



## Technologiecluster – Chancen für innovative Bildungsangebote

Interview mit dem Leiter des Instituts für Innovation und Technik der VDI/VDE-IT, Dr. Ernst Andreas Hartmann

► Im Rahmen der Technologieförderung kommt sogenannten Clustern, in denen Unternehmen, Bildungsträger und Forschungseinrichtungen eng kooperieren, eine wichtige Rolle zu. Die dort geleistete Forschungs- und Entwicklungsarbeit ebnet nicht nur nachhaltigen Technologien den Weg, sondern trägt zu einem ebenfalls nachhaltigen Technologietransfer in die Aus- und Weiterbildung bei. Im Interview verweist Dr. Ernst Andreas Hartmann auf Good-Practice-Beispiele und benennt vor dem Hintergrund neuer technologischer Trends die Herausforderung für die Qualifikationsentwicklung in der beruflichen Bildung.

**BWP\_** Herr Hartmann, Spitzencluster nehmen im Rahmen der Technologieförderung einen entscheidenden Platz ein. Was ist Gegenstand der Arbeit in diesen Clustern? Können Sie Beispiele nennen?

**Hartmann\_** Seit etwa Mitte der 1990er spielt die Clusterförderung eine besondere Rolle in der Forschungs- und Innovationspolitik. Geprägt wurde der Begriff „Cluster“ vom US-amerikanischen Wirtschaftswissenschaftler Michael E. Porter, der damit regionale Netzwerke von Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen, intermediären und öffentlichen Institutionen bezeichnete. Diese Unternehmen und Organisationen stehen in engen Beziehungen, etwa als Kunden und Lieferanten in einer Wertschöpfungskette. In den Clustern zeigen sich regionale Spezialisierungen auf bestimmte Produkte, Märkte oder Technologien.

Der Spitzencluster-Wettbewerb des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) als Bestandteil der High-tech-Strategie der Bundesregierung ist eine Fördermaßnahme auf nationaler Ebene. Hintergrund der Clusterpolitik ist die Annahme, dass Cluster besonders gut in der Lage sind, in Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft Innovationen hervorzubringen. Gründe dafür sind die engen, vertrauensvollen Beziehungen und eine gemeinsame Spezialisierung, die weitere Forschung und Entwicklung (FuE) auf hohem Niveau möglich macht. Die gemeinsame FuE in Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen einer Region sind das zentrale Tätigkeitsfeld von Clustern. Die Gegenstände der FuE richten sich nach den jeweiligen regionalen Spezialisierungen. Es gibt etwa ein Mikrotechnologie-Cluster im Südwesten, mehrere Biotechnologiecluster – in München und der Rhein-Neckar-Region – und ein Logistik-Cluster in Nordrhein-Westfalen.

**BWP\_** Welche Rolle kann die Berufsbildung innerhalb der Spitzenclusterförderung spielen?

**Hartmann\_** Die berufliche Bildung ist eine zentrale Säule der Fachkräfteentwicklung der in den Clustern zusammengeschlossenen Unternehmen. Die Berufsbildung spielt deshalb bereits seit einiger Zeit eine bedeutende Rolle innerhalb der Cluster. So schließen sich etwa Unternehmen zu Ausbildungsverbänden zusammen, ausgerichtet auf die

fachliche Spezialisierung des Clusters. Weitere Möglichkeiten bestehen zum Beispiel darin, auf die Themen der Cluster bezogene berufliche Fortbildungen zu organisieren; dies kann sich an bundeseinheitlich geregelten Fortbildungsordnungen oder (zunächst) an Regelungen der regionalen Kammern orientieren. In etlichen Regionen haben Unternehmen Schwierigkeiten, genügend Bewerber für ihre Ausbildungsplätze zu bekommen. Für sie ist es hilfreich, wenn das Cluster durch gute Öffentlichkeitsarbeit deutlich macht, dass in der Region interessante und zukunfts-trächtige Ausbildungsmöglichkeiten vorhanden sind. Deshalb ist alles, was mit Fachkräften und deren Gewinnung und Entwicklung zu tun hat, ein wichtiges Thema für Cluster. Insofern engagieren sich auch fast alle Cluster in der beruflichen und hochschulischen Aus- und Weiterbildung. Was dabei aber oft zu kurz kommt, ist die gemeinsame Entwicklung innovativer Bildungsangebote und -formate, insbesondere im Übergangsfeld zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung.

**BWP\_** Was müsste aus Ihrer Sicht geschehen, um dieses Übergangsfeld zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung durchlässiger zu machen?

**Hartmann\_** Ich möchte zunächst den breiten Begriff „Durchlässigkeit“ zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung etwas näher definieren. Es hat sich als nützlich erwiesen, drei Elemente dieser Durchlässigkeit zu unterscheiden: Die Hochschulzugangsberechtigung, die Anrechnung beruflicher Kompetenzen auf Hochschulstudiengänge und schließlich die Entwicklung neuer hochschulischer Bildungsangebote, die sich speziell an beruflich Qualifizierte richten und auf deren besondere Anforderungen eingehen. Die Länder haben mittlerweile die Beschlüsse der Kultusministerkonferenz zur Öffnung des Hochschulzugangs für beruflich Qualifizierte aus dem Jahr 2009 weitgehend umgesetzt. Damit ist die Hochschulzugangsberechtigung selbst keine wesentliche Durchlässigkeitshürde mehr. Noch viel zu tun ist allerdings in den beiden anderen Bereichen: Anrechnung und neue Studienmodelle.

**BWP\_** Welchen Handlungsbedarf sehen Sie hier und welche Funktion haben in diesem Zusammenhang Cluster?

**Hartmann\_** Aus unseren Erfahrungen in der BMBF-Initiative ANKOM (Anrechnung beruflicher Kompetenzen auf Hochschulstudiengänge) und dem Bund-Länder-Wettbewerb „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ wissen wir, dass eine wichtige Barriere für gemeinsame Entwicklungen der beruflichen und hochschulischen Bildungsträger darin besteht, dass keine etablierten, vertrauensvollen Beziehungen zwischen beiden Seiten bestehen. In den ANKOM-Projekten bestand oft eine zentrale Herausforderung darin, dieses Vertrauen aufzubauen.

Genau diese vertrauensvollen Beziehungen sind allerdings charakteristisch für Cluster. Hier arbeiten alle Partner, die für eine bessere Durchlässigkeit zusammenwirken müssen,



**DR. ERNST ANDREAS HARTMANN**

Beruflicher Werdegang:

- 1997 – 2000 Bereichsleiter am Lehrstuhl für Informatik im Maschinenbau der RWTH Aachen
- 1995 – 1997 Interner Berater für Organisationsentwicklung bei den John Deere Werken Mannheim
- 2001 – 2004 Wissenschaftliche Koordination des BMBF-Programms „Lernkultur Kompetenzentwicklung“ der Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung (ABWF)

- Seit 2004 Leitung des Bereichs Gesellschaft und Wirtschaft der VDI/VDE-IT
- 2006–2009 nebenamtliche Tätigkeit an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg als Professor für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung an der Fakultät für Maschinenbau
- seit 2007 Leitung des Instituts für Innovation und Technik (iit) der VDI/VDE-IT
- seit 2011 Leitung der Projektträgerschaft des BMBF Spitzencluster-Wettbewerbs „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“

Arbeitsschwerpunkte:

- Durchlässigkeit im Bildungssystem, Aus- und Weiterbildung bzw. Kompetenzentwicklung im Bereich der Hochtechnologien, Analyse technologischer Innovationsfelder, Evaluation von Forschungs- und Innovationsprogrammen

ohnehin zusammen: Unternehmen und Träger der beruflichen wie der hochschulischen Bildung. Dies hat auch in einigen Fällen schon dazu geführt, dass duale Studiengänge entwickelt wurden, die sich an der Spezialisierung des Clusters ausrichten. Ein sehr gutes Beispiel für die Kooperation zwischen beiden Bildungsbereichen ist das Hamburger Luftfahrtcluster. Hier zeigt sich auch ein wichtiges Element, das eine nachhaltige Kooperation fördert: Gemeinsame Strukturen und Institutionen. Das Hamburg Centre of Aviation Training (HCAT) ist eine solche gemeinsame Einrichtung, in der berufliche wie hochschulische Bildung stattfinden und wo sich die jeweiligen Akteure treffen. Hier wurde ein institutioneller Kristallisationspunkt für gemeinsame Entwicklungen geschaffen.

Mit Blick auf die Breite aller Cluster muss man aber zurzeit noch feststellen, dass die Potenziale gemeinsamer Entwicklungen im Hinblick auf durchlässige Bildungsangebote bei Weitem nicht ausgeschöpft werden. Die Kreativität, die in die gemeinsamen technologischen FuE-Aktivitäten fließt, findet sich nicht im selben Maß im Bildungsbereich.

**BWP\_** Welche Rolle sollte Ihrer Meinung nach das Thema Nachhaltigkeit bei der Entwicklung und Anwendung neuer Technologien spielen?

**Hartmann\_** Das Thema Nachhaltigkeit sollte in der Tat querschnittlich bei allen neuen Technologien eine Rolle spielen. In der öffentlichen Diskussion wird das Thema „Nachhaltigkeitstechnologie“ viel zu sehr eingegrenzt auf „grüne“ Technologien, etwa im Bereich der erneuerbaren Energien. Gerade für die deutsche Industrie mit ihren Schwerpunkten im Maschinen- und Anlagenbau stellt sich die Nachhaltigkeitsfrage im Kontext der Effizienz technologischer

*„Die Entwicklung innovativer, durchlässiger Bildungsangebote sollte viel stärker zu den Zielen der Clusterförderung gehören, um technische Innovationen nachhaltig in die Aus- und Weiterbildung einzubringen.“*

Lösungen. In der Wirtschaftswissenschaft kennt man schon seit Mitte der 1990er den „Porter-van-der-Linde-Effekt“, der besagt, dass hoher Ressourcenverbrauch und hohe Emissionen immer auch ein Zeichen von Verschwendung sind. Nicht-nachhaltige Produktion ist ineffiziente Produktion, umgekehrt können schärfere Umweltauflagen durch Vermeidung dieser Verschwendung auf betriebswirtschaftlicher Ebene Kosteneinsparungen und auf volkswirtschaftlicher Ebene Innovationseffekte durch verstärkte Nachfrage nach effizienteren Technologien bewirken.

In diesem Kontext erscheint auch die in den letzten Jahren praktizierte Politik, die Industrie weitgehend von Umlagen für erneuerbare Energien auszunehmen, als innovationspolitisch fragwürdig. Nur wenn Energiekosten betriebswirtschaftlich spürbar sind, rechnen sich Investitionen in innovative, effizientere Technologien – Antriebe, Pumpen und alle anderen Komponenten von Investitionsgütern.

**BWP\_** *Wie lässt sich das Thema Nachhaltigkeit bei der Vermittlung beruflicher Handlungsfähigkeit mit Leben füllen?*

**Hartmann\_** Ich denke, dass das Thema „Nachhaltigkeit“ für jeden Beruf spezifisch umgesetzt werden muss. Für Automatisierungs-Elektroniker stellen sich da ganz andere Herausforderungen als für Logistik-Fachkaufleute oder Fachagrarwirte „Erneuerbare Energien/Biomasse“. Ein wichtiges Lernziel sollte darin bestehen, dass den Lernenden der Beitrag ihres beruflichen Handelns zur Steigerung von Energie-, Material- und Ressourceneffizienz – oder zu anderen Aspekten der Nachhaltigkeit – deutlich wird. Eine von der jeweiligen Beruflichkeit losgelöste „Nachhaltigkeitspädagogik“ halte ich im Kontext der beruflichen Bildung nicht für sinnvoll.

**BWP\_** *Geht es also weniger um berufsübergreifende Qualifizierung als vielmehr um fachspezifische Spezialisierung?*

**Hartmann\_** Sowohl als auch! Bereichs- oder berufsfeldübergreifende Aspekte haben – nicht nur durch die Prämisse der Nachhaltigkeit – eine hohe Bedeutung, soweit sie die Ein-

bettung des jeweils eigenen Handelns in größere wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge handlungsorientiert deutlich werden lassen. Dies sollte aber immer von der jeweils eigenen Beruflichkeit her gedacht werden.

Eine weitere Frage betrifft aber auch Spezialisierungen: So macht es etwa für das Montage- und Wartungspersonal einen großen Unterschied, ob Windkraftanlagen an Land oder im Meer gebaut und dort auch montiert und gewartet werden müssen. Hier sind jeweils Spezialkenntnisse und -fertigkeiten notwendig.

Eine gute Möglichkeit, die Balance zwischen breiter beruflicher Grundbildung und notwendigen Spezialisierungen zu halten, sind zertifizierte Zusatzqualifikationen, die während der Erstausbildung zusätzlich erworben werden können. Idealerweise sind diese Zusatzqualifikationen auf spätere Fortbildungen anrechenbar. Gerade im Bereich der Offshore-Windenergie gibt es hier schon erste Beispiele.

Diese zertifizierten Zusatzqualifikationen spielen auch eine wichtige Rolle für die Entwicklung von beruflichen Laufbahnmodellen. Solche Laufbahnmodelle sind von entscheidender Bedeutung, wenn die Attraktivität der beruflichen Bildung erhalten und gesteigert werden soll. Dabei sollten auch mehr und mehr Bildungselemente eine Rolle spielen, die eine flexible Lernbiografie zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung ermöglichen. Beispiele hierfür sind Hochschulzertifikate, die auf (berufsbegleitende) Bachelor- oder Masterstudiengänge angerechnet werden können.

**BWP\_** *Sie sprechen davon, dass wir uns mittlerweile in der „vierten industriellen Revolution“ befinden. Was kennzeichnet diese „Industrie 4.0“?*

**Hartmann\_** Es werden in der neueren Diskussion vier industrielle Revolutionen unterschieden. Die ersten beiden wurden stark von der Nutzung bestimmter Energiequellen geprägt, zuerst Wasser- und Dampfkraft, dann Elektrizität. Die dritte und vierte industrielle Revolution zeichnen sich beide durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik aus. Während die heutige Realität in der Industrie von der dritten industriellen Revolution geprägt ist, der seit den 1970er-Jahren stetig fortentwickelten rechnergestützten Automationstechnik, zeichnet sich nun mit der vierten industriellen Revolution eine grundlegende Erneuerung der technologischen Grundlagen automatisierter Produktion ab.

Zentrales Element der Industrie 4.0 sind „intelligente“ Mikrosysteme, oft auch als Smart Systems oder Cyber-Physical-Systems bezeichnet. Diese Systeme integrieren im Mikrometermaßstab unterschiedliche mechanische, elektronische, optische oder auch fluidische Elemente. Sie verfügen über „intelligente“ Daten- und Informationsverarbeitung, insbesondere in Kooperation miteinander. Sie sind über unterschiedliche Kommunikationsnetze miteinander verbunden; dies schließt das Internet ein.

Im Vergleich zu heute wird diese technische Intelligenz wesentlich verteilter, dezentraler vorliegen. Intelligente Werkzeuge kommunizieren mit intelligenten Werkstückträgern und mit den Fertigungseinrichtungen; alle diese Komponenten kommunizieren auch untereinander. Eine Zukunftsvision sind selbst organisierende Produktionssysteme, die Produktionsplanung, Einrichtung der Maschinen, Fertigung und Kontrolle flexibel automatisch beherrschen. Es zeigt sich hier erneut eine Tendenz zur Konvergenz von Technologien. Das Zusammenwachsen von Mechanik und Elektronik in der Mechatronik ist schon lange Realität, jetzt kommt eine viel stärkere Integration der Informatik in die mechatronischen Systeme hinzu, einschließlich fortgeschrittener Technologien der künstlichen Intelligenz.

**BWP\_ Welche Auswirkungen wird diese Entwicklung auf die Arbeitswelt und die Qualifikation von Fachkräften haben?**

**Hartmann\_** Dies hängt ganz entscheidend davon ab, welche Modelle der Arbeitsorganisation die Unternehmen für Industrie 4.0 einführen werden. Wir haben vor einiger Zeit für die Gewerkschaften eine Studie gemacht, die einige Szenarien aufzeigt. Das kann dann, überspitzt formuliert, so aussehen, dass die intelligenten Systeme die ganze Planung machen und die noch in der Produktion verbliebenen Menschen per Einblendung in Datenbrillen „herumdirigieren“. Oder eben so, dass multifunktionale, teilautonome Fertigungsteams die intelligenten Systeme für flexible Produktionsplanung und -steuerung nutzen. Was letztlich näher an der Realität liegen wird, hängt von den Strategien der Sozialpartner und der Politik ab.

Unabhängig davon lassen sich einige allgemeine Trends erkennen, die für Fachkräfte in der Industrie 4.0 von Bedeutung sein werden. Neben Mechanik und Elektronik wird Informatik als integraler Bestandteil smarterer Systeme wichtiger. Ob das nun zu einem neuen Berufsbild des „Industrieinformatikers“ führen wird, wie schon hie und da diskutiert, oder ob eher Zusatzqualifikationen oder Fortbildungen für vorhandene Berufsbilder gefragt sind, wird sich in der weiteren Entwicklung zeigen.

Ein weiterer Trend könnte eine zunehmende Bedeutung der Bionik betreffen. Dies bezieht sich einerseits auf physische Merkmale von technischen Systemen, die natürlichen Vorbildern nachgebildet sind. Ein Beispiel ist die „weiche“ Automatisierung, indem etwa ein Roboterarm nicht mehr starr, sondern flexibel nach dem Vorbild eines Elefantenrüssels gestaltet wird. Das ist wichtig für die inhärente Sicherheit kooperierender Roboter, die nicht mehr wie heute von den Menschen durch Schutzzäune getrennt sind, sondern direkt mit ihnen zusammenarbeiten.

Andererseits werden auch die „intelligenten“ Leistungen der automatischen Systeme von natürlichen Vorbildern inspiriert. „Schwarmintelligenz“ ist so ein Konzept, an dem sich das Verhalten verteilter intelligenter Mikrosysteme orientieren könnte.

**BWP\_ Welche Forschungsdesiderata ergeben sich für die Qualifikationsforschung der beruflichen Bildung?**

**Hartmann\_** Ein wichtiges Forschungsfeld habe ich vorhin schon angesprochen, das betrifft Laufbahnmodelle in der beruflichen Bildung, aber auch zunehmend zwischen der beruflichen und hochschulischen Bildung. Das Institut für Arbeit und Qualifikation an der Universität Duisburg-Essen hat herausgefunden, dass unter den Führungskräften in der Industrie ein immer größerer Anteil sowohl beruflich als auch akademisch qualifiziert ist. Hier scheint ein Bedarf zu bestehen, auf den sich beide Bildungsbereiche einstellen müssen. Es wird immer wichtiger, im Verlauf des Arbeitslebens flexibel und effizient zwischen den Bildungsbereichen „navigieren“ zu können.

Ein weiteres Desideratum betrifft die Qualifikationsvorausschau; dies ist vorhin im Zusammenhang mit zukünftigen Anforderungen der Industrie 4.0 schon angeklungen. Die Bildungssysteme brauchen vorausschauende Informationen, um im technologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wandel handlungsfähig zu bleiben. In letzter Zeit wurde – etwa von der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO) – angeregt, stärker technologische Roadmaps für die Qualifikationsvorausschau zu nutzen. Diese Roadmaps beschreiben Entwicklungsschritte im Hinblick auf zukünftige Technologien. Sie werden beispielsweise von den Europäischen Technologieplattformen entwickelt, liegen aber auch den nationalen FuE-Programmen zugrunde. Für eine bessere Qualifikationsvorausschau liegen erhebliche Potenziale in einer Kooperation zwischen den Projektträgern dieser FuE-Programme, dem BIBB und weiteren Akteuren. Hier ist noch methodische Entwicklungsarbeit, aber auch der Aufbau von Kooperationsmodellen zu leisten.

**BWP\_ Was kann aus Ihrer Sicht getan werden, um technische Innovation aus Forschung und Entwicklung nachhaltig in die Aus- und Weiterbildung einzubringen?**

**Hartmann\_** Diese Frage führt zurück zum Ausgangspunkt: Cluster sind der ideale Ort, um dieses Ziel zu erreichen. Die Entwicklung innovativer, durchlässiger Bildungsangebote sollte viel stärker zu den Zielen der Cluster und der Clusterförderung gehören. Hier sollten auch die Förderbedingungen und die Evaluationskriterien für Cluster angepasst werden.

Schließlich besteht eine weitere gute Möglichkeit darin, die Entwicklung solcher Bildungsangebote in die technologischen Förderprogramme selbst zu integrieren. So wurde etwa der Beruf des Mikrotechnologen/der Mikrotechnologin im Kontext des entsprechenden BMBF-Technologieprogramms entwickelt. Schon 2008 empfahl der Innovationskreis Weiterbildung, zehn Prozent der in Technologieprogrammen eingesetzten Mittel in den parallelen Kompetenzaufbau zu investieren. Diese Forderung hat nichts an Aktualität verloren. ■

*(Interview: Dr. Thomas Vollmer, Dr. Monika Hackel)*