

Universität Kaiserslautern

**Zwischen "Over-engineering" und "Lean Construction"-
Zum Wandel von Organisation und Qualifikation von Ingenieuren**

Prof. Dr. Hajo Weber
Dr. Rüdiger Seltz
Universität Kaiserslautern
FB Sozial- und Wirtschaftswissenschaften
Postfach 30 49
67653 Kaiserslautern
Tel.: 0631/205-3691 /2038
Fax: 0631/205-3691

"Der Entwicklungsprozeß kann als eine Folge von Mauern betrachtet werden. Marketing entwickelt ein Produktkonzept und wirft es über die Mauer, die es von der Entwicklungsabteilung trennt. Die Entwicklungsabteilung erarbeitet ein Konzept und wirft es über die nächste Mauer zur Fertigung. Die Fertigung stellt ein Produkt her und wirft es über die dritte Mauer zum Vertrieb. Die Vertriebsmitarbeiter konfrontieren nun die Kunden mit dem Produkt und stellen fest, daß es gar nicht mit ihren Anforderungen entspricht. Eine Variante dieses Prozeß tritt ein wenn die Entwicklungsabteilung die Produktidee, die ihr von der Marketingabteilung über die Mauer geworfen wurde nicht akzeptiert und sie zurückwirft. Auf diese Weise entsteht ein Hin- und Herwerfen von Produktideen und Entwicklungskonzepten. Das gleiche Hin und Her kann auch zwischen der Entwicklungsabteilung und der Fertigung entstehen, bis der Punkt erreicht ist, wo die Mitarbeiter des Unternehmens ermüden und gar nichts mehr über die Mauern werfen".

I. Rand; in: Saad u.a. 1993: 22f

1. "Over-engineering" - der deutsche Ingenieursmythos verblaßt

Der Aufstieg der deutschen Wirtschaft um die Jahrhundertwende und die Dynamisierung der Wirtschaft nach Beendigung des 2. Weltkrieges in den 50er und 60er Jahren ("das deutsche Wirtschaftswunder") ist nicht zuletzt vor dem Hintergrund der Leistungen deutscher Erfinder, Ingenieure und Techniker zu erklären. Seit man weiß, daß Beschäftigungszyklen Folge von Produkt- und Produktionsverfahrenszyklen sind, gebührt denjenigen, die für Produktkonstruktionen und Verfahrensentwicklungen zuständig sind - den Ingenieuren - besondere Aufmerksamkeit. Die Erfolge des "Made in Germany" in den 30er Jahren und in den Jahrzehnten der Nachkriegszeit sind daher in erheblichem Maße den Leistungen der Ingenieure und den Ingenieurwissenschaften zugerechnet worden.

Der Wohlstand der Nation, so könnte man verkürzt argumentieren, hängt zentral von der Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems im allgemeinen und der der technisch-ökonomischen Disziplinen und ihrer Vertreter im besonderen ab. "Made in Germany" war deshalb lange Zeit Synonym für "German engineering": Deutsche Produkte galten aus der Perspektive in- und ausländischer Konsumenten als Produkte, die etwas teurer, technisch anspruchsvoller, qualitativ gut und preislich etwas 'höher' angesiedelt waren. Produkte aus Deutschland standen lange Zeit für "value for money" - man mußte zwar etwas mehr bezahlen, aber man bekam etwas für sein Geld.

Spätestens seit Anfang der 90er Jahre ist es offensichtlich zu einem globalen Trendwechsel gekommen: "Made in Germany" wird auf ausländischen - gegebenenfalls auch inländischen - Märkten inzwischen als Synonym betrachtet für zu wenig innovativ und zu technisch orientiert. Betrachtet man das deutsche Portfolio von Industrien, dann wird deutlich, daß in ihm überwiegend die Produkte des 3. und 4. Kondratieff-Zyklus dominieren, diejenigen, die den 5. generieren - also all die Industrien, die nach 1945 entstanden sind - spielen eine untergeordnete Rolle (s. Nefiodow 1991). Die deutsche Leistungsfähigkeit liegt im Bereich der mittleren

Technologie, Deutschland ist eine "Metropole der Massentechnik" geblieben (s. Der Spiegel 52/1993). Im Hochtechnologiebereich sind andere Nationen an der Spitze, insbesondere Japan und die Vereinigten Staaten von Amerika (Weber 1993). Aber es ist nicht nur das Defizit in den die neuen Industrien konstituierenden Hochtechnologiebereichen (s. Seitz 1991), sondern es ist auch offensichtlich eine durch technologische Orientierung geprägte Wettbewerbsstrategie in den traditionellen Sektoren, die der deutschen Wirtschaft zu schaffen macht. Seien es die vielfältigen Branchen des Maschinenbaus - insbesondere des Werkzeugmaschinenbaus -, der Elektro- und Automobilindustrie oder im Bereich der Hochgeschwindigkeitszüge, um nur einige Produkte aus der deutschen Produktpalette zu nennen - deutsche Erzeugnisse gelten im Ausland inzwischen als "over-engineered": Technisch zu komplex, zu teuer, zu spät auf dem Markt, zu anfällig, zu wenig an Kosten-/Leistungsverhältnissen orientiert.

Vor dem Hintergrund konjunktureller und struktureller Veränderungen der Weltwirtschaft und der nationalen Ökonomie erleiden zentrale Industrien Deutschlands ihre schwerste Krise in der Nachkriegszeit. Im Werkzeugmaschinenbau etwa reduzierte sich das Produktionsvolumen der deutschen Industrie um 40%, die Produktionsrückgänge einzelner deutscher Automobilfabriken liegen z.T. bei über 25% in Relation zum Ergebnis des Jahres 1992, einige Auslandsmärkte müssen mit erheblichen Subventionen gestützt werden. Von einem großen süddeutschen Hersteller von anspruchsvollen Fahrzeugen wird berichtet, daß allein die Stützungsmaßnahmen des Verkaufs auf dem nordamerikanischen Markt Beträge verschlungen haben, die über einer Milliarde Mark lagen. Trotz erheblicher Anstrengungen verliert ein ebenfalls im süddeutschen Bereich angelagerter Hersteller von elektronischen und anderen Komponenten einen Wettbewerb mit französischen Konkurrenten um den Verkauf eines Hochgeschwindigkeitszugsystems nach Korea (s. z.B. SZ v. 29.4.94).

Nicht erst seit heute ist bekannt: die deutsche Industrie produziert z.T. am Markt vorbei, entwickelt Produkte und Produktionsverfahren, die zu technikorientiert sind ("Bisher wurde Technik zu oft um ihrer selbstwillen entwickelt, der Markt wurde zu wenig nach seinen Wünschen gefragt, das rächt sich nun." R. Berger, SZ v. 23./24.4.94) und die sich, gemessen an den Leistungen der Wettbewerber, auf dem Weltmarkt zunehmend schlecht absetzen lassen. "German Engineering" hat - neben anderen, ökonomisch relevanten Faktoren - nicht unerheblich zur Krise der deutschen Wirtschaft beigetragen (s. Weber 1994b).

Daß in vielen Bereichen "Made in Germany" zu einem Mythos geworden ist, dem die Substanz entzogen ist, läßt sich aufgrund von unterschiedlichen statistischen Daten nicht mehr länger verheimlichen. Den schlagendsten Beweis für die Defizite des "German Engineering" hat die Studie des MIT gebracht. Selbst die Autoren waren überrascht: "Die Ergebnisse öffneten uns die Augen. Der japanische Musterbetrieb benötigte die Hälfte des Aufwands der amerikanischen Luxuswagenwerke, die Hälfte des Aufwandes der besten europäischen Anlagen, ein Viertel der Arbeitszeit des durchschnittlichen europäischen Werks und ein Sechstel des Arbeitseinsatzes des schlechtesten europäischen Produzenten von Luxusautos. Gleichzeitig übersteigt das Qualitätsniveau des japanischen Betriebes das aller Werke bei weitem, bis auf eines in Europa - und dieses benötigt viermal so viel Zeit für die Montage eines vergleichbaren Produktes. Kein Wunder, daß die westlichen

Luxuswagenproduzenten durch das Auftauchen der Lexus, Infiniti, Acura und die anderen japanischen Luxuswagen die noch kommen werden, aufgeschreckt sind" (Womack u.a. 1992: 93).

Besonders deutlich werden die Unterschiede zwischen deutschem und japanischem Engineering, wenn man den Aufwand betrachtet, der erbracht werden muß, um ein hohes Qualitätsniveau zu erreichen. Bei dem Hersteller eines deutschen Luxusfabrikates in Norddeutschland fand man heraus, daß ein Drittel der Montagezeit von Armeen von Technikern in weißen Kitteln für Nacharbeit - und Nachbesserungsarbeiten gebraucht wurden, um die Fahrzeuge auf den berühmten Qualitätsstand des Unternehmens zu bringen: "mit anderen Worten, das deutsche Werk wandte mehr Zeit für Beseitigung der Fehler auf, ... als japanische Fabriken für die Herstellung eines auf Anhieb fast perfekten Auto benötigten" (Womack u.a. 1992: 95).

Es war dann auch wirklich überraschend, daß es vor allen Dingen das Handwerks-ethos war, das dieser Arbeit und der Kultur des Unternehmens zugrunde lag. Man sah handwerkliche Arbeit als Beweis für die Wertschätzung der Qualität im Hause an. Die Folge davon war, daß man ähnlich wie in der Handwerksproduktion, Teile anpassen mußte, um Montagefehler zu korrigieren.

Verglichen mit der Referenz eines japanischen Hochtechnologieproduzenten erscheinen die Arbeiten als Verschwendung, als "Muda". Die Entdeckung der Ursachen sind kein Ruhmesblatt für die deutschen Ingenieure: "Die Ursache liegt darin, daß keine leicht zu montierenden Teile konstruiert werden und daß auch versäumt wird, Fehlern sofort bei ihrer Entdeckung auf den Grund zu gehen, so daß sie nicht wieder auftreten" (Womack u.a. 1992: 96). Der "Stolz" deutscher Ingenieure wird von Jones, einem Mitverfasser der MIT-Studie, als das größte deutsche Problem im globalisierten Wettbewerb bezeichnet. "Noch hat sich im Denken der Ingenieure wenig verändert. Viele Automobilzulieferer klagen sehr über technisch völlig überzogene und kostentreibende Anforderungen an die Werkstoffauswahl, Auslegung und Funktion neuer Teile" (s. Lietz 1992). Der Rat der Autoren: Abschaffung der Handwerksarbeit, Übernahme der Prinzipien der schlanken Produktion und Konstruktion - als Alternative entwerfen sie ein Szenario, wonach die schlanken Produzenten dieses Werk in den 90er Jahren überholen werden. Betrachtet man die Geschäftsberichte des Unternehmens in den letzten Jahren, dann stellt sich heraus, daß insbesondere im letzten Geschäftsjahr (1993), Verluste in Milliardenhöhe angefallen sind. Die Konsequenz: Arbeitsplatzverlust von über 30.000 Mitarbeitern innerhalb der letzten Jahre, was unter anderem Folge davon ist, daß die japanische Konkurrenz um wenigstens 30-40% produktiver ist. Gemessen an der "Produktionsfreundlichkeit" stellt die MIT-Studie fest, daß der entsprechende Produzent von 19 untersuchten Firmen den vorletzten Platz einnimmt. Die Konstruktion des neuen Produktes erfolgt offensichtlich in defizitärer Abstimmung mit den Produktionsverantwortlichen und den Gegebenheiten in der Produktion.

Die Qualitätsmängel innerhalb der Konstruktion, der Produktion und der Organisation der Fertigung machen sich auch bemerkbar in der Nutzung der Produkte. Die japanische Industrie ist inzwischen dazu übergegangen, Werbungen zu schalten, in denen deutlich gemacht wird, daß in bestimmten, über 100.000 km laufenden Tests ihre Produkte als beste abgeschnitten haben. Auch in der ADAC

Pannenstatistik für 1993 für 4-6 Jahre alte Autos schneiden japanische Produkte am besten ab. In fast allen Klassen, insbesondere in der kleineren, unteren Mittelklasse und Mittelklasse sind es überwiegend japanische Fahrzeuge, die mit den geringsten Pannen pro Tausend Fahrzeugen aufwarten. Besonders bemerkenswert ist, daß ein süddeutscher Luxuswagenhersteller mit seinem Oberklassenfahrzeug nach 6 Jahren mit die negativsten Resultate erzielt. Besonders teuer konstruiert und gebaut ist damit offensichtlich noch kein Merkmal für Qualität (s. ADAC Motorwelt 4/94).

Es sind jedoch nicht nur die konventionellen Produkte, die Zweifel an der Fertigkeit der deutschen Ingenieure, ihrer qualifikatorischen Marktgeschmeidigkeit und an der Intelligenz der Konstruktion ihrer Produkte aufkommen lassen. Noch stärkere Zweifel treten auf, wenn man die Innovationsrate in hochtechnologischen Feldern betrachtet. Besonderer Anhaltspunkt dafür ist die Anzahl der gemeldeten Patente in ausgewählten Hochtechnologiegebieten. Das deutsche Patentamt macht deutlich, daß in seinen Statistiken in sämtlichen Hochtechnologiebereichen japanische bzw. amerikanische Unternehmen führend sind - insbesondere auf solchen Gebieten, die als Schlüsseltechnologien für das Wachstum von Zukunftsindustrien gelten. Vor dem Hintergrund des Nachlassens der Innovationskraft der deutschen Industrie, versuchen Politik und politische Parteien auf dieses Phänomen zu reagieren. Eine große Volkspartei macht in einer Anzeigenaktion darauf aufmerksam, daß im Zeitraum von 1987-1992 im Bereich der Mikroelektronik 216 deutsche Patente 12.688 japanischen Patenten gegenüberstanden (s. SZ v.18.5.94). Selbst wenn man konzidiert, daß in beiden Ländern unterschiedliche Politiken bezüglich des Anmeldens von Patenten gelten - bei den einen werden eher kleine Zwischenschritte abgesichert, bei den anderen komplexe Produkte -, werden die Unterschiede deutlich. Vergleiche der Patententwicklung in den zukunftssträchtigen Industrien zeigen: die deutsche Wirtschaft, das deutsche Ingenieur-Know-how befindet sich im globalen Wettbewerb der Erzeugung neuer technischer Erkenntnisse auf dem absteigenden Pfad. Selbst wo es gelingt, entsprechendes technologisches Know-how zu entwickeln und gegebenenfalls über entsprechende Patente abzusichern, ist noch nicht sichergestellt, daß die neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse Eingang finden in neue Produkte. Neue technologische Entwicklungen, wie bestimmte Prozessortypen, das Faxgerät und andere technische Einrichtungen, wurden an deutschen technischen Forschungseinrichtungen entwickelt, jedoch in anderen, überwiegend asiatischen Produktionsstellen hergestellt und vertrieben. Die Deutschen, so heißt es, sind zwar stark in der Grundlagenforschung, stark in der Ausgestaltung ihrer Produkte mit ingenieurmäßigem Raffinement, jedoch schwach in der Umsetzung in marktfähige Produkte. Die deutschen Ingenieure und technischen Wissenschaftler - selbstverliebte Experten in technologische Entwicklungen, denen Technik zum "Lebensthema" geworden ist (s. Baethge u.a. 1992), die sich selbst als erste Referenz nehmen, jedoch die Kundenanforderungen vernachlässigen?

2. Die Organisation der Produktentwicklung - das Waterloo europäischer Ingenieure

Die o.a. MIT-Studie hat schon in vielen Bereichen auf erhebliche Differenzen in der Organisation der unterschiedlichen Unternehmensbereiche, aber auch im interorgani-

satorischen Bereich - etwa zwischen Zulieferern und Herstellern - aufmerksam gemacht. Dabei ist nicht nur deutlich geworden, daß japanische Hersteller mit ca. 16 Stunden weniger als die Hälfte dessen brauchen, was europäische Hersteller im Durchschnitt benötigen, um ein Fahrzeug herzustellen (über 36 Stunden), sondern es ist auch aufgefallen, daß die Anzahl der Fehler pro hergestellte 100 Fahrzeuge in Europa im Durchschnitt um 50% höher ist als in Japan. Damit verbunden ist eine signifikant höhere Vorschlagsrate für Verbesserungen in Japan, ein höherer Anteil an Gruppenarbeit und höhere Humankapitalinvestitionen bei geringeren technischen Aufwendungen. Ähnlich signifikant, in ihren Konsequenzen vielleicht sogar noch durchschlagender, sind die Unterschiede in der Organisation der Produktentwicklung zwischen Japan und Europa. Die Produktentwicklung ist deshalb von strategischer Bedeutung, wenn man davon ausgeht, daß ca. 80% der Kosten eines Fahrzeuges im Bereich der Konstruktion festgelegt werden. Weder intelligente Formen der Organisation der Produktion, noch niedrige Arbeitslöhne, noch Extensivierung der Arbeit können entsprechende Nachteile kompensieren. Wer immer das Doppelte für die Produktionszeit seines Autos braucht - gemessen an japanischen Produzenten - verfügt damit über ein Produkt, das so konstruiert worden ist, daß die Wettbewerbsunfähigkeit in jedem Fall sichergestellt ist.

Nun ist es offensichtlich nicht nur so, daß das Produkt bestimmte Eigenschaften aufweist, die es produktionsgünstiger, marktnäher und kostenrelevanter strukturiert, sondern es sind die Organisation der Ingenieurarbeit und die Verzahnung von Konstruktion und Herstellung, die genuine Wettbewerbsvorteile bzw. Nachteile generieren. Kurz: es geht um die Organisation der Ingenieurarbeit und um deren Integration in das organisatorische Ganze.

Neben den Daten der Produktstruktur und der Produktion wirken auch hier die Ergebnisse der MIT-Studie ernüchternd. So beträgt bei japanischen Produzenten die durchschnittliche Ingenieurstunde je neues Auto 1,7 Millionen Stunden, europäische Spezialisten brauchen 3,1 Millionen. Die durchschnittliche Entwicklungszeit pro neues Auto beträgt in Japan ca. 46 Monate, bei den Europäern ca. 60. Die Anzahl der Beschäftigten im Projektteam beträgt 485 in Japan, mit 904 fast das Doppelte mehr bei den europäischen Spezialisten. Dafür daß Japaner weniger Zeit und weniger Personal einsetzen, schaffen sie mehr Karosserieausführungen je Modell, nämlich 2,3 zu 1,3. Dafür daß die durchschnittliche Ingenieurstundenanzahl je neues Auto nahezu doppelt so hoch ist bei den europäischen Spezialisten, ist der Anteil der

Leistungsdaten der Produktentwicklung, regionale Autoindustrien, Mitte der '80er Jahre^{1,2)}		
	Japanische Produzenten	Europäische Spezialisten
Durchschnittliche Ingenieurstunden je neues Auto (Mill.)	1,7	3,1
Durchschnittliche Entwicklungszeit je neues Auto (Monate)	46,2	59,9
Anzahl der Beschäftigten im Projektteam	485	904
Anzahl der Karosserieausführungen je Modell	2,3	1,3
Durchschnittlicher Anteil übernommener Teile	18%	30%
Anteil der Zulieferer an der Entwicklung	51%	31%
Anteil der verspäteten Produkte	1/6	1/3
Werkzeugentwicklungszeit (Monate)	13,8	28,0
Pilotserie-Vorlaufzeit (Monate)	6,2	10,9
Zeit vom Produktionsbeginn bis zum ersten Verkauf (Monate)	1	2
Rückkehr zur normalen Produktivität nach neuem Modell (Monate) ⁴		12
Rückkehr zur normalen Qualität nach neuem Modell (Monate)	1,4	12

1) Quelle:
Kim B. Clark, Takahiro Fujimoto und W. Bruce Chew: >> Product Development in the World Auto Industry <<, Brookings Papers on Economic Activity No. 3, 1987; und Takahiro Fujimoto: >>Organisations for Effective Product Development: The Case of the Global Motor Industry <<, Ph. D. Thesis, Harvard Business School, 1989, Tabellen 7.1, 7.4 und 7.8

2) Womack et.al., 1992, Die zweite Revolution in der Automobilindustrie, Frankfurt/New York, S. 12.

Abb. 1: Leistungsdaten der Produktentwicklung, regionale Autoindustrien, Mitte der 80er Jahre

übernommenen Teile in der Relation von 30 zu 18% besonders gering. Europäische Ingenieure entwickeln nicht nur weniger neue Teile, sondern sie beteiligen auch die Zulieferer an der Entwicklung mit 31% in deutlich geringerem Umfang als japanische Produzenten mit 51%. Dafür ist der Anteil der verspäteten Produkte bei den Japanern mit einem Sechstel um 50% niedriger als bei den Europäern. Die Werkzeugentwicklungszeit - dies ist ein strategischer Faktor für die Schnelligkeit der Produktionsreife eines neuen Produktes - ist dafür bei den europäischen Spezialisten mit 28 Monaten fast doppelt so lang wie bei den Japanern. Die Rückkehr zur normalen Produktivität erreichen Japaner bei einem Modellwechsel nach ca. 4 Monaten, die europäischen Spezialisten brauchen nahezu dreimal so lange. Die Rückkehr zur normalen Qualität nach einem Modellwechsel wird bei japanischen Produzenten nach 1,4 Monaten erreicht, europäische Spezialisten benötigen 12 Monate. Gerade bei dem wettbewerbsstrategischen Faktor der Sicherung der Qualität erweisen sich europäische Hersteller als besonders wenig wettbewerbsfähig. Gilt das Lean Production Motto "von allem die Hälfte" in vielen Dimensionen bei den japanischen Konkurrenten - gemessen an den europäischen Wettbewerbern - als realisiert, dann übertreffen sie dies in der Dimension Qualität nach dem Modellwechsel noch um ein vielfaches.

Ein zentraler Unterschied zwischen asiatischem und europäischem Engineering wird deutlich, wenn man die Anzahl der jeweils neu zu entwickelnden Teile bzw. der Teile des Systems insgesamt betrachtet. Bei japanischen Ingenieuren gilt "weniger ist mehr", d.h. japanische Ingenieurkunst zeichnet sich dadurch aus, daß die Komplexität der Produkte und des Teilezulieferungsprogramms reduziert wird. Bei europäischen Ingenieuren, z.T. auch bei deutschen, wird die entgegengesetzte Logik deutlich. Produktgenerationen werden auf den Weg gebracht, indem die Diversifikation der Teile und die Nichtkompatibilität zunimmt.

Rationalisierungsprogramme bei VW z.B. haben deutlich werden lassen, daß die Anzahl der unterschiedlichen Achsen pro Fahrzeug viel zu hoch ist. Eine drastische Reduktion und der vermehrte Einbau von Gleichteilen senken die technische Komplexität und die Probleme der Logistik.

Während japanische Ingenieure darauf abzielen, das Komplexitätsniveau der Fertigung und der Teile zu reduzieren - es ist durchaus üblich, durch das Zusammenfügen von Teilen zu Komponenten und Modulen die Komplexität zu reduzieren - war es offenbar bis Anfang der 90er Jahre in westdeutschen Ingenieurskreisen üblich, die technische Komplexität zu erhöhen - mit all ihren logistischen, produktionstechnischen, arbeitsorganisatorischen und wettbewerbsrelevanten Faktoren.

Deutsche Produkte, verbunden mit einer auf Technik und auf technische Raffinesse hin orientierten Wettbewerbsstrategie, fielen dann aus der Perspektive der ausländischen Wettbewerber einer Logik des "Over-engineerings" zum Opfer. Ob ICE, spezifische Modelle im Maschinenbau oder das Topmodell eines schwäbischen Fahrzeugherstellers - sie alle wurden Opfer eines durch Ingenieure vorwärts getriebenen "S-Klassen-Syndroms" - zu technikfixiert, zu komplex, zu teuer, zu spät am Markt, zu anfällig, zu wenig kundenorientiert und hart am Rande der Sozialverträglichkeit: "However marvellous technological invention may be, it does not constitute innovation if it creates no pure profit in the market economy" (Urabe 1988: 3).

3. Forschung und Entwicklung: Mass Production versus Lean Production

Die Unterschiede in Forschung und Entwicklung zwischen "Mass Production" und "Lean Production" werden am pointiertesten deutlich, wenn man die Anzahl der angewendeten Konstruktionsstunden und die insgesamt benötigte Zeit des Entwicklungsprojektes eines neuen Automobils miteinander vergleicht. Clark und Fujimoto (1992) fanden heraus, daß ein völlig neues japanisches Auto ca. 1,7 Millionen Konstruktionsstunden und 46 Monate vom ersten Design bis zur Auslieferung erfordert. Durchschnittliche europäische und amerikanische Projekte mit vergleichbarer Komplexität und dem gleichen Anteil übernommener Teile benötigten ca. 3 Millionen Konstruktionsstunden und 60 Monate (s. Abb.1).

Der Wettbewerbsvorteil von Lean Production Unternehmen findet sich somit nicht nur im Bereich der Fertigung wieder, in der getreu dem Motto "von allem die Hälfte" mit weniger Personal, weniger Zeit, weniger Technik und Raum, eine höhere Anzahl von Fahrzeugen bei größerer Anzahl von Varianten und höherer Produktivität bei gesteigener "Re-Professionalisierung" der Produktionsarbeit (s. Schumann u.a. 1994), sondern ebenso im Bereich FuE. Die Prinzipien der schlanken Organisation haben nicht nur Eingang gefunden in die Herstellung im engeren Sinne, sondern auch in die Organisation von FuE. Die Autoren der MIT-Studie sehen denn auch das vielleicht bemerkenswerteste Ergebnis von Clark und Fujimoto darin, daß die schlanken Techniken der Produktentwicklung sowohl den Arbeitsumfang als auch die Zeit für die Herstellung reduzieren. Dies Ergebnis stellt die verbreitetsten Annahmen, die auf ca. 70 Jahren Erfahrung mit der Massenproduktion beruhen, auf den Kopf: "Wir meinen, daß 'schneller ist teurer' genau wie 'Qualität kostet mehr' ... auf dem Schrotthaufen der Ideen landen wird, die vom Zeitalter der Massenproduktion übrig geblieben sind" (Womack u.a. 1992: 117).

Ähnlich wie im Bereich der organisatorischen Strukturierung der Herstellung die Prinzipien der "schlanken Organisation" durch die Vermeidung von Nachteilen bei der Bewahrung von Vorteilen einen evolutionären Schritt in Bezug auf die Leistungsfähigkeit von Organisationskonzepten bedeuten (s. Weber 1994b), handelt es sich auch bei den Prinzipien der "Lean Construction" um ein Organisationsprinzip, das den Prinzipien der Organisation von FuE in der Massenproduktion überlegen ist. Die Überlegenheit macht sich darin bemerkbar, daß in den Dimensionen Qualität, Zeitverbrauch und Produktivität bei der Durchführung der Produktentwicklung entscheidende Effizienz - und Effektivitätsverbesserungen erzielt werden.

- Dies betrifft zum ersten die Fähigkeit eines Produktes, attraktiv auf Kunden zu wirken und sie zufrieden zu stellen. Damit sind sowohl die Konstruktionsqualität als auch die Konformitätsqualität angesprochen.
- Die zweite Dimension, auf der sich die Leistung von organisatorischen FuE Konzepten entscheidet, ist die Dimension der Zeit, also die Frage, wieviel Zeit verbraucht wird, damit ein Unternehmen ein neues Produktionskonzept auf den Markt bringen kann.

- Die Leistungen von FuE entscheiden sich in der dritten Dimension schließlich in der Produktivität, also in der Anzahl der benötigten Arbeitsstunden und des Umfangs an Material für den Prototypenbau.

Die Leistungsfähigkeit des FuE Systems wäre schon "an sich" ein Wert. In Bezug auf die Umstrukturierung der Produktion und die "Neuformatierung" von Unternehmen ist eine leistungsfähige FuE Organisation jedoch von strategischer Bedeutung. Unternehmen, die Prinzipien der schlanken Organisation realisieren, sind Organisationen, die in umfassenderem Maße wettbewerbsrelevante Dimensionen zu erfüllen in der Lage sind als konventionelle Hersteller. Dies bedeutet, sie sind in der Lage, ihre Preise bei höherer Qualität, gesteigener Innovativität, höherer Liefertreue in geringerer Zeit zu realisieren. Handelte es sich nicht um fünf Parameter - man könnte behaupten, daß dies ein Organisationskonzept ist, das zur "Quadratur des Kreises" in der Lage ist.

FuE Organisationen sind jedoch nicht nur in Bezug auf die Wettbewerbsstärke von Unternehmen relevant, sondern auch zur Sicherung der Sozialintegration. Lean Production Unternehmen sind Organisationen, deren "Unternehmensphilosophie" auf dem Motto beruht "von allem die Hälfte". Dies gilt auch für das Personal. Zentrale Frage ist, wenn über Prinzipien der schlanken Organisation die Produktivität um bis zu 50% erhöht werden kann, was mit den Arbeitskräften passiert, die an einer Realisierung dieses Produktivitätsfortschritts mitgewirkt haben, die aber unter der Voraussetzung, daß das Produktionsvolumen konstant bleibt, damit letztlich überflüssig geworden sind.

Wenig beachtet, aber zentral für das Funktionieren des schlanken Unternehmens ist die Austarierung von Produktions- und Beschäftigungsvolumen. Bleibt das Produktionsvolumen konstant, dann ist bei steigender Produktivität die Reduktion des Arbeitsvolumens, das zu seiner Erstellung benötigt wird, rückläufig. Da Lean Production Unternehmen jedoch vertrauensbasierte Unternehmensstrukturen voraussetzen - dies impliziert, daß derjenige, der über Produktivität nachdenkt, hierdurch nicht sein Arbeitsplatzrisiko verschärft -, stellt sich das Erfordernis, gestiegene Produktivität durch gestiegene Beschäftigungs- bzw.

Produktionsvolumina zu kompensieren (s. Hildebrandt/Seltz 1989; Schumann u.a. 1994).

Die Kompensation von Produktivitätsgewinnen erfolgt in japanischen Unternehmen einerseits durch die Verkürzung von Produktzyklen, andererseits durch eine Vervielfältigung der Produktlebenszyklen, die das Unternehmen managt. Letzteres ist üblicherweise als Diversifizierungsstrategie bzw. Marktnischenstrategie bekannt. Eine auf Beschäftigungsstabilisierung hin ausgelegte Produktzyklenabfolge, kombiniert mit einer intelligenten Variation von Produktzyklen und Marktnischenprodukten, erlaubt es, Stabilisierungseffekte im Beschäftigungsvolumen zu erzielen, die auf eine weitgehende Beschäftigungsneutralität von Produktivitätseffekten hinauslaufen - kurz: Beschäftigung bei variierenden Anforderungen weitgehend sicherstellt.

Kurze Produktzyklen, diversifizierte Produkte und Marktnischenstrategien setzen jedoch eine Forschungs- und Entwicklungsorganisation voraus, die diesen Anforderungen entspricht. Ein Vergleich japanischer und amerikanischer bzw. westeuropäischer Automobilproduzenten zeigt, daß japanische Firmen genau diese Eigenschaften entwickeln, während konventionelle Massenproduzenten in diesen Ländern hierzu nicht

in der Lage sind. So sind etwa die Produktzyklen japanischer Produzenten signifikant niedriger (ca. 4 Jahre) als die westeuropäischer Luxusautoproduzenten (ca. 12 Jahre). Doch nicht nur die Produktzyklen sind bei traditionellen Massenproduktionsherstellern deutlich länger, sondern auch die Diversifikationsrate ist geringer.

Konventionelle Massenproduktionshersteller haben nicht so viele Lebenszyklen von Produkten zu managen, wie dies etwa bei Lean Production der Fall ist. Clark und Fujimoto (1992) zeigen darüber hinaus, daß das Produktionsvolumen pro Produktzyklus zwischen Massenherstellern und Lean Production Herstellern stark variiert: Massenhersteller brauchen immer mehr Zeit und mehr Produktionsvolumen, um ihre Produktion zu amortisieren, während Lean Production Hersteller über lange Jahre hinaus mit ähnlich kurzen Produktionszyklen und ähnlich knappen Produktionsvolumen zurecht kommen.

All dies konstituiert besondere Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Organisation von Forschung und Entwicklung. Dies gilt einerseits für den Forschungs- und Entwicklungsprozeß selbst, andererseits für die Festlegung in der Produktstruktur und in der entsprechenden Fertigungsstruktur. Nicht nur in der deutschen Automobilindustrie ist es daher eine verbreitete These, daß ca. 80% der Produktionskosten innerhalb der Entwicklung festgelegt werden. Wenngleich es bislang wissenschaftlich nicht belegt ist, so gibt es doch Anzeichen dafür, daß die Entwicklungsarbeit deutscher Ingenieure bei Produktgenerationen zum Ende der 80er Jahre dazu geführt hat, daß ursprünglich profitable Strukturen der Konstruktion und Fertigung durch Produkteigenschaften ersetzt wurden, die es erschwerten, zu einer rentablen Fertigung zu gelangen.

Der von Clark und Fujimoto durchgeführte Vergleich zeigt, daß japanische Produzenten Produkte erstellen, die mehr Karosserievariationen und mehr neukonstruierte Teile enthalten, also Faktoren beinhalten, die die Entwicklung erschweren - gleichwohl weisen sie die oben aufgeführten Leistungsvorteile ihrer FuE Organisation auf. Mit weniger Konstruktionsstunden in kürzerer Entwicklungszeit mit höherer Produktqualität entwickeln sie mehr unterschiedliche Typen der Karosserie, nur übernehmen sie weniger vorhandene Teile und beziehen in stärkerem Maße die Zulieferer ein.

4. Wettbewerbsvorteile durch intelligente Organisation von FuE

Will man mehr in kürzerer Zeit erreichen, so liegt es nahe, den "Input" an Arbeit zu erhöhen. Wer mehr Ingenieurarbeit in kürzerer Zeit haben werden will, sieht sich daher mit der Versuchung konfrontiert, mehr Ingenieure einzustellen. Dies scheint das Muster gewesen zu sein, nach dem Automobilhersteller in Europa in den 80er Jahren versucht haben, die Defizite ihrer Forschungs- und Entwicklungsorganisation zu kompensieren. Das Ergebnis: Längere Zeiten von Forschung und Entwicklung, mehr Ingenieure - mehr Zeit für Forschung und Entwicklung.

Der Vergleich mit den japanischen Konkurrenten zeigt, daß "weniger" auch mehr sein kann. Intelligente Organisationsprinzipien vom Typ "Lean Organization" erlauben es, in kürzerer Zeit mit höherer Qualität bessere Produkte zu erstellen.

Woran liegt dies? Liegt es an der qualifikatorischen Ausrichtung und am Engagement der Ingenieure, an der hierarchisch-machtmäßigen "Positionierung" von FuE in Unternehmen, kurz: an der Intelligenz der Organisation, die sie nicht hindert, sondern die ihre Potentialentwicklung gezielt fördert?

Die Arbeit von Ingenieuren, die Organisation von Forschung und Entwicklung, ist in Relation zu den Eigenschaften des Produktes einerseits und denen des Herstellungsprozesses des Produktes andererseits zu sehen. Die Anforderung an das Maß an Intelligenz der Organisation von FuE wird daher bestimmt "durch bestimmte Voraussetzungen, die konstruiert werden durch die Eigenschaften des Produktes und durch die konstruierten Eigenschaften des Produktionsprozesses. Die Komplexität eines Projektes (der Entwicklung eines neuen Produktes und seiner Herstellung, H.W./R.S.) spiegelt die des Produktes und des Prozesses wider" (Clark/Fujimoto 1992: 20f).

Produkt und Produktionsprozeß sind jedoch nicht als Konstante, sondern als Variable, als der Gestaltung und Organisation zugängige Parameter zu behandeln. Der eine Parameter umfaßt die Anzahl der für das Produkt benötigten bzw. den Umfang der extern bezogenen Teile, die zweite Dimension umfaßt die Komplexität des Produktionsprozesses und seine Zerlegung in einzelne Produktionsphasen und die dafür notwendige technische und soziale Ausstattung.

Produkte, die unter den Prämissen der Lean Production produziert und konstruiert wurden, zeichnen sich dadurch aus, daß sie einer Logik der Reduzierung der Teile ebenso folgen wie einer Logik der Reduzierung der selbsterstellten gegenüber den fremdbezogenen Leistungen bzw. Teilen. Wenn ein Fahrzeug 2.000 Teile weniger braucht, dann bedeutet dies nicht nur, daß entsprechend weniger Teile beschafft, bevorratet, eingebaut, gewartet bzw. ersetzt werden müssen, sondern daß auch, bezogen auf die Referenz Forschung und Entwicklung, eine entsprechend geringere Anzahl von Teilen entwickelt, weniger Prototypen gebaut, weniger getestet, weniger hergestellt werden müssen.

Die schlanke Produktion beinhaltet damit nicht nur Prinzipien der "schlanken Herstellung", sondern ebenfalls Prinzipien der "schlanken Konstruktion" - bezogen auf das Produkt, den Produktionsprozeß und schließlich auf die Organisation von Forschung und Konstruktion.

5. Schlanke Produktion - schlanke Konstruktion

Geht es in dem Konzept der Lean Production zentral um die intelligente Organisation der Integration von Teilen und Komponenten zum Produkt, also dem Produktionsprozeß, steht bei der Konstruktion eines neuen Produktes die Organisation des Flusses von Informationen im Rahmen des Entwicklungsprozesses im Vordergrund. Stellt man diese beiden Bereiche gegenüber, gibt es eine Reihe von zunächst überraschend anmutenden Parallelen: den kurzen Fertigungsdurchlaufzeiten in der Produktion entsprechen kurze Entwicklungszeiten in der Entwicklung, ebenso wie häufiges Umrüsten auf der einen Seite dem häufigen Modellwechsel auf der anderen Seite entspricht. Dem Nullpufferprinzip, also dem Bestreben, keine Lager in der Produktion entstehen zu lassen, entspricht die Verringerung der Informationsbestände zwischen den einzelnen Phasen der Produktentwicklung. Der frequentierten, vergleichsweise kontinuierlichen Übermittlung von Informationen zwischen vor- und nachgelagerten Stellen entspricht der Stück-für-Stück Transfer von einzelnen Teilen innerhalb der Prozeßkette der Produktion. Das schnelle Feedback bei Fertigungsproblemen und ihre rasche Lösung finden ihre Entsprechung in der Forschung ebenso wie die nachfrageorientierte Steuerung von für die Produktion bestimmten Teilen: in Forschung und Entwicklung ist es das Prinzip des frühestmöglichen Feedbacks von Informationen über potentielle Probleme und deren rasche Lösung ebenso wie das Auslösen vorgelagerter Aktivitäten durch nachfrageorientierte.

Neben diesen prozeßorientierten Parallelen gibt es Parallelen in der Dimension organisatorischer Fähigkeiten. In beiden Bereichen werden Verbesserungen in Qualität, Lieferzeit und Prozeßproduktivität angestrebt - beim einen die Fertigungs-, beim anderen die Entwicklungsproduktivität. Während die Produktion darauf abzielt, auf Anrieb verkaufsfähige Produkte herzustellen, zielt der Bereich der Konstruktion darauf ab, auf Anrieb herstellbare Produkte zu entwickeln. Der Flexibilität bei Änderungen in den Dimensionen Produktmix, Mengen und Konstruktion entspricht die Flexibilität bei Änderungen von Konstruktions-, Termin- und Kostenzielen. Breitere, an Beruflichkeit der Arbeit ausgerichtete Qualifikationen, ein umfassendes integriertes Aufgabenspektrum und Mitwirkung bei der Gestaltung der Arbeitsprozesse fördern den Fortschritt der Produktivität in der Produktion. Verstärkte Ausbildung von "Modellierungsentelligenz" (Mickler u.a. 1992) - Anpassungsleistungen an Marktvorgaben, Beachtung fertigungsgerechter Entwicklung und Konstruktion - und synthetisch-strategischer Orientierungen erhöhen die Produktivität der Ingenieure in Forschung und Entwicklung und den entsprechenden Konstruktionsarenen.

Die Reduktion von Puffern, die engere Kopplung zwischen den einzelnen Phasen zwingen zu intensiverem Informationsaustausch, zur Lösung von Problemen und zur Erzielung von Verbesserungen (s. hierzu Clark/Fujimoto 1992: 173f).

Auf zwei weitere Aspekte organisatorischer Ähnlichkeit zwischen Produktion und Konstruktion soll noch hingewiesen werden:

- Zum einen ist ähnlich wie in der Produktion in der schlanken Entwicklung eine Verstärkung von Elementen der Selbstorganisation festzustellen. Selbstorganisation in der Hinsicht meint, daß in der Organisation der hierarchische

Apparat zur Steuerung von fremdorganisierten Tätigkeiten reduziert wird und Funktionen aus überlagerten Bereichen in spezielle Organisationseinheiten - etwa Teams oder Gruppen - reintegriert werden. Dies beinhaltet sowohl eine Ausweitung des Aufgabenspektrums als auch eine Reintegration von Verantwortung und Zuständigkeit. Damit angesprochen ist eine gewisse Rücknahme funktionaler Differenzierung und eine Erhöhung der Mechanismen der Selbstabstimmung und Koordination. Dies impliziert verstärkten Informationsaustausch und Kommunikation.

- Der zweite Aspekt beinhaltet neben verstärkter Reintegration von Funktionen und Prozessen die Zunahme von Prinzipien der "engen Kopplung". Während die moderne Organisationsforschung insbesondere auf die Vorteile der Prinzipien der "lockeren Kopplung" (s. Weick 1985: 163ff) aufmerksam gemacht hat - ggf. in zu naher Affinität zu den 'Vorteilen' der Massenproduktion - setzen Lean Production Organisationen auf das zum Teil als riskanter bezeichnete Prinzip der engen Kopplung, wobei die Riskanz durch die Senkung von Fehlerquoten reduziert wird. Das Prinzip der engen Kopplung innerhalb der Fertigung entspricht dann dem Prinzip der engen Kopplung innerhalb der Konstruktion, verbunden mit intelligenten Formen der Steuerung parallel ablaufender Prozesse. Dem simultanen Produzieren entspricht dann das simultane Konstruieren - Simultaneous Engineering. Wenn die Entwicklung des Produktes nahezu zeitgleich läuft mit den Prozessen der Entwicklung der für dieses Produkt notwendigen Herstellungsverfahren und Apparaturen, dann tritt eine entsprechende Beschleunigung ein - allerdings auch verbunden mit einer Zunahme der Riskanz von vorzeitigen Festlegungen bei Produktionsentwürfen. Neben der Kommunikation, den psychischen Dispositionen zur Kooperation und den Qualifikationen der Ingenieure ist es insbesondere die Art und Weise, wie Forschung und Konstruktion, wie die Vorbereitung zur Herstellung eines Produktes organisiert, d.h. differenziert und koordiniert wird, die die Produktivitätskonkurrenz berührt. In allen Ländern der Triade ist es üblich, die Reihenfolge der Entwicklungstätigkeiten in fünf Komponenten aufzuteilen:

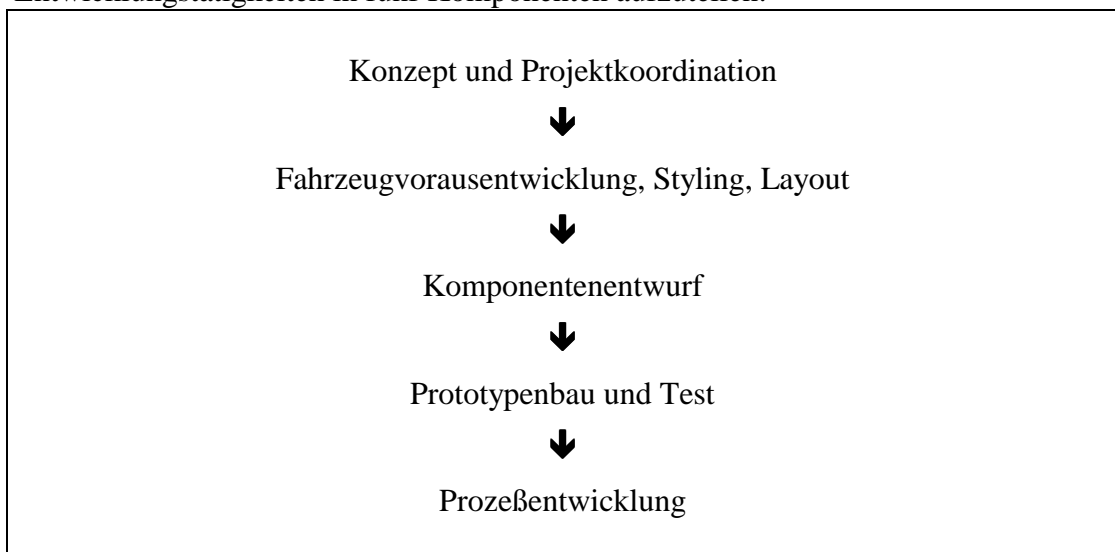


Abb. 2: Reihenfolge der Entwicklungstätigkeiten in fünf Phasen

Zentraler Punkt für die Beschleunigung und Verbesserung der Entwicklungsprozesse sind Fragen der Strukturierung von Spezialisierung und Bereichsintegration. Sowohl in den japanischen, als auch in amerikanischen und europäischen Firmen hat sich zur Lösung dieses Problems - also des Bezugs von Leistungen aus ausdifferenzierten Funktionen und die Integration dieser Leistung in spezielle Entwicklungsprojekte bzw. Produkte - eine mehr oder minder ausgeprägte Form der Integration von Prozeßsteuerung einerseits und funktionaler Differenzierung andererseits herausgebildet. Das Resultat ist eine mehr oder minder elaborierte, nach unterschiedlichen Akzenten strukturierte Matrixorganisation. Dabei zeigt sich, daß sich ähnlich wie in der Produktion, asiatische Produzenten durch einfache, flache Organisationsstrukturen auszeichnen, während im westlichen Organisationsmodell hierarchische Strukturen mit starker Akzentuierung funktionaler Differenzierung überwiegen. Im Rahmen westlicher Organisationsstrukturen von Forschung und Entwicklung dürfte es dabei zu einer nicht unerheblichen Arbeitsteiligkeit und Spezialisierung dieses Arbeitstyps gekommen sein.

Insgesamt ist jedoch auch hier ein Trend zur Rücknahme funktionaler, hierarchischer Strukturen zu mehr fachbereichsübergreifender (crossfunctional) Prozeßorganisation zu verzeichnen. Dies waren Versuche, die hohen Integrationsprobleme einer stark funktional und sequentiell differenzierten Organisation - ganz im Sinne von Taylor und Fayol - zu überwinden und handhabbar zu machen.

Der japanische Wettbewerbsvorteil in Bezug auf Schnelligkeit, Produktivität und Qualität der Produktentwicklung ist nicht zuletzt in diesem Vermögen begründet (s. auch Moritz 1993 für den japanischen Werkzeugmaschinenbau). Crossfunktionale Arbeitsorganisationen erhöhen die Reflexivität der einzelnen Organisationseinheiten und führen durch überlappende Organisationsprinzipien, verbunden mit stärkeren Feedbacks - sowohl im laufenden Fluß der Informationen als auch bei auftretenden Problemen - insgesamt zu einer intelligenteren Form der Organisation der Entwicklung als dies im tayloristisch-fordistischen Modell der Fall ist. Dies gilt nicht nur für die Erhöhung der Reflexivität und Expansivität innerhalb der einzelnen Abteilungen bzw. Projektgruppen im engeren Bereich der Produktentwicklung, sondern auch in Bezug auf andere Referenzen etwa der Fertigungsvorbereitung, der Kundenanforderungen oder des Einhaltens von Kostenvorgaben.

Neben dem generellen organisatorischen Layout und der höheren Reflexivität und Responsivität von Prozessen sind es eine Reihe von anderen organisatorischen Faktoren, die zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit im Bereich Konstruktion beitragen können. Dazu gehören vor allen Dingen folgende Aspekte:

- Projektleitung

Zentral für die Effektivität und Effizienz von Entwicklungsprojekten ist die Stellung der Projektleitung. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Verteilung von Macht-, Entscheidungs- und Verantwortungskompetenzen zwischen den einzelnen funktionalen Abteilungen und dem Entwicklungsprojekt. Projektmanager, die mit umfassenden Kompetenzen in diesen drei Dimensionen ausgestattet sind, die für den gesamten Projektablauf einschließlich sich ergebender Verbesserungsmaßnahmen am Modell und für die Auswahl der Mitglieder des Entwicklungsteams verantwortlich

sind, haben sich als besonders vorteilhaft für diese Struktur erwiesen. Nicht nur ist eine starke Stellung des Projektleiters bzw. Produktmanagers gefordert, sondern von ihm werden auch spezielle Qualifikationen erwartet: integratives Denken, Kommunikationsfähigkeit mit ausdifferenzierten, gegebenenfalls an spezifischen disziplinären Kriterien orientierten Sprachstilen im Bereich von Forschung und Entwicklung, Marketing, Herstellung, Produktion etc.. 'Starke' Projektleiter müssen in der Lage sein 'verschiedene Sprachen' zu beherrschen und kommunizieren zu können.

- Teamarbeit

Die schlanke Projektentwicklung zeichnet sich ähnlich wie in der Produktion durch das Vorherrschen von Teamarbeit aus. Crossfunktionale oder interfunktionale Zusammensetzung, d.h. Rekrutierung der Mitarbeiter aus sämtlichen relevanten betriebsinternen Fachbereichen konstituieren ebenso das Team, wie Mitarbeiter aus Zulieferer- und Händlerbetrieben. Ähnlich wie in der Produktion ist auch hier das Team der Nukleus der neuen Organisation von Forschung und Entwicklung. Entscheidend dabei ist, daß die Mitglieder des Projektteams nicht nur okkasionell, sondern relativ dauerhaft dem Team angehören, und daß aufgrund von personalpolitischen Maßnahmen der Tätigkeit im Projektteam absolute Priorität vor der Tätigkeit in Projektteilungen eingeräumt wird. Japanische Personalpolitiken verstärken die Referenz des Personals an den Prioritäten des Projektes, nordamerikanische und westeuropäische Personalpolitiken dagegen führen zu einer Schwächung der Orientierung an den Erfordernissen des Projektes (s. Ernst/Wiesner 1994). Dabei ist es nicht unerheblich, daß die Mitglieder des Teams für die Dauer des Projektablaufs für die Tätigkeit verantwortlich sind und dort abgestellt werden. Eines der personalpolitischen Hilfsinstrumentarien zur Verbesserung von Forschung und Entwicklung ist die Bindung der weiteren Karriere der Mitglieder des Projektteams an die Erfolge des Projektes. Nicht die Fachabteilung darf weiter Karrierereferenz sein, sondern das Entwicklungsprojekt.

- Targetcosting

Während in nordamerikanischen und westeuropäischen Firmen bis vor kurzem das Prinzip der Aufschlagskalkulation bei Produkten verwandt wurde, verfahren japanische Firmen umgekehrt: erst wird der Preis definiert, anschließend werden die Kosten daran orientiert. Aufgabe der Ingenieure ist es dann, unter Einsatz technischer Entwicklungs- und Konstruktionsintelligenz kostengerechte Produkte und Produktionsverfahren auf den Weg zu bringen. Umgekehrt im westeuropäischen Verfahren mit seinem Appel an die intellektuell-technische Raffinesse: wenn man Ingenieure beauftragt 'das beste Auto der Welt' zu konstruieren, dann muß man sich nicht wundern, wenn man dieses Fahrzeug anschließend auf der Basis der Aufschlagskalkulation zum doppelten Preis der Konkurrenz positionieren muß. Im Bereich der Oberklasse kann dies leicht zu Differenzen von mehr als 100.000 DM führen - so mancher Marketingexperte wird darüber 'graue Haare' bekommen.

Japanische Firmen haben ihre Ingenieure rechtzeitig daran gewöhnt - Ausbildung, Selbstverständnis und Status in der Organisation befördern diesen ökonomischen Habitus - Zielkosten zu akzeptieren und dafür entsprechende Produkte zu entwickeln, d.h. man geht davon aus, einen konkurrenzfähigen Marktpreis zu definieren, auf dessen Basis man die Gewinnspanne festlegt, die Kostenobergrenze ermittelt und diese bindend festschreibt.

Die Leistungsvorteile japanischer Unternehmen im Bereich FuE resultieren nicht zuletzt aus der Beachtung dieser Prinzipien. Während westeuropäische und amerikanische Firmen nach "mißlungenen" Konstruktionen zeitraubende Entwicklungsschleifen absolvieren mußten, starteten japanische Konkurrenten schon in die nächste Produktentwicklungsrunde.

- Kommunikation

Die Integration komplexer Prozesse in ausdifferenzierten Organisationen verlangt ein hohes Maß an Kommunikation und Informationsaustausch. Die starke Dominanz der Projektorganisation in Japan führt dazu, daß Problemlösung und Interessenausgleich nicht erst am Ende des Projektes, sondern zu Beginn der Arbeit erfolgen. Die breitere Form des Startens des Entwicklungsprojektes - sie verläuft fast umgekehrt wie bei der traditionellen Organisation von Forschungsprozessen in Westeuropa - führt zu entsprechenden Verbesserungen des Forschungs- und Entwicklungsprozesses. Da in japanischen Gesellschaften "das Ganze" mehr zählt als das individuelle Vorwärtskommen, fehlt in japanischen Teams weitgehend das Problem der Monopolisierung von Informationen zwischen Mitgliedern des Teams und einzelnen Organisationsabteilungen. Der Zugang zu umfassenden Informationen über den einzelnen Konstruktionsprozeß hinaus durch überlappende Informationsstrukturen, führt zu qualitativ einwandfreieren, d.h. genaueren und aktuellen Informationen.

- Zeitliche Synchronisation

Während das westeuropäisch-nordamerikanische Entwicklungsmodell eine starke Sequenzierung und funktionale Differenzierung beinhaltet, weisen japanische Prinzipien eine stärkere Synchronisation unterschiedlicher Entwicklungsprozesse und eine Reduktion funktionaler Differenzierung bei Erhöhung der Reflexivität aus. Dies macht sich unter anderem darin bemerkbar, daß die einzelnen Phasen des Entwicklungsprozesses und die einzelnen Entwicklungsobjekte parallel bearbeitet werden. Dies schließt auch Phasen der Parallelkonstruktion z.B. der Werkzeuge ein und führt damit zu einer deutlichen Beschleunigung der Realisation der neuen Produkte.

Während es in der (deutschen) Automobilindustrie z.T. als nicht ungewöhnlich galt, daß nach der Konstruktion zur Erzielung der Fertigungsfähigkeit eines neukonstruierten Produktes bis zu 1.000 Änderungen notwendig waren, die besonders kostspielig waren, ist die neue Form der Organisation der Konstruktion vom Konzept her in der Lage, zeitgleich die Anforderungen der Fertigung zu berücksichtigen. Die Erhöhung der Reflexivität der Teams bei umfassenderer Aufgabendefinition führt schließlich zur Berücksichtigung nicht nur von zeitsparenden Kriterien wie der Reduzierung der

Anzahl der Teile, des Aufbaus von Komponenten, sondern auch der Philosophie, daß "weniger mehr sein kann".

- Integration von Zulieferern und Händlern

Die oben aufgeführten Untersuchungen machen deutlich, daß die Beteiligung der Zulieferer an der Konstruktion bei japanischen Unternehmen signifikant höher ist als in Westeuropa oder Nordamerika. Japanische Firmen waren also in der Lage, die Komplexität des Konstruktionsprozesses durch ein "Sharing" von Konstruktionsaufgaben mit dem Know-how von konstruktionsgeeigneten Lieferanten der - ersten - Stufe zu verbessern und damit zu einer erhöhten Leistungsfähigkeit zu kommen. Sowohl die Reduktion von Teilen als auch die Übernahme von Konstruktionsaufgaben reduziert die Konstruktionskomplexität und die Anforderungen an die Steuerung der Integration. Gemeinsame Kostenanalysen, ein Sharing von Produktivitätsvorteilen und relativ dauerhaft angelegte Beziehungen führen zu einer neuen strategischen Wirksamkeit, zu der westeuropäisch-nordamerikanische Konkurrenten erst allmählich finden müssen.

Dies gilt ebenso für die Erhöhung des Feedbacks und die Beteiligung des Vertriebs an entsprechenden Konstruktions- und Entwicklungsoperationen. Sowohl die Organisation des Feedbacks über Konstruktionsfehler als auch die kontinuierliche Marktbeobachtung und deren Einspeisung in neue konstruktionsrelevante Merkmale wird durch die Integration von Händlern in die neue intelligente Form der Konstruktion und Entwicklung erzielt. Auch hier haben westeuropäisch-nordamerikanische Firmen einen hohen Nachholbedarf.

6. Re-engineering Engineering - zum Wandel von Arbeit, Organisation und Qualifikation von Ingenieuren

Industriesoziologische Forschung Anfang der 80er Jahre hegte noch Zweifel daran, ob das seit Adam Smith (1776) propagierte System der Zersplitterung der Arbeit in möglichst viele kleine kurzphasige Arbeitsschritte bereits beendet sei: "Das Ende der Arbeitsteilung?" fragten Kern/Schumann (1984) noch.

Die Zunahme wissenschaftlicher Erkenntnisse und die Verbreitung empirischer Forschung (s. Schumann u.a. 1994; Pries u.a. 1990) haben deutlich werden lassen: Nicht nur die Teilung der Arbeit in der Fabrik bzw. in der betrieblichen Gesamtarbeit steht zur Disposition, vielmehr auch Formen organisatorischer Differenzierung und interorganisatorischer Zuständigkeitsverteilung.

Zu Beginn der Industrialisierung, aber vielleicht auch noch zu ihrem Höhepunkt, konnten Unternehmen ihre Marktposition dadurch ausbauen, daß sie ein (Massen-)Produkt auf den Markt brachten, dessen technische Vorteile sie über Jahre nutzten und dessen Herstellungskosten sie über die Massenproduktion reduzierten. Das Produktionsmodell der Massenproduktion, das von der Abschottung der Produktion vom Marktgeschehen lebte, war zugleich ein Höhepunkt im Einklang von technischen Massenqualifikationen der Ingenieure und technisch fixierten Produktivitätsdevisen. Im traditionellen Modell der Massenproduktion prozessierten aufgrund der Sequenzierung und der Differenzierung in Abteilungen Entwicklungen peu á peu von Abtei-

lung zu Abteilung. Zum Höhepunkt der Massenproduktion galten die Ingenieure noch als die 'Mandarine' des Industriezeitalters, die in ausdifferenzierten Organisationsabteilungen, z.T. in separierten Organisationen, nach einer eigenen, die technische Phantasie und Raffinesse optimierenden Organisationslogik zusammengefaßt waren, die, je nach Gegebenheit, mehr auf Kreativität oder auf mehr Standardisierung hin organisiert waren.

Steigende Möglichkeiten der Auswahl am Markt, verbesserte Qualität, schnellere Lieferfähigkeit, stärkere Orientierung an Bedürfnissen der Kunden und hohe Qualität zu niedrigeren Preisen konstituieren ein neues Anforderungsprofil - nicht nur für das Management, sondern auch für die Ingenieure.

Arbeit, Organisation und Qualifikation der Ingenieure der Zukunft wird nicht mehr an der artifiziellen Trennung von Konstruktion und Fertigung, Vertrieb und Zulieferer orientiert sein. Den Jahrzehnten der Ausdifferenzierung und Spezialisierung von Funktionen innerhalb der Unternehmen und einzelner Organisationsabteilungen - etwa Forschung und Entwicklung - folgt offenbar eine Entwicklung, die auf die Reintegration ursprünglich ausdifferenzierter Funktionen drängt. Auf der Basis des neuen intelligenten Organisationskonzepts arbeiten crossfunctional zusammengesetzte Projektteams daran, über eine bestimmte Zeitdauer ein gemeinsam zu verantwortendes Projekt zu einem erfolgreichen Ende zu bringen. Mit der Konstruktion beauftragte Experten reflektieren somit gleichzeitig die Erfordernisse der Produktion, des Marketings, der Zulieferer, des Controllings etc.

Die höhere Reflexivität und Integration von Forschungs- und Entwicklungsprojektteams führen jedoch nicht dazu, daß die Entwicklungszeit, die eingesetzte Manpower, die zu korrigierenden Fehler, die einzubringenden Ressourcen vervielfacht werden können, im Gegenteil: Lean Management in Forschung und Entwicklung bedeutet auch hier: Von allem die Hälfte! Die Hälfte an Ingenieuren, die Hälfte an Zeitaufwand, die Hälfte der Fehler, die in der anschließenden Produktion auftreten, die Hälfte der Umstellungsprobleme, die Hälfte der Garantiemängel. Die Übertragung des Prinzips des Lean Managements vom Bereich der Herstellung auf den Bereich von Forschung und Entwicklung hat ähnliche Konsequenzen wie im Bereich der Weiterbildung (s. Weber 1994a).

In Anbetracht der Globalisierung des Wettbewerbs und neuer intelligenter Organisationskonzepte stellt sich für die Ingenieure und für das Management von Unternehmen eine neue Herausforderung: Lean Production, in Verbindung mit "Lean Construction". Damit sind einschneidende Konsequenzen in den Dimensionen Arbeit, Organisation und Qualifikation verbunden.

6.1 Arbeit

Für die Arbeit der Ingenieure ist vor allen Dingen der Trend der "Re-Kontextualisierung" von Bedeutung. Ingenieurarbeit in der Massenproduktion war eine "abgehobene", in einzelnen Organisationen bzw. Suborganisationsabteilungen sich vollziehende, häufig stark differenziert organisierte Arbeit (s. Hildebrandt/Seltz 1989). Wechselseitige Abschottungen, "Mauern" zwischen den Abteilungen, bereichsspezifisch orientierte Lösungsprioritäten, defizitäre Integration der

Gesamtherstellungskette ebenso wie die "hoch elaborierten technischen Designstandards" (s. Naschold 1992) generierten die bekannten produktivitätshemmenden Wirkungen. Die "Sozialverfassung" der Produktion (s. Hildebrandt/Seltz 1989) mit ihren genuinen Humanressourcen war ein weithin unbekanntes Terrain. Hiermit korrespondiert auf Entwicklungs-/Konstruktionsebene eine technikdominierte "Konstruktions-Grundstimmung" in den Organisationen ohne faktische Mobilisierung der sozialen Prozeßdimension der Konstruktion als kontinuierliche Kommunikations- und Kontaktdynamik und Wissenseinholungsgebot entlang und innerhalb der Herstellungskette des Produkts (von Entwicklung/Konstruktion bis zur Fertigung).

Re-Kontextualisierung meint, daß die einzelne Ingenieurarbeit zusammengefaßt wird zu Bündeln zusammengehörender Entwicklungstätigkeiten, bei denen Kommunikation und Abstimmung das Zentrum der gemeinsamen Arbeiten ist. Re-Kontextualisierung meint darüber hinaus die Reintegration der Berücksichtigung unterschiedlicher funktionaler wie sonstiger Aspekte. Die Ingenieurarbeit des Konstruierens und Entwickelns wird reintegriert in einen sinnhaften Kontext der Produkt- und Prozeßentwicklung.

Die Reintegration und Re-Kontextualisierung der Ingenieurarbeit akzentuiert gegenüber der bislang dominierenden Referenz der Orientierung an jeweils zu konstruierenden Einheiten eine Reorientierung an dem Prozeß des Entwickelns als Ganzes.

Die bislang stark sequentiell differenzierte Form der Ingenieurarbeit wird "angereichert" durch überlappende, die einzelne Projektphase übergreifende Orientierungen. Die Operationen des Konstruierens werden dabei nicht nur beobachtet unter der Perspektive der zunehmenden Kompatibilisierung mit fremden Referenzen, sondern auch unter der Perspektive der Realisierung selbstgesetzter bzw. fremdgesetzter Entwicklungsmerkmale. Abweichungen bzw. Defekte in der Konstruktion werden daher zum permanenten Gegenstand der Selbstverbesserung des Konstruierens und der Kommunikation in den teamförmigen Organisationsformen der Ingenieurarbeit. Die Formen unternehmerischer Organisation vom Typ "Lean Management", die verstärkte Integration interorganisatorisch erreichbarer Akteure, die zunehmende Globalisierung wirtschaftlicher Aktivitäten und die nach strategischen Kriterien geordnete Lokalisierung interorganisatorischer bzw. organisatorischer Schwerpunkte führen zu einer Dislozierung bislang regional konzentrierter Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Die Dislozierungseffekte im Bereich von Forschung und Entwicklung, im Bereich der Ingenieurarbeit, treffen dabei mehrere Dimensionen.

- Globalisierung der Märkte - Lokalisierung der Konstruktion

"Global Players" - also Unternehmen, die aufgrund ihrer Organisationskomplexität in der Lage sind, auf den globalen Märkten zu operieren (s. Weber 1994c) - entwickeln Konzepte der strategischen Dislozierung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in der "Weltgesellschaft" (Luhmann 1975). Verstreut in der Triade Asien - Nordamerika - Westeuropa werden, dies ist ein Beispiel in der Automobilindustrie - auf der Basis von unterschiedlichen Kriterien - etwa Marktpräsenz, organisatorische Integration - Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten innerhalb des

Produktspektrums nach tatsächlichen oder vermeintlich strategischen Kriterien verteilt. Für die Entwicklung von kleineren und mittleren Automobilen wären dann etwa nur ein spezifisches Autoentwicklungszentrum in Westeuropa im Rahmen der globalen Aktivitäten zuständig. Mit der Folge, daß sämtliche, vielleicht ursprünglich mit diesen Aktivitäten in anderen Ländern ebenfalls befaßten Forschungs- und Entwicklungsteams, damit nicht mehr befaßt würden.

- Reduktion der Fertigungstiefe - Reduktion der Konstruktionstiefe

Ähnlich wie im Bereich der Herstellung wird im Bereich von Forschung und Entwicklung die jeweilige "Produktions- bzw. Fertigungstiefe" reduziert. Die interorganisatorische Verknüpfung von Herstellung und Entwicklung führt zu einer Reduzierung der Forschungsarbeiten bei den Herstellern von Automobilen. Der Anstieg der konstruktiven Beteiligung von Zulieferern erhöht entsprechend den Anteil der Ingenieurarbeit in diesem Segment. Für die Ingenieurarbeit kann dies bedeuten, daß in Zukunft interorganisatorische Netzwerke relevanter werden als das Zusammenspiel mit innerorganisatorischen Abteilungen des ursprünglichen Herstellerbetriebs.

- Neuverteilung von Verbesserungs- und Innovationskompetenzen

In der traditionellen Massenproduktionsorganisation hatten die Ingenieure das "Monopol" für Veränderung - sei es im Prozeß der Herstellung oder im Prozeß der Konstruktion (s. Volkholz 1992). Die neue "Lean Construction" Ingenieurarbeit bricht mit dieser privilegierten Position: Die Verbesserung von Produkten und Produktionsverfahren wird zur Aufgabe von allen in der Organisation, insbesondere derjenigen, die mit Wertschöpfungsprozessen befaßt sind. Verbesserung ist nicht mehr die Aufgabe einer speziellen Abteilung, sondern Pflicht aller an dem Prozeß Beteiligten. Damit bekommt die Ingenieurarbeit einen vollkommen anderen Status innerhalb des gesamten Gefüges von Konstruktion und Fertigung. Ingenieurarbeit verliert ihr Monopol und gerät in eine diskursive Struktur mit multiplen Beteiligten aus unterschiedlichen Prozeßphasen und Funktionsbereichen.

- Reduktion von Herstellungs- und Konstruktionskomplexität

Die Verteilung von Entwicklungskompetenzen in Bezug auf unterschiedliche Produkte und Komponenten, spezifiziert nach gesonderten Regionen, die Übertragung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf Zulieferer, die Verbreitung von Kompetenzen und Wissen für Verbesserung und Innovationen auf die Gesamtheit der in der Organisation Beteiligten führen zu erheblichen Veränderungen der Komplexität der Ingenieursarbeit. Das Monopol für die Forschung und Entwicklung, für die Veränderung von Konstruktions- und Produktionsverfahren fällt. Dieser Prozeß der Reduktion der Komplexität von Ingenieurstätigkeit verschärft sich in dem Maße, wie Prinzipien des Lean Managements auf den Konstruktionsprozeß und seine Beteiligten selbst bezogen werden. Lean Construction beinhaltet die Durchforstung von Konstruktionsprogrammen hinsichtlich der Reduktion von Gleichteilen und der Reduktion von ähnlich gelagerten Komponenten. Die Erhöhung von Gleichteilen in neukonstruierten Produkten, die Reduktion neuentwickelter Teile, die Einbeziehung von Lieferanten in diesen Prozeß führen insgesamt zu einer Verschlankung des Konstruktions- und Entwicklungsprozesses. Damit sinkt der Aufwand, für den Ingenieursarbeit bereit gestellt werden muß.

- Von der Selbstreferenz zur Fremdreferenz - zur erhöhten Reflexion der Ingenieurarbeit

Galt in der Massenproduktion die Selbstorientierung der Ingenieure an sich selbst als eines der zentralen Merkmale - aber auch als eines der zentralen Defizite - so wird die neue Ingenieurarbeit bevorzugt an den Referenzen der Wertschöpfung orientiert sein. Ähnlich wie im Bereich anderer Suborganisationseinheiten von Unternehmen gewinnt die Wertschöpfung damit eine zentrale Referenz der Konstruktions- und Entwicklungsarbeit.

Die Ingenieurarbeit erhält durch die Übertragung der Prinzipien des Lean Managements auf sich selbst einen vollkommen anderen Charakter. Standen in der ursprünglichen Logik die "Einzelkämpfer" im Rahmen spezialisierter Forschungs- und Entwicklungsarbeit im Vordergrund, die sich ihren eigenen Imperativen gemäß entwickelten ("closed-shop-Mentalitäten"), so wird es in Zukunft die Teamarbeit sein, die den Schwerpunkt der Ingenieurarbeit ausmacht. Sie wird dabei in Zukunft weniger als organisatorisch eigenständige Einheit, sondern vielmehr als Einheit auftreten, die in permanenter Abstimmung mit anderen Organisationseinheiten steht. Dies betrifft sowohl den Bereich der Fertigung als auch außerorganisatorische Bereiche, wie den Bereich der Zulieferer oder den Bereich des Vertriebs. Dabei wird die Anzahl der von den Ingenieurabteilungen zu berücksichtigenden Referenzen zunehmen. Das Volumen der Ingenieurarbeit wird je nach dem, in welchem Maße die Organisation auf eine Diversifizierung von Produktspektren und Produktzyklen dringt, ab- bzw. zunehmen.

Da anzunehmen ist, daß die Diversifizierung in zunehmende Produktzyklen schwieriger sein wird als die "Rationalisierung" bestehender Produktzyklen, wird zu erwarten sein, daß das Maß an Ingenieurarbeit, das in Zukunft Beschäftigungsverhältnisse konstituiert, eher rückläufig sein wird. "Von allem die Hälfte" gilt dementsprechend auch für die Berufschancen zukünftiger Ingenieure (s. Der Spiegel Nr.42/43, 1993).

6.2 Organisation

Wenn Produkt- und Produktionsverfahrenszyklen sich verkürzen, dann wird die Organisation von FuE zu einem zentralen Wettbewerbsfaktor (s. Stalk/Hout 1992: 45ff). Die Kontrastierung von Organisationsprinzipien der FuE in der Massenproduktion mit denen von Prinzipien in der schlanken Organisation hat deutlich werden lassen, daß die intelligente Organisation von FuE entscheidende Effizienz- und Effektivitätsvorteile zu erzielen vermag. Die Leistungsfähigkeit von Forschung und Entwicklung ist damit zu einem erheblichem Maße abhängig von der Intelligenz der Organisation dieser Aktivitäten.

Neben anderen Organisationsänderungen ist damit das "Reengineering" der Ingenieursarbeit in den traditionellen Forschungs- und Entwicklungsorganisationen von zentraler Bedeutung. Fragt man nach den zentralen Konstituenzen des neuen Organisierens, dann fallen einige zentrale Aspekte auf: ähnlich wie in anderen Organisationsbereichen sind es vor allem die Elemente des Abbaus von Hierarchien, der Verstärkung der Steuerung von Prozessen und der Reduzierung der Orientierung an Abteilungen.

Im Zentrum steht die Steuerung der Prozesse bei der Entwicklung neuer Produkte und der Umsetzung in modernisierte Verfahren der Herstellung. Zentrales Anliegen jeder Art von Reorganisation in diesem Bereich ist daher die Rücknahme der Eigenorientierung der jeweiligen Organisationsbereiche - seien es die einzelnen Bereiche der Konstruktion oder der Fertigungsvorbereitung.

"Re-engineering" ist dann auch der Begriff dafür, daß man zuvor ausdifferenzierte Funktionen in neue projektorientierte Strukturen überführt und effektives Management von Prozessen zu betreiben versucht. Die Referenz der Organisationsabteilungen ist dann nicht mehr die Selbstreferenz, sondern die Selbstreferenz der ablaufenden Prozesse und der gesteuerten Finalisierung. Unter Zeitaspekten gewinnt daher vor allen Dingen die Synchronisierung von simultan ablaufenden Prozessen einen strategischen Stellenwert. Betrachtet man dies nicht nur als Problem von interorganisatorischen Abstimmungsprozessen, sondern auch vor dem Hintergrund von Komponentenauslagerungen auf Zulieferer bzw. auf global differenzierte Forschungs- und Entwicklungseinheiten, dann wird deutlich, welche Art von Komplexität auch dieser Prozeß noch beinhaltet.

Reorganisation der traditionellen Organisation von Forschung und Entwicklung bedeutet jedoch auch die verstärkte Berücksichtigung der Kompatibilität von innerprozessiven Ereignissen. Im Klartext: der kontinuierliche Verbesserungsprozeß findet seine Entsprechung im Rahmen von Forschung und Entwicklung durch die Berücksichtigung stärkeren Feedbacks und der wechselseitig reziproken Abstimmung von prozeßübergreifenden Anforderungen.

Wurden Unternehmen schon als "Learning Company" bezeichnet, weil sie Prozesse der kontinuierlichen Selbstverbesserung institutionalisierten, so gewinnt dies im Rahmen von Forschung und Entwicklung eine neue Qualität (s. Weber 1994d). Galten bislang Prozesse der Forschung und Entwicklung schon als Prozesse der Verbesserung, so ist dies ein Prozeß der reflexiven Selbstverbesserung: Verbesserung der Selbstverbesserung. War bislang Forschung und Entwicklung ein Prozeß der Verbesserung der Programme innerhalb der Organisation, so wird dies zu einem Prozeß der Verbesserung der Verbesserungsprogramme.

6.3 Qualifikation

Ähnlich wie im Bereich der Arbeit und in der Organisation von Ingenieuren gibt es auch im Bereich der Qualifikation erhebliche Veränderungen im Zuge der Entwicklung der Unternehmen von der Massenproduktion zur Lean Production Organisation. "Lean Construction", also die neue Organisation von Forschung und Entwicklung in den schlanken Unternehmen, wird nur möglich sein, wenn das Qualifikationsprofil der in der Industrie beschäftigten Ingenieure den neuen Anforderungen gerecht wird. Ähnlich wie beim "business reengineering" (so der Titel von Hammer/Champy 1994) wird es zu einem "Reengineering" des Engineerings kommen und damit zu veränderten Qualifikationsstrukturen des technisch-wissenschaftlichen Personals in Unternehmen, aber auch im Bereich der entsprechenden Disziplinen in Einrichtungen der Hochschulforschung und -lehre.

Der Qualifikation von Ingenieuren kommt dabei eine Schlüsselstellung zu. Dies liegt darin begründet, daß Ingenieure, stehen sie vor dem Problem der Auswahl von neuen Technologien und Verfahren, immer nur solche wählen, die sie auf der Basis ihrer Qualifikationen beherrschen können. Haben sie niedrige Qualifikationen oder veraltete, dann wählen sie die entsprechend suboptimalen Techniken und Technologien aus. Es ist also nicht das abstrakt vorhandene technologische Vermögen von Gesellschaften bzw. Organisationen, sondern das qualifikatorische Vermögen des Umgangs mit den neuen Techniken, das deren Einsatz zentral beeinflusst (s. Staudt 1993b). Je schlechter oder unangemessener das Qualifikationsniveau der Ingenieure, desto problematischer der Einsatz von neuen Techniken. Dabei sind nicht nur harte Techniken bzw. Technologien angesprochen, sondern auch "weiche" also "social technologies". Der Wandel von Unternehmensleitbildern von den Prinzipien der Handwerksproduktion zu den Prinzipien der Massenproduktion und schließlich der Lean Production ist dann ein Wandel einer "Sozialtechnologie" der Strukturierung von organisatorischen Eigenschaften (s. Weber 1994b).

Bezieht man in das Qualifikationsprofil von Ingenieuren nicht nur das Know how und die Handhabungsfähigkeit von "Hardware" technologies, sondern auch die von "social" technologies mit ein, dann dürfte die Wandlungsfähigkeit westdeutscher Firmen in vielen Bereichen - vielleicht nicht gerade bei den größten Unternehmen - vor zentralen Problemen stehen, denn es besteht Anlaß zu der Vermutung, daß dieser Bereich der Qualifikationsprofile der gegenwärtig eingesetzten bzw. ausgebildeten Ingenieure besonders defizitär ist. Nicht umsonst verlangen berufsständische Vereinigungen der Ingenieure schon seit geraumer Zeit eine Erhöhung des "fachfremden" Anteils von Wissensbeständen in der Ausbildung von Ingenieuren an Hochschulen - bislang allerdings mit wenig Erfolg.

Die Bedeutung des Umfangs von Qualifikation im Allgemeinen und die von Ingenieuren im Besonderen erhöht sich, wenn man in Rechnung stellt, daß in einer globalen Ökonomie mit triadistischen Wettbewerbsstrukturen die Hochentwicklung von Humanressourcen der einzige strategische Faktor ist, der Hochlohnländer in die Lage versetzt, genügend Organisationen in ihrer Ökonomie erhalten zu können, die entsprechende Arbeitsplätze schaffen (s. hierzu Weber 1994a).

Die Notwendigkeit einer humanressourcenorientierten Wettbewerbsstrategie wird auch deswegen erforderlich, weil der bislang in vielen Bereichen, z.T. politisch gesponsert vorwärtsgetriebene Versuch, über computerintegriertes Manufacturing (CIM) Wettbewerbsvorteile zu erzielen, nicht erfolgreich war, ja eher zu einer "Krise der Ingenieurkunst" (Volkholz 1992) wurde. Analysen zeigen vielmehr, daß die Informatisierung der Herstellung Wettbewerbsvorteile eher schmelzen denn ausbauen läßt. Dies liegt primär darin, daß computerbasierte Techniken ebenso leicht rekonstruierbar sind wie sie schnell diffundieren. "Die in den C - Bereich abgebildeten Know how Bestandteile sind also leicht transferierbar. Der Wettbewerbsvorteil, begrenzt auf fortschrittliche C - Technik, ist daher nur kurzlebig. Er ist stets durch schnellen Transfer ... gefährdet. Viel schwieriger zugänglich (und damit auch weniger leicht imitierbar) sind die fachliche Integration mit anderen Techniken und damit auch das Know how im Sinne von konventionellen Facharbeiter-, Techniker-, und Ingenieurqualifikationen sowie deren bei Innovationen erforderlich werdender Neuzuschnitt. (...) Das Unvermögen zur digitaltechnischen Beherrschung der Fabrik

der Zukunft ist, so betrachtet, durchaus auch eine Art Selbstschutz von Wettbewerbspositionen sowohl der daran beteiligten Individuen als auch der einzelnen Betriebe. Wenn Konkurrenten die leicht transferierbaren (C-, H.W./R.S.) Techniken auch beherrschen, dann sichern primär eigene Personal- und Organisationsentwicklung die strategische Position und den eigenen Zeit- und Wettbewerbsvorteil" (Staudt 1993c: 45).

Die bereits oben geschilderte stärkere Integration von Forschung und Entwicklung in die neuen dezentralen Prozesse in den unternehmenssteuernden Organisationsformen führen auch dazu, daß die bereits existente, "überlappende und miteinander verzahnte Qualifikationsstruktur von Facharbeitern, über den Techniker bis zum Ingenieur die Gewähr für eine ... erfolgreiche Umsetzung hochtechnologischer prozeßtechnischer Konzepte bildet. Der Bereich der ausführenden Tätigkeit bleibt von dieser Qualifikationsschiene abgekoppelt, und dies ist eine der wesentlichen Schwachstellen des Systems" (Jürgens/Naschold 1994: 257). Man müßte hinzufügen, eine nähere Analyse der Qualifikation der gegenwärtig eingesetzten Ingenieure wird ebenso Defizite ausweisen, wie dies im Bereich der dualen Ausbildung der Fall ist, verstärkt im Bereich der sozialen Technologien. Dies liegt nicht nur darin begründet, daß ein Teil der Ingenieure und Techniker eine primär technikorientierte Perspektive organisatorischer Vorgänge besitzt, sondern daß die Fachausbildung im Bereich des dualen Systems, aber auch die an den Hochschulen durchgeführte Ausbildung von Ingenieuren, zu stark auf Arbeitsteilung und fachlich funktionale Segregation ausgelegt sind und in den Unternehmen durch die entsprechenden Systeme der Entgeltendifferenzierung und der Karrierepfade bestärkt werden.

Die so entstandenen Barrieren drängen insbesondere darauf, eine wechselseitige Reflexivität des Verständnisses der Perspektiven zu erhöhen und prozeßkonforme Lösungspotentiale zu verstärken (s. Lullies u.a. 1993: 59f). Auch für den Ingenieur in der schlanken Konstruktion gilt daher, daß aufgrund des technologischen Wandels insbesondere die in der Berufsbildungsforschung herausgestellten "Schlüsselqualifikationen" - ähnlich wie im Bereich der dualen Ausbildung - verstärkt herausgebildet werden sollen. Neben den sozialkommunikativen Kompetenzen sind es vor allen Dingen solche wie Methoden- und Lernkompetenzen, organisatorisch dispositive und informationstechnische Kompetenzen, aber auch berufsfachlich und partizipatorische Gestaltungskompetenzen (s. Bauerdick u.a. 1993: 119).

Bezieht man ein, wie oben angemerkt, daß es zur überlegenen Produktivitätsdynamik der Realisierung der sozialen Prozeßdimension von Entwicklung/Konstruktion bedarf, so werden auch hier neuartige Qualifikationskerne eines neuen Ingenieurtyps deutlich. Er wird nicht mehr nur in den Prinzipien des "technischen Managements" (Naschold) agieren können, sondern wesentlich mehr mit Humanressourcen und Organisation arbeiten müssen. Mobilisierung des Ressourcenpotentials der "Produzenten" erfordert andere Dialog- und Verhaltensmuster als in den angestammten Bereichen des technisch-wissenschaftlichen Personals: Mehr coaching-Fähigkeiten, mehr Präsenz vor Ort zur Wissensgewinnung, Einlassen-Können auf traditionelle Produktionssprachen, Arbeitszusammenhänge und deren soziale-lebensweltliche Dimensionen. Aufbau vertrauensbasierter Verhaltensformen durch egalitär ausgerichtetes Begründen und Entscheiden vor Ort. Ein Qualifikationsbündel, das im Zuge humanressourcenorientierter

Wettbewerbsstrategien noch prägnanter bei den Planungs- und Fertigungsingenieuren zu Tage treten wird.

Dies läßt insgesamt den Schluß zu, daß es sich hierbei in den zukunftsgerichteten Wettbewerbsstrategien um begehrte Qualifikationen handelt, zugleich aber ein spürbares Qualifikationsdefizit im Bereich der technisch-wissenschaftlich Beschäftigten existiert. Diese These läßt sich auch dadurch plausibilisieren, wenn man Wissensbestände von Ingenieuren mit einem Lebenszyklusmodell verbindet und dies mit der Dauer der Beschäftigung innerhalb von Unternehmen verknüpft: Je länger die Beschäftigung, desto größer das Qualifikationsdefizit von Ingenieuren. Zugleich zeigen erste Untersuchungen, daß die Weiterbildung in diesem Bereich besonders defizitär ist (s. Staudt 1993c: 269).

Wenn die Humanressourcen zum zentralen Wettbewerbsfaktor werden, diese in bestehenden deutschen Organisationen jedoch offenbar defizitär qualifiziert sind, dann stellt sich dies als Engpaß zur Wiedergewinnung der Wettbewerbsfähigkeit dar. Die "Personal- und Organisationsentwicklung wird somit zur eigentlichen Schwachstelle, aber auch Chance im Übergang zur neuen Fabrik" (Staudt 1993b: 45).

Beim Übergang von der massenproduktionsorganisierten Forschung und Entwicklung zur "Lean Construction" dürften dabei ähnliche Engpässe qualifikatorischer Art auftreten, wie dies auch beim Bereich der Informatisierung der Produktion der Fall war. Neben defizitären, neuartigen Schlüsselqualifikationen waren es vor allen Dingen fehlende Kenntnisse in den Unternehmensstrukturen und Abläufen, die sich negativ auswirkten.

Dies gilt nicht nur für das Unternehmen im Allgemeinen, sondern auch für die Organisation und die Struktur von Forschung und Entwicklung im Besonderen. Dies mag damit zusammenhängen, daß die arbeitsteilig-spezialisierte Strukturierung von Forschung und Entwicklung in der Massenproduktion kombiniert war mit einem personalpolitischen Modell, das im Gegensatz zu japanischen Forschungs- und Entwicklungsabteilungen wenig Jobrotation und wenig Möglichkeiten des Kennenlernens organisatorischer Komplexität einschließlich ihrer verschiedenen sozialen Anforderungen beinhaltet. Die Ingenieurqualifikation im Bereich der Lean Construction wird daher vor allen Dingen auch eine verstärkte Qualifikation in der Dimension des "Organisationslernens" beinhalten (s. hierzu Weber 1994a), denn sollen Unternehmen zu lernenden Organisationen, und damit zu neuen Dimensionen des Wettbewerbs aufsteigen können (s. Weber 1994d), benötigen sie Personal, das die systemischen Kontexte von modernen Organisationen zu dechiffrieren und zu handhaben in der Lage ist, und das seine spezifischen Qualifikationen frei und kooperativ entfalten kann.

Literatur

- Baethge, M./Denkinger, J./Kadritzke, U. (1992) Zum Wandel von Berufsperspektiven und sozialen Interessenlagen von hochqualifizierten Angestellten, Abschlußbericht; SOFI, Soziologisches Forschungsinstitut; Göttingen
- Bauerdick, J./Eichener, V./ Wegge, M. (1993) Qualifikationsanforderungen beim Einsatz von CIM und flexiblen Arbeitssystemen: Zum Stand der sozialwissenschaftlichen Forschung; in: Staudt, E. (Hg.) 1993a; S.131-146
- Clark, K.B./Fujimoto, T. (1992) Automobilentwicklung mit System. Strategie, Organisation und Management in Europa, Japan und USA; Frankfurt a.M./New York
- Der Spiegel 52 (1993); 42/43 (1993)
- Ernst, A./Wiesner, G. (1994) Japans technische Intelligenz. Personalstrukturen und Personalmanagement in Forschung und Entwicklung; ifo, Studien zur Japanforschung Nr.7; München
- Hammer, M. Champy, J. (1994) Business Reengineering: die Radikalkur für das Unternehmen; Frankfurt a.M./New York
- Hildebrandt, E./Seltz, R. (1989) Wandel der betrieblichen Sozialverfassung durch systemische Kontrolle? Die Einführung computergestützter Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme im bundesdeutschen Maschinenbau; Berlin
- Jürgens, U. (1992) Synergiepotentiale der Entwicklungskooperation. Japan als Vorbild der Zusammenarbeit von Zulieferern und Endherstellern bei der Produktentwicklung; Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung; Berlin
- Jürgens, U./Naschold, F. (1994) Arbeits- und industriepolitische Entwicklungspässe der deutschen Industrie in den 90er Jahren; in: Zapf, W./Dierkes, M. (Hg.); S.239-270
- Kadritzke, U. (1992) Ein neuer Expertentyp? Technische Dienstleistungsarbeit zwischen Marktorientierung und Professionsbezug, MS; Berlin
- Kern, H./Schumann, M. (1984) Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion; München
- Lietz, J.H. (1992) Braucht lean production einen neuen Managertyp? Wie Unternehmen Wettbewerbsvorteile und höhere Mitarbeiter-Produktivität erreichen; in: Blick durch die Wirtschaft, FAZ 17.6.92

- Luhmann, N. (1975) Die Weltgesellschaft; in: ders. Soziologische Aufklärung 2; Opladen; S.51-70
- Lullies, V./Bollinger, H./Weltz, F. unter Mitarbeit von Ortmann, R.G. (1993) Wissenslogistik. Über den betrieblichen Umgang mit Wissen bei Entwicklungsvorhaben; Frankfurt a.M./New York
- Moritz, E. (1993) Ein Vergleich von Strategien und Vorgehensweisen in der Produktinnovation in Japan und Deutschland am Beispiel des Werkzeugmaschinenbaus; Dissertationsmanuskript; München
- Nefiodow, L.A. (1991) Der fünfte Kondratieff; Frankfurt a.M.
- Pries, L./Schmidt, R./Trinczek, R. (Hg.) (1989) Trends betrieblicher Produktionsmodernisierung; Opladen
- Reiss, M. (1992) Blut, Schweiß und Tränen zur schlanken Organisation; in: Harvard Manager 2/1992; S.57-62
- Saad, K.N. u.a. (1993) Management der F & E -Strategie; in: Little, A.D. (Hg.) (2.Aufl.); Wiesbaden
- Schonberger, R. (1982) Japanese Manufacturing Techniques. Nine Hidden Lessons in Simplicity; New York/London
- Schumann, M. et al. (1994) Trendreport Rationalisierung. Automobilindustrie, Werkzeugmaschinenbau, Chemische Industrie; Berlin
- Seitz, K. (1991) Die japanisch-amerikanische Herausforderung. Deutschlands Hochtechnologie-Industrien kämpfen ums Überleben (2.Aufl.); Stuttgart u.a.
- Seltz, R. (1994) Schlanke Produktion und Ingenieurqualifikation der Zukunft, Vortragsmanuskript, Tagung Lean Management an der Universität Kaiserslautern, 21./22. 1.1994
- Stalk, Jr., G./Hout, T.M. (1992) Zeitwettbewerb. Schnelligkeit entscheidet auf den Märkten der Zukunft (3.Aufl.); Frankfurt a.M./New York
- Staudt, E. (1993b) Die Führungsrolle der Personalentwicklung im technischen Wandel; in: Staudt, E. (Hg.) (1993a); S.13-38
- Staudt, E. (1993c) Defizite der frühen Anwender; in: Staudt, E. (Hg.) (1993a); S.39-50

- Staudt, E. (Hg.) (1993a) Personalentwicklung für die neue Fabrik. Neue Informationstechnologien, Band 4; Opladen
- Staudt, E./Kröll, M./Hören, N.v. (1993) Unternehmens- und Personalentwicklung für die neue Fabrik: Qualifikationspotential als strategische Ressource; in: Staudt, E. (Hg.) (1993a); S.199-226
- Urabe, K. (1988) Innovation and the Japanese Management System; in: Urabe, K./Child, J./Kagano, T. (Hg.) (1988) Innovation and Management - International Comparisons; Berlin/New York; S.3
- Volkholz, V. (1992) Erwerbsarbeit in der Zukunft; in: Arbeit. Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik; 1/1992, S.5-24
- Weber, H. (1993) Korporatistische Techniksteuerung im globalen Wettbewerb; Vortrag am 1./2.7.93 auf der Tagung "Paradigmenwechsel in der Technologiepolitik?" des Instituts für Höhere Studien (IHS); Wien; MS (erscheint 1994 in: Martinsen, R./Simonis, G. (Hg.) Paradigmenwechsel in der Technologiepolitik?; Opladen)
- Weber, H. (1994a) Vom Individual- zum Organisationslernen. Lean Production verändert die Anforderungen an die betriebliche Weiterbildung; in: Blick durch die Wirtschaft, FAZ v. 8.3.1994, Frankfurt a.M.
- Weber, H. (1994b) Evolution von Produktionsparadigmen: Craft Production, Mass production, Lean Production; in: Weber, H. (Hg.) Lean Management: Wege aus der Krise; Wiesbaden (im Druck)
- Weber, H. (1994c) Globalisierung als Herausforderung für Unternehmen und Wirtschaft; (im Erscheinen)
- Weber, H. (1994d) Lernende Organisationen - die neuen Wettbewerber; in: Arnold, R./Weber, H., (Hg.) Arbeit und Organisation; Berlin (im Erscheinen)
- Weick, K. (1985) Der Prozeß des Organisierens; Frankfurt a.M.
- Wolf, H./Mickler, O./Manske, F. (1992) Eingriffe in die Kopfarbeit. Die Computerisierung technischer Büros im Maschinenbau; Berlin
- Womack, J.P. et al. (1992) Die zweite Revolution in der Autoindustrie (6.Aufl.); Frankfurt a.M./New York
- Zapf, W./Dierkes, M. (Hg.) (1994) Institutionenvergleich und Institutionendynamik; WZB-Jahrbuch 1994; Berlin