

---

## 4 Technologiestrategien Teil I:

### Technologiebezogene Gestaltungsziele und Kernkompetenzen der japanischen Elektronikindustrie

Technologiebasierte Unternehmen der Elektronikindustrie müssen im Kontext ihrer Geschäftsstrategien immer komplexer werdende Technologieentscheidungen treffen. Grundsätzlich ist die Frage zu klären, welche Technologien als Kernkompetenz oder für ein spezifisches Produkt genutzt oder entwickelt werden müssen. Daran gebunden ist die Frage nach den Merkmalen, welche eine angestrebte Technologie oder ein Produkt aufweisen soll. Diese Entscheidung orientiert sich maßgeblich am Stand einer technologischen Entwicklung und den prognostizierten Technologietrends auf der einen Seite sowie dem angestrebten Geschäftsziel im Kontext der aktuellen Marktbedingungen auf der anderen Seite. Des Weiteren spielen immer häufiger externe Faktoren, wie Gesellschafts- und Umweltaforderungen, eine große Rolle bei der Formulierung von technologischen Gestaltungszielen. Entsprechend dieser Anforderungen sind die technologischen Kompetenzen zu planen und umzusetzen.<sup>41</sup> In Unterstützung einer erfolgreichen Technologieplanung und -entwicklung kommen in der Elektronikindustrie weltweit eine Vielzahl so genannter *Roadmaps* zum Einsatz. Sie beschreiben technologische Visionen bzw. künftige Entwicklungspfade. *Roadmaps* basieren auf Trendanalysen und Entwicklungsszenarien. Sie ermitteln gesellschafts-, markt- und technologie-bezogene Tendenzen und leiten teilweise Gestaltungsaufgaben und zielführende Maßnahmen ab. Damit geben sie dem Management eine praktische Orientierungshilfe und reduzieren zu einem nicht unerheblichen Maße das unternehmerische Risiko. Der Detaillierungsgrad und die Verbindlichkeit variiert in Abhängigkeit der thematischen und institutionellen Ausrichtung der *Roadmaps*. So werden technologiebezogene *Roadmaps* periodisch auf nationaler wie internationaler Ebene von Fachverbänden und spezifischen Industriegremien erstellt. Ein bekanntes Beispiel ist die ITRS (*International Technology Roadmap for Semiconductors*). Sie dient neben der

---

<sup>41</sup> Zum weiteren Aufgabenspektrum des Technologiemanagements siehe: [JUNG et al 2002], [GERPOTT 1999], [BROCKHOFF 1998], [WOLFRUM 1994].

technologischen Orientierung im Bereich der Halbleiterindustrie, einer abgestimmten Entwicklung z. B. hinsichtlich qualitätsbezogener, gesundheits- und umweltbezogener Erfordernisse. Im Kontext der Aufgabenstellung dieses Kapitels – einer Identifizierung von technologiebezogenen Gestaltungszielen in den Technologiestrategien der japanischen Elektronikindustrie – werden im Folgenden japanische Dokumente ausgewertet, die den Charakter von *Roadmaps* tragen. Diese Dokumente wurden von japanischen Industrieverbänden und Unternehmen erstellt. Sie vermitteln einen Einblick in die Wahrnehmung zukünftiger Aufgaben und Technologieerfordernisse sowie in die Ausrichtung von Produktapplikationen und Kerntechnologien. Im Kontext der Arbeit werden sie dazu genutzt, die wesentlichen Elemente zu charakterisieren, die für die technologische Ausrichtung der japanischen Elektronikindustrie Allgemeingültigkeit besitzen. So werden folgende Informationen erfasst:

- Mit der Identifizierung der Wahrnehmung von künftigen Markt- und Gesellschaftsanforderungen werden Hinweise auf die langfristige Ausrichtung der Geschäftsziele sowie auf Technologie beeinflussende Motivationsfaktoren gegeben.
- Mit der Identifizierung der strategisch verfolgten Wettbewerbsfelder und Produktapplikationen wird die Ausrichtung der marktbezogenen Wettbewerbsstrategien dokumentiert.
- Mit der Identifizierung der strategisch verfolgten Kerntechnologien werden Einblicke in die Kompetenzen und den Technologiebedarf der japanischen Elektronikindustrie gegeben.

Das Kapitel unterteilt sich in drei Komplexe. Im ersten Teil wird auf die strategische Technologieplanung in der japanischen Elektronikindustrie eingegangen. Es wird gezeigt, dass eine strategische Technologieplanung auf mehreren Ebenen des Staates, der Industrieverbände und Unternehmen erfolgt und in Roadmaps ihren Ausdruck finden. Im zweiten Abschnitt des Kapitels werden die Gestaltungsziele und der Technologiebedarf identifiziert, wie sie in den verwendeten Dokumenten formuliert werden. Der letzte Abschnitt widmet sich den strategischen

Applikationsfeldern und Kerntechnologien. Die folgende Abbildung ordnet die Themenfelder dieses Kapitels in die Gesamtstruktur der Arbeit ein (vgl. Abb. 28).

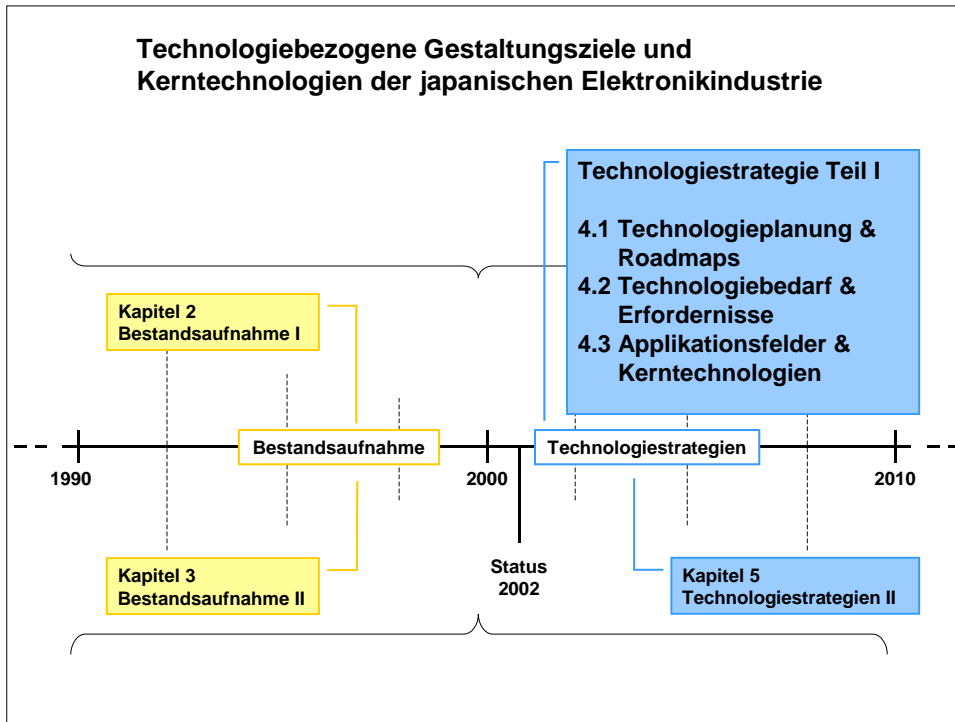


Abb. 28: Untersuchungsgegenstände der Technologiestrategien Teil I

#### 4.1 Strategische Technologieplanung auf Basis anspruchsvoller Industrievisionen und produktorientierter Roadmaps

Innerhalb der japanischen Elektronikindustrie werden internationale und nationale Technologie-Roadmaps als ein wichtiges Element zur strategischen Technologieplanung verwendet. Parallel hierzu werden die japanischen Unternehmen in ihren Technologieentscheiden auf Staats- und Verbandsebene unterstützt. Ministerien und Verbände erstellen in regelmäßigen Abständen strategisch ausgerichtete Dokumente, die Technologietrend beschreiben, viel versprechende Produktapplikationen kennzeichnen und künftige Technologieerfordernisse aufzeigen. Ein besonderes Merkmal der japanischen Industrie- und Forschungspolitik ist die periodische Erhebung von langfristigen Technologietrends in Form von so genannten Delphi-Technologievorhersagen (Japanisch: *Derufui gijutsu yosoku*). Das Ziel der Delphi-Vorhersagen ist es, der Regierung und ihren Ministerien sowie den Unternehmen grundlegende Informationen zur Technologieentwicklung bereitzustellen und damit eine langzeitorientierte Technologieplanung zu unterstützen. Seit 1970 werden in Japan auf Ministerialebene von der *Science and Technology Agency* (STA) entsprechende Vorhersagen im Turnus von fünf Jahren durchgeführt. Der dabei betrachtete Entwicklungshorizont beträgt dreißig Jahre. Die im Jahr 2000 erstellte 7. Delphi-Vorhersage betrachtet beispielsweise die technologische Entwicklung in 16 Kategorien bis zum Jahr 2030. Die Delphi-Vorhersage basiert auf einer Expertenbefragung in zwei Iterationsrunden. Von den 1065 Fragen der Umfrage vom Jahr 2000 betrafen 96 Fragen den Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik und 69 Fragen den Bereich der Elektronik [SEYA 2000: 4]. Damit wurde der Elektronikindustrie ein hoher Stellenwert in der Bedeutung der Technologieentwicklung beigemessen. Die Ergebnisse dieser Delphi-Umfrage dienen jedoch nicht als Grundlage für die nun folgende Darstellung der technologiebezogenen Gestaltungsziele in der japanischen Elektronikindustrie, da sie einen sehr hohen Abstraktionsgrad haben und einen eher futuristischen Entwicklungshorizont betrachten. Nichtsdestotrotz sollten sie der Vollständigkeit wegen Erwähnung finden.

Praktischer für die Aufgabe der Identifizierung von technologiebezogenen Gestaltungszielen erweisen sich jedoch Strategiepapiere, die von japanischen

---

Industrieverbänden oder Großunternehmen in periodischen Abständen erstellt werden. Auf den Ebenen der Industrieverbände werden Industrievisionen und Technologie-Roadmaps erstellt, welche die japanischen Unternehmen zur strategischen Orientierung nutzen. Zudem erarbeiten viele Konzerne unternehmensspezifische Roadmaps und Visionen. Auf die letztgenannten Dokumente kann nur begrenzt zugegriffen werden, da sie entsprechend ihres teilweise hohen Konkretisierungsgrades einen operativen Charakter tragen und der Vertraulichkeit unterliegen.<sup>42</sup>

Im folgenden werden drei Dokumente ausgewertet, die sowohl öffentlich zugänglich als auch ein relativ breites Themenspektrum der künftigen Technologieentwicklung in der japanischen Elektronik- und IT-Industrie abdeckt. Es ist davon auszugehen, dass diese Dokumente von einer großen Anzahl japanischer Elektronikunternehmen reflektiert wird.<sup>43</sup> Damit können sie als weitgehend repräsentativ eingeschätzt werden. Es handelt sich um folgende drei Dokumente:

- Industrievisionen der JEIDA,
- Technologie-Roadmap der JEITA/JISSO,
- branchenorientierte Technologievision der NTT Corporation.

#### 4.1.1 JEIDA Industrievision 2010<sup>44</sup>

Das erste Dokument mit dem englischen Titel „*Vision for Electronic and Information Industrie in 2010*“ wurde im Jahr 1999 von der JEIDA (*Japan Electronic Industry Development Association*) erarbeitet. Wie der Titel bereits andeutet, beinhaltet dieses Dokument eine allgemeine Vision für die japanische Elektronikindustrie bis zum Jahr 2010, d. h. eine visionäre Beschreibung

---

<sup>42</sup> Die Mehrzahl strategischer Planungsdokumente und Roadmaps werden von Unternehmen ausschließlich für den internen Gebrauch erzeugt. Ältere Roadmaps sind für Fachveröffentlichungen von japanischen Unternehmen freigegeben worden, wie beispielsweise der *JTEC Panel Report on Electronic Manufacturing and Packaging in Japan* [JTEC 1995]. Auch sind auf Internet-Seiten und Unternehmenspublikationen des öfteren, veraltete Roadmaps abgebildet. Siehe beispielsweise für NEC Display Product Roadmaps: [NEC Device Technology International 2001 No. 62].

<sup>43</sup> Bei dieser Aussage handelt es sich um eine Annahme, die sich aus vielen Gesprächen mit japanischen Industrievertretern im Zeitraum von 2000 bis 2003 ableitet.

künftiger Markt-, Produkt- und Technologieanforderungen. Bereits seit 1967 formuliert die JEIDA in einem Turnus von etwa fünf Jahren langfristige Visionen für die japanische Elektronikindustrie mit einem Zeithorizont von jeweils 10 bis 20 Jahren. Die aktuelle „JEIDA Industrievision 2010“ ist in zwei Teile untergliedert. Der erste Teil erfasst Herausforderungen im Wandel des makroökonomischen Umfeldes sowie soziale Entwicklungstendenzen und Anforderungen. Im zweiten Teil werden künftige Technologiebedürfnisse benannt und Gestaltungsempfehlungen für die japanische Industrie zum Ausdruck gebracht. Das Dokument wurde vom Komitee zum Studium von Langzeitperspektiven der Elektronikindustrie der JEIDA erstellt. Dem Gremium gehörten führende Manager aus der Industrie und Wissenschaftler nationaler Forschungseinrichtungen an. Es ist anzunehmen, dass auch die Nachfolgeorganisation der JEIDA, die JEITA, die Praxis einer periodischen Langzeitplanung beibehalten wird.

#### 4.1.2 NTT Vision 2015<sup>45</sup>

Das zweite Dokument, welches zur Ermittlung allgemeiner Technologiestrategien herangezogen wird, wurde vom Forschungskomitee für Technologievorhersage der NTT Corporation im Jahr 2002 als Buch publiziert und trägt den japanischen Titel „2015 nen no jôhō tsûshin gijutsu – tsugi sedai IT no mirai bijon“ (Deutsch: „Informations- und Kommunikationstechnik im Jahr 2015 – eine Zukunftsvision für die nächste Generation von IT“). Die Autoren der NTT beschreiben darin spezifische Technologieerfordernisse und Entwicklungspfade im Kontext der Informations- und Kommunikationstechnik sowie entsprechender Anwendungen und Dienstleistungen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden in Form von Roadmaps zusammengefasst. Ausgehend vom Technologiestand des Jahres 2000 umfassen diese Roadmaps einen mittelfristigen Zeithorizont bis zum Jahr 2005 sowie einen längerfristigen Zeithorizont bis zum Jahr 2015. Da das NTT-Dokument als Buch veröffentlicht wurde, unterscheidet es sich in seiner Ausführlichkeit von einer für die Industrie konzipierten Roadmap. Dennoch bietet es sehr brauchbare Informationen zur Beurteilung der künftigen Technologieerfordernisse und Entwicklungsziele aus Sicht der NTT Corporation,

---

<sup>44</sup> Wesentliche Inhalte der JEIDA Industrievision 2010 sind im Anhang B in englischer Übersetzung nachzulesen.

<sup>45</sup> Wesentliche Inhalte der NTT Vision 2015 sind im Anhang C in englischer Übersetzung nachzulesen.

---

dem größten Telekommunikationsunternehmen Japans. Die Ermittlung dieser Erfordernisse basiert auf Analysen internationaler Technologie-Roadmaps und wissenschaftlicher Studien. Zudem ist die „NTT Vision 2015“, wie sie fortan bezeichnet wird, bereits die zweite Vision dieser Art. Die erste NTT Vision wurde im Jahr 1990 erstellt. Die Autoren der ersten und zweiten NTT Vision verstehen diese Dokumente als strategische Empfehlungen an die gesamte japanische Industrie und Gesellschaft [NTT 2001: 259].

#### 4.1.3 JISSO Roadmap 2003<sup>46</sup>

Das dritte Dokument ist ein Zwischenbericht des JISSO Technologie Roadmap Fachausschusses der JEITA zum Status der sogenannten „JISSO Roadmap 2003“. Dieser Bericht stellt in Auszügen die wesentlichen Inhalte der im Sommer 2003 erscheinenden „JISSO Technologie-Roadmap“ dar und ist dem Tagungsband der JISSO/PROTEC Konferenz vom November 2002 in Tokyo entnommen. Er trägt den japanischen Titel „2003 nen ni muketa nihon jisso gijutsu rodomappu“ (Deutsch: „Japans JISSO Technologie Roadmap des Jahres 2003“). Im japanischen Sprachgebrauch werden unter dem Begriff „Jisso Gijutsu“ alle Technologien der elektronikbezogenen Systemintegration sowie Aufbau- und Verbindungstechnik (*Packaging Technology*), d. h. alle Technologien auf der Chip-, Leiterplatten- und Mikrossystemebene, zusammengefasst (vgl. Abb. 29). Die JISSO Roadmap wurde im Jahr 1999 erstmals vom JIEP, dem *Japan Institute of Electronics Packaging*, erstellt und ist eine produktorientierte Technologie-Roadmap für die elektronikbezogene Aufbau- und Verbindungstechnik mit einem Zeithorizont von etwa zehn Jahren. Die JISSO Roadmap basiert auf Resultaten von groß angelegten Umfragen, die ein Fachgremium bestehend aus Industrievertretern und Wissenschaftlern alle zwei Jahre innerhalb der japanischen Elektronikindustrie durchführt. Im Jahr 2001 erschien die JISSO Roadmap zum zweiten Mal. Seither ist das Fachgremium für die Erstellung der JISSO Roadmap der JEITA zugeordnet. Die Mitglieder dieses Gremiums sind in internationale Roadmapping-Aktivitäten, wie z. B. der ITRS (*International Technology Roadmap for Semiconductors*), involviert. Damit werden bei der Erstellung der Roadmap internationale Tendenzen berücksichtigt,

---

<sup>46</sup> Wesentliche Inhalte der JISSO Roadmap 2003 sind im Anhang D in englischer Übersetzung nachzulesen.

was ein anspruchsvolles technologisches Niveau gewährleistet.

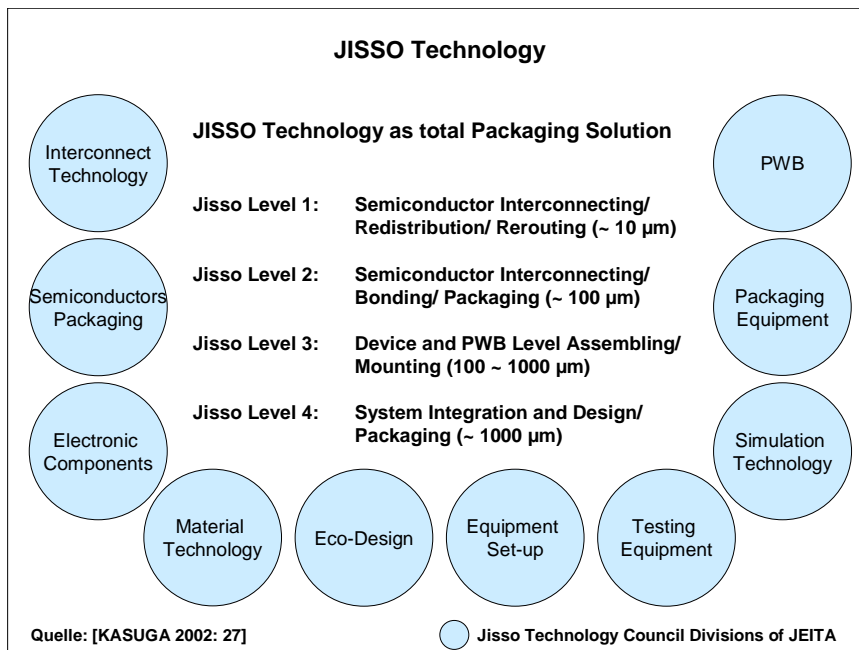


Abb. 29: Jisso - Ganzheitlicher Ansatz zur Aufbau- u. Verbindungstechnik sowie Systemintegration

Quelle: [KASUGA et al. 2002: 27]

Die inhaltliche Gestaltung der JISSO Roadmap weist gegenüber internationalen Roadmaps dennoch einige Unterschiede auf. Ein sehr auffälliges Merkmal ist die Produktorientierung dieser Roadmap. In der aktuellen „JISSO Roadmap 2003“ werden beispielsweise elf Produktsegmente mit einem hohen Marktpotenzial für die japanische Elektronikindustrie identifiziert, deren funktionalen Eigenschaften beschrieben und daran ausgerichtet, technologische Anforderungen formuliert. Diese produktspezifischen Anforderungen umfassen alle Technologieaspekte der Aufbau- und Verbindungstechnik, beginnend bei den Materialeigenschaften, über das Design und Strukturen, hin zu Leiterplatten und Komponenten sowie Umwelanforderungen. Die in der „JISSO Roadmap 2003“ formulierten Entwicklungsziele und Anforderungen orientieren sich am Status quo des Jahres 2002 und haben eine mittelfristige Dimension bis zum Jahr 2006 sowie eine langfristige Ausrichtung bis zum Jahr 2012.



## 4.2 Technologiebedarf im Kontext von markt- und gesellschaftsbezogenen Erfordernissen

### 4.2.1 Wahrnehmung gesellschaftlicher und technologischer Trends in der „JISSO Roadmap 2003“

In der „JISSO Roadmap 2003“ werden elf Produktkategorien benannt, die in der Zukunft eine wesentliche Rolle für den Wettbewerbserfolg der japanischen Elektronikindustrie spielen werden. Diese Produkte und Technologien sollen, im Verständnis des *JISSO Council* der JEITA, einer uneingeschränkten, vernetzten Kommunikation bzw. dem ubiquitären Zugang zu Informationen dienen und damit den Weg in die Informationsgesellschaft vollenden [TAKAHASHI 2002: 59].

Jisso Roadmap 2003: New Product Categories and Basic Conditions

Product Category Jisso Roadmap (2001)		Product Category Jisso Roadmap ( 2003)	User Environment		Size	Weight	Cool	
			Use Condition	Temperature				
1	Wearable Product	1	Wearable Product	Wearable	0 ~ 40°C	~100cc	~100g	--
2	Mobile Audio Set	2	Mobile Audio Set	Portable	0 ~ 40°C	~100cc	~100g	--
3	Mobile Phone	3	Mobile Phone / PDA	Portable	-20 ~ 70°C	~100cc	~100g	--
4	Digital Still Camera	4	Digital Still Camera	Portable	0 ~ 40°C	~500cc	~500g	--
5	Digital Camcorder	5	Digital Camcorder	Portable	0 ~ 40°C	~500cc	~500g	--
6	DVD Player	6	Car- Navigation / Car-Entertainment	Automotive	-20 ~ 70°C	~1000cc	~1000g	Yes
7	Car-Navigation	7	Notebook PC	Portable Stationary	0 ~ 40°C	~1000cc	~2000g	Yes
8	Notebook PC	8	Digital TV Set / STB Home Server Unit	Stationary	0 ~ 40°C	1000cc~	~30kg	Yes
9	Digital TV	9	Mainframe Compute. High-end Server	Stationary	20°C	1000cc~	~30kg	Yes
	New Topics	10	Engine Automotive	Automotive	-20 ~ 70°C	1000cc~	~1000g	--
		11	Displays	Stationary	0 ~ 40°C	--	--	?

Quelle: Proceedings of Jisso/Protec Forum Japan 2002 [JISSO Roadmap 2003]

Abb. 30: Produktkategorien der JISSO Roadmap 2003

Die elf Kategorien der „JISSO Roadmap 2003“ erfassen Produkte, die vorrangig der Konsumelektronik und Informationstechnik zugeordnet werden können. Gleichwohl die in der Roadmap erfassten Produktkategorien nicht das gesamte Produktspektrum der japanischer Unternehmen abbilden, sind sie repräsentativ für die produktbezogene und damit auch technologische Ausrichtung der japanischen Elektronikindustrie. In der Abbildung 30 sind die Produktkategorien

der „JISSO Roadmap 2003“ und ihre Veränderungen gegenüber der älteren Version aus dem Jahr 2001 aufgelistet. Zudem werden in ihr die physikalischen Anwendungsbedingungen und Abmessungen angegeben.

Der Vergleich mit der älteren Roadmap zeigt ein erweitertes Produktspektrum bzw. neue Applikationsfelder für Elektronik- und IT-Produkte. Diese spiegeln zu einem gewissen Maße die tendenziellen Veränderungen in der Produktionsstruktur der japanischen Elektronikindustrie wider, wie sie im Kapitel 3 bereits ermittelt wurden. Neben der weiterhin bestehenden Aktualität von Produkten für die mobile Kommunikation, digitale Audio/Video-Anwendungen und Notebooks gibt es vier neue Produktkategorien:

- Elektronik- und IT-Produkte im Bereich des Automobilbaus und der Verkehrstechnik (Car Entertainment, Engine Automotive)
- Elektronik- und IT-Produkte im Bereich privater Haushalte (Digital TV Set, Home Server Units)
- Hochleistungsrechner (Mainframe Computer, High-end Server)
- Displays (advanced Display Technology for mobile/flexible und large/light high-end Applications)

Ausgehend von den Produktkategorien der „JISSO Roadmap 2003“ sind mehrere Anwendungsfelder zu detektieren. Eine Unterordnung der Produktkategorien in Anwendungsfelder dient der besseren Vergleichbarkeit der Entwicklungsziele mit den anderen Dokumenten, die ausgewählt wurden. Die „JEIDA Industrievision 2010“ als auch die „NTT Vision 2015“ ordnen künftige Produktentwicklungen und Technologien so genannten *Application Cluster* (Anwendungsfelder) zu. Entsprechend diesem methodischen Vorgehen resultieren aus den Produktkategorien der „JISSO Roadmap 2003“ folgende Anwendungsfelder:

- Mobile IT Solutions
- Audio/Video Solutions
- Automotive Solutions
- Home Appliance Solutions
- Network Solutions

Die elektronikbezogene Aufbau- und Verbindungstechnik (*Jisso*) bildet im Umfeld dieser Produktkategorien und Anwendungsfelder eine wesentliche technologische Kompetenz. Sie muss als eine für die japanische Elektronikindustrie maßgebliche Kerntechnologie angesehen werden, da sie die Basis bildet für die Realisierung anspruchsvoller Elektronikprodukte in der Zukunft. Die Erstellung einer eigenständigen Roadmap zum Thema der Aufbau- und Verbindungstechnik (*Jisso*) unterstreicht in diesem Zusammenhang u. a. den hohen Stellenwert, den die japanische Industrie dieser technologischen Kompetenz beimisst. In der Abbildung 31 sind die produktbezogenen Anwendungsfelder im Rahmen der „JISSO Roadmap 2003“ nochmals zusammenfassend dargestellt.

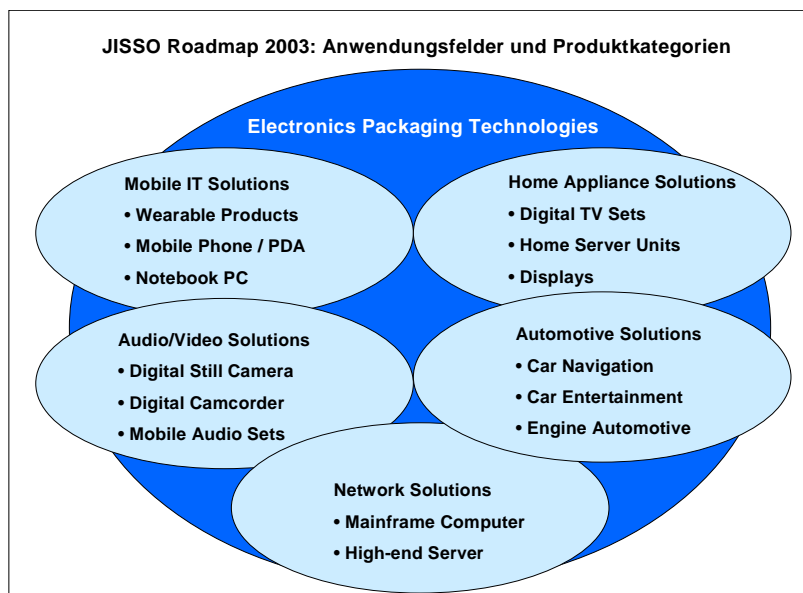


Abb. 31: Anwendungsfelder und Produktkategorien der JISSO Roadmap 2003

#### 4.2.2 Wahrnehmung gesellschaftlicher und technologischer Trends in der „JEIDA Industrievision 2010“

In der „JEIDA Industrievision 2010“ werden ähnliche Entwicklungsschwerpunkte bezüglich der produktbezogenen Anwendungsfelder gesetzt, wie sie soeben für die „JISSO Roadmap 2003“ identifiziert wurden. Auch die Zielstellung der technologischen Entwicklung ist zu einem gewissen Maße identisch. Das durch die JEIDA formulierte Entwicklungsziel lautet sinngemäß: *Eine nahtlos vernetzte*

*Gesellschaft wird gestaltet werden, welche auf sicheren und sehr vielfältigen Informationsnetzwerken basiert, in den benötigte Informationen einfach, transparent und sicher übermittelt, als auch jederzeit, an jedem Ort und bei allen Aktivitäten zur Verfügung stehen.* Im Tenor wird eine uneingeschränkte, vernetzte Kommunikation bzw. der ubiquitären Zugang zu Informationen anstrebt.

Die Vorstellung einer nahtlos vernetzten Gesellschaft im Jahr 2010 setzt anspruchsvolle technologische Ziele für die japanische Elektronikindustrie. Die JEIDA fordert, dass Technologien und Produkte in der Zukunft die durch unterschiedliche Standards und Schnittstellen noch heute bestehenden Schranken einer nahtlosen Kommunikation für den Verbraucher aufheben sollen. Sowohl der Zugang als auch die Nutzung von Informationsnetzwerken soll bequem, kostengünstig und sicher sein. Elektronik- und IT-Produkte sollen diskret und auf die individuellen Bedürfnisse der Nutzer abgestimmt werden. Die JEIDA fordert entsprechende Produktanwendungen im gesamten gesellschaftlichen Umfeld, d. h. dem privaten, industriellen und öffentlichen Bereich. Für diese drei Bereiche werden sechs Anwendungsfelder (*Application Cluster*) herausgearbeitet:

- Network Information Appliance Solutions
- ITS Solutions (Intelligent Traffic System)
- Mobile Solutions
- e Commerce Solutions
- e Government Solutions
- Medical/ Welfare/ Education Solutions

Neben diesen Anwendungsfeldern werden in der „JEIDA Industrievision 2010“ drei grundlegende Technologiebereiche benannt, die hinsichtlich der Realisierung entsprechender Produktlösungen eine essenzielle Bedeutung für die japanische Elektronikindustrie haben und in denen zukünftig Kompetenzen ausgebildet werden müssen. Hierbei handelt es sich um folgende drei Kerntechnologien, wobei von der JEIDA abwechselnd unterschiedliche Begriffe verwendet werden, die im Folgenden in Klammer gesetzt sind:

- Human Interface Technologies (Usability Technologies)
- Networking Technologies (Seamless Network Technologies)
- Computing Technologies (High-speed Large Capacity Information Processing)

Die Abbildung 32 fasst die von der JEIDA identifizierte Anwendungsfelder und Kerntechnologien in einer Darstellung zusammen. Eine Gegenüberstellung mit der „JISSO Roadmap 2003“ (Abbildung 31) ergibt teilweise Übereinstimmungen. In beiden Dokumenten werden primäre Anwendungsfelder und Produktlösungen mit einem hohen Stellenwert für die japanische Elektronikindustrie benannt. Sie konzentrieren sich auf die Bereiche der mobilen Kommunikation und Unterhaltungselektronik, der vernetzten Haustechnik, internetbasierten Dienstleistungen und entsprechender Netzwerktechnik und den Automobil- bzw. Verkehrsbereich.

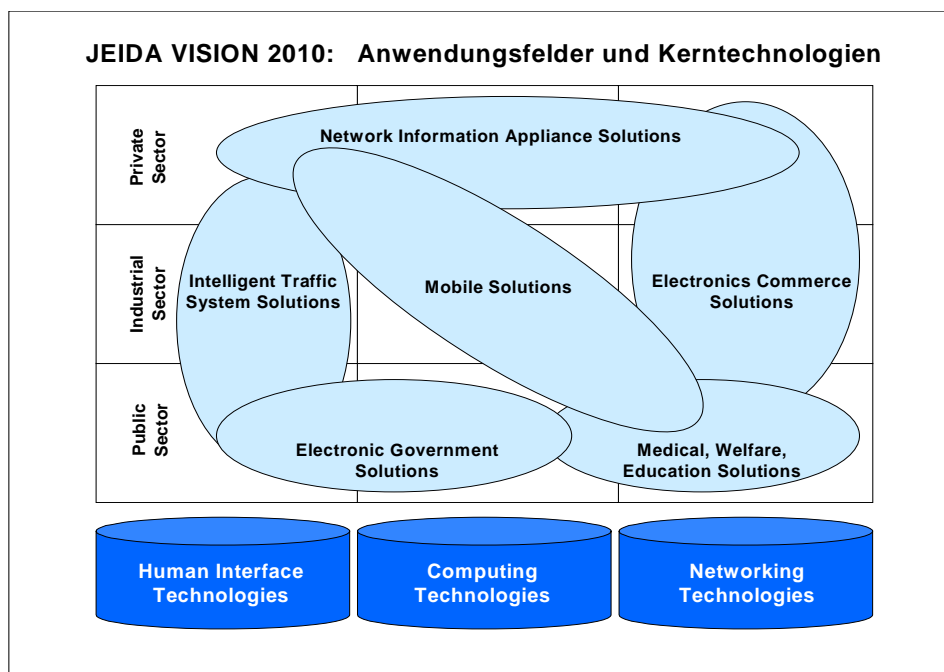


Abb. 32: Anwendungsfelder und Kerntechnologien in der „JEIDA Vision 2010“

Diese Ausrichtung der zwei bisher betrachteten Dokumente, der „JISSO Roadmap 2003“ und der „JEIDA Industrievision 2010“, fokussiert die Entwicklung von Kerntechnologien und Anwendungen zur Unterstützung privater und gesellschaftlicher Erfordernisse im Kontext der Gestaltung einer

technologiebasierten Informationsgesellschaft. Das primäre Ziel ist scheinbar die Schaffung der Grundlagen einer allgegenwärtigen, sicheren und effizienten Abwicklung von Kommunikation und internetbasierten Aktivitäten sowie die spezifische Informationsverarbeitung im privaten und öffentlichen Bereich in Unterstützung alltäglicher Bedürfnisse der Gesellschaft. Für diese Anwendungen werden vielfältige Produkte benötigt, die ein hohes technologisches Niveau voraussetzen und dennoch in Masse gefertigt werden. Es wird ein Trend vorgegeben, der auf die Erfassung neuer Wachstumsmärkte mit einer relativ hohen Wertschöpfung zielt. Zur Realisierung dieser anspruchsvollen Visionen sind durch die japanische Elektronikindustrie, entsprechend der vorliegenden Dokumente, Kompetenzen in den Bereichen *Computing Technologies*, *Networking Technologies*, *Human Interface Technologies*, *Electronics Packaging Technologies* zu entwickeln.

#### **4.2.3 Wahrnehmung gesellschaftlicher und technologischer Trends in der „NTT Vision 2015“**

Bevor im Weiteren einige Anwendungsfelder und Kerntechnologien detaillierter vorgestellt werden, wird an dieser Stelle kurz auf die „NTT Vision 2015“ eingegangen. Auch die „NTT Vision 2015“ stellt die schnelle Gestaltung einer Informationsgesellschaft in den Vordergrund der technologischen Entwicklung. Die Informations- und Kommunikationstechnik bildet darin die Basis des wirtschaftlichen Erfolgs der japanischen Industrie in der Zukunft. Zudem werden in der Informationstechnik und ihren Anwendungen brauchbare Instrumente zur Lösung gesellschaftlicher und umweltbezogener Probleme gesehen. Hierfür müssen Technologien und Produkte entsprechend den Bedürfnissen der Menschen gestaltet und eingesetzt werden. Diese grundsätzliche Orientierung spiegelt sich in der formalen Gestaltung der NTT Roadmaps wider. Im Gegensatz zu den recht konkreten Anwendungsbereichen der zwei vorangestellten Dokumente basiert die „NTT Vision 2015“ auf einem etwas höheren Abstraktionsgrad. So werden keine produktbezogenen Anwendungen benannt, sondern vielmehr grundsätzliche gesellschaftliche Bedürfnisse und Anforderungsfelder identifiziert und entsprechende Technologieentwicklungen im Kontext internationaler und wissenschaftlicher Tendenzen beschrieben. In der „NTT Vision 2015“ werden die Applikationen nach sachbezogenen und ortbezogenen Bedürfnissen unterschieden. Die sachbezogenen Anwendungen

beziehen sich auf nicht lebende Objekte, Lebewesen, den Menschen sowie auf den Bereich der Information und Energie. Die ortbezogenen Anwendungen unterscheiden verschiedene Lebens- und Aktionsräume wie die Luft, das Meer, das Land und das Weltall. Entsprechend diesen Anwendungen werden fünf Kerntechnologien unterschieden:

- Material-oriented Technologies
- Human/ Information-oriented Technologies
- Energy-oriented Technologies
- Field-oriented Technologies
- Network-oriented Technologies

Diese Gliederung von Anwendungsfeldern mit zugeordneten Technologien ist in der Abbildung 33 grafisch darstellt.

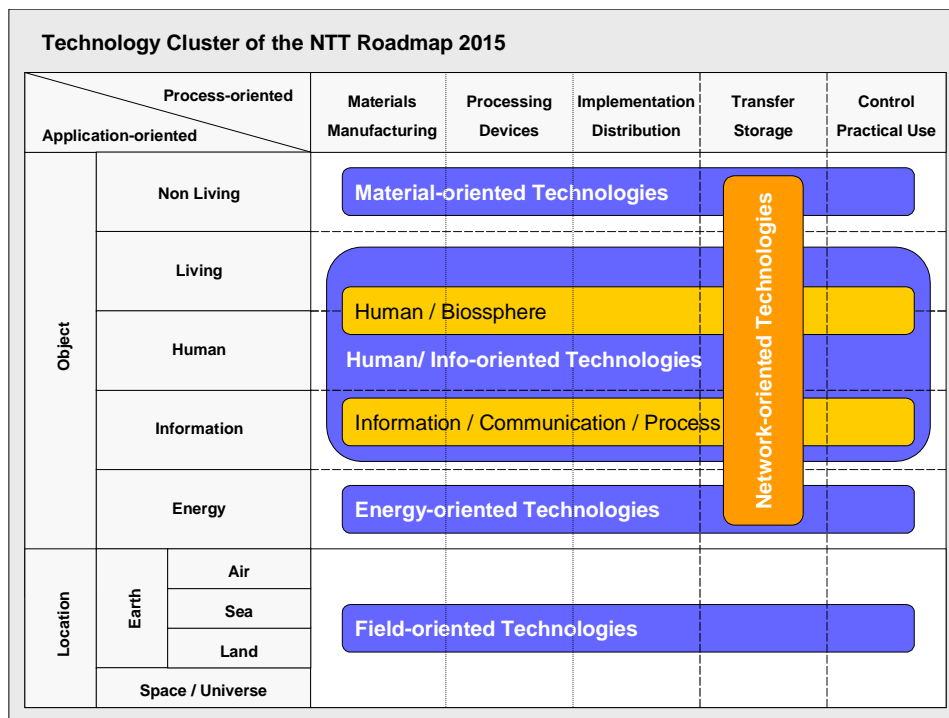


Abb. 33: Anwendungsfelder und Kerntechnologien in der NTT Vision 2015

Die Abbildung ist der „NTT Vision 2015“ entnommen und ins Englische übersetzt worden. Darin fällt eine weitere Untergliederung der Technologiefelder auf, welche Lebenszyklusaspekte (*Process-oriented*) in der Anwendung der Kerntechnologien kennzeichnen. Es ist festzustellen, dass diese Untergliederung

in den unmittelbaren Roadmaps der „NTT Vision 2015“ jedoch nicht beibehalten wird. Der Grund hierfür ist dem Dokument nicht zu entnehmen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass alle drei Dokumente eine ähnliche Wahrnehmung von Entwicklungstendenzen und Gestaltungszielen aufweisen. So werden Produktanwendungen und technologische Entwicklungsbedürfnisse unmittelbar mit der Ausgestaltung der Informationsgesellschaft in Verbindung gestellt. Ubiquitäre Elektronik, d. h. die allgegenwärtige Bereitstellung elektronischer Assistenten für eine nahtlose Kommunikation in allen Bereichen des Lebens, bildet den Mittelpunkt dieser Visionen. Darin dienen elektronische Produkte der Unterstützung aller Aktivitäten des Menschen, zu jeder Zeit, an jedem Ort, mit hoher Leistung. Es sind Produkte, die in hohen Stückzahlen benötigt werden, da diese Bedürfnisse an Bedeutung gewinnen. Die Produkte werden zudem eine recht hohe Wertschöpfung aufweisen, da sie komplexe Funktionen erfüllen und technologisch sehr anspruchsvoll sind. Als Voraussetzung für eine erfolgreiche Gestaltung dieser Visionen wird in allen drei Dokumenten die Erweiterung technologischer Kompetenzen in mehreren Kernbereichen für notwendig erachtet. Welche technologischen Kompetenzen entwickelt werden müssen und wie man sich die künftige Produktentwicklung vorstellt, wird in dem nun folgenden Abschnitt untersucht. Einschränkend muss in diesem Zusammenhang jedoch gesagt werden, dass eine detaillierte Darstellung einzelner Technologien nicht erfolgt, lediglich die wesentlichen Themenbereiche benannt und einige Besonderheiten in der Wahrnehmung der künftigen Technologieerfordernisse herausgestellt werden. Für eine weitergehende Orientierung sind dem Anhang Übersetzungen der wichtigsten Roadmap-Teile aller drei verwendeten Dokumente beigelegt.



### 4.3 Strategische Applikationsfelder und Kerntechnologien

Die Vision einer technologiebasierten Informationsgesellschaft, welche in den drei soeben betrachteten Dokumenten als notwendige wie marktwirtschaftlich vielversprechende Aufgabe manifestiert wurde, bildet den Horizont des künftigen Technologiemanagements in der japanischen Elektronikindustrie. Das Spektrum an Technologien, das zur Generierung dieser Vision von der Industrie beherrscht werden soll, ist äußerst komplex und anspruchsvoll. In dem vorangestellten Abschnitt wurden Kerntechnologien und Produktanwendungen benannt, wie sie in den untersuchten Industrievisionen und Roadmaps dokumentiert sind. Die Abbildung 34 fasst diese nochmals zusammen.

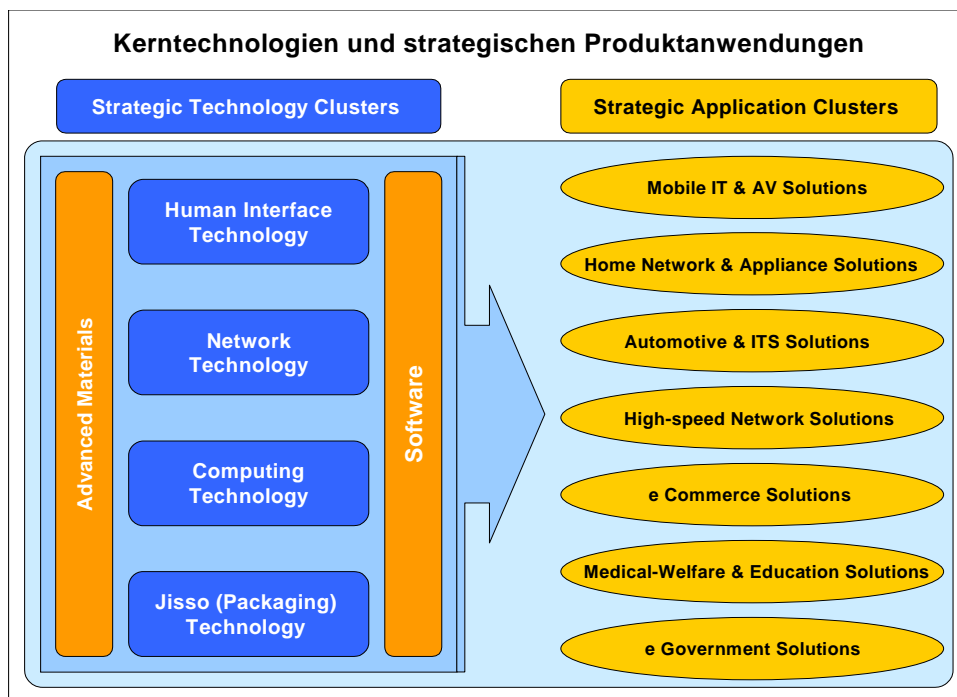


Abb. 34: Kerntechnologien und strategische Produktanwendungsfelder

Die in den Dokumenten getroffenen Untergliederungen in Kerntechnologien und Produktanwendungen sowie deren Bezeichnungen werden im Folgenden (Unterkapitel 4.3.1 bis 4.3.4) für die Beschreibung der primären technologischen Entwicklungsziele beibehalten. Alle folgenden Darstellungen, Aussagen und Wertungen sind ausschließlich den drei vorliegenden Dokumenten entnommen und der besseren Lesbarkeit halber daher nicht noch einmal extra ausgewiesen. Teilweise werden aber zur besseren Illustration aktuelle Umsetzungsbeispiele

herangezogen, die nicht in den Dokumenten vorkommen. Diese werden entsprechend mit einer Quellenangabe ausgewiesen und kommentiert. Die formale und inhaltliche Gliederung der Unterkapitel 4.3.1 bis 4.3.3 basiert auf der „JEIDA Industrievision 2010“. Darin werden übereinstimmende Inhalte aus allen drei Dokumenten zusammenfassend formuliert. Das Unterkapitel 4.3.4 widerspiegelt des spezifischen Charakters lediglich die Hauptaussagen der „JISSO Roadmap 2003“. Zur Verifizierung dieser Aussagen werden in diesem Fall weitere Industriedokumente herangezogen, deren Quelle entsprechend gekennzeichnet werden.

#### **4.3.1 Human Interface Technology**

Die „JEIDA Industrievision 2010“ und die „NTT Vision 2015“ benennen einen hohen Bedarf in der Gestaltung von so genannten Human Interface Technologies. In der Zukunft wird das Volumen an Informationen, welches von elektronischen Produkten erfasst, verarbeitet und übertragen werden soll, kontinuierlich ansteigen. Diese Informationen werden von den Geräten akustisch, optisch, taktil und bio-chemisch erfasst, digital verarbeitet, drahtlos oder verkabelt übertragen, und dann in einer der Nutzung angepassten Form dem Menschen oder einer Maschine bereitgestellt. Diese vielfältigen Funktionen moderner Elektronik- und IT-Produkte sollen zudem äußerst schnell, sicher, bequem und ohne räumliche und zeitliche Restriktionen zu nutzen sein. Die technische Realisierung dieser Vision hat mit der Digitalisierung von Ton und Bild für internetgebundene und mobile Multimediaanwendungen begonnen. Der Personalcomputer, das Internet und die mobile Kommunikation sind treibende Elemente dieser Entwicklung.

Die technische Gestaltung der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine wird die weitere Entwicklung in diesem Bereich maßgeblich bestimmen. Das Interesse des Nutzers liegt in einer einfachen, zuverlässigen, intelligenten und der Umgebung angepassten Erfassung und Bereitstellung von Informationen. Das ökonomische Interesse der Produkthersteller, Netzbetreiber und Informationsdienste liegt in der Steigerung der Wertschöpfung bei der Bereitstellung von Informationen, beispielsweise durch elektronischen Handel (e Commerce). Das technische Interesse, wie es in der „JEIDA Industrievision 2010“ und in der „NTT Vision 2015“ formuliert wird, liegt in einem hohen

Integrationsgrad, einfachen Operationen und in nahtlosen Übergängen zu Peripheriegeräten. Zudem sollen mit technologischer Hilfe die Informations- und Kommunikationsaktivitäten des Menschen intelligent unterstützt werden. Die Entwicklung digitaler Archive für Photos, Videos und Textdokumente auf der Basis standardisierter, offener und effizienter Infrastrukturen und Kommunikationsprotokolle ist eine wesentliche, technologisch wie institutionell zu gestaltende Anforderung. Die Globalisierung des Informationsaustauschs erfordert des Weiteren die Entwicklung von Übersetzungssoftware und Spracherkennungstechnologien.

Die Hardware-bezogene Schnittstellentechnologie muss räumliche und zeitliche Grenzen überbrücken. Das bedeutet, dass sie mobile Kommunikation zu jeder Zeit, an jedem Ort und unter allen Bedingungen ermöglichen muss. Die „NTT Vision 2015“ geht langfristig davon aus, dass alle Objekte mit elektronischen Transpondern (*ID-tags*) versehen sind, dass mobile, tragbare und implantierte Endgeräte (*Terminals*) eine ständige Verbindung zu Kommunikationsnetzen ermöglichen (*always-online*) und diese Geräte individuelle Gesten, Sprache und Gedanken erfassen und verarbeiten können. Diese Vision von universellen und generischen Mensch-Maschine Schnittstellen (*Interface*) sollen eine ganzheitliche Interaktion ohne Restriktionen hinsichtlich der Eingabe (*Input Technology*) als auch der Ausgabe (*Output Technology*) realisieren.

Bezogen auf die Eingabe von Informationen (*Input Technology*) sind bestehende Technologien der Sprach- und Bilderkennung weiterzuentwickeln. Die heutige Technologie, so wird in den Dokumenten festgestellt, funktioniert weitgehend nur unter idealen Bedingungen. In der Technologieentwicklung muss die Anpassung an praktische Einsatzbedingungen unter der Berücksichtigung einer einfachen Handhabung angestrebt werden. Die Sprach-, Schrift-, Bild- und Kontexterfassung wird sich in den kommenden Jahren drastisch weiterentwickeln. Bis zum Jahr 2010 bzw. 2015 wird eine unbegrenzte Erfassung gesprochener und geschriebener Texte erwartet. Die Entwicklung von leistungsfähigen und zuverlässigen Sensoren in Kombinationen mit Datenverarbeitung und Datenübermittlung (*Media Processing Technology*) steht im Vordergrund. Hierfür ist eine integrierte Hardware- und Softwareentwicklung notwendig. Um eine totale Interaktion zu ermöglichen, sind die Geräte autonom (*Integrated Power Supply/ Body Generated Power Supply*), peripherietauglich

(*Plug and Play, Universal Interface*), als auch kontextsensitiv, d. h. unabhängig vom unmittelbaren Input (*Intelligent Recognition*), zu gestalten. Zu diesem Zweck ist auch eine sinnvolle Standardisierung von Technologien in Zusammenarbeit nicht nur der Industrie sondern staatlicher und gesellschaftlicher Institutionen auf internationaler Ebene eine notwendige Voraussetzung.

Bezogen auf die Ausgabe von Informationen (*Output Technology*) wird in den Dokumenten der Displaytechnologie die größte Aufmerksamkeit geschenkt. Die Verbesserung der Bildqualität, der Geschwindigkeit der Bildverarbeitung, der Form, Flexibilität und des Gewichtes, der Energie- und Kosteneffizienz steht im Vordergrund der Betrachtung. Dabei wird Bezug genommen auf alle heutigen Displaytechnologien wie PDP, TFT-LCD und OLED. Die Form zukünftiger Displays wird variabel sein. In der „JISSO Roadmap 2003“ werden diesbezüglich freistehende und mobile, steife und flexible (papierartige) Displays erwartet. Neue Foliensubstrate, wie Polymere und Papier, werden als gute Kandidaten für flexible und kostengünstige Displays in mobilen Produkten angesehen. Im High-end-Bereich soll die nächste Generation der Displaytechnologie 3D-Grafiken ermöglichen und damit einen Schritt in Richtung einer erweiterten Realität (*Enhanced Reality*) setzen. Virtuelle Objekte, so wird erwartet, werden des Weiteren in Räume, auf transparente Displays oder auf das Auge direkt projiziert. In diesem Zusammenhang wird jedoch nicht nur eine gesteuerte Wiedergabe von Bildern oder Filmen erwartet. Vielmehr sollen integrierte Computer im Kontext der Bild- oder Filmdarstellung zusätzliche Informationen automatisch bereitstellen. Interaktionsmöglichkeiten, d. h. ein ständiges Eingreifen des Menschen in diese Prozesse, ist erforderlich und wird durch selbstlernende Computer unterstützt.

Intensive Grundlagenforschung wird im Bereich der Humanverträglichkeit und neuronalen Steuerung gefordert. Die Akzeptanz moderner Displays und anderer Mensch-Maschine-Schnittstellen wird zu einem entscheidenden Maße dadurch bestimmt, inwiefern die menschlichen Sinne und das körperliche Wohlbefinden durch visuelle Darstellungen und Interaktion beeinflusst wird. Projizierte Bilder oder 3D-Animationen, die sich schnell bewegen, können zu Übelkeit oder Angstzuständen führen. Displays sollten daher komfortabel und auf individuelle Wünsche der Nutzer abstimmbare sein. Das sind die wesentlichen Aspekte im Kontext der *Human-Interface Technology*, wie sie in den betrachteten Roadmaps dokumentiert sind.

### 4.3.2 Network Technology

Effiziente und leistungsstarke Netzwerktechnologien bilden nach Aussagen aller drei Dokumente das Rückgrad der modernen Informationsgesellschaft. Dies umfasst die technische Gestaltung von kabelbasierten Festnetzen und drahtloser Kommunikation, Internetprotokollen und Sicherheitsaspekten. Der allgemeine Trend in der Infrastrukturgestaltung steht unter dem englischen Motto: „*From Net to Mesh*“. Jedoch auch in der Zukunft werden fest verlegte Kabelnetze ein wichtiges Kernstück der Kommunikationsinfrastruktur bilden. Aufgrund der Ausbreitung des Internets wird die Übertragungskapazität dieser Netze weiter erhöht werden müssen. Optische Kabel und Schalter werden in der Netztechnik dominieren. Die Übertragungstechnik wird durch WDM-Technologien (*Wavelength Division Multiplexing*) bestimmt. Die Datenübertragungsmenge und -geschwindigkeit, die mit dieser Technologie in den Jahren 2010 bis 2015 erreicht werden soll, wird in den betrachteten Dokumenten unterschiedlich beurteilt und variieren von 8 bis 40 Tbit/s im Gesamtsystem. In Unterstützung der nächsten Generation des Internets sind entscheidende Technologieanstrengungen nötig. Die japanische Elektronikindustrie wird in diesem Zusammenhang aufgefordert, in bislang durch nordamerikanische Firmen dominierte Technologiefelder vorzustoßen und sich an der Entwicklung von High-end-Computern/ Servern und Giga-bit-Routern zu beteiligen. Diese Aufgabe steht in enger Verbindung zur Entwicklung der Internetprotokolltechnologie, wie beispielsweise der Ipv6-Technologie. Die Anpassung der Basisstationen und Endgeräte an diese Technologien stellt eine große Herausforderung dar.

Die Weiterentwicklung von Mobilfunktechnologien und anderen drahtlosen Übertragungstechnologien ist eine weitere Herausforderung. Das Ziel ist eine nahtlose Vernetzung bzw. die Möglichkeit einer immanenten, stabilen und sicheren Datenübertragung (*Quality of Service*) in allen Bereichen des öffentlichen und privaten Lebens. Der Mobilfunk wird dabei parallel zu W-LAN (*Wireless Local Area Network*), Bluetooth, UWB (*Ultra Wide Band*) und anderen drahtlosen Übertragungssystemen existieren. Der stetige und mobile Zugang zu internetbasierten Diensten, die drahtlose Vernetzung von Haushaltsgeräten und Heimunterhaltungselektronik erfordert Endgeräte, die diese unterschiedlichen Systeme bedienen können. Die drahtlosen Technologien werden durch die

Entwicklung von SDR-Technologien (*Software Defined Radio*), d. h. die softwarebasierte Anpassung der Übertragungsmethode an das genutzte Endgerät bzw. die genutzte Luftschnittstelle, für den Nutzer praktisch nahtlos werden. Die Gestaltung dieser Technologien wird als Aufgabe der japanischen Elektronikindustrie von der NTT Corp. wie JEITA formuliert.

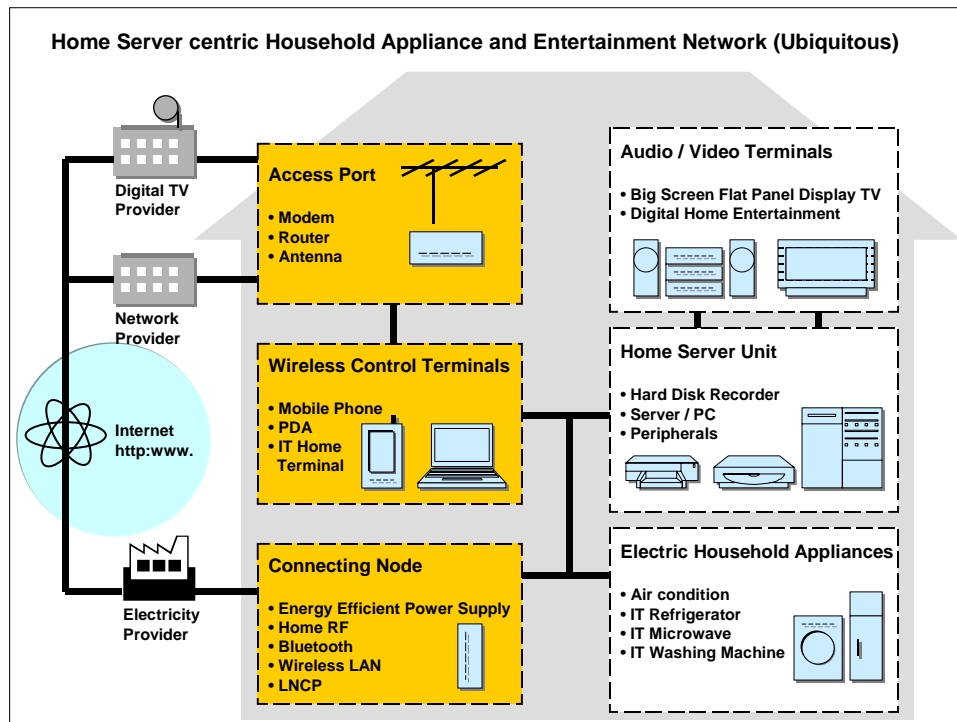


Abb. 35: Home Server zentriertes Netzwerk von Haushaltsgeräten und Unterhaltungsgeräten,  
Eigene Darstellung nach [YAMADA 2002: 45]

Das vernetzte Haus ist ein sich eigenständig entwickelndes Anwendungsfeld, welches alle Aspekte der Netzwerktechnologien, Computertechnologie und Schnittstellentechnologie zusammenführt. Dies wird als ein Meilenstein auf dem Weg zur allgegenwärtigen Elektronik (*Ubiquitous Electronics*) wahrgenommen. Der Mensch soll die Möglichkeit erhalten, alle Haushaltsgeräte, die gesamte Unterhaltungselektronik und sicherheitsrelevante Funktionen ferngesteuert überwachen und programmieren zu können. Bereits seit längerer Zeit entwickeln japanische Unternehmen hierfür eigenständige Konzepte. Die Abbildung 35 zeigt ein Home-Server zentriertes Konzept und ist einer aktuellen Publikation zum Status der japanischen Elektronikindustrie entnommen [YAMADA 2002: 45].

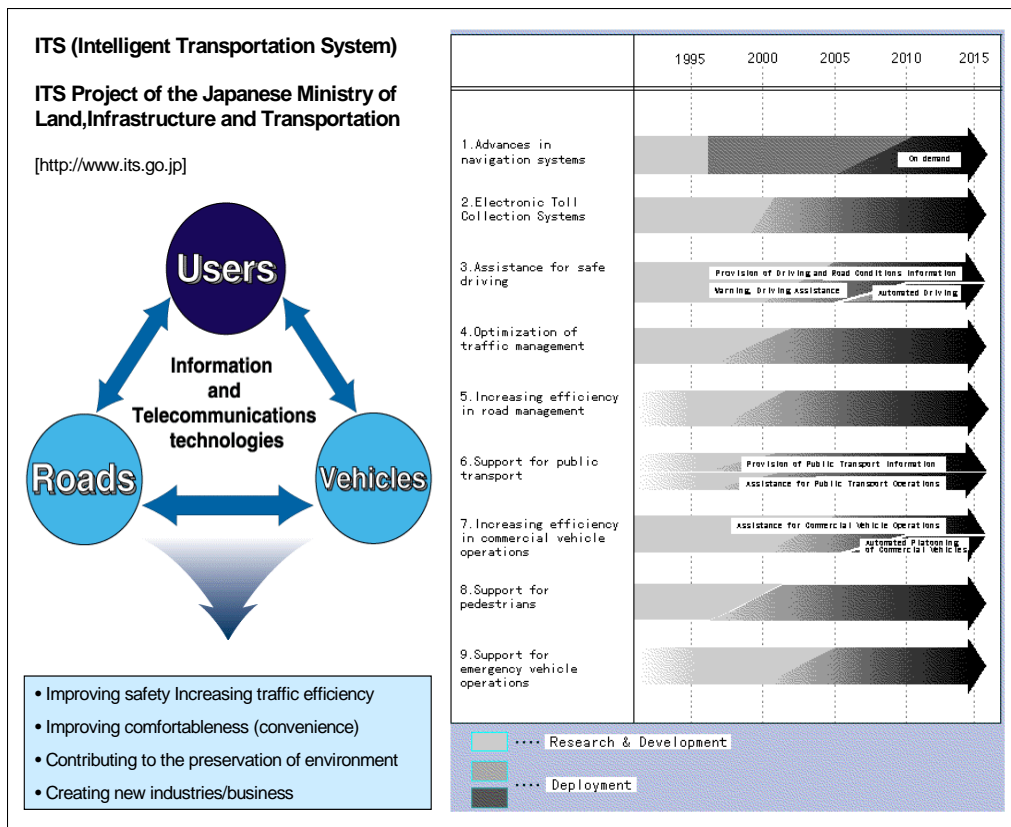


Abb. 36: Nationales ITS-Projekt Roadmap

Quelle: [http://www.its.go.jp; 25.05.03]

Ein zweites Beispiel im Zusammenhang mit der Entwicklung von komplexen Kommunikationssystemen ist das ITS-Projekt (*Intelligent Transportation System*), ein nationales Projekt unter Leitung des *Japanese Ministry of Land, Infrastructure and Transportation (Kokudokôtsû-chô)* zur Entwicklung eines effizienten und sicheren Verkehrleitsystems in Japan (vgl. Abb. 36). Das ITS-Projekt umfasst neun Arbeitspakete, die auf einem satellitengestützten GPS-System (ab 2008) und vernetzten Sensorsystemen basieren. Sie beinhalten u. a. fortschrittliche Navigationssysteme, elektronische Mautgebührensysteme, Assistenzsysteme für Verkehrs- und Straßenmanagement, öffentlichen Personennahverkehr und Notfalldienste. Am Projekt sind eine Vielzahl japanischer Elektronikhersteller beteiligt [http://www.its.go.jp; 25.05.03].

Der sichere Datentransfer hat für die Akzeptanz und Verbreitung internetbasierter Dienste eine absolute Priorität. Sicherheit bedeutet in diesem Zusammenhang die Wahrung der Privatsphäre, die gesicherte Identifizierung einer Adresse oder einer Person und die rechtmäßige Nutzung von Diensten und geistigem

Eigentum. Die technologische Entwicklung wird sich auf die Bereiche der Verschlüsselung (*Quantum Encryption Technology*), auf die Verifizierung der Authentizität einer Person oder einer Adresse durch elektronische Signaturen als auch sichere und autonom operierende IC-Karten konzentrieren. Um Netzwerke von Viren und Hackern zu schützen, sollen intelligente Systeme im Netz installiert werden, die diese Sicherheitsrisiken zielgerichtet detektieren und abblocken. Eine globale Zusammenarbeit auf der technischen wie regulativen Ebene zur Gestaltung eines sicheren Netzbetriebes wird als wichtige Aufgabe betont.

#### 4.3.3 Computing Technology

Computerbezogene Technologien sind in der „JEIDA Industrievision 2010“ als dritte Kerntechnologie der japanischen Elektronikindustrie benannt worden. Ihre Weiterentwicklung ist erforderlich in zwei Anwendungsbereichen. Den ersten Bereich umfassen Hochleistungscomputer wie Mainframe Computer, Server, Router, die für industrielle Anwendungen und Netzwerktechnik genutzt werden. Den zweiten Bereich umfassen kleine und hoch integrierte Computereinheiten für mobile Anwendungen, wie sie in Smart Phones, PDAs, Notebooks, Sheet PCs (*Tablets*) genutzt werden. Entsprechende Technologien werden in der „JEIDA Industrievision 2010“ in vier Themenbereiche untergliedert: *Scalable Computing Technologies, Middleware Technologies, Disk Recording Technologies und Semiconductor Memory Technologies.*

Die ganzheitliche Entwicklung von Prozessor- und Speichertechnologien zur bedarfsgerechten Bereitstellung einer hohen Rechenleistung (*Computing Capacity on Demand*) wird unter dem Begriff *Scalable Computing Technology* zusammengefasst. Die Voraussetzung hierfür bildet die Entwicklung von Technologien, die eine parallele Datenverarbeitung durch gleichzeitigen Zugriff auf unterschiedliche Prozessoren und Speicher ermöglicht. Stichwörter in diesem Zusammenhang sind:

- Scalable Shared Memory Technology (Symmetrical Multiprocessor)
- Scalable Non Uniform Memory Access Technology
- Parallel Programming Technology



- Data Load Technology
- Input/ Output Technology

Eine integrierte Entwicklung von Hardwareelementen und der Betriebssoftware zu einer einheitlichen Plattform (*Middleware*) bildet die Voraussetzung für eine kundenorientierte und sichere Computertechnik. Nach Einschätzung der JEIDA wird die integrierte Softwareentwicklung für die effiziente und sichere Nutzung computergestützter Systeme zunehmend an Bedeutung gewinnen. In diesem Zusammenhang wird eine umfassende Überprüfung bestehender Methoden der Softwareentwicklung und eine offene, formal beschriebene Architektur notwendig. Technologischer Entwicklungsbedarf wird für folgende Bereiche benannt:

- Sophisticated Reuse and Abstraction Technologies
- High Quality and Reliability Technologies
- Multidimensional Open Technologies

Magnetische und optische Aufnahme- und Festspeichertechnologien sind vor dem Hintergrund der qualitativ und quantitativ steigenden Multimedia-Anwendungen noch immer vielversprechende Geschäftsfelder für die japanische Industrie. Die technologischen Herausforderungen im Bereich dieser *Recording Technologies (Disks)* werden für folgende Aspekte festgestellt:

- High Precision Plastic Substrates for Cost Reduction
- High Surface Density, Multi-layer Recording Technology
- Writing Head to Disk Interface Technology
- High Resolution Lithography Technology using UV Laser Beam and Electron Beam in Optic Disk Manufacturing Processes

Die Entwicklung und Herstellung von Halbleiterspeicherchips (*Semiconductor Memory Technology*) war in den vergangenen zwanzig Jahren ein ökonomischer wie technologischer Eckpfeiler der japanischen Elektronikindustrie. Auch in der Zukunft wird die japanische Industrie in diesem Marktsegment vertreten sein, da der Bedarf an Speicherchips mit fortschreitender Computerisierung weiterhin steigen wird. Gleichwohl verändert sich die Gewichtung der Aktivitäten von einer

wertschöpfungsarmen DRAM-Speicherchipfertigung hin zu anspruchsvolleren Produkten mit einer höheren Wertschöpfung und technischer Funktionalität. Ein intensiv verfolgtes Geschäfts- und Technologiefeld liegt beispielsweise im Bereich der nichtflüchtigen RAM-Speicherchips (*Non Volatile Random Access Memory*), für die bei einer genügenden Technologiereife ab 2004 ein erhebliches Marktwachstum prognostiziert wird. Da nichtflüchtige RAM-Speicher keinen Strom benötigen, um Speicherinhalte zu erhalten, eine sehr schnelle Speicherung sowie Zugriff auf die gespeicherten Informationen ermöglichen, sind sie besonders attraktiv für die japanischen Hersteller von mobilen Produkten, die mit kurzen Akku-Laufzeiten zu kämpfen haben. Entsprechend hoch sind die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in diesem Bereich. Neben nichtflüchtigen RAM-Speichern werden in den japanischen Industrievisionen folgende Felder im Umfeld der Speichertechnologie benannt:

- Large capacity, high speed, low power DRAM (Massenproduktion von 2Gbit DRAM um 2005 und 16 Gbit DRAM um 2010)
- Non Volatile RAM and related materials (FeRAM, MRAM, PFRAM, OUM)
- Memory Mixture System LSI Technology
- Manufacturing Technology (Micro Machining Process for 100nm or smaller)

Die computerorientierte Technologieentwicklung wurde in den vergangenen zwanzig Jahren maßgeblich von den Fortschritten in der Siliziumtechnik, d. h. von der Erzeugung immer feinerer Strukturdichten (VLSI) auf der Chipebene geprägt. Hierdurch nahm die Leistung von hoch integrierten Halbleiterschaltkreisen und Bauelementen stetig zu und gestattete neue Software-Applikationen. Mit der weltweit steigenden Nachfrage an Personalcomputern im Zuge der Ausbreitung des Internets, der Digitalisierung von Mobilfunk und Konsumelektronik wurde dieser Trend noch beschleunigt. Das Produktdesign wurde dabei durch die Miniaturisierung der Elektronik bestimmt. Dieser Trend einer sozusagen „technologiegetriebenen Produktentwicklung“ kehrt sich heute in eine „produktgetriebene Technologieentwicklung“ um. So zumindest formulierte es Akira Matsuzawa (Advanced LSI Technology Development Center der Matsushita Electric Industrial Ltd.) auf dem JISSO/PROTEC Forum 2002 der JEITA in Tokyo. In diesem Zusammenhang

steigen die technologischen Erfordernisse einer ganzheitlichen Top-down-Systemgestaltung (*Total Design Technology*) unter Berücksichtigung elektrischer, thermischer und mechanischer sowie auch ökonomischer, ökologischer und rechtlicher Aspekte weiter an [JISSO/PROTEC 2002: 69]. Aus diesem Grund werden der Mikrosystemtechnik und der Aufbau- und Verbindungstechnik (*Jisso Technology*) als „realisierende Technologien“ der Systemintegration (*Enabling Technologies*) seitens der japanischen Industrie eine besonders hohe Aufmerksamkeit geschenkt. Dieser Technologiebereich, der die Chip-, Baugruppen- und Leiterplattenebene miteinander verknüpft, weist eine steigende Wertschöpfung auf und ist neben der Human Interface, Network und Computing Technology der vierte strategische Kerntechnologiebereich der japanischen Elektronikindustrie.

#### 4.3.4 JISSO (Packaging) Technology

Die heutigen Technologieanforderungen an die Mikrosystemintegration sowie Aufbau- und Verbindungstechnik (*Jisso*) leiten sich vorrangig aus den form- und funktionsbezogenen Merkmalen künftiger IKT- und Konsumelektronikprodukte ab. Deren allgemeine Trends sind eine stetige Miniaturisierung (geringe Abmessungen/ Gewicht, starre/ flexible/ modulare Formen) und leistungsstarke Multifunktionalität (drahtlose Datenübertragung, Miniaturkameras, Farbdisplays und Sensorik). Bei kleiner werdender Fläche/Raum nimmt dabei die Anzahl von Chips, Bauelementen und Subsystemen stetig zu, was in einer höheren Packungsdichte resultiert. Diese Entwicklung birgt große technologische Herausforderungen.

Mit Bezug auf die unmittelbaren technologischen Anforderungen, wie sie in der „JISSO Roadmap 2003“ formuliert wurden, ist festzustellen, dass diese sich nur unwesentlich von den Erfordernissen und Trends unterscheiden, wie sie in anderen, internationalen Technologie-Roadmaps (ITRS, IPC, NEMI) benannt werden. Dieser Umstand ist verständlich, bedenkt man, dass die japanische Elektronikindustrie in diesem Technologiebereich eine feste Größe und in allen genannten internationalen Gremien vertreten ist. Ohne im Detail auf einzelne Technologieaspekte eingehen zu können, sei auf die tabellarische Zusammenstellung der wesentlichen Technologieanforderungen der „JISSO Roadmap 2003“ verwiesen, die in englischer Übersetzung dem Anhang D beigefügt wurde. In diesen Tabellen werden jeweils produkt- und zeitspezifisch die Anforderungen an die Technologieentwicklung in sechs Bereichen aufgelistet:

- Requirements for Semiconductor Packaging (CSP)
- Requirements for Large Scale Integration (LSI) Packaging
- Requirements for Printed Wiring Board (PWB) Structures
- Requirement for minimal Line and Space
- Requirements for Wrap (Bow) Tolerance Range of PWB
- Requirements for Embedded Passive Components

Um ein Beispiel für die produktorientierte Technologieentwicklung zugeben, sind

auf Basis der Ausführungen von Kuniaki Takahashi und Toyoda Susumu auf dem JISSO/PROTEC Forum im November 2002 in Tokyo die folgende Produkt- und Technologieanforderungen für Mobile Telefone und PDAs zusammengestellt worden (vgl. Abb. 37). An diesem Beispiel lassen sich mehrere Technologieaspekte erläutern, die für die japanische Elektronikindustrie eine hohe Relevanz haben. Entscheidend ist, dass über die traditionellen Technologieebenen (Chip, Baugruppe, Leiterplatte) hinweg in der Zukunft eine ganzheitliche Systemintegration realisiert werden muss. Insbesondere die Integration von Anzeigen, Sensoren, Aktuatoren und Energieversorgungssystemen stellt auf der Produktsystemebene eine große Herausforderung dar, da sie eine Verschmelzung von elektronischen mit beispielsweise mechanischen (MEMS) und optischen (*Opto-Electronics*, MOEMS) Systemelementen erfordert.

<p><b>Trends in Product Feature</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colour Display</li> <li>• PDA (Information assistant features)</li> <li>• MP3 (Music and Audio)</li> <li>• CCD Camera (Digicam feature and Picture processing)</li> <li>• GPS (Position and Location Information)</li> <li>• Games (online games)</li> <li>• Blue tooth (with other digital Information and communication equipment)</li> <li>• E-commerce (cash-cards, etc.)</li> <li>• Biometrix –Sensors (touch, voice recognition)</li> <li>• W-LAN Interface</li> <li>• Digital TV Interface</li> <li>• Fuel Cell based Power Supply</li> </ul>	<p><b>Trends in PWB Packaging</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflow soldering remains main technology until 2012</li> <li>• PWB: from multi board → single board</li> <li>• PWB structure: build-up or rigid-flex</li> <li>• 6 layer (1-4-1) → 8 layer (2-4-2)</li> <li>• High expectations towards conductive adhesives</li> <li>• Trend to embedded components in PWB C, R, L (2007 ~ 2009)</li> <li>• There are concerns towards embedded components in Semiconductor</li> <li>• Task: PWB preparation leadtime and embedded component preparation leadtime are different and have to be matched</li> <li>• Advanced Specifications for MCM</li> <li>• Task: Bare-dye as known good dye (KGD), low costs, testing technology norm</li> </ul>
<p><b>Trends in Product Style</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Size: Pocket/Hand-size → Card embedded</li> <li>• Recording medium: CD/MD/DVD/HDD/ → Memory-Tape (approx. 2010 in use)</li> <li>• Mobile Phone, Watch and PDA merge to one Product by 2012</li> </ul>	<p><b>Trends in Components Packaging (LSI)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Low power consumption → typical run mode: 300mW; sleep mode: 3mW</li> <li>• Low voltage: 3V → 1.5V → 0.8V</li> <li>• Miniaturized, embedded high capacity memory → 3D Memory Package</li> <li>• Semiconductor Packaging Integration: 0.8mm<sup>t</sup> → 0.5mm<sup>t</sup></li> <li>• CCD embedded LSI (Picture processing with One-Chip)</li> <li>• Fast integration of new functions (software IP enriched)</li> <li>• Low cost: 2002=100% → 2005=70% → 2010=50%</li> </ul>

Abb. 37: Produkt- und Technologieanforderungen Mobiltelefone/ PDAs

Quelle: JISSO Roadmap 2003 [JISSO/PROTEC 2002: 61-67]

Das dominierende Thema im Kontext der Jisso-Technologie in Japan ist die zunehmende Verknüpfung der Integrations- und Verbindungstechnik auf der Chip/Wafer- und Baugruppenebene. Unter dem Stichwort „System LSI“ werden in Japan diese Vielzahl technologischer Fragestellungen zusammengefasst.

Tendenziell werden ein monolithischer Aufbau auf Wafer-Level (SoC, *System on a Chip*) und ein hybrider Aufbau von Wafer-Level-Integration und Board-Level-Integration (SiP, *System in a Package*) verfolgt [KASUGA 2002: 88ff.]. Ziel ist es, den kritischen Engpass (*Bottleneck*) von steigender Leistung und Integrationsdichte für die funktionellen Eigenschaften des Produktes optimal zu gestalten (vgl. Abb. 38).

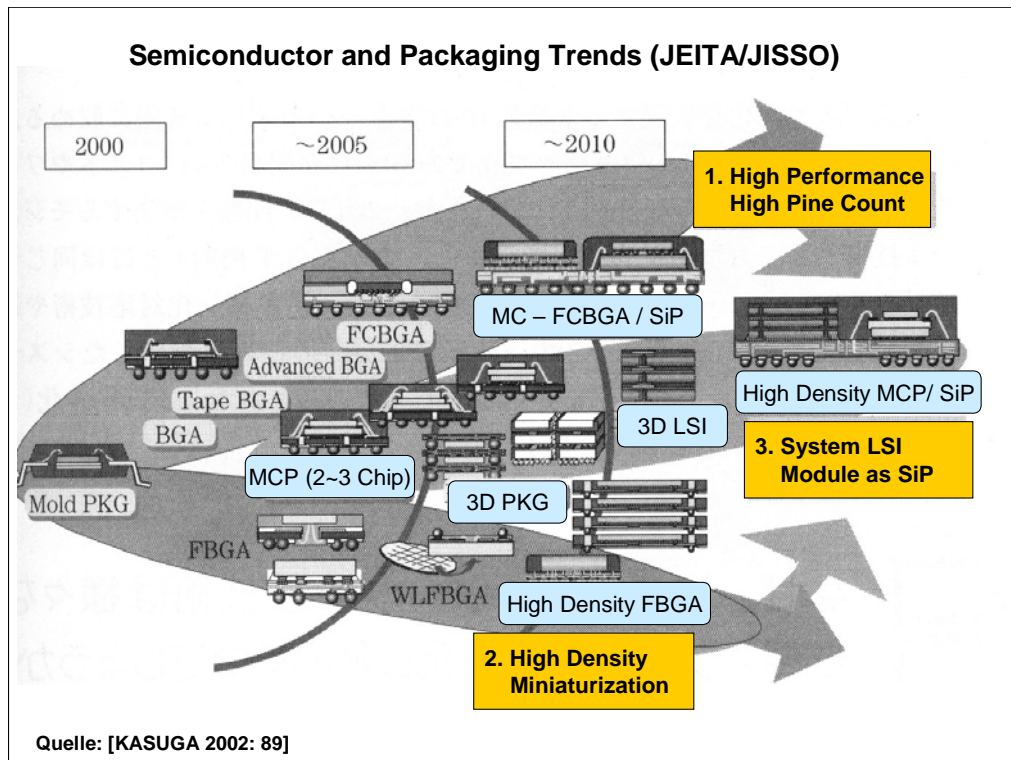


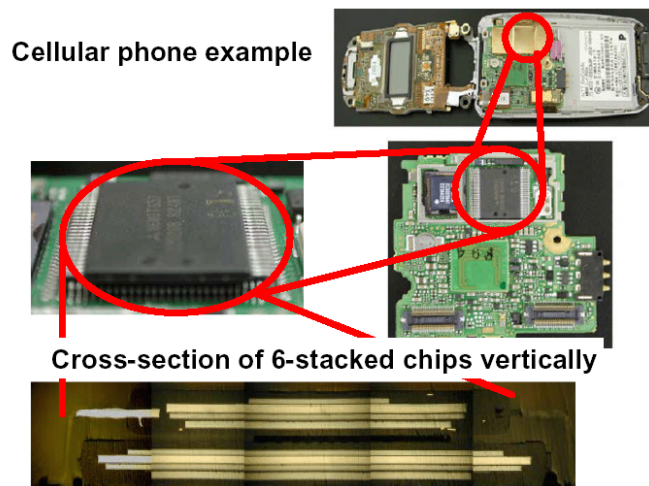
Abb. 38: Entwicklungstendenzen in der Systemintegration

Quelle: [KASUGA 2002: 89]

Schon heute werden in multimediafähige Mobiltelefonen zur Generierung entsprechender Funktionen eine Vielzahl von Chips in kleinen Abmessungen eingesetzt und kompakt aufgebaut. So werden insbesondere Chips als CSP (*Chip Size Package*) und gestapelte Chips in MCM (Multi Chip Module) verwendet, wie das Handy von Panasonic demonstriert, welches zur Illustration

von SiP auf dem Anniversary Seminar der North Corporation<sup>47</sup> am 21.02.2003 in Tokyo von Takayasu Sakurai (Todai)<sup>48</sup> präsentiert wurde (vgl. Abb. 39).

### Mobile Phone: System in Package (SiP) is on the Market



Quelle: Takayasu Sakurai, University of Tokyo  
[Company North Anniversary Seminar 21.02.2003, Tokyo]

Abb. 39: Sechs vertikal gestapelten Chips (2X3) als SiP in einem Mobiltelefon

Quelle: Vortrag von T. Sakurai (Todai), Company North Anniversary Seminar 21.02.2003 in Tokyo

In Japan werden große Erwartungen an *System in a Package* (SiP) als nächste Generation der Integrations- und Verbindungstechnik für Konsumelektronik und mobile IT-Geräte gestellt, da diese Form der Systemintegration mehrere Vorteile gegenüber *System on a Chip* (SoC) aufweist. Unter den realen Bedingungen des Marktes erweist sich die anspruchsvolle SoC-Technologie als äußerst

<sup>47</sup> Die North Corporation wurde 1990 von Tomoo Iijima gegründet, der von 1970 bis 1985 als Angestellter der Sony Corp. an der Entwicklung von neuen Leiterplattentechnologien beteiligt war. Das Unternehmen ist im Kontext der japanischen Industriestruktur eine interessante Ausnahme. Es ist ein Forschungs- und Entwicklungsunternehmen, welches an äußerst fortschrittlichen Lösungen für die elektronische Aufbau- und Verbindungstechnik arbeitet und in kleinen Serien produziert. Die North Corp. ist börsennotiert und wird von mehreren Unternehmen wie Sony und Toshiba unterstützt.

<sup>48</sup> Takayasu Sakurai, Professor, The University of Tokyo, Center for Collaborative Research of the Institute of Industrial Science.

kostenintensiv, berücksichtigt man den Umstand, dass die Leistungsparameter und Charakteristika dieser so genannten „System-Chips“ stetig und in immer kürzer werdenden Innovationszyklen der Produktentwicklung anwachsen. Dieser Umstand erfordert einen hohen Design-Aufwand und lässt eine kosteneffiziente Massenfertigung in nur begrenzter Weise zu. Auf dem schon erwähnten Seminar der Company North unterstützten mehrere Industrievertreter daher die SiP-Option. Seimi Ishii (Sony)<sup>49</sup> bezeichnete SiP als „*Super Connect Solution*“ welches *Wafer-Level-Packaging* und *Board-Level-Packaging* verbindet. Seiner Meinung nach bietet je nach Produkthanwendung das modulare Design von SiP gegenüber SoC einen vergleichsweise hohen Grad der Integration, die Möglichkeit für eine bessere Wärmeableitung, einen geringeren Designaufwand (*Re-Use of Design*), einfachere Fertigungstechnik und allgemein geringere Kosten. Takayasu Sakurai (Todai)<sup>50</sup> unterstützte diese Meinung und betonte, dass obwohl SoC leistungsbezogene Vorteile aufweist (geringe Spannung, kurze Leitungslängen), SiP aufgrund des hybriden und modularen Aufbaus zu geringeren Design- und Fertigungskosten führt. Damit ist SiP für leistungsstarke und kostengünstige Konsumelektronikerzeugnisse gut geeignet (vgl. Abb. 40).

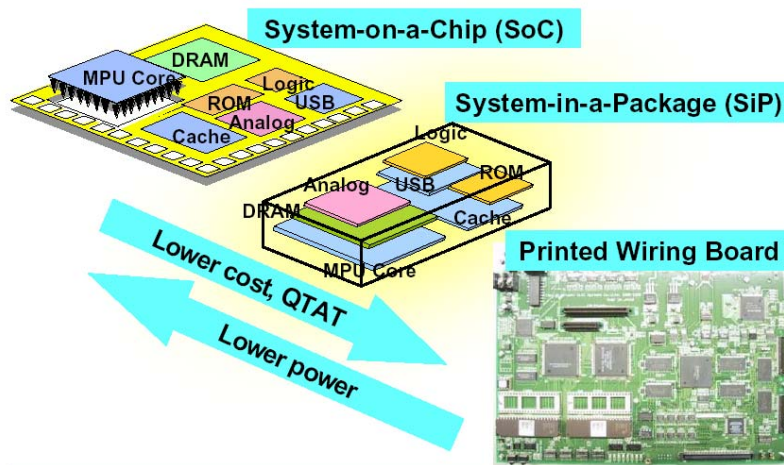
---

<sup>49</sup> Seimi Ishii, Senior General Manager, Advanced SiP Module Division, Sony Semiconductor Kyushu Corporation.

<sup>50</sup> Takayasu Sakurai, Professor, The University of Tokyo, Center for Collaborative Research of the Institute of Industrial Science.



### System in a Package (SiP) is best Option for Consumer Electronics



Quelle: Takayasu Sakurai, University of Tokyo  
[Company North Anniversary Seminar 21.02.2003, Tokyo]

Abb. 40: Vorteile von System in a Package (SiP)

Quelle: Vortrag von T. Sakurai (Todai), Company North Anniversary Seminar 21.02.2003 in Tokyo

Grundsätzlich werden mit zunehmender Integrationsdichte, ob SoC oder SiP, komplexere Anforderungen an das Design und die Fertigung gestellt. Diese Komplexität und die Entwicklungskosten wachsen mit Fortschreiten der Integration überproportional an. Der Forschungsbedarf umfasst eine Vielzahl von Themenstellungen. So sind spezielle Design-Tools zu entwickeln, welche ein Co-Design von *Chip/Wafer-Level-Design* und *System-Level-Design* ermöglichen. Damit einher geht die Anforderung zur Standardisierung spezifischer Designs. Des Weiteren gewinnt die Zuverlässigkeit von ungehäuteten Chips (*Bare Die*), Substraten und Metallisierungstechnologien aus ökonomischen Gründen eine hohe Bedeutung und bedürfen einer hohen Qualitätssicherung. So werden in der Zukunft neben funktionalen bzw. technologischen Kriterien, insbesondere ökonomische und auch ökologische Kriterien die Technologieentwicklung bzw. Technologieentscheide der Unternehmen beeinflussen, wie Kuniaki Takahashi bei der Präsentation der „JISSO Roadmap 2003“ auf dem JISSO/PPOTEC Forum Japan 2002 bemerkte. Er fasste diese allgemeinen Erfordernisse folgendermaßen zusammen (vgl. Abb. 41).

<b>Next Generation Micro System Integration Requirements</b>	
<b>Functional Requirements</b>	<b>Economic Requirements</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• light weight, more compact, robust</li><li>• flexible, modular design</li><li>• wearable, mobile</li><li>• multifunctional, standardized functions</li><li>• high speed data handling/ data compression</li><li>• wireless, high bandwidth, multi-mode access</li><li>• information sensing (multi-mode input/output)</li><li>• information indication (Displays, Projection)</li><li>• low energy consumption</li><li>• self generating power, high speed charge</li><li>• integration of MEMS/ MOEMS and nano-scale machining systems (Sensors)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• cheap and fast development</li><li>• re-use of system/ chip design</li><li>• mass production, QTAT</li><li>• simple process technology,</li><li>• Quality assurance (e.g. KGD)</li></ul>
	<b>Ecological Requirements</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• low toxicity (e.g. Halogen-free)</li><li>• resource efficient manufacturing</li><li>• smart disassembly, reversible interconnects, modular design</li><li>• lifecycle oriented design</li></ul>

Abb. 41: Funktionale, ökonomische und ökologische Anforderungen an die JISSO-Technologie

In seinem Vortrag führte Kuniaki Takahashi des Weiteren aus, dass diese oben genannten funktionalen, ökonomischen und ökologischen Anforderungen für die künftige Technologiegestaltung einen Systemansatz erforderlich machen. Systemdesign, Simulation und Test sind Kompetenzen, die neben der Beherrschung und technischen Nutzbarmachung neuer Materialien und Verfahren zur Herstellung komplexer werdender elektronischer Baugruppen und Systeme in diesem Zusammenhang entwickelt werden müssen. Dazu ist eine organisatorische Zusammenführung bisher oftmals getrennter Kompetenzen auf der Hardware- und Softwareebene notwendig. Gleichwohl wird bislang der hardwarebezogenen Integrations- und Verbindungstechnik von der japanischen Industrie die größere Aufmerksamkeit geschenkt, was ein Defizit des japanischen Innovationssystems darstellt.

Ein Bericht der englischen *Semiconductor Business Association* stützt diese Ansicht [<http://www.sli-institute.ac.uk.seminars/series/0011.pdf>; 23.04.03]. Im Februar 2002 unternahm eine Expertengruppe der *Semiconductor Business Association* eine so genannte *Fact Finding Mission* zur Situation der System on a Chip-Aktivitäten in der japanischen Elektronikindustrie. Sie kam zu dem Ergebnis, dass die japanische Industrie aufgrund ihrer strukturellen Besonderheiten im FuE-Bereich mit erheblichen Problemen bei der Realisierung

von SoC zu kämpfen hat. Insbesondere der Systementwurf und das Software-Design stellen demnach eine Schwäche dar: *There is poor understanding of the need for system level and software integration. Little evidence was found for advanced design tools. Software design is mainly left to the system integrators. System LSI design emphasis very much on LSI rather than system.* Neben dieser Kritik wurde aber auch festgestellt, dass die Unternehmen zunehmend ihre Schwächen im Software-Design erkennen und strukturelle Veränderungen vornehmen, um der Komplexität der Aufgabe gerecht zu werden. Im zweiten Teil der Beschreibung der Technologiestrategien werden diese Aktivitäten thematisiert. Der Fokus richtet sich dabei auf die Leitbilder und strukturellen Veränderungen in der Gestaltung des kohärenten Innovationssystem in der japanischen Industrie, d. h. der unmittelbaren FuE-Infrastruktur, den Formen der Technologiegenerierung und den Gestaltungsoptionen hinsichtlich einer wettbewerbsfähigen und nachhaltigen Technologieentwicklung.