Arbeitsplätze gestellt werden, die mit dem Zusammenbruch von Unternehmen wie Qimonda oder zentraler europäischer Innovationsprojekte wie Crolles2 verbunden ist.

Ein solcher ‚New Deal‘ in der europäischen Innovations- und Industriepolitik muss unter den zugespitzten Verhältnissen der Weltfinanz- und Wirtschaftskrise sicherlich an einer grundlegenden Neuordnung der

Eigentümerstrukturen des IT-Sektors und einer Zurückdrängung finanzkapitalistischer Verwertungsimperative ansetzen. Angesichts der jahrzehntelangen massiven Subventionierung der Halbleiterproduktion scheint eine zumindest kurzfristige Verstaatlichung maroder Schlüsselunternehmen die zu bevorzugende Alternative gegenüber ‚Rettungspaketen‘ oder Unternehmensaukäufen US-amerikanischen Stils zu sein. Der Staat sollte nicht zu einer *bad bank* für die Unternehmensruinen des Wintelismus werden.

Langfristig freilich muss es um eine Wiederaufforstung der in den letzten Jahren zunehmend zersplitterten Industriestrukturen gehen, die auf die Wiederherstellung relativ integrierter Technologie-, Produktions- und Zulieferketten setzt. Das einstmals für die europäische Industriepolitik leitbildhafte, aus Frankreich stammende Konzept der *filière électronique* gewinnt unter den heutigen Vorzeichen wieder unverhoffte Aktualität. Indes kann eine Re-Integration industrieller Strukturen nicht auf das traditionelle Großunternehmen der Epoche des Fordismus und den Aufbau nationaler oder europäischer „Champions“ setzen (vgl. Esser et al. 1997), sondern auf eine sinnvolle Koordination der unterschiedlichen Akteure vertikal dezentrierter Innovation und Produktion und der darin eingebetteten Prozesse vertikaler Re-Integration. Dabei muss es vor allem darum gehen, die langfristigen Synergieeffekte zwischen der Halbleiter- und der Systementwicklung in maßgeblichen Anwenderbereichen wie der Konsumgüter-, der Automobil- oder der Industrieelektronik zu stärken, die durch die fortschreitende Aufspaltung der einstigen vertikal integrierten Führungsunternehmen der europäischen IT-Industrie verloren gegangen sind.

Eine strategische Restrukturierung der europäischen Halbleiterindustrie kann angesichts der in den letzten Jahren erreichten Globalisierung von Innovation und Produktionsprozessen natürlich nicht auf den Rahmen der EU oder einzelner Staaten beschränkt bleiben. Vielmehr geht es um eine technologiestrategische Neuausrichtung der globalen Produktions- und Designnetzwerke der Branche, die der internationalen Arbeitsteilung in Produktion und Innovation ökonomisch stabilere sowie sozial und ökologisch nachhaltige Rahmenbedingungen verleihen könnten. Gefragt sind dabei vor allem globale Standards und Regulierungspolitiken, die eine strikte Ausrichtung des Innovationsgeschehens und der Produktion im IT-Sektor an Zielen gesamtwirtschaftlicher Entwicklung, ökologischer Nachhaltigkeit und sozial akzeptabler Arbeitsstandards sichern (vgl. Hürtgen et al. 2009). Damit sollte nicht zuletzt der in der Halbleiterindustrie notorische Subventionswettbewerb lokaler Regierungen in Industrie- und Entwicklungsländern und das damit verbundene *race*

*to the bottom* bei Arbeitskosten und Beschäftigungsbedingungen eingedämmt werden (vgl. Pellow et al. 2006).

Dass sich für eine Neuausrichtung globaler Innovationsallianzen heute gerade die fortgeschrittensten industriellen Entwicklungsländer Ostasiens und hier besonders China als strategische Partner anbieten, scheint auf der Hand zu liegen. Dabei ist nicht nur daran zu denken, dass die neuen transnationalen Unternehmen aus diesen Ländern mit ihrer relativ soliden Finanzbasis marode westliche IT-Unternehmen stützen können, wie in den vergangenen Jahren ja bereits mehrfach der Fall. Vielmehr sollten die *emerging economies* aus den betreffenden Regionen auch als Partner im globalen Innovationsgeschehen der Branche gestärkt werden. Dies gilt namentlich für die Halbleiterindustrie, in der die Entwicklung neuer Produkt- und Prozesstechnologien und der damit verbundene Übergang zu immer komplexeren ‚Technologieknotten‘ kaum noch für einzelne Unternehmen zu bewerkstelligen und deshalb strukturell auf öffentliche Investitionen angewiesen ist. Ein Umsteuern in der Innovations- und Technologiepolitik sollte sicherlich auch beinhalten, dass industrielle Entwicklungsländer in den globalen staatlich-industriellen Konsortien zur Entwicklung fortgeschrittener Produktionstechnologien wie dem US-amerikanischen Sematech-Programm oder in den einschlägigen europäischen Programmen als strategische Partner Zutritt erhalten und akzeptiert werden. Eine solche Öffnung könnte gerade für die europäische IT-Industrie interessante Bündnismöglichkeiten beinhalten und längerfristig ein Gegengewicht zur Dominanz US-amerikanischer Innovationsmodelle im globalen Konkurrenzgeschehen schaffen. Die Exploration solcher Perspektiven ist nicht nur eine Aufgabe für die europäische Politik, sondern auch eine Herausforderung für sozialwissenschaftliche Innovationsforschung, die sich selbst als innovativ verstehen möchte.

## Anmerkungen

- 1 Der Beitrag steht im Zusammenhang des Projektes „Innovation, Global Production and Work. Global design networks in the semiconductor industry and the relocation of science-based work to Asia“, das im Rahmen des Förderschwerpunktes „Innovation in Wirtschaft und Gesellschaft“ der Volkswagen Stiftung vom Institut für Sozialforschung Frankfurt/Main gemeinsam mit dem East-West Center Honolulu durchgeführt wurde.
- 2 In der Halbleiterindustrie werden die einzelnen Technologiegenerationen nach der kleinsten Transistorlänge, die mit der Technologie

produziert werden kann, benannt. Die Länge wird dabei in Nanometern (nm – ein Milliardstel Meter) gemessen. Anfang 2009 liegt die führende Technologiegeneration, die sich bereits in der Massenherstellung befindet, bei 45nm. Die nächste Technologiegeneration wird es ermöglichen, eine Transistorlänge von 32 nm zu erreichen.

## Literatur

- Angel, David P. (1994): *Restructuring for Innovation. The Remaking of the U.S. Semiconductor Industry*, New York.
- Borrus, Michael (2000): The resurgence of U.S. electronics. Asian production networks and the rise of Wintelism, in: Michael Borrus/Dieter Ernst/Stephan Haggard (Hg.): *International Production Networks in Asia. Rivalry or riches?* London, S. 57-79.
- Borrus, Michael/John Zysman (1997): *Wintelism and the Changing Terms of Global Competition. Prototype of the Future?* BRIE Working Paper 96B, Berkeley, Calif.
- Brenner, Robert (2002): *The Boom and the Bubble. The US in the World Economy*, London, New York.
- Buss, Klaus-Peter/Volker Wittke (2000): *Mikro-Chips für Massenmärkte – Innovationsstrategien der europäischen und amerikanischen Halbleiterhersteller in den 90er Jahren*. SOFI/Mitteilungen Nr. 28, Göttingen.
- Chang, Henry/Larry Cooke/Merrill Hunt/Martin Grant/Andrew Mc Nelly/Todd Lee (1999): *Surviving the SOC Revolution. A Guide to Platform-Based Design*, Boston, Dordrecht, London.
- EETimes (Electronic Engineering Times) – verschiedene Ausgaben
- EETimes Asia (Electronic Engineering Times Asia)
- Ernst, Dieter (2003): *The New Mobility of Knowledge: Digital Information Systems and Global Flagship Networks*, in: Robert Latham/Saskia Sassen (Hg.): *Digital Connections in a Connected World*. Published for the Social Science Research Council, Princeton, NJ.
- Esser, Joseph/Boy Lühje/Ronald Noppe (1997): *Europäische Telekommunikation im Zeitalter der Deregulierung. Infrastruktur im Umbruch*, Münster.
- FTD (Financial Times Deutschland) – verschiedene Ausgaben
- Handelsblatt
- Hürtgen, Stefanie/Boy Lühje/Wilhelm Schumm/Martina Sproll (2009): *Von Silicon Valley nach Shenzhen. Globale Produktion und Arbeits in der IT-Industrie*, Hamburg.
- ITRS – International Technology Roadmap for Semiconductors (2002).

- Kim, Seok-Ran/Nick von Tunzelmann (1998): Aligning Internal and External Networks: Taiwans Specialization in IT. SPRU Electronic Working Paper Series No. 17, University of Sussex.
- Lüthje, Boy, (2001): Standort Silicon Valley. Ökonomie und Politik der vernetzten Massenproduktion, Frankfurt, New York.
- Lüthje, Boy (2006a): The Rise and Fall of „Wintelism“: Manufacturing strategies and transnational production networks of U.S. information electronics firms in the Pacific Rim, in: Andreas Moerke/Cornelia Storz. (Hg.): Institutional Frameworks and Learning Processes in Information Technologies in Japan, U.S. and Germany, London.
- Lüthje, Boy (2006b): Global Production, Industrial Development, and New Labor Regimes in China: The Case of Electronics Contract Manufacturing, in: Mary Gallagher/Ching-Kwan Lee (Hg.): China. The Labor of Reform, London.
- Lüthje, Boy (2007): „Making Moore’s Law Affordable“. Modularisierung und vertikale Reintegration in der Chip-Entwicklung, in: Ulrich Dolata/Raymund Werle (Hg.): Gesellschaft und die Macht der Technik. Sozioökonomischer und institutioneller Wandel durch Technisierung. Schriften aus dem Max-Planck Institut für Gesellschaftsforschung, Frankfurt/Main, S. 179-199.
- Lüthje, Boy/Wilhelm Schumm/Martina Sproll (2002): Contract Manufacturing: Transnationale Produktion und Industriearbeit im IT-Sektor, Frankfurt/Main, New York.
- Pellow, David/David Sonnenfeldt/Ted Smith (Hg.) (2006): Challenging the Chip. Labor and Environmental Rights in the Global High-Tech Industry, Philadelphia, PA.
- Poe, Robert (2003): 3-Way R&D Speed Play. Electronics Design Chain, Winter 2003, online unter: <http://www.designchain.com/feature-article.asp?id=2&issue=winter03> (6.1.09).
- SEMI (2008): 6 Recommendations to the European and National Governments to Increase Europe’s Microelectronic Industry Competitiveness. SEMI White Paper, Oktober 2008.
- Sturgeon, Timothy J. (1997): Turnkey Production Networks. A New American Model of Manufacturing? Ph. D. Dissertation, University of California, Berkeley.
- Sturgeon, Timothy J. (2002): Modular production networks: a new American model of industrial organization. Industrial and Corporate Change, Jg. 11, H. 3, S. 451-496.
- Taipei Times
- Tseng, F.C. (2008): The Future of Semiconductor Industry – A Foundry’s Perspective. Keynote Address at the EDA Technofair Design Automation Conference Asia and South Pacific, 24.1.08.



VLSI Research

Ziebart, Wolfgang (2005): Einstieg in den Ausstieg aus Moore's Law?  
Für eine neue Sachlichkeit in der Halbleiterindustrie. Vortrag bei der  
9. Handelsblatt Jahrestagung Halbleiterindustrie am 18. Oktober  
2005 in Dresden.

