

Technischer Fortschritt und Berufsbildung – zum Deutschen Delphi-Bericht der Entwicklung von Wissenschaft und Technik

Winand Kau

Dr. rer. pol., Leiter der Abteilung 6.1 „Bildungsökonomie“ im Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn

Der Technikeinsatz in Wirtschaft und Gesellschaft ist zwar nicht der einzige, so doch einer der Hauptfaktoren des beruflichen Qualifikationsbedarfs. Um sich eine Vorstellung von zukünftigen Erfordernissen der beruflichen Bildung zu verschaffen, muß man vor allem wissen, welche Richtung die Technikentwicklung einschlagen könnte. Der Deutsche Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik ist eine Vorausschau von Sachverständigen auf die Zeit bis etwa 2020. Im Zentrum des Besprechungsaufsatzes steht die Frage, ob die Delphi-Studie eine Hilfe für das Erkennen technikinduzierter Problemlagen in der Berufsbildungsforschung sein kann? Es mehren sich die Anzeichen, daß der technische Fortschritt um die Jahrhundertwende vor einem Innovationsschub stehen könnte.

Ausgangsfragen

Vor zehn Jahren hat das BIBB zur Vorbereitung seiner langfristigen Forschungsplanung erstmalig die Szenariotechnik angewandt.¹ Um sich auf potentielle Entwicklungen in der beruflichen Bildung einstellen zu können, wollte man zukünftigen Problemlagen durch rechtzeitig aufgenommene Forschung begegnen. Das Problem dabei war, daß die berufliche Bildung kein autonomes, sondern ein in komplexe gesellschaftliche Wechsel-

wirkungen eingebundenes System ist. Mehrere Umfeldbereiche, wie Technikentwicklung, Struktur und Wachstum der Wirtschaft, Beschäftigung und Arbeitsmarkt, die Bevölkerungsentwicklung sowie Berufswahl- und Fortbildungsverhalten der Erwerbspersonen, die bildungspolitischen Leitlinien der öffentlichen Hand und Sozialparteien sind es, die dem Berufsbildungssystem in hohem Maß Weg und Richtung vorgeben. Die Einrichtungen der Aus- und Weiterbildung müssen sich diesen Umfeldbereichen anpassen und zur Qualifizierung der Erwerbsbevölkerung die jeweils richtigen Antworten finden. Entsprechend dieser Zielsetzung bestand das Szenario aus zwei Teilen, aus Prognosen und Zukunftsbildern für diese Umfeldbereiche und aus den Schlußfolgerungen für das Berufsbildungssystem.

Unter den Umfeldern des Berufsbildungssystems ist der Technikeinsatz in den Unternehmen folglich nicht der einzige, so doch ein besonders wichtiger Bestimmungsfaktor. Denn berufliche Bildung muß die Voraussetzungen schaffen für den qualifizierten Umgang mit Information und Kommunikation, mit Werkstoffen und technischem Gerät zur Erreichung eines wirtschaftlichen Zieles. Um die betrieblichen Anforderungen an die beruflichen Kenntnisse und Fertigkeiten wie zum Beispiel in Metall- und Elektroberufen, zu erfassen, sind der Verlauf des technischen Fortschritts und die Entwicklung der Mensch-Maschine-Schnittstellen sichtbar zu machen. Erst beide Teile zusammen ergeben ein Bild vom zu erwartenden Qualifikationsbedarf.

Das Dilemma der qualifikatorischen Dimension von Technikprozessen ist ihre Interdisziplinarität. Die Prognostizierung der Technik-Hardware ist eine Aufgabe für Ingenieure und Naturwissenschaftler, die Beobachtung der Arbeitsorganisation ein industriesoziologisches und die Umsetzung des Qualifikationsbedarfs in Ausbildungsordnungen und Curricula ein berufspädagogisches Problem. Die Komplexität dieses Aufgabengefüges konnte im BIBB-Szenario von 1985 nur unzureichend gelöst werden, denn Technikprognosen gut informierter Experten, d. h. von Kennern der Technikentwicklung mit einschlägigem Primärwissen, waren praktisch nicht verfügbar.

An diesem unbefriedigenden Sachstand hat sich erst vor kurzem mit einer wichtigen Publikation eine neue Lage ergeben. Es handelt sich um eine Untersuchung des Karlsruher Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) mit dem Titel „Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik“.² Gestützt auf eine delphi-methodisch ausgerichtete Expertenbefragung, hat sie eine bis ins Jahr 2020 reichende Vorausschau auf die technisch-wissenschaftliche Entwicklung zum Gegenstand.

Der deutsche Delphi-Bericht ist ein Pilotversuch. Es geht um die Übertragung einer erfolgreichen japanischen Informationsbeschaffungsmethode auf deutsche Verhältnisse. Delphi-Erhebungen zur Technikentwicklung finden in Japan seit 1971 im Vierjahresrhythmus statt, wobei die jeweils folgende an die vorausgehende inhaltlich nahtlos anschließt. Der Erfahrungsvorsprung der Japaner und die Möglichkeit des Prognosevergleichs haben das ISI veranlaßt, die komplette Erhebungsprozedur mit allen sechzehn Technikfeldern und identischem Fragenprogramm zu übernehmen. Die Liste reicht von der Werkstoff- und Verfahrenstechnik, der Elektronik, Informations- und Kommunikationstechnik, über Energie-, Ökologie- und

Umwelttechnik, Land- und Forstwirtschaft, Städteplanung, Architektur und Bauwesen und mehrere naturwissenschaftliche Disziplinen bis hin zu Produktion, Verkehr, Gesellschaft und Kultur.

Die vier Kapitel umfassende Untersuchung von rund 650 Seiten beginnt mit „Zusammenfassung und Überblick“ und vermittelt eine „Einführung in das Delphi-Verfahren“. Neben dem Vergleich konkurrierender Methoden der Informationsbeschaffung werden erläutert: Das Fragenprogramm, die Schwierigkeiten seiner sprachlichen Übertragung aus dem japanischen, Auswahl und Beteiligung der Fachleute, die verwendeten Berechnungsverfahren. Das dritte Kapitel ist u. a. den verschiedensten „Quervergleichen“ gewidmet, so zwischen den beiden Ländern und — innerhalb von Deutschland — zwischen den sechzehn Fachgebieten und ausgewählten zukünftigen Engpässen und Innovationsstrukturen. Ein Abschnitt daraus stellt die Kommentare und Verbesserungsvorschläge der Fachwelt zur Diskussion. Das Hauptkapitel umfaßt auf knapp 500 Seiten die „Ergebnisse nach Fachgebieten“. Neben verschiedenen beschreibenden und zusammenfassenden Darstellungen enthält es vor allem die Grundauszählung der Fragebögen, getrennt nach erster und zweiter Befragungsrunde.

Der Ausblick auf die kommende wissenschaftlich-technische Entwicklung unterscheidet vier Stufen der Technikgenese: Entdeckung/Aufklärung eines Sachverhaltes, die technische Realisierung im Prototyp, die erste innovative Anwendung in einem Betrieb und die allgemeine Verbreitung (Diffusion) in Wirtschaft und Gesellschaft. Die für die Forschungsarbeit im BIBB entscheidende Frage lautet: Kann die Deutsche Delphi-Studie, die ja primär der Implementation eines längst bekannten, in Deutschland jedoch noch nie großmaßstäblich eingesetzten Instrumentes der Informationsbeschaffung dient, zugleich eine Hilfe für das Erkennen

zukünftiger technikinduzierter Problemlagen in der beruflichen Bildung sein?

Beim Versuch, darauf eine Antwort zu finden, ist vorweg eine wichtige Einschränkung zu machen. Die Befragungsergebnisse werden nicht mit den Augen des Ingenieurs oder Physikers, sondern mit denen des Sozialwissenschaftlers betrachtet. Als Sozialwissenschaftler muß man davon ausgehen, daß das Fragenprogramm auf einer korrekten Statusbeschreibung basiert und für die Etappen der zukünftigen Technikprozesse ausreichend repräsentativ ist. Die Untersuchung wird folglich aus einem Blickwinkel betrachtet, unter dem sie nicht angetreten ist, nämlich dem der potentiellen Nutzenanwendung in einem nicht intendierten Gebiet.

Zur Methode des Deutschen Delphi-Berichtes

Das methodisch Besondere an den Delphi-Befragungen ist die rückgekoppelte Mehrstufigkeit. Die Umfrageergebnisse der ersten Stufe werden an die beteiligten Experten zurückgeleitet. Sie können, müssen dies aber nicht, im Verlauf der zweiten Befragung ihre eigene Auffassung überdenken und gegebenenfalls korrigieren. Da so die Mehrheitsmeinung verstärkt wird, hat die Rückkopplung eine konvergenzbildende Wirkung. Dies klingt wie ein Vorzug, ist es aber nicht, zumindest nicht notwendigerweise. Zukunfts-trächtige Innovationen liegen anfänglich oft außerhalb des normalen Erfahrungshorizontes. Das gilt vor allem für die Einschätzung, wie wichtig eine Technik für Wirtschaft und Gesellschaft sein könnte. Werden sie prinzipbedingt in der Meinungsbildung ausgeblendet, kommt das wirklich Neue möglicherweise gar nicht erst ins Blickfeld. Hinter der Mehrstufigkeit steht aber noch ein zweites Fragezeichen. Es könnte nämlich Fachleute geben, die die erste Runde spekulativ „mißbrauchen“, um erst einmal zu sehen, wie man anderswo die Dinge sieht. Die Zweit-

runde diene also nur der Glättung von Varianzen oder anders gesagt, der Beseitigung von Fehlerquellen, die man ohne Zweitrunde nicht hätte. Gäbe es keine Zweitchance, hätten die Fachleute schon in der ersten Befragung eine realistische Einschätzung gegeben.

Delphi-Befragungen hängen fundamental von den Sachthemen und der korrekten Definition des Fragenprogramms ab. Das gilt insbesondere für Technikprozesse mit Reifezeiten von 20 Jahren und mehr. Alles, was man in der Themenauswahl übersehen hat oder was in der Bedeutung über- oder unterschätzt worden ist, könnte zu falschen Prioritäten, z. B. in der Forschungsplanung führen. Die aus Japan übernommenen Fragenkataloge der sechzehn Technikfelder stammen aus einem Kulturkreis, in welchem andere gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedingungen gelten und in welchem die Technikwelt z. T. einen anderen Stellenwert hat. Das ISI hat diese Nachteile aus beachtlichen Gründen bewußt in Kauf genommen. Die Technikanwendung ist schließlich international, und kein hochentwickeltes Land kann sich ungestraft aus den säkularen Prozessen des technischen Fortschrittes heraushalten. Berufliche Schlußfolgerungen auf der Grundlage eines in Japan konzipierten Fragebogens der Technikentwicklung mögen daher ungewohnt sein, grundsätzlich irrelevant sind sie deswegen nicht.

Eine, allerdings wichtige Einschränkung gibt es doch. Die Fragebögen sind von den deutschen Sachverständigen nicht gut aufgenommen worden, und es ist zu vermuten, daß Herkunft und Zusammensetzung der Fragenkataloge Akzeptanzprobleme aufgeworfen haben. Die Kommentare der Experten sind — was im Delphi-Bericht nicht verschwiegen wird — z. T. äußerst kritisch. Ein besonders sensibles Feld ist „Gesellschaft und Kultur“. Die Sachverständigen bemängeln „soziologisch unterentwickelte Fragestellungen“, „überholte technizistische Einschläge“

sowie „exotische hypothetische Anwendungen“. Extrembeispiele für „unnötige“ Sachthemen sind: Entwicklung eines Babypflegesystems, Entwicklung von Autos, mit denen man Treppen und Steilhänge fahren kann, Apparate zur Verjüngung im Schlaf, zur Regulierung des Speisengeschmacks, zur Verwendung von Schul-Computern, die in gering besetzten Klassen die Funktion weiterer Schüler übernehmen und einiges mehr.

In der ersten Runde wurden an 3 534 Personen Fragebögen versandt. Davon haben 1 056 geantwortet. Von diesen wiederum schickten in der zweiten Runde 857 auswertbare Fragebögen zurück. Damit hat sich nur jeder vierte Sachverständige an der Gesamt-Prozedur beteiligt. Würde es sich um eine normale Repräsentativbefragung über einen x-beliebigen Gegenstand handeln, wäre die Rücklaufquote noch nicht einmal schlecht. Als Erfolgsmaßstab einer Expertenbefragung macht sie keinen Eindruck. Der zugehörige japanische Vergleichswert lag bei fast drei Viertel, und da fragt man sich schon nach den Gründen dieser Schieflage. Einer könnte sein: Die Antwortbereitschaft der Experten hat durch die für deutsche Ohren zuweilen bizarre Themenauswahl gelitten. Die einen haben ihre Unzufriedenheit in Kommentaren abregiert, andere die Antwort verweigert. Möglicherweise hat man die Rolle der Panelpflege unterschätzt. Es wird nichts darüber gesagt, ob und wie man die Sachverständigen überzeugt und bei Laune gehalten hat.

Die Konsequenzen der geringen Beteiligung sind unübersehbar. Bei allen Sachthemen wurden in der zweiten Runde die Bewertungen besonders fachkundiger Personen (Kurzbezeichnung: FK1) herausgehoben. So besteht der Themenkatalog des Fachgebietes Informationstechnik aus 107 Positionen, die in die Abschnitte Mikroelektronik, Optoelektronik, Bioelektronik, Informationssysteme und Software unterteilt sind. Fast jede fünfte Frage ist in der zweiten Runde ohne FK1-Sachverstand geblieben. Nur jede zwei-

te Frage war hinreichend mit hochkarätigen Sachkennern besetzt. Die Fragen ohne FK1-Beteiligung treten gehäuft auf. Sie führen z. B. zum Totalausfall der Bioelektronik. Bei ihr geht es insbesondere um die zukunfts-trächtigen Sensortechniken, die auf den „Nachbau“ von Sinnesorganen abzielen und die für mehrdimensionale Bildverarbeitungssysteme, z. B. in der Qualitätssicherung, bei der Steuerung von Materialfluß und Logistik sowie in der automatischen Abfallsortierung von großer Bedeutung sind.

In anderen Technikfeldern ist das Lückenproblem ähnlich gelagert. Wie das folgende Beispiel zeigt, kann es dabei zu problematischen Konstellationen kommen. Eine Übersichtstabelle der 30 wichtigsten Innovationen über alle sechzehn Fachbereiche hinweg³ enthielt die folgende Position: „Ein Medikament wird in der Praxis eingesetzt, das unter anderem Tumorzellen erkennt und zielgenau dorthin gelangen kann (missile drug)“. Aus den Angaben der Fachwelt ergab sich der Wichtigkeitsindex 97, bei maximal 100 Punkten; der wahrscheinliche Realisationszeitraum fiel auf das nächste Jahrzehnt. Die Notwendigkeit der internationalen Zusammenarbeit wurde für groß und die USA für führend gehalten. Die größten Entwicklungshemmnisse sah man im Bereich der technischen Probleme. Die „Fachwelt“ bestand aus 17 Personen. Drei von vier stuften sich als fachfremd ein. Ein Viertel hatte geringe oder allenfalls mittlere Sachkenntnis. Die Zahl der FK1-Personen war Null.

Eine der Schlüsselfragen ist die nach den Trefferquoten der Prognosen. Da der deutsche Bericht der erste seiner Art ist, können sie nur an Hand japanischer Tests beantwortet werden.⁴ Zu diesem Zweck wurden 1991 die Zeitangaben aus der ersten Delphi-Erhebung von 1971 den tatsächlichen Realisationen gegenübergestellt. Das Ergebnis des Tests lautet: Rund ein Drittel der vorausgesagten Zeiträume ist voll eingetroffen, ein weiteres Drittel wurde teilweise realisiert.

Teilweise, weil es sich z. B. um zusammengesetzte Sachverhalte mit unterschiedlichen Realisationszeiten gehandelt hatte, oder weil vorausgesagter und realisierter Sachverhalt zwar ähnlich, jedoch nicht identisch gewesen ist. Angesichts bisheriger Erfahrungen mit der Ungenauigkeit von Technikprognosen ist dies eine beachtliche Leistung. Allerdings ein Fragezeichen gibt es auch hier. Wenn man die Erhebung zur Richtschnur der Forschungsplanung macht, wie das in Japan vermutlich geschehen ist, dann sind Prognose und Realisation nicht voneinander unabhängig und die Erfolgsquote über den Zeitraum von 20 Jahren betrachtet, könnte (auch) eine self-fulfilling-prophecy sein.

Ein Besprechungsaufsatz ist nicht der Platz für eine ausführliche Ergebnisdarstellung. Um dennoch den Delphi-Bericht nachvollziehbar zu machen, werden aus zwei Technikfeldern, nämlich Werkstoffe/Verfahrenstechnik und Produktion, exemplarisch einige Sachthemen betrachtet, die für die anstehenden Entwicklungs-, Innovations- und Diffusionsvorgänge besonders kennzeichnend sind.

Ergebnisse aus dem Technikfeld Werkstoffe/Verfahrenstechnik

Der Kreis von Techniken, die man bis 2010 zu entwickeln oder erstmalig im industriellen Maßstab anzuwenden hofft, wird vor allem von Keramikmaterialien mit genau dosierten Eigenschaften beherrscht. Sie sind nicht mehr spröde, sondern extrem hitzebeständig sowie selbstregenerierend und z. T. bei Normaltemperatur so zugfest wie Gußeisen. Neben den rein keramischen Werkstoffen werden hochfeste und hitzebeständige Metall-Keramik-Schichtwerkstoffe stehen, die mit neuen Verbindungstechniken, z. B. auf molekularer Ebene, erzeugt worden sind. Es wird temperaturbeständige techni-

sche Kunststoffe für den Dauereinsatz und Polymere mit neuen mechanischen oder stromleitenden Eigenschaften geben. Man wird die Epitaxietechniken zur Herstellung diamantbeschichteter Spezialwerkzeuge und großflächiger Schleifscheiben beherrschen. Baustoffe werden entwickelt, die Stahlbeton ersetzen; neue Raffinationstechniken machen Titan ebenso preisgünstig wie Aluminium. Man hat wirtschaftliche Methoden erprobt, um Wasser mit Sonnenenergie zu dissoziieren und den Kohlendioxidausstoß bei fossilen Brennstoffen zu immobilisieren.

Die Liste von im Zustand der Diffusion befindlichen Techniken besteht aus sehr bedeutsamen, allerdings erst spät (2003–2008) praxisrelevant werdenden Neuerungen. Da ist einmal der Einsatz der Solarzellentechnik in der Stromversorgung privater Haushalte. Man rechnet bei den Solarzellen mit Wirkungsgraden der Energieumwandlung von über 30 Prozent. Für die Zeit um 2004 sagen die Sachverständigen die Einführung von höchsttemperaturbeständigen intermetallischen Verbindungen für Maschinenteile und einen, den Stahlbau revolutionierenden Klebstoff hoher Haftfähigkeit voraus. Der Anteil von Kraftfahrzeugen mit superharten, hitzebeständigen Keramikmotoren mit erheblich höheren thermischen Wirkungsgraden als heute, wird so etwa um 2008 über zehn Prozent der Automobilproduktion betragen. Ungefähr zur gleichen Zeit könnte auch der Anteil von wasserstoffangetriebenen Kraftfahrzeugen, die mit wasserstoffspeichernden Metall-Legierungen ausgerüstet sind, die Zehn-Prozent-Grenze überschritten und in der elektrischen Antriebstechnik eine neue Maschinen- generation mit supraleitenden Materialien den Durchbruch erzielt haben.

Die Frage jedoch ist, welche Erkenntnisse man aus diesen losen und möglicherweise unvollständigen Mosaiksteinen für die berufliche Bildung zieht? Sie ist nicht streng formal, sondern nur via Plausibilität zu beantworten. Das folgende Beispiel demonstriert,

warum das so ist: Ein Unternehmen benütze neu entwickelte Werkstoffe, um damit eine innovative Produktlinie herzustellen. Die Werkstoffe gehen vor dem Hintergrund der Arbeitsorganisation mit den Leistungen zusätzlicher Maschinen und einschlägig qualifizierter Mitarbeiter (Anlernkräfte, Facharbeiter/Fachangestellte, mittlere und höhere Führungskräfte) in das neue Produkt ein. Da es sich um neue Werkstoffe, neue Maschinen und neue Produkte handelt, sind erfahrungsgemäß auch zusätzliche Berufsqualifikationen gefordert. Diese wiederum kauft man entweder auf dem Arbeitsmarkt ein oder man bildet sie in Gestalt von Auszubildenden oder durch die Weiterbildung von Mitarbeitern heran.

Eine so geartete Idealkette betrifft zunächst einmal nur ein Unternehmen. Es wird ja nicht nur eine werkstoffliche Neuerung in den nächsten 15 Jahren geben, sondern deren viele, und jeder neue Werkstoff ist nicht auf eine Branche beschränkt. Um berufliche Folgeeffekte zu erkennen, müßte man wissen, welche Produkte und Wirtschaftszweige von der Werkstoff-Diffusion erfaßt werden. Der vollständige Weg von der Werkstoffinnovation zum Bedarf an beruflicher Qualifikation ist somit sehr lang. Die Zwischenstufen der Kette dürften kaum operationalisierbar sein, daher gibt es von konkreten werkstofflichen Neuerungen zumindest keine formalisierbare Brücke zu den Nutzenanwendungen im Berufsbildungssystem.

Man kann jedoch einige Plausibilitätsbetrachtungen anstellen. Angenommen, die wichtigsten Prognosen treffen zumindest näherungsweise ein, dann könnte es in etwa zehn Jahren zumindest eine teilweise Verdrängung von herkömmlichen Metallen durch Keramiken für Hochleistungswerkzeuge, für Strukturmaterialien der verschiedensten Art, für den Hochtemperatureinsatz und für den Motorenbau geben. Die Betonung liegt auf „herkömmlich“. Ihr Einsatz verschiebt sich zum einen in Richtung Verbund-

werkstoffe. Zum anderen fände mit Titan, zusätzlich zu und genauso billig wie Aluminium, eine neue Metall-Technologie den Weg in die Massenfertigung. Die Einführung der Klebtechnik wäre neben Schrauben, Nieten und Schweißen eine neue Fügeoperation für kompakte Teile, die erhebliche Produktverbilligungen, z. B. im Stahlbau, zur Folge hätte.

Zusammenhänge zwischen Werkstofftechnik und Ausbildung kommen jedoch nicht mechanistisch zustande. Nicht jede Neuentwicklung im Werkstoffbereich tangiert die Ausbildungspraxis in den Betrieben. Gegenstand der beruflichen Bildung können nur Kenntnisse und Fertigkeiten sein, die man bei allgemein verbreiteten Tätigkeiten braucht. Werkstoffseitige Einflüsse auf den betrieblichen Qualifikationsbedarf erfordern daher voll diffundierte Techniken. Allerdings zeigt der Blick auf die Entwicklungs- und Innovationsstadien an, wo man die Schwerpunkte des technischen Fortschrittes zukünftig zu vermuten hat.

Von diesen Einschränkungen einmal abgesehen, werden wohl die meisten Metallberufe von der absehbaren Werkstoffentwicklung betroffen sein. Hinter dem Einsatz keramischer Materialien werden vermutlich neue Fertigungs- und Bearbeitungstechniken sowie spezifische Gewährleistungstätigkeiten stehen, die dann ebenfalls Gegenstand der Ausbildungsordnung sein müssen. Gegenstand der Ausbildungsberufsbilder von Metallberufen sind z. B.⁵: Unterscheiden, Zuordnen, Handhaben von Werk- und Hilfsstoffen; Prüfen, Anreißen, Kennzeichnen; Ausrichten und Spannen von Werkzeugen und Werkstücken; manuelles Spanen, maschinelles Spanen; Trennen und Umformen; Fügen sowie Montieren von Bauteilen und Baugruppen.

Sollten im Automobilbau Keramik- und/oder Wasserstoffmotoren den industriellen Durchbruch erreichen, wie man das wegen

der damit verbundenen energetischen und ökologischen Vorzüge mit einiger Wahrscheinlichkeit erwarten kann, hätten es die industriellen und handwerklichen KFZ-Mechaniker mit einem völlig neuen Produkt zu tun. Ähnliches ließe sich für die dezentrale Stromerzeugung mit billigen Solarzellen hohen Wirkungsgrades oder bezüglich supraleitender Materialien oder stromleitender Polymere für den Elektroantrieb, z. T. auch für die Elektroberufe, feststellen. Allerdings beziehen sich die wichtigsten Voraussagen auf Zeiträume ab 2003. Dadurch sind sie für die Werkstoffbehandlung in gewerblich-technischen Berufen bislang noch kein akutes Problem. Wenn in einigen Jahren die Neuordnung der Metall- und Elektroberufe ansteht, könnte dies schon anders sein.

Die Frage jedoch ist, ob das Expertenurteil ein verlässliches Abbild der zukünftigen Werkstoffwelt ist. Unabhängig vom Prognosecharakter der Aussagen ist im Werkstoffsektor nur jedes dritte der 108 Sachthemen ausreichend mit Sachverstand besetzt. Als Sozialwissenschaftler kann der Rezensent nicht beurteilen, ob dadurch das Typische des Geschehens beeinträchtigt ist. Das Überwiegen der „Fehlstellen“ macht jedoch stutzig. Nachdenklich stimmt auch, daß der Werkstoff Holz nur an wenigen Stellen erwähnt wird. Sollte hier die Entwicklung vollkommen ausgereizt sein?

Sachthemen zur Produktionstechnik

Unter der Sammelbezeichnung Produktionstechnik werden Technikmittel ausgewiesen, die sowohl die gewerbliche und dienstleistende Berufsarbeit betreffen. Dabei wird wiederum der Versuch gemacht, nur solche Sachthemen aufzuführen, die für Fragen der Berufsbildung potentiell bedeutsam sind.

Sieben besonders wichtige Sachthemen betreffen vorwiegend die Metallverarbeitung.

Das erforderliche Berufswissen würde sich z. T. vom Anwenderwissen weg und zum Prozeßwissen hin bewegen, weil die Qualifikation zur Bedienung und Wartung der Anlage in dieselbe zurückverlagert wird. Die ersten vier Themen wurden von den Sachverständigen noch dem Zeitraum bis 2000 oder der Jahrhundertwende, die letzten drei dem nächsten Jahrzehnt zugeordnet:

- Bearbeitungsmethoden fänden allgemeine Anwendung, bei denen Werkstücke mittels Präzisionsguß oder Präzisionsschmiedeverfahren anstelle von spanender Bearbeitung mit Schleiftechniken hergestellt werden. Geräte und Maschinen würden entwickelt, die leichte Störungen selbst beseitigen. Bedienungskomfort und Sicherheit von Produktionsanlagen würden durch hochentwickelte technische Systeme, die Mensch-Maschine-Schnittstellen berücksichtigen können, entscheidend verbessert. Maschinen oder Anlagen mit einem Expertensystem hohen technischen Standards würden entwickelt, die dem Bediener realitätsnah die Fähigkeit von Experten vermitteln.

- Industriegeräte oder Industrieanlagen mit hochentwickelten Funktionen würden durch gespeicherte Gebrauchsanweisung jedermann den einfachen Umgang damit ermöglichen und fänden daher allgemeine Verwendung. Ein Fernwirkssystem würde allgemein eingesetzt, mit dem Anlagen und Maschinen mit hochentwickelten Funktionen von außerhalb der Fabrik aus gesteuert und gewartet werden können. Eine durch künstliche Intelligenz bewirkte automatisierte Planung von Fertigungsprozessen, die die direkte Verarbeitung von Planungsdaten ermöglicht, fände allgemeine Anwendung.

Die Sachthemen, die der Rationalisierung kaufmännisch-verwaltender Tätigkeiten dienen könnten, wären größtenteils auf DV- bzw. kommunikationstechnische Einrichtungen ausgerichtet. Ihr Grundmerkmal wäre die durchgehende Technisierung der Büroarbeit,

die tief in das dienstleistende Arbeitsgeschehen eingreifen würde. Die erste Sachthemen-Gruppe dürfte nach Meinung der Experten um die Jahrhundertwende, die zweite etwas später, aber noch im ersten Jahrzehnt akut werden.

- Ein Multimedia-Gerät würde allgemein verwendet, mit dem man nicht nur Laute, Schriften, Bilder eingeben, sondern auch gespeicherte Daten jederzeit zu Hause abrufen kann. Ein TV-Konferenzsystem, das Desktop-Terminals nutzt, die Sprache, bewegte Bilder, Dokumente, Zeichnungen usw. zusammensetzt und überträgt, wäre weit verbreitet. Nach der Entwicklung einer Technik zur Mustererkennung würde ein Computer im Dienstleistungsgewerbe allgemein verwendet, der handgeschriebene Sätze lesen kann. Ein Verfahren zur Hochleistungs-Sprachsynthese würde praktisch angewendet, das schriftliche Informationen automatisch in Sprache mit nahezu menschlicher Stimme konvertiert.

- Bürosysteme, bei denen sämtliche Büroaktivitäten über elektronische Medien vermittelt werden, und Schreibmaschinen, die auf Sprache reagieren, fänden allgemeine Anwendung. Ein automatisches Übersetzungsgerät für die Übersetzung von Schriftstücken würde in Büros allgemein eingesetzt. Durch die Entwicklung von TV-Telefonen, Online-Computersystemen und Faxgeräten würde Büroarbeit bis auf Gespräche bzw. Verhandlungen allgemein zu Hause erledigt (Telearbeit).

Der letzte Punkt, die Telearbeit, ist genau genommen kein Technikproblem, sondern eine Kategorie der Arbeitsorganisation. Die erforderliche Infrastruktur (z. B. ISDN, TV-Telefon etc.) befindet sich im Aufbau oder gibt es längst. Die Telearbeit spielte schon im BIBB-Szenario von 1985 eine Rolle. Die Möglichkeiten, sie zu realisieren, wurden damals klar überschätzt. Selbst heute gibt es erst wenige Vorreiterfirmen, die mit der

Telearbeit ernst machen. Die Probleme liegen nicht in der Machbarkeit, sondern in den Ängsten der Beschäftigten vor dem Verlust des Kollegialkontaktes und in Widerständen der Betriebe, die Kontrolleinbußen befürchten. Die Kosteneinsparungen durch Dezentralisierung und zeitliche Entkopplung der qualifizierten und sachbearbeitenden Bürotätigkeit via Rückverlagerung in die Wohnung sind jedoch so beträchtlich, daß sich Telearbeitsplätze früher oder später überall durchsetzen werden, wo dies vom Sachzuschnitt her möglich ist. Die Sachverständigen haben den Median der Aussage („... wird Büroarbeit... allgemein zu Hause erledigt“) auf ungefähr 2006 datiert.

Gesamtbewertung und Schlußfolgerungen

Die Ausgangsfrage lautete, ob die Delphi-Studie eine Hilfe für das Erkennen zukünftiger technikinduzierter Problemlagen in der beruflichen Bildung sein kann? Die Betonung lag auf „technikinduziert“, denn es gibt neben dem Bestimmungsfaktor Technik noch eine ganze Reihe anderer Einflußgrößen, wie z. B. Wirtschaftswachstum, Beschäftigung und das Verhältnis des Dienstleistungssektors im Vergleich zum produzierenden Gewerbe, die für die berufliche Bildung ebenso wichtig sind. Um sie alle in den Griff zu bekommen, müßte man erneut ein „Szenario“ entwickeln.

Die Technikwelt des Delphi-Berichtes stellt auf Leistungsdaten einer vorwiegend naturwissenschaftlich definierten „Apparatur“ ab. Wie zu sehen war, gibt es zumindest Indizien dafür, daß in einer ganzen Reihe von Ausbildungsberufen ein Neuordnungsbedarf entstehen könnte. Allerdings ist der Delphi-Bericht keine Handlungsanweisung dafür, welche Berufe das im einzelnen sind und welche Lernbereiche gegebenenfalls betroffen sein könnten. Denn die genauen Auswirkungen hängen von drei verbleibenden Un-

gewißheiten ab. Erstens, man weiß nicht, ob die Bewertung der Sachthemen durch die Experten eine realistische Repräsentation des technologischen Geschehens in Deutschland ist. Dafür sind die Lücken im FKI-Sachverstand zu groß. Zweitens, es handelt sich um Prognosen, also um Aussagen mit einer Eintreffenswahrscheinlichkeit von weit unter eins. Drittens, man weiß nicht, welchen Weg die Technikdiffusion nehmen wird; Gegenstand der beruflichen Bildung können nur Kompetenzen und Tätigkeiten sein, die sich in Wirtschaft und Gesellschaft fest etabliert haben.

Die direkte, inhaltliche Nutzenanwendung des Delphi-Berichtes für Folgeanalysen in der Qualifikationsforschung ist daher gering. Doch dies darf man nicht dem ISI anlasten. Denn Aufgabe des Instituts waren Test und Probelauf für ein in Japan entwickeltes Informationssystem und nicht die Hilfestellung für die berufliche Bildung. Trotz einiger Einschränkungen ist der Delphi-Bericht eine richtungsweisende Publikation, hinter der eine imponierende Interpretationsleistung steht, und er ist ein Paradebeispiel dafür, wie man Planungsprobleme methodisch in den Griff bekommen kann.

Wirklich wichtig jedoch ist eine Einsicht, zur der der Delphi-Bericht zumindest dem Rezensenten verholten hat. Die Technikentwicklung dürfte nicht nur in den beiden hier betrachteten, sondern auch in anderen Feldern wie der Kommunikationstechnologie, im Bau- und Verkehrswesen oder der Umwelttechnik vor einem Innovationsschub stehen mit weitreichenden Folgen für Produktivität und berufliche Qualifizierung. Es sieht sogar danach aus, daß die prognostizierten Realisationszeiträume des Delphi-Berichtes in wichtigen Sachthemen zu pessimistisch waren und sich das Entwicklungstempo seit dem Befragungszeitpunkt beschleunigt hat. Berichte in den Medien über technische Fortschritte auf den verschiedensten Gebieten scheinen diese Vermutung zu bestäti-

gen.⁶ So wurden z. B. die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen auf dem Gebiet der Hochtemperatur-Supraleitung mittels oxidischer Keramiken erheblich verstärkt. Man rechnet mittlerweile mit einer Verkürzung der Zeithorizonte bis zur ersten kommerziellen Anwendung um mindestens fünf Jahre. Die großtechnische Verfügbarkeit von Motoren, Generatoren, Stromkabeln und Energiespeichern auf der Grundlage supraleitender Materialien könnte bereits um die Jahrhundertwende erreicht sein. Die Liste der Beispiele ließe sich mühelos verlängern.

Wenn somit die direkte Nutzenanwendung des Delphi-Berichtes in der beruflichen Bildung nicht groß ist, dann doch die indirekte. Er schärft nämlich den Blick für offene Positionen der Berufsbildungsforschung sowie im Forschungsprogramm des BIBB. Vor allem zwei Themenfelder könnten hier von Interesse sein. Das erste wäre eine Expertenbefragung, die gezielt auf den technikinduzierten Qualifikationsbedarf in den nächsten zehn bis fünfzehn Jahren in der Wirtschaft abstellt, das zweite die Adaption der Delphi-Methode auf die Forschungsplanung in der beruflichen Bildung. Erste Anwendungsgebiete der Delphi-Methode auf „Die Zukunft der Weiterbildung in Europa“ werden derzeit für die Bundesrepublik Deutschland in einer Befragung der Kölner Universität durchgeführt. Mit den Ergebnissen ist 1995 zu rechnen.

Wenn es denn richtig ist, daß sich die Anzeichen eines bevorstehenden Innovationsschubes mehren, dann sollte die Berufsbildungsforschung die Konsequenzen rechtzeitig und nicht erst, wenn die Entwicklung eingetreten ist, ins Auge fassen. Was heißt das konkret? Das Bundesinstitut müßte, am besten in Kooperation mit anderen Einrichtungen, Expertenbefragungen in allen Technikfeldern durchführen, die von Relevanz für die zukünftigen Qualifikationsanforderungen sind und dabei nach neuen Merkmalen der zukünftigen Arbeits- und Berufswelt suchen.

Anders als im ISI-Bericht sollten nur technische Neuerungen, deren allgemeine Verbreitung in Wirtschaft und Gesellschaft im nächsten Jahrzehnt bevorsteht, Gegenstand der Erhebung sein.

Nutzen der Delphi-Methode für die Berufsbildungsforschung: Sie schärft den Blick für zukünftige Problemfelder

Ein zweites Themenfeld für den Einsatz des Delphi-Verfahrens, das mit dem ersten zusammenhängt, wäre die langfristige Planung der Berufsbildungsforschung. Es ginge um das Erkennen und Bewerten von zukünftigen Problemfeldern. Zu den Problemfeldern könnten z. B. gehören: Bildungsverhalten von Jugendlichen und Erwachsenen; Qualifikationsbedarf und Qualifikationsverwertung in Betrieben; neue inhaltliche und organisatorische Strukturen in Aus- und Weiterbildung; berufliche Konsequenzen der zu erwartenden Technikentwicklung, neue Gestaltungs- und Vermittlungsinstrumente; Bedingungen für eine verbesserte Konkurrenzfähigkeit des dualen Systems; internationale Probleme.

Als Experten kämen neben Praktikern aus Wirtschaft und Verwaltung vor allem Wissenschaftler aus allen mit beruflicher Bildung befaßten Forschungseinrichtungen des Bundes, der Länder und Hochschulen in Frage. Wie eingangs ausgeführt, hatte man vor zehn Jahren für denselben Zweck und beschränkt auf die Forschungsziele des Bundesinstitutes die ungleich komplexere und daher auf mündlichen Informationsbeschaffungs- und Analysetechniken beruhende Szenariomethode angewendet. Dieses Verfahren läßt nur die Teilnahme von wenigen Experten zu, was die Reichweite der Ergebnisse in Grenzen hält. Die schriftliche Delphi-Methode könnte sich jedoch an einen großen

Expertenkreis richten. Das resultierende Spektrum identifizierter Forschungsnotwendigkeiten wäre viel zu umfassend, um nur ein Rahmenprogramm für das BIBB zu sein; auch die anderen Institutionen könnten sich daran beteiligen.

Zum Schluß ist es angebracht, noch auf einen weiterführenden Aspekt hinzuweisen. Die Technisierung des Produktionsprozesses in Betrieben ist ein notwendiges, jedoch kein hinreichendes Kriterium für die zugehörige Arbeits- und Berufsstruktur. Zwischen Technikeinsatz und Berufswelt liegt als Bindeglied und freier Parameter der Unternehmensleitung die Arbeitsorganisation. Je nach Arbeitsorganisation kommt man bei gegebenem Technikeinsatz in Betrieben für den Qualifikationsbedarf zu entgegengesetzten Folgerungen. Eine wichtige Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. die Aufteilung der Restarbeit. Man kann die Technisierung z. B. nutzen, um die Taylorisierung voranzutreiben. Hinter dem Taylorismus steht die Verhaltenshypothese, der Mensch ist die entscheidende Störgröße im Produktionsprozeß; sie gilt es, via Automatisierung, Funktionszerlegung und Minimierung des Bedarfs an beruflicher Kompetenz auszuschalten.

Immer mehr Betriebe machen jedoch die Erfahrung, daß vorhandene Leistungsreserven über den schieren Technikeinsatz allein, bei dem die Anpassungslasten der verbleibenden Restfunktionen von den Beschäftigten getragen werden, nicht zu mobilisieren sind. Angesichts der Produktvielfalt in den Wirtschaftsunternehmen hat die tayloristische Produktionsorganisation (am Band) früher oder später steigende Systemrisiken zur Folge, die sich in Ausfallzeiten, in Zwängen zur Fehlerbeseitigung und Nacharbeit sowie im längeren Durchlauf und in wachsendem Personalaufwand bemerkbar machen. Das in den letzten Jahren immer häufiger zu hörende betriebsorganisatorische Heilmittel lautet:

Reduzierung der Fertigungstiefe; Verminderung der Arbeitsteilung durch Rückverlagerung von wichtigen Zuständigkeiten der Planung, Kontrolle und Gewährleistung in die eigentliche Produktion, was flache Hierarchien zur Folge hat; Funktionsintegration und Jobenrichment im Rahmen von Gruppenarbeit, z. B. in Fertigungsinseln; stärkere Nutzung der vorhandenen beruflichen Kompetenz.

Anfang dieses Jahres ist eine industriesoziologische Publikation des Göttinger SOFI-Instituts „Trendreport Rationalisierung“ erschienen, die speziell diesem Thema gewidmet ist. Das Institut hat darin seinen Bericht von 1984 über „Das Ende der Arbeitsteilung“ fortgeschrieben. Angesichts des massiven Einsatzes neuer Technologien wollte man wissen, wie weit in den Bereichen Automobilindustrie, Werkzeugmaschinenbau und Chemische Industrie die Überwindung des Taylorismus durch Einführung neuer Formen des Arbeitseinsatzes fortgeschritten ist.⁷ Auch diese Untersuchung hat eine enge Berührung mit dem Thema Technikentwicklung und Qualifikationsbedarf. Sie wird Gegenstand eines Besprechungsaufsatzes in einem der nächsten BWP-Hefte sein.

Anmerkungen:

¹ Vgl. Kau, W.; Ehmann, Ch., *Szenario des Berufsbildungssystems bis 1995*. Bundesinstitut für Berufsbildung, Sonderveröffentlichung, Berlin und Bonn 1986

² Vgl. Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung: *Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik*; im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT); Bonn 1993

³ Ebenda, S. 84–85

⁴ Ebenda, S. 73 ff.

⁵ Vgl. *Bundesanzeiger* vom 28. April 1987: *Bekanntmachung der Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen nebst Rahmenlehrplänen vom 1. April 1987*

⁶ Vgl. Pabst, G.: *Hochtemperatur-Supraleiter — Kommerzielle Anwendung rückt immer näher*; *Handelsblatt* Nr. 188, vom 28. 9. 1994, S. 24

⁷ Vgl. Schumann, M.; Baethge-Kinsky, V.; Kuhlmann, M.; Kurz, C.; Neumann, U.: *Trendreport Rationalisierung — Automobilindustrie, Werkzeugmaschinenbau, Chemische Industrie*, edition sigma, Rainer Bohn Verlag, Berlin 1994

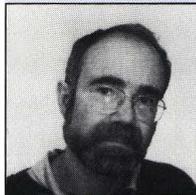
Das Ausbildungspersonal in der betrieblichen Praxis — Grundinformationen und Strukturdaten aus der BIBB/IAB-Erhebung 1991/92

Thomas Bausch



Cand. Soz., z. Zt. wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung 1.2 „Qualifikationsstrukturen und Berufsbildungsstatistik“ im Bundesinstitut für Berufsbildung, Berlin

Rolf Jansen



Diplompsychologe, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung 1.2 „Qualifikationsstrukturen und Berufsbildungsstatistik“ im Bundesinstitut für Berufsbildung, Berlin

Im Rahmen der BIBB/IAB-Erhebung 1991/92 wurden auch die Personen erfaßt, zu deren Aufgaben die Ausbildung von Lehrlingen gehört. Ihre Erwerbssituation soll im folgenden untersucht und mit den Angaben der übrigen Befragten verglichen werden. Rund 5,3 Millionen Erwerbstätige beteiligen sich an der Qualifizierung von Auszubildenden — also fast jeder sechste Arbeitnehmer. Die überwiegend männlichen Ausbilder sind schulisch und beruflich deutlich besser qualifiziert als Nichtausbilder und interessieren sich stärker für Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen. Ihre Arbeitsbedingungen sind tendenziell härter, die an sie gestellten Arbeitsanforderungen vielseitiger als die anderer Arbeitnehmer, und ihre wöchentliche Arbeitszeit ist überdurchschnittlich hoch. Trotzdem äußern sich Ausbilder deutlich zufriedener über ihre Tätigkeit.

Zur Methode

Ende 1991/Anfang 1992 hat das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) gemeinsam mit dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (IAB) eine repräsentative Befragung von rund 24 000 Erwerbstätigen in den alten Bundesländern zu ihrer Qualifikation und Beschäftigungssituation durchgeführt.