



Fachkräfte in der Mikrosystemtechnik

Investitionen mit Perspektive



AUSBILDUNG

Herausgeber

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Projektträger Mikrosystemtechnik
Rheinstraße 10 B, D-14513 Teltow
www.vdivde-it.de

im Auftrag des
Bundesministerium für Bildung
und Forschung (BMBF)
53170 Bonn

Bestellungen

Schriftlich an den Herausgeber
oder unter
Tel.: 03328 435-0
Fax: 03328 435-141
E-Mail: vdivde-it@vdivde-it.de
Internet: www.vdivde-it.de

ISBN

3-89750-138-4

Redaktion

VDI/VDE-IT, Dr. Regina Buhr

Gestaltung

VDI/VDE-IT, André E. Zeich

Druck

Druckerei Feller, Teltow

Stand

März 2005

Grußwort Hubertus Christ	2
Einführung Regina Buhr	3
Das Netzwerk MST-Ausbildung – Ausbildungsnetzwerk zur Förderung der Mikrosystemtechnik in Niedersachsen Christine Ruffert	4
Das Netzwerk Learn-mst – Lernen am Arbeitsplatz – Mikrosystemtechnik Monika Hiegemann	7
Das Netzwerk pro-mst – Aus- und Weiterbildungspartnerschaft für Prozesstechnologien in der Mikrosystemtechnik Antoni Picard, Andreas Schütze	10
Das Netzwerk MANO – Mikrosystemtechnik-Ausbildung in Nord-Ostdeutschland Ralf Kerl	13
Das Netzwerk FasiMiT – Aus- und Weiterbildungsnetzwerk zur Fachkräftesicherung in der Mikrosystemtechnik in Thüringen Marion Wadewitz	16
Das Netzwerk MunichMicronet – Mikrosysteme für mobile und fluidische Anwendungen als Lerngegenstand Norbert Schwesinger	19
Visionäre Entwicklungen und ausstehende Herausforderungen im Aus- und Weiterbildungssystem der MST und anderen Schlüsseltechnologien , Alfons Botthof	22
Chancen und Herausforderungen von Unternehmensnetzwerken - Überblick aus Sicht der Wissenschaft Frank Lerch	28
Sichern Sie sich die Besten! <i>David oder Goliath – kleine und mittlere Unternehmen in Konkurrenz zur Großindustrie beim Werben um weibliche Fachkräfte</i> , Regina Buhr	32
„Wir wollen unsere eigenen Leute entwickeln.“ <i>Die MST-Ausbildung in der Berliner iris-GmbH infrared & intelligent sensors</i> Iris Wachsmuth	36
Ausbildung zur Mikrotechnologin / zum Mikrotechnologen am Institut für Mikrotechnik der TU-Braunschweig Monika Leester-Schädel	39
Internationaler Sommerstudiengang für Mikroelektronik in Frankfurt (Oder) Randolf Trimbuch	42
Ausbildung als Ausgangspunkt zukünftigen wirtschaftlichen Erfolgs Sabine Globisch	45

Grußwort

Die Zukunft deutscher Unternehmen hängt auch davon ab, ob es ihnen gelingt, sich an neue, technologisch anspruchsvolle Lösungen heranzuwagen. Neue Produkte und Dienstleistungen und effiziente Prozesse entstehen jedoch nicht von selbst. Dazu bedarf es neben dem Einsatz moderner Technik entsprechend ausgebildeter Fachkräfte. Technische Investitionen allein reichen nicht aus, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Nur mit passend qualifizierten Menschen lassen sich Potenziale in voller Breite erschließen. Die Entwicklung neuer Berufsbilder, die die technologischen Veränderungen aufgreifen und Qualifizierungen anbieten, die den Bedarfen der Unternehmen entsprechen, ist die richtige Antwort auf die erforderlichen Innovationen.

Eines der bedeutenden neuen Technikfelder ist die Mikrosystemtechnik. Sie gilt als Schlüsseltechnologie, und Deutschland zählt auf diesem Gebiet weltweit zu den führenden Nationen. Nachdem die Grundlagen der Mikrosystemtechnik in Wissenschaft und Industrie in den neunziger Jahren gelegt wurden, kommt es nun verstärkt darauf an, aus den Forschungs- und Entwicklungsergebnissen marktfähige Produkte zu entwickeln. Dieses kann nur gelingen, wenn die entsprechenden Fachkräfte zur Verfügung stehen. Seit einigen Jahren gibt es in der Mikrosystemtechnik neben der akademischen Ingenieurausbildung auch die gewerbliche Ausbildung zum Mikrotechnologen und zur Mikrotechnologin. Hier findet die Ausbildung derjenigen statt, die zur Umsetzung der Forschungsergebnisse in neue Produkte und Verfahren benötigt werden.

Die hoch qualifizierten Mikrotechnologen und Mikrotechnologinnen mit ihren Kenntnissen über verfahrenstechnische Prozesse zur Herstellung mikromechanischer Produkte, über Aufbau, Bedienung und Wartung von Anlagen bis hin zum Qualitätsmanagement sind die erforderliche Ergänzung zu den Forschern und Forscherinnen in der Grundlagenforschung und zu den

Ingenieuren und Ingenieurinnen in den Entwicklungsabteilungen. Unternehmen, die sowohl in die Aus- und Weiterbildung als auch in die Beschäftigung von Mikrotechnologen und Mikrotechnologinnen investieren, gewinnen breit einsetzbare Fachkräfte. Aus- und Weiterbildungsnetzwerke, wie die in dieser Broschüre vorgestellten Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik (AWNETH), erleichtern Unternehmen den Einstieg in neue Ausbildungsberufe. Die Vernetzung von Unternehmen, Hochschulen und weiteren Bildungseinrichtungen zu Ausbildungsverbünden und -kooperationen schafft Synergien und bildet eine Basis, auf der die Fachkräfteentwicklung parallel zu der dynamischen Entwicklung in der Hochtechnologie Mikrosystemtechnik ausgebaut und angepasst werden kann. Mit ihrem Engagement für die Aus- und Weiterbildung von jungen Menschen für die Mikrosystemtechnik schaffen engagierte Unternehmer und Personalverantwortliche die Grundlage für die Wettbewerbsfähigkeit ihrer Unternehmen und tragen zur Standortsicherung bei.



Prof. Dr.-Ing. Hubertus Christ
Vorsitzender des Deutschen Verbandes
Technisch-Wissenschaftlicher Vereine (DVT)

Einleitung

Die Bedeutung von Aus- und Weiterbildung als flankierende Maßnahme zur Förderung einer dynamischen Hochtechnologie wie die Mikrosystemtechnik (MST) wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) frühzeitig erkannt und durch eine Reihe von Initiativen im Bereich der Hochschulausbildung und der beruflichen Ausbildung aufgegriffen.

Eine dieser Initiativen sind die seit Ende 2002 geförderten Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik (AWNENT). Das AWNENT ist das Ergebnis eines Wettbewerbs, in dem ein vom BMBF einberufenes, unabhängiges Gremium aus Experten und Expertinnen aus Bildung, Forschung, Wirtschaft und Verbänden aus mehr als 20 eingereichten Konzepten sechs Netzwerke für eine Förderung im Rahmen des BMBF-Förderkonzeptes MST 2000+ auswählte. Die Hauptaufgabe dieses bundesweiten, aus den sechs regionalen Netzwerken MST-Ausbildung (Niedersachsen), Learn-mst (Nordrhein Westfalen), pro-mst (Rheinland-Pfalz, Saarland), MANO (Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern), FasiMiT (Thüringen) und MunichMicronet (Bayern) bestehenden Netzwerks ist die Bildung einer Infrastruktur, in der die Kompetenzentwicklung in der Mikrosystemtechnik berufs- und disziplinübergreifend unterstützt wird. Dieses Netz der Netze soll dazu beitragen, die MST-bezogene Aus- und Weiterbildung parallel zur rasanten Technologieentwicklung auszubauen und anzupassen, um einen wichtigen Beitrag zur Fachkräftesicherung in Deutschland zu leisten.

Ziel des Netzwerks ist es, diejenigen aus Unternehmen, Hochschulen, Bildungseinrichtungen mit gemeinsamen Interessen an der Förderung von Nachwuchs und Fachkräften im Feld der MST zu verbinden und bei ihren Bemühungen um die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften zu unterstützen. In diesem Sinne sind die regionalen Netzwerke des AWNENT als offene Verbünde strukturiert

und zeichnen sich durch eine dynamische Partnerstruktur aus, die sich in einem kontinuierlich steigenden Anteil neuer Kooperationen ausdrückt. Dem am Anfang aus 72 Partnern bestehenden Netz der Netze schlossen sich mittlerweile mehr als 80 weitere Unternehmen, Hochschulen, Institute und Bildungseinrichtungen an. Damit hat sich das AWNENT seit seiner Einrichtung Ende 2002 mehr als verdoppelt und bildet ein bundesweit einmaliges Potenzial an Kompetenz und Erfahrung auf dem Gebiet der Aus- und Weiterbildung in der Hochtechnologie Mikrosystemtechnik.

Diese Broschüre soll dazu beitragen, über die Arbeiten der Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik zu informieren und aufzeigen, welche Hilfestellungen diese zu Fragen von Aus- und Weiterbildung und Nachwuchssicherung geben können. Sie richtet sich daher insbesondere an Unternehmer und Personalverantwortliche, die vor der schwierigen Aufgabe stehen, den Fachkräftebedarf in ihren Unternehmen bei den vielfältigen MST-affinen Aufgabengebieten sowohl kurz-, als auch langfristig zu sichern. Die in der Broschüre vorgestellten Netzwerke, die darin präsentierten Beispiele aus der Arbeit und die Hinweise auf Ansprechpartner und Ansprechpartnerinnen sind eine direkte Möglichkeit, auf die jeweiligen regionalen Besonderheiten in Fragen der Fachkräftenachfrage und des Fachkräfteangebots einzugehen und Lösungen zu erarbeiten. Die Organisation der regionalen Netzwerke in einem bundesweiten Netzwerk ermöglicht dabei auch Beiträge und Lösungsansätze über regionale Grenzen hinaus.

Dr. Regina Buhr

mstbildungausbildungsnetzwerk zur förderung
der mikrosystemtechnik

Das Netzwerk MST-Ausbildung

Ausbildungsnetzwerk zur Förderung der Mikrosystemtechnik in Niedersachsen

Zielsetzung

Das am IMT der Universität Hannover angesiedelte Netzwerk dient der Stärkung der Kompetenz auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik (MST) in Niedersachsen. Es basiert auf der Einführung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen und einer kontinuierlichen Anpassung der Inhalte an die Technologieentwicklung.

Kurzbeschreibung des Vorhabens

Im Rahmen des Ausbildungsnetzwerks werden Maßnahmen zur Förderung von Nachwuchskräften in der MST in Niedersachsen ergriffen. Dabei stützt sich das Ausbildungsnetzwerk schwerpunktmäßig auf die drei Säulen Nachwuchsanwerbung, Ausbildung und Wissenstransfer.

Zur Nachwuchsanwerbung werden Werbemaßnahmen an Schulen der Region unternommen sowie praxisnahe Projekte an Unternehmen und Hochschulen angeboten und durchgeführt mit der Intention, bei Jugendlichen frühzeitig das Interesse an Ausbildung und Tätigkeit im Bereich der MST zu wecken. Die Ausbildung umfasste in der Projektanlaufphase die Qualifizierung von Berufsschullehrern und betrieblichem Lehrpersonal und parallel dazu die Entwicklung von Lehr- und Lernmaterialien. Lehrstättenübergreifende Lehr-

gänge werden regelmäßig im Rahmen eines Ausbildungsverbunds aller Ausbildungsbetriebe des Netzwerks für alle Auszubildenden gemeinsam durchgeführt und dazugehörige Unterrichtsmaterialien entwickelt. Für einen geeigneten Wissenstransfer sorgt ein von der Forschungs- und Technologiekontaktstelle der Universität Hannover konzipierter internetbasierter Expertenpool.

Ergebnisse

Die Mitglieder des Ausbildungsnetzwerks versprechen sich von ihrem Engagement im Netzwerk eine Erweiterung der MST-Kompetenz in Niedersachsen und der Verfügbarkeit von Mikrotechnologen und Mikrotechnologinnen zur Herstellung mikrosystemtechnischer Komponenten und Produkte. Die Verknüpfung unterschiedlicher Partner aus Hochschulen und Wirtschaft ermöglicht dabei eine gegenseitige Unterstützung der beteiligten Partner.

Innerhalb des Netzwerks werden didaktisch-methodisch aufbereitete Lernmaterialien in Form von Unterrichtsmodulen entwickelt und Lehrkräften sowie Auszubildenden über eine internetbasierte Lehr- und Lernplattform zur Verfügung gestellt, die auch eine Kommunikation untereinander ermöglicht. Eine Nutzung dieser Lerneinheiten über das Netzwerk MST-Ausbildung ist möglich.

Kooperationspartner (Auswahl)

Firmen:

Continental AG, ILFA Industrieelektronik, LPKF Laser & Electronics AG, Meditech Electronic GmbH, Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, WABCO GmbH & Co. OHG.

Universitäten, Fachhochschulen und Forschungseinrichtungen:

Institut für Mikrotechnik (TU Braunschweig), Institut für Physik und Physikalische Technologien (TU Clausthal), Institut für Berufspädagogik, Institut für Halbleiterbauelemente und Werkstoffe, Zentrum für Didaktik der Technik / Learning Lab Lower Saxony (alle Universität Hannover), Fachbereich Physik- Mess- und Feinwerktechnik (FH Hildesheim/Holzwinden/Göttingen), Laser-Laboratorium Göttingen e.V., Laser Zentrum Hannover e.V.

Öffentliche Einrichtungen und Weiterbildungsinstitutionen:

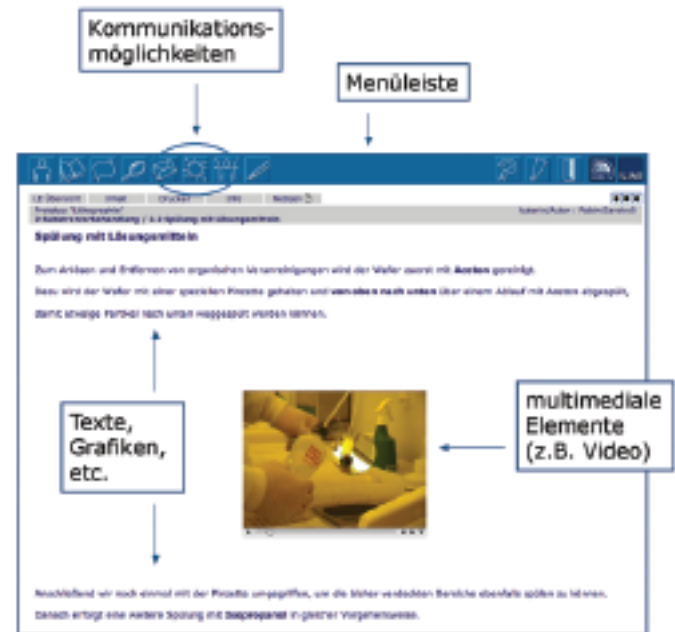
Gesellschaft für berufliche Qualifizierung Hannover e.V., Hannover Region Entwicklungs- und Beratungsgesellschaft für Beschäftigung mbH, Physikalisch Technische Bundesanstalt (Braunschweig), uni transfer (Universität Hannover).

Kontaktdaten der Koordination

Dipl.-Phys. Christine Ruffert, IMT, Universität Hannover, Schönebecker Allee 2, 30823 Garbsen, Tel.: 0511 762-4034, E-Mail: ruffert@imt.uni-hannover.de, Internet: www.imt.uni-hannover.de

Netzbasierte Lernformen in der Ausbildung von Mikro-technologen/Mikrotechnologinnen

In diesem Projekt wird untersucht, wie eine Lehr-/Lernplattform und darin eingestellte Medien Auszubildende bei der Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz unterstützen können. Die Ausbildung von Mikrotechnologinnen und Mikrotechnologen stellt wegen der hohen Geschwindigkeit technologischer Innovationen insbesondere für die Berufsschule eine berufspädagogische Heraus-



Beispielseite aus der Lernplattform

forderung dar: Zum einen müssen die Lehrinhalte ständig den technischen Entwicklungsprozessen angepasst werden, zum anderen wird die curriculare Arbeit durch fehlende Transparenz der Prozesse erschwert. Darüber hinaus wird ein am Arbeitsprozess orientierter Unterricht in der Berufsschule durch die hohen Kosten für die Anschaffung mikrotechnologischer Anlagen erschwert. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wird innerhalb des Ausbildungsnetzwerks die Ausbildung mit innovativen netzbasierten Lernmethoden im Lernortverbund erprobt. An diesem Verbund sind die berufsbildenden Schulen Neustadt am Rübenberge, die ausbildenden Unternehmen und Institutionen sowie das Learning Lab Lower Saxony und das Zentrum für Didaktik der Technik der Universität Hannover beteiligt. Die Information und Kommunikation der Auszubildenden, Ausbilder und Lehrer wird durch die Lehr-/Lernplattform ILIAS unterstützt.

Als ein Beispiel für netzbasiertes Lernen wird im Folgenden die Lerneinheit „Fotolithografischer Prozess“ beschrieben. Sie beinhaltet für die Auszubildenden die Aufgabe, einen Siliziumwafer im Reinraum eines betrieblichen Ausbildungspartners zu reinigen und eine Schicht Fotolack aufzubringen. Für die Gestaltung der Lernaufgabe wird die Tätigkeit zuerst beobachtet und dann selbst durchgeführt. Bei der Auswahl der Arbeitsaufgaben über die Lehr-/Lernplattform wird besonderer Wert auf eine enge Verknüpfung mit der Berufspraxis und eine realistische Darstellung des Arbeitsprozesses gelegt, sodass die Auszubildenden nach Bearbeitung der Arbeitsaufgaben über die Plattform in die Lage versetzt werden, einen Arbeitsplan aufzustellen und die beschriebenen Tätigkeiten anschließend selbstständig durchzuführen. Dafür werden domänen-spezifische Inhalte wie die Bedienung berufstypischer Anlagen und die Handhabung spezieller Arbeitsmittel multimedial aufbereitet und dargestellt (Videos etc.).

Der Projektverlauf orientiert sich am Prinzip der „vollständigen Handlung“. Die einzelnen Phasen führen die Auszubildenden an verschiedenen Lernorten durch. In der Berufsschule erhalten die Schüler in einer Gruppensitzung eine Einweisung in die Nutzung der Lehr-/Lernplattform sowie in die Arbeitsaufgabe selbst. In ihren Ausbildungsbetrieben und daheim erwerben die Auszubildenden die für die Planung und Ausführung der Aufgabe notwendigen Kenntnisse und erstellen den Arbeitsplan. Im Reinraum des Instituts für Mikrotechnologie an der Universität Hannover führen die Auszubildenden die Arbeitsaufgabe aus, reflektieren in der Berufsschule abschließend den Prozess der Problemlösung und erörtern Verbesserungsmöglichkeiten.

Zur Unterstützung der Kommunikation der Auszubildenden untereinander wurde auf der Lehr-/Lernplattform eine geschlossene Benutzergruppe eingerichtet, der die Auszubildenden, die Lehr-

kräfte und der Projektbetreuer angehören. Innerhalb dieser Gruppe konnten die Auszubildenden auf alle relevanten Informationen und Arbeitsblätter zugreifen, die für die Planung und Ausführung des Lehr-/Lernarrangements notwendig waren. Die Lerneinheiten enthalten sowohl allgemeine physikalische als auch anlagenspezifische Informationen, die für die Durchführung des Arbeitsauftrages relevant sind, in Form von Texten, Fotos, Videos, Grafiken und Datenblättern. Die Wirksamkeit wird von den Lehrern durch teilnehmende Beobachtung, die Auswertung von Schülertests sowie die Auswertung der auf der Lehr-/Lernplattform bearbeiteten Arbeitsblätter festgestellt. Zudem wird das Arbeitsergebnis, der mit Fotolack beschichtete Wafer, überprüft. Als Ergebnis wird festgehalten, dass die Auszubildenden die Arbeitsplanung mit Hilfe der auf der Plattform vorhandenen Informationen ohne weitere Hilfestellung ausführen können. Das Projekt versetzt sie in die Lage, die berufstypische Aufgabe „Reinigung und Belackung eines Wafers“ im Reinraum richtig auszuführen.

Bedeutung für die Zukunft

Netzbasierte Lernformen in der Ausbildung von Mikrotechnologen/Mikrotechnologinnen bieten die Möglichkeit, den Auszubildenden beim Erwerb beruflicher Handlungskompetenz beizustehen. Sie unterstützen die Arbeit im Lernortverbund und ermöglichen eine schnelle Anpassung der Lerninhalte, die den Auszubildenden nicht nur während ihrer Ausbildungszeit, sondern auch danach zur Verfügung stehen. Aufgrund der Arbeit in den Projekten sind die Auszubildenden, Lehrkräfte und Ausbilder mit der Nutzung der Lehr-/Lernplattform vertraut und können sie auch im Rahmen ihrer Facharbeit zukünftig zur Fortbildung nutzen.



Das Netzwerk Learn-mst

Lernen am Arbeitsplatz - Mikrosystemtechnik

Zielsetzung

Der Aufbau des vom Berufsförderungszentrums Essen (Bfz) koordinierten Netzwerks in NRW zielt auf die Verbesserung der Kompetenzentwicklung in der Mikrosystemtechnik. Erreicht werden soll dies durch die Etablierung neuer Aus- und Weiterbildungskonzepte mithilfe multimedialer Lernarrangements für das arbeitsprozessbegleitende Lernen.

Kurzbeschreibung des Vorhabens

Ausgangspunkt ist die dynamische technologische Entwicklung in der Mikrotechnologie und der bestehende Mangel an spezialisierten Fachkräften bei gleichzeitig fehlenden bzw. nur unzureichend vorhandenen Möglichkeiten zur Erstausbildung in Klein- und Kleinunternehmen.

Ein Beitrag zur Lösung und Überwindung dieser Problematik ist die Personalrekrutierung über Umschulung. Durch die geeignete Aufteilung von Ausbildungsinhalten und -phasen zwischen Bildungseinrichtung und Betrieben können Klein- und Kleinstunternehmen von der Vermittlung grundlegender Fertigkeiten und Kenntnisse entlastet werden und müssen sich lediglich mit ihrem spezialisierten und betriebsrelevanten Wissen in die Ausbildung einbringen.

Die Verwirklichung dieses neuen Konzeptes in der Umschulung macht den Einsatz neuer Medien und Technologien zur Realisierung verteilter Lernprozesse erforderlich. Entsprechende Lernarrangements und Lernmodule, die einen engen Bezug zu den Ausbildungszielen sowie zu den aktuellen und zukünftigen Anforderungen am Arbeitsplatz aufzeigen, sind zu gestalten, zu entwickeln und zu erproben.

Ergebnisse

- Konzept einer betriebsnahen Umschulung im Trainee-Konzept.
- Umschulungsangebot „Mikrotechnologie/Mikrotechnologin Fachrichtung Mikrosystemtechnik“, Abschluss: IHK-Prüfung.
- Etablierung neuer Koordinations- und Kooperationsformen in der Umschulung und Weiterbildung.
- Modular aufgebaute Lernarrangements zu Inhalten der Mikrosystemtechnik für die Weiterbildung.
- Aufbau einer Lernplattform zur Mikrosystemtechnik.

Kooperationspartner (Auswahl)

Bartels Mikrotechnik GmbH, Elmos, HL PLANAR Technik, Boehringer Ingelheim microParts GmbH, FH Gelsenkirchen, Universität Duisburg-Essen, RAG, IVAM.



Kontaktdaten der Koordination

Dr. Monika Hiegemann, Berufsförderungszentrum Essen e.V.,
Karolinger Str. 93, 45141 Essen, Tel.: 0201 3204-445, E-Mail: hiegemann
@bfz-essen.de
Internet: www.Learn-mst.de

Umschulung zum Mikrotechnologen/zur Mikrotechnologin im Trainee-Modell

Zielsetzung

Das Trainee-Modell ist ein praxisbezogenes und handlungsorientiertes Umschulungskonzept, das vom Bfz entwickelt und in enger Kooperation mit Unternehmen der Mikrotechnologie realisiert wird. Mit dem Konzept werden mehrere Ziele verfolgt:

Für die Teilnehmer und Teilnehmerinnen (Erwerbslose):

- Qualifizierung mit IHK-Abschluss.
- Frühzeitige und intensive Integration in den ersten Arbeitsmarkt bereits während der Umschulung.
- Unmittelbare und nachhaltige Vermittlung in ein festes Arbeitsverhältnis im Anschluss an die Umschulung.

Für die Unternehmen:

- Entlastung in der Ausbildung.
- Unterstützung bei der Personalrekrutierung und -entwicklung.

Für die Kostenträger:

- Deutliche Kostensenkung bei den Lehrgangskosten im Vergleich zu Regel-Umschulungen.

Konzeption

Die formale Struktur des Trainee-Konzeptes wurde in Abstimmung mit der zuständigen IHK zu Essen, Mülheim a.d.R. und Oberhausen und der regionalen Agentur für Arbeit in Essen entwickelt und von der prüfenden Kammer, der IHK Dortmund, akzeptiert.

Die 2-jährige Umschulung gliedert sich danach in zwei Phasen:

- **1. Phase:** 12 Monate Vollzeitqualifizierung im Bfz zur Erlangung von Grund- und Kernqualifikationen im Bereich der personalen und fachlichen Kompetenzen mit einer intensiven Vorbereitung auf die anschließende betriebliche Trainee-Phase.
- **2. Phase:** 12 Monate Trainee-Phase als Mitarbeiter oder Mitarbeiterin in der Produktion in einem Unternehmen der Mikrotechnologie zur Vertiefung und Erweiterung der praxisbezogenen Kenntnisse und Erfahrungen. Den Abschluss bildet die Ausführung

der Facharbeit (Prüfungsteil A). Ergänzt wird die Praxisphase durch Präsenzwochen im Bfz, Zeiten zum selbstorganisierten Lernen und ein individuelles Coaching.

Die Lerninhalte der Umschulung orientieren sich an den Lernfeldern und Ausbildungsinhalten des Ausbildungsrahmenplans. Das methodisch-didaktische Konzept legt den Schwerpunkt auf das handlungsorientierte Lernen: In der ersten Phase durch den Einsatz von Unterweisungen, die durch unterrichtsrelevante Experimente unterstützt werden, Praktika, Selbstlernphasen unter Einbeziehung von Internetrecherchen, Einsatz von Selbstlernmodulen für unterschiedliche Lernbereiche und Inhalte sowie deren tutoriell unterstützte Vor- und Nachbereitung; in der zweiten Phase mit der Durchführung einzelner Prozessschritte und Erledigung von Aufträgen im Rahmen der betrieblichen Prozessabläufe in den Praktikumsbetrieben.

Realisierung

Die unterschiedlichen Lernorte erfordern den Einsatz neuer Bildungsmedien, die ein arbeitsplatznahes, selbstorganisiertes Lernen mit individuellem Lernfortschritt ermöglichen. Für die Entwicklung entsprechender fachspezifischer Lernarrangements wurde die FH Gelsenkirchen als Kooperationspartner gewonnen. Die Lernarrangements sind multimedial konzipiert und beinhalten eine Kombination aus blended-learning-Sequenzen und face-to-face-Veranstaltungen.

Für die Vermittlung des fachpraktischen Know-hows in Themenfeldern, die nicht im Bfz vermittelt werden können, wie z. B. Reinraumtechnik und Chemie, konnten verschiedene Partner gewonnen werden: Für die Reinraumtechnik das HLT der Universität Essen-Duisburg, für Gerätekunde und -justierung die RAG Bildung

in Dortmund, für ein Reinraumpraktikum „Herstellung eines T-Sensors, Pt-100“ und für ein Chemiepraktikum die FH Gelsenkirchen.

Die erste Umschulungsgruppe startete im Juni 2003 und bereitet sich zurzeit auf die Facharbeiterprüfung im Mai vor. Bereits zum jetzigen Zeitpunkt haben fast alle Teilnehmer und Teilnehmerinnen die Zusage auf Übernahme in ein festes Arbeitsverhältnis in ihrem Praktikumsunternehmen nach bestandener Prüfung. Darüber hinaus wurde Interesse am Einsatz neuer Praktikanten und Praktikantinnen aus der zweiten Gruppe (Start Juni 2004) bekundet.



Das Netzwerk pro-mst

Aus- und Weiterbildungspartnerschaft für Prozesstechnologien in der Mikrosystemtechnik

Zielsetzung

Am Standort Zweibrücken der Fachhochschule Kaiserslautern ist eine vollständige und professionelle MST-Fertigungslinie speziell für Lehraufgaben verfügbar. Primäres Ziel des rheinland-pfälzisch-saarländischen Netzwerks pro-mst ist die optimale und nachhaltige Nutzung dieser bundesweit einzigartigen technologischen Ausbildungseinrichtung durch die Bündelung der Interessen und Kompetenzen, Erfahrungen und Ideen der Netzwerkmitglieder. Für die gemeinsame Nutzung der Reinrauminfrastruktur für Lehrzwecke müssen geeignete Angebote, Organisations- und Finanzierungsformen entwickelt werden. Das Netzwerk pro-mst entwickelt und erprobt hierzu Konzepte, die sich unter dem Begriff „Ausbildungs-Foundry“ subsumieren lassen.

Neben der Aus- und Weiterbildung in Prozesstechnologien der Mikrosystemtechnik vermittelt pro-mst Technikinhalte im Allgemeinen und Mikrosystemtechnik im Besonderen an Schulen der Region, um das Interesse von Schülerinnen und Schülern für MST-affine Themen zu wecken.

Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Aufgabe von pro-mst ist primär die praxisnahe Aus- und Weiterbildung von Studierenden verschiedener Hochschulen und Hoch-

schultypen sowie von Ingenieuren aus der Industrie im Bereich der Prozesstechnologien zur Fertigung von Mikrosystemen. Durch die Realisierung von industrieorientierten, praktischen „Hands-on“-Ausbildungsmodulen an State-of-the-art Fertigungsanlagen in modernen Reinräumen sollen innovative Wege bei der MST-Ausbildung beschritten werden.

Ergebnisse

- Konzeption einer länder- und hochschulübergreifenden Partnerschaft für eine hochwertige Aus- und Weiterbildung in Prozesstechnologien der Mikrosystemtechnik zu insgesamt günstigen Gesamtkosten (Ausbildungs-Foundry).
- Entwicklung kompakter Präsenzpraktika.
- Entwicklung und Angebot von MST-Seminaren.
- Erstellen von Kursmaterial, insbesondere die multimediale Kursvorbereitung in Form des „Virtuellen Technologielabors“.
- Projektorientierte Ausbildung.
- Förderung des naturwissenschaftlich-technischen Interesses an Schulen.

Kooperationspartner (Auswahl)

- Hochschulen (Universität des Saarlandes, Fachhochschule Kaiserslautern, Fachhochschule Aachen, Hochschule für Wirtschaft und Technik des Saarlandes).
- Forschungsinstitute (Fraunhofer IBMT und IMM Mainz).
- Industriepartner (Hydac Electronic GmbH, thinXXS GmbH, Festo Lernzentrum).
- Pilotschulen.

Kontakt Daten der Koordination

Prof. Dr. Antoni Picard; Prof. Dr. Andreas Schütze, Fachhochschule Kaiserslautern, Standort Zweibrücken, Geschäftsstelle pro-mst, Amerikastraße 1, 66482 Zweibrücken, Tel.: 06332 914-408, E-Mail: info@pro-mst.de, Internet: www.pro-mst.de

Ein Labor für alle: Foundry für Aus- und Weiterbildung in der MST

Das zentrale Anliegen des Aus- und Weiterbildungsnetzwerks für Prozesstechnologien der Mikrosystemtechnik lässt sich am besten unter dem Begriff „Foundry für Aus- und Weiterbildung“ beschreiben, d. h. pro-mst bietet die Ausbildung in einem modernen Reinraum in Form einer Dienstleistung anderen Hochschulen und sonstigen Bildungsträgern bzw. Interessierten aus der Wirtschaft zu günstigen Konditionen an.

Das Konzept der Ausbildungs-Foundry wird im Rahmen des pro-mst-Netzwerks erfolgreich umgesetzt: Die Universität des Saarlandes und die Fachhochschule Aachen betreiben bewusst kein eigenes kost-



spieliges MST-Labor für die Ausbildung ihrer Studierenden in Prozesstechnologien, sondern nehmen hierfür die Dienstleistung von pro-mst in Anspruch. Die Partnerhochschulen entsenden Studierende im Rahmen einwöchiger Exkursionen an die FH Kaiserslautern nach Zweibrücken, wo sie innerhalb eines Reinraumpraktikums einen vollständigen Silizium-Drucksensor aufbauen.

Die Studierenden werden durch entsprechend abgestimmte Vorlesungen an ihren Heimathochschulen gut mit theoretischen Grundlagen auf die Bewältigung der Anforderungen des Reinraumlabors vorbereitet.

Um die Prozessaufgaben optimal erfüllen zu können, ist üblicherweise eine langwierige Einarbeitung in die Bedienung der komplexen Fertigungsanlagen notwendig. Durch ein vorgeschaltetes,

tutoriell betreutes „Computer Based Training“ (CBT) am Heimatstandort üben die Studierenden vorab bereits wesentliche Bedienelemente der Maschinen an realitätsnahen, interaktiven Simulationen ein. Dieses „Virtuelle Technologielabor“ stellt ein fehlertolerantes, ressourcenschonendes und damit kostengünstiges Trainingssystem dar. Die notwendige Einarbeitungszeit während der Labor-Exkursion wird hierdurch wirksam verkürzt. Der Lernerfolg und das Erfolgserlebnis werden wesentlich vergrößert.

Der einwöchige Kurs „Herstellung eines piezoresistiven Drucksensors“ wurde bislang fünfmal für Studierende der Universität des Saarlandes, Fachrichtung Elektrotechnik und der Fachhochschule Aachen, Studiengang Mechatronik mit insgesamt 48 Studierenden durchgeführt. Eine Befragung ergab eine hohe Zufriedenheit, alle Teilnehmenden schätzten das Angebot als wertvolle Ergänzung zum bestehenden Curriculum.

Neben den kompakten, einwöchigen Exkursionen entwickelt pro-mst auch andere Formen zur Aus- und Weiterbildung in Prozesstechnologien der Mikrosystemtechnik.

Die Lehrveranstaltung „Einführung in die Mikrosystemtechnik mit Labor“ wurde beispielsweise von pro-mst für Studierende des Studiengangs Maschinenbau der Akademie der Saarländischen Wirtschaft (ASW) konzipiert. Der Kurs war in einen jeweils 24-stündigen Theorie- und Laborteil gegliedert und über 12 Wochen verteilt. Im praktischen Teil der Ausbildung wurden die Studierenden mit ausgewählten Prozessen zur Herstellung von Mikrosensoren und -aktoren, der Messtechnik sowie der Reinraumtechnik vertraut gemacht. Aufgrund der positiven Resonanz der Studierenden, welche im Wesentlichen auf die gewonnenen Hands-on Erfahrungen in den Laboren in Zweibrücken zurückzuführen sind, soll dieser Kurs künftig als fester Bestandteil in das Curriculum des Studiengangs Maschi-

nenbau der ASW aufgenommen werden und jährlich einmal stattfinden.

Ein anderes Beispiel ist die von pro-mst angebotene zweitägige Weiterbildungsveranstaltung: „Einführung in die Mikrosystemtechnik – Theorie & Praxis“. Zielgruppe sind Personen, die die Mikrosystemtechnik nicht nur abstrakt theoretisch kennen lernen möchten, sondern auch durch eigene Erfahrungen im Labor, an ausgewählten Maschinen und Prozessschritten. Neben speziellem FuE-Personal spricht dieser Kurs auch Entscheidungsträger in Unternehmen an, die sich mit dieser neuen Technologie vertraut machen wollen. Die theoretische Einführungsveranstaltung vermittelt einen umfassenden Überblick über das Anwendungs- und Technologiepotenzial mit einer Einführung in Basistechniken mikromechanischer Sensoren. Im Zentrum der Praxismodule stehen wiederum einzelne Prozessschritte zur Herstellung mikromechanischer Komponenten am Beispiel des Drucksensors, die von den Teilnehmenden in Kleingruppen weitgehend selbstständig durchgeführt werden.



Das Netzwerk MANO

Mikrosystemtechnik-Ausbildung in Nord-Ostdeutschland

Zielsetzung

Das aus Berlin koordinierte Netzwerk MANO konzentriert sich auf die Verbesserung der Aus- und Weiterbildungssituation in der Mikrosystemtechnik in der Region Nord-Ostdeutschland. Dazu zählen vor allem breite Öffentlichkeitsarbeit und ständige Aktualisierung und Anpassung der Aus- und Weiterbildungsinhalte an den Technologiefortschritt.

Kurzbeschreibung des Vorhabens

Im MANO-Netzwerk haben sich Institutionen aus Bildung, Forschung und Industrie der Bundesländer Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern zusammengeschlossen, um gemeinsam die Aus- und Weiterbildung in der MST voranzutreiben und zu verbessern. Das von den MANO-Partnern erarbeitete Konzept reicht von der vorberuflichen Bildung über die Facharbeiter- und Ingenieurausbildung bis hin zur beruflichen Weiterbildung.

Ergebnisse

- Auf- und Ausbau des regionalen MST-Bildungsnetzwerks in Nord-Ostdeutschland.
- Evaluation des Berliner Ausbildungsverbundes.
- Einführung der Erstausbildung Mikrotechnologie/Mikrotechnologin in Mecklenburg-Vorpommern.

- Planung und Einführung der Weiterbildung zum „Staatlich geprüften Techniker MST“.
- Entwicklung innovativer Weiterbildungsmaßnahmen für die MST.
- Entwicklung eines bundesländerübergreifenden Masterstudien-ganges MST.
- Durchführung von Lehrerweiterbildungen und Veranstaltungen zur Nachwuchswerbung (z. B. Aufbau von Schulpartnerschaften, Organisation von Schüleruniversitäten, Beteiligung am Girl's Day, Berufsinformationsveranstaltungen in Schulen und Berufsinformationszentren).
- Aufbau eines Mikrotechnologie-Ausbildungslabors.

Kooperationspartner (Auswahl)

Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik, FH Brandenburg, FHTW Berlin, Forschungsverbund Berlin e.V., Fraunhofer IZM, Kompetenzzentrum Mikroelektronik Frankfurt (Oder), Lise-Meitner-Schule Berlin, Siemens Professional Education, Staatliche Technikerschule Berlin, TU Berlin, Technologien der Mikroperipherik, Universität Rostock, Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin.

Kontaktdaten der Koordination

MANO-Geschäftsstelle, Ralf Kerl, Gustav-Kirchhoff-Straße 4, 12489 Berlin, Tel.: 030 6392-3396, E-Mail: info@m-a-n-o.net
Internet: www.m-a-n-o.net

Hochschulführer vernetzt die MST-Landschaft in Nord-Ostdeutschland

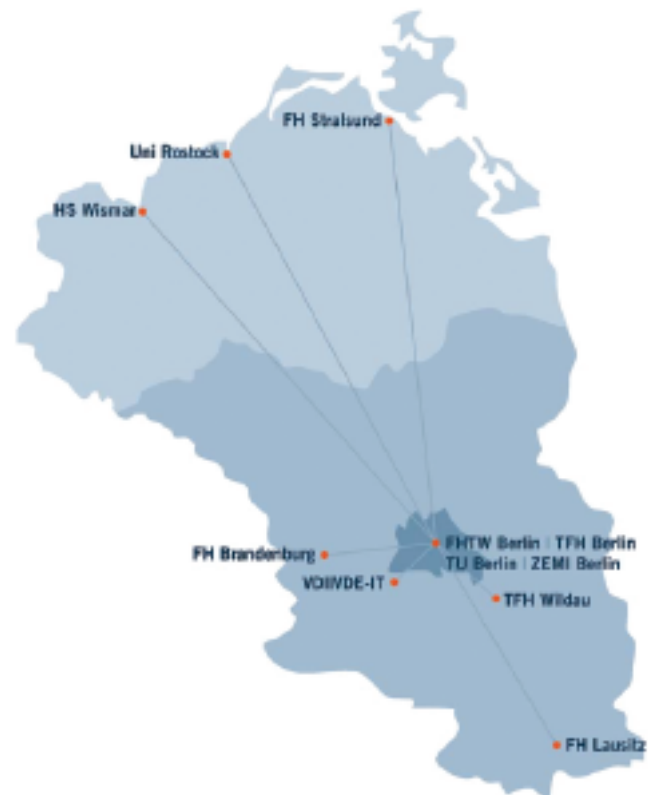
Zentrales Anliegen von MANO ist es, in der Region Nord-Ostdeutschland ein kompetentes Netzwerk für die Weiterentwicklung der Aus- und Weiterbildung in der MST aufzubauen. „Kernstück“ und Basis der MANO-Arbeit ist die Vernetzung der einzelnen Bildungsbereiche (vorberufliche Bildung, Facharbeiterausbildung, Studium, Weiterbildung). Dies spiegelt sich zum einen in der Partneraufstellung und zum anderen in der Zusammensetzung der einzelnen Arbeitsgruppen wieder.

Erst durch das Zusammenspiel von beruflichen Schulen, Ausbildungsbetrieben, Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Unternehmen können „Dienstleistungen“ und „Produkte“ entwickelt werden, die ein aufeinander abgestimmtes und durchlässiges Bildungssystem erkennen lassen.

An einem Beispiel soll dies erläutert werden:

Hochschulführer Mikrosystemtechnik

Die Herausgabe des MANO-Hochschulstudienführers trägt wesentlich zur Vernetzung der MST-Hochschullandschaft in der MANO-Region Nord-Ostdeutschland bei. Durch die Bestandsaufnahme und Außendarstellung der vorhandenen Potenziale konnte die Integration aller mit MST befassen Hochschulen der Region erreicht werden. Besonders hervorzuheben ist zum einen die systematische Darstellung von Bildungsmöglichkeiten, Bildungszielen und Bildungsinhalten auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik und ihrer Applikationen, zum anderen die Integration von mikrosystemtechnisch orientierten Unternehmenspräsentationen. Diese und die Beiträge zu Anwendungsgebieten bieten Interessierten Hinweise auf spä-



Am Hochschulführer Mikrosystemtechnik beteiligte Hochschulen und Institutionen

tere Einsatzgebiete und Tätigkeitsfelder.

Technisch und naturwissenschaftlich interessierte junge Menschen können sich so einen Überblick über das zukunftsorientierte und

innovative Gebiet der Mikrosystemtechnik verschaffen. Sie erfahren, welche Schwerpunkte (Profile) von einzelnen Hochschulen gesetzt und welche Lehrinhalte jeweils angeboten werden. Durch diesen regionalen Überblick wird dem Besuch von Lehrveranstaltungen an verschiedenen Hochschulen der Weg geebnet. Die Mobilität der Studierenden und die Gestaltung individueller Bildungswege werden hierdurch gefördert.

veröffentlichen und damit die Möglichkeit eines unkomplizierten Austausches von Auszubildenden, Studierenden, Mitarbeitern u. a. zu schaffen. Ebenso soll eine Zusammenstellung der Labor- und Fertigungskapazitäten erfolgen, die es Unternehmen erleichtern soll, den „richtigen“ Hochschulpartner für spezifische FuE-Projekte oder aber für bestimmte Auftragsarbeiten zu finden.

Der Hochschulführer ist in drei Abschnitte unterteilt:

Studieren mit Perspektive:

Spezialisten und Absolventen stellen die Arbeitsinhalte, die Ausbildungsabläufe und die Arbeitsmarktchancen für Ingenieure und Ingenieurinnen der Mikrosystemtechnik dar.

Faszination Mikrosysteme:

Wissenschaftler präsentieren die Breite der Einsatzmöglichkeiten der Mikrosystemtechnik und geben Einblicke in die Vielfalt dieser Schlüsseltechnologie.

Mikrosystemtechnik studieren:

Die neun Hochschulen, die in Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern im Bereich der MST lehren, stellen sich vor. Dabei werden Studienziele, -pläne, -abläufe, Lehrinhalte und Zulassungsvoraussetzungen beschrieben und Informationen zu Veranstaltungen und Ansprechpartnern zusammengefasst.

Aufgrund der hohen Nachfrage ist eine Neuauflage des Hochschulführers geplant.

Auch über den Hochschulbereich hinaus werden derzeit Bildungsmodule erfasst, welche die einzelnen Partner im Netzwerk anbieten können. Vorgesehen ist, diese Module in einer Datenbank zu



Das Netzwerk FasiMiT

Aus- und Weiterbildungsnetzwerk zur Fachkräftesicherung in der Mikrosystemtechnik in Thüringen

Zielsetzung

Vom Standort Erfurt koordiniert das Netzwerk FasiMiT die Aktivitäten in der Region Thüringen mit den Schwerpunkten:

- Schaffung eines Aus- und Weiterbildungsnetzwerkes zur Fachkräftesicherung in der MST in Thüringen.
- Bildung einer Infrastruktur, in der Kompetenzentwicklung in der MST berufs- und disziplinübergreifend unterstützt wird.

Kurzbeschreibung des Vorhabens

Unter Nutzung bereits erfolgter regionaler Bündelungsaktivitäten interessierter Unternehmen der Mikrotechnologie im Rahmen der Netzwerke Mikrotechnik Thüringen e. V., OptoNet e. V. und Mikro Tec werden vorhandene Kompetenzen in der Aus- und Weiterbildung der Mikrosystemtechnik verzahnt. Durch die Einbeziehung weiterer Partner entstehen tragfähige Strukturen zur regionalen Fachkräftesicherung in der Mikrosystemtechnik.

Den inhaltlichen Rahmen der Entwicklung des Aus- und Weiterbildungsnetzwerkes bilden Projekte, welche auf die Themenfelder/Bereiche Sensibilisierung der Öffentlichkeit, Ermitteln des Fachkräftebedarfs/Strategien für dessen Sicherung, erster Bildungsweg (Schule, Berufsausbildung, Studium), berufsbegleitende Maßnahmen (Wei-

terbildung, Fortbildung) und zweiter Bildungsweg (Umschulung, Weiterbildung) für die Mikrosystemtechnik orientieren. Einen wichtigen Schwerpunkt der Betrachtung bilden Überlegungen zur kontinuierlichen Anpassung der Aus- und Weiterbildungsinhalte und Weiterbildungsformen in der MST, insbesondere Möglichkeiten der Vernetzung von Akteuren aus Industrie, Arbeitsmarktförderung, Bildung und Politik.

Absicht ist es, im Rahmen des Vorhabens ein Netzwerk zu etablieren, dessen Partner in der Lage sind, über den Förderzeitraum hinaus umfassende und komplexe Bildungsprodukte bzw. -dienstleistungen zu entwickeln, anzubieten und erfolgreich zu realisieren. Ein wichtiges Anliegen ist der Aufbau von Strukturen für ein effizientes Netzwerkmanagement und die Netzwerkmoderation, welche den Aufbau vielfältigen Erfahrungswissens und die Integration unterschiedlicher Perspektiven ermöglichen, über beste Voraussetzungen für die Fortentwicklung von Gestaltungswissen sowie für Wissenstransfer verfügen und damit für einen ständigen Ausgleich divergierender Interessen sorgen können. Im Projekt soll geprüft werden, inwieweit eine gemeinsame Verwertungsgesellschaft zu entwickeln ist, die Serviceleistungen im Bereich von Wissensbereitstellung und Bildungsmanagement als eigenständiger Dienstleister erbringt.

Ergebnisse

- Durchführung der Ausstellung „Mikro-Optowelten“ in Erfurt.
- Konzepte zur systematischen Ermittlung von Fachkräftebedarf in der MST.
- Bildungsmodule zur MST für die berufliche Erstausbildung, Umschulung und Weiterbildung.
- Aus- und Weiterbildungsbörse auf dem Gebiet der MST in Thüringen.
- Konzepte zur Gewinnung von Jugendlichen für einen Beruf bzw. ein Studium in der MST.
- Lehr- und Lernmaterialien für die MST-Bildung.

Kooperationspartner (Auswahl)

CiS Institut für Mikrosensorik gGmbH, Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF), MTT Mikrotechnik Thüringen e. V., TU Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau, FG Mikrosystemtechnik, Zentrum für Mikro- und Nanotechnologien der TU Ilmenau, OptoNet e. V., X-FAB Semiconductor Foundries AG, MicroComp e. V., ATB Arbeit, Technik und Bildung GmbH, IFW Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung, Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Arbeit, IHK Erfurt, Agentur für Arbeit, BIBB Bonn, GEBIFO Berlin, VDI/VDE-Arbeitskreis Mikrotechnik Thüringen, Fachhochschule Jena, Thüringer VDI-Bezirksverein e. V., Mathematisch-Naturwissenschaftliche Spezialgymnasien in Erfurt, Ilmenau und Jena, MST-Unternehmen der Region Thüringen (z. Zt. 38), Realschulen (z. Zt. 2), Projektakteure des „Bildungsportals Thüringen“, „Qualifizierungskoordinatoren“, „Qualiservice“, Thüringer Koordinierungsstelle für Naturwissenschaft & Technik für Schülerinnen, Studentinnen und Absolventinnen, transIT GmbH, Ausbildungsverbünde in Thüringen (Kerngruppe: 6 Verbünde), STIFT Stiftung für Technologie, Innovation

und Forschung Thüringen, Universität Erfurt, Fachgebiet Berufspädagogik und berufliche Weiterbildung.

Kontaktdaten der Koordination

BWAW Bildungswerk für berufsbezogene Aus- und Weiterbildung Thüringen gGmbH
 Peter-Cornelius-Str. 12, 99096 Erfurt;
 Peter-Cornelius-Str. 12, 99096 Erfurt;
 Marion Wadewitz, Tel.: 0361 340-5637
 E-Mail: m.wadewitz@bwaw.de
 Dietmar Naue, Tel.: 0361 601-4635, Email: d.naue@bwaw.de
 Internet: www.fasimit.de



Unternehmensbesuche (Zwischenstand 2004)

Unternehmensgespräch als Instrument zur Partnergewinnung/Netzwerkentwicklung

Favorisierte Formen der Partnergewinnung sind Veranstaltungen, Infoschreiben mit Fragebögen zur Bestandsaufnahme sowie persönliche Gespräche durch FasiMiT-Akteure mit Unternehmern und Führungskräften in Thüringer MST-Unternehmen. Zur Information und Vertrauensbildung, zur Erfassung von Fachkräfte- und Bildungsbedarf sowie zur Anregung von entsprechenden Diskussionsprozessen wurden seit März 2004 gezielte Besuche in 28 MST-Unternehmen unternommen.

Geleitet von Basismaterialien, wie einer Präsentationsmappe und einem Erfassungsbogen, wurden Fachkräftebedarf, Bedarf an Aus- und Weiterbildung sowie betriebliche Problemstellungen in diesem Kontext diskutiert.

Die Unternehmen reagierten mit großem Interesse auf Informationen zu Möglichkeiten der dualen Ausbildung (z. B. zum Berufsbild des Mikrotechnologen), darunter Informationen zu Unterstützungsangeboten durch überbetriebliche Ergänzungsausbildung und die Vermittlung von Zusatzqualifikationen und diskutierten entsprechende Wege. Als Ergebnis der Unternehmensgespräche konnten neue Unternehmen als ausbildende Betriebe für Mikrotechnologen gewonnen werden.

Auch wurde festgestellt, dass in den Unternehmen eine hohe Vielfalt an Produkten sowie eingesetzten Materialien und Technologien vorzufinden ist. Dies bringt Konsequenzen für die Gestaltung beruflicher Aus- und Weiterbildung mit sich. Die Unternehmen betrachten es als unbedingtes Erfordernis, neben dem Werkstoff Silizium auch Polymere sowie Glas und Keramik und deren Anwendungen in der MST in Aus- und Weiterbildungsprozessen zu verankern.

Mit diesen begonnenen vertrauensbildenden Maßnahmen in Unternehmen wurde eine wichtige Basis für weiterführende Aktivitäten der Netzwerkbildung und -verstärkung gelegt. In Abgleich mit den Intentionen der Arbeit von FasiMiT gelang es, neue Mitstreiter für die Netzwerkarbeit zu gewinnen. Die Unternehmen wissen es zu schätzen, dass durch die Unternehmensbesuche die FasiMiT-Akteure als „Transporteur“ von Wissen zwischen MST-Unternehmen wirken und damit eine wichtige Rolle in der klein- und mittelständisch geprägten Wirtschaft Thüringens übernehmen. Im Rahmen der bisher durchgeführten Gespräche mit MST-Unternehmen konnten sehr positive Erfahrungen mit der Präsentationsmappe gesammelt werden:

- Die Unternehmen erhalten aufgrund der Bündelung der Informationen einen komprimierten und ganzheitlichen Überblick über die MST-Szene in Thüringen.
- Die Unternehmen finden sich selbst im MST-Atlas wieder und identifizieren sich somit als Teil der MST-Szene.
- Für die Unternehmen wird deutlich, welche anderen Einrichtungen und Unternehmen es mit welchem Leistungsangebot (Produkte und Technologien) gibt, was wiederum dazu führt, dass Kontaktabstimmungen zwischen Unternehmen erfolgen. Außerdem erarbeiten Unternehmen - da sie dadurch einen Marketingvorteil sehen - selbst Leistungsangebote, die in die Mappe aufgenommen werden.
- Im Rahmen der Nachwuchsgewinnung wird Unternehmen aufgezeigt, welche Studiengänge und innovativen Modelle der Ausbildung in Thüringen existieren, wie z. B. das berufsintegrierende Studium an der Fachhochschule Schmalkalden und wo Kontakte zu Praktikanten, Diplomanden oder Doktoranden hergestellt werden können.



Das Netzwerk MunichMicronet

Mikrosysteme für mobile und fluidische Anwendungen als Lerngegenstand

Zielsetzung

Das süddeutsche Netzwerk MunichMicronet ist ein Zusammenschluss aus Forschungs- und Bildungseinrichtungen sowie Unternehmen aus dem Raum München. Die Partner des MunichMicronet erarbeiten gemeinsam Aus- und Weiterbildungsprogramme, die grundsätzliche Fragestellungen der MST aufgreifen, methodisch aufarbeiten und Interessierten in geeigneter Form nahe bringen.

Für die im MunichMicronet vernetzten Partner aus Hochschulen und Unternehmen spielt die Frage der Motivation eine Schlüsselrolle. Das MunichMicronet sieht die Gefahr, dass ohne die entsprechende Motivation auch die besten Aus- und Weiterbildungsprojekte nicht die erwünschte Wirkung zeigen. Weiter zielen die Partner darauf ab, die Zusammenarbeit zwischen Schule, Hochschule und Wirtschaft zu fördern, um die Bildungsinstitutionen praxisnäher zu gestalten. Diesen Herausforderungen begegnet man in München auf den drei Ebenen Schule, Hochschule und Weiterbildung.

So hat sich das Netzwerk das Ziel gesetzt, Schüler und Schülerinnen zu aktivieren, sich mit mikrotechnischen Fragestellungen auseinander zu setzen. Besondere Förderung gilt dabei den Mädchen. Die Jugendlichen sollen bereits während ihrer Schulzeit an High-Tech-Entwicklungen herangeführt werden und für eine Berufswahl in zukunftsorientierten, technisch geprägten Bereichen motiviert werden.



Auf der Hochschulebene steht die Wissensvermittlung im Mittelpunkt. Dabei kommt es dem MunichMicronet darauf an, den auszubildenden Studierenden modernste Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik mit hoher Effektivität und in nachhaltiger Form zu vermitteln. In Ergänzung dazu werden neue Medien eingesetzt und die Entwicklung neuer didaktischer Lehr- und Lernformen vorangetrieben. Die dritte Ebene des MunichMicronet sind die Weiterbildungsmaß-

nahmen in der Mikrosystemtechnik, die für Lehrende, Fachexperten und Interessierte angeboten werden. In den universitären Einrichtungen der Münchner Region werden seit vielen Jahren regelmäßig Weiterbildungsseminare durchgeführt. Im Rahmen dieser Veranstaltungen sprechen renommierte Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen zu ausgewählten Themen ihres Spezialgebietes.

Kurzbeschreibung des Vorhabens

Über diese drei genannten Ebenen soll die Attraktivität und Bedeutung der Aus- und Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik mit Hilfe großindustrieller Kooperationspartner gesteigert werden. Durch konzentrierte Aktivitäten im Großraum München werden die bislang verteilten MST-Aktivitäten gebündelt und gewinnen damit an Ausstrahlungskraft für die anzusprechenden Zielgruppen Schüler und Schülerinnen, Studierende und Lehrende. Eines der Paradebeispiele des MunichMicronet für die starke Zusammenarbeit von Wirtschaft und Bildungseinrichtungen zur Förderung der Motivation ist das jährlich stattfindende Nachwuchsmeeting. Die Auftaktveranstaltung „Mikrosysteme - Zwerge mit Riesenwirkung“ fand im Sommer 2003 im Deutschen Museum mit 480 Schüler und Schülerinnen und begleitenden Lehrkräften statt.

Ergebnisse

Das MunichMicronet erwartet von der Ausbildungsoffensive, zum einen Schüler und Schülerinnen für eine Berufswahl in zukunftsorientierten, technisch geprägten Bereichen zu motivieren und zum anderen durch den Einsatz neuer Lehr- und Lernformen



qualifizierte und gut ausgebildete Hochschulabsolventen mit weitreichendem Praxisbezug zu generieren. Mit der Fortbildung für Lehrende wird das Ziel verfolgt, den Kontakt zwischen Universität und Absolventen über das Studium hinaus aufrecht zu erhalten und die Lehrenden mit aktuellen Themen der einzelnen Fachgebiete über den Stand der MST zu informieren.

Kooperationspartner (Auswahl)

Das MunichMicronet ist ein Verbund aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die ihren Sitz in München oder der näheren Umgebung haben.

Die Vertreter des MunichMicronet sind zum einen Forschungs- und Bildungseinrichtungen, wie die TU München, die FH München, die Universität der Bundeswehr sowie die Fraunhofer Gesellschaft und zum anderen industrielle Großunternehmen, wie ContiTemic, Infineon, BMW Group, Siemens sowie EADS.

Kontakt Daten der Koordination

Prof. Dr. Schwesinger, TU München, Arcisstr. 21, 80333 München,
Tel.: 089 28923-106, E-Mail: schwesinger@ei.tum.de
Internet: www.munichmicronet.de

Nachwuchsmeeting präsentiert MST zum Anfassen

Im Sommer 2004 präsentierte sich das MunichMicronet zum zweiten Mal mit der Veranstaltung „Nachwuchsmeeting“ der interessierten Öffentlichkeit, diesmal in den Räumen des Siemens-Forums. Hierzu wurden Schüler und Schülerinnen zu einem Streifzug durch die High-Tech-Welt der Mikrosysteme eingeladen. Den Schülern und Schülerinnen wurde die Gelegenheit geboten, Kontakte zur Industrie zu knüpfen und den Wissenschaftlern über die Schulter zu schauen - aus Interesse an der Technik, um ein interessantes Praktikum zu bekommen oder um die Weichen für die Berufswahl zu stellen. Auf dem Nachwuchsmeeting präsentierten die Vertreter aus Forschung und Industrie Experimente rund um die MST, boten Einblicke in ihre Arbeiten und standen den Schülern und Schülerinnen Rede und Antwort. Unter professioneller Moderation eines Sprechers vom Bayerischen Rundfunk sorgte die Veranstaltung für spannende Unterhaltung. Wichtig war den Veranstaltern, einen Tag „zum Anfassen“ durchzuführen, um die Distanz zwischen

Schule, Wissenschaft und Unternehmen zu verringern. So hatten die Schüler und Schülerinnen die Gelegenheit, bei den Experimenten direkt Hand anzulegen.

Das Nachwuchsmeeting hat sich inzwischen als feste Institution im MunichMicronet etabliert und wird aufgrund der positiven Resonanz im Sommer 2005 wiederholt.

Visionäre Entwicklungen und ausstehende Herausforderungen im Aus- und Weiterbildungssystem der MST und anderen Schlüsseltechnologien

Impulse für das Aus- und Weiterbildungssystem angesichts multidisziplinärer Technologieentwicklungen

Es ist keine neue Erkenntnis: Die erfolgreiche Umsetzung neuer Technologien in wettbewerbsfähige Produkte, ein erfolgreicher Innovationsprozess, wird nur möglich, wenn akademische und gewerbliche Fachkräfte in Unternehmen und Forschungseinrichtungen rechtzeitig zur Verfügung stehen. Die Transformation von Erkenntnissen aus den Ingenieurwissenschaften in die Unternehmen findet noch am effizientesten über „Köpfe“ statt. Diese Erkenntnis bestimmt gegenwärtig die Rekrutierungsstrategien von Unternehmen, die allzu gerne „direkt von der Hochschule weg“ die Besten einstellen wollen. Allerdings wird dieser Mechanismus zur Integration neuesten Wissens in das Unternehmen künftig angesichts zurückgehender Schülerzahlen und damit Absolvenzahlen, aber auch aufgrund der Dynamik der Wissensgenerierung immer weniger funktionieren können.

Eine Effizienzsteigerung des Aus- und Weiterbildungssystems u. a. zur Kompensation von rückläufigem Fachkräftepotenzial ist nur durch zusätzliche, neue Impulse zu erreichen.

Was ist hier vorstellbar? Welche Entwicklungslinien zeichnen sich kurz-, mittel- und langfristig bei der weiteren Ausgestaltung eines Aus- und Weiterbildungssystems als integraler Bestandteil eines Innovationssystems im Kontext von Hochtechnologien ab? Welche

unmittelbar anstehenden Aufgaben gilt es anzugehen, welche auch visionären Szenarien für den Kompetenzerwerb sind durch Technologieentwicklungen denkbar?

Die Ingenieure in Unternehmen ziehen zunehmend Nutzen aus multidisziplinären Technologieentwicklungen, die letztendlich bei Produktinnovationen eine immer größere Rolle spielen. Hierfür ist das Wissen um die Potenziale der Einzeltechnologien an sich und von Kombinationstechnologien erforderlich. Wesentliche Säulen sind die sogenannten „converging technologies“ oder B.A.N.G.-Technologien, Informationstechnologie (B für Bits), Nanotechnologie (A für Atome), Kognitionswissenschaften (N für Neuronen) und Biotechnologie (G für Gene):

- Die Nanotechnologie wird einen Generationswechsel für Materialwissenschaften, Biochemie und Molekularelektronik bewirken. Das Messen und Manipulieren der Welt auf der Ebene von Atomen und Molekülen wird möglich sein. Bakterien können als „molekulare Maschinen“ für den Menschen nutzbar gemacht werden.
- Von der Biotechnik ist eine Weiterentwicklung des Mappings des menschlichen Genoms und Proteoms zu erwarten, sowie die Ankopplung technischer, toter Systeme an biologische, lebende Strukturen („Nervenstecker“).
- Die Informationstechnik macht „ambient intelligence“ (umge-

bende Intelligenz) und „pervasive communication“ (Durchdringung aller Lebensbereiche mit Kommunikationstechnik) möglich.

- Die Kognitionswissenschaften werden Aufschluss über das Funktionieren des menschlichen Gehirns und seiner Informationsverarbeitung liefern.

Gegenwärtige Entwicklungen, die sich in so genannten „Bindestrichdisziplinen“ widerspiegeln, wie der Bio-Informatik oder der Nano-Elektronik, zeigen, dass radikale Innovationen zunehmend nicht mehr in den „Kernwissenschaften“ wie Biologie, Physik oder Chemie stattfinden, sondern in den Grenzbereichen, an denen sich Disziplinen mit anderen verschmelzen, weiter verästeln und ausdifferenzieren.

Aus diesen technologischen Entwicklungen lassen sich unmittelbar neue Herausforderungen an unser Aus- und Weiterbildungssystem ableiten. Die erforderlichen ingenieurwissenschaftlichen Kompetenzen können in der Ausbildung auf zwei Wegen erreicht werden:

- Das Bildungssystem setzt auf zunehmende Spezialisierung und Ausdifferenzierung bestehender und neuer ingenieurwissenschaftlicher Bildungsprofile und organisiert in life long learning-Prozessen die Vermittlung spezifischer Kompetenzen und das für den jeweiligen Anwendungskontext benötigte Wissen.
- Das Bildungssystem vermittelt einen ingenieurwissenschaftlichen Bildungskanon, einen Nukleus an Basiswissen und -kompetenzen, die in der jeweiligen betrieblichen Funktionsumgebung gemäß den Qualifikationsbedarfen des Unternehmens on-the-job eine spezifische Vertiefung erfahren.

Demographische und sozio-ökonomische Entwicklungen erfordern zeitnahe Weiterbildung „on the job“

In mittelständischen oder kleinen Unternehmen, die sich nicht für jede Aufgabenstellung einen Spezialisten leisten können, sind Fachkräfte mit breiter fundierten Kompetenzen und Fähigkeiten zur Kommunikation mit spezialisierten Kooperationspartnern aus Industrie oder Forschungsdienstleistern eher sinnvoll, als in größeren Unternehmen, die aufgrund der Anzahl unterschiedlich spezialisierter Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen gleichzeitig fachliche Kompetenz sowohl in der Breite als auch in der Tiefe für die betrieblichen Anforderungen aufbieten können.

Aufgrund der mittelständisch geprägten Struktur Deutschlands und den vielen, sich auf Nischenmärkten ausrichtenden Unternehmen scheint der Bedarf nach dem Generalisten im skizzierten Sinne eher sinnvoll. Eine für die MST in 2001 durchgeführte Verbleibstudie bestätigt dies: Die Ausrichtung der Curricula hin zu einer Vermittlung breiter natur- und ingenieurwissenschaftlicher Qualifikationen war für die Absolventen und Absolventinnen sinnvoll, die inhaltliche Ausrichtung trifft die Anforderungen der Praxis. Die Studie gibt Auskunft darüber, dass MST-Absolventen deutlich schneller und deutlich besser in ihren Berufseinstieg kommen als andere technisch-ingenieurwissenschaftliche Absolventen. Sie zeigt weiter, dass Absolventen mit Schwerpunkt MST gut in der Praxis verwendbar sind. Sie sind gleichsam die „Physiker unter den Ingenieuren“. Nicht nur die Absolventen sind mit ihrer Einsatzmöglichkeit im beruflichen Alltag signifikant zufriedener als Absolventen anderer ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen, sondern auch die Arbeitgeber zeigen sich in höchstem Maße zufrieden.

Die weitere „Konvergenz der Technologien“ wird allerdings die Frage nach der Vermittlung, der für Technologie induzierte Innovations-

prozesse benötigten Kernkompetenzen und Wissensbereiche neu aufwerfen. Im Zuge der Diskussion um PISA, um die Bachelor- und Master-Studiengänge im Rahmen des Bologna-Prozesses und des life long learnings wird grundsätzlich der Prozess des Wissens- und Kompetenzerwerbs in unterschiedlichen Lebensphasen eingehend beleuchtet werden müssen.

Wenn also u.a. aufgrund der demografischen Entwicklung oder auch aus anderen Gründen (möglicher Einfluss der Studiengebühren!) sich die Zahl der fachlich hochqualifizierten Absolventen verringert, ist über neue Ansätze einer zeitnahen Weiterbildung „on demand“ und „on the job“ nachzudenken. Die Frage lautet: Welche Formen der Wissenstransformation gewährleisten die Innovationsfähigkeit von Unternehmen? Konkret: Wie kann es gelingen, neue Forschungsergebnisse schneller und direkter Mitarbeitern in Unternehmen so zu vermitteln, dass diese daraus einen unmittelbaren Nutzen für ihre aktuellen Aufgabenstellungen in Forschung, Entwicklung, Konstruktion und Produktion ziehen können?

Unter der Überschrift „Kompetenzgewinn für Ingenieure und Ingenieurinnen durch Wissenstransformation im Innovationsprozess“ (KIWI) beschäftigt sich unser Haus im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit dieser Thematik. Um was geht es?

Verzahnung von Kompetenzerwerb und Innovationsprozess

Mit breiter Übereinstimmung fordern Innovations- und Bildungsforscher die Integration des Kompetenzerwerbs in den Innovationsprozess und damit eine zeitnahe und ortsunabhängige Kopplung von Forschung in Instituten und Entwicklung in Unternehmen. Es gilt zu erreichen, dass Forschungsergebnisse, die im Bereich von

Spitzentechnologien gewonnen werden, schnellstmöglich nicht nur die Forscher (Forschungsnetzwerke) und die unmittelbaren Nutzer (Partner in der Verbundforschung; direkte Auftraggeber) erreichen, sondern auch die im Innovationsprozess aller Unternehmen eines Innovationsclusters tätigen Produktentwickler (besonders bei den KMU) mit einbeziehen.

Gegenwärtig scheint bereits der konventionelle Prozess der Wissenstransformation zwischen der Spitzenforschung und den Ingenieuren und Ingenieurinnen in den Unternehmen mit erheblichen Hemmnissen belastet. Ursachen dafür sind u. a.:

- eine nicht ausreichend entwickelte Weiterbildungskultur an Hochschulen und Forschungseinrichtungen,
- das Fehlen von Weiterbildungsangeboten für die Vermittlung von zielgruppenspezifischem Spezialwissen,
- eine mangelnde Bereitschaft der Mitarbeiter in den Unternehmen, eigene Weiterbildung zu verstetigen und die Schwierigkeiten, dies arbeitsorganisatorisch mit betrieblichen Belangen zu vereinbaren,
- die Beschränkung der innerbetrieblichen Weiterbildungsangebote auf das unmittelbar, dann i.d.R. akut Notwendige.

Viele angedeutete Mängel lassen sich nur langfristig durch strukturelle Veränderungen beheben. Diese sollten unbedingt angegangen werden. Benötigt werden jedoch darüber hinaus schnell wirkende Lösungen für eine beschleunigte Umsetzung von Forschungsergebnissen in innovative Produkte. Hier geht es um die schnellstmögliche Behandlung einer dem deutschen Innovationssystem immer wieder vorgeworfenen Schwäche.

Die Thematik KIWI greift die Problemlage in dem entscheidenden Punkt auf: „Beschleunigung der Transformation und Anwendbarkeit aktuellster Forschungsergebnisse und Rückkopplung der



Nutzerbedarfe durch ein neues System des Wissensmanagements (unter Berücksichtigung der Erfahrungen zum blended learning, life long learning, der Arbeits- und Organisationsgestaltung, etc.)“. Begleitet von einem wissenschaftlichen Beirat werden Pilotprojekte zur experimentellen Bearbeitung dieser Fragestellung aufgesetzt.

Von der gewerblichen zur akademisch ausgebildeten Fachkraft

Eine weitere Möglichkeit, den Bedarf an hochqualifizierten Fachkräften zu decken, wird in Aufstiegsqualifizierungskonzepten gesehen. Ein mögliches Konzept zur Durchlässigkeit des Ausbildungssystems in Richtung akademischer Abschlüsse in Verbindung mit neuen Formen einer individualisierten, maßgeschneiderten Weiterbildung („Losgröße-1-Qualifizierung“) wird unter dem Stichwort „work based studies“ diskutiert. Die mögliche Problemlösung zielt auf die Ausweitung des Potenzials an akademischen Fach- und Führungskräften durch Nutzung des vorhandenen Kompetenz-

pools der hochqualifizierten Absolventen des dualen Systems.

Welche zusätzlichen Motive stecken hinter diesen Überlegungen:

- Der Akademisierungsgrad in Deutschland, d. h. der Anteil von Hochschulabsolventen liegt deutlich unter dem Durchschnitt der OECD. In den USA gibt es unter den 25- bis 34-jährigen mehr als doppelt so viele Akademiker wie in Deutschland.
- Hochqualifizierte Absolventen des dualen Systems sehen sich trotz substanziell guter Qualifikationen mit Karrierebarrieren konfrontiert. Für viele Fach- und Führungspositionen wird ein akademischer Abschluss implizit oder explizit vorausgesetzt. Eine Durchlässigkeit vom dualen System zum Hochschulsystem ist jedoch kaum gegeben, sodass eine abgeschlossene gewerbliche Ausbildung in eine Karrieresackgasse führen kann.
- Im zukünftigen Bachelor-/Master-System wird ein großer Schwachpunkt offenkundig: Ein Weiterbildungsstudium zum Master ist organisatorisch kaum möglich, nachdem sich Bachelor-Absolventen erst einmal im Berufsleben eingerichtet haben. Eine Teilzeit- oder gar Vollzeit-Freistellung für ein weiterführendes Studium passt in der Regel weder zur Lebens- und Karriereplanung der Weiterzubildenden, noch wird dies gegenwärtig durch Regelungen zur Flexibilität der Arbeitszeit seitens der Betriebe befördert.
- Das deutsche akademische System stellt sich gegenwärtig nicht der Aufgabe, zusätzliche Weiterbildungsaufgaben im Rahmen des bestehenden, auf öffentlichen Mitteln beruhenden Finanzierungsmodells zu bewältigen.

Der Ansatz „work based studies“ hat sich mit mindestens drei der folgenden Komplexen auseinander zu setzen:

Anerkennung beruflicher Qualifikationen und Zertifikate für akademische Bildungsgänge

Eine wesentliche Zugangserleichterung – hier für Absolventen des dualen Systems hinsichtlich der Aufnahme einer akademischen Weiterbildung – bestünde darin, vorhandene berufliche Qualifikationen und Kompetenzen auf zu erbringende Studienleistungen anzurechnen. Die Palette denkbarer Maßnahmen reicht hier von der Anerkennung beruflicher Praxis für die im Studium zu leistenden Praktika bis hin zur „Umrechnung“ beruflicher Zertifikate oder Kompetenzen in akademische Leistungspunkte (z. B. nach dem European Credit Transfer System, ECTS).

Tätigkeitsbasiertes Lernen mit wissenschaftlichem Anspruch

Zu Curricula eines neuartig zu gestaltenden Studiums, das Arbeiten und akademisches Lernen sowie Forschen in einer besonderen Weise verbindet, liegen umfangreiche Erfahrungen aus Großbritannien vor. Ein solches System nutzt zunächst eine Methodik zur Anerkennung beruflicher Abschlüsse oder Erfahrungen im oben beschriebenen Sinne (Kompetenzbilanzierung). Dadurch verfügen die Studierenden bereits zu Beginn ihres Studiums über ein ‚Konto‘ von akademischen Leistungspunkten (credit points). Die Differenz zwischen diesen und den für einen bestimmten akademischen Abschluss (BSc, BA, MSc, MA, etc.) notwendigen Punkten definiert die zu absolvierenden Lerninhalte. Die entscheidende didaktisch-organisatorische Innovation besteht in der Ausgestaltung des Lernens selbst: Möglichst viele der für den entsprechenden Abschluss notwendigen Leistungspunkte sollten durch tätigkeitsbasierte Lernprojekte mit wissenschaftlichem Anspruch realisiert werden. Nur diejenigen Lerninhalte, die nicht auf eine solche Weise bearbeitet werden können, werden zum Gegenstand konventioneller Lehrveranstaltungen (Vorlesungen, Seminare) oder anderer Formen der Lehr-/Lernorganisation (z. B. blended learning).

Letztlich entsteht so für jeden Studierenden ein individueller Lernweg. Für ein finanzielles Engagement eines Unternehmens bestehen gute Gründe. Neben den unmittelbaren Qualifizierungseffekten ist dies insbesondere der Nutzen einer qualitativ hochwertigen Begleitung und Beratung von Projekten, die in unmittelbarem Zusammenhang mit wichtigen Unternehmenszielen stehen. Bei größeren Programmen, an denen Mitarbeiter mehrerer Firmen teilnehmen, entstehen besondere Effekte durch eine enge überbetriebliche Vernetzung.

Kombination aus Coaching, Studium und Beratung als neue Dienstleistung der Hochschule

Sicherlich wird es deutschen Fachhochschulen und insbesondere den Universitäten nicht leicht fallen, rechtliche, organisatorische und mentale Hindernisse zu beseitigen. Die lukrative finanzielle Motivation sollte diesen Prozess, der im o. g. Sinne zur Industrialisierung der Bildung beitragen würde, befördern helfen, ergeben sich daraus doch für die beteiligten Hochschulen interessante Geschäftsmodelle. Sowohl die anspruchsvolle Eingangsberatung und die laufende, auch auf den betrieblichen Kontext auszudehnende Betreuung der Studierenden sowie das eigentliche Kerngeschäft des Lehrens und (Auftrags-)Forschens, stellen durchaus eine einträgliche Einnahmequelle aus dieser neuen Dienstleistung in Aussicht.

Unternehmen übernehmen Verantwortung für die Stabilisierung des Aus- und Weiterbildungssystems in der MST und anderen Schlüsseltechnologien

Ein ambitioniertes Aus- und Weiterbildungssystem, das flankierend zu Schlüsseltechnologien wie der Mikrosystemtechnik, der Biotechnologie oder der Nanotechnologie im Aufbau begriffen ist,

benötigt zu seiner Etablierung, Professionalisierung und Stabilisierung, die Mitwirkung aller beteiligten Akteure des Innovationssystems. In der Mikrosystemtechnik ist dies in weltweit einzigartiger Weise voran gebracht worden. Gegenwärtig wird an der Professionalisierung des Systems, begleitend zur Diskussion um die Neuordnung des Ausbildungsberufes „Mikrotechnologe/Mikrotechnologin“ mit den Schwerpunkten Halbleitertechnik und Mikrosystemtechnik, gearbeitet. Hier steht gegenwärtig zum einen die Regelung und Anerkennung von Weiterbildungs- und damit beruflicher Aufstiegsmöglichkeiten im Vordergrund. Zum anderen bewegt sich die Diskussion um die Integration neuer Schwerpunkte im Zuge einer geplanten Neuordnung.

In Abstimmung mit anderen wichtigen zur Mikrotechnologie affinen Bereichen, wie z. B. der Nano- und Biotechnologie sowie den Optischen Technologien wird abzuwägen sein, ob die Festlegung auf ein gemeinsames Kerncurriculum sinnvoll ist und gelingen kann. Neben der Vermeidung einer Undurchsichtigkeit der Berufsprofile müssen in allen Bildungsinfrastrukturen zu Schlüsseltechnologien in erster Linie auch Überlegungen im Vordergrund stehen, die auf das Erzeugen kritischer (Nachfrage-)Massen zielen, um die enormen Aufwendungen angebotsseitig, d. h. in den Einrichtungen der beruflichen Bildung zu rechtfertigen, kalkulierbar zu machen und einen return-on-investment zu ermöglichen. Damit sich solch wichtige Strukturen, deren Aufbau einen langen Vorlauf und Durchhaltevermögen benötigt, stabilisieren und im o. g. Sinne als Teil einer Bildungsindustrie entwickeln können, ist nicht zuletzt die breite Mitwirkung der Wirtschaft erforderlich, die von den mit ihnen gemeinsam entwickelten und auf ihre Bedürfnisse abgestimmten Angeboten Gebrauch machen. Die economy of scale (Wirtschaftlichkeit durch großes Angebot) um eine ökonomische Begrifflichkeit zu bemühen, wird auch hier einen nachhaltigen Erfolg erst möglich machen.

Wenn es gelingt, auf den bewährten Strukturen aufbauend, Internationalisierung und Professionalisierung zu befördern sowie die Konvergenz und Transdisziplinarität von Wissensbereichen durch innovative Aus- und Weiterbildungskonzepte zu beherrschen, wird dies ein wichtiger Baustein für den Standort Deutschland und seine Zukunftsfähigkeit sein.



Alfons Botthof

ist stellvertretender Leiter des Bereichs Gesellschaft der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Seine Arbeitsschwerpunkte umfassen u. a. Strategieentwicklung und Politikberatung zu Mikrosystemtechnik und Multimedia für BMBF, BMWA und Europäische Kommission, die Koordination und Durchführung innovationsunterstützender Maßnahmen und Gestaltung von Technologietransformationsprozessen sowie Evaluation staatlicher Förderungsmaßnahmen. Seit den frühen 90er Jahren beschäftigt er sich mit Qualifizierungsfragen im Bereich von Hochtechnologien und veröffentlichte zahlreiche Artikel. Er ist Mitherausgeber der internationalen Zeitschrift "mst news". Von 2002 bis 2005 koordinierte er im Auftrag des BMBF die sechs regionalen Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die MST.

Kontakt:

E-Mail: botthof@vdivde-it.de, Tel.: 03328 435-195

Chancen und Herausforderungen von Unternehmensnetzwerken

Überblick aus Sicht der Wissenschaft

Vielfältige Netzwerkformen

Bereits aus dem Altertum existieren Beschreibungen über die Kooperation von Menschen. Netzwerke zwischen Organisationen und somit auch Unternehmen bestanden schon in frühen Stadien der industriellen Entwicklung. Die Erkenntnis der Akteure, dass durch die Verbindung Einzelner eine Besserstellung erreichbar ist, indem sie kooperieren und nicht autark agieren, ist dabei der Ursprung von Netzwerken. Durch zunehmende Verbreitung dieser Organisationsform erlangten sie in Wissenschaft und Praxis jedoch erst in den letzten Dekaden gesteigerte Bedeutung. In der wirtschaftswissenschaftlichen Auseinandersetzung existieren heute eine Vielzahl an Netzwerkbegriffen und verschiedenste theoretische Herangehensweisen.

Netzwerke allgemein können vielfältige Ausprägungen annehmen. Die Familie, Freundeskreise, religiöse Gemeinschaften, politische, ökonomische und Forschungsnetzwerke sind nur einige Beispiele. Unternehmen z. B. beteiligen sich in der Regel an (Unternehmens-)Netzwerken, um Wettbewerbsvorteile gegenüber ihren Konkurrenten zu erzielen. In der praktischen Ausgestaltung der Netzwerklösung existieren heute mannigfaltige Formen der Netzwerkorganisation. Eine Differenzierung und Kategorisierung kann der Praxis eine erste Grundlage zur Orientierung und einen Ausgangspunkt für eine differenziertere Reflexion und Gestaltung bieten.

Die zur Typologisierung von Netzwerken herangezogenen Dimensionen sind äußerst vielseitig¹. Die für die Gestaltung von Unternehmensnetzwerken besonders bedeutsamen (kontinuierlich aufzufassenden) Dimensionen Steuerungsform und zeitliche Stabilität sollen kurz näher erläutert werden. In Bezug auf die Steuerungsform können Netzwerke hierarchisch, wie etwa in den Automobilzulieferpyramiden, organisiert sein. Hier werden Verhandlungen eher asymmetrisch ablaufen und Planungs- und Informationssysteme die Machtasymmetrie eines strategisch positionierten fokalen Akteurs eher unterstützen. Gleichzeitig können Netzwerke aber auch heterarchische Strukturelemente aufweisen. Hier erfolgt die Netzwerkkoordination gemeinsam durch die Netzwerkpartner oder wird gemeinsam an einen Partner oder an eine Gruppe von Partnern in Form eines Gremiums oder einer Network Administrative Organization (rücknehmbar) delegiert. Die Unterscheidung der zeitlichen Stabilität von Netzwerken kennzeichnet die Beziehungen der Akteure im Netzwerk und akzentuiert den Fit zwischen Wettbewerbsstrategie und Organisationsform. Netzwerke können langfristig angelegt oder auf (erneute) Projekte begrenzt sein. Auch hier besitzt die Dimensionsausprägung Koordinationsimplikationen für das Netzwerkmanagement. In längerfristig angelegten Netzwerken kann z. B. die Aussicht auf eine zukünftige Kooperation die Koordination einer aktuellen Zusammenarbeit erleichtern.

¹) Sydow, Jörg/Duschek, Stephan/Möllering, Guido/Rometsch, Markus (2003): Kompetenzentwicklung in Netzwerken. Eine typologische Studie. Westdeutscher Verlag, Wiesbaden.

Von strategischen über regionale Netzwerke bis zu Projektnetzwerken und virtuellen Unternehmen

In einer Typologie inter-organisationaler Netzwerke lassen sich somit strategische Netzwerke, regionale Netzwerke, Projektnetzwerke und virtuelle Unternehmen verorten. In strategischen Netzwerken übernimmt eine oder mehrere fokale Organisationen die strategische Führung. Die fokale Organisation legt die Strategie fest, bestimmt die Maßnahmen zu deren Umsetzung und gestaltet die Netzwerkorganisation. Die Koordination erfolgt hier eher formell-vertraglich. Bei regionalen Netzwerken handelt es sich meist um eine räumliche Agglomeration von kleineren und mittleren Unternehmen (KMU) sowie im Falle regionaler Innovationsnetzwerke vorwiegend auch um regional ansässige Forschungseinrichtungen und Institute von Hochschulen.

KMU streben in regionalen Netzwerken vornehmlich nach Größenvorteilen und nach einer Steigerung ihrer Innovationskraft. Dabei kann bei der nicht-hierarchischen Steuerung derartiger Netzwerke auf die integrierende Wirkung regionaler Kulturen und Institutionen zurückgegriffen werden, um die Aktivitäten der mehr oder minder gleichberechtigten Akteure zu koordinieren.

Charakteristisch für Projektnetzwerke ist insbesondere die zeitliche Terminierung von Beziehungen. Beziehungen bleiben aber latent nach Projektabschluss bestehen, woran bei neuen Projekten angeknüpft werden kann. Zur Koordination von Projektnetzwerken, die mehr sind als nur temporäre soziale Systeme, können Erfahrungen aus vergangenen Interaktionen und Erwartungen in die latenten Beziehungen genutzt werden. Virtuelle Unternehmen zeichnen sich ebenfalls durch eine zeitlich begrenzte, insbesondere aber Informationstechnologie-unterstützte Zusammenarbeit mehrerer, rechtlich unabhängiger, realer Fabriken oder Organisations-

bzw. Unternehmensbereiche aus. Ziel ist es, ein bestimmtes Produkt oder eine Dienstleistung zu erzeugen, wobei jeder Akteur nur die Aktivitäten in ein virtuelles Unternehmen einbringt, die er besser als andere beherrscht.

Netzwerkkonstellationen aus externen Partnern

Als weitere Beschreibungsdimensionen von Netzwerken lassen sich die Art der Entstehung, der Zweck des Netzwerkes, die Phasen im Lebenszyklus, der Formalisierungsgrad, die Identitätsbildung, das Konzentrieren von Ressourcen und Kompetenzen und der Grad der Offenheit sowie die Kooperationsrichtung differenzieren. Zudem lassen sich Netzwerke hinsichtlich der Einbeziehung externer Akteure in interne (intra-organisationale) und externe (inter-organisationale) Netzwerke unterscheiden. Im Nachfolgenden soll sich auf externe Netzwerke, also auf eine über die Organisationsgrenzen hinausgehende Zusammenarbeit bezogen werden. In der ökonomischen Sphäre existieren somit Unternehmensnetzwerke zwischen rechtlich selbstständigen, wirtschaftlich meist abhängigen Unternehmen².

Wesentlich ist, dass an einem Netzwerk mehr als zwei Akteure beteiligt sind. Will man Netzwerke verstehen, ist es notwendig, nicht nur dyadische Beziehungen zu betrachten, da Netzwerkeffekte durch das Zusammenspiel der Aktivitäten mehrerer Akteure entstehen. Einzelne Beziehungen und Aktivitäten lassen sich demnach nur im Geflecht der Beziehungen verstehen. Unternehmensnetzwerke können also als aus sozialen Beziehungen und sozialen Interaktionen zwischen Unternehmen zusammengesetzt verstanden werden, die mit einer gewissen zeitlichen und räumlichen

²) Sydow, Jörg (1992): Strategische Netzwerke. Evolution und Organisation. Gabler, Wiesbaden.

Ausdehnung proaktiv und reflexiv (rückbezüglich) in Bezug auf die sozialen Beziehungen zwischen Unternehmen koordiniert sind³. Dabei übernehmen ganz bestimmte (strategisch platzierte) Akteure mit unterschiedlichen Koordinationskompetenzen Koordinationsaufgaben im Netzwerk.

Die Motive, warum sich Unternehmen in kooperativen Arrangements engagieren, sind sehr vielseitig. Sie können auch als Vorteile von Netzwerken in spezifischen Kontexten aufgefasst werden. So treten Unternehmen z. B. aus zeitlichen Beweggründen in Netzwerke ein, um eine Reduktion von „time to market“ (der Produktionseinführungszeit) und schnelleren Informationstransfer zu realisieren, sie können aber auch Kostensenkungsmotive verfolgen z. B. mit dem Ziel der Realisierung von Größenvorteilen und der Steigerung von Effizienz und Produktivität. Ökonomische Antriebe, sich mit Partnern kooperativ zu arrangieren, können in einem verbesserten Marktzugang und der Durchsetzung von Standards sowie Markteintrittsbarrieren für Dritte liegen. Der Verteilung des unternehmerischen Risikos durch Senkung des eigenen Kapitalbedarfs der einzelnen Netzwerkpartner und Kooperation zum Schutz vor drohenden Akquisitionen liegen Risikoüberlegungen der Partner zugrunde. Ein weiteres Motiv für die Beteiligung von Unternehmen an Netzwerken kann im Zugang zu Technologien sowie inter-organisationalem Lernen gesehen werden. Die zunehmende Konzentration auf eigene (Kern-) Kompetenzen machen Allianzen mit komplementären Partnern geradezu notwendig. Ressourcenmotive können demnach in der Erzielung von Synergien z. B. durch eine Spezialisierung der Partner und die Akkumulation komplementärer Ressourcen und durch Rationalisierungseffekte durch gegenseitige Ausnutzung komparativer Vorteile der Partner liegen⁴.

³ Windeler, Arnold (2001): Unternehmensnetzwerke. Konstitution und Strukturierung. Westdeutscher Verlag, Wiesbaden.

⁴ Gassmann, Oliver/Fuchs, Marius (2001): Führung von multilateralen Kooperationen. In: Zeitschrift Führung + Organisation 70 (6), S. 346-353.

Eine gemeinsame vorab klar formulierte und festgehaltene Zielsetzung kann ein verbindendes Element im Netzwerk bilden und Orientierung bieten. Gleichwohl ist aber von einer partiellen Zieldivergenz der Netzwerkakteure auszugehen, sodass das Verfolgen von Eigeninteressen in Netzwerkbeziehungen nicht ausgeschlossen werden kann.

Risiken externer Netzwerkkonstellationen

Neben den Chancen, die die Netzwerkorganisation bietet, sollten auch die mit dieser Organisationsform einhergehenden Risiken thematisiert werden und nicht nur von der „schönen heilen Netzwerkwelt“⁵ ausgegangen werden. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht sind der Verlust der Kernkompetenz durch radikale Funktionsexternalisierung, die Erschwerung strategischer Steuerung, Einbußen strategischer Autonomie, die Steigerung von Koordinationskosten, Abnahme von Identifikationsmöglichkeiten der Arbeitenden, der unkontrollierte Abfluss von Wissen sowie der Verlust organisationaler Identität als Risiken von Unternehmensnetzwerken zu erkennen⁶. Versteht man das Netzwerk nicht nur als hauptsächlich vertrauensbasierte Organisationsform, sondern lässt neben Kooperation auch Wettbewerb, neben Vertrauen auch Kontrolle und neben Autonomie auch Abhängigkeit zu, so hat die Netzwerkwelt nicht unbedingt einen „heilen“ Anschein. Akteure haben hier generell unterschiedliche Interessen und verfügen über ungleichmäßig verteilte Macht. In Netzwerken wird damit jedoch anders verfahren als in Markt-orientierten oder intra-organisatio-

⁵ Gaitanides, Michael (1998): Schöne heile Netzwerkwelt? Zur transaktionskostentheoretischen Rekonstruktion der Integration von Zuliefersystemen. In: Glaser, Horst/Schröder, Ernst F./v. Werder, Axel (Hrsg.): Organisation im Wandel der Märkte. Gabler, Wiesbaden, S. 91-113.

⁶ Sydow, Jörg (1999): Management von Netzwerkorganisationen – Zum Stand der Forschung. In: Sydow, Jörg (Hrsg.): Management von Netzwerkorganisationen. Gabler, Wiesbaden, S. 279-314.

nenal Beziehungen⁷. In Netzwerken ist z. B. der Interessenausgleich eher langfristig ausgerichtet. Koordination erfolgt auf der Basis gemeinsam geteilter sozialer Normen in Form von Aushandlungsprozessen zwischen den mehr oder minder gleichberechtigten Netzwerkmitgliedern und nicht wie in Organisationen über zentralisierte Weisungen und auch nicht über direkten Marktaustausch.

Koordinierende Beziehungsarbeit als Voraussetzung für erfolgreiche Netzwerke

Die Ausnutzung oben genannter Vorteile von Netzwerken zur Erlangung von Wettbewerbsvorteilen und die Koordination eines Netzwerkes sowie die gemeinsame Leistungserstellung sind ein sehr anspruchsvolles und zu koordinierendes Vorhaben. In Netzwerkorganisationen wandeln sich dabei die Funktionen und Rollen des Managements von einer Ausrichtung auf das Organisationsinnere zu einer Orientierung auf eine kollektive Netzwerkebene. Neben die organisationsintern ausgerichteten Managementfunktionen (Planung, Organisation, Personaleinsatz, -führung und Kontrolle) treten beziehungsbezogene Aufgaben. Grundlegende Anforderungen an das Management von Netzwerkorganisationen umfassen z. B. die Anbahnung von Beziehungen, indem potenzielle Partner identifiziert und selektiert werden. Weiterhin wird der Austausch von Leistungen und Gegenleistungen organisiert und Beziehungen koordiniert, indem Interessen ausgeglichen und Konflikte gehandhabt werden⁸. Die Netzwerkforscher Sydow und Windeler⁹ schlagen die Selektion von Netzwerkpartnern, die Allo-

kation von Aufgaben und Ressourcen, die Regulation der Zusammenarbeit im Netzwerk und die Evaluation der Netzwerkunternehmen, einzelner Netzwerkbeziehungen und des gesamten Unternehmensnetzwerkes als die vier zentralen Funktionen des Managements inter-organisationaler Beziehungen vor. Die Wahrnehmung der einzelnen Funktionen hängt jedoch von den Spezifika der Netzwerkorganisation und vom Netzwerktyp ab. Ein erfolgreiches Netzwerkmanagement, welches entsprechender Managementkompetenzen und -kapazitäten bedarf, ist schließlich noch abhängig davon, inwiefern es den Akteuren gelingt, die in Netzwerken in besonderer Weise ausgeprägten Spannungsverhältnisse oder Netzwerkdilemmata (Kooperation und Wettbewerb, Vertrauen und Kontrolle, Autonomie und Abhängigkeit, Flexibilität und Spezifität, Fragilität und Stabilität, Formalität und Informalität usw.) auszubalancieren.



Frank Lerch

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre an der FU Berlin. Seit 2003 bearbeitet er das Drittmittelprojekt „Bewertung und Begleitung der Netzwerkentwicklung von OpTecBB“. Primäre Forschungsinteressen: Bewertung der Entwicklung regionaler Innovationsnetzwerke, Methoden der Netzwerkanalyse, Supply Chain Controlling (Automobilindustrie), Management inter-organisationale Netzwerke.

Kontakt: E-Mail: lerch@wiwiss-fu-berlin.de, Tel.: 030 83856-315

7) Sydow, Jörg/Windeler, Arnold (Hrsg.) (2000): Steuerung von Netzwerken. Konzepte und Praktiken. Westdeutscher Verlag, Wiesbaden.

8) Ritter, Thomas (1998): Innovationserfolg durch Netzwerk-Kompetenz. Gabler, Wiesbaden.

9) Sydow, Jörg/Windeler, Arnold (1994): Über Netzwerke, virtuelle Integration und Interorganisationsbeziehungen. In: Sydow, Jörg/Windeler, Arnold (Hrsg.): Management interorganisationaler Beziehungen – Vertrauen, Kontrolle und Informationstechnik. Westdeutscher Verlag, Opladen, S. 1-21.

Sichern Sie sich die Besten!

David oder Goliath – kleine und mittlere Unternehmen in Konkurrenz zur Großindustrie beim Werben um weibliche Fachkräfte

Kleine und mittlere Unternehmen in traditionellen Vorstellungen verhaftet

In der Frankfurter Allgemeinen Zeitung konnte man vor einigen Monaten eine große Anzeige der Deutschen Bahn betrachten, auf der ein kleines Mädchen in einem modernen Zugabteil dem Lokführer bei der Bedienung seines Schaltpultes zusieht. In der Bildunterschrift stand: „Wir haben 300 Lokführer, die nicht als Junge von diesem Beruf geträumt haben. Sondern als Mädchen“. Mit diesem Foto und dem weiteren ergänzenden Hinweis, dass Technik nicht mehr nur Männer beeindruckt, sondern dass auch immer mehr Frauen einen technischen Beruf bei der Bahn ergreifen, warb die Deutsche Bahn um weibliche Auszubildende. Die Bahn und mit ihr viele andere Großunternehmen haben schon seit längerem erkannt, dass Mädchen und technische Berufe durchaus keinen Gegensatz bilden und dass das alte Vorurteil von der Technikdisziplin bei Mädchen und Frauen nicht stimmt.

Bei der Mehrheit der Verantwortlichen in kleinen und mittelständischen Unternehmen hapert es mit dieser Einstellung häufig noch vielfach. Nach wie vor lassen sich hier im Vergleich zur Praxis in Industrieunternehmen stabile klassische Rollenbilder identifizieren und traditionelle Besetzungen von Ausbildungs- und Arbeitsplätzen beobachten: In den technischen Berufen dominieren die jungen Männer, die jungen Frauen sieht man vorwiegend in der Verwaltung, in den Sekretariaten und in anderen technikfernen Aufgabengebieten. Angesichts der hohen Bedeutung kleiner und

mittelständischer Unternehmen für die technologische Leistungsfähigkeit der deutschen Wirtschaft ein wenig innovatives Bild.

Die mit der Mikrosystemtechnik (MST) verbundenen Unternehmen, von denen der größte Teil klein oder mittelständisch strukturiert ist, bilden hier keine Ausnahme. Obwohl ihnen der Fachkräftemangel auf den Nägeln brannte und sie sich des Personalengpasses durchaus bewusst waren, reagierte mehr als die Hälfte von Personalverantwortlichen aus thüringischen MST-Unternehmen mit Ablehnung auf die Frage, ob weibliche Fachkräfte eine zukünftig wichtigere Rolle in ihren Unternehmen spielen könnten. Angesichts des weltweiten Wettbewerbs um die erfolgreichsten MST-Produkte und die deutsche Vorreiterrolle in diesem Technikfeld sowie des prognostizierten Bedarfs an qualifiziertem Personal in MST-Unternehmen kann dies in Zukunft zu Problemen führen.

Innovationsimpulse durch Vielfalt

Aus der Innovationsforschung wissen wir, dass die Entwicklung neuer Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren eher in kreativen Freiräumen als beispielsweise werktags zwischen acht Uhr morgens und fünf Uhr nachmittags erfolgt. Die eigenen Erfahrungen mit neuen Ideen belegen dies vielfach. Jeder kennt es, dass sich die besten Ideen für eine Sache, über die man stundenlang am Schreibtisch grübelte, plötzlich in Gesprächen mit eigentlich fachfremden Freunden und an ganz unverhofften Orten einstellen. Beratungs-

firmen und unterschiedliche wissenschaftliche Disziplinen sind damit beschäftigt, die Bedingungen für innovatives Arbeiten zu erforschen und Arbeitssituationen zu schaffen, die dieses ermöglichen.

Im steigenden Maße setzt sich dabei die Erkenntnis durch, dass neben flexiblen Arbeitszeiten oder der Durchführung von Kreativitätsworkshops auf einsamen Inseln, interdisziplinäre und gemischtgeschlechtliche Teams häufig schneller und innovativer Aufgaben bewältigen und zu neuen Lösungen kommen als personell und professionell homogene Arbeitsgruppen. Die dahinter stehende Personalstrategie ist unter dem aus dem US-amerikanisch abgeleiteten Fachbegriff „Diversity Management“ bekannt. Sinngemäß bedeutet dies, personelle Vielfalt richtig, und das meint zugleich Gewinn bringend, zu managen. In Deutschland wurde dieser Ansatz im Zusammenhang mit der Forderung nach mehr Chancengleichheit zwischen Männern und Frauen in der Privatwirtschaft populär. Ein Schwerpunkt der Diskussion konzentriert sich dabei auf die innovativen Potenziale geschlechtergerechter Unternehmensentwicklung.

Technische Machbarkeit und Anwendungsbezug

Das Innovationspotenzial gemischtgeschlechtlicher Kooperationen in technischer Arbeit erklärt sich unter anderem damit, dass durch die Integration von Frauen in die traditionell männliche Technikwelt weibliche Erfahrungen und Sichtweisen die ansonsten einseitig männlich geprägte Ausrichtung erweitern. Untersuchungen über den Umgang von Mädchen und Frauen bei der Entwicklung von Technik deuten darauf hin, dass es einen weiblichen Technikstil gibt, der sich von der Herangehensweise männlicher Techniker und Ingenieure unterscheidet.

So fällt beispielsweise die stärkere Einbeziehung des Anwendungsbereichs in technischen Projektarbeiten von Mädchen auf. Auch lässt sich beobachten, dass Mädchen im Unterschied zu Jungen verstärkt Fragen nach den sozialen und ökologischen Folgen ihrer technischen Vorhaben stellen. Sichtweisen, die für technische Entwicklungen, die sich am Markt durchsetzen sollen, von elementarer Bedeutung sind. Die bei Jungen zu beobachtende Faszination für das technisch Machbare, das in großen Teilen auch für das Selbstverständnis deutscher Ingenieure prägend ist, und eine häufig damit verbundene Entwicklung von überkomplexen Funktionalitäten in technischen Produkten steht bei Mädchen und Ingenieurinnen nicht im Vordergrund.

Die MST-Community aus Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Universitäten und Hochschulen sowie Politik steht gegenwärtig vor der Aufgabe, aus den technologischen Grundlagen und Basisentwicklungen in breitem Umfang marktfähige Anwendungen zu entwickeln, zu produzieren und zu verkaufen. Um dieses erfolgreich bewältigen zu können, bedarf es Wertschöpfungsketten, bei denen in allen Gliedern exzellent qualifizierte Beschäftigte innovative Höchstleistungen erbringen. Zur Erfüllung dieses Bedarfs an Fachkräften steht heute die am besten ausgebildete Mädchen- und Frauengeneration aller Zeiten zur Verfügung. Dieses ist eine einmalige Chance zur Lösung des Fachkräftemangels in der MST, denn mehr als andere technische Bereiche ist die MST für Mädchen und Frauen eine interessante Perspektive.

MST - nicht nur männlich

Zum einen handelt es sich bei der MST um eine Technologie, die wegen ihrer „Jugend“ durch offene berufliche Strukturen und Traditionen geprägt ist. Aus Untersuchungen beispielsweise über die

Situation von Frauen in der Informatik ist bekannt, dass dies eine Phase ist, die die Integration von Mädchen und Frauen in Technik positiv beeinflusst. Dies scheinen die wenigen Zahlen über das Mädchen-/Jungenverhältnis in der gewerblichen Ausbildung zum Mikrotechnologen bzw. zur Mikrotechnologin zu belegen. Auch wenn insgesamt mehr Jungen als Mädchen eine MST-Ausbildung beginnen und beenden, so ist der Mädchenanteil im Vergleich zu anderen technischen Berufen relativ hoch. So betrug beispielsweise der Frauenanteil im Beruf Industriemechaniker/Industriemechanikerin, Fachrichtung Geräte- und Feinwerktechnik, im Jahre 2001 gerade mal 5,4 Prozent. Der Mädchenanteil an den Auszubildenden für den Beruf des Mikrotechnologen/der Mikrotechnologin lag hingegen bei 20,3 Prozent.

Zum anderen zeigt sich beim Blick auf die Berufsbilder der gewerblichen und akademischen Ausbildung in der MST und auf Ergebnisse zur Technikforschung, dass die MST-Tätigkeiten Aufgabenschnitte beinhalten, die Mädchen und Frauen in hohem Maße ansprechen. Von ihrem Charakter her ist die MST eine Querschnittstechnologie, in der sich verschiedene Techniklinien verbinden. Diese Interdisziplinarität spricht bekanntermaßen Mädchen und Frauen stärker an als Jungen und Männer. Hinzu kommt, dass mikrotechnologische Arbeiten Geschicklichkeit in Verbindung mit höchster Sorgfalt und Verantwortung erfordern – hier haben Mädchen oft besondere Stärken.

In den Tätigkeitsbeschreibungen zu den verschiedenen Berufsbildern wird darauf aufmerksam gemacht, dass es neben dem erforderlichen naturwissenschaftlichen und technischen Wissen auch diverser nicht-technischer Kompetenzen bedarf. Um Aufgaben selbstständig und unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Qualität, Arbeitssicherheit und Umweltschutz ausführen zu können ist es wichtig, betriebliche Zusammenhänge zu erkennen,

ein Gefühl für Arbeitsprozesse zu entwickeln, im Team zusammenzuarbeiten und kommunikationsfähig zu sein. All dies sind Beschreibungen, die in hohem Maße mit Beschreibungen über das weibliche Arbeitsvermögen übereinstimmen.

Mehr Schwung für kleine und mittelständische MST-Unternehmen

Angesichts des in Zukunft noch weiter ansteigenden Fachkräftebedarfs wird sich der Wettbewerb zwischen Unternehmen um die besten Arbeitskräfte weiter zuspitzen. Der Schaffung unternehmenskultureller Vielfalt und der Fähigkeit, trotz reduzierter Belegschaften innovative Produkte zu entwickeln und Organisationsprozesse zu optimieren, kommt eine Schlüsselrolle in der internen Unternehmensentwicklung zu. Personen mit mehrdimensionalen Erfahrungshintergründen und breiten Kompetenzen werden in Zukunft immer mehr nachgefragt werden. Zu dieser Mehrdimensionalität gehört neben Erfahrungen aus ehrenamtlichem Engagement in Sportvereinen oder mehrmonatigem Einsatz als Entwicklungshelfer auch das Management einer Familie. Bislang wurde letztgenanntes jedoch kaum als eine auch im beruflichen Alltag relevante Kompetenz wahrgenommen.

In der Praxis bedeutet der Aufbau von Teams mit vielfältigen Qualifikationen und Erfahrungen auch die Einbeziehung von Personen, wie Mädchen und Frauen, die traditionell weniger mit Techniknähe zusammengedacht werden. Wenn in dem Konkurrenzkampf um die besten Köpfe die Großunternehmen den kleinen und mittleren Unternehmen nicht das Wasser abgraben sollen, dann ist es dringend an der Zeit, dass auch kleine und mittlere Unternehmen mit verstärkten Anstrengungen die Zielgruppe Mädchen und Frauen erschließen und langfristig in die Unternehmen integrieren.

Beispiele wie das der Chemnitzer Starrag Heckert GmbH, die den anstehenden Generationenwechsel im Unternehmen zusammen mit dem Arbeitsamt Chemnitz und einem regionalen Bildungsträger durch die gezielte Rekrutierung von Mädchen und Frauen und die Reintegration arbeitssuchender Ingenieurinnen erfolgreich löste, zeigen gangbare Wege, wie auch kleine und mittelständische Unternehmen mit reduzierten Ressourcen personalpolitische Vielfalt erreichen können. Bislang viel zu wenig genutzt wird zudem die Möglichkeit, sich in Netzwerken zusammenzuschließen oder sich an bestehende Netzwerke anzuschließen. Auf diese Weise ist es möglich, selbst dann Ausbildungen zum Mikrotechnologen/zur Mikrotechnologin anzubieten, wenn man nicht über eigene Raumkapazitäten zur Vermittlung von Ausbildungsinhalten wie beispielsweise das lithografische Tiefätzen verfügt.

So sind beispielsweise die vom BMBF geförderten Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die MST (AWNENET) offene Netzwerke, in denen Partner aus Wirtschaft, Hochschulen und Bildungseinrichtungen miteinander kooperieren und sich bei der Entwicklung des Aus- und Weiterbildungssystems in der MST gegenseitig unterstützen. Die im Aufgabenspektrum der AWNENETs angelegte gezielte Ansprache von Mädchen und Frauen bietet ganz konkrete Hilfen, wenn es um Ideen für die Erschließung speziell dieser Zielgruppe geht. So lässt sich auch eine Teilnahme am „Girls Day“ oder eine Mitwirkung am Tag der offenen Tür an einer in der Nähe befindlichen Hochschule interessant und mit wenig Aufwand organisieren. Diese bereits bestehenden Möglichkeiten zu nutzen und im Verbund mit weiteren MST-Unternehmen neue Ansätze zur Anwerbung weiblicher Fachkräfte zu entwickeln, gehört mit zu den Herausforderungen, vor denen MST-Unternehmen heute stehen. Dass es sich im Interesse des unternehmerischen Erfolgs lohnt, illustriert der Ausspruch des Personalleiters von Starrag Heckert: „Frauen in technischen Berufen? Bei uns herzlich willkommen!“



Dr. Regina Buhr

ist seit 2001 als Seniorberaterin in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH im Bereich Gesellschaft tätig. Zu ihren Aufgabengebieten gehörte von 2003 bis 2005 die bundesweite Koordination der vom BMBF geförderten Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik (AWNENET). Im BMBF-Jahr der Technik 2004 war sie verantwortlich für die Konzeption und Durchführung der vom BMBF geförderten Gendertagung „Innovationen – Technikwelten, Frauenwelten“. Weitere Arbeitsschwerpunkte: Innovationsprozesse in Unternehmen, Wertschöpfungsketten in Unternehmensnetzwerken, geschlechtsspezifische Technikentwicklung, Evaluationen.

Kontakt:

E-Mail: buhr@vdivde-it.de, Tel.: 03328 435-109



„Wir wollen unsere eigenen Leute entwickeln.“

Die MST-Ausbildung in der Berliner iris-GmbH infrared & intelligent sensors

Als sich das aus einem Dutzend Menschen bestehende Gründungsteam der iris-GmbH infrared & intelligent sensors im September 1991 an den Aufbau ihres Unternehmens machte, war nicht abzusehen, dass sie zehn Jahre später für Auszubildende Verantwortung tragen würden. Bei den Beteiligten handelte es sich um Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen, die bis zur Wende im Forschungsbereich Optoelektronik des Werkes für Fernsehelektronik in der Forschung und Entwicklung beschäftigt waren und die ganz auf ihre Forschungsaufgaben konzentriert waren. Überlegungen über Produktionsabläufe und Personalpolitik spielten in diesem Zusammenhang nur eine nachgeordnete Rolle.

Nachdem die iris-GmbH auf Basis einer zum Patent angemeldeten Idee 1992 mit der Entwicklung der IRMA Sensortechnik begann und damit eine Marktlücke auf dem Gebiet der automatischen Zählung von Personen besetzte, änderte sich dieses jedoch sehr schnell. „Auf einmal begann die Produktion so an Bedeutung zuzunehmen, dass wir unbedingt Personal brauchten. Wir waren ja alle Entwickler und keiner von uns war Facharbeiter“, erinnert sich Dr. Thomas Trull, Diplom-Chemiker und Leiter der Chipfertigung, der von Anfang an dabei war.

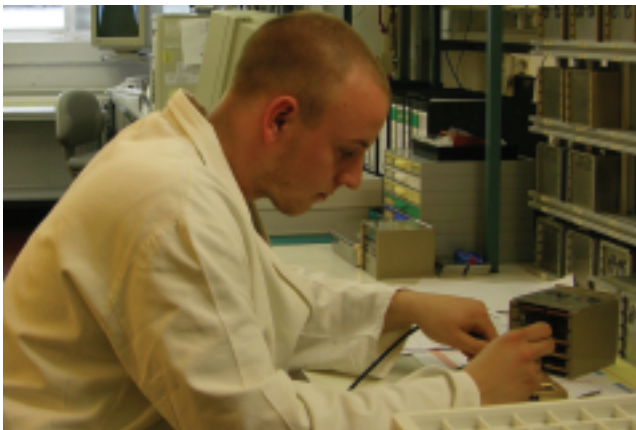
Sehr schnell wurde aus dem „Forschungsladen“ ein produzierender Betrieb, dessen IRMA Systeme in Fahrzeugen des öffentlichen Personennahverkehrs zuerst in Deutschland und mittlerweile weltweit zum Einsatz kommen. Zu den Merkmalen dieser Systeme gehört, dass hier Technologien der Mikrosystemtechnik und Methoden der

Informatik miteinander verbunden werden, mit denen die schwierige Aufgabe der Personenzählung beispielsweise beim Einstieg bzw. Ausstieg aus Bussen oder Bahnen selbst bei größtem Gedränge bewältigt werden kann.

Mit Hilfe von Personal aus Zeitarbeitsfirmen versuchte man bei der iris-GmbH in der ersten Zeit die Personalprobleme in den Griff zu bekommen. Sehr schnell wurde dabei deutlich, dass die für die Herstellung der Sensoren erforderlichen Qualifikationen nicht im gewünschten Maße bei den über Zeitarbeitsfirmen vermittelten Personen vorhanden waren. Die deshalb immer wieder erforderlichen Anlernzeiten ließen den Nutzen dieser Form der Personalrekrutierung in den Hintergrund treten. Versuche, mit Hilfe der Handwerkskammer die entsprechend qualifizierten Personen anzusprechen, erwiesen sich als Fehlschlag. Dr. Gerhard Rückriemen, Diplomingenieur für Elektronik-Technologie und Feingerätetechnik, der seinerzeit mit dieser Aufgabe betraut war, schüttelt noch heute den Kopf angesichts der damaligen Auskunft „Für Ihre Firma gibt es keinen Beruf.“

Obwohl für das bei der iris-GmbH anfallende Aufgabengebiet 1997 kein definiertes Berufsbild, geschweige denn eine Ausbildungsordnung existierte, wurde im Unternehmen über die Möglichkeit nachgedacht, mit eigenen Auszubildenden den Personalbedarf zu decken. Mit der Entscheidung, zu einem Ausbildungsbetrieb in der Mikrosystemtechnik zu werden, hatte das Unternehmen in doppelter Hinsicht Pionierleistungen zu erbringen. Doppelte

Pioniersituation deshalb, weil zum einen der Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin noch in den Anfängen steckte, und zum anderen, weil in der iris-GmbH selbst Strukturen für Ausbildungsmöglichkeiten gelegt werden mussten.



Zu den innerbetrieblichen Herausforderungen gehörte beispielsweise die Zertifizierung als Ausbildungsbetrieb. Um die zu bekommen, bedurfte es eines Beschäftigten, der über einen von der Industrie- und Handelskammer ausgestellten Ausbildungsbefähigungsnachweis verfügt. Diese fachunspezifische Qualifizierung, die normalerweise mehrere Wochen umfasst, wurde von der Berliner IHK in Modularform angeboten, sodass die iris-GmbH Dr. Gerhard Rückriemsen dafür abstellen konnte ohne dass dieser für einen zusammenhängenden längeren Zeitraum der Firma fern bleiben musste. „Ich hab dann halt den Kursus gemacht, und da der tageweise angeboten wurde, war das ganz gut mit der Arbeit zu vereinbaren.“ Der durch diese Maßnahme erworbene Ausbildungs-



nachweis für das Land Berlin bildete eine unverzichtbare Voraussetzung, um als Ausbildungsbetrieb anerkannt zu sein. Die von der Berliner IHK angebotene Möglichkeit, dies in zeitlich flexibler Form zu erwerben, reduzierte die Einstiegsbarriere ganz wesentlich und hatte eine unterstützende Wirkung bei der Einrichtung der betrieblichen Ausbildungsstrukturen innerhalb der iris-GmbH.

Überbetrieblich engagierte sich das Unternehmen in dem Kreis, der zusammen mit dem Bundesinstitut für Berufsbildung, dem ZVEI und der IG Metall an der Einrichtung und staatlichen Anerkennung eines gewerblichen MST-Berufes arbeitete und der am 1. August 1998 die Etablierung des Berufs Mikrotechnologe/Mikrotechnologin mit den Schwerpunkten Halbleitertechnik und Mikrosystemtechnik als staatlich anerkannten Ausbildungsberuf vermelden konnte.

Um alle in der Ausbildungsordnung beschriebenen Anforderungen erfüllen zu können, hat sich die iris-GmbH mit anderen MST-Unternehmen in der Region, die ebenfalls ausbilden, zu einem

Ausbildungsverbund zusammengeschlossen. Auszubildende der iris-GmbH absolvieren Teile der Ausbildung in anderen Betrieben und im Gegenzug kommen Auszubildende dieser anderen Betriebe zur iris-GmbH, um hier ebenfalls das zu lernen, was im Stammbetrieb für einen erfolgreichen Berufsabschluss nicht möglich ist. Die Sorge, dass über dieses Rotationsprinzip Betriebsgeheimnisse anderen Mitbewerbern zugänglich gemacht werden, hat man bei der iris-GmbH nicht. „Es ist ein gegenseitiges Geben und Nehmen und wir kennen uns alle im Verbund und achten bei der Organisation des Austausches darauf, dass dort, wo es vielleicht Animositäten geben könnte, die Auszubildenden in keine Schwierigkeiten geraten.“ Für Rückriemen und Trull ist es jedoch sehr wichtig, dass der Beginn der Zusammenarbeit mit den neuen Auszubildenden als intensive Phase innerhalb der iris-GmbH erfolgt. Dies dient dem gegenseitigen Kennenlernen und trägt zur Identifikation der neuen iris-Mitglieder mit dem Stammbetrieb bei.

Bei der Auswahl der Auszubildenden bevorzugt die iris-GmbH Realschulabsolventen, weil sie ihre Leute auch nach der Ausbildung behalten wollen und Abiturienten häufig nach der gewerblichen Erstausbildung den Wunsch nach einem Studium verspüren und den Ausbildungsbetrieb verlassen. Mittlerweile funktioniert auch die Zusammenarbeit mit der Agentur für Arbeit, sodass auch über diesen Weg die Ausbilder der iris-GmbH mit Ausbildungssuchenden zusammen kommen. Auch im Kontext der Rekrutierung zeigt sich der Nutzen, mit anderen Unternehmen in einem Verbund Ausbildung zu betreiben. So haben sich die im Berliner Verbund vernetzten Unternehmen zu einem gemeinsamen Bewerbungsprozedere zusammengetan und wählen mit Unterstützung eines Coaches die Bewerber und Bewerberinnen passend zu den jeweiligen MST-Unternehmen aus.

iris-GmbH infrared & intelligent sensors
Ostendstr. 1-14
12459 Berlin
www.irisgmbh.de



Iris Wachsmuth

Dipl. Soziologin, seit 2000 für die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH im Bereich Gesellschaft tätig mit den Schwerpunkten Aus- und Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik, gendergerechte Technikausbildung. Weitere Schwerpunkte: qualitative Sozialforschung und Stadtentwicklung, Kommunikationsforschung und fotografische Stadtentwicklung in Berlin.

Kontakt:

E-Mail: wachsmuth@vdivde-it.de, Tel.: 03328 435-112



Ausbildung zur Mikrotechnologin/ zum Mikrotechnologen am Institut für Mikrotechnik der TU Braunschweig

Als eine der ersten Einrichtungen in Niedersachsen hat das Institut für Mikrotechnik (IMT) der TU Braunschweig 1999 mit der Ausbildung zur Mikrotechnologin/zum Mikrotechnologen (Fachrichtung Mikrosystemtechnik) begonnen. Durch das stetige Wachsen der noch jungen Mikrosystemtechnik macht sich inzwischen immer mehr der Mangel an spezifisch ausgebildetem Fachpersonal bemerkbar. Oder anders betrachtet kann die Mikrosystemtechnik nur durch geschulte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auch in Bereiche getragen werden, in denen sie heute noch nicht eingesetzt wird. Der Ausgleich dieses Mangels an Fachleuten, nicht nur im Hochschulbereich, sondern auch im gewerblichen Bereich, und damit die Stärkung der Mikrosystemtechnik, war und ist unsere Motivation, junge Leute im Institut sorgfältig und umfassend auszubilden.

Da nicht der Eigenbedarf des IMT im Vordergrund steht, können in stetiger Folge neue Auszubildende eingestellt werden, so dass immer zwei junge Leute gleichzeitig in zwei aufeinander folgenden Jahrgängen am Institut beschäftigt sind. Bei ihrem Berufseinstieg hilft das Institut mit den vorhandenen internationalen Kontakten, was aber durch die immer größer werdende Nachfrage nach Mikrotechnologen oft gar nicht nötig ist. Unsere ersten beiden Auszubildenden sind in Dresden zur Berufsschule gegangen. Der Unterricht fand in Blöcken von je einer Woche und im Abstand von drei Wochen statt. Das bedeutete also für die jungen Leute, in relativ kurzen Abständen ihr Zuhause für mehrere Tage zu verlassen und sich in einer fremden Umgebung zu orientieren, was ein hohes Maß an Selbstständigkeit und Organisationsvermögen forderte. Zudem mussten



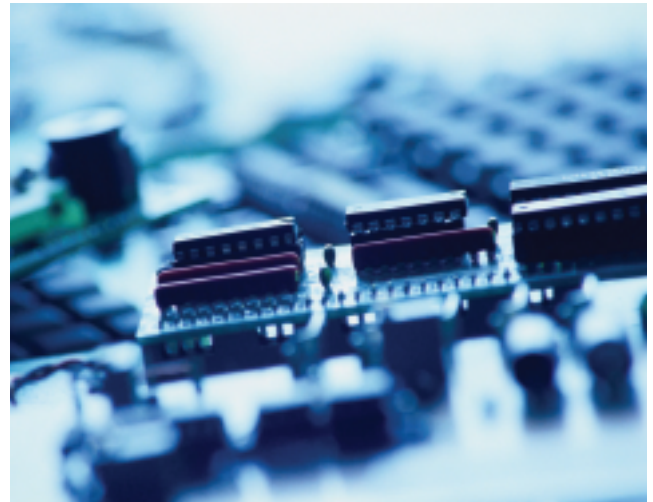
anfängliche Schwierigkeiten überwunden werden, die Unterrichts- und natürlich auch die Prüfungsinhalte mit der praktischen Ausbildung in Braunschweig abzugleichen, da die Dresdner Berufsschule schwerpunktmäßig auf die Fachrichtung Halbleitertechnik ausgerichtet ist.

Als dann im zweiten Jahr auch die Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig mit in die Ausbildung eingestiegen ist, wurde es auch für uns einfacher. Wir tauschen uns von Beginn an intensiv aus und organisieren abwechselnd für die Auszubildenden aus beiden Einrichtungen fachspezifische Lehrgänge. Für die Durchführung und Bewertung der Abschlussprüfungen haben wir außerdem gemeinsam eine eigene Prüfungskommission in Braunschweig gebildet.

In der Zwischenzeit hatte auch die Berufliche Schule des Kreises Steinburg in Itzehoe die Beschulung von Mikrotechnologen aufgenommen. Der Schwerpunkt liegt hier auf der Fachrichtung Mikrosystemtechnik, die auch der thematischen und fertigungstechnischen Ausrichtung des IMT entspricht. Unsere dritte Auszubildende, die 2002 ihre Ausbildung im Institut begonnen hat, geht seitdem in Itzehoe zur Berufsschule. Die Schulblöcke sind hier länger (im Schnitt vier Wochen) und dafür nur vier Mal im Jahr.

Für die vierte auszubildende Mikrotechnologin, die seit Herbst 2003 bei uns ist, hat sich erneut eine Änderung ergeben. Im Laufe der letzten zwei Jahre haben weitere Einrichtungen in Niedersachsen mit der Mikrotechnologenausbildung begonnen, die sich zusammen mit den Braunschweiger Einrichtungen zu einem Ausbildungsnetzwerk verbunden haben. Für die Auszubildenden des Netzwerkes wurde eine Klasse in der Berufsschule Neustadt am Rübenberge eingerichtet, wo der Unterricht durch die räumliche Nähe zum Institut an ein bzw. zwei Tagen in der Woche stattfindet. Neben der Berufsschule werden abwechselnd von den Netzwerkpartnern praktische Lehrgänge angeboten, die thematisch und zeitlich mit den Unterrichtsthemen abgestimmt werden. Damit haben die Auszubildenden die Möglichkeit, alle Betriebe und Institute des Netzwerkes kennen zu lernen und sich über ein breites Themenspektrum zu informieren.

Hinsichtlich der praktischen Ausbildung haben wir im Laufe der Jahre eine fundierte Grundlage geschaffen. Der intensive Kontakt mit den Lehrern der Berufsschule Itzehoe und die gemeinsame Erarbeitung des Unterrichtes in Neustadt haben uns dabei sehr geholfen. Was zunächst unstrukturiert und je nach Bedarf behandelt und erarbeitet wurde, hat jetzt ein strukturiertes aber flexibles Gerüst. Dieses Gerüst setzt sich aus einzelnen Ausbildungsblöcken zusammen, deren Inhalte aufeinander aufbauen.



Zum Beispiel beginnen die Auszubildenden mit einem Grundkurs zum richtigen Verhalten in einem Reinraumlabor. Danach lernen sie in speziellen Übungen die einzelnen Anlagen und Prozesse kennen. Anschließend werden die Prozesse zu einfachen Fertigungsabläufen verbunden. Dabei wird vordergründig vermittelt, welche Fertigungsschritte zueinander passen und in welcher Reihenfolge sie durchgeführt werden. Erst danach, was etwa dem Beginn des zweiten Ausbildungsjahres entspricht, fangen die Auszubildenden an, konkrete Mikrobauteile selbstständig und von Anfang bis Ende zu fertigen und an verschiedenen Forschungsprojekten mitzuarbeiten. Parallel dazu halten die Auszubildenden regelmäßig kurze Vorträge über ihre aktuellen Tätigkeiten, womit sie speziell auf den mündlichen Teil ihrer Abschlussprüfung hinarbeiten.

Zusammenfassend sind die ersten sechs Jahre Mikrotechnologenausbildung am IMT durch vielfältige Veränderungen gekennzeichnet. Dadurch waren alle Beteiligten gefordert, sich auf die sehr unterschiedlichen Bedingungen, sowohl organisatorisch als auch fachlich, einzustellen. Trotzdem hat es immer Spaß gemacht, die Entwicklung der jungen Leute mitzuerleben und mit ihnen zu arbeiten.

Besonders interessant war und ist zu beobachten, wie bewusst und zielstrebig die jungen Frauen ihre Ziele verfolgen. Das wurde schon bei den Bewerbungen um einen Ausbildungsplatz deutlich: Die jungen Männer hatten häufig keine oder eine falsche Vorstellung von dem Berufsbild eines Mikrotechnologen. Die jungen Frauen dagegen hatten sich eingehend erkundigt und wussten genau, welche Art Arbeit sie erwarten würde. Genauso ließen sie sich durch die sehr anspruchsvollen Umstände einer so neuen Ausbildung nicht entmutigen, sondern haben sich den Anforderungen gestellt und sich sehr schnell zu äußerst selbstständigen Mitarbeiterinnen entwickelt, die Spaß an ihrer Arbeit haben. Der Mut, eine neue Aufgabe zu beginnen, ohne auf Vorkenntnisse und Erfahrungen zurückgreifen zu können, hat sich also mehr als gelohnt. Die Zusammenarbeit war und ist dadurch sehr intensiv und nicht nur die Auszubildenden haben eine Menge gelernt.



Dr.-Ing. Monika Leester-Schädel

ist seit 2000 akademische Rätin am Institut für Mikrotechnik (IMT) der TU Braunschweig. Sie ist für die Koordination der Ausbildung von Mikrotechnologinnen und Mikrotechnologen und für die Entwicklung und Umsetzung von Ausbildungskonzepten zuständig. Sie ist in verschiedenen Projekten zur Motivierung und Qualifizierung von Mädchen und jungen Frauen für und in Technikberufe/n eingebunden. Ihr Forschungsschwerpunkt ist die Mikroaktork.

Kontakt:

E-Mail: m.leester@tu-bs.de, Tel.: 0531 391-9765



Internationaler Sommerstudiengang für Mikroelektronik in Frankfurt (Oder)

Das Kompetenzzentrum Mikroelektronik Frankfurt (Oder) bietet innovativen Unternehmen der Mikroelektronik/Mikrosystemtechnik am Standort Beratungsleistungen und Hilfestellung an, mit denen die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Region national und international aufgewertet werden kann. Basierend auf Unternehmensbefragungen wurden unter anderem eine Verbesserung der Innovationsfähigkeit, die durch die Unternehmen auf engste mit der Verfügbarkeit von Fachpersonal verbunden wird, die Befriedigung von Kooperationsbedarf und die branchenbezogene Gesamtvermarktung des Standortes Frankfurt (Oder) als wichtige Handlungsfelder identifiziert.

In den nächsten Jahren werden in zunehmender Anzahl qualifizierte Ingenieure und Ingenieurinnen benötigt, die insbesondere auf den Gebieten des Schaltkreisentwurfes mikroelektronischer Systeme, der Wirkungsweise von elektronischen Bauelementen, der Technologie zur Herstellung von IC's und der Verfahren sowie Prozessabfolgen dieser Technologien über vertiefte Kenntnisse verfügen. Aufgrund der vielfältigen gesellschaftlichen und technischen Umprofilierung der letzten Jahre zeichnet sich immer deutlicher ein akuter Mangel an derartig qualifizierten Ingenieuren und Ingenieurinnen ab.

Diese Problematik aufgreifend veranstaltete das Kompetenzzentrum Mikroelektronik Frankfurt (Oder) in Zusammenarbeit mit der Europa - Universität Viadrina Frankfurt (Oder), der IHP GmbH – Innovations for High Performance und der IHK Frankfurt (Oder)



vom 9. bis 20. August 2004 bereits zum dritten Mal einen „Internationalen Sommerstudiengang für Mikroelektronik“ mit dem Thema „Wireless Communications“. An diesem Programm nahmen 20 Studierende aus mittel- und osteuropäischen Ländern, sowie Mitarbeiter von Frankfurter Unternehmen aus dem Bereich Mikroelektronik teil.

Experten aus ganz Deutschland behandelten in Fachvorträgen Schaltkreis-Design, Technologien und drahtlose Systeme sowie Markterschließungsstrategien kleiner und mittelständischer Unternehmen für Osteuropa. Praxisnahe Diskussionsrunden, Unternehmensbesuche und ein Kulturprogramm ergänzten die Vorlesungen.

Die Schirmherrschaft über die zweiwöchige Sommer-Uni hatte der brandenburgische Wirtschaftsminister Ulrich Junghanns übernommen. Der Minister betonte in seinem Grußwort das Ziel des Sommerstudienganges, mittelfristig den Zufluss qualifizierter Fachkräfte nach Frankfurt (Oder) zu sichern und sie hier für Existenzgründungen zu gewinnen.

Der Sommerstudiengang bot den Teilnehmern und Teilnehmerinnen die Möglichkeit zum persönlichen Kontakt und intensiven Austausch mit führenden Wissenschaftlern und erfolgreichen Unternehmen auf dem Gebiet der Wireless Communication und ihrer zahlreichen interdisziplinären Anwendungsbereiche.

Die Veranstaltung richtete sich in erster Linie an polnische, aber auch an andere Studierende und wissenschaftliche Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen aus mittel- und osteuropäischen Ländern, die

- derzeit einen Hauptstudiengang im Bereich Mikroelektronik belegen,
- Kenntnisse über innovative praxisorientierte Technologien im Bereich „Wireless Communication“ erwerben möchten,
- Einblicke in Frankfurter Unternehmen im Bereich Mikroelektronik erhalten wollen,
- Kontakte und Partner auf dem Frankfurter Markt für Mikroelektronik anstreben,
- sowie Interesse an der deutschen Kultur und der Region Berlin-Brandenburg hegen.

Der Sommerstudiengang Mikroelektronik in Frankfurt (Oder) bot den Studierenden und dem wissenschaftlichen Personal hierzu die Gelegenheit durch

- Fachvorträge in den Bereichen RF Circuit Design, Technologies und Wireless Systems,

- Diskussionsrunden mit Mitarbeitern Frankfurter Unternehmen über praxisnahe und innovative Themen im Anschluss an die Veranstaltung im jeweiligen Themenkreis,
- Fachvortrag über Markterschließungsstrategien für KMU der Mikroelektronik- und IT-Branche in den MOEL,
- Programm mit Möglichkeit zur Besichtigung und Kontaktierung Frankfurter Unternehmen,
- begleitende Kulturveranstaltungen und Besichtigungstouren zur Kontaktaufnahme auf privater Ebene und Vorstellung der Region,
- Informationsabend zu Möglichkeiten für Existenzgründer am Standort (mit Vertretern der ZAB, des Career Centers der Europa - Universität und des Investor Centers Ostbrandenburg
- Unternehmensbesuche (Ferdinand Braun Institut, IHP).

Mit Rücksicht auf die in den mittel- und osteuropäischen Ländern herrschenden finanziellen Verhältnisse wurde ein Konzept entwickelt, bei dem die teilnehmenden Studenten und Studentinnen zum größten Teil ihren Aufenthalt in Frankfurt (Oder) durch das Programm finanziert bekamen. Zur Finanzierung des Programms wurden unterschiedliche Quellen genutzt. Zum einen haben Unternehmen eine Gebühr für teilnehmende Mitarbeiter entrichtet, zum anderen konnten verschiedene Förderprogramme in Anspruch genommen und Sponsoren gewonnen werden.

Wesentlich für den Erfolg des Sommerstudiums war die Teilnehmerakquisition und -auswahl. Eine umfangreiche, in 1.000 Exemplaren gedruckte Werbebroschüre im Umfang von acht Seiten wurde direkt an Professoren, Professorinnen und Studierende an zahlreichen Hochschulen in Mittel- und Osteuropa verschickt. Im Nachgang wurden alle Hochschulen telefonisch kontaktiert und auf das Sommerstudium aufmerksam gemacht.

Aufbauend auf dem Werbeflyer ist eine Internetpräsentation unter der Adresse: **www.kme-ffo.de** entstanden.

Alle Teilnehmenden erhielten zum Abschluss des Sommerstudienganges ein Teilnahmezertifikat, eine CD mit allen wichtigen Unterlagen (Skripte, Tabellen, Flyer) und den während der Veranstaltung aufgenommenen Bildern.

Nach dem ersten Studiengang 2002 hat sich eine Studentin aus der Ukraine für eine Arbeitsaufnahme bei alpha microelectronics beworben, und drei Studierende des Jahrganges 2003 haben ihre Diplomarbeiten im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung im IHP durchgeführt, wovon zwei zwischenzeitlich im IHP angestellt wurden. Nach dem diesjährigen Studiengang wurde das Kompetenzzentrum zu Besuchen polnischer Hochschulen eingeladen und mögliche Kooperationen diskutiert.



Dr. Randolph Trimbuch

ist seit 2000 Parkmanager der Technologiepark Ostbrandenburg GmbH und Leiter des Kompetenzzentrums Mikroelektronik. Von 2000 bis 2003 koordinierte er Projekte im Rahmen des Aktionsprogramms des Landes Brandenburg zur Stärkung von Kompetenzen in Branchen und Region. Er war verantwortlich für die Konzeption und Durchführung des vom BMBF als Pilotprojekt geförderten Innovationsforums "Drahtlose Kommunikation". Weitere Arbeitsschwerpunkte: Investorenakquisition und-betreuung im Rahmen des Investor Centers Ostbrandenburg; Mitarbeit im Netzwerk MANO; Koordination eines von der LASA Brandenburg geförderten Bildungsnetzwerkes Mikroelektronik; Mitinitiierung einer Gründungs- und Dienstleistungsinitiative Frankfurt (Oder).

Kontakt:

E-Mail: trimbuch@icob.de, Tel.: 0335 557-1316

Ausbildung als Ausgangspunkt zukünftigen wirtschaftlichen Erfolgs

Problemstellung: Bekanntheitsgrad

Längst erscheint allgemein bekannt, dass die Mikrosystemtechnik eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts ist, die sich aus unserem Alltagsleben schon lange nicht mehr wegdenken lässt, auch wenn wir es im Einzelnen nicht immer sehen oder wahrnehmen können. Bekannt auch die zahlreichen Broschüren und Filme zum Berufssystem der Mikrosystemtechnik, sei es die akademische Ausbildung an Universitäten und Fachhochschulen oder die duale, gewerbliche Ausbildung. Längst bekannt auch die Stellenbeschreibungen zur Mikrosystemtechnik auf den Seiten des Berufsinformationssystems der Bundesagentur für Arbeit oder die Qualifizierungsangebote für die Fachkräfte von Morgen.

Aber dem ist nicht so! Dazu ist noch viel Arbeit erforderlich, die Mikrosystemtechnik ist eine junge Disziplin, gemessen beispielsweise an der Elektrotechnik, die es inzwischen seit fast 100 Jahren gibt. Die dementsprechend lange existierenden Berufsprofile haben sich in unserem Bewusstsein verankert. Auch wenn wir nicht detailliert wissen, was heute ein Elektrotechniker in seinem Beruf arbeitet; den Beruf kennen wir allemal.

Der Beruf des Mikrotechnologen/der Mikrotechnologin wurde 1998 als staatlich anerkannter Ausbildungsberuf geschaffen. In diesem Beruf wird seitdem mit sehr gutem Erfolg ausgebildet, über 750 Mikrotechnologinnen und Mikrotechnologen arbeiten als Assistenten von Forschungs- und Entwicklungsingenieuren, in der

Arbeitsvor- und -nachbereitung der Produktion oder in Forschung und Entwicklung. Bundesweit sind es über 70 Betriebe, die diese Fachkräfte zum größten Teil für den eigenen Bedarf ausbilden. Doch es könnten wesentlich mehr sein, gemessen an der Zahl der Unternehmen in Deutschland, die Mikrosystemtechnik entweder selbst herstellen oder Produkte, Komponenten oder Produktionsprozesse der Mikrosystemtechnik für eigene Produkte nutzen.

Perspektive: Fachkräftebedarf

Anfang 2003, anlässlich einer explorativen Befragung zum Fachkräftebedarf bei einigen Unternehmen der Mikrosystemtechnik in Thüringen und Nordrhein-Westfalen, stellte sich heraus, dass teilweise der eigens für diese Hochtechnologie geschaffene Ausbildungsberuf des Mikrotechnologen/der Mikrotechnologin gar nicht bekannt war. In den Unternehmen arbeiteten Fachkräfte aus eng verwandten Berufen wie Elektrotechniker, Feinwerktechniker, die teilweise auch bereits vorher in den Unternehmen tätig waren. Aktuelle Fachkräftebedarf mit den relevanten Fähigkeiten und Fertigkeiten – präzise, feinwerkliche Arbeiten in Mikrostrukturen unter Reinraumbedingungen – suchten die Unternehmen bei Berufsgruppen wie Zahntechnikern, Uhrmachern, Goldschmieden, Optikern zu decken. Neben der feinwerklichen und präzisen Arbeit zeichnen sich die Fachkräfte dieser Berufe auch durch Materialkenntnisse sowie durch einschlägige Kenntnisse zu Aufbau- und Verbindungstechniken in ihren jeweiligen Berufen aus. Obwohl die

befragten Unternehmen ihren derzeitigen Fachkräftebedarf, akademisch und gewerblich, bisher noch decken konnten, stellten sie die Sorgen heraus, die sie vermutlich in wenigen Jahren damit haben würden. Gleichzeitig jedoch zeigten sich die befragten Unternehmen zögerlich, selbst die Verbindlichkeit für eine drei Jahre währende Ausbildung in einem explizit für ihre Bedarfe geschaffenen Ausbildungsberuf zu übernehmen.

Das ist nicht verwunderlich, wenn wir uns die Schwerpunkte der Ausbildung und die Struktur der meisten Unternehmen der Mikrosystemtechnik ansehen. Die Ausbildung sieht zwei Schwerpunkte, Halbleitertechnik und Mikrosystemtechnik, vor. Die Statistik zeigt, dass von bisher fast 800 ausgebildeten Fachkräften etwa 80 % im Schwerpunkt Halbleitertechnik ausgebildet wurden (in Großunternehmen, die längst Massenmärkte erreicht haben) und 20 % im Schwerpunkt Mikrosystemtechnik, obwohl die Mehrzahl der Unternehmen Mikrosystemtechnikunternehmen sind.

Die Struktur zeigt, dass die meisten mikrosystemtechnischen Unternehmen kleine Betriebe mit wenigen Beschäftigten sind. Die Unternehmen sind technologiebasiert gegründet und arbeiten bislang forschungsgetrieben. Ein Markteintritt ist häufig erst noch geplant, so dass der Bedarf an gewerblichen Fachkräften, die in aller Regel die Produktion unterstützen sollen, in den ersten Jahren des Unternehmens eher gering sein dürfte. Die zögerliche Haltung der meisten Unternehmen gegenüber der Ausbildung entspringt aber noch einem anderen Grund: Da die meisten Mikrosystemtechnik-Unternehmen eine Spezialisierung dieser Technologie in Produkte, Komponenten etc. umsetzen, können sie auch die geforderten Lehrangebote für die definierten Lernfelder der Ausbildung nicht abdecken. Hier jedoch gibt es Modelle, die es den Unternehmen ermöglichen, ihren Fachkräftebedarf durch eigene Ausbildungsaktivitäten zu sichern, auch wenn sie nicht alle Ausbildungseinheiten selbst lehren

können. Zuvor jedoch ein detaillierter Blick auf die Ausbildungsinhalte im Beruf der Mikrotechnologinnen und Mikrotechnologen.

Profile: Ausbildungsinhalte

Die Ausbildung zum Mikrotechnologen/ zur Mikrotechnologin wird bisher in zwei Schwerpunkten angeboten: Halbleitertechnik und Mikrosystemtechnik. Neben einem gemeinsamen Ausbildungsblock lernen die zukünftigen Fachkräfte im Rahmen ihrer jeweiligen Schwerpunkte das relevante Fachwissen und die entsprechenden Fähigkeiten. Bei der Ordnung der Berufe haben sich die Sozialpartner über die Anforderungen mit der Halbleiterindustrie und den Mikrosystemtechnikunternehmen verständigt.

Schwerpunkt Halbleitertechnik

Unternehmen der Halbleiterindustrie setzen Mikrotechnologinnen und Mikrotechnologen hauptsächlich im Produktionsprozess zur Herstellung von Halbleitern ein. Daher ist es speziell für Fachkräfte der Halbleiterindustrie wichtig, in der Ausbildung unterschiedliche Arten von Halbleitern (z. B. diskrete Halbleiter, integrierte Halbleiter, Optohalbleiter) zu kennen und deren verschiedenen Herstellungstechniken (z. B. Beschichten, Strukturieren, Ätzen) zu erlernen.

Schwerpunkt Mikrosystemtechnik

Betriebe der Mikrosystemtechnik hingegen stellen Systemkomponenten mit unterschiedlichen Verfahren her. Diese Systemkomponenten sind häufig Bestandteile von Endprodukten. Mikrotech-

nologinnen und Mikrotechnologen lernen in diesem Ausbildungsschwerpunkt daher die verschiedenen Formen der Aufbautechnik solcher Systeme kennen (z. B. Dickschicht- und Dünnschicht, Hybridtechnik, Galvanotechnik). Außerdem lernen die angehenden Fachkräfte die unterschiedlichen Verbindungstechniken anzuwenden (Bestücken, Löten, Bonden).

Gemeinsamer Ausbildungsteil

Der gemeinsame Ausbildungsteil umfasst alle Handhabungen im Zusammenhang mit dem Steuern von Produktionsprozessen (Inbetriebnahme, Sichern, Optimieren, Umrüsten von Produktionsanlagen), die entsprechenden arbeitsvorbereitenden Schritte (Materiallogistik, d. h. Bereitstellung und Entsorgung) und Qualitätskontrolle (Prozessüberwachung, Endkontrolle von Produktionsprozessen) sowie Dokumentation, Planung und Organisation der Arbeit.

Projekte: Aus- und Weiterbildungsnetzwerke

Das Berufssystem für die Mikrosystemtechnik hat sich inzwischen in Deutschland etabliert. Durch die Zusammenarbeit von Unternehmen, Berufsschulen und auch den Aus- und Weiterbildungsnetzwerken konnte die duale Ausbildung zum Mikrotechnologen oder zur Mikrotechnologin zunehmend professionalisiert werden.

Im Rahmen von Modellen der Verbundausbildung in den Regionen partizipieren Unternehmen der Mikrosystemtechnik von der Ausbildung, die selbst viel zu spezialisiert sind, um alle Lernfelder der Ausbildung abdecken zu können. Zudem haben die Aus- und Weiterbildungsnetzwerke Qualifizierungskonzepte entwickelt und umgesetzt, die es den Unternehmen ermöglichen, ihre Fachkräfte ent-

sprechend der dynamischen Entwicklung der Technologie qualifizieren zu können. Die Zahl der bisher ausgebildeten und zukünftig jährlich qualifizierten Fachkräfte kann dem Bedarf an einschlägig qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Unternehmen der Mikrosystemtechnik gerecht werden, wenn mehr Unternehmen ausbilden und dabei auch die bestehenden Einrichtungen und Unterstützungsleistungen der Aus- und Weiterbildungsnetzwerke in den Regionen nutzen.



Sabine Globisch

seit 2000 als Seniorberaterin in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH im Bereich Gesellschaft tätig, ist Projektleiterin des BMBF-Förderprogrammes „Kompetenzentwicklung in der Mikrosystemtechnik“. Weitere Arbeitsschwerpunkte: Gründungsunterstützung junger Technologieunternehmen, Seminarkonzeption und Durchführung von Trainings, Arbeiten in EU-Projekten zu Wertschöpfungsketten in Unternehmensnetzwerken und Transnationale Forschungsförderung, Programm-Evaluationen.

